Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

INGE-2907

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Eduardo Josafat Alcivar Menendez

Edward Fabricio Carbo Mecias

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis papás, quienes con esfuerzo, amor y sacrificio me ayudaron en cada paso para llegar a esta meta. A Ámbar, mi hermana, por su apoyo y motivación. A Ale, por creer en mí y darme aliento en los momentos que creía que no podría. También dedico este proyecto a mis amigos, quienes me ayudaron y me motivaron a ir un paso más allá.

Att: Josafat Alcivar

Dedicatoria

Dedico este proyecto principalmente a mis padres, quienes han sido mi mayor apoyo y motivación a lo largo de este trayecto de mi vida. Su confianza en mí y su constante respaldo han sido fundamentales para alcanzar este logro. También lo dedico a mis amigos, con quienes compartí innumerables proyectos, aprendizajes y esfuerzos que nos permitieron avanzar juntos en la carrera.

Att: Edward Carbo

Agradecimientos

Agradezco profundamente a Dios, por darme la fortaleza para culminar este proyecto. Gracias a mi mamá por apoyarme y darme la valentía para salir adelante. Gracias a mi papá por su dedicación, esfuerzo y apoyo. Agradezco a mi hermana por su paciencia otorgada. Agradezco a Ale, por su apoyo constante durante todo este proceso, por no dejarme caer nunca, brindándome palabras de ánimo y confianza para seguir adelante. A mi profesor y tutora de tesis, por compartir su conocimiento y orientarme en cada etapa del proyecto. A Omar, mi mejor amigo, por acompañarme en aquellas noches de desvelo. A mis amigos y compañeros, quienes hicieron de este proceso una experiencia más llevadera.

Att: Josafat Alcivar

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, quien en mis momentos más difíciles me ha dado la fortaleza para seguir adelante y confiar siempre en el camino que Él me guía.

Expreso mi gratitud a mi madre, que ha estado incondicionalmente a mi lado brindándome su apoyo, y a mi padre, por acompañarme y ayudarme en todo momento, incluso llevándome al campus.

También quiero agradecer a mis mascotas, que con su cariño y compañía me han dado un apoyo emocional invaluable.

A mis amigos, quienes con dedicación y esfuerzo siempre dieron lo mejor de sí para que los trabajos en equipo fueran de la más alta calidad. Verdaderos cracks.

Finalmente, agradezco a mis profesores, por compartir sus conocimientos y experiencias, que han sido fundamentales para mi formación personal y profesional.

Att: Edward

Declaración Expresa

Nosotros Edward Fabricio Carbo Mecias y Eduardo Josafat Alcivar Menendez acordamos y reconocemos que:

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

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

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

Guayaquil, 28 de mayo del 2025.

Edward Fabricio Carbo Mecias

Eduardo Josafat Alcivar Menendez

Scanned with CamScanner

Evaluadores

Firmado electrónicamente por:
LENIN ALEXANDER
DENDER AGUILAR
Validar únicamente con FirmaEC

MSc. Lenin Dender

Profesor de Materia

Firmado electrónicamente por:
INGRID TATIANA ORTA
ZAMBRANO
Validar únicamente con FirmaEC

MSc. Ingrid Orta

Tutor de proyecto

Resumen

El proyecto se enmarca en la necesidad de generar edificaciones seguras en Portoviejo, ciudad gravemente afectada por el terremoto del 16 de abril de 2016, donde la construcción informal y la ausencia de estudios técnicos ocasionaron colapsos estructurales. El objetivo es desarrollar el diseño estructural, de cimentación e hidrosanitario de un edificio de tres niveles, aplicando criterios de ingeniería y sostenibilidad. Se plantea como hipótesis que la implementación de un sistema de pórticos de hormigón armado permitirá garantizar la seguridad y funcionalidad de la edificación, mientras que un diseño hidrosanitario adecuado mejorará las condiciones de habitabilidad, justificando así su relevancia en una zona de alta sismicidad. Para el desarrollo se aplicaron la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC), el ACI 318-19 y manuales técnicos de cimentación, hormigón armado e instalaciones sanitarias, generando memorias de cálculo, especificaciones y planos. Los resultados muestran que el diseño sismorresistente cumple con la normativa vigente, el sistema hidrosanitario garantiza abastecimiento seguro de agua y evacuación adecuada de efluentes, y el presupuesto total de la obra gris alcanza los USD $93,164.62, con un costo unitario de USD $155.27 por m². El análisis ambiental evidenció impactos negativos, aunque compensados parcialmente por beneficios económicos se propone mitigarlos con medidas ambientales. Se concluye que el proyecto aporta una solución técnica, segura y sostenible para la edificación del cliente, como referente para otros proyectos similares de la localidad.

Palabras clave: Sismorresistencia, Cimentación, Hidrosanitario, Presupuesto, sostenible

Abstract

The project addresses the need to generate safe buildings in Portoviejo, a city severely affected due to the 2016's earthquake, where informal construction and the absence of technical studies led to structural collapses. The objective was to develop the structural, foundation, and hydrosanitary design of a three-story building, applying engineering and sustainable criteria. The hypothesis proposes that the implementation of a reinforced concrete frame system will ensure the safety and functionality of the building, while an adequate hydrosanitary design will improve habitability conditions, thus justifying its relevance in a high-seismicity zone. The development applied the Ecuadorian Construction Standard (NEC), ACI 318-19 Standard, and technical manuals of foundations, reinforced concrete, and sanitary systems, producing data analysis reports, specifications, and construction drawings. Results show that the seismic-resistant design complied with current regulations, the hydrosanitary systems guarantee a safe water supply and proper wastewater evacuation. The total budget for structural and sanitary construction was USD $93,164.62, with a cost per square meter of USD $155.27. The environmental analysis identified negative impacts, partially offset by economic benefits, for which mitigation measures were proposed. It is concluded that the project provides a technical, safe, and sustainable solution for the client's building, serving as a reference for similar projects in the region.

Keywords: Seismic design, Structural foundation, Hydrosanitary systems, Construction budget, Sustainability

Índice general

Resumen I

Abstract II

Índice general III

Abreviaturas VII

Simbología VIII

Índice de Figuras IX

Índice de Tablas XI

ÍNDICE DE PLANOS XIV

Capítulo 1 1

1. Introducción 2

1.1 Antecedentes 2

1.2 Descripción del Problema 2

1.3 Justificación del Problema 3

1.3.1 Objetivo general 3

1.3.2 Objetivos específicos 4

Capítulo 2 5

2. MATERIALES Y MÉTODOS 6

2.1 Revisión de literatura 6

2.1.1 Normativas y Reglamentos Aplicables 6

2.1.2 Diseño Estructural de Edificaciones de Baja Altura 6

2.1.3 Materiales de Construcción 7

2.1.4 Diseño de Cimentaciones 7

2.1.5 Instalaciones Hidrosanitarias 8

2.1.6 Enfoque de Sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 8

2.2 Área de estudio 9

2.3 Trabajo de campo y laboratorio 11
2.4 Análisis de datos 13
2.5 Análisis de alternativas 19
2.5.1 Identificación de alternativas 19
2.5.2 Metodología de selección de alternativas 20
2.5.3 Selección de la alternativa 22
Capítulo 3 24
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES 25
3.1 Análisis y estudios preliminares 25
3.1.1 Análisis sísmico: Zonificación sísmica de Portoviejo 25
3.1.2 Análisis sísmico: Coeficientes del perfil del suelo 26
3.1.3 Análisis sísmico: Espectro elástico 28
3.1.4 Análisis sísmico: Límites período de vibración 29
3.1.5 Análisis sísmico: Factor de reducción R 29
3.1.6 Análisis sísmico: Coeficiente de importancia I 30
3.1.7 Análisis sísmico: Espectro Inelástico 31
3.1.8 Período de vibración teórico 32
3.2 Diseño Definitivo 33
3.2.1 Diseño de cimentación 33
3.2.2 Diseño estructural 47
3.2.3 Diseño hidrosanitario 67
Capítulo 4 81
4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL 82
4.1 Descripción del proyecto 82
4.2 Línea base ambiental 83
4.2.1 Medio físico 83

4.2.2 Medio biótico 83
4.2.3 Medio socieconómico 84
4.3 Actividades del proyecto 84
4.4 Identificación de impactos ambientales 87
4.5 Valoración de impactos ambientales 89
4.6 Medidas de prevención/mitigación 91
4.6.1 Hormigonado (VI total: -15.3) 92
4.6.2 Montaje de estructura metálica (VI total: -13.7) 92
4.6.3 Excavación a máquina (VI total: -14.9) 92
4.6.4 Uso de energía (VI total: -7.4) 92
4.6.5 Uso de agua (VI total: -5.9) 93
Capítulo 5 95
5. PRESUPUESTO 96
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo 96
5.2 Especificaciones Técnicas 97
5.2.1 Normas y documentos de Referencia 97
5.2.2 Especificaciones de materiales 97
5.2.3 Especificaciones técnicas de los Rubros 98
5.3 Rubros y análisis de precios unitarios 104
5.4 Cantidades de obra 107
5.4.1 Movimiento de tierras 107
5.4.2 Obras preliminares 107
5.4.3 Cimentaciones 108
5.4.4 Superestructura 110
5.4.5 Estructura metálica 113
5.4.6 Mampostería y enlucido 113

5.4.7 Sistema hidrosanitario 114
5.5 Costo del proyecto 116
5.6 Cronograma de obra 117
Capítulo 6 118
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 119
6.1 Conclusiones 119
6.2 Recomendaciones 120
Referencias 121
PLANOS Y ANEXOS 124

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NEC	Noemativa Ecuatoriana de la Construcción
ACI	American Concrete Institute
APU	Análisis de Precios Unitarios
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
CM	Carga Muerta
CV	Carga Viva
AAPP	Agua Potable
AASS	Aguas Servidas
AALL	Aguas Lluvias
UD	Unidades de Descarga

Simbología

m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
L	Litro
Ton	Toneladas Fuerza
L/s	Litros por segundo
HP	Caballos de fuerza

Índice de Figuras

Figura 1 *Ubicación del proyecto y área del terreno usando Google Earth* 10
Figura 2 *Inspección del terreno con el cliente* 12
Figura 3 *Implantación general – planta arquitectónica* 13
Figura 4 *Implantación Planta Baja* 14
Figura 5 *Implantación Primera Planta* 15
Figura 6 *Implantación Segunda Planta* 15
Figura 7 *Corte del edificio* 17
Figura 8 *Ubicación del sondeo, para el estudio geotécnico* 18
Figura 9 *Zonas Sísmicas del Ecuador* 25
Figura 10 *Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada* 26
Figura 11 *Factor Fa: coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto* 26
Figura 12 *Factor Fd: coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca* 27
Figura 13 *Factor Fs: coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos* 27
Figura 14 *Espectro Elástico de aceleraciones* 28
Figura 15 *Factor de reducción R* 30
Figura 16 *Coeficiente de importancia I* 30
Figura 17 *Espectro de Aceleración* 31
Figura 18 *Coeficientes para determinar el período* 32
Figura 19 *Pasos para el dimensionamiento de la cimentación* 33
Figura 20 *Suelo fuerte sobre débil* 34
Figura 21 *Coeficiente de punzonamiento en función de* $\boldsymbol{q2q1}$ *y* $\boldsymbol{\phi 1'}$ 36
Figura 22 *Esquema de distribución de presiones de la zapata en una dirección* 38
Figura 23 *Esfuerzos críticos para zapata del eje C en la dirección X* 40
Figura 24 *Presión a una distancia d de la cara de la columna en zapata del eje C en la dirección X* 42
Figura 25 *Diagrama de interacción eje Y* 53
Figura 26 *Diagrama de interacción eje X* 53

Figura 27 *Corte transversal diseño definitivo de columna crítica* 55
Figura 28 *Corte transversal del diseño de viga crítica* 63
Figura 29 *Corte longitudinal del diseño de viga crítica* 63
Figura 30 *Dimensión final de losa nervada 2 direcciones (Carbo, Alcivar; 2025)* 65
Figura 31 *Implantación de agua potable tercera planta* 70
Figura 32 *Implantación de agua potable segunda planta* 70
Figura 33 *Implantación de agua potable primera planta* 71
Figura 34 *Implantación de bajantes Piso 1 y Piso 2* 75
Figura 35 *Implantación de colectores horizontales* 76
Figura 36 *Tuberías de ventilación* 79
Figura 37 *APU del primer rubro* 105
Figura 38 *Cronograma de obra* 117

Índice de Tablas

Tabla 1 *Coordenadas del terreno en WGS84 – UTM zona 17S* 10
Tabla 2 *Resumen de ambientes del edificio* 16
Tabla 3 *Detalle de los criterios a evaluar* 20
Tabla 4 *Calificaciones ponderadas para cada alternativa* 22
Tabla 5 *Resumen de parámetros sísmicos* 31
Tabla 6 *Propiedades de los materiales* 33
Tabla 7 *Resumen de presiones para cada combinación de la zapata más crítica del eje C para B=1.5m* 38
Tabla 8 Dimensiones de zapatas y verificación de presiones respecto a la capacidad admisible del suelo 39
Tabla 9 *Ejemplo de cálculo con las combinaciones de diseño para zapata del eje C en dirección X* 40
Tabla 10 *Resumen de chequeo de corte en una dirección para cada eje tanto en dirección X como Y* 42
Tabla 11 *Resumen de chequeo de punzonamiento para cada eje* 43
Tabla 12 Resumen de chequeo de aplastamiento para cada eje 44
Tabla 13 *Resumen de acero en la dirección X* 46
Tabla 14 *Resumen de acero en la dirección Y* 47
Tabla 15 *Resumen de predimensionamiento áreas de columnas* 49
Tabla 16 *Datos del pre-dimensionamiento de columna crítica* 50
Tabla 17 *Armado del refuerzo longitudinal* 50
Tabla 18 *Demandas por cargas (Carbo, Alcivar; 2025)* 51
Tabla 19 *Verificación de capacidad columna crítica* 51
Tabla 20 *Factor de longitud efectiva recomendado (ACI 318-19; 2019)* 52
Tabla 21 *Comprobación de Esbeltez* 52
Tabla 22 *Análisis Biaxial* 54
Tabla 23 *Verificación ACI* 54
Tabla 24 *Refuerzo transversal y separación* 55
Tabla 25 *Diseño y armado final* 55

Tabla 26 *Dimensiones de vigas* 56
Tabla 27 *Dimensiones y peralte efectivo* 57
Tabla 28 *Demandas de momentos por tramos* 57
Tabla 29 *Acero por demanda* 58
Tabla 30 Acero corregido 59
Tabla 31 *Armado longitudinal de la viga* 59
Tabla 32 *Cuantías halladas, cuantía balanceada, min y máx.* 59
Tabla 33 *Verificación de falla dúctil, frágil o balanceada* 59
Tabla 34 *Verificación de capacidad de vigas* 60
Tabla 35 *Revisión de cortante* 60
Tabla 36 *Separación de estribos* 61
Tabla 37 Efectos de torsión 61
Tabla 38 *Verificación de diseño a torsión* 62
Tabla 39 *Verificación de torsor de agrietamiento* 62
Tabla 40 *Momentos en losa, control de deflexiones, distribución de acero* 65
Tabla 41 *Cálculo de resistencia al esfuerzo cortante* 66
Tabla 42 *Armadura de retracción y temperatura* 66
Tabla 43 *Dotaciones para edificaciones de uso especifico* 67
Tabla 44 *Dotación de agua para locales de salud* 67
Tabla 45 Consumo diario de agua por tipo de uso 68
Tabla 46 *Tabla de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo* 69
Tabla 47 *Tabla resumen de caudales máximos probables para cada nodo* 71
Tabla 48 *Cálculo del Caudal Acumulado, Diámetro Nominal y Pérdidas de Carga en Tubería de Succión* 72
Tabla 49 Factores para el cálculo de longitudes equivalentes 73
Tabla 50 Perdidas y altura dinámica de la línea de succión e impulsión 73
Tabla 51 *Aparato sanitario colocado y sus unidades de descarga* 76
Tabla 52 *Diseño definitivo bajantes* 77
Tabla 53 *Resumen por tramo del diseño definitivo* 78
Tabla 54 *Verificación de velocidad y profundidad por tramo* 78

Tabla 55 *Diámetro de bajante pluvial* 80
Tabla 56 *Diseño definitivo del canalón* 80
Tabla 57 *Verificación del canalón* 80
Tabla 58 *Árbol de factores* 86
Tabla 59 *Impacto ambiental para Movimiento de tierras* 87
Tabla 60 *Impacto ambiental por Cimentación y superestructura* 87
Tabla 61 *Impacto ambiental por Fase de operación* 89
Tabla 62 *Categorización de valoración cualitativa (Boris Tito, 2020)* 90
Tabla 63 *Matriz de Leopold* 90
Tabla 64 *Valoración final* 90
Tabla 65 *Resumen del plan de mitigación* 93
Tabla 66 Desglose de actividades del proyecto 96
Tabla 67 *Resumen de APUs* 106
Tabla 68 *Presupuesto total del proyecto* 116
Tabla 69 *Detalles de costos* 117

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Plano Estructural de cimentación

PLANO 2 Plano Estructural de columnas

PLANO 3 Plano Estructural de vigas 1era planta

PLANO 4 Plano Estructural de vigas 1era planta

PLANO 5 Plano Estructural de vigas 2da planta

PLANO 5 Plano Estructural de vigas 2da planta

PLANO 7 Trazado AAPP y AASS

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El terremoto del 16 de abril de 2016 en Manabí reveló deficiencias en la calidad constructiva y resaltó la importancia del diseño sísmico y la supervisión técnica durante la construcción. La ingeniería civil es clave para desarrollar edificaciones resilientes que cumplan con las exigencias locales. Además, teniendo en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible de las naciones unidas, la gestión adecuada de aguas potable, residual y pluvial es fundamental para la salud pública y el medio ambiente.

Las edificaciones de uso mixto, que combinan locales comerciales, consultorios y apartamentos, optimizan el uso del suelo y responden a las demandas urbanas actuales. El diseño de este tipo de edificaciones requiere garantizar estabilidad estructural y sistemas hidrosanitarios eficientes, siguiendo normativas técnicas. Un ejemplo destacado es el edificio Qorner, ubicado en la ciudad de Quito, en este se integran viviendas, oficinas y áreas comerciales. Esta edificación incorpora sistemas de captación y reutilización de aguas lluvias, recolección y separación de aguas grises y negras, a su vez áreas verdes verticales, permitiendo una reducción considerable en el consumo de agua potable ((Uribe Schwarzkopf, 2022)

El cliente del presente proyecto tiene un predio de aproximadamente 700 metros cuadrados, donde proyecta construir un edificio de 3 niveles con un estimado de 600 metros cuadrados de construcción, para uso residencial y comercial. Este proyecto se ubica en la parroquia 12 de Marzo, cantón Portoviejo, Ecuador, que es una zona en expansión que necesita soluciones constructivas seguras y sostenibles.

1.2 Descripción del Problema

La vulnerabilidad estructural en Manabí quedó en evidencia tras el terremoto del 16 de abril de 2016, causando graves daños en viviendas e infraestructura, debido a deficiencias en el diseño y construcción, según reportes del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional y la secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2016; Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador, 2017).

En cuanto a las instalaciones hidrosanitarias, diversos estudios e informes técnicos evidencias sus problemas como la falta de redes separativas, conexiones irregulares, materiales no certificados y deficiente tratamiento de aguas residuales, afectando la calidad del agua y la salud pública (Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP), 2020).

El cliente, en su calidad de Ingeniero Civil, no cuenta con el diseño estructural, de cimentaciones y de instalaciones hidrosanitarias para el edificio de 3 pisos. La falta del diseño estructural adecuado de la superestructura y cimentación comprometería la seguridad durante la construcción y el uso del proyecto, teniendo en cuenta los potenciales riesgos sísmicos en la provincia de Manabí; pudiendo presentarse asentamientos, agrietamientos y hasta colapsos. Asimismo, un deficiente dimensionamiento del sistema hidrosanitario podría derivar en problemas de acceso al agua potable y manejo inadecuado de efluentes.

1.3 Justificación del Problema

La falta de un diseño estructural adecuado y de cimentación compromete la seguridad del edificio, tanto en su construcción como en su vida útil, especialmente en una zona de alta sismicidad como lo es Manabí. Esto podría generar riesgos asentamientos diferenciales, agrietamientos estructurales y en el peor de los casos, colapsos. El terremoto del 16 de abril de 2016 evidenció numerosos casos de colapso y daños severos en edificaciones residenciales y comerciales en Manabí, donde muchas estructuras no contaban con el diseño ni la supervisión técnica adecuada para resistir eventos sísmicos de alta magnitud. A su vez, un deficiente diseño hidrosanitario podría ocasionar dificultades en el acceso de agua potable, a su vez, el manejo inadecuado de las aguas residuales y pluviales afectaría la salubridad, confort de los ocupantes, además del incumplimiento de normativas.

Estos riesgos se acentúan al tratarse de un edificio de varios niveles y su uso mixto, que combina espacios comerciales, consultorios médicos y departamentos residenciales. Esta diversidad conlleva exigencias técnicas más complejas en términos estructurales, de cimentación y de instalaciones, ya que cada uso impone diferentes cargas, requerimientos de accesibilidad, servicios y niveles de ocupación. Resolver los problemas es esencial para garantizar la seguridad, funcionalidad, durabilidad y sostenibilidad del proyecto.

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar el diseño estructural, de cimentación e hidrosanitario en la edificación de 3 niveles ubicada en Portoviejo, mediante la implementación de criterios de ingeniería, sostenibilidad y consumo responsable, con la finalidad de que se genere una solución eficiente en la construcción de la edificación.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Diseñar el sistema estructural y de cimentación de la edificación de tres niveles, garantizando su seguridad frente a las condiciones sísmicas y geotécnicas del sitio, para lo cual se elaborará la memoria de cálculo, especificaciones técnicas y los planos correspondientes.
2. Diseñar el sistema de instalaciones hidrosanitarias, que incluya redes de abastecimiento de agua potable, recolección de aguas residuales y pluviales, para el funcionamiento eficiente y correcto del edificio, y entregando al cliente la memoria de cálculo, especificaciones técnicas y planos correspondientes.
3. Determinar los impactos ambientales significativos del proyecto mediante la evaluación de impacto ambiental, garantizando la sostenibilidad ambiental del proyecto.
4. Realizar un análisis de precios unitarios (APUs) para los elementos estructurales e hidrosanitarios, estimando los costos asociados a cada componente del proyecto que se consolidarán en el presupuesto y en el cronograma de obra fin de conocer los recursos necesarios para la implementación del proyecto.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Normativas y Reglamentos Aplicables

El diseño estructural e hidrosanitario en Ecuador se rige principalmente por la Normativa Ecuatoriano de la Construcción (NEC), en este se establece lineamientos técnicos obligatorios para la seguridad, funcionalidad, y sostenibilidad de las edificaciones. Para el diseño estructural, la Normativa Ecuatoriana de la Construcción – Diseño Sísmico (NEC-SE-DS) y la NEC-SE-CG determinan las cargas que deben considerarse durante el análisis estructural.
La NEC-HS será utilizada para el diseño hidrosanitaria, en este se presentan los aspectos técnicos de las instalaciones de agua potable, aguas servidas y recolección de aguas pluviales. Estas normativas se complementan con ordenanzas locales por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Portoviejo, en la cual se especifican condiciones particulares para edificaciones en zonas urbanas como la parroquia 12 de Marzo.

2.1.2 Diseño Estructural de Edificaciones de Baja Altura

Las edificaciones de tres niveles se consideran de baja altura, y, por tanto, suelen utilizarse sistemas estructurales como pórticos de hormigón armado, debido a su resistencia y facilidad constructiva. En Portoviejo, una zona sísmica, se deben consideras los efectos del sismo, evaluando la rigidez y ductilidad de los elementos estructurales. Según Chopra (2017), el comportamiento sísmico de una estructura depende de gran medida de su regularidad en planta y elevación, así como de la distribución de masas y rigideces. La regularidad en planta implica una distribución uniforme y simétrica de las masas y rigideces para evitar concentraciones de esfuerzos y torsiones, mientras que la regularidad en elevación se refiere a la continuidad en la configuración estructural a lo largo de la altura, sin discontinuidades abruptas que puedan generar desplazamientos diferenciales y modos de vibración complejos.
Estudios previos en la región (Aguiar & Mieles. 2018) indican que muchas edificaciones colapsaron durante el terremoto de 2016 por fallas en el diseño de columnas cortas, falta de confinamiento y deficiencias en la cimentación. Las columnas cortas, caracterizadas por una baja relación altura-espesor, son propensas a fallas frágiles bajo cargas sísmicas debido a su limitada capacidad para deformarse plásticamente, lo que genera fracturas por corte y fallas repentinas. Por ello, es imprescindible aplicar principios actualizados del análisis sísmico modal espectral, propuesto por normas internacionales como la ASCE 7. Además, es recomendable seguir los

lineamientos del American Concrete Institute (American Concrete Institute, 2019), establece que los requisitos detallados para el diseño y construcción de estructuras de concreto reforzado, incluyendo criterios de resistencia, durabilidad y ductilidad.

Estudios previos en la región (Aguiar & Mieles. 2018) indican que muchas edificaciones colapsaron durante el terremoto de 2016 por fallas en el diseño de columnas cortas, falta de confinamiento y deficiencias en la cimentación. Las columnas cortas, caracterizadas por una baja relación altura-espesor, son propensas a fallas frágiles bajo cargas sísmicas debido a su limitada capacidad para deformarse plásticamente, lo que genera fracturas por corte y fallas repentinas. Por ello, es imprescindible aplicar principios actualizados del análisis sísmico modal espectral, propuesto por normas internacionales como la ASCE 7. Además, es recomendable seguir los lineamientos del American Concrete Institute (American Concrete Institute, 2019), establece que los requisitos detallados para el diseño y construcción de estructuras de concreto reforzado, incluyendo criterios de resistencia, durabilidad y ductilidad.

2.1.3 Materiales de Construcción

El hormigón armado es el material que predomina para las edificaciones de tres pisos, siendo fundamental la calidad de sus componentes: cemento, agregados, agua y aditivos. La durabilidad y resistencia del concreto depende en gran medida de la dosificación correcta y selección de agregados (Neville, 2012).

Loa agregados pétreos pueden provenir de las canteras locales y estas deben cumplir con normas internacionales como ASTM C33 (ASTM International, 2023), especifica que los requisitos para tamaño, forma, dureza y limpieza, evitando impurezas que afecten la adherencia. Vélez Hernández y Ruiz Párraga (2022) evaluaron los agregados de canteras de Manabí y confirmaron que cumplen con los parámetros técnicos para hormigón estructural, lo que garantiza la resistencia requerida para edificaciones sismo-resistentes.

2.1.4 Diseño de Cimentaciones

La elección del sistema de cimentación depende de las características del suelo, la carga de la estructura y el nivel freático. En Portoviejo, investigaciones sobre microzonificación geotécnica han identificado depósitos aluviales jóvenes en contextos fluviales, compuestos por limos y arcillas con capacidad portante media a baja, y riesgo de licuefacción y asentamientos diferenciales (Alvarado Alcívar, 2018;Sotomayor Vera, 2022).. Con las condiciones dadas, las

cimentaciones superficiales resultan apropiadas y eficientes si se respaldan con estudios geotécnicos y ensayos SPT.

Dentro de las cimentaciones superficiales, dos tipos principales se emplean según la disposición de las columnas:

- Zapatas aisladas, recomendadas para pilares individuales sobre suelos con capacidad portante moderada.
- Zapatas combinadas, estas son más adecuadas cuando las columnas están próximas o si existe excentricidad de carga, ya que distribuyen mejor las tensiones y reducen los asentamientos diferenciales (Bowles, 2001).

De acuerdo con Bowles (2001), las cimentaciones superficiales bien diseñadas en suelos de capacidad moderada ofrecen estabilidad frente a cargas estáticas y dinámicas, siempre que se controlen los asentamientos diferenciales.

2.1.5 Instalaciones Hidrosanitarias

El diseño de las redes de agua potable y aguas residuales en edificaciones debe asegurar el suministro continuo y correcta evacuación residual, evitando problemas de presión, obstrucción, malos olores y focos de contaminación. La Normativa Ecuatoriana de la Construcción – NEC – HS establece los criterios mínimos para el dimensionamiento, materiales y pendientes para cada tipo de red (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) (2011). El sistema debe incorporar ventilaciones sanitarias que permitan la salida de gases, eviten el resalto hidráulico y mantengan las presiones equilibradas dentro del sistema.

Se considera un sistema separado para aguas servidas y pluviales, cumpliendo con el principio de eficiencia hidráulica y protección sanitaria. Para asegurar un funcionamiento adecuado, el cálculo de presiones y caudales se basa en fundamentos de la mecánica de fluidos aplicados al flujo de tuberías cerradas (Cengel & Cimbala, 2013).

Autores como Feachem et al. (1983) destacan la importancia de un diseño hidrosanitario eficiente para prevenir enfermedades relacionadas con el manejo deficiente de las aguas negras, especialmente en zonas urbanas de clima cálido y húmedo como Portoviejo, cuyas condiciones favorecen a la proliferación de patógenos.

2.1.6 Enfoque de Sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El diseño estructural e hidrosanitario de edificaciones debe alinearse con los principios de sostenibilidad establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, la cual promueve un

desarrollo equilibrado económico, social y ambiental. Este proyecto se vincula directamente con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El ODS 6: Agua limpia y saneamiento impulsa el acceso universal y equitativo a servicios de agua potable y recolección segura. El cumplimiento de este objetivo se refleja en el diseño hidrosanitario del proyecto, incorporando sistemas eficientes de distribución de agua, recolección de aguas servidas, ventilación sanitaria y materiales.

Por la parte estructurar, el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles promueve la construcción de edificaciones resilientes ante desastres naturales, especialmente en zonas de alto riesgo sísmico como Portoviejo. El cumplimiento de las normas de diseño sísmico (NEC-SE-DS) y la implementación de materiales duraderos contribuyen a la creación de entornos urbanos más resilientes, inclusivos y seguros.

Finalmente, el ODS 12: Producción y consumo responsables se refleja en la optimización del uso de materiales de construcción, soluciones que minimicen el desperdicio y la generación de residuos, así como en la incorporación de sistemas de ahorro de agua y captación de lluvias, con la finalidad de reducir la huella ambiental del proyecto.

Estos ODS guían el enfoque integral del diseño, asegurando funcionalidad y cumplimiento normativo, a su vez que una contribución tangible al desarrollo sostenible de la parroquia 12 de Marzo en Portoviejo (Naciones Unidas, 2015).

2.2 Área de estudio

El proyecto se centrará en diversas áreas de estudio. Tenemos el área de geotecnia, donde se realizará el estudio de las características del suelo y su capacidad portante para el diseño de la cimentación. También, se trabajará en la ingeniería estructural, para garantizar que la edificación sea segura y estable con el dimensionamiento de los elementos estructurales (vigas, columnas, losa). Luego, se desarrollará la rama hidrosanitaria, con la finalidad de diseñar adecuadamente las redes de agua potable, aguas servidas y aguas lluvias. Por último, el área de gestión de proyectos, para desarrollar el cronograma, análisis de precios unitarios (APUs), especificaciones técnicas y el presupuesto referencial.

La edificación estará ubicada en la parroquia 12 de Marzo, sector Mejía, vía Portoviejo-Crucita, perteneciente a la provincia de Manabí. El área del terreno aproximadamente es de 800 m², como se detalla en la Figura 1, de los cuales 200 m² se destinarán a la construcción del edificio de tres

pisos (600 m² de área de construcción), mientras que el resto del terreno se destinará a parqueo y patio.

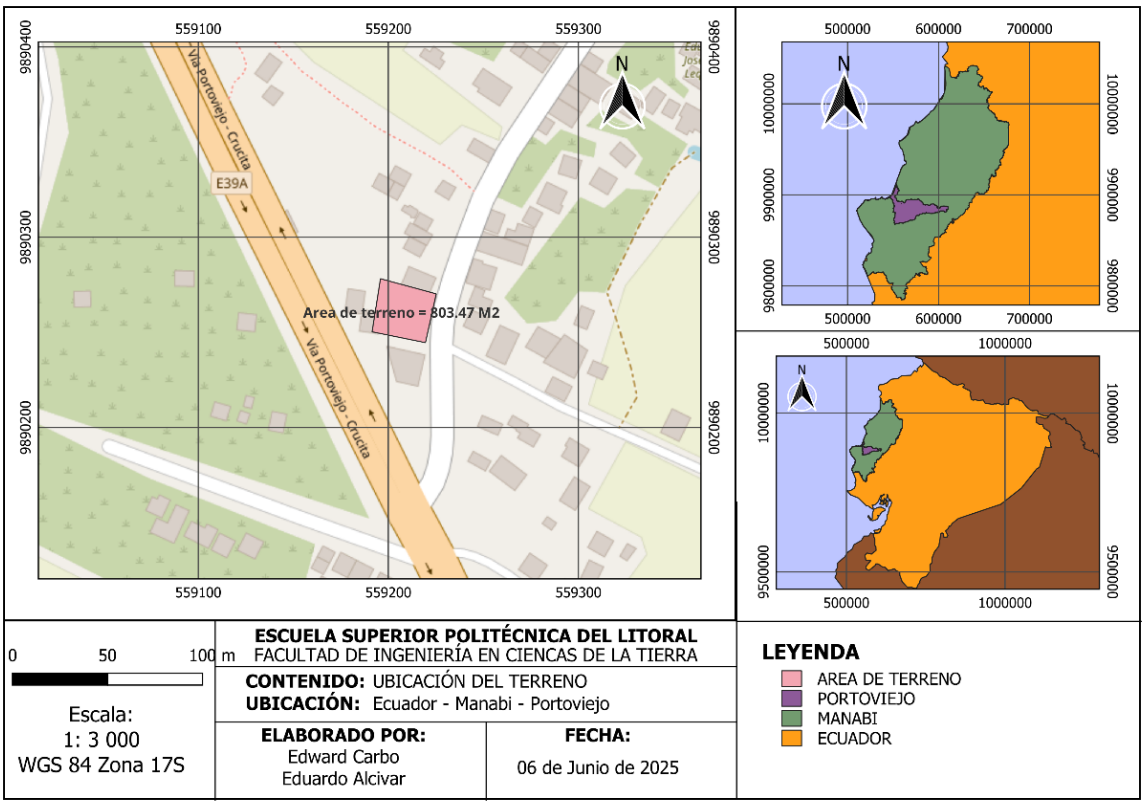
Tabla 1

Coordenadas del terreno en WGS84 – UTM zona 17S

X	Y
559219.59 m E	9890244.81 m S
559191.56 m E	9890250.27 m S
559195.89 m E	9890278.18 m S
559225.19 m E	9890270.18 m S

Figura 1

Ubicación del proyecto y área del terreno



La parroquia 12 de Marzo se caracteriza por un desarrollo urbano creciente, con acceso parcial a servicios básicos como agua potable, alcantarillado y energía eléctrica. Las condiciones del terreno y la infraestructura existente influyen en el diseño, ya que pueden existir limitaciones en presión de agua, a pesar de que existen las redes de agua potable y alcantarillado.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

La metodología para la elaboración del proyecto se estructura en seis etapas. Primero (investigar), se realizará el levantamiento de información mediante la revisión del diseño arquitectónico, recopilación de datos topográficos y normativos, y análisis del contexto del sitio.

En la segunda etapa (empatizar), se mantendrán reuniones con el cliente con el fin de conocer requerimientos y necesidades en torno al proyecto.

En la tercera etapa (idear), se plantean las alternativas producto de las ideas obtenidas con la información levantada y los requerimientos del cliente.

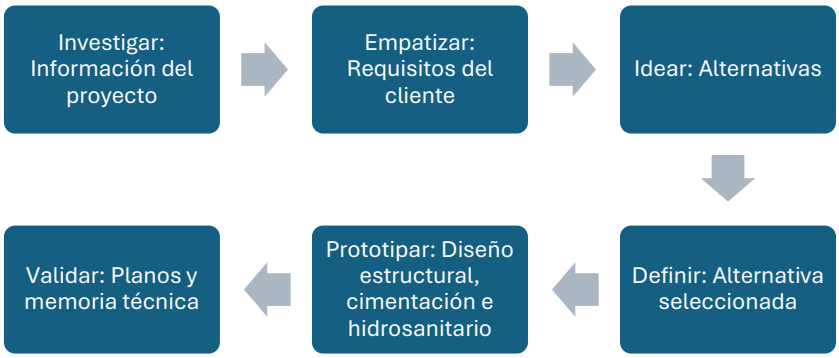
En la cuarta etapa (definir), se selecciona la alternativa que será diseñada y que cumple con las expectativas del cliente, los criterios técnicos y ambientales del proyecto.

Para la quinta etapa (prototipar) se desarrollará el diseño estructural incluyendo la cimentación, con apoyo de software de análisis estructural. Se abordará el diseño hidrosanitario, considerando agua potable, aguas residuales y pluviales; con criterios de sostenibilidad (uso eficiente del recurso hídrico y sistemas de captación de aguas lluvias)

En la sexta etapa (validar) se presentará al cliente como prototipo del proyecto los planos técnicos elaborados en las distintas versiones donde se recojan los comentarios del cliente.

Figura 2

Metodología



Se cuenta con estudios de suelo realizados por la empresa **GEOCONSTRUCT S.A.** mediante un sondeo dentro del terreno. La metodología utilizada consistió en dos perforaciones con el ensayo de Penetración Estándar (SPT), alcanzando una profundidad de 6 metros.

El terreno presenta una topografía regular, plana y de forma poligonal. El cliente proporcionó los linderos del lote, establecidos de acuerdo con el catastro de la propiedad, y el polígono está representado en los planos arquitectónicos.

En cuanto a las características del suelo, este presenta una mezcla de arcillas y limos. Por ello, el cliente ha colocado una capa de piedra bola para mejorar la capacidad de soporte del terreno, se puede observar esto en la Figura 3.

Figura 3

Inspección del terreno con el cliente

La topografía del terreno fue proporcionada por el cliente a través de los datos disponibles en el catastro oficial, complementados con la planimetría correspondiente a la implantación del proyecto. Esta información sirvió como base para el análisis preliminar del sitio, permitiendo conocer con mayor detalle las características geométricas del predio. De igual manera, se realizó una validación en campo de los datos entregados, corroborando las dimensiones del terreno. Como resultado de esta verificación, se pudo constatar que el terreno presenta una superficie plana, lo cual facilita las labores de implantación del proyecto y reduce la necesidad de movimientos de tierra significativos. Cabe destacar que, según lo observado en sitio, el terreno ya había sido objeto de una mejora previa por parte del cliente, posiblemente con el objetivo de nivelarlo y prepararlo para su futura urbanización o construcción.

2.4 Análisis de datos

Terreno y planos arquitectónicos

Según el catastro de la propiedad se cuentan con los siguientes linderos

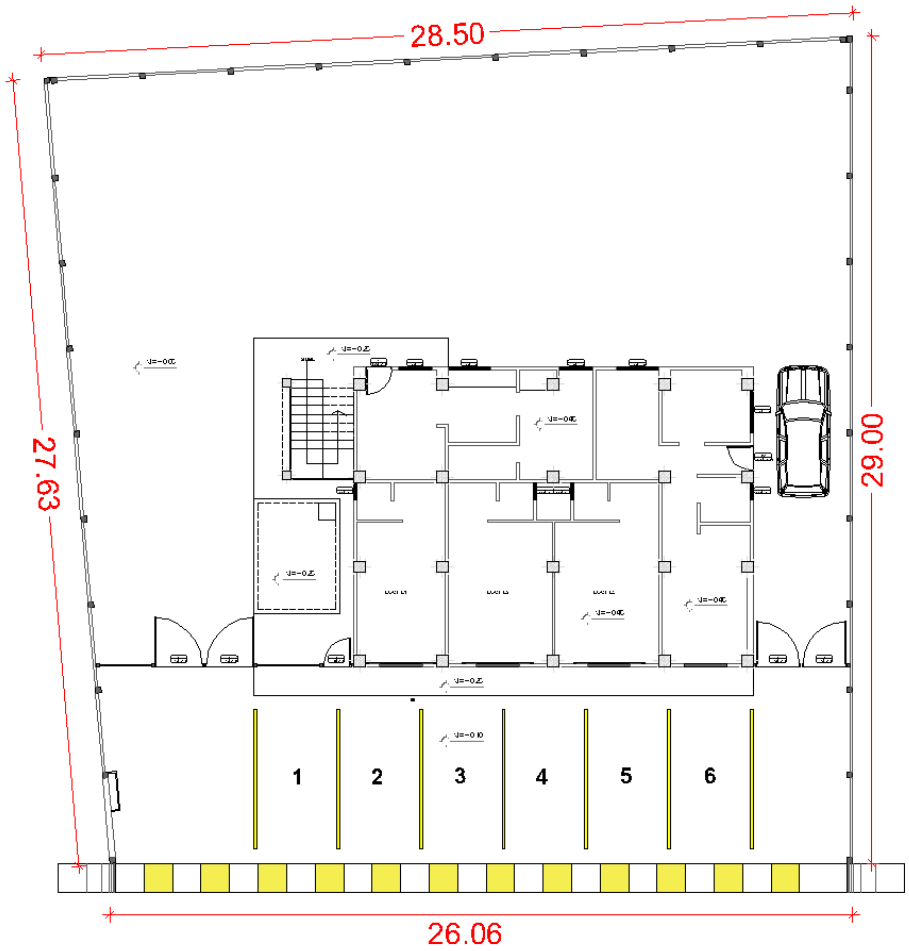
- Frente: camino público, con 26.06 metros
- Fondo: 28.50 metros
- Costado 1: 27.63 metros
- Costado 2: 29.00 metros

En los planos arquitectónicos se detalla la planimetría del terreno, donde en la

se verifican las dimensiones catastrales con las del contorno representado gráficamente. Este polígono tiene una superficie de 770.21 m^2.

Figura 4

Implantación general – planta arquitectónica



Nota: Plano proporcionado por el cliente

El edificio cuenta con tres pisos y una superficie aproximada de 600 m² de área de construcción en total. La distribución por piso es la siguiente:

- En la planta baja hay tres locales comerciales, dos consultorios, una sala de espera, una habitación, una cocina, un comedor, una sala y cinco baños.
- En el primer y segundo piso, en cada uno hay: seis habitaciones, cinco baños, dos lavanderías, dos cocinas, dos comedores y dos salas.

Figura 5

Implantación Planta Baja

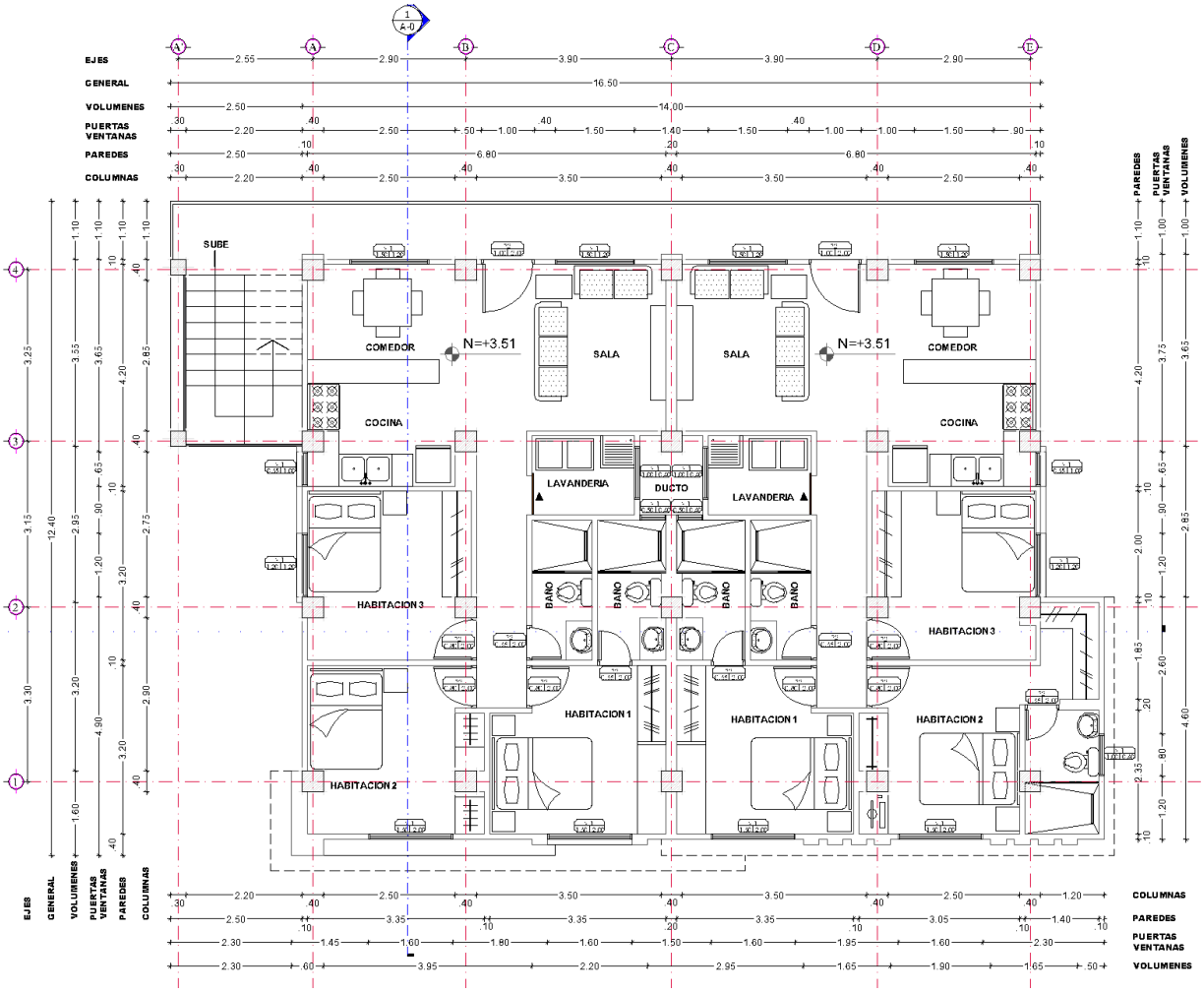


Figura 6

Implantación Primera Planta

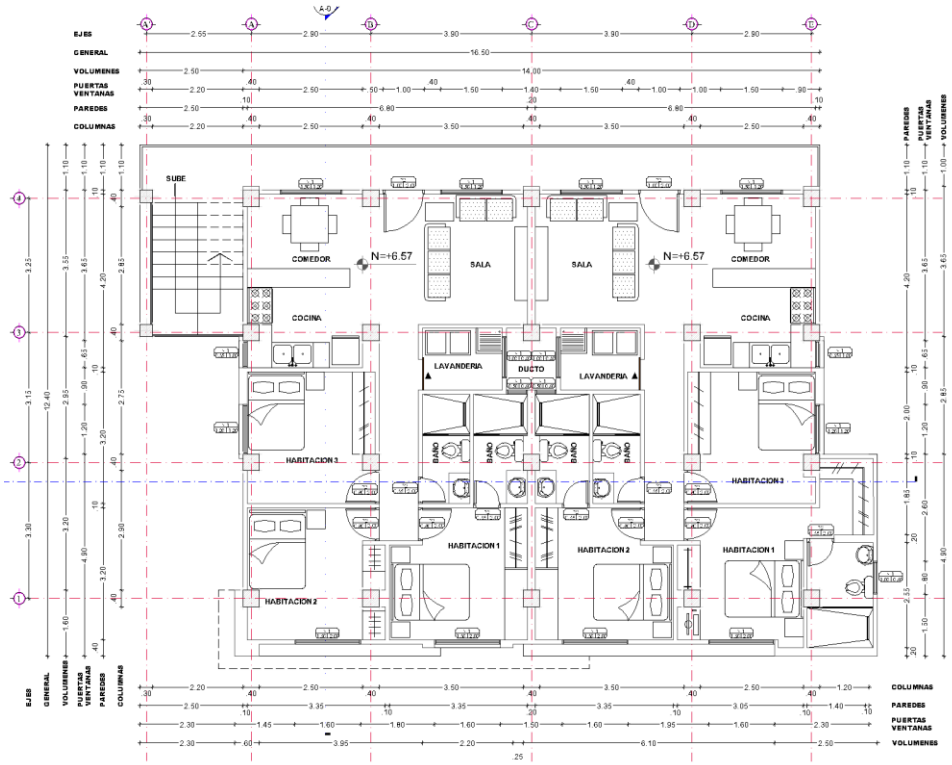
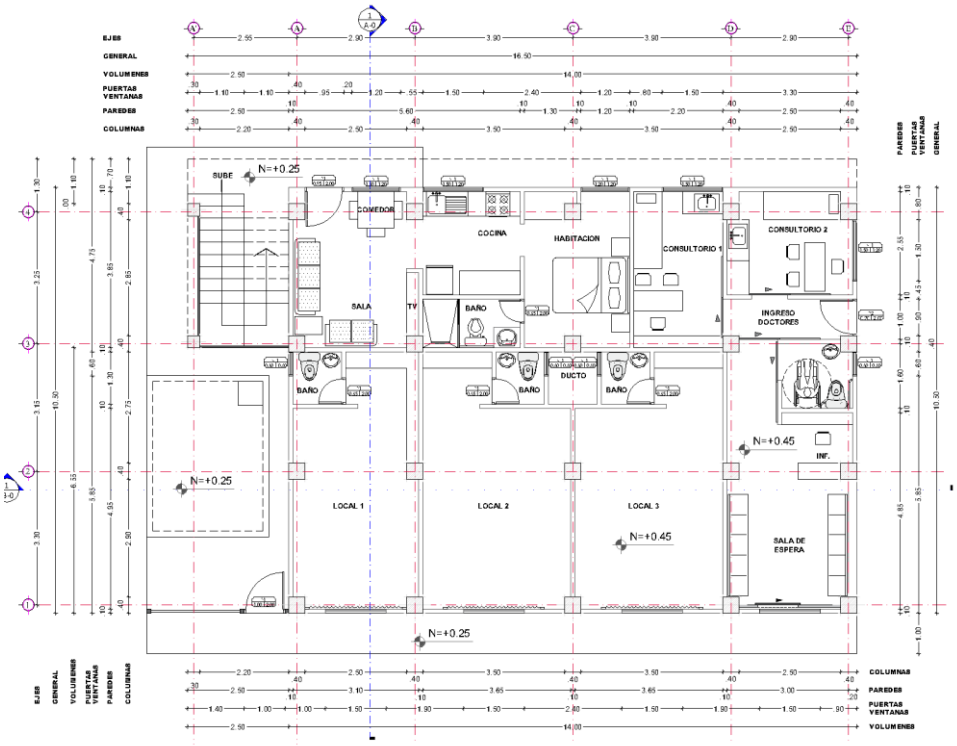


Figura 7

Implantación Segunda Planta



En la Tabla 2 se presenta un resumen de los ambientes que conforman la edificación.

Tabla 2

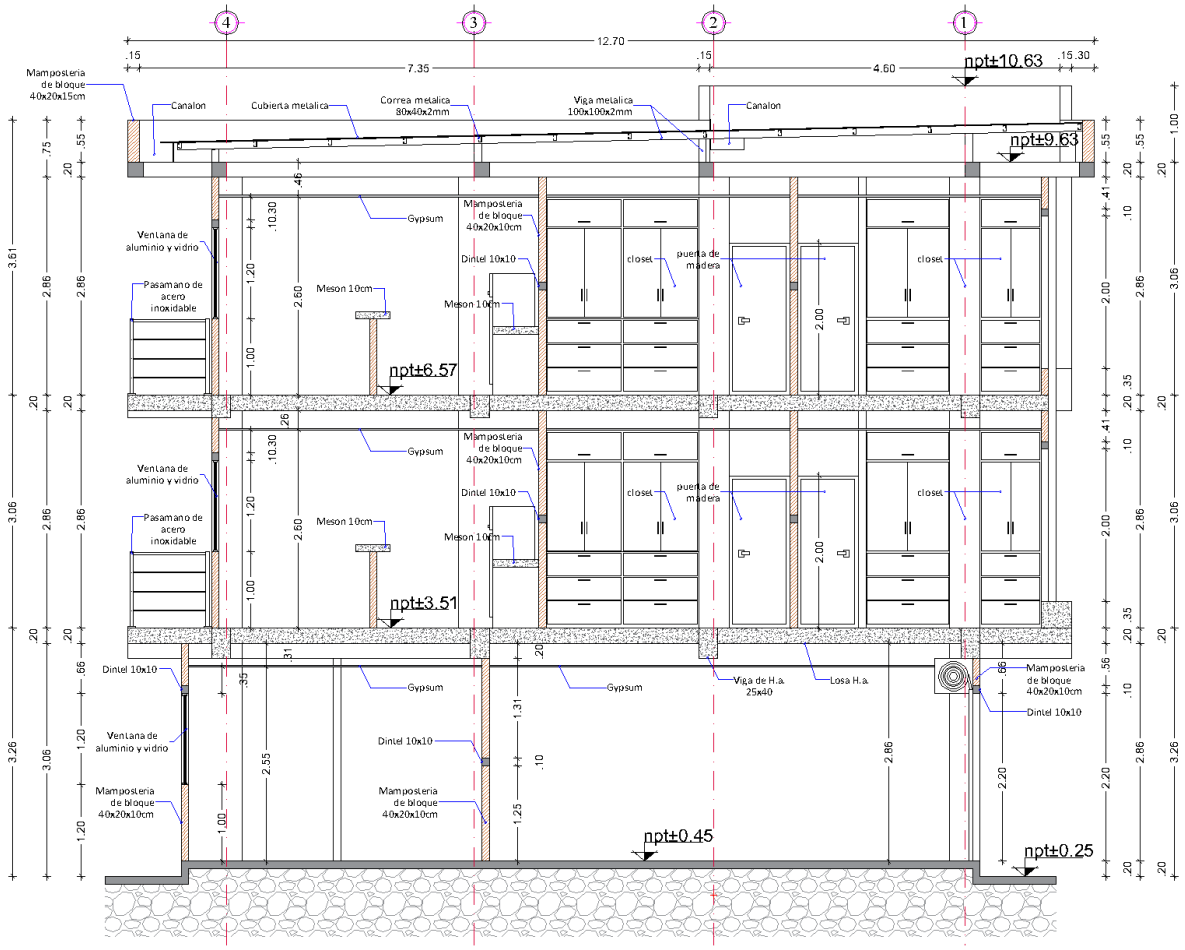
Resumen de ambientes del edificio

Ambiente	**Total**
Locales comerciales	3
Consultorios	2
Sala de espera	1
Habitaciones	13
Cocinas	5
Comedores	5
Salas	5
Baños	15
Lavanderías	4

Pasando al apartado estructural, los planos arquitectónicos proporcionados ya establecen la configuración y disposición de las columnas, así como sus dimensiones. Asimismo, como se aprecia en la , el sistema estructural adoptado corresponde a un sistema porticado. En este corte también se aprecia las dimensiones preliminares de las vigas, por lo cual el diseño estructural optará por respetar la propuesta arquitectónica inicial

Figura 8

Corte del edificio

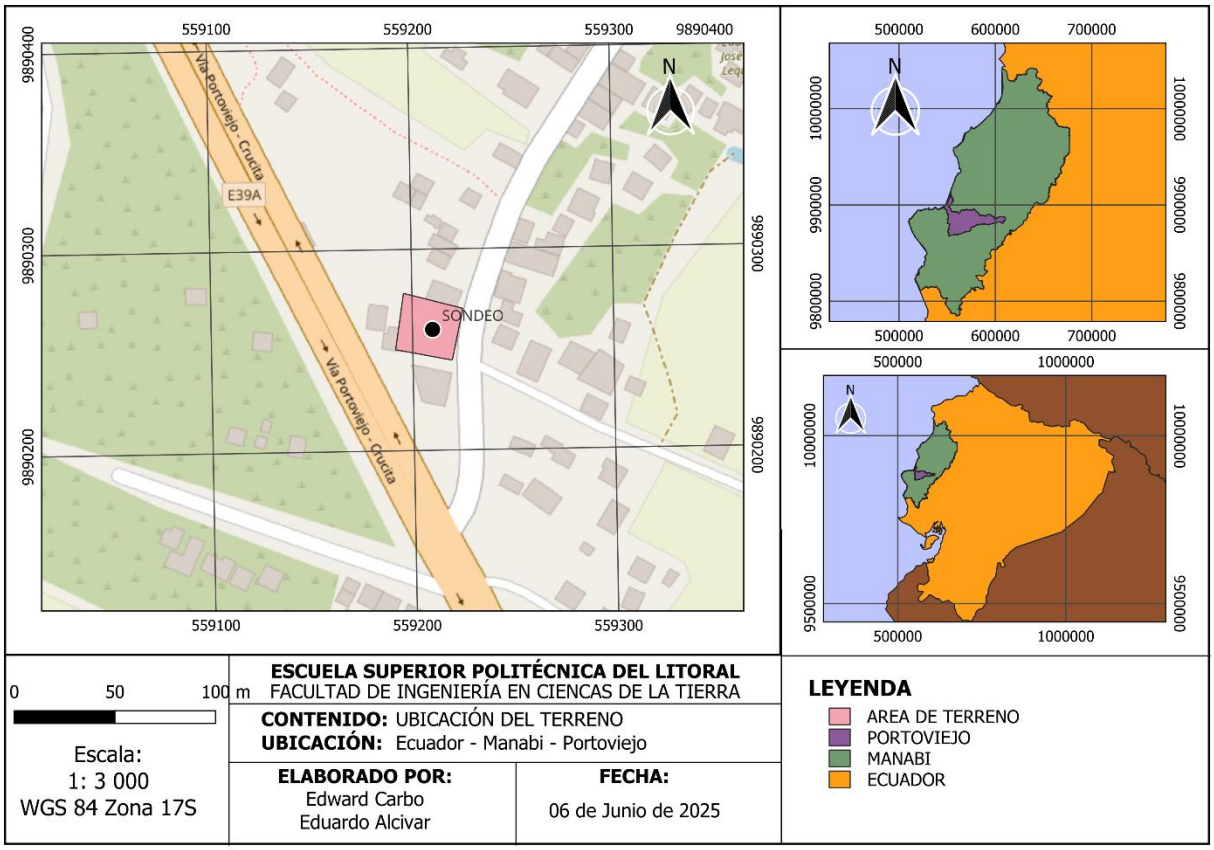


Informe Geotécnico

Las perforaciones para el estudio geotécnico fueron realizadas en las coordenadas 559210.00 m E; 9890260.00 m N, zona 17S. En la Figura 9 se presenta el mapa con la ubicación de los puntos de perforación.

Figura 9

Ubicación del sondeo, para el estudio geotécnico



Los resultados de la exploración indican que, entre los 0.55 m y 6.00 m de profundidad, se encuentra una estratigrafía compuesta principalmente por limos inorgánicos de baja plasticidad, clasificados como ML según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Asimismo, se identificó que el nivel freático se encuentra a 3.5 metros de profundidad.

En relación con la capacidad portante del terreno, se determinó un valor de 0.84 kg/cm² para cimentaciones con un desplante a 1.00 metro de profundidad. De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) para diseño sismo resistente, este tipo de suelo corresponde a la clasificación E.

El informe geotécnico recomienda nivelar el terreno hasta alcanzar la cota de la vía mediante relleno con material mejorado. En primer lugar, colocar una capa de material filtrante clasificado con un espesor de 50 cm, sobre la cual se realizará un segundo relleno de 30 cm utilizando material de sub-base clase 3 tipo MOP. Posteriormente, se colocará una capa adicional de lastre con un espesor aproximado de 20 cm. La construcción deber quedar elevada 10 cm por encima del nivel de la calzada. Se recomienda emplear una cimentación tipo zapata aislada.

2.5 Análisis de alternativas

Con base en los datos proporcionados, se ha definido que el sistema estructural del edificio estará conformado por pórticos. La subestructura estará compuesta por zapatas aisladas, conforme a lo establecido en el informe geotécnico. En cuanto al sistema de abastecimiento de agua potable se realizará a través de la red pública, con almacenamiento a nivel mediante (cisterna). La descarga de aguas lluvias y servidas se conectará a las redes existentes del sector. El alcance de las alternativas disponibles se enfocará en los materiales que conformarán la estructura.

2.5.1 Identificación de alternativas

Para el diseño estructural del edificio se presentan las siguientes alternativas:

E1 = Estructura de hormigón armado

E2 = Estructura metálica

E3 = Estructura mixta

Estructura de hormigón Armado (E1)

El hormigón armado, que combina una alta resistencia a la compresión del hormigón y la resistencia a tracción del acero de refuerzo, está compuesto por elementos como vigas y columnas que forman sistemas estructurales como lo son los pórticos. Este sistema es el más usado en el medio ecuatoriano y ofrece buena resistencia acompañada de una gran durabilidad en sus elementos a lo largo del tiempo.

El hormigón armado es más resistente al fuego que otros materiales y puede ser un buen aislante acústico. Sin embargo, debido al tiempo que demora en adquirir la resistencia del hormigón, este sistema tiene mayor tiempo de construcción, además que sus elementos tienen una elevada proporción resistencia/peso, lo que conlleva a que los elementos sean más pesados, aumentando el peso de toda la edificación.

Estructura Metálica (E2)

La estructura metálica, compuesto por perfiles metálicos. Es una buena alternativa que ofrece alta resistencia a la estructura, con elementos livianos. Además, que la instalación de estos componentes son muchos más rápidos debido a que esta construcción se puede hacer de manera modular en taller. Este sistema es más costoso, debido al precio del acero estructural, además que se requiere mano de obra más especializada, sobre todo para los procesos de soldadura. Este

sistema requiere mucho más mantenimiento para prevenir la corrosión mediante un recubrimiento de alta calidad.

Estructura Mixta (E3)

Este sistema es más complejo, ya que mezcla ambos sistemas constructivos, por lo que se requiere especialistas y una coordinación entre ambas disciplinas. Se requiere mayor importancia en las conexiones de hormigón – acero, para garantizar la seguridad de la estructura. Debido a las bondades del acero estructural este sistema puede disminuir el peso total de la estructura, así también puede disminuir los tiempos de construcción.

2.5.2 Metodología de selección de alternativas

Para la selección de las alternativas se evaluarán diferentes criterios, cada uno será calificado del 1 al 5, donde 1 significa que es más desfavorable y 5 que es más favorable. Cada criterio tendrá diferente peso de importancia con base en las necesidades, usos y requerimientos del proyecto. De este modo se obtienen las calificaciones ponderadas para cada sistema estructural, que permiten escoger la alternativa que mejor se adecúe a las necesidades del cliente. Los criterios con sus diferentes pesos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Detalle de los criterios a evaluar

Criterio	Peso (%)	Descripción	1	2	3	4	5
Costo Inicial	30	Costo total estimado del sistema estructural (materiales + mano de obra + maquinaria) que invertirá el cliente	Muy alto	alto	promedio	bajo	Muy bajo
Tiempo de construcción	20	Rapidez de ejecución en obra, considerando prefabricación o montaje	Muy extenso	Extenso	Medio	Corto	Muy corto

Criterio	Peso (%)	Descripción	1	2	3	4	5
Requerimientos de mano de obra	10	Facilidad para conseguir personal capacitado	Muy difícil	Difícil	Intermedio	Fácil	Muy fácil
Mantenimiento / Durabilidad	10	Necesidad de mantenimiento y resistencia en el tiempo	Muy frecuente	frecuente	Ocasional	Esporádico	Poco frecuente
Desempeño estructural	10	Resistencia sísmica, ductilidad, rigidez estructural	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
Flexibilidad arquitectónica	10	Facilidad para adaptar espacios libres, grandes luces o modificaciones futuras acorde a las necesidades del cliente	Muy difícil	Difícil	Intermedio	Fácil	Muy fácil
Impacto Ambiental	10	Nivel de afectación al medio ambiente considerando extracción de materias primas, emisiones de CO_2, energía utilizada y posibilidad de reutilización.	Muy alto impacto	Alto impacto	Moderado	Bajo impacto	Muy Bajo impacto
Total	100						

2.5.3 Selección de la alternativa

Una vez definido los criterios se procede a realizar la evaluación de cada criterio.

Un estudio en Iraq realizó una comparación entre el acero y el hormigón armado para un edificio de mediana altura. El costo inicial en comparación al acero resulto en un 57.8% más barato, por otro lado, el acero redujo los tiempos de ejecución en un 66% (Thoeny & Thwaini, 2024).

En cuanto a la mano de obra, el cliente indico que ya tiene personal indicado para construcción de hormigón armado, por lo tanto, conseguir personal para construir acero estructural se le hace más complicado.

También, el hormigón armado es reconocido por su alta durabilidad y menores requerimientos de mantenimiento en comparación con las estructuras de acero, lo que se implica en menores costos a lo largo del ciclo de vida de la edificación. Una de las principales ventajas del hormigón es su resistencia a la corrosión, ya que el concreto protege el acero de refuerzo dentro de su masa, creando un ambiente alcalino que inhibe la oxidación (Neville, 2011).

Por el contrario, las estructuras de acero están más expuestas a la corrosión debido a la acción del oxígeno y la humedad, especialmente en ambientes agresivos o con alta salinidad, como zonas costeras o industriales. Para evitar el deterioro, las estructuras metálicas requieren tratamientos protectores continuos, tales como recubrimientos anticorrosivos, pinturas intumescentes para protección contra el fuego, inspecciones periódicas y reparaciones, lo que aumenta los costos operativos y de mantenimiento (American Concrete Institute, 2016).

En la Tabla 4 se muestra la calificación con sus respectivas ponderaciones para cada sistema estructural.

Tabla 4

Calificaciones ponderadas para cada alternativa

Criterio	Calificaciones			Ponderaciones		
	Hormigón	Acero	Mixto	Hormigón	Acero	Mixto
Costo Inicial	5	2	3	1.5	0.6	0.9
Tiempo de construcción	2	5	4	0.4	1	0.8
Requerimientos de mano de obra	4	3	3	0.4	0.3	0.3
Mantenimiento / Durabilidad	5	3	4	0.5	0.3	0.4
Desempeño estructural	4	5	5	0.4	0.5	0.5
Flexibilidad arquitectónica	3	5	4	0.3	0.5	0.4

Impacto ambiental	2	3	2.5	0.2	0.3	0.25
TOTAL				3.7	3.5	3.55

Como la Tabla 4 lo indica la alternativa seleccionada es la estructura de hormigón armado, esto se debe en gran parte a sus bajos costos en comparación al acero, además necesita menos mantenimiento a lo largo de su vida útil, y el cliente indico que tiene mano de obra especializada en hormigón armado, lo que le facilita la construcción y optimiza los recursos disponibles.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Análisis y estudios preliminares

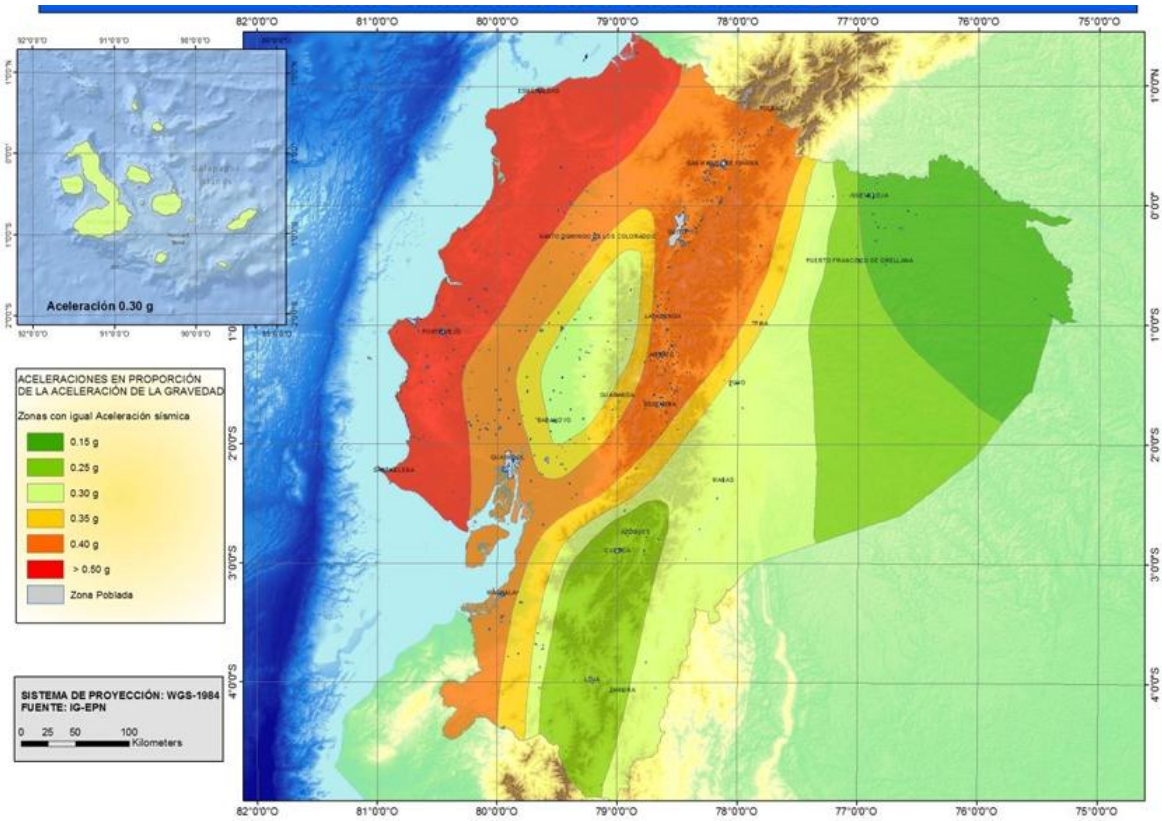
Para el diseño estructural se tomará en cuenta la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2014 y ACI 318-19, siguiendo los requisitos técnicos para asegurar su seguridad, estabilidad, calidad y resistencia sísmica.

3.1.1 Análisis sísmico: Zonificación sísmica de Portoviejo

La zonificación sísmica de Ecuador se encuentra definida en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción – Diseño Sísmico (NEC-SE-DS), en la cual se clasifican las zonas sísmicas del país en función del nivel de aceleración espectral esperada en roca firme (MIDUVI, 2015). El nivel de aceleración espectral esperada en roca firme se presenta con el factor z. La zona sísmica en la que se encuentra nuestro proyecto se puede identificar en la Figura 10. Una vez que obtenemos la zona sísmica, con la Figura 11 podemos hallar el valor del factor Z asociado con su caracterización del peligro sísmico.

Figura 10

Zonas Sísmicas del Ecuador



Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

Figura 11

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
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

Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

Para el presente proyecto considerando lo indicado, se considera un factor Z de 0.5, que corresponde a una caracterización de peligro sísmico muy alto.

3.1.2 Análisis sísmico: Coeficientes del perfil del suelo

Los coeficientes dependen de la zona sísmica y el tipo de suelo del lugar. Para el presente proyecto se identificó un suelo tipo E, conforme lo presentado en la sección de análisis de datos obtenidos del estudio de suelos facilitado por el cliente.

Figura 12

Factor Fa: coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto

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					

Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

Figura 13

Factor Fd: coeficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

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					

Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

Figura 14

Factor Fs: coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos

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					

Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

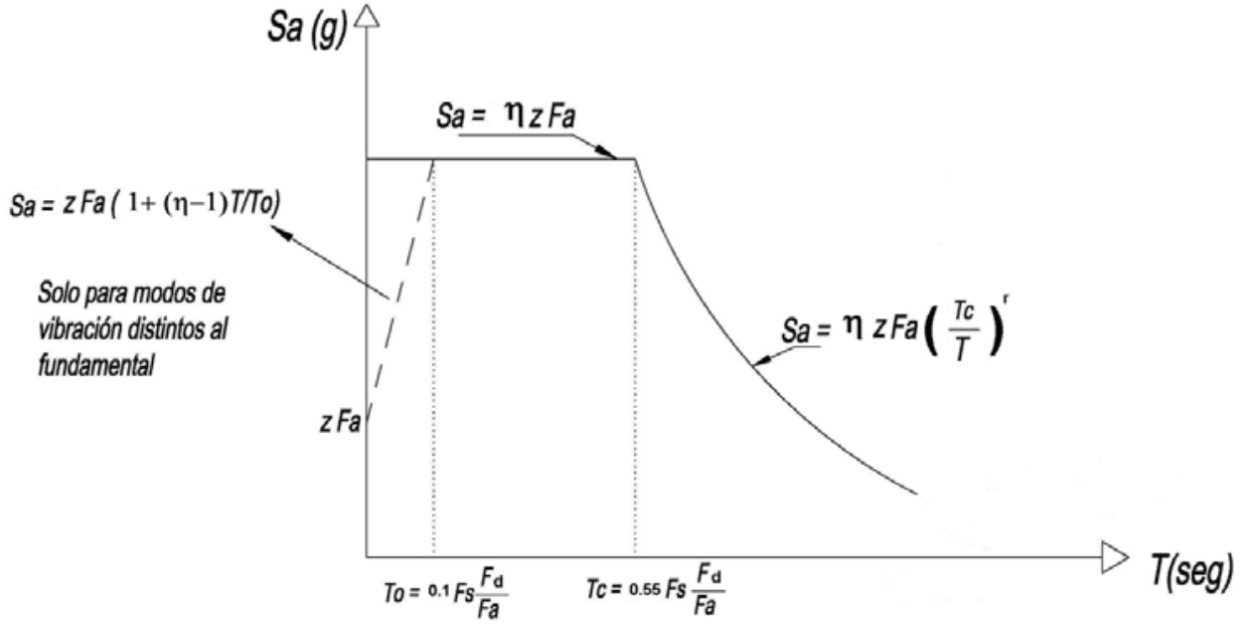
Los coeficientes del perfil del suelo que se para los factores Fa, Fd y Fs son 0.85, 1.5 y 2 respectivamente. Estos factores corresponden al tipo de suelo del proyecto y el peligro sísmico.

3.1.3 Análisis sísmico: Espectro elástico

El espectro elástico de aceleraciones Sa, se expresa como una parte de la aceleración de la gravedad. Este espectro representa una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5% (MIDUVI, 2015). La Figura 15 demuestra la relación entre el espectro elástico de aceleraciones con los distintos períodos, lo cual fue aplicado en este proyecto conforme se indica en el espectro inelástico.

Figura 15

Espectro Elástico de aceleraciones



Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

Dónde:

η: Razón entre la aceleración espectral Sa (T = 0.1 s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

η = 1.8; Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)

Sa: Espectro de aceleración elástico

T: Período fundamental de vibración de la estructura

To: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño

Tc: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño

Z: Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño

r: Factor usado en el espectro de respuesta elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto

r = 1; para todos los suelos, excepción del suelo tipo E.

r = 1.5; suelo tipo E

3.1.4 Análisis sísmico: Límites período de vibración

Para calcular los límites de período de vibración To y Tc, se obtuvieron los siguientes valores:

$$Z = 0.5$$

$$Fa = 0.85$$

$$Fd = 1.5$$

$$Fs = 2$$

$$\eta = 1.8$$

$$r = 1.5$$

Hallando To y Tc:

$$\boldsymbol{To = 0.1\, Fs \frac{Fd}{Fa}.} \qquad \text{(Ec. 3.1)}$$

$$To = 0.1 \times\ 2 \times \frac{1.5}{0.85} = 0.35\ s$$

$$Tc = 0.55\ Fs \frac{Fd}{Fa}. \qquad \text{(Ec. 3.2)}$$

$$Tc = 0.55\ \times 2 \times \frac{1.5}{0.85} = 1.94\ s$$

Para los perfiles de suelo tipo D y tipo E, los valores de Tl se limitarán a un valor máximo de 4 segundos (MIDUVI, 2015).

$$Tl = 4\ s$$

3.1.5 Análisis sísmico: Factor de reducción R

Este factor depende del tipo de estructura, se utiliza la Figura 16 para elegir el factor R.

Figura 16

Factor de reducción R

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

Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

Como se estableció previamente, el proyecto se encuentra en una zona de alta sismicidad, por lo tanto, para el desarrollo del presente proyecto se consideran pórticos sismorresistentes, teniendo así un factor de reducción de 8.

3.1.6 Análisis sísmico: Coeficiente de importancia I

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras (MIDUVI, 2015). Mediante la Figura 17 se selecciona el coeficiente del factor I.

Figura 17

Coeficiente de importancia I

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 substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Nota: Obtenido de la NEC-SE-DS

En el análisis de datos realizado previamente se indicó que la edificación de tres niveles es de uso mixto, contando con departamentos, locales comerciales y un consultorio. Debido al uso de la edificación se establece un coeficiente de importancia I de 1.

3.1.7 Análisis sísmico: Espectro Inelástico

Con los factores presentados, en la Figura 18 se realiza la gráfica del espectro elástico e inelástico de aceleraciones.

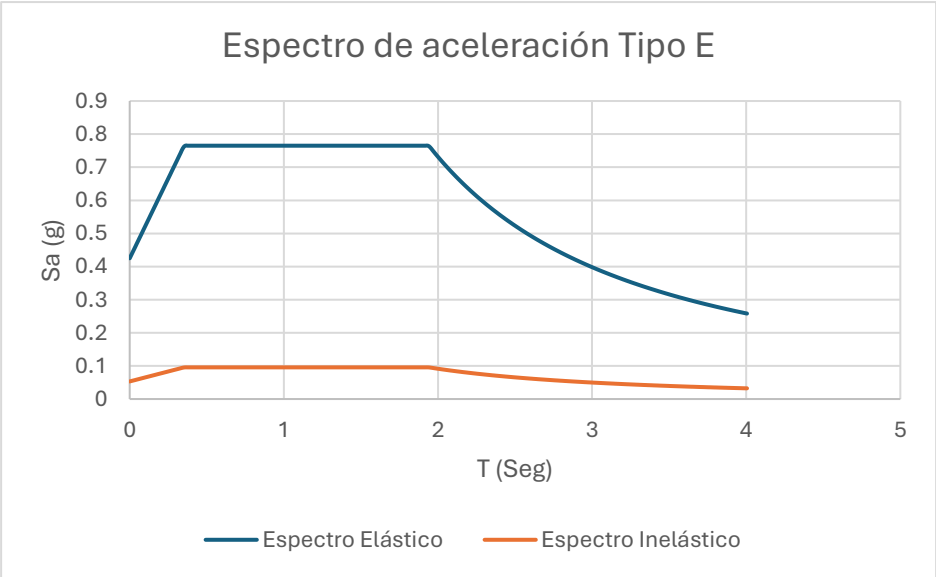
Tabla 5

Resumen de parámetros sísmicos

Factores	
I	1
Z	0.5
Fa	0.85
Fd	1.5
Fs	2
n	1.8
R	8
To	0.35
Tc	1.94
r	1.5

Figura 18

Espectro de Aceleración



Una vez realizado el espectro de aceleración y teniendo un período de vibración teórico a 0.46 s, se obtiene el valor del espectro de aceleración elástico e inelástico de 0.765 g y 0.0956 g respectivamente.

3.1.8 Período de vibración teórico

El período de vibración teórico según la NEC-SE-DS es un parámetro clave para analizar la estructura frente a las distintas cargas sísmicas. La normativa define al período de vibración "T" como:

$$T = C_t h_n^{\alpha}. \qquad \text{(Ec. 3.3)}$$

Donde:

T: Período de vibración

C_t: Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n: Atura máxima de la edificación de n pisos, medida en metros

La normativa proporciona parámetros que permiten hallar el valor T, la cual veremos en la

Figura 19

Coeficientes para determinar el período

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: Obtenido de la NEC-SE-DS

Identificados los parámetros podemos hallar el período de vibración:

$$T = 0.055 * 10.63^{0.9} = 0.46\ s$$

3.2 Diseño Definitivo

3.2.1 Diseño de cimentación

Para el diseño de cimentación se consideró zapatas aisladas, con un mejoramiento de un metro de subbase clase tipo 3. En la Tabla 6 están indicadas las propiedades del terreno natural y el mejoramiento.

Tabla 6

Propiedades de los materiales

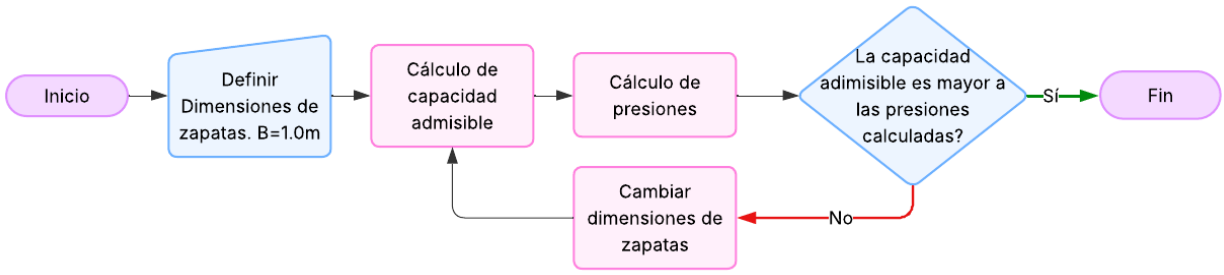
Propiedades	Terreno Natural	Sub-Base
Peso específico (γ)	17.5 kN/m^3	18.64 kN/m^3
Cohesión efectiva (c')	19.25 kN/m2	0 kN/m^3
Ángulo de fricción efectivo (Ø')	0°	40°

Nota: Las propiedades del terreno natural fueron obtenidas mediante los sondeos en el estudio de suelo. Por otro lado, Las propiedades del mejoramiento fueron tomados de una investigación realiza en Portoviejo (Giler-Sánchez et al., 2024)

Para el dimensionamiento de las zapatas se realizó un proceso de iteración, que se puede visualizar en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 20

Pasos para el dimensionamiento de la cimentación



Este proceso se realizó para cada eje de la edificación, comprendidos desde el eje A' hasta el eje E, tomando el caso más crítico de cada uno.

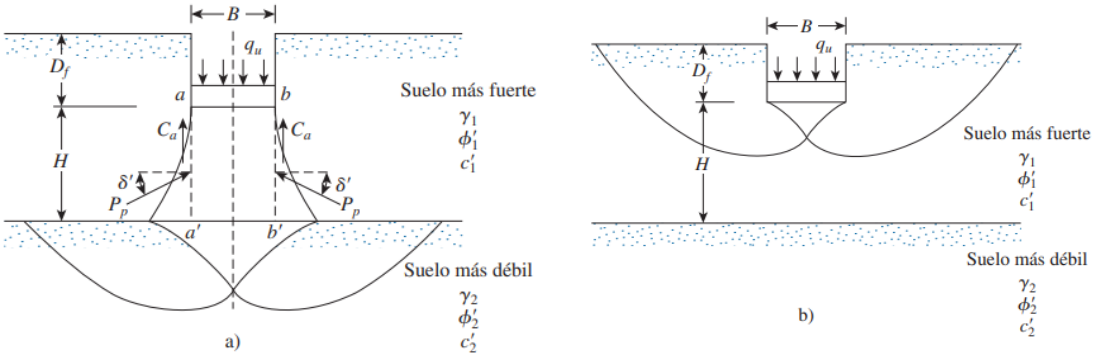
3.2.1.1 Capacidad admisible

Debido a la inclusión de una capa de mejoramiento en el diseño, la estimación de la capacidad admisible del suelo se realizó considerando dos perfiles estratigráficos. Para ello, se

aplicó la teoría de capacidad de carga propuesta por Meyerhof & Hanna (1978), específicamente el caso de un estrato fuerte sobre un estrato débil.

Figura 21

Suelo fuerte sobre débil



Nota: Obtenido de Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (Das, 2012)

Debido a la inclusión de una capa de mejoramiento en el diseño, la estimación de la capacidad admisible del suelo se realizó considerando dos perfiles estratigráficos. Para ello, se aplicó la teoría de capacidad de carga propuesta por Meyerhof & Hanna (1978), específicamente el caso de un estrato fuerte sobre un estrato débil.

En la Figura 21 se muestran las superficies de falla correspondientes al caso mencionado, donde γ_1, φ_1 y c_1 representan las propiedades del estrato fuerte, es decir, la subbase clase 3; mientras que γ_2, φ_2 y c_2 corresponden al estrato débil, en este caso, al terreno natural.

A continuación, se presenta las ecuaciones empleadas en los cálculos realizados para definir la capacidad portante de los dos estratos:

$$q_{ult} = q_{ult,2} + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right)\left(1 + \frac{2D_f}{H}\right)\frac{K_s \tan\phi'_1}{B} - \gamma_1 H \leq q_{ult,1} \qquad \text{(Ec. 3.4)}$$

Donde:

q_{ult} = Capacidad de carga de dos estratos

$q_{ult,2}$ = Capacidad de carga de suelo débil, capa inferior

$q_{ult,1}$ = Capacidad de carga de suelo fuerte, capa superior

H = Profundidad de la capa de suelo débil medido desde el desplante

K_s = Coeficiente de punzonamiento

D_f = Desplante de la zapata

B = Ancho de la zapata

L = Longitud de la zapata

$$\boldsymbol{q_{ult,2} = c_2' N_{c,2} s_{c,2} + \gamma_1 (D_f + H) N_{q,2} s_{q,2} + 0.5\, \gamma_2 B\, N_{\gamma,2} s_{\gamma,2}} \quad \text{(Ec. 3.5)}$$

$$\boldsymbol{q_{ult,1} c_1' N_{c,1} s_{c,1} + \gamma_1 D_f N_{q,1} s_{q,1} + 0.5\, \gamma_1 B\, N_{\gamma,1} s_{\gamma,1}} \quad \text{(Ec. 3.6)}$$

Donde:

$N_{c,1}, N_{q,1}, N_{\gamma,1}$ = Factores de capacidad de carga para ϕ_1'

$N_{c,2}, N_{q,2}, N_{\gamma,2}$ = Factores de capacidad de carga para ϕ_2'

$s_{c,1}, s_{q,1}, s_{\gamma,1}$ = Factores de forma (shape) respecto al estrato superior

$s_{c,2}, s_{q,2}, s_{\gamma,2}$ = Factores de forma (shape) respecto al estrato débil

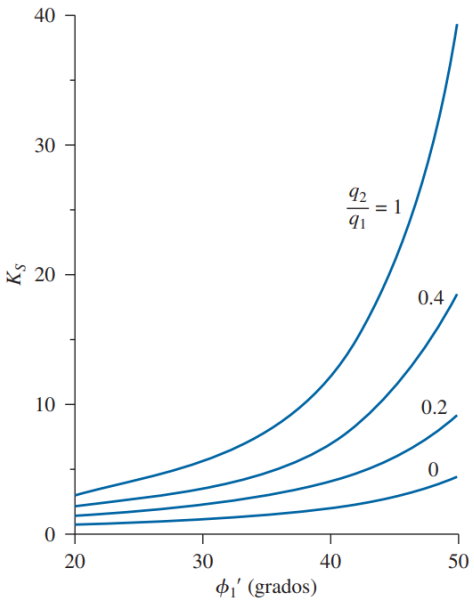
De la misma manera, se presenta las ecuaciones empleadas en los cálculos realizados para definir el coeficiente de punzonamiento (Ks)

$$\boldsymbol{q_1 = c_1' N_{c,1} + 0.5 \gamma_1 B N_{\gamma,1}} \quad \text{(Ec. 3.7)}$$

$$\boldsymbol{q_2 = c_2' N_{c,2} + 0.5 \gamma_2 B N_{\gamma,2}} \quad \text{(Ec. 3.8)}$$

Figura 22

Coeficiente de punzonamiento en función de $\frac{q_2}{q_1}$ *y* ϕ'_1



Nota: Obtenido de Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones (Das, 2012)

Se consideró también las ecuaciones empleadas para determinar los Factores de capacidad de carga y los Factores de forma.

$$N_c = (N_q - 1) * \cot(\phi) \qquad \text{(Ec. 3.9)}$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) * e^{\pi \tan \phi} = \left(\frac{1+sen\ \phi}{1-sen\ \phi}\right) * e^{\pi \tan \phi} \qquad \text{(Ec. 3.10)}$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(1.4\phi) \qquad \text{(Ec. 3.11)}$$

Para φ = 0°

$$s_c = 1 + 0.2\left(\frac{B}{L}\right) \qquad \text{(Ec. 3.12)}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 \qquad \text{(Ec. 3.13)}$$

Para φ ≥ 10°

$$\boldsymbol{s_c = 1 + 0.2\left(\frac{B}{L}\right) * \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} \quad \text{(Ec. 3.14)}$$

$$\boldsymbol{s_q = s_\gamma = 1 + 0.1\left(\frac{B}{L}\right) * \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)} \quad \text{(Ec. 3.15)}$$

Es importante considerar que, una vez calculada la capacidad portante del suelo, se determina la capacidad admisible aplicando un factor de seguridad de 3.

$$\boldsymbol{q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}} \quad \text{(Ec. 3.16)}$$

Donde:

q_{adm} = Capacidad admisible del suelo

q_{ult} = Capacidad de carga de dos estratos

FS = Factor de seguridad

3.2.1.2 Cálculo de presiones del suelo

En el cálculo de presiones del suelo se consideraron los casos de carga muerta, viva, sismo X, sismo en Y. De este modo se obtienen combinaciones de servicio según la guía para estructuras de hormigón armado de la NEC 15 (Yépez Moya & Guerra, 2016).

$$\boldsymbol{Comb\ 1 = D + L} \quad \text{(Ec. 3.17)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 2 = (D + L + SX)/1.33} \quad \text{(Ec. 3.18)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 3 = (D + L - SX)/1.33} \quad \text{(Ec. 3.19)}$$

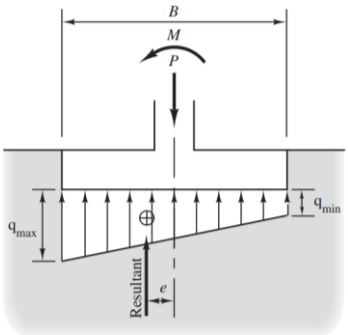
$$\boldsymbol{Comb\ 4 = (D + L + SY)/1.33} \quad \text{(Ec. 3.20)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 5 = (D + L - SY)/1.33} \quad \text{(Ec. 3.21)}$$

Con estas combinaciones de carga, se procede al cálculo de la fuerza axial y el momento actuante sobre la zapata para cada combinación. Una vez obtenidos estos valores, se determina la excentricidad y las presiones laterales correspondientes.

Figura 23

Esquema de distribución de presiones de la zapata en una dirección



Nota: Obtenido de Foundation Design: principles and practices (Coduto et al., 2016)

$$\boldsymbol{e = \frac{M}{P+W_f}} \qquad \text{(Ec. 3.22)}$$

$$\boldsymbol{q_{min,max} = \left(\frac{P+W_f}{A}\right) * \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)} \qquad \text{(Ec. 3.23)}$$

Donde:

$q_{i,j}$ = Presiones laterales

e = Excentricidad de la distribución del esfuerzo de contacto

P = Carga normal

M = Momento

W_f = peso de la cimentación

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de cálculo de presiones para la zapata más crítica del eje C con B = 1.5 m.

Tabla 7

Resumen de presiones para cada combinación de la zapata más crítica del eje C para B=1.5m

Comb	P [Kn.m]	Ms [Kn]	qi [kN/m2]	qj [kN/m2]
D+L	-284.20	0.39	-110.85	-112.03
D+L+Sx	-213.47	20.99	-50.82	-116.54
D+L-Sx	-213.86	-20.40	-115.76	-51.89
D+L+Sy	-230.34	-4.32	-124.10	-83.58
D+L-Sy	-196.98	4.91	-84.86	-196.98

En este caso la presión máxima en la zapata es de 124.1 kPa

3.2.1.3 Dimensiones finales de cimentación

Con las fórmulas indicadas se procede a realizar la iteración para cada eje. De esta manera, se calcula la capacidad admisible del suelo (q_{adm}) y las presiones máximas ejercidas por la zapata sobre el terreno (q_{max}). En la Tabla 8 se presenta el resumen de las dimensiones que garantizan que las presiones transmitidas al suelo sean menores que su capacidad admisible, asegurando así un diseño seguro y eficiente.

Tabla 8

Dimensiones de zapatas y verificación de presiones respecto a la capacidad admisible del suelo

EJE	B (m)	L (m)	Df (m)	H (m)	qult (kPa)	qadm (kPa)	qmax (kPa)	qadm > qmax
A'	1.00	1.00	1.00	1.00	491.6	163.9	139.8	Cumple
A	1.45	1.50	1.00	1.00	420.2	140.1	134.7	Cumple
B	1.50	1.50	1.00	1.00	413.4	137.8	127.4	Cumple
C	1.70	1.50	1.00	1.00	399.2	133.1	124.1	Cumple
D	1.50	1.50	1.00	1.00	413.4	137.8	137.6	Cumple
E	1.45	1.50	1.00	1.00	420.2	140.1	139.7	Cumple

3.2.1.4 Diseño estructural de cimentación

Las combinaciones usadas para el diseño de la cimentación son de la NEC-SE-CG, a continuación, se detalla cada una de las combinaciones usadas.

$$\boldsymbol{Comb\ 1 = 1.4D} \quad \text{(Ec. 3.24)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 2 = 1.2D + 1.6L} \quad \text{(Ec. 3.25)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 3 = 1.2D + L + Sx} \quad \text{(Ec. 3.26)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 4 = 1.2D + L - Sx} \quad \text{(Ec. 3.27)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 5 = 1.2D + L + Sy} \quad \text{(Ec. 3.28)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 6 = 1.2D + L - Sy} \quad \text{(Ec. 3.29)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 7 = 0.9D + L + Sx} \quad \text{(Ec. 3.30)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 8 = 0.9D + L - Sx} \quad \text{(Ec. 3.31)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 9 = 0.9D + L + Sy} \quad \text{(Ec. 3.32)}$$

$$\boldsymbol{Comb\ 10 = 0.9D + L - Sy} \quad \text{(Ec. 3.33)}$$

Tabla 9

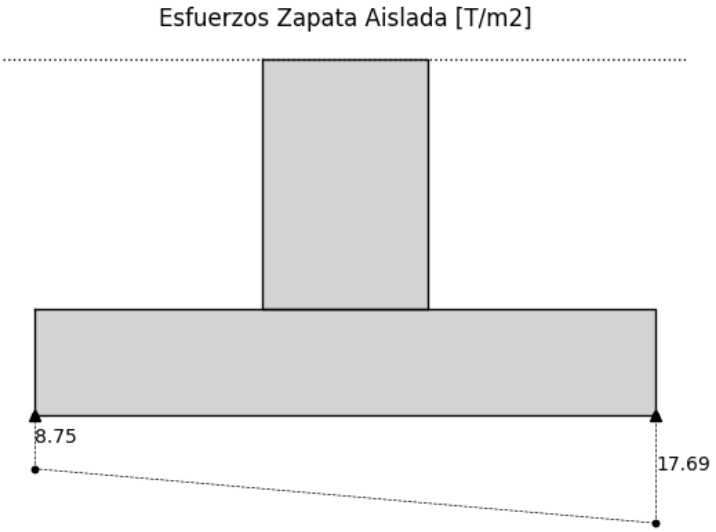
Ejemplo de cálculo con las combinaciones de diseño para zapata del eje C en dirección X

Comb	Ps [T.m]	Ms [T]	qi [tonf/m2]	qj [tonf/m2]
1.4D	-33.44	0.06	-13.03	-13.2
1.2D+1.6L	-36.79	0.05	-14.35	-14.5
1.2D+L+Sx	-33.71	2.85	-8.75	-17.69
1.2D+L-Sx	-33.77	-2.75	-17.56	-8.93
1.2D+L+Sy	-36.00	-0.57	-15.02	-13.22
1.2D+L-Sy	-31.48	0.67	-11.3	-13.39
0.9D+Sx	-21.47	2.84	-3.97	-12.87
0.9D-Sx	-21.53	-2.76	-12.78	-4.11
0.9D+Sy	-23.76	-0.58	-10.23	-8.4
0.9D-Sy	-19.24	0.66	-6.52	-8.57

Para este caso se eligen los esfuerzos más críticos serían 17.69 Ton/m2 y 8.75 Ton/m2

Figura 24

Esfuerzos críticos para zapata del eje C en la dirección X



Corte en una dirección

Demanda

$$\boldsymbol{x} = \frac{\boldsymbol{B}}{\boldsymbol{2}} + \frac{\boldsymbol{b}}{\boldsymbol{2}} + \boldsymbol{d} \qquad \text{(Ec. 3.34)}$$

$$\boldsymbol{q_3 = q_{min} + (q_{max} - q_{min}) * \frac{x}{B}}$$ (Ec. 3.35)

$$\boldsymbol{Vu = \frac{q_{max}+q_3}{2} * (B - x)(L)}$$ (Ec. 3.36)

Donde:

$q_{max,min}$ = Presiones laterales

$q3$ = Presión a una distancia d de la cara de la columna

B = Ancho de zapata en la dirección de análisis

L = Longitud de zapata perpendicular a la dirección de análisis

b = Ancho de columna

d = Peralte de la cimentación

x = longitud medida desde el inicio de la zapata hasta una distancia d de la cara de la columna

Capacidad

$$\boldsymbol{\phi Vc = \phi 0.53 * \sqrt{f'c} * B * d}$$ (Ec. 3.37)

Donde:

Vc = Fuerza resistente a cortante del hormigón

$f'c$ = Resistencia de compresión del hormigón

B = Ancho de zapata en la dirección de análisis

d = Peralte de la cimentación

ϕ = 0.75

Figura 25

Presión a una distancia d de la cara de la columna en zapata del eje C en la dirección X

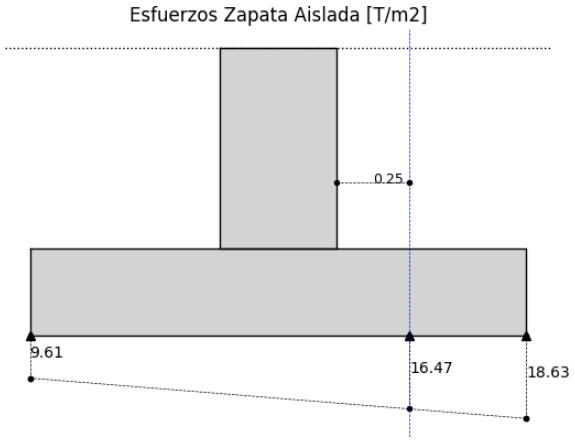


Tabla 10

Resumen de chequeo de corte en una dirección para cada eje tanto en dirección X como Y

EJE	Dirección X			Dirección Y		
	Vu [ton]	Vc [ton]	Vu/Vc	Vu [ton]	Vc [ton]	Vu/Vc
A'	2.15	14.00	0.15	1.84	14.00	0.13
A	7.34	18.20	0.40	5.94	21.00	0.28
B	8.28	21.00	0.39	8.33	21.00	0.40
C	8.75	23.80	0.37	10.71	21.00	0.51
D	8.01	21.00	0.38	9.16	21.00	0.44
E	7.60	18.20	0.42	8.56	21.00	0.41

Punzonamiento

Demanda

$$\boldsymbol{A_{corte} = B * L - (b + d)^2} \quad \text{(Ec. 3.38)}$$

$$\boldsymbol{P_{corte} = 4 * (b + d)} \quad \text{(Ec. 3.39)}$$

$$\boldsymbol{\sigma_u = \frac{q_{max} + q_{min}}{2} * \frac{A_{corte}}{P_{corte} * d}} \quad \text{(Ec. 3.40)}$$

Donde:

$q_{max,min}$ = Presiones laterales

B = Ancho de zapata en la dirección de análisis

L = Longitud de zapata perpendicular a la dirección de análisis

b = Ancho de columna

d = Peralte de la cimentación

A_{corte} = Área de zapata fuera del área de punzonamiento

P_{corte} = Perímetro de corte

σ_u = Esfuerzo cortante actuante promedio sobre el perímetro crítico

Capacidad

Caso a $$\boldsymbol{\phi\sigma_c = \phi 1.06\sqrt{f'c}}$$ (Ec. *3*.41)

Caso b $$\boldsymbol{\phi\sigma_c = \phi * 0.26 * \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) * \sqrt{f'c}}$$ (Ec. *3*.42)

Caso c $$\boldsymbol{\phi\sigma_c = \phi * 0.26 * \left(2 + \alpha * \frac{d}{pcorte}\right) * \sqrt{f'c}}$$ (Ec. *3*.43)

Donde:

σ_c = Esfuerzo cortante resistente

$f'c$ = Resistencia de compresión del hormigón

ϕ = 0.75

β_c = L_{largo}/L_{corto}

α = factor relacionado con la geometría del esfuerzo cortante 40 para columnas interiores

Tabla 11

Resumen de chequeo de punzonamiento para cada eje

EJE	σu [tonf/m2]	σc [tonf/m2]	σu/σc
A'	19.77	115.21	0.17
A	36.26	115.21	0.31
B	41.90	115.21	0.36
C	48.27	115.21	0.42
D	42.20	115.21	0.37
E	38.45	115.21	0.33

Aplastamiento

Demanda

$$\boldsymbol{\sigma_u = \frac{P_u}{A_{aplastmiento}}} \qquad \text{(Ec. 3.44)}$$

Donde:

P_u = Carga aplicada

$A_{aplastmiento}$ = Área de columna

σ_u = Esfuerzo de compresión local

Capacidad

$$\boldsymbol{\phi\sigma_c = \phi\, 0.85\, f'c} \qquad \text{(Ec. 3.45)}$$

Donde:

σ_c = Esfuerzo admisible por aplastamiento del concreto

$f'c$ = Resistencia de compresión del hormigón

ϕ = 0.65

Tabla 12

Resumen de chequeo de aplastamiento para cada eje

EJE	σu [tonf/m2]	σc [tonf/m2]	σu/σc
A'	164.42	1160.25	0.14
A	179.75	1160.25	0.15
B	200.51	1160.25	0.17
C	225.02	1160.25	0.19
D	201.95	1160.25	0.17
E	185.44	1160.25	0.16

Diseño a flexión: Momento ultimo

$$\boldsymbol{x = \frac{B}{2} + \frac{b}{2}} \qquad \text{(Ec. 3.46)}$$

$$\boldsymbol{q_3 = q_{min} + (q_{max} - q_{min}) * \frac{x}{B}} \qquad \text{(Ec. 3.47)}$$

$$\boldsymbol{M_u = \frac{q_3(B-x)^2}{6} + \frac{q_{max}(B-x)^2}{3}} \qquad \text{(Ec. 3.48)}$$

Donde:

$q_{max,min}$ = Presiones laterales

$q3$ = Presión en la cara de la columna

B = Ancho de zapata en la dirección de análisis

b = Ancho de columna

x = longitud medida desde el inicio de la zapata hasta la cara de la columna más alejado del centro

Mu = Momento flector último

Peralte mínimo

$$\boldsymbol{d_{min} = \sqrt{\frac{Mu}{\phi * Ru * b}}} \quad \text{(Ec. 3.49)}$$

$$\boldsymbol{Ru = \rho * fy * \left(1 - 0.588 * \frac{\rho * fy}{fc}\right)} \quad \text{(Ec. 3.50)}$$

$$\boldsymbol{\rho = 0.5 * \rho_b} \quad \text{(Ec. 3.51)}$$

$$\boldsymbol{\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{fc}{fy} * \left(\frac{6300}{6300 + fy}\right)} \quad \text{(Ec. 3.52)}$$

Donde:

M_u = Momento último

ϕ = 0.9

R_u = Capacidad resistente por unidad de área de concreto

b = Franja de diseño (1 metro)

ρ = Cuantía de acero

fy = Resistencia a fluencia del acero

f'c = Resistencia del concreto

ρ_b = Cuantía balanceada

β_1 = Factor que depende de f'c

Acero mínimo

$$\boldsymbol{As_{min} = 0.0018 * b * H = 18 * H} \quad \text{(Ec. 3.53)}$$

Donde:

M_u = Acero mínimo

H = Peralte de la cimentación

Acero por flexión

$$\boldsymbol{A_s = \lambda * \left(-\sqrt{1 - \frac{2*M_u}{\phi*\lambda*fy*d}}\right)} \quad \text{(Ec. 3.54)}$$

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{0.85*f'c*b*d}{fy}} \quad \text{(Ec. 3.55)}$$

Donde:

A_s = Área de acero necesaria (mm2)

$f'c$ = resistencia del concreto (MPa)

b = ancho de la sección

d = altura efectiva

fy = Resistencia a fluencia del acero

$f'c$ = Resistencia del concreto

M_u = Momento flector ultimo

ϕ = 0.9

Taba 13

Resumen de acero en la dirección X

Dirección X								
EJE	**Mu (ton.m)**	**d min**	**d col**	**As min (cm2/m)**	**As flexión (cm2/m)**	**As calculado (cm2)**	**As colocado (cm2)**	**Detalle**
A'	1.19	0.06	0.25	5.40	1.30	5.40	5.50	7 ø10mm @14cm
A	3.57	0.08	0.25	5.40	2.73	8.10	7.02	11 ø10mm @14cm
B	4.03	0.09	0.25	5.40	2.97	8.10	8.64	11 ø10mm @14cm
C	4.26	0.10	0.25	5.40	2.77	8.10	8.64	11 ø10mm @14cm
D	3.89	0.09	0.25	5.40	2.87	8.10	8.64	11 ø10mm @14cm
E	3.70	0.08	0.25	5.40	2.82	8.10	8.64	11 ø10mm @14cm

Tabla 14

Resumen de acero en la dirección Y

Dirección Y								
EJE	Mu (ton.m)	d min	d col	As min (cm2/m)	As flexión (cm2/m)	As calculado (cm2)	As colocado (cm2)	Detalle
A'	1.19	0.05	0.25	5.40	1.17	5.40	5.50	7 ø10mm @14cm
A	3.57	0.09	0.25	5.40	2.85	7.83	7.85	10 ø10mm @14cm
B	4.03	0.09	0.25	5.40	2.97	8.10	8.64	11 ø10mm @14cm
C	4.26	0.09	0.25	5.40	3.14	9.18	9.42	12 ø10mm @14cm
D	3.89	0.09	0.25	5.40	2.87	8.10	8.64	11 ø10mm @14cm
E	3.70	0.09	0.25	5.40	2.82	8.10	8.64	10 ø10mm @14cm

3.2.2 Diseño estructural

Para el diseño estructural de las columnas, vigas y losas se tomará en cuanta la NEC 15 y la ACI 318S-19

La estructura tendrá las siguientes características:

- Resistencia a la compresión del hormigón: $f'c = 280\frac{kg}{cm^2}$
- Resistencia a la fluencia del acero: $fy = 4200\frac{kg}{cm^2}$

3.2.2.1 Carga viva

Según la NEC-SE-CG, la carga viva para vivienda unifamiliares es de $0.2\ \frac{ton}{m^2}$, mientras que para la cubierta será de $0.07\ \frac{ton}{m^2}$.

3.2.2.2 Carga muerta

Carga de vigas:

Vigas de 25x40 cm

$\gamma_{hormigón} = 2400\ {}^{Kg}/_{m^3}$

$$C_v = \gamma A$$

$$C_v = 2400(0.1)$$

$$C_v = 240\ {}^{Kg}/_{m}$$

Carga de columnas:

Columnas de 40x40 cm

$$C_c = \gamma A$$

$$C_c = 2400(0.16)$$

$$C_c = 384 \ {}^{Kg}/_{m}$$

Carga de Losa:

La losa tendrá un espesor de 0.15 m, para este cálculo, consideraremos 1 m^2 como referencia de la losa.

Bloques de hormigón 10x20x40 cm, masa de 7.2 Kg

$$V_{losa\ horm} = V_{losa\ maciza} - V_{bloques\ hormigón}$$

$$V_{losa\ horm} = 1(1)(0.15) - 10(0.4)(0.2)(0.1)$$

$$V_{losa\ horm} = 0.07\ m^3$$

Carga de la losa:

$$C_{losa} = V_{losa\ horm}(\gamma_{hormigón}) + Num_{bloques}(m)$$

$$C_{losa} = 0.07(2400) + 10(7.2)$$

$$C_{losa} = 240 \ {}^{Kg}/_{m^2}$$

Consideramos también la carga del porcelanato y mezcla, a su vez, también el peso del tumbado y las instalaciones.

$$C_{porcelanato+mezcla} = 48 \ {}^{Kg}/_{m^2}$$

$$C_{tumbado+instalaciones} = 40 \ {}^{Kg}/_{m^2}$$

Además, se considerará un factor de sobrecarga de 20 ${}^{Kg}/_{m^2}$ que se agregará a la carga de la losa.

$$C_{losa} = 348 \ {}^{Kg}/_{m^2}$$

Muros de mampostería:

Bloques de 7x20x40 cm, masa de 4.10 Kg

Consideramos que en un metro cuadrado hay 12 bloques, además, por cada 1 m^2 de losa hay 1.7 m^2 de pared.

$$C_{pared} = 12(1.7)(4.10)$$

$$C_{pared} = 82.64\, {}^{Kg}/_{m^2_{losa}}$$

El mortero por colocar en ambos lados será de 1.5 cm.

$$C_{mortero} = 0.015(\gamma_{mortero})(1.7)(2)$$

$$C_{mortero} = 0.015(2400)(1.7)(2)$$

$$C_{mortero} = 122.4\, {}^{Kg}/_{m^2_{losa}}$$

$$C_{pared} = 205.04\, {}^{Kg}/_{m^2_{losa}}$$

3.2.2.3 Diseño de columnas

Para el dimensionamiento de las columnas, tomaremos como respaldo lo que se expresa en la NEC-SE-HM 4.3.1 donde se detalla que la sección mínima para elementos en flexo compresión no debe ser inferior a 300 mm en ninguna dirección.

En función de ello, y con base en la distribución espacial definida en los planos arquitectónicos del proyecto, se ha optado por dos dimensiones diferentes de columnas, según la localización y la función estructural de cada una:

Tabla 15

Resumen de predimensionamiento áreas de columnas

Ubicación	Cantidad de columnas	Dimensiones preliminares
Zona general del edificio	20	40 cm x 40 cm
Zona de la escalera	2	30 cm x 30 cm

Una vez que se ha establecido el largo y ancho de las columnas, se va a establecer con el diámetro de su varilla longitudinal y de los estribos de la armadura de refuerzo pasiva. Así mismo en la Tabla 16 se establece el recubrimiento según la NEC para la costa.

Tabla 16

Datos del pre-dimensionamiento de columna crítica

Pre-dimensionamiento		
Datos		
b	40	cm
h	40	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
Φest	1	cm
Φvar	2	cm
rec	4	cm
Φ	0.65	
d	34	cm
d'	6	cm
Pu	35.3782	tonf
Mu	2.9591	tonf-m

La NEC-SE-HM establece la cuantía de acero longitudinal, en el cual se establece lo siguiente:

Cuantía Mínima:

$$\rho_{min} = \frac{A_{st}}{A_c} \geq 0.01 \qquad \text{(Ec. 3.56)}$$

Donde:

A_s: área de acero longitudinal

A_s: área bruta de la sección de concreto

Cuantía máxima:

$$\rho_{min} = \frac{A_{st}}{A_c} \leq 0.06 \qquad \text{(Ec. 3.57)}$$

Para realizar el predimensionamiento del refuerzo longitudinal, se considera una cuantía 1% ya que permite un diseño eficiente, seguro y viable constructivamente.

Tabla 17

Armado del refuerzo longitudinal

Armado del refuerzo longitudinal		
ρ	0.01	
AstDemanda	16	cm2
Avar	3.14	cm2
#Var	5.09	6.00
Ast Colocado	18.85	cm2

Una vez que se han establecido todos estos datos y realizado el análisis estructural se obtienen las demandas por carga axial y momento que se presentan en la columna.

Tabla 18

Demandas por cargas

Pu (Ton)	Mux (Ton-m)	Muy (Ton– m)
30.9014	0.0518	2.9591
29.9569	0.0245	0.807
29.0123	0.1188	1.3557
35.3782	0.0831	2.6328
34.5685	0.0179	0.6385
33.7589	0.1008	1.345

Una vez que tenemos las dimensiones de la columna y su refuerzo longitudinal, se evalúa su capacidad por carga axial según la normativa NEC-SE-HM y el ACI 318:

$$\emptyset P_n = \emptyset\left(0.85 f_c'\left(A_g - A_{st}\right) + f_y A_{st}\right) \quad \text{(Ec. 3.58)}$$

Para evaluar si la columna cumple por capacidad, se la compara con su mayor carga axial por demanda:

$$P_u \leq \emptyset P_n \quad \text{(Ec. 3.59)}$$

Tabla 19

Verificación de capacidad columna crítica

Verificación de capacidad		
Po	455.48	ton
ΦPn	251.654	ton
CUMPLE POR CAPACIDAD		

Realizada la verificación por capacidad, basados en la NEC-SE-HM sección 4.3.2.3 se realiza la verificación por esbeltez de columnas mediante:

$$\lambda = \frac{kL_u}{r} < 22 \quad \text{(Ec. 3.60)}$$

Donde:

λ: Esbeltez

k: factor de longitud efectiva

L_u: Longitud libre de la columna

r: radio de giro ($r = \sqrt{\frac{I}{A}}$)

Según la ACI 318 el factor de longitud efectiva depende de las condiciones de los extremos de la columna como se puede observar en la Tabla 20

Tabla 20

Factor de longitud efectiva recomendado (ACI 318-19; 2019)

Condiciones de los extremos de la columna	k recomendado
Ambos extremos empotrados	0.5
Un extremo empotrado y el otro articulado	0.7 - 0.8
Ambos extremos articulados	1.0
Un extremo empotrado y el otro libre (columna en voladizo)	2.0

Las condiciones de los extremos para la columna crítica y para las columnas que diseñaremos poseen ambos extremos empotrados.

Tabla 21

Comprobación de Esbeltez

Comprobación de Esbeltez		
k	0.5	
lu	3.1	m
r	0.12	m
λ < 22		
λ	13.43	
Columna no esbelta		

Una vez realizadas la comprobación de esbeltez y a capacidad de la columna crítica, se realiza un análisis biaxial de la columna, teniendo en cuenta las dimensiones de la columna, armado de la columna, y las demandas por cargas axiales y momentos hallados. Para realizar este análisis se utilizan los diagramas de interacción del eje x y del eje y.

Figura 26

Diagrama de interacción eje Y

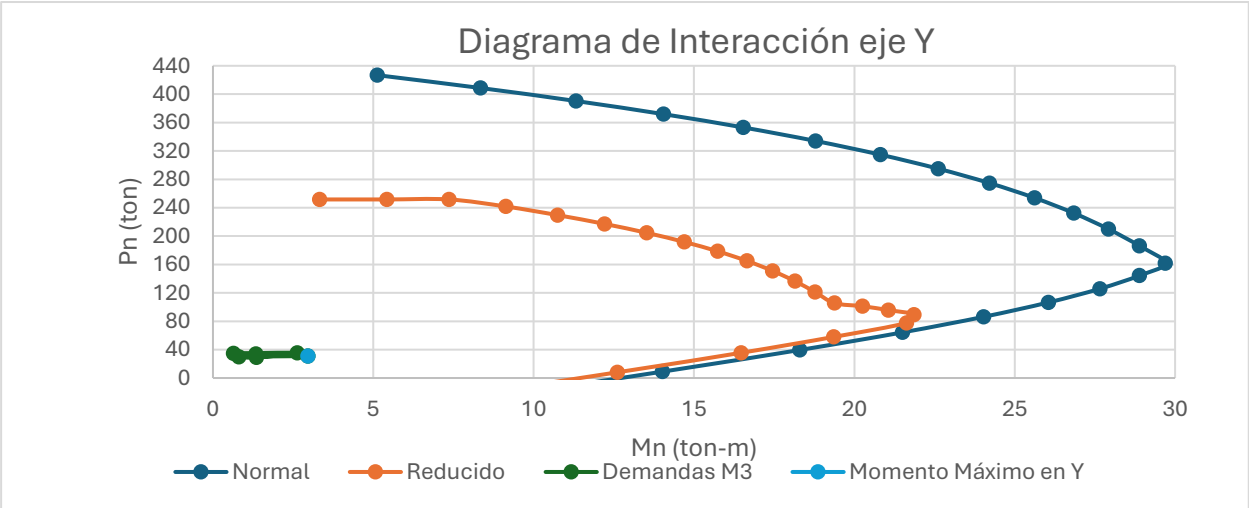
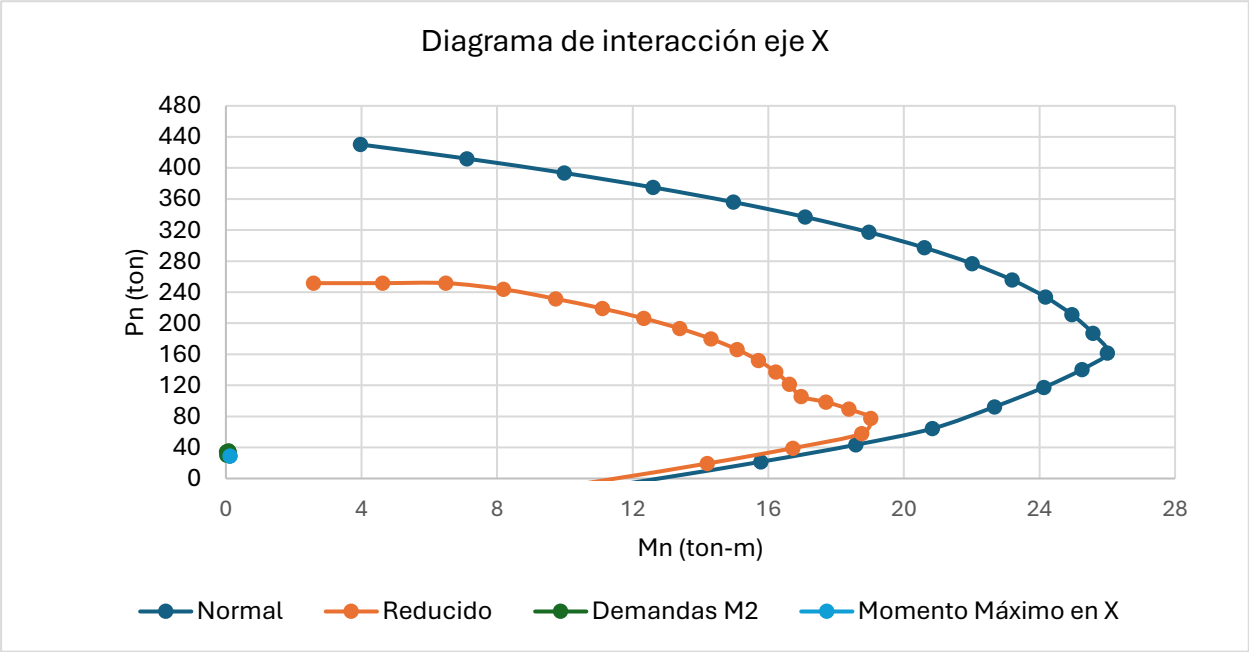


Figura 27

Diagrama de interacción eje X



Para estimar la capacidad axial de una columna sujeta a flexión en dos ejes (biaxial), se utiliza una fórmula empírica comúnmente encontrada en la literatura técnica:

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_n} \qquad \text{(Ec. 3.61)}$$

Esta expresión aproxima la interacción tridimensional entre las capacidades axiales bajo flexión uniaxial y la carga axial pura. Aunque no forma parte de la normativa ACI 318 o la NEC-SE-

HM, ha sido usada ampliamente como método de diseño preliminar en obras de concreto reforzado (James K. Wight & James G. MacGregor, 2012).

Tabla 22

Análisis Biaxial

Análisis Biaxial		
ΦPnx	252	ton
ΦPny	179.00	ton
ΦPn	251.65	ton
1/ΦPni	0.01	1/ton
ΦPni	179.00	ton
Pu	35.38	ton
Cumple diseño biaxial		

Una vez verificada la capacidad de la columna mediante el análisis por carga axial y momentos, se procedió con la verificación del cumplimiento normativo conforme a los requerimientos establecidos en el ACI 318-19 y la NEC-SE-HM. Esta verificación incluyó el control de la cuantía geométrica del refuerzo, el número mínimo de barras longitudinales, así como el espaciamiento mínimo entre barras y el espaciamiento máximo de los estribos. Todos estos parámetros fueron evaluados conforme a lo indicado en los artículos pertinentes del código, concluyéndose que la columna propuesta cumple con las disposiciones normativas de diseño.

Tabla 23

Verificación ACI

Verficación ACI		
Cuantía geométrica		
0.01<ρ<0.08		
Cuantía	0.0118	SI CUMPLE
# Min Varillas	6	SI CUMPLE
Esp Min Refuerzo	40	mm
Esp Max Estribo	224	mm
Esp Eje X	240	mm
Esp Eje Y	260	mm
Esp Estribos	150	mm

Realizado el cumplimiento de los requisitos de cuantía de refuerzo longitudinal, se procede a definir el refuerzo transversal, en cumplimiento de lo establecido por la normativa ACI 318-19 y la NEC-SE-HM. A continuación, se presenta una tabla resumen con el tipo de refuerzo adoptado.

Tabla 24

Refuerzo transversal y separación

Refuerzo transversal y separación		
Lo	52	cm
S en zona Lo	10	mm
S fuerza de zona Lo	16	mm
b	400	mm
h	400	mm
bc	300	mm
Ash	35	mm2
# Ramales	2	

Concluido el proceso de verificación de capacidad axial y flexo-compresión, así como el cumplimiento de los requisitos normativos establecidos por la ACI 318-19 y la NEC-SE-HM en cuanto a cuantía mínima, número de barras longitudinales, separación de estribos y demás parámetros geométricos, se procede a definir el armado final de las columnas.

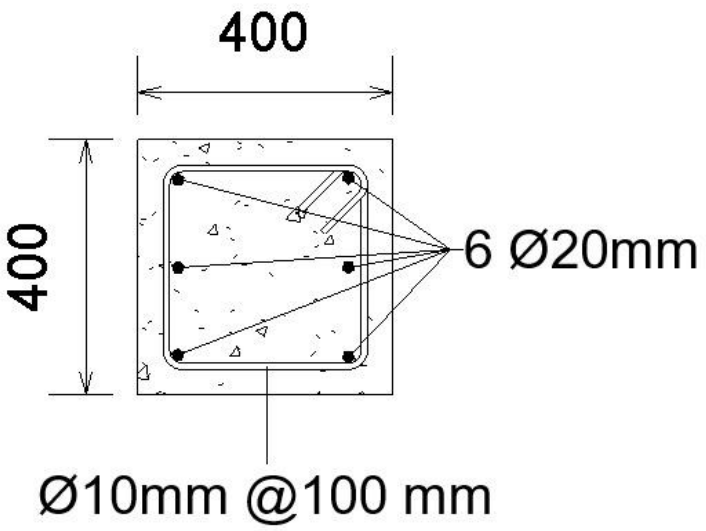
Tabla 25

Diseño y armado final

Diseño
6Φ20mm y Estribos Φ10mm@150mm fuera de zona Lo/@100mm en zona Lo

Figura 28

Corte transversal diseño definitivo de columna crítica



3.2.2.4 Diseño de vigas

Para un prediseño de las vigas se han utilizado criterios prácticos recomendados por la normativa y la literatura técnica. Según la NEC-SE-HM en el artículo 4.3.1 la base mínima de las vigas sismorresistentes debe ser de 25 cm. De acuerdo con la ACI 318-19 y recomendaciones comunes de diseño, la altura efectiva de la viga puede estimarse en función de la luz libre entre apoyos, con la siguiente expresión general:

$h \geq \frac{L}{12}$ (Ec. 3.62)

$$h = \frac{390}{12} = 32.5\ cm \approx 35\ cm$$

Con base en estas recomendaciones y considerando las luces estructurales obtenidas de los planos arquitectónicos, se ha establecido un predimensionamiento preliminar de las vigas, garantizando el cumplimiento de la base mínima de 25 cm y una mínima altura de 35 cm.

Para este proyecto, las dimensiones preliminares de las vigas fueron seleccionadas conforme a los planos arquitectónicos, tomando en cuenta las limitaciones espaciales impuestas por la distribución del edificio. Todos estos elementos fueron verificados con base a las recomendaciones mínimas expuestas.

Tabla 26

Dimensiones de vigas

Eje	Planta	Dimensiones de Viga (base x altura) (cm)
A, B, C, D, E	Primera Planta	30 x 40
1, 2, 3, 4	Primera Planta	25 x 40
Viga de borde	Primera Planta	25 x 30
A, B, C, D, E	Segunda Planta	25 x 40
1, 2, 3, 4	Segunda Planta	25 x 30
Viga de borde	Segunda Planta	25 x 30

Establecidas las dimensiones de las vigas y analizando la estructura, la viga ubicada en el eje 2 de la primera planta, cuyas dimensiones y peralte efectivo se detalla en la Tabla 27, ha sido seleccionada como la viga crítica de la edificación, al presentar las mayores exigencias de

momento flector dentro del sistema estructural, en la Tabla 28 se detallan los momentos de diseño por demanda en cada tamo de la viga.

Tabla 27

Dimensiones y peralte efectivo

Peralte efectivo		unidades
altura "h"	40	[cm]
base "b"	25	[cm]
rec	4	[cm]
φestribo	1	[cm]
φlong	1.4	[cm]
peralte [cm] "d"	34.3	[cm]

Tabla 28

Demandas de momentos por tramos

	Demandas de momentos [ton-m]								
	Columna	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**
Top	2.55		3.99		4.45		4.35		3.33
Bottom	0.25	0.9	0.48	2.1		2.1		0.85	

Teniendo el detalle de las demandas de momentos por tramos, la fórmula utilizada para el predimensionamiento del área de acero de refuerzo en las vigas es una expresión simplificada del equilibrio de momentos en una sección rectangular sometida a flexión.

Se parte de la fórmula general establecida por el ACI 318:

$$M_u = \emptyset A_s f_y (d - \frac{a}{2}) \qquad \text{(Ec. 3.63)}$$

Donde:

M_u: Es el momento último actuante (Ton-m).

$\emptyset$: Factor de reducción de resistencia (0.9).

A_s: Es el área de acero de refuerzo requerida (cm²).

f_y: Resistencia a la fluencia del acero.

d: Peralte efectivo.

a: Profundidad del bloque de esfuerzo equivalente.

Para simplificar el cálculo preliminar, se considera un brazo interno de palanca aproximado como:

$$d - \frac{a}{2} \approx 0.9d \qquad \text{(Ec. 3.64)}$$

Al despejar el área de acero de refuerzo en las vigas teniendo en cuenta el brazo interno de palanca aproximado, resulta en una expresión:

$$A_s = \frac{M_u \times 30}{d} \qquad \text{(Ec. 3.65)}$$

Donde M_u está en Ton-m, d en cm y el factor 30 surge de la combinación del factor de reducción de resistencia, la resistencia a la fluencia del acero, y la conversión de unidades para obtener A_s en cm². En la Tabla 29Tabla 28 se detalla el acero por demanda en cada tramo.

Tabla 29

Acero por demanda

	Acero por demanda [cm2]								
	Columna	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**
Top	2.230	0.000	3.490	0.000	3.892	0.000	3.805	0.000	2.913
Bottom	0.219	0.787	0.420	1.837	0.000	1.837	0.000	0.743	0.000

Obtenido el acero por demanda en cada tramo en función del momento último, se procede a compararlo con los límites mínimo y máximos establecidos por la normativa, con el fin de garantizar un diseño estructural seguro y conforme con los requisitos de ductilidad.

Según el Art. 4.3.1 de la NEC-SE-HM, el diseño debe cumplir con los requerimientos mínimos de refuerzo establecidos por la ACI 318-19. Para vigas sometidas a flexión, el área mínima de acero longitudinal debe ser:

$$A_{s,min} = \max\left(\frac{0.8\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w d, \frac{14}{f_y} b_w d\right) \qquad \text{(Ec. 3.66)}$$

$$A_{s,min} = 2.86\ cm^2$$

A su vez, la ACI 318-19 define una expresión para hallar el área máxima del acero longitudinal:

$$A_{s,max} = \emptyset 0.85 \beta_1 \frac{f_c'}{f_y}\left(\frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_y}\right) bd \qquad \text{(Ec. 3.67)}$$

$$A_{s,max} = 18.59\ cm^2$$

Se realiza una comparación entre el acero obtenido por demanda y el acero mínimo, si el acero por demanda es menor al acero mínimo, se realiza la corrección de acero. En la Tabla 30 se encuentra el acero corregido por tramo

Tabla 30

Acero corregido

Acero corregido [cm2]									
	Columna	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**
Top	2.858	2.858	3.490	2.858	3.892	2.858	3.805	2.858	2.913
Bottom	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858

Teniendo el acero corregido, se puede realizar el armado longitudinal de la viga. La T presenta el número de varillas a utilizar por tramo

Tabla 31

Armado longitudinal de la viga

Armado de la viga									
	Columna	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**	**Centro**	**Columna**
Top	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	3φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	3φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	3φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4
Bottom	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4

Realizado el armado se verifica la cuantía para asegurarnos que la cuantía hallada no sea menor a la cuantía mínima ni exceda la cuantía máxima. Se realiza también una comparación entre las cuantías halladas y la cuantía balanceada. Tener una cuantía menor o igual a la cuantía balanceada nos asegura que se tenga una falla dúctil, es decir que el acero fluya primero. Hacemos un eficiente uso del acero y del concreto y aseguramos diseños sismorresistentes.

Tabla 32

Cuantías halladas, cuantía balanceada, min y máx.

ρ hallado top	0.005
ρ hallado bot	0.004
ρ balanceado	0.029
ρ min	0.003
ρ max	0.022

Tabla 33

Verificación de falla dúctil, frágil o balanceada

ρ min<ρ hallado bot	SI CUMPLE
ρ hallado bot<ρ max	SI CUMPLE
ρ hallado max > 1.1*ρb	FALLA DÚCTIL
ρ min<ρ hallado	SI CUMPLE
ρ hallado<ρ max	SI CUMPLE

Una vez determinado que el sistema tendría una falla dúctil, se procede a calcular la capacidad de viga basados en la NEC-SE-HM y en la norma ACI 318.

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = T\left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \text{(Ec. 3.68)}$$

Tabla 34

Verificación de capacidad de vigas

Capacidad de vigas		
T	19.404	[ton-cm]
a	3.2612	[cm]
φt	0.9	
Mu	4.45	[ton-m]
Mn	6.339	[ton-m]
φMn	5.705	[ton-m]
φMn>Mu	SI CUMPLE	

Al comprobar que la viga crítica de la edificación tiene un comportamiento dúctil y que cumple la capacidad de vigas, se toma el cortante máximo que actúa sobre la viga. La norma ACI 318 y la NEC-SE-HM mencionan una fórmula que relaciona el cortante último y el aporte de resistencia al cortante por parte del hormigón. El resultado de esta relación revela si requiere refuerzo de acero por cortante o no. La expresión es la siguiente:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi_v} - V_c \quad \text{(Ec. 3.69)}$$

Donde:

V_c: Aporte de resistencia al cortante por parte del hormigón.

V_u: Cortante último.

ϕ_v: factor de reducción de resistencia.

Tabla 35

Revisión de cortante

CALCULO A CORTANTE		
Vu	4.55	[ton]
Vc	7.60	[ton]
φv	0.75	
Vs	-1.54	[ton]
No requiere refuerzo a cortante		

El cálculo a cortante nos deja en evidencia de que en teoría no se necesitaría refuerzo a cortante por parte del acero, sin embargo, los estribos son elementos que no solo aportan resistencia a cortante, sino que también sirven para confinar el acero longitudinal. Como se puede apreciar en la Tabla 36 al no requerir refuerzo a cortante, su separación requerida es negativa, sin embargo, la NEC-SE-HM especifica la separación máxima de los estivos:

$$s \leq \min\left(\frac{d}{2}, 60\ cm\right) \qquad \text{(Ec. 3.70)}$$

Tabla 36

Separación de estribos

separación requerida	-147.11	[cm]
separación nomativa	17.15	[cm]
s	15.00	[cm]

1

Para finalizar con el diseño de vigas se verifica su diseño a torsión. Según la NEC-SE-HM, sección 7.5.1.2 no se consideran los esfuerzos de torsión si:

$$T_u \leq \phi T_{th} \qquad \text{(Ec. 3.71)}$$

Tabla 37

Efectos de torsión

Efectos de torsión		
Tu	0.12	[ton-m]
Pep	118.6	[cm]
Acp	857.5	[cm2]
φt	0.75	
φt*Tth	0.06	[ton-m]
CONSIDERE EFECTOS DE TORSION		

Al considerarse los efectos de torsión, la NEC-SE-HM basada en la ACI 318 propone la fórmula para calcular la resistencia nominal a la torsión:

$$T_{tn} = 2A_o A_{vt} \frac{f_y}{s} \qquad \text{(Ec. 3.72)}$$

Donde:

T_{tn}: torsor resistente nominal.

A_o: área encerrada por el centroide del refuerzo de torsión.

A_{vt}: área de acero transversal por separación s.

f_y: esfuerzo de fluencia del acero de estribos.

s: separación de estribos.

Una vez que hallamos el torsor resistente nominal se compara con la torsión última para comprobar la resistencia de la viga a esta última.

$$T_U < \phi T_n \qquad \text{(Ec. 3.73)}$$

Tabla 38

Verificación de diseño a torsión

At	0.045	[cm2]
φestribo	1	[cm]
Avt	3.142	[cm2]
Ao	496.00	[cm2]
φtTn	9.82	[ton-m]
SECCIÓN ADECUADA, CUMPLE DISEÑO A TORSIÓN		

Además de verificar si cumplimos el diseño a torsión con respecto al torsor nominal, se verifica si se genera torsión de agrietamiento. Según la NEC-SE-HM no requiere refuerzo a torsión si se cumple:

$T_u \leq T_{cr}$ (Ec. 3.74)

Donde:

T_{cr}: torsor a partir del cual el concreto empieza a agrietarse debido a la torsión.

T_u: torsión última.

Tabla 39

Verificación de torsor de agrietamiento

Tcr	0.86	[ton-m]
SE IGNORA		

Figura 29

Corte transversal del diseño de viga crítica

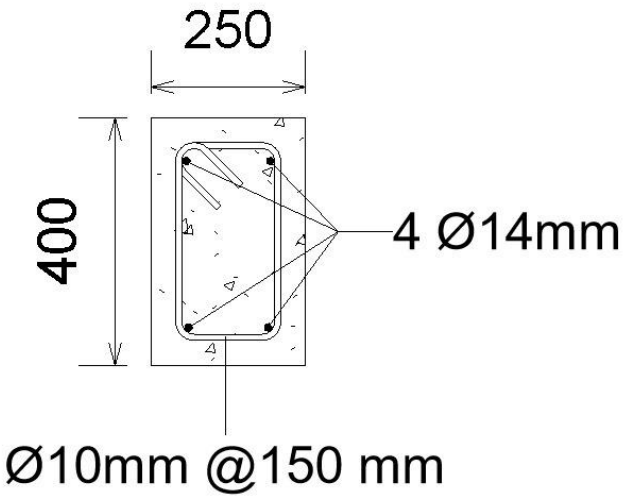
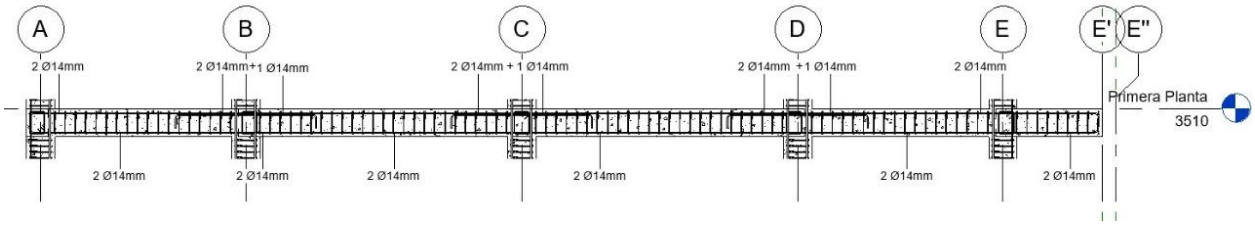


Figura 30

Corte longitudinal del diseño de viga crítica



3.2.2.5 Diseño de losa

Para el diseño de la losa, se debe elegir entre una losa nervada en una dirección o en dos direcciones mediante la relación de los lados del claro, expresada como:

$$\frac{L_{mayor}}{L_{menor}} \qquad \text{(Ec. 3.75)}$$

Según el criterio establecido en el ACI 318-19, sección R13.1, y respaldado por autores como James K. Wight & James G. MacGregor (2012), cuando esta relación sea mayor o igual a 2 se considera unidireccional, ya que la mayor parte se transfiere en la dirección del menor claro. En caso contrario, es decir, cuando esta relación es menor a 2 la losa de comporta bidireccionalmente, distribuyendo las cargas hacia ambos ejes. Para nuestro proyecto:

$$\frac{L_{mayor}}{L_{menor}} = \frac{3.9\ m}{3.3\ m} = 1.18\ < 2$$

Dado que en el presente proyecto se obtuvo una relación menor a 2, se concluye que la losa se comporta de forma bidireccional. Por tanto, se realizará el diseño como una losa nervada en dos direcciones, permitiendo una distribución más uniforme de las cargas hacia ambos ejes estructurales.

Continuando con el prediseño de la losa, el espesor de la losa se predimensiona según criterios normativos y de rigidez para losas nervadas en dos direcciones. De acuerdo con el ACI 318-19, el espesor mínimo recomendado para losas continuas es:

$h \geq \frac{l_n}{24}$ (Ec. 3.76)

$$h = \frac{330}{24} = 13.75\ cm$$

Donde:

h: es el espesor total.

l_n: la luz libre en la dirección corta.

Aplicando esta relación, y considerando una luz de 3.3 m, se adoptó un espesor de 15 cm.

Al realizar el dimensionamiento de la losa, el espesor de la losa varío de 15 cm a 20 cm. Con el espesor de 20 cm, se procede al cálculo de acero de refuerzo, tanto en la dirección corta como en la dirección largo. Este análisis considera las fórmulas establecidas por el ACI 318-19 para losas nervadas. El objetivo es determinar las áreas de acero requeridas As, su distribución y separación adecuada, garantizando la resistencia estructural y el cumplimiento de las exigencias de servicio.

$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$ (Ec. 3.77)

Donde:

a: profundidad del bloque de compresión.

d: peralte de la sección.

A_s: Acero de refuerzo longitudinal.

f_y: esfuerzo de fluencia del acero.

Figura 31

Dimensión final de losa nervada 2 direcciones (Carbo, Alcivar; 2025)

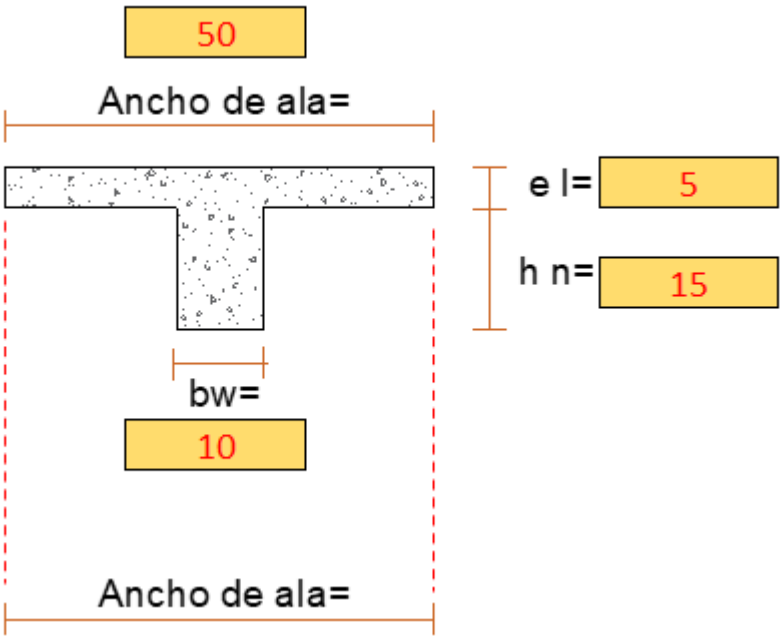


Tabla 40

Momentos en losa, control de deflexiones, distribución de acero

	Muy (-)	Muy (+)	Mux (-)	Mux (+)	
	1055.43	530.52	805.61	291.93	
Control de deflexiones permitidas (cm)	0.65				correcto
Deflexión permisible (cm)	0.92				
Acero cm2/m.	1.75	0.85	1.31	0.46	
Acero mínimo/m.	1.13	1.13	1.13	1.13	
Acero seleccionado/m.	1.75	1.13	1.31	1.13	
Acero cm2/nervio.	0.87	0.57	0.66	0.57	Min. 1.13 cm2.
Diámetro de las varillas a utilizar.	12.00	12.00	12.00	12.00	Min. 1 varilla de 12mm
Área de acero utilizada por nervio.	1.13	1.13	1.13	1.13	
Porcentaje de acero utilizado por nervios.	1.29	2.00	1.72	2.00	(% >=1)

Para verificar la resistencia al esfuerzo cortante de la losa, se procede a comparar el cortante máximo actuante V_u, obtenido a partir de las combinaciones de carga de diseño, con la carga de agrietamiento por cortante del concreto V_{cr}. Este valor representa el umbral a partir del cual se

espera la aparición de fisuras diagonales en la losa. La verificación se realiza utilizando la expresión:

$$V_{cr} = 0.17\lambda\sqrt{f_c'}bd \qquad \text{(Ec. 3.78)}$$

Donde:

λ: Factor por tipo de agregado.

f_c': Resistencia característica del concreto.

b: Ancho efectivo de la sección.

d: Altura útil de la sección.

Esta expresión proviene del ACI 318-19, específicamente del capítulo 22, y es adoptada por la NEC-SE-HM para el diseño a cortante de elementos estructurales de concreto reforzado.

Si se cumple que $V_u \leq V_{cr}$, la losa es capaz de resistir el esfuerzo cortante sin requerir refuerzo transversal adicional.

Tabla 41

Cálculo de resistencia al esfuerzo cortante

Cálculo de esfuerzo cortante resistente		
Vu	2100.74	Kg
Vu	7.27	Kg/cm2
Vcr	7.68	Kg/cm2
	correcto	

A partir del momento flector último de diseño, se calcula el área de refuerzo requerida por metro. Luego, se compara con las áreas ofrecidas por las mallas electrosoldadas comerciales normalizadas. Se selecciona aquella cuyo contenido de acero por metro cumple o supera el valor requerido. Esta elección garantiza el cumplimiento de los requisitos de resistencia y fisuración establecidos en la NEC-SE-HM y ACI 318.

Tabla 42

Armadura de retracción y temperatura

Armadura de retracción y temperatura		
Ama=	0.5	cm2
e1=	25	cm
e2=	25.1328	cm
eutil=	25	cm
Se selecciona una malla electrosoldada de diámetro 4 mm con una abertura de 25 cm x 25 cm		

3.2.3 Diseño hidrosanitario

3.2.3.1 Diseño de agua potable

El diseño del sistema de agua potable será por medio de cisterna por lo tanto se procede a hacer un calculó del agua consumida en un día, según la Tabla 2, contamos con 13 habitaciones, 3 locales comerciales y dos consultorios. Con estos datos procedemos a hacer una estimación del volumen de agua consumido en un día.

Tabla 43

Dotaciones para edificaciones de uso especifico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	$L/m^2_{\text{área útil}}$/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	$L/m^2_{\text{área útil}}$/día	15 a 25

Nota: Obtenido de NEC-HS

Tabla 44

Dotación de agua para locales de salud

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización. Consultorios médicos. Clínicas dentales.	600 L/d por cama. 500 L/d por consultorio. 1000 L/d por unidad dental.

Nota: Obtenido de NEC-HS

Se asume que cada habitación está ocupada por 2 personas, y que el área destinada a locales comerciales es de 69 m². Las dotaciones consideradas son: 200 litros por habitante por día, 500 litros por consultorio por día, y 20 litros por metro cuadrado por día para los locales comerciales. Con esta información, se calcula el consumo diario total de agua del edificio. En la Tabla 45 se presenta un resumen de estos valores.

Tabla 45

Consumo diario de agua por tipo de uso

Tipo de uso	Unidad	Cantidad	Dotación	Consumo total (l/día)
Habitacional	Habitantes	28	200	5,600
Consultorios médicos		2	500	1000
Local comercial	m²	69	20	1,380
Total general	—	—	—	**7,980**

Volumen de cisterna

Según los planos, la cisterna tiene un ancho de 2.7 metros y un largo de 3.7 metros. Con un consumo diario de 6,570 litros, y considerando un almacenamiento para 1.5 días, se requiere un volumen de:

$$V = 7980\frac{l}{dia} * 1dia * \frac{1m^2}{1000l} = 7.98\,m^3$$

Para determinar la altura de la cisterna, usamos la fórmula del volumen:

$$V = largo \times ancho \times altura$$

Despejando la altura:

$$altura = \frac{volumen}{largo \times ancho} = \frac{7.98\,m^3}{3.7m \times 2.7m} \approx 0.8\,m$$

Dejando un borde libre de 30 cm, la altura final de la cisterna es de 1.1m

Consideraciones de diseño

Velocidades

Se consideraron velocidades mínimas de 0.6 m/s y máximas de 2.5 m/s, procurando alcanzar una velocidad objetivo de aproximadamente 1.2 m/s para las tuberías de descarga y 1.5 m/s para las tuberías de succión. Las velocidades se calcularon empleando el caudal instantáneo máximo, de acuerdo con las fórmulas establecidas por la NEC11.

Presiones

El diseño garantiza que todos los artefactos reciban la presión mínima exigida por la normativa para ofrecer un rendimiento óptimo a los usuarios. Los cálculos de presión se realizaron utilizando las tablas de Flamant, considerando el artefacto más alejado de la fuente y ubicado en la cota más alta. De esta manera, se asegura que cada artefacto opere con la presión adecuada para su correcto funcionamiento.

Tabla 46

Tabla de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

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

Nota: Obtenido de NEC-HS

Cálculo de caudales

$$Q_{MP} = k_s \times \sum q_i \qquad \text{(Ec. 3.79)}$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n)) \qquad \text{(Ec. 3.80)}$$

Donde:

n = Número total de aparatos servidos

ks = coeficiente de simultaneidad (0.2 y 1)

q_i = caudal instantáneo mínimo de los aparatos

F = 2, para edificios habitacionales

Figura 32

Implantación de agua potable tercera planta

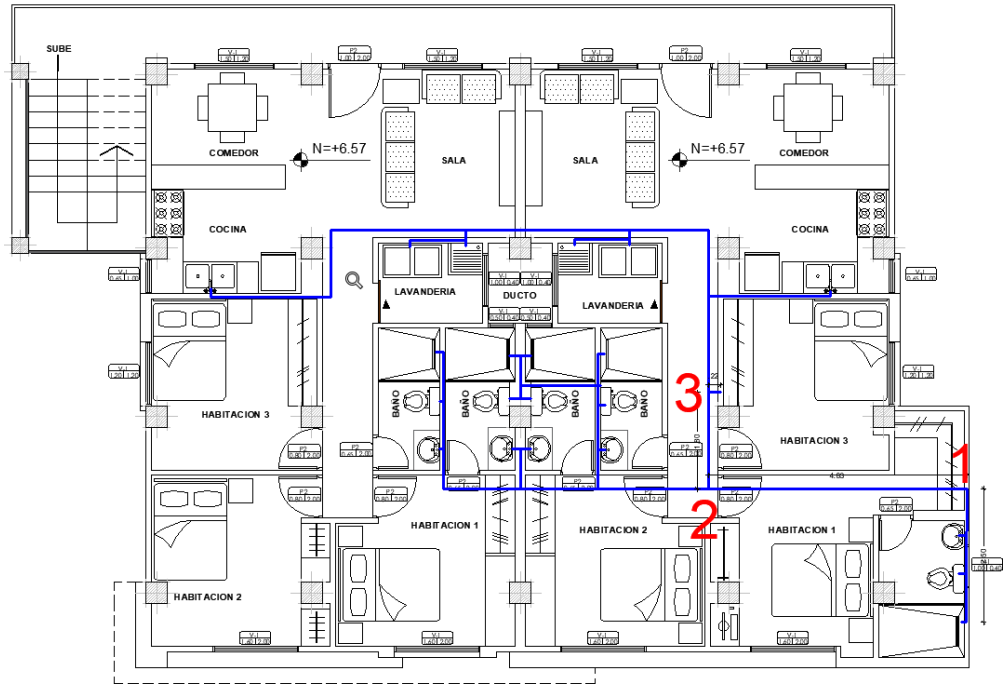


Figura 33

Implantación de agua potable segunda planta

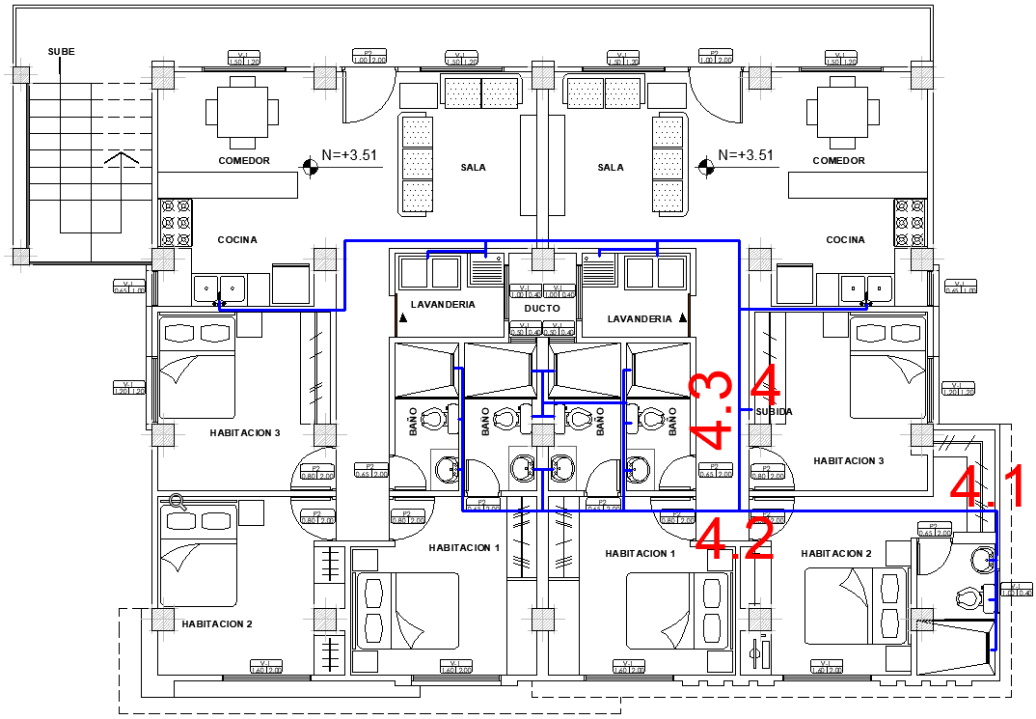


Figura 34

Implantación de agua potable primera planta

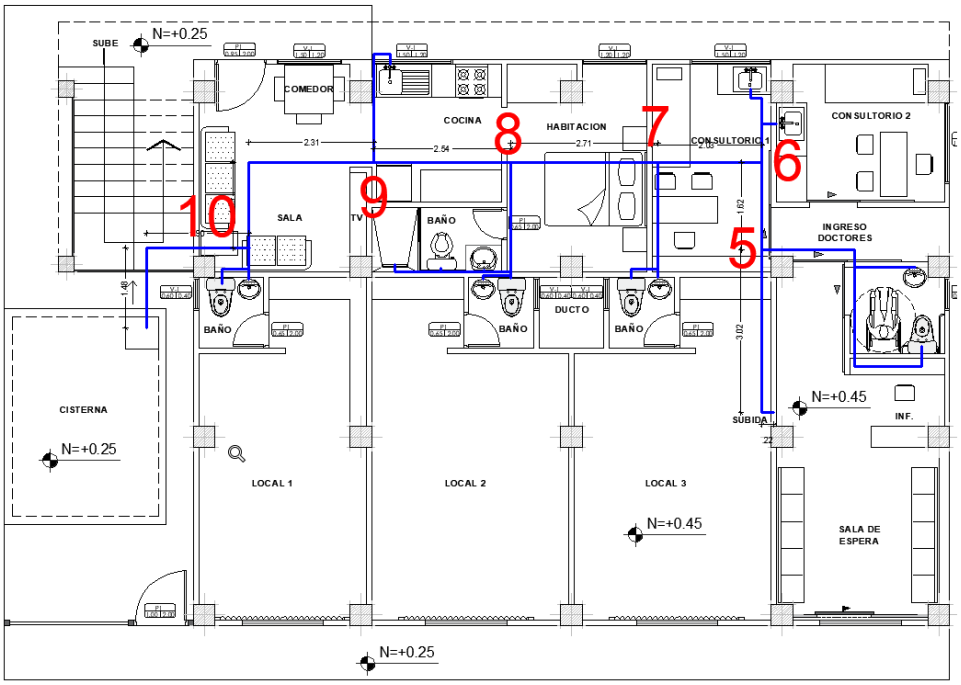


Tabla 47

Tabla resumen de caudales máximos probables para cada nodo

Nodo	n	Σqi	F	Ks	QMP
Nodo 1	3	0.4	2	0.76	0.30
Nodo 2	12	1.6	2	0.38	0.61
Total (N 1 y 2)	**15**	**2.0**	**2**	**0.35**	**0.71**
Nodo 3	6	1.2	2	0.52	0.62
Total (N 1, 2 y 3)	**21**	**3.2**	**2**	**0.31**	**1.00**
Nodo 4.1	3	0.4	2	0.76	0.30
Nodo 4.2	12	1.6	2	0.38	0.61
Total (N 4.1+N 4.2)	15	2.0	2	0.35	0.71
Nodo 4.3	6	1.2	2	0.52	0.62
Total (N 4.1+N 4.2+N4.3)	21	3.2	2	0.31	1.00
Total (N 1, 2, 3 y 4)	**42**	**6.4**	**2**	**0.25**	**1.62**
Nodo 5	2	0.2	2	1.00	0.20
Total (N 1, 2, 3 ,4 y 5)	**44**	**6.6**	**2**	**0.25**	**1.65**
Nodo 6	2	0.2	2	1.00	0.20
Total (N 1, 2, 3 ,4 ,5 y 6)	**46**	**6.8**	**2**	**0.25**	**1.68**
Nodo 7	2	0.2	2	1.00	0.20
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 y 7)	**48**	**7.0**	**2**	**0.24**	**1.71**
Nodo 8	5	0.6	2	0.57	0.34
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 ,7 y 8)	**53**	**7.6**	**2**	**0.24**	**1.81**

Nodo	n	Σqi	F	Ks	QMP
Nodo 9	1	0.2	2	1.00	0.20
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 ,7,8 y 9)	**54**	**7.8**	**2**	**0.24**	**1.84**
Nodo 10	2	0.2	2	1.00	0.20
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 ,7,8 ,9 y 10)	**56**	**8.0**	**2**	**0.23**	**1.87**

Con los caudales máximos probables se procede a la elección de los diámetros comerciales de tubería siguiendo los criterios de diseños mencionados

Tabla 48

Cálculo del Caudal Acumulado, Diámetro Nominal y Pérdidas de Carga en Tubería de Succión

Nodo	Qo	ø	Q	v	Material	C	hf
Nodo 1	0.30	3/4"	0.32	1.12	PVC	0.0001	0.069
Nodo 2	0.61	1"	0.57	1.12	PVC	0.0001	0.048
Total (N 1 y 2)	**0.71**	**1"**	**0.76**	**1.49**	**PVC**	**0.0001**	**0.080**
Nodo 3	0.62	1"	0.57	1.12	PVC	0.0001	0.048
Total (N 1, 2 y 3)	**1.00**	**1 1/4"**	**0.95**	**1.20**	**PVC**	**0.0001**	**0.041**
Nodo 4.1	0.30	3/4"	0.32	1.12	PVC	0.0001	0.069
Nodo 4.2	0.61	1"	0.57	1.12	PVC	0.0001	0.048
Total (N 4.1+N 4.2)	0.71	1"	0.76	1.49	PVC	0.0001	0.080
Nodo 4.3	0.62	1"	0.57	1.12	PVC	0.0001	0.048
Total (N 4.1+N 4.2+N4.3)	1.00	1 1/4"	0.95	1.20	PVC	0.0001	0.041
Total (N 1, 2, 3 y 4)	**1.62**	**1 1/2"**	**1.58**	**1.38**	**PVC**	**0.0001**	**0.042**
Nodo 5	0.20	3/4"	0.25	0.88	PVC	0.0001	0.045
Total (N 1, 2, 3 ,4 y 5)	**1.65**	**1 1/2"**	**1.77**	**1.55**	**PVC**	**0.0001**	**0.051**
Nodo 6	0.20	3/4"	0.25	0.88	PVC	0.0001	0.045
Total (N 1, 2, 3 ,4 ,5 y 6)	**1.68**	**1 1/2"**	**1.77**	**1.55**	**PVC**	**0.0001**	**0.051**
Nodo 7	0.20	3/4"	0.25	0.88	PVC	0.0001	0.045
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 y 7)	**1.71**	**1 1/2"**	**1.77**	**1.55**	**PVC**	**0.0001**	**0.058**
Nodo 8	0.34	3/4"	0.32	1.12	PVC	0.0001	0.069
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 ,7 y 8)	**1.81**	**1 1/2"**	**1.89**	**1.66**	**PVC**	**0.0001**	**0.051**
Nodo 9	0.20	3/4"	0.25	0.88	PVC	0.0001	0.045
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 ,7,8 y 9)	**1.84**	**1 1/2"**	**1.89**	**1.66**	**PVC**	**0.0001**	**0.051**
Nodo 10	0.20	3/4"	0.25	0.88	PVC	0.0001	0.045
Total (N 1, 2, 3 ,4, 5, 6 ,7,8 ,9 y 10)	**1.87**	**1 1/2"**	**1.89**	**1.66**	**PVC**	**0.0001**	**0.051**
Línea de succión	**1.87**	**1 1/2"**	**1.89**	**1.66**	**AG**	**0.00023**	**0.133**

Cálculo de perdidas por accesorios

Con los diámetros de tuberías seleccionados se procede a hacer el cálculo de pérdidas para cada accesorio de la tubería mediante la siguiente ecuación.

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4}\right) \pm B\right) \times \left(\frac{120}{C}\right)^{1.8519} \quad \text{(Ec. 3.81)}$$

Donde:

L_e = Número total de aparatos servidos

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla 49

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente según material de tubería

Tabla 49

Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40

Con la formula mencionada se obtiene las perdidas por accesorios tanto para la línea de succión como de impulsión

Tabla 50

Perdidas y altura dinámica de la línea de succión e impulsión

Pérdida Total de succión (hf)	1.62 m
Altura dinámica de succión (ADS)	2.62 m
Pérdida Total de impulsión (hf)	2.45 m
Altura Dinámica de Impulsión (ADI)	11.07 m

Con esto podemos calcular la altura dinámica total con la siguiente formula

$$ADT = ADS + ADI + H_p + P_d \quad \text{(Ec. 3.82)}$$

Donde:

ADT = Altura dinámica total

ADS = Altura dinámica de succión

ADI = Altura dinámica de impulsión

H_p = Cabeza de presión requerida en el dispositivo crítico

P_d = Presión Diferencial (entre arranque y parada de la bomba)

En este caso, el dispositivo crítico es una ducha, cuya presión requerida, según la Tabla 46, es de 10 m.c.a. La presión diferencial considerada es de 14 m.c.a. Por lo tanto, la Altura Dinámica Total (ADT) se calcula de la siguiente manera:

$$ADT = 2.62 + 11.07 + 10 + 14 = 37.69\ m.c.a$$

Usando un factor de seguridad 15% calculamos la altura dinámica total final de 43.34 m.c.a. De acuerdo con esto procedemos a calcular la potencia de la bomba mediante la siguiente ecuación.

$$P_{hp} = \frac{\gamma * ADT * Q}{76 * \eta} \qquad \text{(Ec. 3.83)}$$

Donde:

γ = Peso específico del agua

ADT = Altura dinámica total

Q = Caudal

η = Eficiencia conjunto motor bomba (0.65)

P_{hp} = Potencia de la bomba (teórica)

$$P_{hp} = \frac{1 * 43.34 * 1.62}{76 * 0.65} = 1.42\ HP$$

Se escoge un valor comercial de potencia de 1.5 HP para la bomba a usar

3.2.3.2 Diseño del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales

El presente capítulo describe el diseño del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas generadas en los locales comerciales, apartamentos y consultorios médicos de la edificación. El sistema está concebido para garantizar el transporte eficiente de las aguas servidas hacia la red pública de alcantarillado, cumpliendo con la normativa ecuatoriana vigente y los criterios hidráulicos y sanitarios establecidos en la NEC-11. Debido a que la NEC-11 no

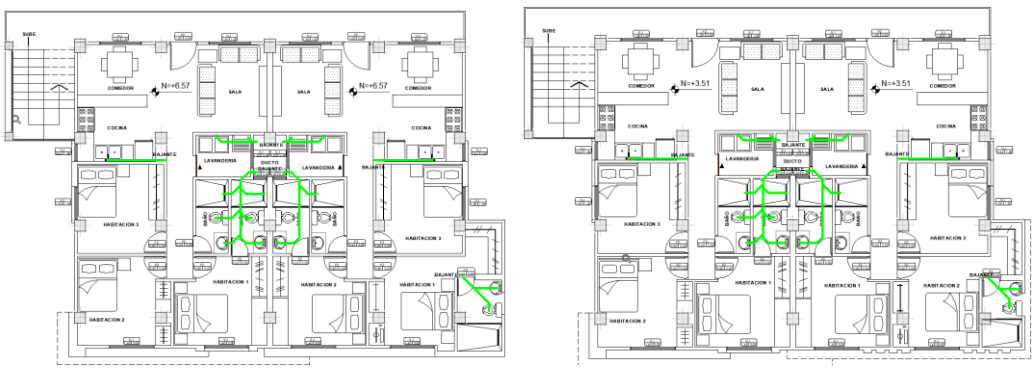
detalla criterios específicos para el dimensionamiento del sistema de recolección, tuberías de ventilación y sistemas pluviales, se complementó el diseño con las recomendaciones técnicas del libro de Pérez Carmona (2010) y otras fuentes especializadas, asegurando un diseño eficiente.

El sistema de recolección y evacuación de aguas residuales ha sido diseñado considerando la ubicación de los aparatos sanitarios y la distribución arquitectónica de los tres niveles de la edificación. El trazado se ha planificado para optimizar la longitud de las tuberías, reducir pérdidas de carga y facilitar el mantenimiento.

En cada piso, las tuberías de descarga provenientes de inodoros, lavamanos, fregaderos y otros equipos sanitarios se conectan a ramales horizontales que desembocan en bajantes verticales. Estas bajantes recorren toda la altura del edificio, ubicándose preferentemente en ductos técnicos o adosadas a muros internos para no interferir con el uso de los espacios.

Figura 35

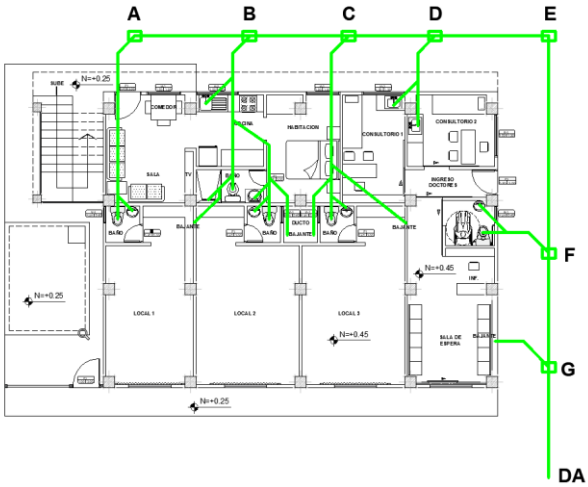
Implantación de bajantes Piso 1 y Piso 2



Los colectores horizontales principales se sitúan en la planta baja, recibiendo el flujo de las bajantes y conduciéndolo hacia la caja de inspección final ubicada en el límite del predio. En la planta baja, los colectores horizontales contarán con 7 cajas de inspección en la parte externa de la vivienda.

Figura 36

Implantación de colectores horizontales



Para el correcto dimensionamiento del sistema de desagüe del edificio, se utilizan las unidades de descarga, que representan la demanda hidráulica que cada aparato sanitario genera sobre la red de la evacuación, Estas unidades permiten calcular el caudal total esperado y así dimensional las tuberías y colectores para evitar obstrucciones y asegurar un funcionamiento eficiente. Según Pérez Carmona (2010) cada tipo de aparato sanitario tiene asignada una cantidad específica de unidades de descarga que refleja su uso y caudal típico. En la Tabla 51 se presentan los aparatos colocados por piso y sus correspondientes unidades de descarga.

Tabla 51

Aparato sanitario colocado y sus unidades de descarga

PISO	Aparato Sanitario	Cantidad	UD	Total UD
PISO 2	Lavamano	5	2	10
	Inodoro	5	3	15
	Ducha	5	2	10
	Fregaderos	2	2	4
	Lavadora	2	2	4
	Lavaplatos	2	2	4
PISO 1	Lavamano	5	2	10
	Inodoro	5	3	15
	Ducha	5	2	10
	Fregaderos	2	2	4
	Lavadora	2	2	4
	Lavaplatos	2	2	4
PLANTA BAJA	Lavamano	7	2	14
	Inodoro	5	3	15
	Ducha	1	2	2
	Fregaderos	0	2	0
	Lavadora	0	2	0
	Lavaplatos	1	2	2

En el dimensionamiento hidráulico en el sistema de desagüe, se utilizó el concepto de unidades de descarga (UD), que representan la demanda hidráulica asignada a cada aparato sanitario. Se consideró que 1 UD equivale a un caudal de 28.5 litros por minuto, correspondiente al caudal típico de un lavaplatos, que es uno de los aparatos representativos del sistema. Esta equivalencia se basa en valores reportados por Pérez Carmona (2010). Establecida la equivalencia entre el UD y el caudal, en la Tabla 52 se presenta el resumen de UD, caudal, longitud y diámetro de bajante.

Tabla 52

Diseño definitivo bajantes

Bajantes							
DSPT. #	**FLOORS SERVED**	**UNITS**				**DIMENSION**	
		Each floor Units	**Total Units**	**Max Units**	**Q l/s**	**L m**	**ϕ mm**
Bajante 1 (P2-P1)	1	7	7	240	3.29	3	110
Bajante 2 (P2-P1)	1	2	2	48	0.94	3	75
Bajante 3 (P2-P1)	1	14	14	240	6.58	3	110
Bajante 4 (P2-P1)	1	14	14	240	6.58	3	110
Bajante 5 (P2-P1)	1	4	4	48	1.88	3	75
Bajante 6 (P2-P1)	1	4	4	48	1.88	3	75
Bajante 7 (P2-P1)	1	2	2	48	0.94	3	75
Bajante 1 (P1-Pb)	1	7	14	240	3.29	3	110
Bajante 2 (P1-Pb)	1	2	4	48	0.94	3	75
Bajante 3 (P1-Pb)	1	14	28	240	6.58	3	110
Bajante 4 (P1-Pb)	1	14	28	240	6.58	3	110
Bajante 5 (P1-Pb)	1	4	8	48	1.88	3	75
Bajante 6 (P1-Pb)	1	4	8	48	1.88	3	75
Bajante 7 (P1-Pb)	1	2	4	48	0.94	3	75

El colector horizontal se dimensiona considerando la pendiente, el diámetro y la profundidad de excavación necesaria para garantizar un flujo eficiente y evitar problemas como sedimentación o acumulación. Se establece una pendiente mínima para asegurar que el agua y los residuos se desplacen por gravedad con suficiente velocidad. Según Pérez Carmona (2010), la pendiente mínima 1% para mantener un flujo autolimpiante. El diámetro se selecciona con base al caudal esperado, calculado a partir de las unidades de descargas totales y convertido a litros por segundo. Se verifica que el diámetro permita velocidades dentro del rango recomendado. La profundidad de excavación debe garantizar que la tubería mantenga la pendiente y, además, que la profundidad de la tubería sea suficiente para protegerla y evitar infiltraciones o daños mecánicos. En la Tabla 53 se presenta el resumen de la pendiente por tramo, diámetro y la profundidad de excavación necesaria en cada tramo.

Tabla 53

Resumen por tramo del diseño definitivo

SEG.	FLOW				DIMENSION		SLOPE	DESIGN			ELEVATIONS	
	UNITS			S	L	ϕ	S	Qo	Vo	Δh	INICIAL	FINAL
	PROPIO	ACUM.	MAX	%	m	mm	%	l/s	m/s	m	m	m
A-B	5	5	160	1	4	100	1	7.78	0.960	0.04	0.00	-0.34
B-C	54	59	160	1	3.5	200	1	49.42	1.52	0.04	-0.34	-0.38
C-D	45	104	160	1.6	3.5	200	1.6	62.52	1.93	0.06	-0.38	-0.43
D-E	4	108	160	1.7	4	200	1.7	64.44	1.99	0.07	-0.43	-0.50
E-F	0	108	160	1.7	7.7	200	1.7	64.44	1.99	0.13	-0.50	-0.63
F-G	5	113	160	1	4	250	1	89.61	1.77	0.04	-0.63	-0.67
G-DA	5	118	160	1	4	250	1	89.61	1.77	0.04	-0.67	-0.71

Para el dimensionamiento hidráulico, se emplearon las tablas de Manning presentadas en el libro de Pérez Carmona (2010), que relacionan el diámetro, pendiente y caudal para obtener velocidades y confirmar el correcto funcionamiento del colector. Pérez Carmona (2010) establece la velocidad mínima en tuberías colectoras debe ser de al menos 0.6 m/s para evitar sedimentación de sólidos en el fondo de la tubería. También específica que la profundidad debe mantenerse entre el 25% y el 75% del diámetro interno de la tubería. Esto asegura un régimen estable del flujo, evitando que sea demasiado bajo, lo que favorecería la sedimentación, o que sea demasiado alto, lo que podría generar problemas hidráulicos como turbulencias o reducción de espacio para el aire dentro de la tubería. En la Tabla 54 se presenta la verificación del cumplimiento de estos dos parámetros por tramo.

Tabla 54

Verificación de velocidad y profundidad por tramo

SEG.	Q	Qo	Vo	Q/Qo	y/ϕ	v/Vo	Y	V	Y	V
	l/s	l/s	l/s				mm	m/s		
A-B	2.35	7.78	0.960	0.302	0.432	0.74	43.2	0.7104	CUMPLE	CUMPLE
B-C	27.73	49.42	1.520	0.561	0.6	0.891	120	1.35432	CUMPLE	CUMPLE
C-D	48.88	62.52	1.930	0.782	0.748	0.99	149.6	1.9107	CUMPLE	CUMPLE
D-E	50.76	64.44	1.990	0.788	0.748	0.99	149.6	1.9701	CUMPLE	CUMPLE
E-F	50.76	64.44	1.990	0.788	0.748	0.99	149.6	1.9701	CUMPLE	CUMPLE
F-G	53.11	89.61	1.770	0.593	0.625	0.91	156.25	1.6107	CUMPLE	CUMPLE
G-DA	55.46	89.61	1.770	0.619	0.638	0.919	159.5	1.62663	CUMPLE	CUMPLE

Las tuberías de ventilación tienen la función principal de equilibrar las presiones dentro del sistema de desagüe, evitando la formación de vacíos que puedan causar el sifonamiento y entrada de gases desagradables a los ambientes.

En el diseño de esta edificación, las tuberías de ventilación se dimensionaron conforme a la cantidad y tipo de aparatos sanitarios conectados, siguiendo las recomendaciones y las tablas del libro de Pérez Carmona (2010).

Figura 37

Tuberías de ventilación

Diámetro de la bajante en pulg.	Unidades de Descarga ventiladas	Diámetro requerido para el tubo de Ventilación principal								
		11/4"	1 1/2"	2"	21/2"	3"	4"	5"	6"	8"
		Longitud máxima del tubo en metros								
1 1/4"	2	9,0								
1 1/2"	8	15,0	45,0							
1 1/2"	42		9,0	30,0	90,0					
2"	12	9,0	23,0	60,0						
2"	20	8,0	15,0	45,0						
2 1/2"	10	9,0	30,0							
3"	10		9,0	30,0	60,0	180,0				
3"	30			18,0	60,0	150,0				
3"	60			15,0	24,0	120,0				
4"	100			11,0	30,0	78,0	300,0			
4"	200			9,0	27,0	75,0	270,0			
4"	500			6,0	21,0	54,0	210,0			
5"	200				11,0	24,0	105,0	300,0		
5"	500				9,0	21,0	90,0	270,0		
5"	1,100				6,0	15,0	60,0	210,0		
6"	350				8,0	15,0	60,0	120,0	390,0	
6"	620				5,0	9,0	38,0	90,0	330,0	
6"	960					7,0	30,0	75,0	300,0	
6"	1,900					6,0	21,0	60,0	210,0	
8"	600						15,0	54,0	150,0	390,0
8"	1,400						12,0	30,0	120,0	360,0
8"	2,200						9,0	24,0	105,0	330,0
8"	3,600						8,0	18,0	75,0	240,0
10"	1,000							23,0	38,0	200,0
10"	2,500							15,0	30,0	150,0
								15,0	24,0	105,0
								8,0	18,0	75,0

Nota: Obtenido de Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones (Pérez Carmona, 2010)

Según la Figura 37 para las bajantes de 4" (110 mm) se selecciona una tubería de ventilación de 2" (50 mm), y, para las bajantes de 2" (50 mm) se selecciona una tubería de 1 1/2" (38 mm).

3.2.3.3 Diseño del sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias

El sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias de la edificación está diseñada para captar, conducir y evacuar eficientemente el agua pluvial proveniente de las cubiertas y superficies impermeables, evitando así problemas de inundaciones, filtraciones y daños estructurales.

Para el dimensionamiento hidráulico del sistema se consideraron las características de la edificación, el área total impermeable de la captación es de 181.5 m2 y una intensidad máxima de lluvia de 0.0278 mm/s*m2 (100 mm/h). Este valor se lo toma como referencia del libro de Pérez Carmona (2010), donde se asume una intensidad de 100 mm/h es un valor típico para el diseño, representando una lluvia fuerte con un período de retorno aproximado de 10 años. En la Tabla 55 se detalla el caudal correspondiente y el diámetro de la bajante.

Tabla 55

Diámetro de bajante pluvial

DSPT.	AREAS			Design
	SELF	Accumulated	Flow	Diameter
	m2	m2	l/s	in
1	181.5	181.5	5.05	4

La bajante descarga sobre el nivel de terreno para infiltración sobre el suelo y escorrentía a la vía pública. En la Tabla 56 se define el caudal, largo, diámetro y pendiente que tendrá el canalón del sistema de captación de aguas lluvias.

Tabla 56

Diseño definitivo del canalón

SEG.	Area		Flow rate	DIMENSION		SLOPE	DESIGN	
	Self	Accum	Q	L	ϕ	S	Qo	Vo
	m2	m2	l/S	m	in	%	l/s	m/s
A	181.5	181.5	5.05	16.50	4	1	7.78	0.96

Establecidas las dimensiones, en la T se realiza la verificación de velocidad del canalón y la profundidad dentro de la tubería.

Tabla 57

Verificación del canalón

Tramo A		
q	5.05	
Qo	7.78	
Vo	0.96	
q/Qo	0.65	
y/ϕ	0.657	
v/Vo	0.933	
Y	2.628	CUMPLE
V	0.896	CUMPLE

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental para el presente proyecto es importante porque permite anticipar, identificar y gestionar los posibles efectos que la construcción y operación del edificio puedan generar sobre el entorno, garantizando un equilibrio entre el desarrollo urbano y la conservación ambiental. Este instrumento constituye un requisito esencial para asegurar la compatibilidad del proyecto con el contexto local, facilitando la toma de decisiones informadas y responsables en cada etapa de su ejecución. Asimismo, contribuye al cumplimiento de la normativa ambiental vigente, promueve la transparencia mediante la inclusión de la comunidad en el proceso y asegura que la infraestructura proyectada se desarrolle bajo un enfoque sostenible, minimizando los riesgos y potenciando beneficios sociales, económicos y ambientales a largo plazo.

Como se observa en la Figura 1 el proyecto se ubicará en la parroquia 12 de Marzo, Portoviejo. Según los datos proporcionados por el cliente, el predio cuenta con 770.21 m^2. Se tiene un estimado de 600 m^2 de construcción total del edificio. Este edificio de 3 plantas es de uso mixto, ya que combina áreas residenciales y áreas comerciales. Para llevar a cabo este proyecto se requieren métodos que minimicen impactos ambientales. Por consiguiente, se realizará un pseudo estudio de impacto ambiental, evaluando cada fase del proceso constructivo para asegurar la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Al realizar un correcto diseño hidrosanitario del proyecto, con sistemas eficientes de distribución de agua, recolección de aguas servidas, ventilación sanitaria y materiales se alinea con el ODS 6: Agua limpia y saneamiento impulsa el acceso universal y equitativo a servicios de agua potable y recolección segura. Mediante el cumplimiento de las normas de diseño sísmico (NEC-SE-DS) y la implementación de materiales duraderos nos alineamos con el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles que promueve la construcción de edificaciones resilientes ante desastres naturales, especialmente en zonas de alto riesgo sísmico como Portoviejo.

Finalmente, el proyecto se asocia al ODS 12: Producción y consumo responsables mediante la optimización del uso de materiales de construcción, soluciones que minimicen el desperdicio y la generación de residuos, así como en la incorporación de sistemas de ahorro de agua y captación de lluvias, con la finalidad de reducir la huella ambiental del proyecto.

4.2 Línea base ambiental

El área de influencia directa del proyecto se ubica en la parroquia 12 de marzo, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. Se trata de una zona urbana consolidada, caracterizada por usos residenciales y comerciales. De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022) y el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Portoviejo (GAD Municipal de Portoviejo, 2019), este sector presenta un proceso de expansión urbana sostenida, lo que ha transformado de manera significativa la cobertura del suelo y la dinámica poblacional.

4.2.1 Medio físico

El relieve del terreno es predominantemente plano a ligeramente inclinado, con pendientes suaves que oscilan entre el 2% y el 5%, lo que favorece las obras de cimentación y disminuye riesgos de erosión o inestabilidad. Según la cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2015), no se identifican pendientes pronunciadas ni formaciones geológicas de riesgo en el área inmediata.

El clima corresponde al tipo tropical mega térmico seco, característico de la costa ecuatoriana, con una temperatura media anual de 25-25 °C y una precipitación promedio de 750-1000 mm anuales, concentradas principalmente entre enero y abril (INAMHI, 2021). En cuanto al recurso hídrico, no se registran cuerpos de agua superficiales en el área del proyecto, debido a su ubicación urbana y a la existencia de sistemas de drenaje pluvial artificial.

La calidad ambiental actual refleja las condiciones propias de una zona urbana: presencia de emisiones atmosféricas asociadas principalmente al tránsito vehicular, niveles de ruido superiores a los de un entorno rural, y cobertura de suelo predominante impermeabilizada por edificaciones y pavimento, lo que limita la infiltración natural del agua de lluvia.

4.2.2 Medio biótico

El área de intervención directo no registra cobertura vegetal significativa, debido a que la zona ha sido previamente urbanizada y consolidada. No se identifican especies de flora nativa ni hábitats de importancia ecológica. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2020), el sitio no se encuentra dentro de áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) ni en zonas de conservación municipal.

4.2.3 Medio socieconómico

El entorno inmediato cuenta con infraestructura y servicios básicos consolidados: red eléctrica, agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, lo cual constituye una ventaja para el desarrollo de proyectos urbanos al reducir la necesidad de nuevas obras complementarias (GAD Municipal de Portoviejo, 2019). La accesibilidad es favorable gracias a la conectividad vial con la red urbana de Portoviejo, lo que facilita tanto la movilidad de personas como el ingreso de materiales.

La parroquia 12 de Marzo presenta una población en crecimiento, con una mezcla de usos residenciales y comerciales. Según datos del (INEC, 2022), la población urbana de Portoviejo supera os 280000 habitantes, con una densidad demográfica creciente en parroquias urbanas como la 12 de Marzo. La dinámica socioeconómica local se caracteriza por actividades comerciales de pequeña y mediana escala, servicios, y empleo vinculado al sector terciario.

4.3 Actividades del proyecto

La elaboración de este proyecto tiene como objetivo principal brindar un diseño que satisfaga las necesidades del cliente, así como su seguridad. Las distintas actividades que se mencionan muestran los impactos ambientales provocados durante la ejecución del proyecto y durante su operación.

Fase constructiva:

Movimiento de tierras

- Excavación a máquina: Consiste en la remoción del material del terreno con el uso de retroexcavadoras o miniexcavadoras, para dar lugar a las cimentaciones del edificio.
- Relleno y compactación con subbase clase tipo 3: Se realiza el traslado de material desde la cantera y su posterior colocación en el predio, para nivelar y compactar el terreno de acuerdo con el diseño estructural.

Cimentación y Superestructura

- Hormigonado de elementos estructurales: Actividad que comprende la preparación de la mezcla de hormigón, su vaciado en cimentaciones, columnas, vigas, losas y demás elementos estructurales, además del proceso de curado.
- Figurado de acero (para cimentación, columnas, vigas, nervios, escaleras): Comprende el corte, doblado y armado del acero de refuerzo, siguiendo las dimensiones y especificaciones de los planos estructurales.

- Colocación de casetones de poliestirenos: Instalación de casetones para aligerar losas, permitiendo reducir el peso propio de la estructura.
- Encofrado: Armado y montaje de moldes temporales de madera o metálicos que sirven para dar forma al hormigón en el proceso de vaciado.
- Acabados y paredes mampostería: Levantamiento de muros, aplicación de morteros, enlucidos, colocación de revestimientos, pintura y demás trabajos de acabados interiores y exteriores.
- Suministro, fabricación y montaje de estructura metálica para cubierta: Actividad que comprende el traslado de perfiles metálicos al sitio de obra, su armado, soldadura o atornillado y la instalación de la cubierta metálica.

Sistema Hidrosanitario

- Instalación de tuberías para aguas potables, aguas lluvias, aguas residuales: Comprende el tendido y conexión de tuberías de PVC o HDPE, accesorios y equipos, de acuerdo con los planos hidrosanitarios del proyecto.

Fase de operación:

- Uso de energía: Se refiere el consumo eléctrico del edificio durante su funcionamiento, mediante iluminación, equipos y sistemas instalados, considerando la incorporación de tecnologías de eficiencia energética.
- Uso de agua: Corresponde al abastecimiento y consumo de agua potable dentro de la edificación, así como la descarga hacia el sistema de aguas residuales.

En la Tabla 58 se representa el árbol de factores, que organiza los impactos del proyecto de construcción de uso mixto en Portoviejo en tres niveles: medio (biofísico, humano y socioeconómico), elemento (como suelo, aire o bienestar físico) y factor, que refleja los efectos o aspectos relevantes de cada elemento. Esta estructura permite visualizar de manera clara cómo las actividades del proyecto afectan distintos componentes del entorno y facilita la planificación de medidas de manejo ambiental y social.

Tabla 58

Árbol de factores

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico	Físico	Suelo	Cambio en el relieve, compactación
			Contaminación por residuos de construcción
	Atmosférico	Aire	Generación de polvo
	Hídrico	Nivel freático	Riesgo de infiltración de contaminantes
	Energético	Energía eléctrica	Consumo energético en construcción y en operación
Humano	Calidad de vida	Bienestar físico	Ruido, polvo y tránsito de maquinaria
		Bienestar social	Mejora del entorno urbano y acceso a servicios
Socioeconómico	Económico	Generación de empleo	Mano de obra local durante la construcción
		Inversión	Valor inmobiliario en la zona

4.4 Identificación de impactos ambientales

Se identifican los posibles impactos ambientales derivados de las principales actividades del proyecto:

Tabla 59

Impacto ambiental para Movimiento de tierras

Capítulo	Actividad	Factor afectado	Descripción del impacto ambiental
Movimiento de tierras	Excavación a máquina	Aire	Emisión de polvo y dióxido de carbono por maquinaria diésel.
		Ruido	Contaminación por ruido por el uso de maquinaria.
	Relleno y compactación	Suelo	Reducción de la infiltración natural del terreno.
		Atmósfera	Emisiones por transporte de materiales.

Tabla 60

Impacto ambiental por Cimentación y superestructura

Capítulo	Actividad	Factor afectado	Descripción del impacto ambiental
Cimentación y superestructura	Hormigonado de elementos estructurales	Atmósfera	Emisión de dióxido de carbono por el cemento.

Capítulo	Actividad	Factor afectado	Descripción del impacto ambiental
		Agua	Alto consumo de agua en mezclado y curado.
	Figurado de acero	Suelo	Residuos metálicos.
		Energía	Consumo de energía eléctrica.
		Ruido	Generación de ruido por corte y doblado.
	Colocación de casetones de poliestireno	Suelo	Contaminación por micro plásticos al fragmentarse este material no biodegradable
	Encofrado	Suelo	Residuos (madera o plástico).
		Agua	Posible contaminación por desmoldantes.
	Acabados y mampostería	Aire	Emisión de polvo.
		Agua	Uso de agua y pinturas potencialmente contaminantes
		Suelo	Generación de escombros.
	Montaje de estructura metálica	Ruido	Contaminación auditiva

Tabla 61

Impacto ambiental por Fase de operación

Capítulo	Actividad	Factor afectado	Descripción del impacto ambiental
Fase de operación	Uso de energía	Energía	Alto consumo eléctrico.
	Uso de agua	Recurso hídrico	Posible desperdicio de agua sin sistemas de ahorro.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Para realizar la valoración de impactos ambientales se ha adoptado como metodología propuesta por Boris Tito (2020). Esta metodología permite evaluar de manera cualitativa y cuantitativa los efectos que un proyecto puede generar sobre los componentes del entorno natural, social y económico.

El método se basa en la fórmula del valor del impacto ambiental, que permite establecer una escala que combina la severidad de la acción (magnitud) y la relevancia del factor ambiental afectado (importancia). Esta fórmula es la siguiente:

$$VI = \pm\sqrt{I\ x\ |M|} \qquad \text{(Ec. 4.1)}$$

Donde:

VI: Valor del impacto

M: Magnitud del impacto

I: Importancia del impacto

La valoración se realiza mediante una matriz en la que se detallan todas las actividades del proyecto y los factores ambientales posiblemente afectados. Cada cruce se valora asignando valores a la magnitud e importancia según una escala preestablecida (de 1 a 10), y se calcula el valor del impacto (VI) correspondiente.

En la Tabla 62 se obtiene una categorización por su repercusión del valor de impacto ambiental.

Tabla 62

Categorización de valoración cualitativa (Boris Tito, 2020)

CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Valor del índice de impacto ambiental (VI)
Altamente significativo	$VI \leq -6.5$
Significativo	$-6.5 \geq VI \leq -4.5$
Despreciable	$-4.5 \geq VI \leq 0$
Benéfico	$VI > 0$

Tabla 63

Matriz de Leopold

COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES									
		Movimiento de tierras		Cimentación y superestructura						Fase de operación	
		Excavación a Máquina	Relleno y compactación	Hormigonado	Figurado de acero	Colocación de casetones	Encofrado	Acabados y mampostería	Montaje de estructura metálica	Uso de energía	Uso de agua
Medio Físico	Aire	-5 / 6	-4 / 3	-3 / 6	-2 / 5	-1 / 5	-2 / 5	-3 / 2	-2 / 8	-3 / 5	-1 / 2
	Suelo	-3 / 5	-5 / 8	-1 / 9	-1 / 2			-1 / 5	-1 / 7		
	Agua	-2 / 8		-4 / 2				-2 / 5			-4 / 5
Medio Socio-Económico	Económica	3 / 5	2 / 8		2 / 5	1 / 6		2 / 8	3 / 5	2 / 5	1 / 5
	Social	-1 / 2	-1 / 5	-1 / 3				-1 / 5		-1 / 7	
	Población actual y futura	-2 / 8	-3 / 2	-2 / 6	-1 / 5		-1 / 3	-3 / 2	-2 / 5	-2 / 8	-1 / 5

Tabla 64

Valoración final

COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES										Resultados		
		Movimiento de tierras		Cimentación y superestructura						Fase de operación				
		Excavación a Máquina	Relleno y compactación	Hormigonado	Figurado de acero	Colocación de casetones	Encofrado	Acabados y mampostería	Montaje de estructura metálica	Uso de energía	Uso de agua	TOTAL	NÚMERO DE ACTIVIDADES	VI Promedio
Medio Físico	Aire	-5.5	-3.5	-4.2	-4.2	-2.2	-3.2	-2.4	-4.0	-3.9	-1.4	-34.6	10.0	-3.5
	Suelo	-3.9	-6.3	-3.0	-4.2	0.0	0.0	-2.2	-2.6	0.0	0.0	-22.3	6.0	-2.2
	Agua	-4.0	0.0	-2.8	0.0	0.0	0.0	-3.2	0.0	0.0	-4.5	-14.5	4.0	-1.4
Medio Socio-Económico	Económica	3.9	4.0	0.0	3.2	2.4	0.0	4.0	-3.9	3.2	2.2	19.0	8.0	1.9
	Social	-1.4	-2.2	-1.7	0.0	0.0	0.0	-2.2	0.0	-2.6	0.0	-10.3	5.0	-1.0
	Población actual y futura	-4.0	-2.4	-3.5	-2.2	0.0	-1.7	-2.4	-3.2	-4.0	-2.2	-25.7	9.0	-2.6
TOTAL		-14.9	-10.5	-15.3	-7.6	0.2	-4.9	-8.5	-13.7	-7.4	-5.9	-88.3	42.0	-8.8

El análisis de la Tabla 64 evidencia que el balance general de impactos es marcadamente negativo. El resultado final arroja un valor acumulado de -88.3, acompañado de un VI promedio de -8.83, lo cual indica que los efectos ambientales adversos superan de forma considerable a los positivos. Al desagregar los resultados, se observa que el medio físico es el componente más afectado, en particular el aire, que registra un VI promedio de -3.5. Este valor refleja la

influencia crítica de actividades como el movimiento de tierras, la cimentación y el hormigonado, que generan emisiones de partículas y contaminantes atmosféricos. De manera complementaria, el suelo presenta un VI promedio de -2.2, asociado principalmente a los procesos de excavación, relleno y compactación que generan pérdida de la estructura edáfica y riesgos de erosión. Por su parte, el agua alcanza un VI promedio de -1.4, un valor que, aunque menor en magnitud que el del aire y el suelo, denota la presión ejercida por el uso intensivo del recurso y la posibilidad de descargas que alteren su calidad.

En cuanto al medio socioeconómico, los resultados muestran una situación diferenciada. La dimensión económica es la única que presenta un efecto positivo, con un VI promedio de +1.9, lo cual se relaciona con la generación de empleo, la dinamización económica local y la inversión asociada a las actividades del proyecto. No obstante, la dimensión social y la de población actual y futura se valoran de manera negativa, con VI promedios de -1 y -2.6, respectivamente. Estos valores reflejan las molestias a la comunidad por el ruido, tránsito y ocupación temporal del territorio, así como la presión a largo plazo sobre los recursos disponibles y el bienestar poblacional.

La interpretación integrada de los resultados permite concluir que, aunque el componente económico introduce un matiz positivo, este no logra compensar la magnitud de los impactos negativos registrados en el medio físico ni en los aspectos sociales. En consecuencia, el valor total de -88.33 refleja un escenario ambiental desfavorable, donde el aire, el suelo y el agua se identifican como los factores más vulnerables, y donde los beneficios económicos resultan limitados frente al deterioro ambiental y social previsto.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Con base en los resultados obtenidos mediante la aplicación de la Matriz de Leopold cuantificada, se identificaron las actividades del proyecto con mayores impactos negativos sobre los factores ambientales. Se detalla el Plan de Mitigación, cuyo objetivo es reducir los efectos adversos generados por la ejecución del proyecto de construcción de uso mixto en Portoviejo.

El plan se enfoca en las actividades que presentan un impacto ambiental significativo ($VI \leq -2$), priorizando los factores más afectados según el análisis cuantitativo, siendo estos: el aire ($VI\ promedio \leq -3.5$), el suelo (-2.2) y la población actual y futura (-2.6).

A continuación, se presentan las principales actividades causantes de impactos, junto con sus respectivas medidas de prevención, mitigación y control.

4.6.1 Hormigonado (VI total: -15.3)

Factores afectados: Aire, suelo, población.

Medidas de mitigación:

- Uso de mezcladoras herméticas y con mantenimiento al día para evitar emisiones de polvo y gases.
- Control de derrames de concreto fresco sobre suelo natural.
- Limpieza inmediata de residuos en zonas de trabajo.
- Prohibición de vertido de mezclas de en alcantarillado o canales naturales.
- Jornadas de trabajo que eviten molestias por ruido en horarios nocturnos.

4.6.2 Montaje de estructura metálica (VI total: -13.7)

Factores afectados: Aire, suelo, población, social.

Medidas de mitigación:

- Señalización adecuada y delimitación asegura de la zona de montaje.
- Minimización del tránsito pesado en horas pico.
- Comunicación previa con la comunidad sobre maniobras de alto riesgo.
- Evaluación de vibraciones en viviendas cercanas.

4.6.3 Excavación a máquina (VI total: -14.9)

Factores afectados: Aire, suelo, agua, población.

Medidas de mitigación:

- Rociado periódico con agua para evitar levantamiento de polvo.
- Mantenimiento preventivo de maquinaria para controlar emisiones y fugas de fluidos.
- Excavación sectorizada y controlada para evitar desestabilización de suelos.
- Canalización o contención temporal de escorrentías.
- Capacitación del operador sobre procedimientos de seguridad y ambiente.

4.6.4 Uso de energía (VI total: -7.4)

Factores afectados: Aire, económica, población.

Medidas de mitigación:

- Uso de luminarias LED y maquinaria de bajo consumo energético.
- Monitoreo del consumo energético y aplicación de medidas correctivas.

- Informar a los trabajadores sobre prácticas de eficiencia energética.

4.6.5 Uso de agua (VI total: -5.9)

Factores afectados: Agua, población.

Medidas de mitigación:

- Instalación de puntos de cierre automático en grifos.
- Reutilización de aguas grises para limpieza de obra o riesgo de vías.
- Monitoreo del consumo y reporte diario de volúmenes utilizados.
- Prohibición de vertido directo al suelo o sistemas pluviales.

Tabla 65

Resumen del plan de mitigación

Actividad	Impacto Principal	Medida de mitigación	Responsable	Frecuencia
Excavación a máquina	Aire, suelo	Rociado de agua, cubrir camiones, mantenimiento de maquinaria	Residente de obra	Diaria
Hormigonado	Aire, suelo, agua, social	Manejo adecuado del concreto, evitar vertidos, protección del suelo	Maestro de obra	Durante la actividad
Montaje de estructura metálica	Aire, suelo, población	Uso de maquinaria eficiente, señalización, restricciones horarias	Residente de obra	Durante el montaje

Actividad	Impacto Principal	Medida de mitigación	Responsable	Frecuencia
Relleno y compactación	Suelo	Compactación por capas, protección del terreno	Residente de obra	Durante relleno
Uso de energía	Aire, población	Optimizar uso eléctrico, trabajar en horarios establecidos	Encargado eléctrico	Diaria
Uso de agua	Agua	Almacenamiento seguro, reutilización de agua, evitar descargas al suelo	Residente de obra	Durante uso
Acabados y mampostería	Suelo, social	Almacenar materiales en superficie impermeable, reducir residuos	Residente de obra	Durante acabados
Figurado de acero	Aire, población	Separar residuos metálicos, evitar residuos al suelo	Residente de obra	Durante figurado
Encofrado	Aire, población	Evitar trabajos ruidosos nocturnos, delimitar áreas de trabajo	Residente de obra	Durante encofrado

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

A continuación, se muestra la Tabla 66 con las actividades de todo el proyecto

Tabla 66

Desglose de actividades del proyecto

Código	Descripción
1. Movimiento de tierras	
1.1	Excavación a máquina en material común
1.2	Relleno y compactación con subbase clase tipo 3
2. Obras Preliminares	
2.1	Trazado y replanteo
3. Cimentación	
3.1	Figurado y armado de acero de zapatas aisladas
3.2	Encofrado de zapatas
3.3	Replantillo (f'c=110 kg/cm2)
3.4	Hormigón de zapatas (210 kg/cm2)
3.5	Figurado y armado de acero en riostras
3.6	Encofrado de riostras
3.7	Encofrado de muro de ciclópeo
3.8	Hormigón ciclópeo
3.9	Hormigón de riostras
4. Superestructura	
4.1	Figurado y armado de columnas
4.2	Figurado y armado de vigas
4.3	Figurado y armado de losas
4.4	Encofrado de columnas
4.5	Encofrado de vigas
4.6	Encofrado de losas
4.7	Hormigón de columnas (280 kg/cm2)
4.8	Hormigón de vigas y losas (280 kg/cm2)
4.9	Hormigón de contrapiso (210 kg/cm2)
4.10	Colocación de casetones de poliestireno
5. Estructura Metálica	
5.1	Suministro, fabricación y montaje de estrucutra metálica de cubierta
6. Mampostería y Enlucido	
6.1	Paredes de mampostería
6.2	Enlucido de paredes
7. Sistema Hidrosanitario	
7.1	Instalación de tuberías de agua potable
7.2	Instalación de tuberías de aguas lluvias

5.2 Especificaciones Técnicas

5.2.1 Normas y documentos de Referencia

En el diseño de la edificación propuesta el diseño se realizó conforme a las normativas y manuales:

- NEC-SE-HM: Hormigón Armado.
- NEC-SE-DS: Diseño Sismo Resistente.
- NEC-SE-CG: Cargas Gravitacionales.
- NEC-SE-GC: Geotecnia y Cimentaciones.
- ACI 318-19: Building Code Requirements for Structural Concrete.
- Guía práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC 2015.
- NEC-SE-HS: Hidrosanitario.
- Pérez Carmona (2010). Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

5.2.2 Especificaciones de materiales

Los materiales que se tomaron en cuenta al diseñar estructuralmente y llevar a cabo el proyecto son:

- Concreto:
  - Resistencia a la compresión $f'c = 280\ \frac{kg}{cm^2}$.
  - Asentamiento: 7 – 10 cm.
  - Cemento Portland tipo GU confirme a NEC-SE-HM
  - Agregados limpios y con granulometría controlada.
- Acero de refuerzo:
  - Límite de fluencia del acero $f'c = 4200\ \frac{kg}{cm^2}$.
  - Barras corrugadas según NEC-SE-HM y ACI 318-19.
- Encofrado:
  - Madera o metálico en buen estado, tratada con desencofrante para evitar adherencia.

En el diseño hidrosanitario los materiales a utilizar son:

- Tuberías de agua potable: PVC clase presión 10, diámetros según diseño.
- Tuberías de desagüe: PVC sanitario serie 25, pendiente mínima según NEC-SE-HS.
- Accesorios: codos, tees, uniones y válvulas, del mismo material de la tubería.

5.2.3 Especificaciones técnicas de los Rubros

5.2.3.1 Trazado y replanteo

Descripción: Consiste en ubicar las referencias topográficas antes del inicio de la obra

Equipos: Equipos topográficos

Materiales: Insumos para señalización

Metodología: El fiscalizador junto con el contratista a partir de un punto georreferenciado establecerán la ubicación de las referencias (niveles, abscisas, ubicación de estructura) para el arranque de la obra.

Medición y forma de pago: metros cuadrados ejecutados.

5.2.3.2 Excavación a máquina en material común

Descripción: Consiste en la remoción del material del terreno mediante retroexcavadoras o miniexcavadoras, con el fin de preparar el terreno para futuras cimentaciones y nivelaciones.

Equipos: Retroexcavadora, miniexcavadora, volquetas.

Materiales: Combustible, estacas y cal para señalización.

Metodología: El contratista procederá a la excavación siguiendo los niveles y dimensiones establecidas en planos y replanteos topográficos. El material excavado será transportado mediante volquetas para su disposición final o reutilización en rellenos autorizados.

Medición y forma de pago: metros cúbicos de excavación ejecutados.

5.2.3.3 Relleno y compactación con subbase clase tipo 3

Descripción: Consiste en el traslado de material desde la cantera y su colocación en el predio, para nivelar y compactar el terreno.

Equipos: Retroexcavadora, cargador frontal, compactador rodillo, planchadora.

Materiales: Material granular (arena, grava), combustible, agua para humedecer.

Metodología: Se realizará el transporte del material desde cantera, se depositará en capas uniformes de espesor definido, y se compactará mediante rodillos hasta alcanzar la densidad especificada. Cada capa será verificada con ensayo de compactación.

Medición y forma de pago: metros cúbicos de relleno ejecutado.

5.2.3.4 Figurado y armado de acero de zapatas aisladas

Descripción: Consiste en el corte, doblado y colocación del acero de refuerzo de las zapatas aisladas, de acuerdo con los planos estructurales y especificaciones técnicas del proyecto.

Equipos: Cortadora de varilla, dobladora de varilla, alicates, esmeril angular.

Materiales: Varilla de acero de refuerzo, alambre recocido.

Metodología: El acero se cortará y doblará según las dimensiones indicadas en los planos. Se procederá el armado de parillas y a su colocación dentro de la excavación, cuidando el recubrimiento mediante el uso de separadores plásticos o de mortero. La fiscalización verificará dimensiones, cantidades de varillas y traslapos antes del vaciado de hormigón.

Medición y forma de pago: kg de acero colocado.

5.2.3.5 Encofrado de zapatas.

Descripción: Consiste en el montaje de moldes temporales de madera o metálicos para contener el hormigón durante el vaciado de las zapatas.

Equipos: Martillos, sierras, taladros eléctricos, escuadras, cintas métricas.

Materiales: tablas, tablones, puntales, clavos, tornillos, desmoldante.

Metodología: Se colocarán los moldes según las dimensiones de planos, cuidando la verticalidad y alineación. Se asegurarán los encofrados mediante puntales para evitar deformaciones durante el vaciado del hormigón. El desencofrado se realizará cuando el hormigón haya alcanzado la resistencia mínima necesaria.

Medición y forma de pago: metro cuadrado de superficie encofrada ejecutada.

5.2.3.6 Replantillo

Descripción: Colocación de una capa de hormigón pobre ($f'c \approx 100 - 120\ \frac{kg}{cm^2}$) en el fondo de las excavaciones, con el fin de nivelar la superficie y mejorar las condiciones de apoyo de las zapatas.

Equipos: Mezcladora de hormigón, carretillas, palas.

Materiales: Cemento, arena, grava, agua.

Metodología: El hormigón será preparado en la mezcladora, transportado en carretillas y vaciado en la excavación. Se extenderá en una capa uniforme. Se verificará el espesor y nivel según planos.

Medición y forma de pago: metro cúbico de replantillo fundido.

5.2.3.7 Hormigón de zapatas

Descripción: Vaciado de hormigón estructural en las zapatas aisladas, previamente armado y encofrado.

Equipos: Mezcladora de hormigón, vibrador de inmersión, carretillas, reglas de nivelación.

Materiales: Cemento, arena, grava, agua, aditivos.

Metodología: El hormigón se preparará en mezcladora o se recibirá premezclado. Se transportará hasta las zapatas, se vaciará de manera continua y se compactará con vibradores para evitar oquedades. Se realizará el curado durante al menos 7 días.

Medición y forma de pago: metro cúbico de hormigón fundido.

5.2.3.8 Figurado y armado de columnas

Descripción: Corte, doblado y armado del acero de refuerzo de las columnas según los planos estructurales, asegurando el recubrimiento adecuado.

Equipos: Cortadora y dobladora de varilla, alicates, esmeril angular.

Materiales: Varilla de acero de refuerzo, alambre recocido.

Metodología: Se cortará y doblará el acero según los planos. Se armarán las parrillas de columna y se colocarán en posición vertical dentro de los encofrados. Se verificará cantidad de varillas, traslapos y recubrimientos antes de vaciar el hormigón.

Medición y forma de pago: kg de acero colocado.

5.2.3.9 Encofrado de columnas

Descripción: Montaje de moldes temporales para dar forma al hormigón de las columnas.

Equipos: Martillos, sierras, taladros, escuadras, cintas métricas.

Materiales: Tablas, puntales, clavos, tornillos, desmoldante.

Metodología: Se arman los encofrados respetando las dimensiones de planos, asegurando su verticalidad y alienación. Se fijan los puntales y se revisa antes del vaciado de hormigón.

Medición y forma de pago: metro cuadrado de superficie encofrada ejecutada.

5.2.3.10 Hormigón de columnas

Descripción: Vaciado de hormigón estructural en las columnas, previamente armadas y encofradas.

Equipos: Mezcladora de hormigón, carretillas, cubetas, reglas de nivel, vibrador portátil.

Materiales: Cemento, arena, grava, agua, aditivos.

Metodología: Se vacía el hormigón de manera continua en las columnas, se compacta con vibradores para eliminar vacíos. Se realiza curado mínimo 7 días y se verifica resistencia mediante probetas.

Medición y forma de pago: metro cúbico de hormigón fundido.

5.2.3.11 Figurado y armado de vigas

Descripción: Corte, doblado y armado del acero de refuerzo de las vigas, siguiendo las especificaciones estructurales.

Equipos: Cortadora y dobladora de varilla, alicates, esmeril angular.

Materiales: Varilla de acero de refuerzo, alambre recocido.

Metodología: Se cortará y doblará el acero según los planos, se armarán las vigas sobre soportes provisionales, respetando las dimensiones y niveles de diseño. Se verificará posición de varillas y traslapos antes del encofrado y hormigonado.

Medición y forma de pago: kg de acero colocado.

5.2.3.12 Figurado y armado de losa

Descripción: Corte, doblado y armado del acero de refuerzo de las losas, siguiendo las especificaciones estructurales.

Equipos: Cortadora y dobladora de varilla, alicates, esmeril angular.

Materiales: Varilla de acero de refuerzo, alambre recocido.

Metodología: Se arman las mallas de acero de las losas y se colocan sobre los soportes correspondientes, respetando la posición y el recubrimiento indicado. Se verifica que no haya desplazamiento antes del hormigonado conjunto con las vigas.

Medición y forma de pago: kg de acero colocado.

5.2.3.13 Encofrado de vigas

Descripción: Montaje de moldes para dar forma a las vigas estructurales antes del hormigonado.

Equipos: Martillos, sierras, taladros, escuadras, cintas métricas.

Materiales: Tablas, puntales, clavos, tornillos, desmoldante.

Metodología: Se montan los encofrados siguiendo las dimensiones y niveles de planos. Se asegura la correcta sujeción y alineación para evitar deformaciones durante el vaciado.

Medición y forma de pago: metro cuadrado de superficie encofrada.

5.2.3.14 Encofrado de losas

Descripción: Montaje de moldes y cimbras para soportar las losas hasta que el hormigón alcance la resistencia necesaria.

Equipos: Martillos, sierras, taladros, escuadras, cintas métricas.

Materiales: Tablas, puntales, clavos, tornillos, cimbras metálicas, desmoldante,

Metodología: Se colocan las cimbras y moldes siguiendo el plano estructural. Se verifica la nivelación, alineación y estabilidad antes de colocar el acero de refuerzo y realizar el hormigonado.

Medición y forma de pago: metro cuadrado de superficie encofrada.

5.2.3.15 Colocación de casetones de poliestireno

Descripción: Instalación de casetones aligerantes para losas, reduciendo el peso propio de la estructura.

Equipos: Cintas métricas, nivel, herramientas manuales.

Materiales: Casetones de poliestireno, adhesivo.

Metodología: se colocan los casetones según el plano estructural, asegurando su alineación y fijación. Se verifica nivelación antes del armado de malla y vaciado de hormigón.

Medición y forma de pago: metro cuadrado de superficie cubierta con casetones.

5.2.3.16 Hormigón de vigas y losas

Descripción: Vaciado simultáneo de hormigón en vigas y losas formando un monolito estructural.

Equipos: Mezclado de hormigón, cubetas, carretillas, reglas de nivel, vibrador portátil.

Materiales: Cemento, arena, grava, agua, aditivos.

Metodología: Se vacía el hormigón en vigas y losas de manera continua, se compacta con vibradores. Se verifica nivelación y realiza curado durante al menos 7 días.

Medición y forma de pago: metro cúbico de hormigón fundido.

5.2.3.17 Hormigón de contrapiso

Descripción: Colocación de hormigón para la formación de pisos interiores, separando la estructura de la cimentación y ofreciendo base nivelada.

Equipos: Mezcladora, palas, reglas, vibrador portátil.

Materiales: Cemento, arena, grava, agua.

Metodología: Se prepara el hormigón, se vacía, se extiende y nivela con regla metálica, y se compacta con vibrador portátil. Se realiza curado mínimo de 7 días.

Medición y forma de pago: metro cúbico de hormigón fundido.

5.2.3.18 Suministro, fabricación y montaje de estructura metálica de cubierta

Descripción: Consiste en el suministro de perfiles metálicos, su fabricación en taller y montaje en obra para conformar la estructura de la cubierta del edificio.

Equipos: Grúa móvil, soldadura eléctrica, esmeril angular, taladro, llaves ajustables.

Materiales: Perfiles metálicos (IPE, ángulos, tubos estructurales), electrodos de soldadura, pernos de alta resistencia, pintura anticorrosiva.

Metodología: Se trasladan los perfiles metálicos al sitio, se arman y sueldan/atornillan de acuerdo con los planos. Se verifica nivelación, alineación y aplicación de pintura anticorrosiva.

Medición y forma de pago: kg de estructura metálica colocada.

5.2.3.19 Paredes de mampostería

Descripción: Construcción de muros con bloques de hormigón, asentados con mortero cemento-arena, siguiendo las especificaciones de los planos arquitectónicos y estructurales.

Equipos: Palas, plomada, nivel de burbuja.

Materiales: Bloques, mortero, agua.

Metodología: Se replantearán los muros según los planos arquitectónicos, procediendo con la colocación de los bloques en hiladas horizontales con mortero de asiento. Durante la ejecución se verificará de forma continua la nivelación y el aplome de los muros mediante plomada y nivel, dejando previstos los refuerzos y amarres estructurales especificados en los planos.

Medición y forma de pago: metro cuadrado de muro ejecutado.

5.2.3.20 Enlucido de paredes

Descripción: Aplicación de mortero sobre muros de mampostería para obtener superficies planas y uniformes, aptas para posteriores acabados.

Equipos: Mezcladora, llanas metálicas, reglas, plomada, nivel de burbuja.

Materiales: Mortero, agua.

Metodología: Se preparará el mortero de la dosificación especificada y se procederá a humedecer previamente la superficie de los muros para garantizar adherencia. Posteriormente, se aplicará el mortero en capas uniformes, regulando el espesor con regla metálica y alisando con llana, controlando en todo momento el aplome y nivel de superficie terminada.

Medición y forma de pago: metro de cuadro de superficie enlucida.

5.2.3.21 Instalación de tuberías de agua potable

Descripción: Colocación de tuberías de PVC o PPR para el abastecimiento de agua potable en el edificio, de acuerdo con los planos hidrosanitarios del proyecto.

Equipos: Cortadora de tuberías, herramientas manuales.

Materiales: Tuberías PVC, accesorios, uniones, válvulas, cinta teflón.

Metodología: Las tuberías se instalarán siguiendo las trayectorias establecidas en los planos, verificando la correcta pendiente y alineación de estas. Las uniones se ejecutarán mediante termofusión o adhesivo según el tipo de tubería empleada, garantizando la estanqueidad de las conexiones. Antes de su puesta en servicio se realizarán pruebas hidráulicas para comprobar la ausencia de fugas y la presión de trabajo adecuada.

Medición y forma de pago: metro lineal (ml) de tubería instalada.

5.2.3.22 Instalación de tuberías de aguas residuales

Descripción: Instalación de tuberías para la conducción de aguas negras y grises hacia la red de alcantarillado público o sistema de disposición final autorizado.

Equipos: Cortadora de tubería, herramientas manuales.

Materiales: Tuberías de PVC sanitario, accesorios, cajas de revisión, selladores.

Metodología: Se realizarán excavaciones para las zanjas de instalación, colocando las tuberías con la pendiente mínima requerida del 1% y verificando su alineación. Las uniones se ejecutarán con adhesivo o sellador sanitario garantizando hermeticidad. Antes del relleno definitivo se efectuarán pruebas de estanqueidad para comprobar la eficiencia del sistema.

Medición y forma de pago: metro lineal (ml) de tubería instalada.

5.3 Rubros y análisis de precios unitarios

Para la determinación del costo del proyecto, se elaboraron análisis de precios unitarios (APU) para todos los rubros que conforman la edificación de 3 pisos, desglosando mano de obra, materiales y equipos. Los precios se obtuvieron mediante cotizaciones locales en Portoviejo, Manabí, y de instituciones oficiales como la Cámara de la Construcción del Ecuador (CACE) e INSUCONS, asegurando que los valores reflejen la realidad del mercado.

Los APUs incluyen rendimientos por unidad, calculados en base al tamaño de la cuadrilla y las condiciones de ejecución de obra. Este procedimiento permite estimar el costo unitario de cada rubro como el tiempo de

ejecución aproximado, considerando la capacidad real del equipo de trabajo. En la Figura 38 se puede observar un ejemplo representativo del primer rubro.

Figura 38

APU del primer rubro

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Excavación a máquina en material común UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Retroexcavadora	1.00000	40.00000	40.00000	0.12500	5.00000
HERRAMIENTA	1.00000	0.50000	0.50000	0.12500	0.06250
Volqueta 8 m3	0.12500	35.00	4.37500	0.25000	1.09375
SUBTOTAL M					6.15625
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon	2.00000	3.75000	7.50000	0.12500	0.93750
Operador de Retroexcavadora	1.00000	5.63000	5.63000	0.12500	0.70375
SUBTOTAL M					1.64125
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
Estacas de madera		und	0.05000	1.50000	0.07500
Cal		kg	0.10000	0.25000	0.02500
SUBTOTAL O					0.10000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			7.898
		COSTO INDIRECTO		20%	1.580
		UTILIDAD		10%	0.79
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			10.27
		VALOR OFERTADO:			10.27

Este ejemplo muestra cómo se multiplican las tarifas por hora por los rendimientos por unidad y se suman los costos de materiales y equipos para obtener el precio unitario de cada rubro.

A continuación, en la Tabla 67 se presenta el resumen de todos los rubros del proyecto con sus respectivos precios unitarios actualizados, calculados bajo la misma metodología.

Tabla 67

Resumen de APUs

Código	Descripción	unidad	PU ($)
1. Movimiento de tierras			
1.1	Excavación a máquina en material común	m3	9.66
1.2	Relleno y compactación con subbase clase tipo 3	m3	13.30
2. Obras Preliminares			
2.1	Trazado y replanteo	m2	1.38
3. Cimentación			
3.1	Figurado y armado de acero de zapatas aisladas	kg	1.54
3.2	Encofrado de zapatas	m2	8.44
3.3	Replantillo (f'c=110 kg/cm2)	m3	96.61
3.4	Hormigón de zapatas (210 kg/cm2)	m3	166.64
3.5	Figurado y armado de acero en riostras	kg	1.73
3.6	Encofrado de riostras	m2	7.08
3.7	Encofrado de muro de ciclópeo	m2	7.53
3.8	Hormigón ciclópeo	m3	104.56
3.9	Hormigón de riostras	m3	127.92
4. Superestructura			
4.1	Figurado y armado de columnas	kg	1.95
4.2	Figurado y armado de vigas	kg	2.03
4.3	Figurado y armado de losas	kg	2.11
4.4	Encofrado de columnas	m2	8.18
4.5	Encofrado de vigas	m2	8.66
4.6	Encofrado de losas	m2	8.66
4.7	Hormigón de columnas (280 kg/cm2)	m3	150.62
4.8	Hormigón de vigas y losas (280 kg/cm2)	m3	155.09
4.9	Hormigón de contrapiso (210 kg/cm2)	m3	129.65
4.10	Colocación de casetones de poliestireno	m2	6.21
5. Estructura Metálica			
5.1	Suministro, fabricación y montaje de estrucutra metálica de cubierta	kg	2.64
6. Mampostería y Enlucido			
6.1	Paredes de mampostería	m2	14.49
6.2	Enlucido de paredes	m2	4.09
7. Sistema Hidrosanitario			
7.1	Instalación de tuberías de agua potable	m	9.87
7.2	Instalación de tuberías de aguas lluvias	m	12.45
7.3	Instalación de tuberías de aguas residuales	m	10.54

La Tabla 67 resumen de precios unitarios permite identificar los rubros que representan la mayor inversión en el proyecto. Los rubros de hormigón y paredes de mampostería presentan los costos más altos. Se recomienda considerar que los precios unitarios presentados son estimativos y representan la realidad del mercado de Portoviejo al momento de la investigación. En la ejecución real, factores como accesibilidad, clima o disponibilidad de materiales podrían modificar ligeramente los costos y rendimientos. El análisis de precios unitarios realizado corresponde en la entrega de obra gris.

5.4 Cantidades de obra

5.4.1 Movimiento de tierras

5.4.1.1 Excavación a máquina en material común

Medición	
Unidad	m^3
Área	216
Altura	2
Volumen	432

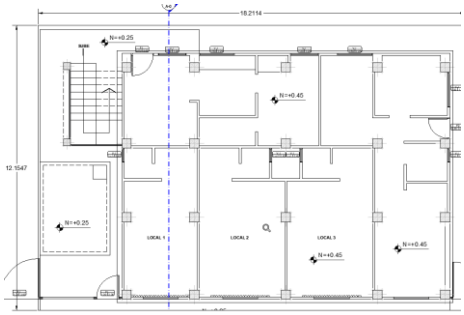
5.4.1.2 Relleno y compactación son subbase clase tipo 3

Medición	
Unidad	m^3
Área	216
Altura	2
Volumen	432

5.4.2 Obras preliminares

5.4.2.1 Trazado y replanteo

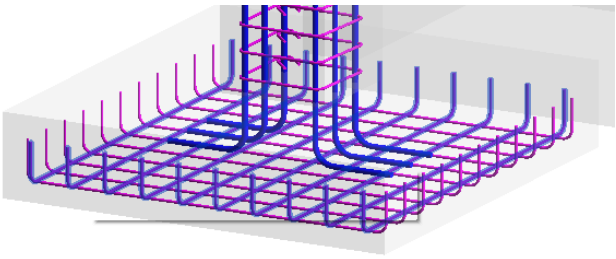
Medición	
Unidad	m^2
L1	18
L2	12
Área (L1xL2)	216



5.4.3 Cimentaciones

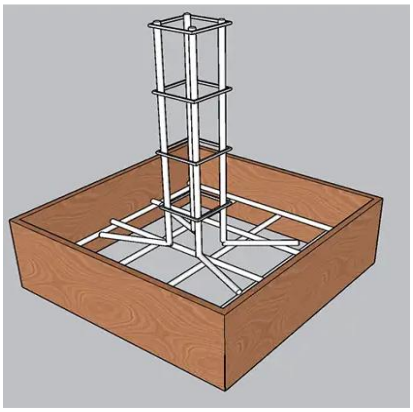
5.4.3.1 Figurado y armado de acero de zapatas aisladas

Medición	
Unidad	kg
Acero	471.82



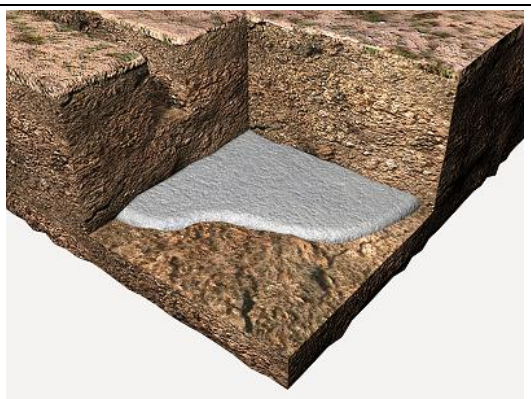
5.4.3.2 Encofrado de zapatas

Medición	
Unidad	m^2
2 zapatas 1000x1000x300	3.60
8 zapatas 1450x1500x300	27.00
8 zapatas 1450x1500x300	27.60
7 zapatas 1450x1500x300	26.25
Área Total	84.45



5.4.3.3 Replantillo (f'c=110 kg/cm2)

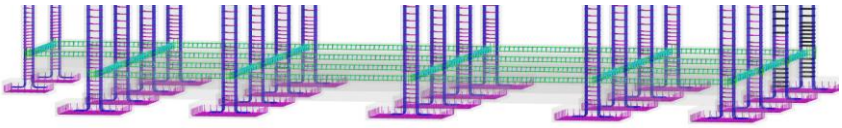
Medición	
Unidad	m^3
2 zapatas 1000x1000x300	0.20
8 zapatas 1450x1500x300	1.74
8 zapatas 1450x1500x300	1.80
7 zapatas 1450x1500x300	1.79
Volumen Total	5.53



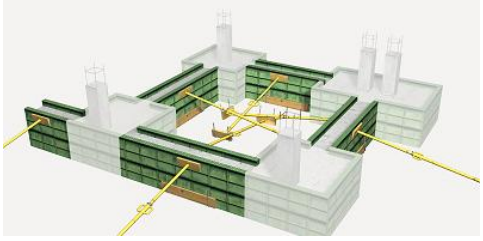
5.4.3.4 Hormigón de zapatas

Medición		Cuantificación
Unidad	m^3	
Volumen Total	14.28	

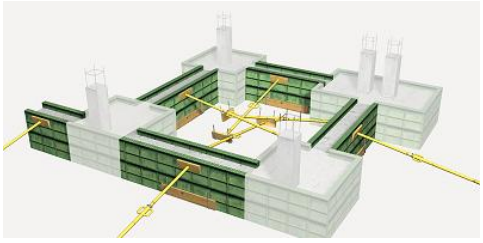
5.4.3.5 Figurado y armado de acero en riostras

Medición		
Unidad	kg	
Acero	677.18	

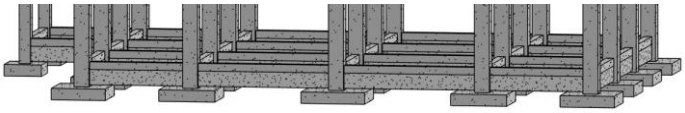
5.4.3.6 Encofrado de riostras

Medición		
Unidad	m^2	
Riostra 200x200	44.4	
Área Total	44.4	

5.4.3.7 Encofrado de muro de ciclópeo

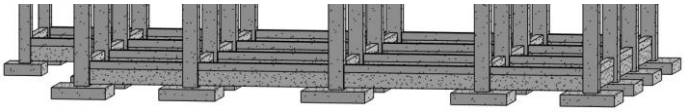
Medición		
Unidad	m^2	
Muro 400x200	88.8	
Área Total	88.8	

5.4.3.8 Hormigón ciclópeo

Medición		
Unidad	m^3	
Volumen Total	7.82	

5.4.3.9 Hormigón de riostras

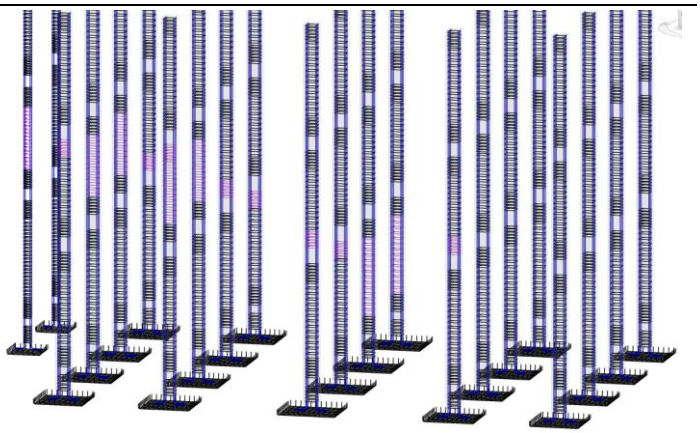
Medición	
Unidad	m^3
Volumen Total	3.79



5.4.4 Superestructura

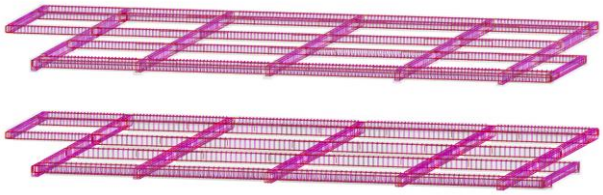
5.4.4.1 Figurado y armado de columnas

Medición	
Unidad	kg
Acero	4973.73



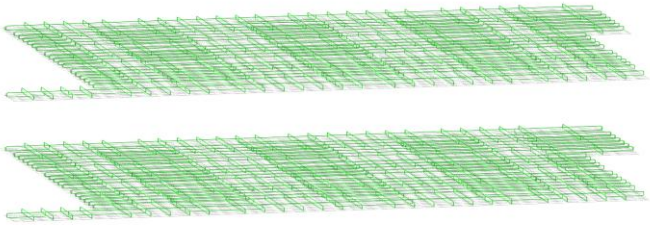
5.4.4.2 Figurado y armado de vigas

Medición	
Unidad	kg
Acero	3532.38



5.4.4.3 Figurado y armado de losas

Medición	
Unidad	kg
Acero	2023.75



5.4.4.4 Encofrado de columnas

Medición	
Unidad	m^2
Columna 300x300	25.2
Columna 400x400	329.6
Área Total	354.8

5.4.4.5 Encofrado de vigas

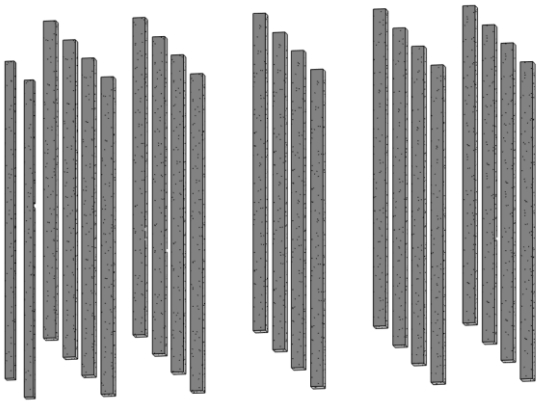
Medición	
Unidad	m^2
Viga 200X250	3.5
Viga 250X300	126.65
Viga 250X400	123.90
Viga 300X400	67.10
Área Total	321.15

5.4.4.6 Encofrado de losas

Medición	
Unidad	m^2
losa planta baja	138
losa planta alta	144
Área Total	282

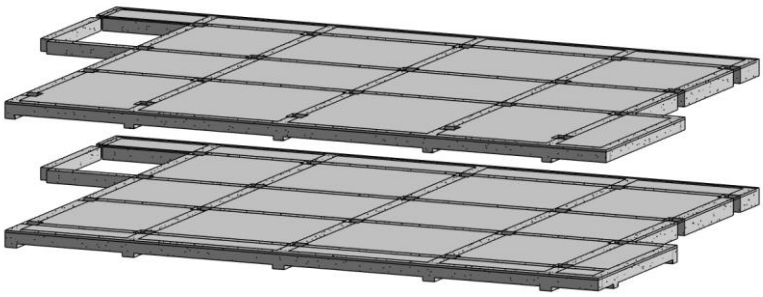
5.4.4.7 Hormigón de columnas

Medición	
Unidad	m^3
Volumen Total	34.73



5.4.4.8 Hormigón de vigas y losas (fundido conjuntamente)

Medición	
Unidad	m^3
Vigas	26.72
Viguetas	13.96
Loseta	14.12
Volumen Total	54.82

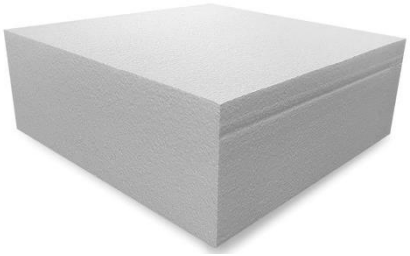


5.4.4.9 Hormigón de contrapiso

Medición	
Unidad	m^3
Area (m^2)	157.58
Espesor (m)	0.05
Volumen Total	7.88

5.4.4.10 Colocación de casetones de poliestireno

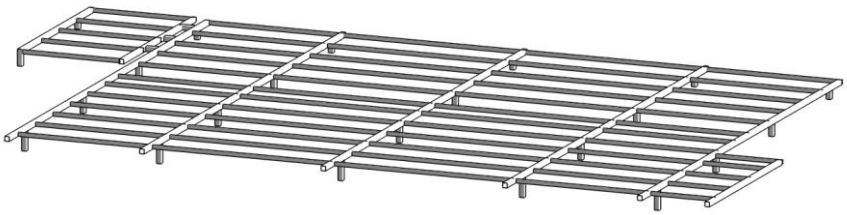
Medición	
Unidad	m^2
losa planta baja	92
losa planta alta	94
Área Total	186



5.4.5 Estructura metálica

5.4.5.1 Suministro, fabricación y montaje de estructura metálica de cubierta

Medición	
Unidad	kg
Acero	958.60



5.4.6 Mampostería y enlucido

5.4.6.1 Paredes de mampostería

Medición	
Unidad	m^2
Metros lineales de pared	355.7
Altura	3
Área Total	1067

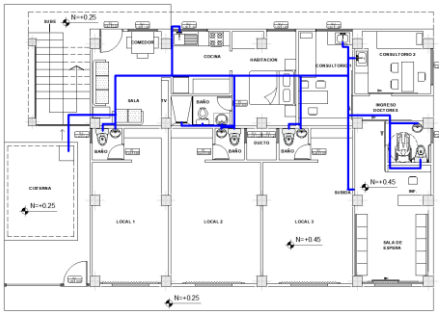
5.4.6.2 Enlucido de paredes

Medición	
Unidad	m^2
Metros lineales de pared	355.7
Altura	3
Área Total	2134

5.4.7 Sistema hidrosanitario

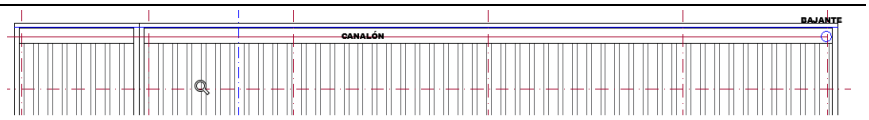
5.4.7.1 Instalación de tuberías de agua potable

Medición	
Unidad	m
Metros Totales	132.63



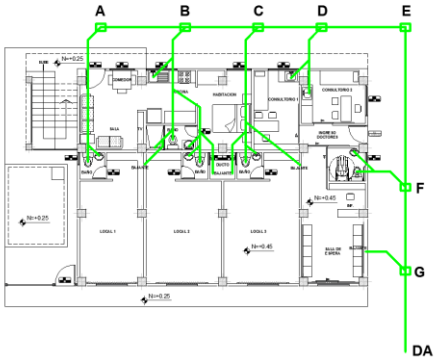
5.4.7.2 Instalación de tuberías de agua lluvias

Medición	
Unidad	m
Metros Totales	26.49



5.4.7.3 Instalación de tuberías de aguas residuales

Medición	
Unidad	m
Metros Totales	154.14



5.5 Costo del proyecto

En la Tabla 68 se presenta el valor de la obra, considerando la mano de obra, materiales y equipos de cada actividad. Los resultados obtenidos reflejan el costo global del proyecto, y a partir de esto se puede calcular un costo unitario por metro cuadrado de construcción. El costo global del proyecto permite comparar el proyecto con otros de similares características, evaluando así su factibilidad. El costo global asociado al proyecto es de $92594.26 que corresponde $154.32 dólares por metro cuadrado.

Tabla 68

Presupuesto total del proyecto

Código	Descripción	unidad	PU ($)	Cantidad	Costo Total ($)
1. Movimiento de tierras					
1.1	Excavación a máquina en material común	m3	9.66	432.00	$ 4 171.99
1.2	Relleno y compactación con subbase clase tipo 3	m3	13.30	432.00	$ 5 747.41
2. Obras Preliminares					
2.1	Trazado y replanteo	m2	1.38	216.00	$ 297.68
3. Cimentación					
3.1	Figurado y armado de acero de zapatas aisladas	kg	1.54	471.82	$ 727.61
3.2	Encofrado de zapatas	m2	8.44	84.45	$ 713.05
3.3	Replantillo (f'c=110 kg/cm2)	m3	96.61	5.53	$ 534.25
3.4	Hormigón de zapatas (210 kg/cm2)	m3	166.64	14.28	$ 2 379.63
3.5	Figurado y armado de acero en riostras	kg	1.73	677.18	$ 1 174.19
3.6	Encofrado de riostras	m2	7.08	44.40	$ 314.29
3.7	Encofrado de muro de ciclópeo	m2	7.53	88.80	$ 668.28
3.8	Hormigón ciclópeo	m3	104.56	7.82	$ 817.65
3.9	Hormigón de riostras	m3	127.92	3.79	$ 484.82
4. Superestructura					
4.1	Figurado y armado de columnas	kg	1.95	4973.73	$ 9 683.26
4.2	Figurado y armado de vigas	kg	2.03	3532.38	$ 7 161.37
4.3	Figurado y armado de losas	kg	2.11	2023.75	$ 4 265.70
4.4	Encofrado de columnas	m2	8.18	354.80	$ 2 903.51
4.5	Encofrado de vigas	m2	8.66	321.15	$ 2 782.19
4.6	Encofrado de losas	m2	8.66	282.00	$ 2 443.02
4.7	Hormigón de columnas (280 kg/cm2)	m3	150.62	34.73	$ 5 230.96
4.8	Hormigón de vigas y losas (280 kg/cm2)	m3	155.09	54.82	$ 8 502.03
4.9	Hormigón de contrapiso (210 kg/cm2)	m3	129.65	7.90	$ 1 024.23
4.10	Colocación de casetones de poliestireno	m2	6.21	186.00	$ 1 154.69
5. Estructura Metálica					
5.1	Suministro, fabricación y montaje de estrucutra metálica de cubierta	kg	2.64	958.60	$ 2 526.57
6. Mampostería y Enlucido					
6.1	Paredes de mampostería	m2	14.49	1067.10	$ 15 460.68
6.2	Enlucido de paredes	m2	4.09	2134.20	$ 8 731.23
7. Sistema Hidrosanitario					
7.1	Instalación de tuberías de agua potable	m	9.87	132.63	$ 1 309.52
7.2	Instalación de tuberías de aguas lluvias	m	12.45	26.49	$ 329.73
7.3	Instalación de tuberías de aguas residuales	m	10.54	154.14	$ 1 625.10
	PRESUPUESTO TOTAL				$ 93 164.62
	COSTO POR M2 DE CONSTRUCCIÓN				$ 155.27.

Tabla 69

Detalles de costos

Indirectos 20%	$ 18 632.92
Utilidad 10%	$ 9 316.46
Costo Directo total	$ 65 215.23
Presupuesto total	$ 93 164.62

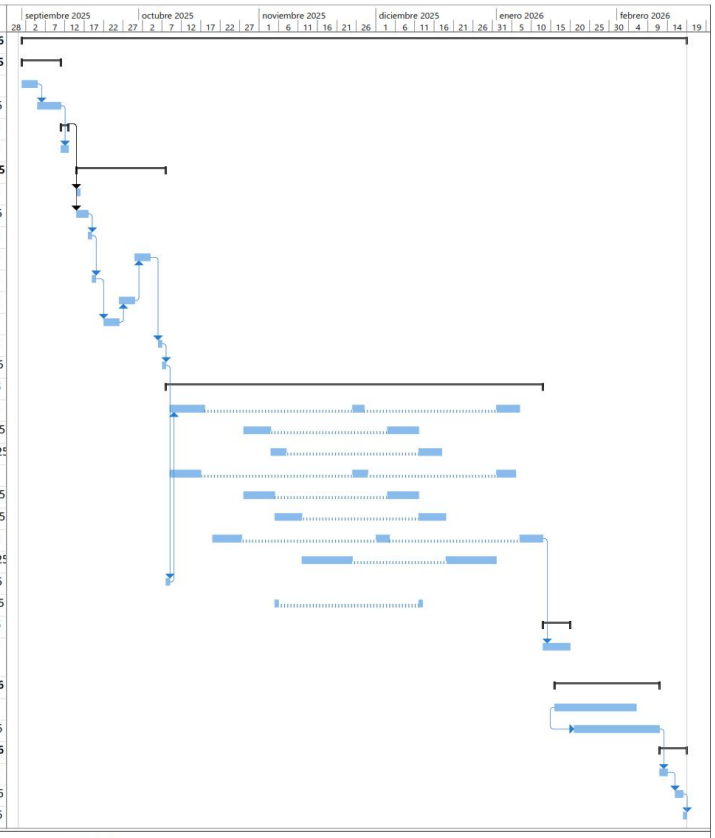
5.6 Cronograma de obra

En la Figura 39 se presenta el cronograma de obra para la ejecución del proyecto.

Figura 39

Cronograma de obra

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	**Proyecto**	**123 días**	**lun 9/1/25**	**mié 2/18/26**
2	**1. Movimiento de tierras**	**8 días**	**lun 9/1/25**	**mié 9/10/25**
3	1.1 Excavación a máquina en material común	4 días	lun 9/1/25	jue 9/4/25
4	1.2 Relleno y compactación con subbase clase tipo 3	4 días	vie 9/5/25	mié 9/10/25
5	**2. Obras Preliminares**	**2 días**	**jue 9/11/25**	**vie 9/12/25**
6	2.1 Trazado y replanteo	2 días	jue 9/11/25	vie 9/12/25
7	**3. Cimentación**	**17 días**	**lun 9/15/25**	**mar 10/7/25**
8	3.1 Figurado y armado de acero de zapatas aisladas	1 día	lun 9/15/25	lun 9/15/25
9	3.2 Encofrado de zapatas	3 días	lun 9/15/25	mié 9/17/25
10	3.3 Replantillo (f'c=110 kg/cm2)	1 día	jue 9/18/25	jue 9/18/25
11	3.4 Hormigón de zapatas (210 kg/cm2)	4 días	mar 9/30/25	vie 10/3/25
12	3.5 Figurado y armado de acero en riostras	1 día	vie 9/19/25	vie 9/19/25
13	3.6 Encofrado de riostras	2 días	vie 9/26/25	lun 9/29/25
14	3.7 Encofrado de muro de ciclópeo	4 días	lun 9/22/25	jue 9/25/25
15	3.8 Hormigón ciclópeo	1 día	lun 10/6/25	lun 10/6/25
16	3.9 Hormigón de riostras	1 día	mar 10/7/25	mar 10/7/25
17	**4. Superestructura**	**69 días**	**mié 10/8/25**	**lun 1/12/26**
18	4.1 Figurado y armado de columnas	14 días	jue 10/9/25	mar 1/6/26
19	4.2 Figurado y armado de vigas	11 días	mar 10/28/2	jue 12/11/25
20	4.3 Figurado y armado de losas	8 días	mar 11/4/25	mié 12/17/2
21	4.4 Encofrado de columnas	13 días	jue 10/9/25	lun 1/5/26
22	4.5 Encofrado de vigas	12 días	mar 10/28/2	jue 12/11/25
23	4.6 Encofrado de losas	10 días	mié 11/5/25	jue 12/18/25
24	4.7 Hormigón de columnas (280 kg/cm2)	13 días	lun 10/20/25	lun 1/12/26
25	4.8 Hormigón de vigas y losas (280 kg/cm2)	18 días	mié 11/12/2	mié 12/31/2
26	4.9 Hormigón de contrapiso (210 kg/cm2)	1 día	mié 10/8/25	mié 10/8/25
27	4.10 Colocación de casetones de poliestireno	2 días	mié 11/5/25	vie 12/12/25
28	**5. Estructura Metálica**	**5 días**	**mar 1/13/26**	**lun 1/19/26**
29	5.1 Suministro, fabricación y montaje de estrucutra metálica de cubierta	5 días	mar 1/13/26	lun 1/19/26
30	**6. Mampostería y Enlucido**	**19 días**	**vie 1/16/26**	**mié 2/11/26**
31	6.1 Paredes de mampostería	15 días	vie 1/16/26	jue 2/5/26
32	6.2 Enlucido de paredes	16 días	mié 1/21/26	mié 2/11/26
33	**7. Sistema Hidrosanitario**	**5 días**	**jue 2/12/26**	**mié 2/18/26**
34	7.1 Instalación de tuberías de agua potable	2 días	jue 2/12/26	vie 2/13/26
35	7.2 Instalación de tuberías de aguas lluvias	2 días	lun 2/16/26	mar 2/17/26
36	7.3 Instalación de tuberías de aguas residuales	1 día	mié 2/18/26	mié 2/18/26



Página 1

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- El proyecto permitió implementar un diseño técnico sismorresistente en la ciudad de Portoviejo, garantizando la estabilidad estructural de la edificación y proporcionando al cliente planos completos que facilitan su construcción y mantenimiento.
- Para el diseño estructural del proyecto, se optó por la implementación de pórticos de hormigón armado resistentes a momento, cumpliendo la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y los lineamientos del ACI 318-19, asegurando estabilidad, seguridad y funcionalidad de la edificación.
- El sistema hidrosanitario del proyecto será con abastecimiento de agua potable mediante bombeo y cisterna, cumpliendo la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) dotando de agua segura a los ocupantes del edificio. También se consideraron sistemas de evacuación de aguas residuales y pluviales que garantizan la correcta disposición final de los efluentes.
- El análisis de impacto ambiental resulta en un valor de impacto total de -88.3 indicando que los efectos negativos sobre el aire, el suelo y el agua superan los beneficios generados, aunque la dimensión económica presenta un efecto positivo por la generación de empleo. Estos resultados reflejan la importancia de aplicar criterios de sostenibilidad, optimizar recursos y establecer medidas de mitigación para minimizar los impactos ambientales y sociales del proyecto.
- El costo total del proyecto se estima en aproximadamente $93.164.62, con una inversión por metro cuadrado en obra gris de $155.27, lo que refleja una inversión adecuada para la construcción de la edificación. Este presupuesto considera las fases del proyecto, desde obras preliminares hasta entregar la obra gris, asegurando una planificación económica completa y realista.
- Finalmente, el proyecto adjunta los planos arquitectónicos, estructurales, de cimentación e hidrosanitarios, acompañados de sus respectivos detalles constructivos, acorde a las especificaciones técnicas y las cantidades contempladas en el presupuesto.

6.2 Recomendaciones

- Aplicar criterios sismorresistentes de manera estricta en edificaciones futuras en Portoviejo, tomando como referencia la NEC y ACI 318-19, para garantizar de los usuarios y la durabilidad de la estructura.
- Mantener la práctica de elaborar planos estructurales completos antes del inicio de la construcción, asegurando una correcta ejecución y supervisión de los trabajos.
- Optimizar el trazado de tuberías y accesorios, siguiendo la normativa vigente, para reducir desperdicios, facilitar el mantenimiento y minimizar riesgos ambientales.
- Implementar sistemas de almacenamiento y bombeo adecuados a la demanda real de la vivienda, considerando posibles ampliaciones futuras.
- Continuar evaluando los impactos ambientales de cada fase constructiva, priorizando medidas de mitigación para reducir emisiones al aire, alteración del suelo y afectación de cuerpos de agua.
- Promover el uso eficiente de materiales y recursos, así como prácticas constructivas que disminuyan molestias a la comunidad y el impacto socioeconómico negativo.
- Mantener un control riguroso del presupuesto, asegurando que las obras preliminares, estructurales y de acabados se ejecuten dentro de los valores estimados por metro cuadrado.
- Evaluar alternativas constructivas que optimices costos sin comprometer la calidad, la seguridad estructural ni los criterios de sostenibilidad.

Referencias

Aguiar, R., & Mieles, Y. (2018). Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril de 2016. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, *21*(3), 257–282. https://www.utm.edu.ec/investigacion/phocadownload/publicaciones/Publicaciones-Regionales/2016/2016%20ANLISIS%20DE%20LOS%20EDIFICIOS%20QUE%20COLAPSARON%20EN%20PORTOVIEJO%20DURANTE%20EL%20TERREMOTO%20DEL%2016%20DE%20ABRIL%20DE%202016.pdf

Alvarado Alcívar, K. G. (2018). *Mapa de microzonificación geotécnico y modelo geológico-geotécnico 3D de la ciudad de Portoviejo* [Escuela Politécnica Nacional]. https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19473

American Concrete Institute. (2016). *Code requirements for assessment, repair, and rehabilitation of existing concrete structures and commentary (ACI 562-16)*. ACI.

American Concrete Institute. (2019). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19)* (ACI, Ed.; 1st ed.).

ASTM International. (2023). *ASTM C33/C33M-23: Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0033_C0033M-23

Boris Tito. (2020). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental excel ejemplos*. https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/

Bowles, J. E. (2001). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). McGraw-Hill.

Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2013). *Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones* (McGraw-Hill, Ed.; 4th ed.).

Chopra, A. K. (2017). *Dynamics Of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering* (5th ed.). Pearson Education.

Coduto, D. P. ., Kitch, W. A. ., & Yeung, M. Ronald. (2016). *Foundation design : principles and practices*. Pearson.

Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP). (2020). *Informe de Rendición de Cuentas 2020*. https://www.celec.gob.ec/hidronacion/images/PDF/noticias/2020/HIDRONACION-RENDICION-DE-CUENTAS-2020.pdf

Das, Braja. (2012). *Fundamentos de Ingenieria de Cimentaciones*. Cengage Learning Editores S.A. de C.V.

Feachem, R. G., Bradley, D. J., Garelick, H., & Mara, D. D. (1983). *Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management* (John Wiley & Sons (for the World Bank), Ed.).

GAD Municipal de Portoviejo. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Portoviejo 2019–2023*.

Giler-Sánchez, M. S., Macías-García, J. A., Manouris, E., & Espín-León, M. Y. (2024). Geomallas, una opción para el reforzamiento de suelos blandos bajo estructuras de hormigón armado. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, *17*(1), 87–101. https://doi.org/10.29166/REVFIG.V17I1.5920

IGM. (2015). *Cartografía oficial del Ecuador. Escala 1:25.000*.

INAMHI. (2021). *Anuario Meteorológico del Ecuador 2021*.

INEC. (2022). *Proyecciones de población por cantón y parroquia 2022–2030*.

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2016). *Informe técnico del terremoto en Manabí*. https://www.igepn.edu.ec/

James K. Wight, & James G. MacGregor. (2012). *Reinforced Concrete: Mechanics and Design* (6th edition). McGraw-Hill Education.

MAATE. (2020). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP): Registro oficial de áreas protegidas*.

Meyerhof, G. G., & Hanna, A. M. (1978). ULTIMATE BEARING CAPACITY OF FOUNDATIONS ON LAYERED SOILS UNDER INCLINED LOAD. *Canadian Geotechnical Journal*, *15*(4), 565–572. https://doi.org/10.1139/T78-060;WEBSITE:WEBSITE:NRC-SITE;WGROUP:STRING:CSP

MIDUVI. (2015). *NEC-SE-DS*.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC-HS: Capítulo 16 – Instalaciones Hidrosanitarias*. https://evirtual401.insteclrg.edu.ec/pluginfile.php/7535/mod_resource/content/1/nec2011_cap_16_norma_hidrosanitaria.pdf

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://docs.un.org/es/A/RES/70/1

NEC. (2011). *CAPÍTULO 16 NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA*.

Neville, A. M. (2011). Chapter 5. Admixtures. *Properties of Concrete*, 821–904.

Neville, A. M. (2012). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson.

Pérez Carmona, Rafael. (2010). *Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones*. Ecoe Ediciones.

Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador. (2017). *Evaluación de daños por el terremoto del 16 de abril de 2016 en Manabí*. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Informe-de-situaci%C3%B3n-n%C2%B065-especial-16-05-20161.pdf

Sotomayor Vera, P. D. (2022). *Actualización del mapa de microzonificación geotécnica del noroeste de Portoviejo* [Escuela Politécnica Nacional]. https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22589

Thoeny, Z. A., & Thwaini, M. A. (2024). An Economic Comparison between Using Concrete and Steel Frames in a Medium Multi-Story Building in Iraq. *Tikrit Journal of Engineering Sciences*, *31*(3), 143–150. https://doi.org/10.25130/tjes.31.3.13

Uribe Schwarzkopf. (2022). *Qorner: innovación y sostenibilidad urbana en Quito*. Uribe Schwarzkopf. https://blog.uribeschwarzkopf.com/qorner-edificio-en-quito-uribe-schwarzkopf

Vélez Hernández, B. E., & Ruiz Párraga, W. E. (2022). Estudio de los agregados pétreos de las canteras de Manabí y la dosificación del hormigón en la construcción de viviendas de interés social. *Polo Del Conocimiento*, *7*(7), 1506–1522. https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4300

Yépez Moya, F., & Guerra, M. (2016). *Guía práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015* (1st ed.). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PLANOS Y ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Excavación a máquina en material común UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Retroexcavadora	1.00000	40.00000	40.00000	0.12500	5.00000
HERRAMIENTA	1.00000	0.50000	0.50000	0.12500	0.06250
Volqueta 8 m3	0.12500	35.00	4.37500	0.25000	1.09375
SUBTOTAL M					6.15625

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon	1.00000	3.75000	3.75000	0.12500	0.46875
Operador de Retroexcavador a	1.00000	5.63000	5.63000	0.12500	0.70375
SUBTOTAL M					1.17250

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Estacas de madera	und	0.05000	1.50000	0.07500
Cal	kg	0.10000	0.25000	0.02500
SUBTOTAL O				0.10000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		7.429
	COSTO INDIRECTO	20%	1.486
	UTILIDAD	10%	0.74
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		9.66
	VALOR OFERTADO:		9.66

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Relleno y compactación con subbase clase tipo 3 UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Compactadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.05000	1.25000
HERRAMIENTA	1.00000	0.50000	0.50000	0.02000	0.01000
Volqueta 8 m3	1.00000	35.00	35.00000	0.03125	1.09375
SUBTOTAL M					2.35375

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon	1.00000	3.75000	3.75000	0.12500	0.46875
Operador de compactadora	1.00000	5.63000	5.63000	0.05000	0.28150
SUBTOTAL M					0.75025

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Subbase Granular	m3	1.00000	7.10000	7.10000
Agua de humectación	m3	0.02000	1.50000	0.03000
SUBTOTAL O				7.13000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		10.234
	COSTO INDIRECTO	20.00	2.047
	UTILIDAD	10	1.02
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		13.30
	VALOR OFERTADO:		13.30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Trazado y replanteo UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.08000	0.04000
Teodolito	1.00000	6.88000	6.88000	0.02000	0.13760
SUBTOTAL M					0.17760

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Topógrafo	1.00000	6.25000	6.25000	0.08000	0.50000
Ayudante de topógrafo	1.00000	3.75000	3.75000	0.08000	0.30000
SUBTOTAL M					0.80000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Estacas de madera	und	0.02000	1.50000	0.03000
Hilo de nylon	m	0.10000	0.50000	0.05000
Pintura de señalización	kg	0.01000	0.25000	0.00250
SUBTOTAL O				0.08250

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.060
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.212
	UTILIDAD	10	0.11
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		1.38
	VALOR OFERTADO:		1.38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Figurado y armado de acero en zapatas aisladas UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.05000	0.02500
SUBTOTAL M					0.02500

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Oficial	1.00000	5.00000	5.00000	0.01500	0.07500
Ayudante	1.00000	3.75000	3.75000	0.01500	0.05625
SUBTOTAL M					0.13125

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Acero corrugado	kg	1.00000	1.00000	1.00000
Alambre recocido	kg	0.02000	1.50000	0.03000
SUBTOTAL O				1.03000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.186
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.237
	UTILIDAD	10	0.12
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		1.54
	VALOR OFERTADO:		1.54

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Encofrado y desencofrado de zapatas aisladas UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.25000	0.12500
SUBTOTAL M					0.12500

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.25000	0.93750
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.25000	0.78250
SUBTOTAL M					1.72000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tabla dura de encofrado de 0.3 m	m2	1.00000	3.11000	3.11000
Clavos	kg	0.40000	3.00000	1.20000
Aceite desmoldante	L	0.02000	2.00000	0.04000
Puntales de madera	und	0.08000	3.75000	0.30000
SUBTOTAL O				4.65000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6.495
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.299
	UTILIDAD	10	0.65
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		8.44
	VALOR OFERTADO:		8.44

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Replantillo (f'c=110 kg/cm2) UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.50000	0.25000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	0.50000	2.50000
SUBTOTAL M					2.75000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.50000	1.87500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.50000	1.56500
SUBTOTAL M					3.44000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	7.00000	7.50000	52.50000
Agua potable	m3	0.15000	1.50000	0.22500
Arena lavada	m3	0.30000	18.00000	5.40000
Grava	m3	0.40000	25.00000	10.00000
SUBTOTAL O				68.12500

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		74.315
	COSTO INDIRECTO	20.00	14.863
	UTILIDAD	10	7.43
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		96.61
	VALOR OFERTADO:		96.61

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Hormigón de zapatas (210 kg/cm2) UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	2.00000	2.50000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	2.00000	10.00000
Carretillas	1.00000	1.50000	1.50000	1.00000	1.50000
Vibrador	1.00	3.00000	3.00000	1.00000	3.00000
SUBTOTAL M					17.00000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	2.00000	7.50000
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	2.00000	6.26000
SUBTOTAL M					13.76000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	10.00000	7.50000	75.00000
Agua potable	m3	0.15000	1.50000	0.22500
Arena lavada	m3	0.40000	18.00000	7.20000
Grava	m3	0.60000	25.00000	15.00000
SUBTOTAL O				97.42500

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		128.185
	COSTO INDIRECTO	20.00	25.637
	UTILIDAD	10	12.82
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		166.64
	VALOR OFERTADO:		166.64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Figurado y armado de acero en riostras UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.05000	0.02500
Dobladora	1.00000	5.00000	5.00000	0.02000	0.10000
SUBTOTAL M					0.12500

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.01000	0.03750
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.01000	0.03130
SUBTOTAL M					0.06880

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Acero corrugado	kg	1.00000	1.10000	1.10000
Alambre recocido	kg	0.02000	2.00000	0.04000
SUBTOTAL O				1.14000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.334
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.267
	UTILIDAD	10	0.13
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		1.73
	VALOR OFERTADO:		1.73

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Encofrado y desencofrado de riostras UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.25000	0.12500
SUBTOTAL M					0.12500

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.25000	0.93750
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.25000	0.78250
SUBTOTAL M					1.72000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tabla dura de encofrado de 0.3 m	m2	1.00000	3.11000	3.11000
Clavos	kg	0.05000	3.00000	0.15000
Aceite desmoldante	L	0.02000	2.00000	0.04000
Puntales de madera	und	0.08000	3.75000	0.30000
SUBTOTAL O				3.60000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.445
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.089
	UTILIDAD	10	0.54
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		7.08
	VALOR OFERTADO:		7.08

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Encofrado y desencofrado de muro ciclópeo UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.25000	0.12500
SUBTOTAL M					0.12500

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.30000	1.12500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.30000	0.93900
SUBTOTAL M					2.06400

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tabla dura de encofrado de 0.3 m	m2	1.00000	3.11000	3.11000
Clavos	kg	0.05000	3.00000	0.15000
Aceite desmoldante	L	0.02000	2.00000	0.04000
Puntales de madera	und	0.08000	3.75000	0.30000
SUBTOTAL O				3.60000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.789
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.158
	UTILIDAD	10	0.58
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		7.53
	VALOR OFERTADO:		7.53

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Hormigón de muro ciclópeo UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	1.00000	1.25000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	1.00000	5.00000
Carretillas	1.00000	1.50000	1.50000	1.00000	1.50000
Vibrador	1.00	3.00000	3.00000	1.00000	3.00000
SUBTOTAL M					10.75000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	1.00000	3.75000
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	1.00000	3.13000
SUBTOTAL M					6.88000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	5.00000	7.50000	37.50000
Agua potable	m3	0.20000	1.50000	0.30000
Arena lavada	m3	0.50000	18.00000	9.00000
Grava	m3	0.40000	25.00000	10.00000
Piedra bola	m3	0.40000	15.00000	6.00000
SUBTOTAL O				62.80000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		80.430
	COSTO INDIRECTO	20.00	16.086
	UTILIDAD	10	8.04
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		104.56
	VALOR OFERTADO:		104.56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Hormigón de riostras UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	1.00000	1.25000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	1.00000	5.00000
Carretillas	1.00000	1.50000	1.50000	1.00000	1.50000
Vibrador	1.00	3.00000	3.00000	1.00000	3.00000
SUBTOTAL M					10.75000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	1.00000	3.75000
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	1.00000	3.13000
SUBTOTAL M					6.88000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	7.20000	7.50000	54.00000
Agua potable	m3	0.18000	1.50000	0.27000
Arena lavada	m3	0.50000	18.00000	9.00000
Grava	m3	0.70000	25.00000	17.50000
SUBTOTAL O				80.77000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		98.400
	COSTO INDIRECTO	20.00	19.680
	UTILIDAD	10	9.84
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		127.92
	VALOR OFERTADO:		127.92

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Figurado y armado de columnas UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.02000	0.01000
Dobladora	1.00000	5.00000	5.00000	0.02000	0.10000
SUBTOTAL M					0.11000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.02000	0.07500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.02000	0.06260
SUBTOTAL M					0.13760

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Acero Corrugado	kg	1.00000	1.20000	1.20000
Alambre recocido	kg	0.05000	1.00000	0.05000
SUBTOTAL O				1.25000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.498
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.300
	UTILIDAD	10	0.15
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		1.95
	VALOR OFERTADO:		1.95

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Figurado y armado de vigas UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.02500	0.01250
Dobladora	1.00000	5.00000	5.00000	0.02500	0.12500
SUBTOTAL M					0.13750

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.02500	0.09375
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.02500	0.07825
SUBTOTAL M					0.17200

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Acero Corrugado	kg	1.00000	1.20000	1.20000
Alambre recocido	kg	0.05000	1.00000	0.05000
SUBTOTAL O				1.25000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.560
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.312
	UTILIDAD	10	0.16
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		2.03
	VALOR OFERTADO:		2.03

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Figurado y armado de losas UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.03000	0.01500
Dobladora	1.00000	5.00000	5.00000	0.03000	0.15000
SUBTOTAL M					0.16500

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.03000	0.11250
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.03000	0.09390
SUBTOTAL M					0.20640

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Acero Corrugado	kg	1.00000	1.20000	1.20000
Alambre recocido	kg	0.05000	1.00000	0.05000
SUBTOTAL O				1.25000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1.621
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.324
	UTILIDAD	10	0.16
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		2.11
	VALOR OFERTADO:		2.11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Encofrado de columnas UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.25000	0.12500
SUBTOTAL M					0.12500

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.25000	0.93750
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.25000	0.78250
SUBTOTAL M					1.72000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tablas	m2	1.00000	4.00000	4.00000
Clavos	kg	0.05000	3.50000	0.17500
Desmoldante	L	0.02000	5.00000	0.10000
Puntales	und	0.05000	3.50000	0.17500
SUBTOTAL O				4.45000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6.295
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.259
	UTILIDAD	10	0.63
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		8.18
	VALOR OFERTADO:		8.18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Encofrado de vigas UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.30000	0.15000
SUBTOTAL M					0.15000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.30000	1.12500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.30000	0.93900
SUBTOTAL M					2.06400

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tablas	m2	1.00000	4.00000	4.00000
Clavos	kg	0.05000	3.50000	0.17500
Desmoldante	L	0.02000	5.00000	0.10000
Puntales	und	0.05000	3.50000	0.17500
SUBTOTAL O				4.45000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6.664
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.333
	UTILIDAD	10	0.67
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		8.66
	VALOR OFERTADO:		8.66

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Encofrado de vigas UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.30000	0.15000
SUBTOTAL M					0.15000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.30000	1.12500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.30000	0.93900
SUBTOTAL M					2.06400

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tablas	m2	1.00000	4.00000	4.00000
Clavos	kg	0.05000	3.50000	0.17500
Desmoldante	L	0.02000	5.00000	0.10000
Puntales	und	0.05000	3.50000	0.17500
SUBTOTAL O				4.45000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6.664
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.333
	UTILIDAD	10	0.67
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		8.66
	VALOR OFERTADO:		8.66

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Hormigón de columnas (f'c=280 kg/cm2) UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	2.00000	2.50000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	2.00000	10.00000
Vibrador	1.00000	3.00	3.00000	2.00000	6.00000
SUBTOTAL M					18.50000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	2.00000	7.50000
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	2.00000	6.26000
SUBTOTAL M					13.76000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	7.00000	7.50000	52.50000
Agua potable	m3	0.20000	1.50000	0.30000
Arena lavada	m3	0.60000	18.00000	10.80000
Grava	m3	0.80000	25.00000	20.00000
SUBTOTAL O				83.60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		115.860
	COSTO INDIRECTO	20.00	23.172
	UTILIDAD	10	11.59
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		150.62
	VALOR OFERTADO:		150.62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Hormigón de vigas y losas (f'c=280 kg/cm2) UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	2.00000	2.50000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	2.00000	10.00000
Vibrador	1.00000	3.00	3.00000	2.00000	6.00000
SUBTOTAL M					18.50000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	2.50000	9.37500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	2.50000	7.82500
SUBTOTAL M					17.20000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	7.00000	7.50000	52.50000
Agua potable	m3	0.20000	1.50000	0.30000
Arena lavada	m3	0.60000	18.00000	10.80000
Grava	m3	0.80000	25.00000	20.00000
SUBTOTAL O				83.60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		119.300
	COSTO INDIRECTO	20.00	23.860
	UTILIDAD	10	11.93
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		155.09
	VALOR OFERTADO:		155.09

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Hormigón de contrapiso (f'c=280 kg/cm2) UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	1.00000	1.25000
Mezcladora de c	1.00000	5.00000	5.00000	1.00000	5.00000
Vibrador	1.00000	3.00	3.00000	1.00000	3.00000
SUBTOTAL M					9.25000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	1.00000	3.75000
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	1.00000	3.13000
SUBTOTAL M					6.88000

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	7.00000	7.50000	52.50000
Agua potable	m3	0.20000	1.50000	0.30000
Arena lavada	m3	0.60000	18.00000	10.80000
Grava	m3	0.80000	25.00000	20.00000
SUBTOTAL O				83.60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		99.730
	COSTO INDIRECTO	20.00	19.946
	UTILIDAD	10	9.97
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		129.65
	VALOR OFERTADO:		129.65

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Colocación de casetones de poliestireno UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	1.25000	1.25000	0.08000	0.10000
SUBTOTAL M					0.10000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.08000	0.30000
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.08000	0.25040
SUBTOTAL M					0.55040

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Casetón EPS	m2	1.00000	4.00000	4.00000
Clavos	kg	0.03000	3.50000	0.10500
Alambre	kg	0.02000	1.00000	0.02000
SUBTOTAL O				4.12500

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		4.775
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.955
	UTILIDAD	10	0.48
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		6.21
	VALOR OFERTADO:		6.21

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Suministro, fabricación y mcontaje de estructura metálica de cubierta

UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.02000	0.01000
Sierra/cortadora	1.00000	3.00000	3.00000	0.01000	0.03000
SUBTOTAL M					0.04000

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Soldador	1.00000	4.50000	4.50000	0.01500	0.06750
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.01500	0.04695
SUBTOTAL M					0.11445

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Correa "G"	kg	1.00000	0.94000	0.94000
Tornillos y tuercas	kg	0.02000	6.00000	0.12000
Electrodo	kg	0.01000	3.50000	0.03500
Pintura anticorrosiva	L	0.05000	15.56000	0.77800
SUBTOTAL O				1.87300

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		2.027
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.405
	UTILIDAD	10	0.20
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		2.64
	VALOR OFERTADO:		2.64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Paredes de mampostería (bloque hueco) UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.50000	0.25000
SUBTOTAL M					0.25000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	2.00000	3.75000	7.50000	0.25000	1.87500
Ayudante	6.00000	3.13000	18.78000	0.08333	1.56500
SUBTOTAL M					3.44000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Bloque hueco 14x19x39	und	10.00000	0.60000	6.00000
Cemento	sacos	0.12000	7.50000	0.90000
Arena lavada	m3	0.03000	18.00000	0.54000
Agua	m3	0.01000	1.50000	0.01500
SUBTOTAL O				7.45500

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		11.145
	COSTO INDIRECTO	20.00	2.229
	UTILIDAD	10	1.11
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		14.49
	VALOR OFERTADO:		14.49

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Enlucido de paredes UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.20000	0.10000
Paletas, llana, ni	1.00000	0.50000	0.50000	0.20000	0.10000
SUBTOTAL M					0.20000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.20000	0.75000
Ayudante	2.00000	3.13000	6.26000	0.20000	1.25200
SUBTOTAL M					2.00200

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Cemento	sacos	0.10000	7.50000	0.75000
Arena lavada	m3	0.01000	18.00000	0.18000
Agua	m3	0.01000	1.50000	0.01500
SUBTOTAL O				0.94500

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.147
	COSTO INDIRECTO	20.00	0.629
	UTILIDAD	10	0.31
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		4.09
	VALOR OFERTADO:		4.09

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Instalación de tuberías de agua potable UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.10000	0.05000
SUBTOTAL M					0.05000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.50000	1.87500
Ayudante	2.00000	3.13000	6.26000	0.50000	3.13000
SUBTOTAL M					5.00500

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tubería PVC	ml	1.00000	2.42000	2.42000
Codos/Tees/Accesorios	und	0.20000	0.50000	0.10000
Cinta Teflón	und	0.20000	0.10000	0.02000
Soportes	und	0.05000	0.20000	0.01000
SUBTOTAL O				2.54000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		7.595
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.519
	UTILIDAD	10	0.76
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		9.87
	VALOR OFERTADO:		9.87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Instalación de tuberías de agua lluvia UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.10000	0.05000
SUBTOTAL M					0.05000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.50000	1.87500
Ayudante	2.00000	3.13000	6.26000	0.50000	3.13000
SUBTOTAL M					5.00500

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tubería PVC	ml	1.00000	4.45000	4.45000
Codos/Tees/Accesorios	und	0.10000	0.50000	0.05000
Cinta Teflón	und	0.10000	0.10000	0.01000
Soportes	und	0.05000	0.20000	0.01000
SUBTOTAL O				4.52000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		9.575
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.915
	UTILIDAD	10	0.96
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		12.45
	VALOR OFERTADO:		12.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Diseño estructural e instalaciones hidrosanitarias de edificio de 3 niveles en parroquia 12 de marzo, Portoviejo.

RUBRO: Instalación de tuberías sanitarias UNIDAD: ml

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta mer	1.00000	0.50000	0.50000	0.10000	0.05000
SUBTOTAL M					0.05000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Albañil	1.00000	3.75000	3.75000	0.50000	1.87500
Ayudante	1.00000	3.13000	3.13000	0.50000	1.56500
SUBTOTAL M					3.44000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B
Tubería PVC 110 mm	ml	1.00000	4.45000	4.45000
Codos/Tees/Accesorios	und	0.10000	0.50000	0.05000
Cinta Teflón	und	0.10000	0.10000	0.01000
Soportes	und	0.05000	0.20000	0.01000
Arquetas	und	0.02000	5.00000	0.10000
SUBTOTAL O				4.62000

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8.110
	COSTO INDIRECTO	20.00	1.622
	UTILIDAD	10	0.81
	COSTO TOTAL DEL RUBRO:		10.54
	VALOR OFERTADO:		10.54

Código	Descripción
1. Movimiento de tierras	
1.1	Excavación a máquina en material común
1.2	Relleno y compactación con subbase clase tipo 3
2. Obras Preliminares	
2.1	Trazado y replanteo
3. Cimentación	
3.1	Figurado y armado de acero de zapatas aisladas
3.2	Encofrado de zapatas
3.3	Replantillo (f'c=110 kg/cm2)
3.4	Hormigón de zapatas (210 kg/cm2)
3.5	Figurado y armado de acero en riostras
3.6	Encofrado de riostras
3.7	Encofrado de muro de ciclópeo
3.8	Hormigón ciclópeo
3.9	Hormigón de riostras
4. Superestructura	
4.1	Figurado y armado de columnas
4.2	Figurado y armado de vigas
4.3	Figurado y armado de losas
4.4	Encofrado de columnas
4.5	Encofrado de vigas
4.6	Encofrado de losas
4.7	Hormigón de columnas (280 kg/cm2)
4.8	Hormigón de vigas y losas (280 kg/cm2)
4.9	Hormigón de contrapiso (210 kg/cm2)
4.10	Colocación de casetones de poliestireno
5. Estructura Metálica	
5.1	Suministro, fabricación y montaje de estrucutra metálica de cubierta
6. Mampostería y Enlucido	
6.1	Paredes de mampostería
6.2	Enlucido de paredes
7. Sistema Hidrosanitario	
7.1	Instalación de tuberías de agua potable
7.2	Instalación de tuberías de aguas lluvias
7.3	Instalación de tuberías de aguas residuales
	PRESUPUESTO TOTAL
	COSTO POR M2 DE CONSTRUCCIÓN

Indirectos 20%
Utilidad 10%
Costo Directo total
Presupuesto total

Predimensionamiento		
Datos		
b	40	cm
h	40	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
Φest	1	cm
Φvar	2	cm
rec	4	cm
Φ	0.65	
d	34	cm
d'	6	cm
Pu	16.7887	tonf
Mu	2.5809	tonf-m
Cálculos		
Y	0.70	
Ag	1600	cm2
ku	1.05	MPa
Ru	0.403	
Diagrama de Interacción		
ρ	0.01	
AstDemanda	16	cm2
Avar	3.14	cm2
#Var	5.09	6.00
Ast Colocado	18.85	cm2
Verificación de capacidad		
Po	455.48	ton
ΦPn	251.654	ton
SI CUMPLE POR CAPACIDAD		
Verficación ACI		
1. Cuantía geométrica		
0.01<ρ<0.08		
Cuantía	0.0118	SI CUMPLE
# Min Varillas	6	SI CUMPLE
Esp Min Refuerzo	40	mm
Esp Max Estribo	224	mm
Esp Eje X	240	mm
Esp Eje Y	260	mm
Esp Estribos	150	mm
Refuerzo transversal y separación		
Lo	52	cm
S en zona Lo	10	mm
S fuerza de zona Lo	16	mm
b	400	mm
h	400	mm
bc	300	mm
Ash	35	mm2
# Ramales	1	

Pu	Mux	Muy
13.4369	0.1161	2.5809
12.7195	0.0157	1.3038
12.0021	0.115	1.0012
16.7887	0.3218	2.4367
16.0713	0.1046	0.7178
15.3539	0.0832	0.0267

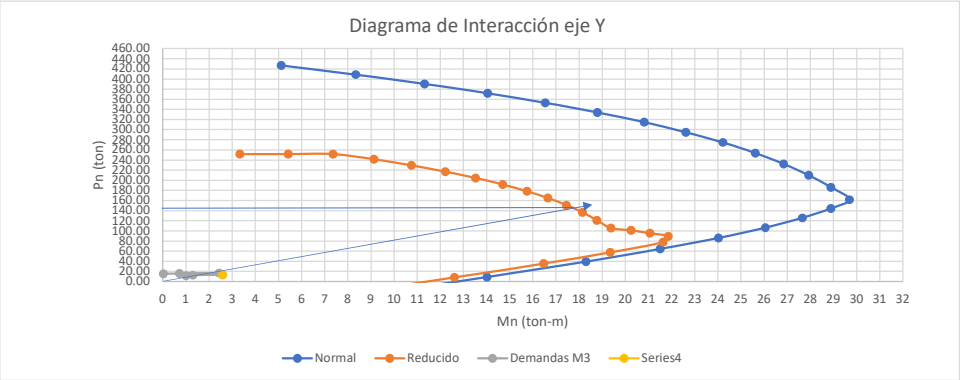
Comprobación de Esbeltez		
k	0.5	
lu	3.1	m
r	0.0722	m
klu/r < 22		
klu/r	21.46814404	
Columna no esbelta		

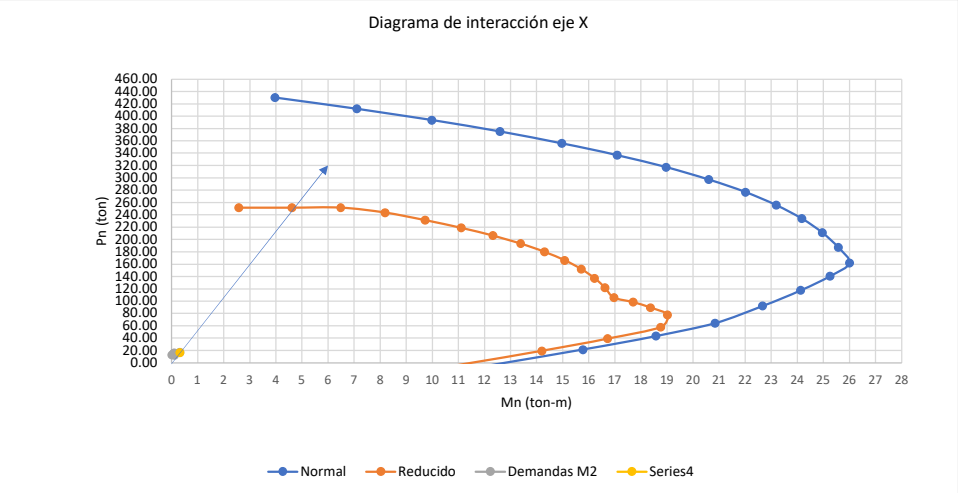
Análisis Biaxial		
ΦPnx	251 654	ton
ΦPny	142.000	ton
ΦPn	251.654	ton
1/ΦPni	0.00307251	1/ton
ΦPni	325.466409	ton
Pu	16.7887	ton
Cumple diseño biaxial		

Diseño
6Φ20mm y Estribos Φ10mm@100mm en Lo y @150mm fuera de Lo

S Lo	16	cm
	24	cm
	10	cm
	15	cm

S	16	cm
	24	cm
	40	cm





DATOS EJE Y-M3		
fila 1	3	#Varillas
fila 2	3	#Varillas
Base	40	cm
Altura	40	cm
Ag	1600	cm2
Recubrimiento	4	cm
ϕ estribo	1	cm
ϕ long fila 1	2	cm
ϕ long fila 2	2	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
β1	0.85	
d	34	cm
d'	6	cm
d1	6	cm
d2	34	cm
d eje-eje	28	cm
As1	9.425	cm2
As2	9.425	cm2
Ast	18.850	cm2
ρ	1.18	%
Es	2030000	kg/cm2
εcu	0.003	
εy	0.00207	
ϕ Pn max	251.65	Ton

c	a	εs1 = εs'	εs2 = εs	fs1	fs2	Mn	Pn	ϕ	ϕ Mn	ϕ Pn	ϕ Pn max
2	1.7	-0.0060	0.0480	-4200.0	4200.0	3.10	-62.98	0.90	2.79	-56.69	-56.69
4	3.4	-0.0015	0.0225	-3045.0	4200.0	7.45	-35.91	0.90	6.70	-32.32	-32.32
6	5.1	0.0000	0.0140	0.0	4200.0	14.01	8.97	0.90	12.61	8.07	8.07
8	6.8	0.0008	0.0098	1522.5	4200.0	18.30	39.50	0.90	16.47	35.55	35.55
10	8.5	0.0012	0.0072	2436.0	4200.0	21.50	64.29	0.90	19.35	57.87	57.87
12	10.2	0.0015	0.0055	3045.0	4200.0	24.03	86.22	0.90	21.63	77.60	77.60
14	11.9	0.0017	0.0043	3480.0	4200.0	26.05	106.50	0.84	21.86	89.36	89.36
16	13.6	0.0019	0.0034	3806.3	4200.0	27.65	125.76	0.76	21.06	95.75	95.75
18	15.3	0.0020	0.0027	4060.0	4200.0	28.89	144.34	0.70	20.25	101.18	101.18
20	17	0.0021	0.0021	4200.0	4200.0	29.70	161.84	0.65	19.38	105.62	105.62
22	18.7	0.0022	0.0016	4200.0	3321.8	28.88	186.30	0.65	18.77	121.10	121.10
24	20.4	0.0023	0.0013	4200.0	2537.5	27.92	209.88	0.65	18.15	136.42	136.42
26	22.1	0.0023	0.0009	4200.0	1873.8	26.84	232.32	0.65	17.45	151.01	151.01
28	23.8	0.0024	0.0006	4200.0	1305.0	25.62	253.86	0.65	16.65	165.01	165.01
30	25.5	0.0024	0.0004	4200.0	812.0	24.21	274.69	0.65	15.74	178.55	178.55
32	27.2	0.0024	0.0002	4200.0	380.6	22.62	294.94	0.65	14.70	191.71	191.71
34	28.9	0.0025	0.0000	4200.0	0.0	20.81	314.71	0.65	13.53	204.56	204.56
36	30.6	0.0025	-0.0002	4200.0	-338.3	18.79	334.08	0.65	12.21	217.16	217.16
38	32.3	0.0025	-0.0003	4200.0	-641.1	16.53	353.12	0.65	10.75	229.53	229.53
40	34	0.0026	-0.0005	4200.0	-913.5	14.05	371.87	0.65	9.13	241.72	241.72
42	35.7	0.0026	-0.0006	4200.0	-1160.0	11.32	390.38	0.65	7.36	253.75	251.65
44	37.4	0.0026	-0.0007	4200.0	-1384.1	8.34	408.68	0.65	5.42	265.64	251.65
46	39.1	0.0026	-0.0008	4200.0	-1588.7	5.12	426.79	0.65	3.33	277.41	251.65

DATOS X-M2		
fila 1	2	#Varillas
fila 2	2	#Varillas
fila 3	2	#Varillas
Base	40	cm
Altura	40	cm
Ag	1600	cm2
Recubrimiento	4	cm
ϕ estribo	1	cm
ϕ long fila 1	2	cm
ϕ long fila 2	2	cm
ϕ long fila 3	2	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
β1	0.85	
d	34	cm
d'	6	cm
d1	6	cm
d2	34	cm
d3	20	cm
As1	6.283	cm2

c	a	εs1 = εs'	εs2 = εs	εs3 = εs	fs1	fs2	fs3	Mn	Pn	ϕ	ϕ Mn	ϕ Pn	ϕ Pn max
2	1.7	-0.0060	0.0480	0.0270	-4200.0	4200.0	4200.0	3.10	-62.98	0.90	2.79	-56.69	-56.69
4	3.4	-0.0015	0.0225	0.0120	-3045.0	4200.0	4200.0	6.94	-39.54	0.90	6.25	-35.59	-35.59
6	5.1	0.0000	0.0140	0.0070	0.0	4200.0	4200.0	12.17	-4.23	0.90	10.95	-3.80	-3.80
8	6.8	0.0008	0.0098	0.0045	1522.5	4200.0	4200.0	15.78	21.52	0.90	14.20	19.37	19.37
10	8.5	0.0012	0.0072	0.0030	2436.0	4200.0	4200.0	18.58	43.45	0.90	16.72	39.10	39.10
12	10.2	0.0015	0.0055	0.0020	3045.0	4200.0	4060.0	20.84	64.34	0.90	18.76	57.90	57.90
14	11.9	0.0017	0.0043	0.0013	3480.0	4200.0	2610.0	22.67	92.36	0.84	19.02	77.50	77.50
16	13.6	0.0019	0.0034	0.0008	3806.3	4200.0	1522.5	24.13	117.43	0.76	18.37	89.41	89.41
18	15.3	0.0020	0.0027	0.0003	4060.0	4200.0	676.7	25.25	140.52	0.70	17.70	98.51	98.51
20	17	0.0021	0.0021	0.0000	4200.0	4200.0	0.0	26.00	161.84	0.65	16.97	105.62	105.62
22	18.7	0.0022	0.0016	-0.0003	4200.0	3321.8	-553.6	25.58	187.02	0.65	16.62	121.56	121.56
24	20.4	0.0023	0.0013	-0.0005	4200.0	2537.5	-1015.0	24.96	211.03	0.65	16.22	137.17	137.17
26	22.1	0.0023	0.0009	-0.0007	4200.0	1873.8	-1405.4	24.17	233.84	0.65	15.71	151.99	151.99
28	23.8	0.0024	0.0006	-0.0009	4200.0	1305.0	-1740.0	23.20	255.70	0.65	15.08	166.20	166.20
30	25.5	0.0024	0.0004	-0.0010	4200.0	812.0	-2030.0	22.01	276.80	0.65	14.31	179.92	179.92
32	27.2	0.0024	0.0002	-0.0011	4200.0	380.6	-2283.8	20.60	297.29	0.65	13.39	193.24	193.24
34	28.9	0.0025	0.0000	-0.0012	4200.0	0.0	-2507.6	18.96	317.27	0.65	12.33	206.23	206.23
36	30.6	0.0025	-0.0002	-0.0013	4200.0	-338.3	-2706.7	17.09	336.83	0.65	11.11	218.94	218.94
38	32.3	0.0025	-0.0003	-0.0014	4200.0	-641.1	-2884.7	14.97	356.04	0.65	9.73	231.43	231.43

As2	6.283	cm2
As3	6.283	cm2
Ast	18.850	cm2
ρ	1.18	%
Es	2030000	kg/cm2
εcu	0.003	
εy	0.00207	
ϕ Pn max	251.65	

40	34	0.0026	-0.0005	-0.0015	4200.0	-913.5	-3045.0	12.60	374.94	0.65	8.19	243.71	243.71
42	35.7	0.0026	-0.0006	-0.0016	4200.0	-1160.0	-3190.0	9.98	393.59	0.65	6.49	255.83	251.65
44	37.4	0.0026	-0.0007	-0.0016	4200.0	-1384.1	-3321.8	7.11	412.01	0.65	4.62	267.80	251.65
46	39.1	0.0026	-0.0008	-0.0017	4200.0	-1588.7	-3442.2	3.97	430.23	0.65	2.58	279.65	251.65

Diseño de vigas

Diseño a flexión

f'c	280	kg/cm2
Mu	4.45	ton-m
Fy	4200	kg/cm2

Peralte efectivo		unidades
altura "h"	40	[cm]
base "b"	25	[cm]
rec	4	[cm]
φestribo	1	[cm]
φlong	1.4	[cm]
peralte [cm] "d"	34.3	[cm]

Demandas de momentos [ton-m]

	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna
Top	2.55		3.99		4.45		4.35		3.33
Bottom	0.25	0.9	0.48	2.1		2.1		0.85	

Acero por demanda [cm2]

	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna
Top	2.230	0.000	3.490	0.000	3.892	0.000	3.805	0.000	2.913
Bottom	0.219	0.787	0.420	1.837	0.000	1.837	0.000	0.743	0.000

As max	18.59	[cm2]
As min	2.858	[cm2]

Acero corregido [cm2]

	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna
Top	2.858	2.858	3.490	2.858	3.892	2.858	3.805	2.858	2.913
Bottom	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858	2.858

 # Varillas

	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna
Top	2.000	2.000	3.000	2.000	3.000	2.000	3.000	2.000	2.000
Bottom	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

3.- Realizar el armado de la viga

Armado de la viga

	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna
Top	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	3φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	3φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	3φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4
Bottom	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4	2φ [cm]1.4

REVISAR ARMADO, CUMPLE, PERO TENEMOS QUE HACERLO FUNCIONAL

φ [cm]	Area [cm2]
0.6	0.28
0.8	0.5
1	0.79
1.2	1.13
1.4	1.54
1.6	2.01
1.8	2.54
2	3.14
2.2	3.8
2.4	4.52
2.6	5.31
2.8	6.16

As_max_top	4.62	[cm2]
As_max_bot	3.08	[cm2]

Acero Colocado [cm2]

	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna	Centro	Columna
Top	3.08	3.08	4.62	3.08	4.62	3.08	4.62	3.08	3.08
Bottom	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08

4.- comprobamos las cuantías e identificamos las fallas

ρ hallado top	0.005
ρ hallado bot	0.004
ρ balanceado	0.029
ρ min	0.003
ρ max	0.022

ρ min<ρ hallado bot	SI CUMPLE
ρ hallado bot<ρ max	SI CUMPLE
ρ hallado max > 1.1*ρb	FALLA DÚCTIL
ρ min<ρ hallado	SI CUMPLE
ρ hallado<ρ max	SI CUMPLE

$$As = \rho_b * b * d \qquad \rho_b = \frac{\beta_1 * 0.85 * F'c}{Fy}\left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{Fy}{Es}}\right)$$

5.- Calcular capacidad de vigas

Capacidad de vigas

T	19.404	[ton-cm]
a	3.2612	[cm]
φt	0.9	
Mu	4.45	[ton-m]
Mn	6.339	[ton-m]
φMn	5.705	[ton-m]
φMn>Mu	SI CUMPLE	

φMn>Mu SI CUMPLE

CALCULO A CORTANTE

Vu	4.55	[ton]
Vc	7.60	[ton]
φv	0.75	
Vs	-1.54	[ton]
No requiere refuerzo a cortante		

CALCULO A CORTANTE

Vu	4.55	[ton]

1.- Se calcula el aporte de resistencia al hormigon

Vc	7.60	[ton]

2.- Se calcula el aporte de resistencia al corte (estribos)

φv	0.75
Vs	-1.54

No requiere refuerzo a cortante

3.- Determinar la separación que requiere por normativa

separación requerida	-147.114	[cm]
separación nomativa	17.15	[cm]
Vsec	31.567	[ton]

se colocará el estribo cada 15

Sección adecuada, por lo tanto separación adecuada

separación requerida	-147.11	[cm]
separación nomativa	17.15	[cm]
s	15.00	[cm]

4.- comprobar que el Av colocado sea mayor al minimo

Av colocado	1.571
Av min 1	0.342
Av min 2	0.357

Av colocado > MAX(Av min 1, Av min 2)

SI CUMPLE

DISEÑO A TORSION

Efectos de torsión

Tu	0.12	[ton-m]
Pep	118.6	[cm]
Acp	857.5	[cm2]
φt	0.75	
φt*Tth	0.06	[ton-m]

Si Tu < φt*Tth

CONSIDERE EFECTOS DE TORSION

ph	94	[cm]
Aoh	421.6	[cm2]
Lim1	0.006487703	[ton/cm2]
Lim2	0.271226578	[ton/cm2]

SECCIÓN ADECUADA

At	0.045	[cm2]
φestribo	1	[cm]
Avt	3.142	[cm2]
Ao	496.00	[cm2]
φtTn	9.82	[ton-m]

SECCIÓN ADECUADA, CUMPLE DISEÑO A TORSIÓN

Tcr	0.86	[ton-m]

SE IGNORA

Torsión de agrietamiento

Tcr	0.861074397	[ton-m]
Ademanda	1.661116724	cm2
N ramales	2	
Av min 1	0.341636178	
Av min 2	0.357291667	

SE IGNORA

		Aparatos				
		Aparato Sanitario	Cantidad	Diámetro (mm)	UD	Total UD
Bajante 1 (P2-P1)	Piso 2 (Baño)	Lavamano	1	50	2	2
		Inodoro	1	110	3	3
		Ducha	1	75	2	2
Bajante 2 (P2-P1)	Piso 2 (Cocina)	Lavaplatos	1	50	2	2
Bajante 3 (P2-P1)	Piso 2 (Baño)	Lavamano	2	50	2	4
		Inodoro	2	110	3	6
		Ducha	2	75	2	4
Bajante 4 (P2-P1)	Piso 2 (Baño)	Lavamano	2	50	2	4
		Inodoro	2	110	3	6
		Ducha	2	75	2	4
Bajante 5 (P2-P1)	Piso 2 (Lavanderia)	Lavadora	1	50	2	2
		Fregaderos	1	38	2	2
Bajante 6 (P2-P1)	Piso 2 (Lavanderia)	Lavadora	1	50	2	2
		Fregaderos	1	38	2	2
Bajante 7 (P2-P1)	Piso 2 (Cocina)	Lavaplatos	1	50	2	2
Bajante 1 (P1-Pb)	Piso 1 (Baño)	Lavamano	1	50	2	2
		Inodoro	1	110	3	3
		Ducha	1	75	2	2
Bajante 2 (P1-Pb)	Piso 1 (Cocina)	Lavaplatos	1	50	2	2
Bajante 3 (P1-Pb)	Piso 1 (Baño)	Lavamano	2	50	2	4
		Inodoro	2	110	3	6
		Ducha	2	75	2	4
Bajante 4 (P1-Pb)	Piso 1 (Baño)	Lavamano	2	50	2	4
		Inodoro	2	110	3	6
		Ducha	2	75	2	4
Bajante 5 (P1-Pb)	Piso 1 (Lavanderia)	Lavadora	1	50	2	2
		Fregaderos	1	38	2	2
Bajante 6 (P1-Pb)	Piso 1 (Lavanderia)	Lavadora	1	50	2	2
		Fregaderos	1	38	2	2
Bajante 7 (P1-Pb)	Piso 1 (Cocina)	Lavaplatos	1	50	2	2
	Planta Baja (Consultorio)	Lavamano	3	50	2	6
		Inodoro	1	110	3	3
	Planta Baja (Local 3)	Lavamano	1	50	2	2
		Inodoro	1	110	3	3
	Planta Baja (Local 2)	Lavamano	1	50	2	2
		Inodoro	1	110	3	3
	Planta Baja (Local 1)	Lavamano	1	50	2	2
		Inodoro	1	110	3	3
	Planta Baja (Departamento)	Lavamano	1	50	2	2
		Inodoro	1	110	3	3
		Lavaplatos	1	50	2	2
		Ducha	1	75	2	2

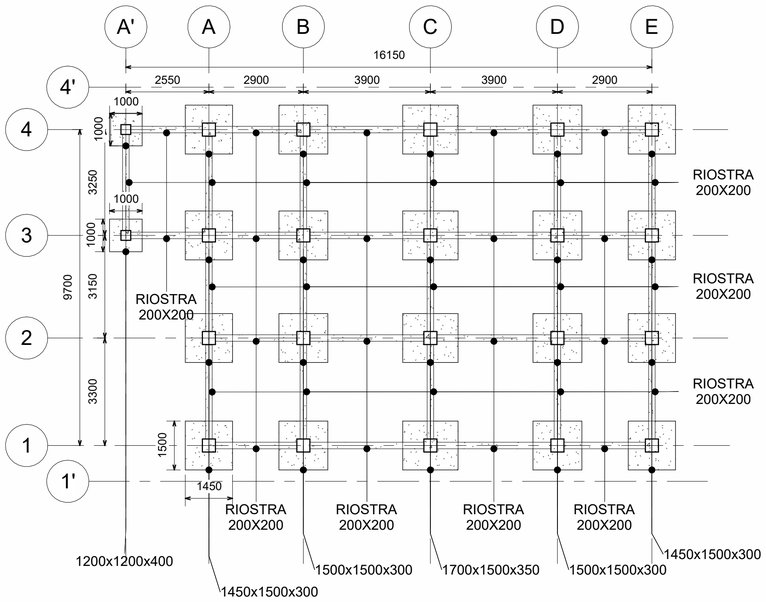
HORIZONTAL COLLECTOR												
SEG.	FLOW				DIMENSION		SLOPE	DESIGN			ELEVATIONS	
	UNITS			S	L	ϕ	S	Qo	Vo	Δh	INICIAL	FINAL
	PROPIO	ACUM.	MAX	%	m	mm	%	l/s	m/s	m	m	m
A-B	5	5	160	1	4	100	1	7.78	0.960	0.04	0.00	-0.34
B-C	54	59	160	1	3.5	200	1	49.42	1.52	0.04	-0.34	-0.38
C-D	45	104	160	1.6	3.5	200	1.6	62.52	1.93	0.06	-0.38	-0.43
D-E	4	108	160	1.7	4	200	1.7	64.44	1.99	0.07	-0.43	-0.50
E-F	0	108	160	1.7	7.7	200	1.7	64.44	1.99	0.13	-0.50	-0.63
F-G	5	113	160	1	4	250	1	89.61	1.77	0.04	-0.63	-0.67
G-DA	5	118	160	1	4	250	1	89.61	1.77	0.04	-0.67	-0.71

SEG.	Q	Qo	Vo	Q/Qo	y/ϕ	v/Vo	Y	V	Y	V
	l/s	l/s	l/s				mm	m/s		
A-B	2.35	7.78	0.960	0.302	0.432	0.74	43.2	0.7104	CUMPLE	CUMPLE
B-C	27.73	49.42	1.520	0.561	0.6	0.891	120	1.35432	CUMPLE	CUMPLE
C-D	48.88	62.52	1.930	0.782	0.748	0.99	149.6	1.9107	CUMPLE	CUMPLE
D-E	50.76	64.44	1.990	0.788	0.748	0.99	149.6	1.9701	CUMPLE	CUMPLE
E-F	50.76	64.44	1.990	0.788	0.748	0.99	149.6	1.9701	CUMPLE	CUMPLE
F-G	53.11	89.61	1.770	0.593	0.625	0.91	156.25	1.6107	CUMPLE	CUMPLE
G-DA	55.46	89.61	1.770	0.619	0.638	0.919	159.5	1.62663	CUMPLE	CUMPLE

PISO	Aparato Sanitario	Cantidad	UD	Total UD
PISO 2	Lavamano	5	2	10
	Inodoro	5	3	15
	Ducha	5	2	10
	Fregaderos	2	2	4
	Lavadora	2	2	4
	Lavaplatos	2	2	4
PISO 1	Lavamano	5	2	10
	Inodoro	5	3	15
	Ducha	5	2	10
	Fregaderos	2	2	4
	Lavadora	2	2	4
	Lavaplatos	2	2	4
PLANTA BAJA	Lavamano	7	2	14
	Inodoro	5	3	15
	Ducha	1	2	2
	Fregaderos	0	2	0
	Lavadora	0	2	0
	Lavaplatos	1	2	2

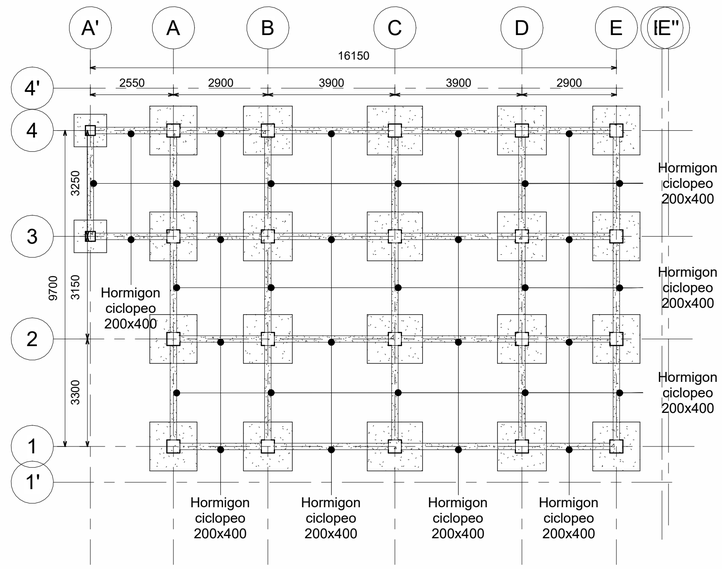
Bajantes

DSPT. #	FLOORS SERVED	UNITS				DIMENSION	
		Each floor Units	Total Units	Max Units	Q l/s	L m	ϕ mm
Bajante 1 (P2-I	1	7	7	240	3.29	3	110
Bajante 2 (P2-I	1	2	2	48	0.94	3	75
Bajante 3 (P2-I	1	14	14	240	6.58	3	110
Bajante 4 (P2-I	1	14	14	240	6.58	3	110
Bajante 5 (P2-I	1	4	4	48	1.88	3	75
Bajante 6 (P2-I	1	4	4	48	1.88	3	75
Bajante 7 (P2-I	1	2	2	48	0.94	3	75
Bajante 1 (P1-I	1	7	14	240	3.29	3	110
Bajante 2 (P1-I	1	2	4	48	0.94	3	75
Bajante 3 (P1-I	1	14	28	240	6.58	3	110
Bajante 4 (P1-I	1	14	28	240	6.58	3	110
Bajante 5 (P1-I	1	4	8	48	1.88	3	75
Bajante 6 (P1-I	1	4	8	48	1.88	3	75
Bajante 7 (P1-I	1	2	4	48	0.94	3	75



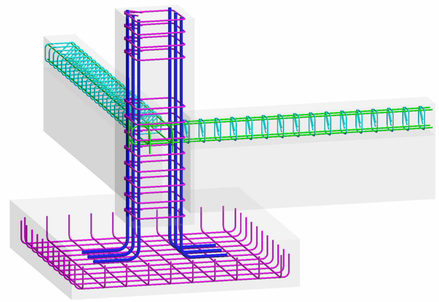
1 Cimentacion

1 : 100



2 Hormigon Ciclopeo

1 : 100



8 Cimentación 3d

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.- NORMA DE DISEÑO: NEC-15, ACI 318S-14 y ASCE 7-05

2.- EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA ESTRUCTURA ES EL HORMIGON Y ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMERADA CORRUGADA

3.- RESISTENCIA DE MATERIALES :
HORMIGON, RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS:

CIMENTACION,MUROS Y CISTERNA	f´c= 210 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y OTROS	f´c= 210 Kg/cm²
REPLANTILLOS	f´c= 140 Kg/cm²
LIMITE A LA FLUENCIA DEL ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMETRADA Y CORRUGADA (ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO, SERA DE GRADO 42)	f´y= 4200 Kg/cm²

4.- CIMENTACION DEBE MANTENER SUS CARACTERISTICAS Y MATERIALES AL FUNDIR SOBRE SUELO

5.- RECUBRIMIENTOS PARA REFUERZO:

SUPERESTRUCTURA:	COLUMNAS,VIGAS Y LOSAS	(2.50 a 4.00) cm
INFRAESTRUCTURA :	CIMENTACION,MUROS BAJO SUELO Y CISTERNAS	(5.00 a 7.00) cm

6.- EMPALMES DE ACERO DE REFUERZO : SERA DE 50 DIAMETROS, CON UN MINIMO DE 60cm. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO SERA IGUAL A 8 VECES SU DIAMETRO

7.- RELLENO BAJO LA CIMENTACION Y SE REALIZARA EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, COMPACTADAS DE ACUERDO AL PROCTOR UTILIZANDO MATERIALES TALES COMO BASE III, ARENA, GRAVA, CANTO RODADOS O PIEDRA

8.- DIMENSIONES SERA EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS

9.- CHAFLANES TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS TENDRAN UN CHAFLAN DE 2 cm

10.-LAS DIMENSIONES PREVALECEN A LA ESCALA

11.-TODOS LOS NIVELES INDICADOS DEBERAN COMPROBARSE CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS

12.-RIOSTRAS CENTRALES DESCANSAN SOBRE REPLANTILLOS DE HORMIGON

13.- ES RECOMENDABLE COLOCAR UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DEL CONCRETO PARA EVITAR LA CORROCIÓN DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES EN TODO EL HORMIGON INCLUIDO LA CIMENTACION.

14.- EL DRENAJE DEL PROYECTO SERA FACTOR IMPORTANTE PARA EL CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS

15.- EN LOS BORDES DE LOSA SEÑALADOS, SE COLOCARA EL ESFUERZO DE ANCLAJE.

16.- LA LOSA DE CUBIERTA TENDRA REFUERZO POR TEMPERATURA EN SU CAPA SUPERIOR DE Ø5.5mm C/40 cm EN AMBOS SENTIDOS.

GANCHO A 135º

RECUBRIMIENTO

CIMIENTOS	5cm.
COLUMNAS	2.5cm
VIGAS AEREAS	2.5cm
LOSA	ver detalle

ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm	30 cm.
Ø10mm	35 cm.
Ø12mm	40 cm.
Ø14mm	45 cm.
Ø16mm	50 cm.
Ø20mm	60 cm.

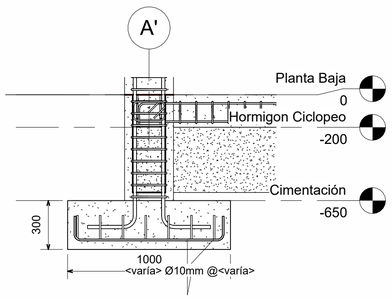
NOTA: NO SE TRASLAPARA EN LA ZONA DEL NUDO RÍGIDO O ZONA DE CONFINAMIENTO

DISEÑO PARA 1m3 f'c= 210Kg/cm2		DISEÑO PARA 1m3 f'c= 140Kg/cm2	
CEMENTO:	400 Kg	CEMENTO:	310 Kg
PIEDRA #4:	1010 Kg	PIEDRA #4:	1010 Kg
ARENA FINA:	652 Kg	ARENA FINA:	754 Kg
AGUA LIMPIA:	216 lts	AGUA LIMPIA:	210 lts
a/c:	0.54	a/c:	0.70
SACOS CEMENTO/m3:	8 s.	SACOS CEMENTO/m3:	6 s.
PLINTOS, RIOSTRAS, COLUMNAS		REPLANTILLOS	

* LOS VOLUMENES NO TIENEN NINGUNA MAYORACION

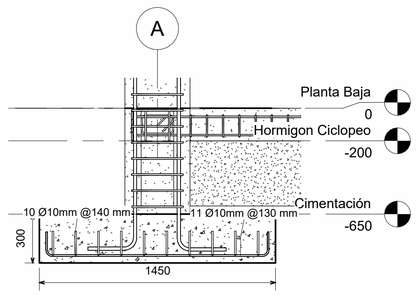
f´c: RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION EN PROBETAS (15x30) A LOS 28 DIAS DE EDAD.

TIPOS DE HIERROS



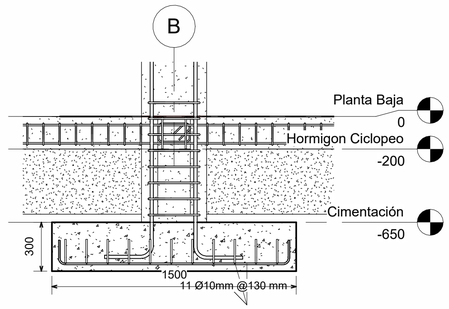
3 1200x1200x300mm

1 : 20



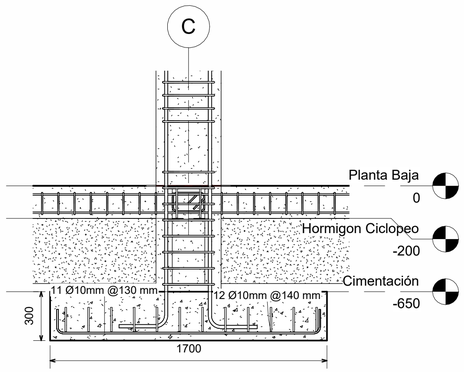
4 1450x1500x300mm

1 : 20



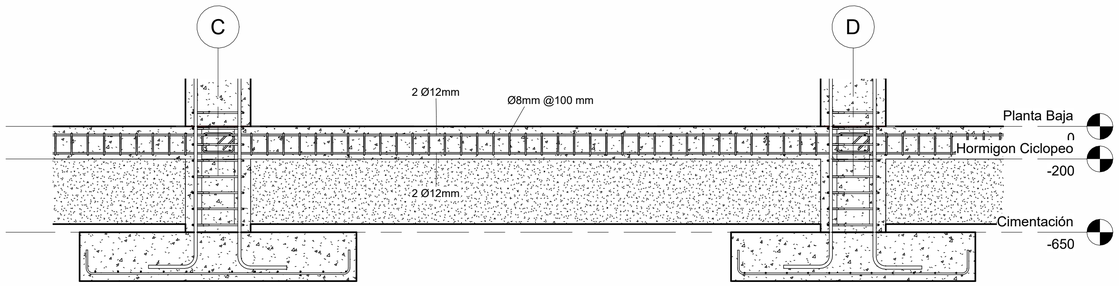
5 1500x1500x300mm

1 : 20



6 1700x1500x300mm

1 : 20



7 Armado riostra

1 : 20

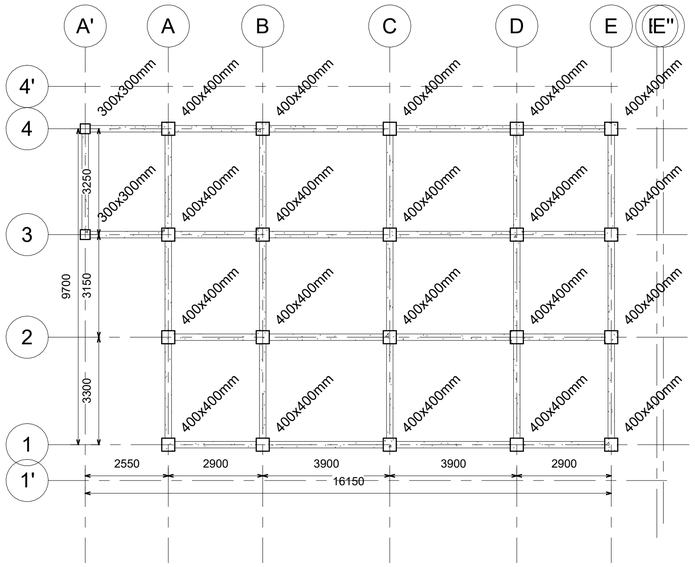
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

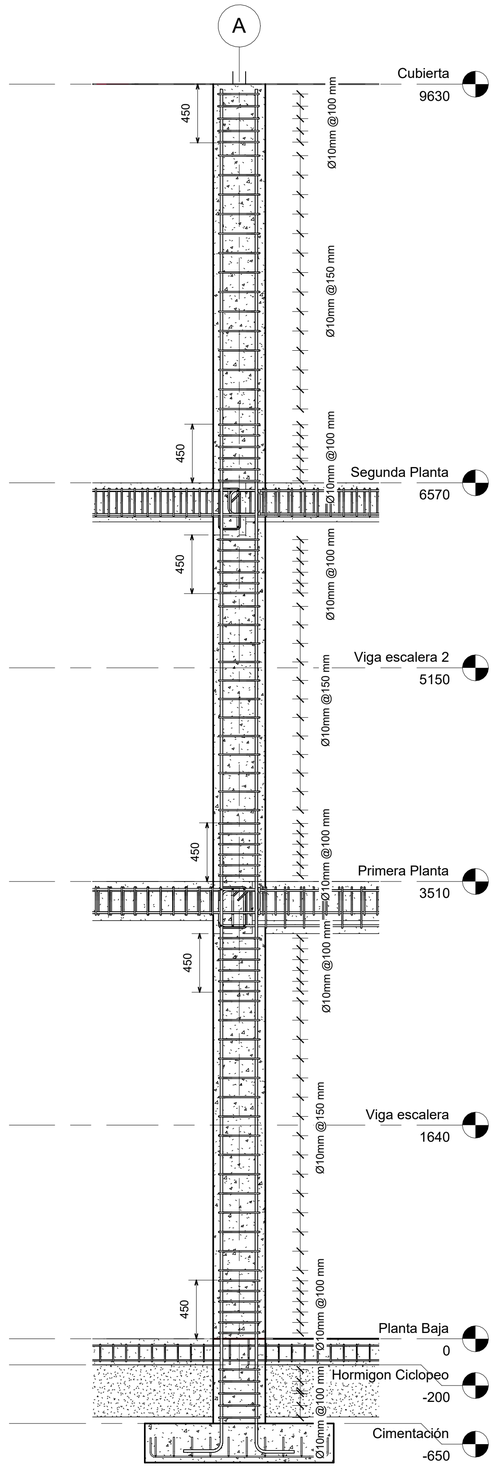
PROYECTO: Project Name

CONTENIDO: Plano Estructural de Cimentación

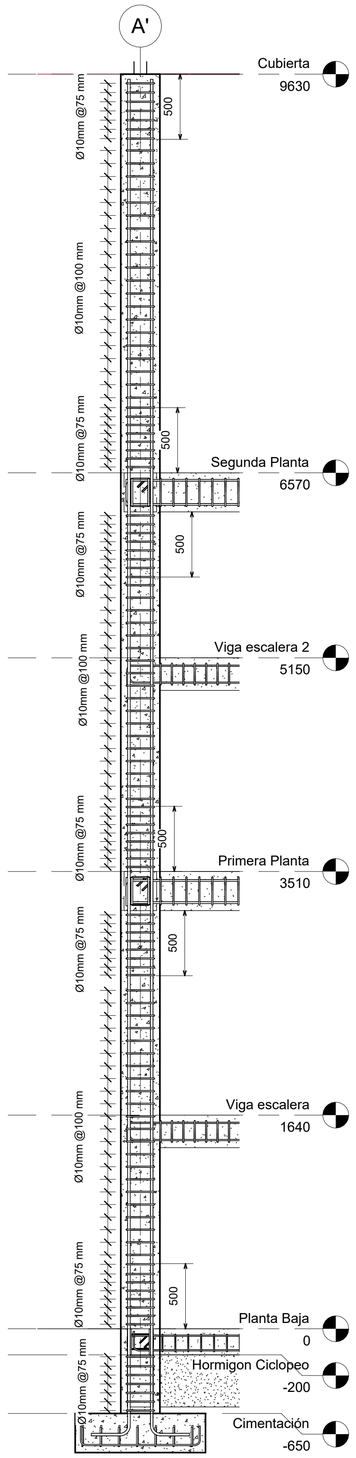
Coordinador de Ingeniería Civil:	**Estudiantes:**	**Fecha:** 31/07/25
Tutor:		**Lámina:** 1 — **Escala:** Como se indica



1 Columnas
1 : 100



2 Columna 400x400
1 : 25



3 Columna 300x300
1 : 25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.- NORMA DE DISEÑO: NEC-15, ACI 318S-14 y ASCE 7-05

2.- EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA ESTRUCTURA ES EL HORMIGON Y ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMERADA CORRUGADA

3.- RESISTENCIA DE MATERIALES :
HORMIGON, RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS:

CIMENTACION,MUROS Y CISTERNA	f´c= 210 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y OTROS	f´c= 210 Kg/cm²
REPLANTILLOS	f´c= 140 Kg/cm²
LIMITE A LA FLUENCIA DEL ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMETRADA Y CORRUGADA (ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO, SERA DE GRADO 42)	f´y= 4200 Kg/cm²

4.- CIMENTACION DEBE MANTENER SUS CARACTERISTICAS Y MATERIALES AL FUNDIR SOBRE SUELO

5.- RECUBRIMIENTOS PARA REFUERZO:

SUPERESTRUCTURA:	COLUMNAS,VIGAS Y LOSAS	(2.50 a 4.00) cm
INFRAESTRUCTURA :	CIMENTACION,MUROS BAJO SUELO Y CISTERNAS	(5.00 a 7.00) cm

6.- EMPALMES DE ACERO DE REFUERZO : SERA DE 50 DIAMETROS, CON UN MINIMO DE 60cm. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO SERA IGUAL A 8 VECES SU DIAMETRO

7.- RELLENO BAJO LA CIMENTACION Y SE REALIZARA EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, COMPACTADAS DE ACUERDO AL PROCTOR UTILIZANDO MATERIALES TALES COMO BASE III, ARENA, GRAVA, CANTO RODADOS O PIEDRA

8.- DIMENSIONES SERA EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS

9.- CHAFLANES TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS TENDRAN UN CHAFLAN DE 2 cm

10.-LAS DIMENSIONES PREVALECEN A LA ESCALA

11.-TODOS LOS NIVELES INDICADOS DEBERAN COMPROBARSE CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS

12.-RIOSTRAS CENTRALES DESCANSAN SOBRE REPLANTILLOS DE HORMIGON

13.- ES RECOMENDABLE COLOCAR UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DEL CONCRETO PARA EVITAR LA CORROCIÓN DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES EN TODO EL HORMIGON INCLUIDO LA CIMENTACION.

14.- EL DRENAJE DEL PROYECTO SERA FACTOR IMPORTANTE PARA EL CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS

15.- EN LOS BORDES DE LOSA SEÑALADOS, SE COLOCARA EL ESFUERZO DE ANCLAJE.

16.- LA LOSA DE CUBIERTA TENDRA REFUERZO POR TEMPERATURA EN SU CAPA SUPERIOR DE Ø5.5mm C/40 cm EN AMBOS SENTIDOS.

GANCHO A 135º

5	6
6	7
7	8
8	9
9	10
10	12
12	15
14	20

RECUBRIMIENTO

CIMENTOS	5cm.
COLUMNAS	2.5cm
VIGAS AEREAS	2.5cm
LOSA	ver detalle

ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm	30 cm.
Ø10mm	35 cm.
Ø12mm	40 cm.
Ø14mm	45 cm.
Ø16mm	50 cm.
Ø20mm	60 cm.

NOTA: NO SE TRASLAPARA EN LA ZONA DEL NUDO RÍGIDO O ZONA DE CONFINAMIENTO

DISEÑO PARA 1m3 Fc= 210Kg/cm2		DISEÑO PARA 1m3 Fc= 140Kg/cm2	
CEMENTO:	400 Kg	CEMENTO:	310 Kg
PIEDRA #4:	1010 Kg	PIEDRA #4:	1010 Kg
ARENA FINA:	652 Kg	ARENA FINA:	754 Kg
AGUA LIMPIA:	216 lts	AGUA LIMPIA:	210 lts
a/c:	0.54	a/c:	0.70
SACOS CEMENTO/m3:	8 s.	SACOS CEMENTO/m3:	6 s.
PLINTOS, RIOSTRAS, COLUMNAS		REPLANTILLOS	

* LOS VOLUMENES NO TIENEN NINGUNA MAYORACION

f´c: RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION EN PROBETAS (15x30) A LOS 28 DIAS DE EDAD.

TIPOS DE HIERROS

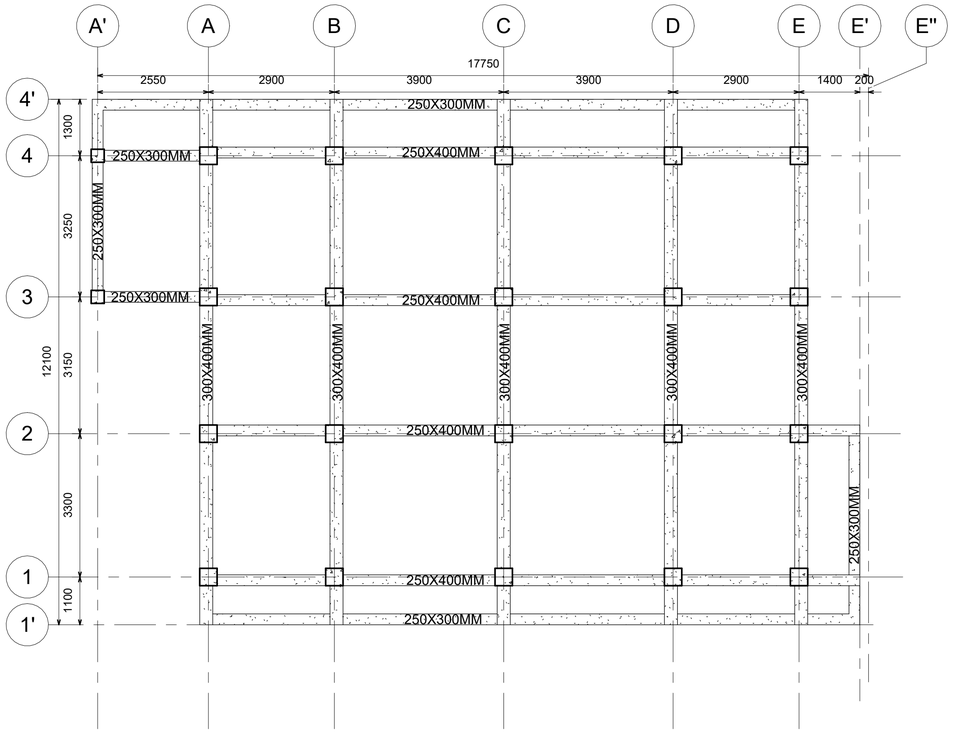
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO: Project Name

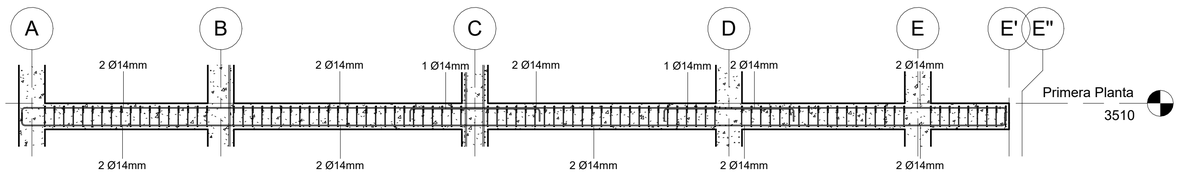
CONTENIDO: Plano Estructural de Columnas

Coordinador de Ingeniería Civil:	**Estudiantes:**	**Fecha:** 31/07/25	
Tutor:		**Lámina:** 2	**Escala:** Como se indica



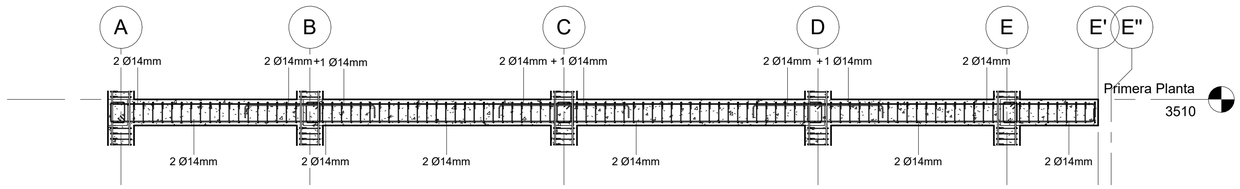
1 Primera Planta

1 : 75



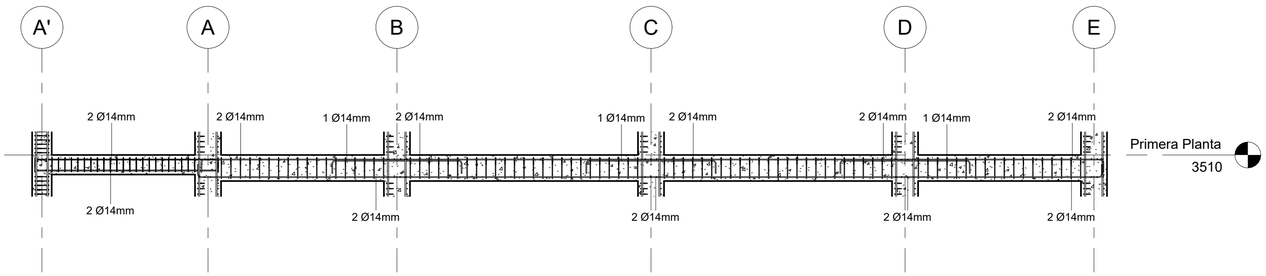
2 Viga EJE 1 - 1era planta

1 : 50



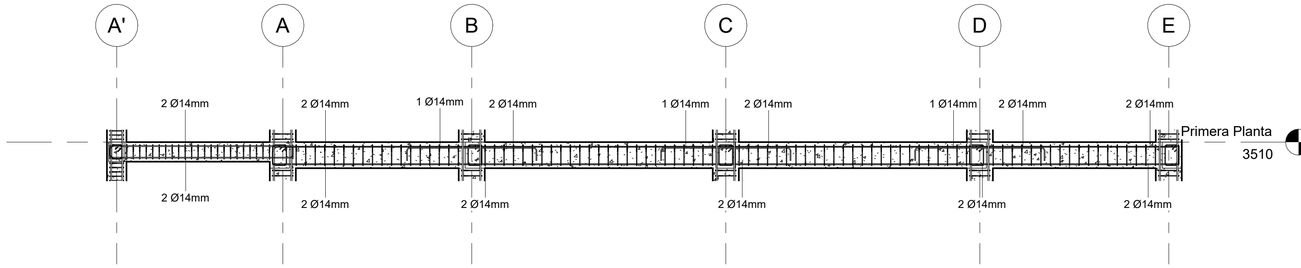
3 Viga EJE 2 - 1era planta

1 : 50



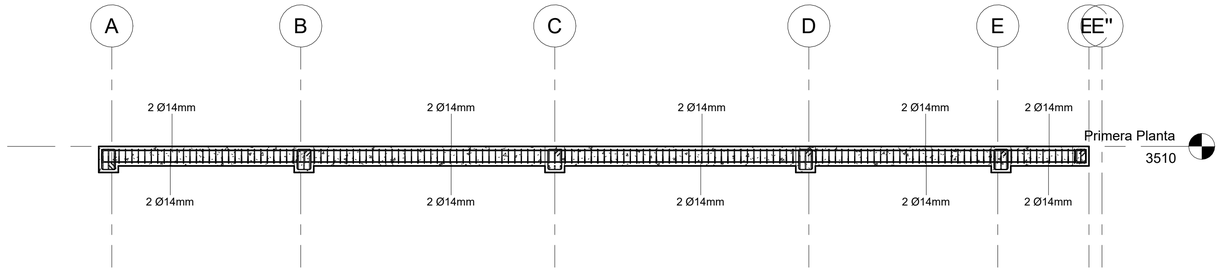
4 Viga EJE 3 - 1era Planta

1 : 50



5 Viga EJE 4 - 1era planta

1 : 50



6 Viga EJE 1' - 1era planta

1 : 50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.- NORMA DE DISEÑO: NEC-15, ACI 318S-14 y ASCE 7-05

2.- EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA ESTRUCTURA ES EL HORMIGON Y ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMERADA CORRUGADA

3.- RESISTENCIA DE MATERIALES :
HORMIGON, RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS:

CIMENTACION,MUROS Y CISTERNA	f´c= 210 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y OTROS	f´c= 210 Kg/cm²
REPLANTILLOS	f´c= 140 Kg/cm²
LIMITE A LA FLUENCIA DEL ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMETRADA Y CORRUGADA (ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO, SERA DE GRADO 42)	f´y= 4200 Kg/cm²

4.- CIMENTACION DEBE MANTENER SUS CARACTERISTICAS Y MATERIALES AL FUNDIR SOBRE SUELO

5.- RECUBRIMIENTOS PARA REFUERZO:

SUPERESTRUCTURA:	COLUMNAS,VIGAS Y LOSAS	(2.50 a 4.00) cm
INFRAESTRUCTURA :	CIMENTACION,MUROS BAJO SUELO Y CISTERNAS	(5.00 a 7.00) cm

6.- EMPALMES DE ACERO DE REFUERZO : SERA DE 50 DIAMETROS, CON UN MINIMO DE 60cm. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO SERA IGUAL A 8 VECES SU DIAMETRO

7.- RELLENO BAJO LA CIMENTACION Y SE REALIZARA EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, COMPACTADAS DE ACUERDO AL PROCTOR UTILIZANDO MATERIALES TALES COMO BASE III, ARENA, GRAVA, CANTO RODADOS O PIEDRA

8.- DIMENSIONES SERA EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS

9.- CHAFLANES TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS TENDRAN UN CHAFLAN DE 2 cm

10.-LAS DIMENSIONES PREVALECEN A LA ESCALA

11.-TODOS LOS NIVELES INDICADOS DEBERAN COMPROBARSE CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS

12.-RIOSTRAS CENTRALES DESCANSAN SOBRE REPLANTILLOS DE HORMIGON

13.- ES RECOMENDABLE COLOCAR UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DEL CONCRETO PARA EVITAR LA CORROCIÓN DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES EN TODO EL HORMIGON INCLUIDO LA CIMENTACION.

14.- EL DRENAJE DEL PROYECTO SERA FACTOR IMPORTANTE PARA EL CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS

15.- EN LOS BORDES DE LOSA SEÑALADOS, SE COLOCARA EL ESFUERZO DE ANCLAJE.

16.- LA LOSA DE CUBIERTA TENDRA REFUERZO POR TEMPERATURA EN SU CAPA SUPERIOR DE Ø5.5mm C/40 cm EN AMBOS SENTIDOS.

GANCHO A 135º

	Dp
6,5	35
8	35,6
10	43
12	60,6
14	80

RECUBRIMIENTO

CIMIENTOS	5cm.
COLUMNAS	2.5cm
VIGAS AÉREAS	2.5cm
LOSA	ver detalle

ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm	30 cm.
Ø10mm	35 cm.
Ø12mm	40 cm.
Ø14mm	45 cm.
Ø16mm	50 cm.
Ø20mm	60 cm.

NOTA: NO SE TRASLAPARA EN LA ZONA DEL NUDO RÍGIDO O ZONA DE CONFINAMIENTO

DISEÑO PARA 1m3 f'c= 210Kg/cm2		DISEÑO PARA 1m3 f'c= 140Kg/cm2	
CEMENTO:	400 Kg	CEMENTO:	310 Kg
PIEDRA #4:	1010 Kg	PIEDRA #4:	1010 Kg
ARENA FINA:	652 Kg	ARENA FINA:	754 Kg
AGUA LIMPIA:	216 lts	AGUA LIMPIA:	210 lts
a/c:	0.54	a/c:	0.70
SACOS CEMENTO/m3:	8 s.	SACOS CEMENTO/m3:	6 s.
PLINTOS, RIOSTRAS, COLUMNAS		REPLANTILLOS	

* LOS VOLUMENES NO TIENEN NINGUNA MAYORACION

f´c: RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION EN PROBETAS (15x30) A LOS 28 DIAS DE EDAD.

TIPOS DE HIERROS

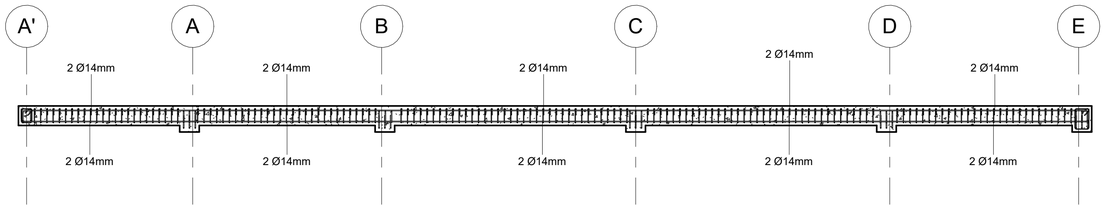
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO: Project Name

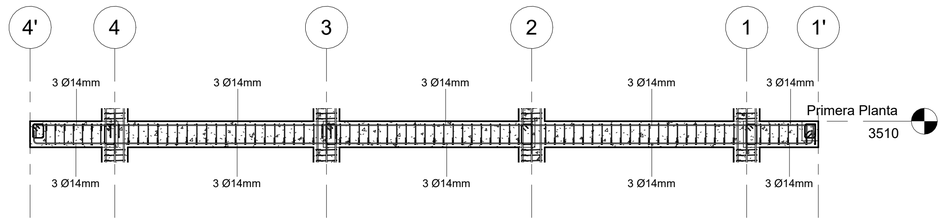
CONTENIDO: Plano Estructural de Vigas 1era planta

Coordinador de Ingeniería Civil:	**Estudiantes:**	**Fecha:** 07/31/25
Tutor:		**Lámina:** 3 — **Escala:** Como se indica



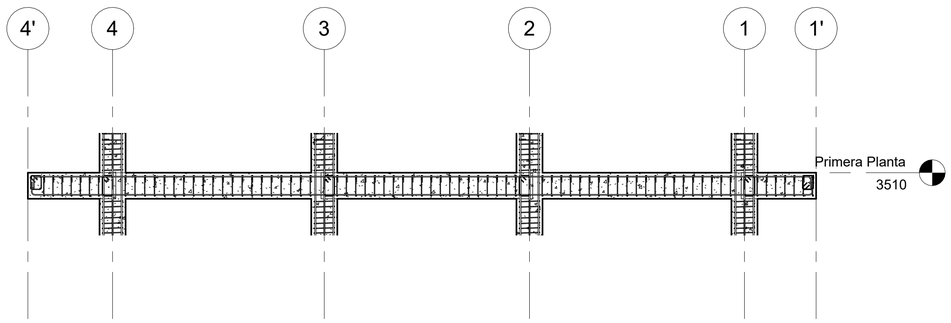
1 Viga EJE 4' - 1era planta

1 : 50



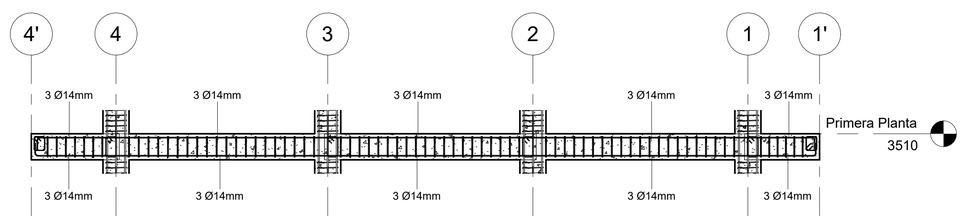
2 Viga EJE A - 1era planta

1 : 50



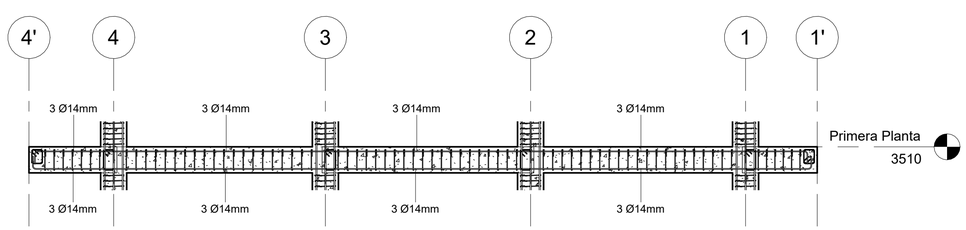
3 Viga EJE B - 1era planta

1 : 50



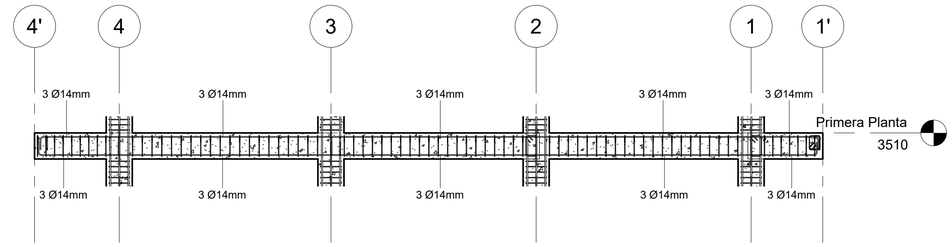
4 Viga EJE C - 1era planta

1 : 50



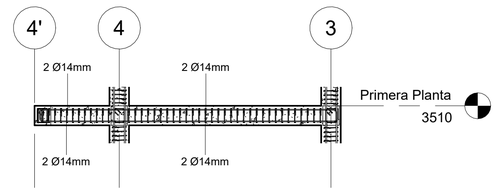
5 Viga EJE D - 1era planta

1 : 50



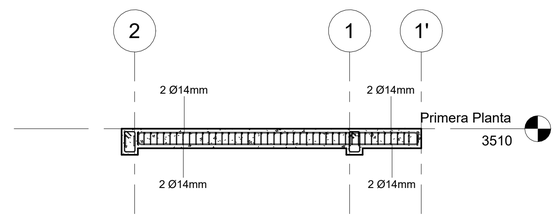
6 Viga EJE E - 1era planta

1 : 50



7 Viga EJE A' - 1era planta

1 : 50



8 Viga EJE E' - 1era planta

1 : 50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.- NORMA DE DISEÑO: NEC-15, ACI 318S-14 y ASCE 7-05

2.- EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA ESTRUCTURA ES EL HORMIGON Y ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMERADA CORRUGADA

3.- RESISTENCIA DE MATERIALES :
HORMIGON, RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS:

CIMENTACION,MUROS Y CISTERNA	f´c= 210 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y OTROS	f´c= 210 Kg/cm²
REPLANTILLOS	f´c= 140 Kg/cm²
LIMITE A LA FLUENCIA DEL ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMETRADA Y CORRUGADA (ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO, SERA DE GRADO 42)	f´y= 4200 Kg/cm²

4.- CIMENTACION DEBE MANTENER SUS CARACTERISTICAS Y MATERIALES AL FUNDIR SOBRE SUELO

5.- RECUBRIMIENTOS PARA REFUERZO:

SUPERESTRUCTURA:	COLUMNAS,VIGAS Y LOSAS	(2.50 a 4.00) cm
INFRAESTRUCTURA :	CIMENTACION,MUROS BAJO SUELO Y CISTERNAS	(5.00 a 7.00) cm

6.- EMPALMES DE ACERO DE REFUERZO : SERA DE 50 DIAMETROS, CON UN MINIMO DE 60cm. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO SERA IGUAL A 8 VECES SU DIAMETRO

7.- RELLENO BAJO LA CIMENTACION Y SE REALIZARA EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, COMPACTADAS DE ACUERDO AL PROCTOR UTILIZANDO MATERIALES TALES COMO BASE III, ARENA, GRAVA, CANTO RODADOS O PIEDRA.

8.- DIMENSIONES SERA EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS

9.- CHAFLANES TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS TENDRAN UN CHAFLAN DE 2 cm

10.-LAS DIMENSIONES PREVALECEN A LA ESCALA

11.-TODOS LOS NIVELES INDICADOS DEBERAN COMPROBARSE CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS

12.-RIOSTRAS CENTRALES DESCANSAN SOBRE REPLANTILLOS DE HORMIGON

13.- ES RECOMENDABLE COLOCAR UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DEL CONCRETO PARA EVITAR LA CORROCIÓN DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES EN TODO EL HORMIGON INCLUIDO LA CIMENTACION.

14.- EL DRENAJE DEL PROYECTO SERA FACTOR IMPORTANTE PARA EL CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS

15.- EN LOS BORDES DE LOSA SEÑALADOS, SE COLOCARA EL ESFUERZO DE ANCLAJE.

16.- LA LOSA DE CUBIERTA TENDRA REFUERZO POR TEMPERATURA EN SU CAPA SUPERIOR DE Ø5.5mm C/40 cm EN AMBOS SENTIDOS.

GANCHO A 135º

Ø	Dh
5.5	35
8	35
10	40
12	60
14	80

RECUBRIMIENTO

CIMIENTOS	5cm.
COLUMNAS	2.5cm
VIGAS AEREAS	2.5cm
LOSA	ver detalle

ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm	30 cm.
Ø10mm	35 cm.
Ø12mm	40 cm.
Ø14mm	45 cm.
Ø16mm	50 cm.
Ø20mm	60 cm.

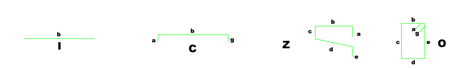
NOTA: NO SE TRASLAPARA EN LA ZONA DEL NUDO RÍGIDO O ZONA DE CONFINAMIENTO

DISEÑO PARA 1m3 f'c= 210Kg/cm2		DISEÑO PARA 1m3 f'c= 140Kg/cm2	
CEMENTO:	400 Kg	CEMENTO:	310 Kg
PIEDRA #4:	1010 Kg	PIEDRA #4:	1010 Kg
ARENA FINA:	652 Kg	ARENA FINA:	754 Kg
AGUA LIMPIA:	216 lts	AGUA LIMPIA:	210 lts
a/c:	0.54	a/c:	0.70
SACOS CEMENTO/m3:	8 s.	SACOS CEMENTO/m3:	6 s.
PLINTOS, RIOSTRAS, COLUMNAS		REPLANTILLOS	

* LOS VOLUMENES NO TIENEN NINGUNA MAYORACION

f´c: RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION EN PROBETAS (15x30) A LOS 28 DIAS DE EDAD.

TIPOS DE HIERROS



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

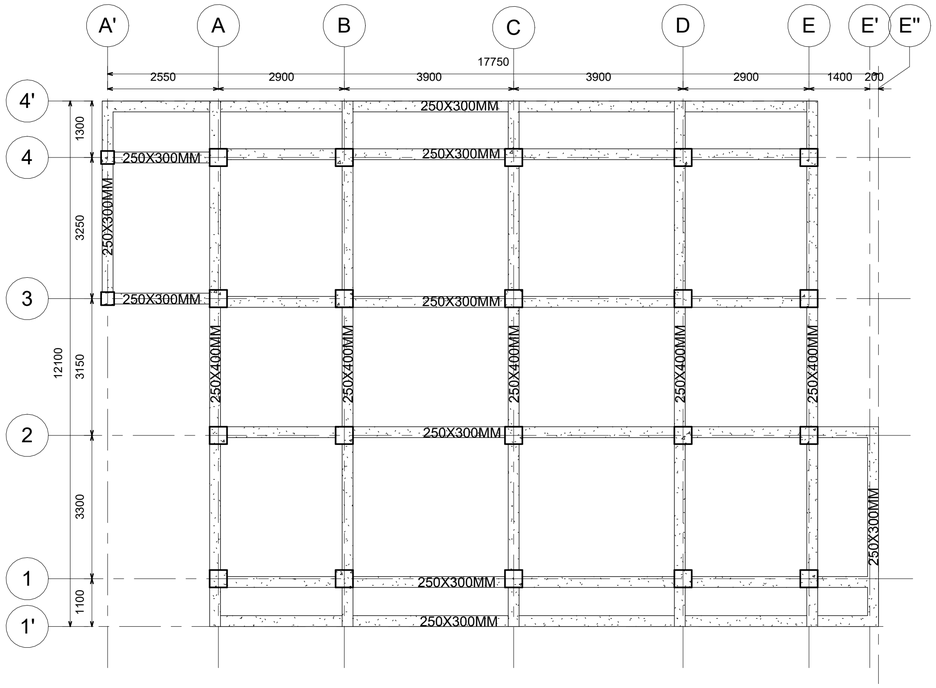
PROYECTO:

Project Name

CONTENIDO:

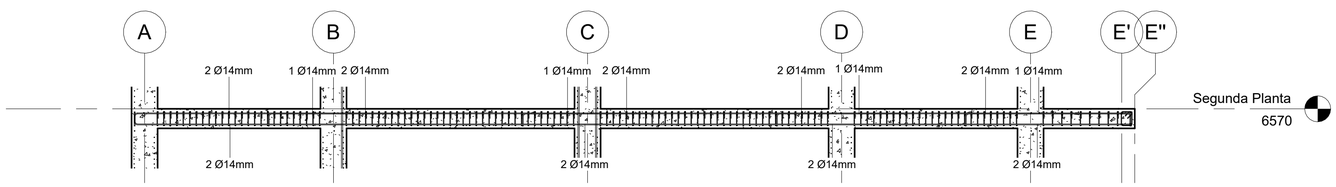
Plano Estructural de Vigas 1era planta

Coordinador de Ingeniería Civil:	**Estudiantes:**	**Fecha:** 07/31/25	
Tutor:		**Lámina:** 4	**Escala:** 1 : 50



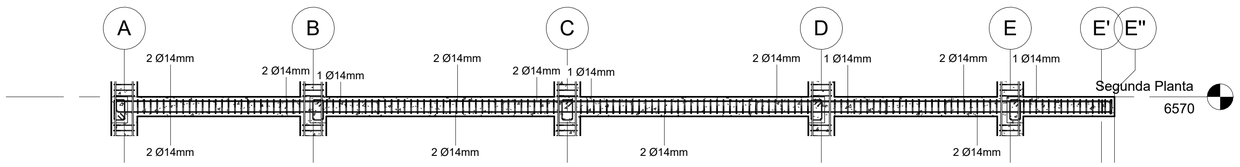
1 Segunda Planta

1 : 75



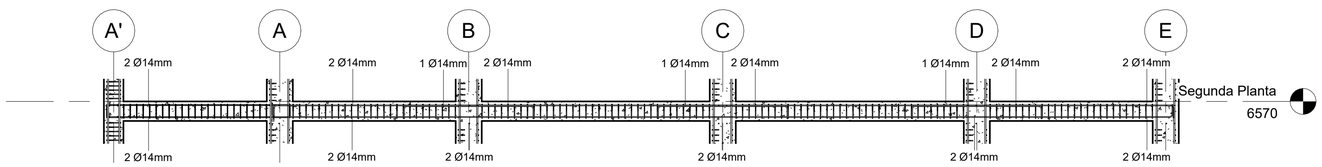
2 Viga EJE 1 - 2da planta

1 : 50



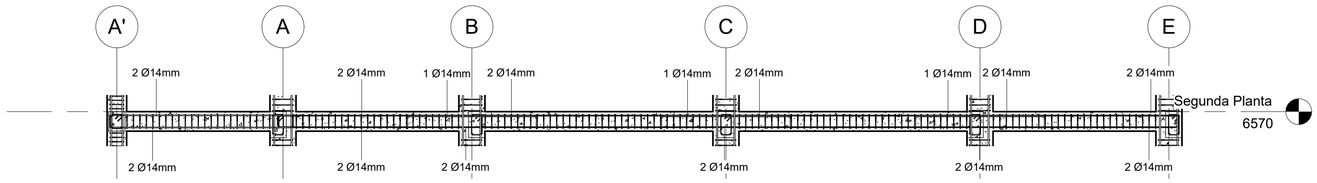
3 Viga EJE 2 - 2da planta

1 : 50



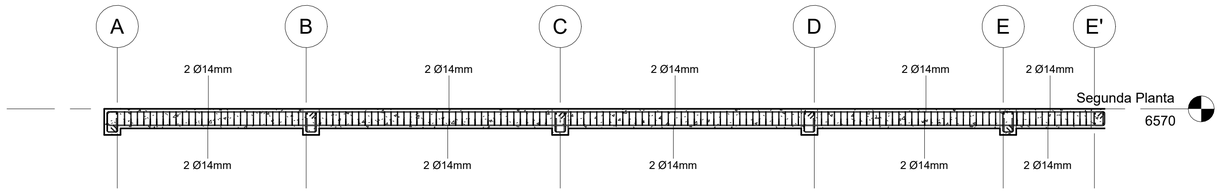
4 Viga EJE 3 - 2da planta

1 : 50



5 Viga EJE 4 - 2da planta

1 : 50



6 Viga EJE 1' - 2da planta

1 : 50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.- NORMA DE DISEÑO: NEC-15, ACI 318S-14 y ASCE 7-05

2.- EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA ESTRUCTURA ES EL HORMIGON Y ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMERADA CORRUGADA

3.- RESISTENCIA DE MATERIALES :
HORMIGON, RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS:

CIMENTACION,MUROS Y CISTERNA	f´c= 210 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y OTROS	f´c= 210 Kg/cm²
REPLANTILLOS	f´c= 140 Kg/cm²
LIMITE A LA FLUENCIA DEL ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMETRADA Y CORRUGADA (ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO, SERA DE GRADO 42)	f´y= 4200 Kg/cm²

4.- CIMENTACION DEBE MANTENER SUS CARACTERISTICAS Y MATERIALES AL FUNDIR SOBRE SUELO

5.- RECUBRIMIENTOS PARA REFUERZO:

SUPERESTRUCTURA:	COLUMNAS,VIGAS Y LOSAS	(2.50 a 4.00) cm
INFRAESTRUCTURA :	CIMENTACION,MUROS BAJO SUELO Y CISTERNAS	(5.00 a 7.00) cm

6.- EMPALMES DE ACERO DE REFUERZO : SERA DE 50 DIAMETROS, CON UN MINIMO DE 60cm. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO SERA IGUAL A 8 VECES SU DIAMETRO

7.- RELLENO BAJO LA CIMENTACION Y SE REALIZARA EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, COMPACTADAS DE ACUERDO AL PROCTOR UTILIZANDO MATERIALES TALES COMO BASE III, ARENA, GRAVA, CANTO RODADOS O PIEDRA

8.- DIMENSIONES SERA EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS

9.- CHAFLANES TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS TENDRAN UN CHAFLAN DE 2 cm

10.-LAS DIMENSIONES PREVALECEN A LA ESCALA

11.-TODOS LOS NIVELES INDICADOS DEBERAN COMPROBARSE CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS

12.-RIOSTRAS CENTRALES DESCANSAN SOBRE REPLANTILLOS DE HORMIGON

13.- ES RECOMENDABLE COLOCAR UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DEL CONCRETO PARA EVITAR LA CORROCIÓN DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES EN TODO EL HORMIGON INCLUIDO LA CIMENTACION.

14.- EL DRENAJE DEL PROYECTO SERA FACTOR IMPORTANTE PARA EL CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS

15.- EN LOS BORDES DE LOSA SEÑALADOS, SE COLOCARA EL ESFUERZO DE ANCLAJE.

16.- LA LOSA DE CUBIERTA TENDRA REFUERZO POR TEMPERATURA EN SU CAPA SUPERIOR DE Ø5.5mm C/40 cm EN AMBOS SENTIDOS.

GANCHO A 135º

6	5.5	26
8	7.5	30
10	9.5	36
12	11.5	43
14	13.5	50

RECUBRIMIENTO

CIMIENTOS	5cm.
COLUMNAS	2.5cm
VIGAS AÉREAS	2.5cm
LOSA	ver detalle

ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm	30 cm.
Ø10mm	35 cm.
Ø12mm	40 cm.
Ø14mm	45 cm.
Ø16mm	50 cm.
Ø20mm	60 cm.

NOTA: NO SE TRASLAPARA EN LA ZONA DEL NUDO RÍGIDO O ZONA DE CONFINAMIENTO

DISEÑO PARA 1m3 f'c= 210Kg/cm2		DISEÑO PARA 1m3 f'c= 140Kg/cm2	
CEMENTO:	400 Kg	CEMENTO:	310 Kg
PIEDRA #4:	1010 Kg	PIEDRA #4:	1010 Kg
ARENA FINA:	652 Kg	ARENA FINA:	754 Kg
AGUA LIMPIA:	216 lts	AGUA LIMPIA:	210 lts
a/c:	0.54	a/c:	0.70
SACOS CEMENTO/m3:	8 s.	SACOS CEMENTO/m3:	6 s.
PLINTOS, RIOSTRAS, COLUMNAS		REPLANTILLOS	

* LOS VOLUMENES NO TIENEN NINGUNA MAYORACION

f´c: RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION EN PROBETAS (15x30) A LOS 28 DIAS DE EDAD.

TIPOS DE HIERROS

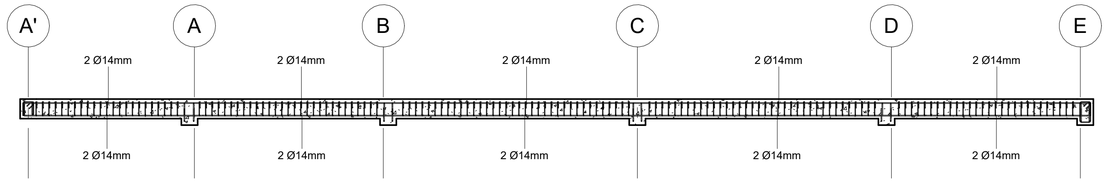
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO: Project Name

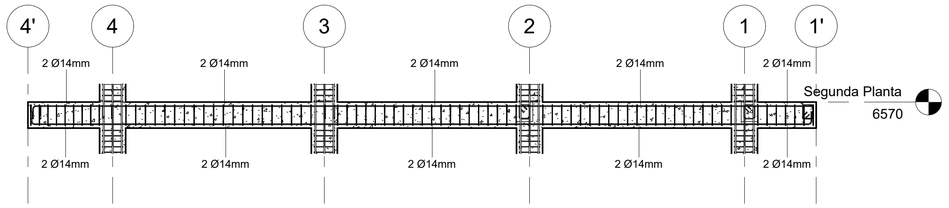
CONTENIDO: Plano Estructural de Vigas 2da planta

Coordinador de Ingeniería Civil:	**Estudiantes:**	**Fecha:** 07/31/25
Tutor:		**Lámina:** 5 — **Escala:** Como se indica



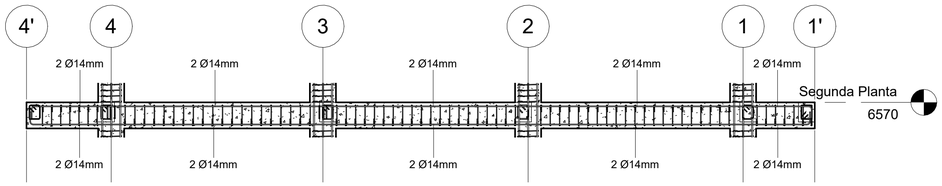
1 Viga EJE 4' - 2da planta

1 : 50



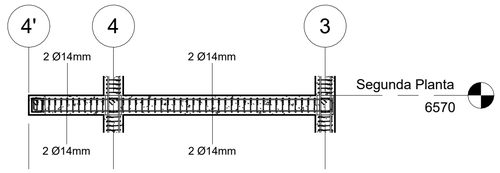
6 Viga EJE E - 2da planta

1 : 50



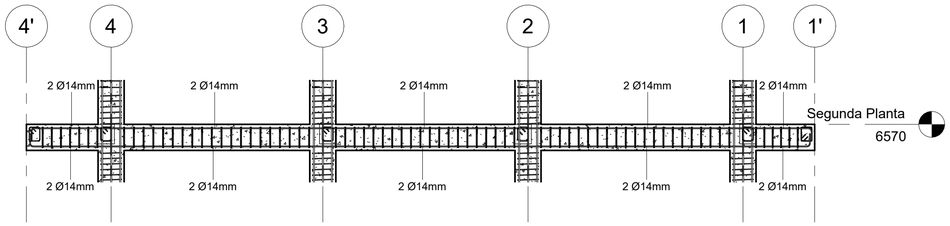
2 Viga EJE A - 2da planta

1 : 50



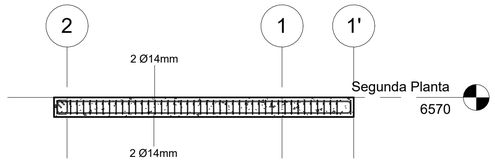
7 Viga EJE A' - 2da planta

1 : 50



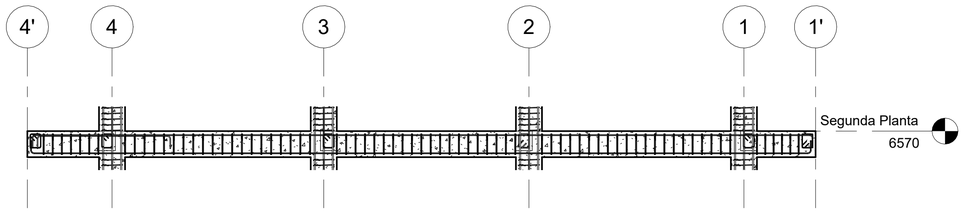
3 Viga EJE B - 2da planta

1 : 50



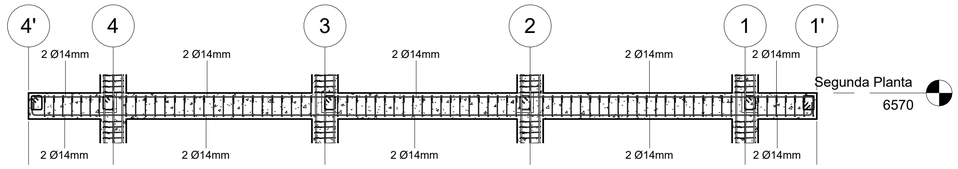
8 Viga EJE E" - 2da planta

1 : 50



4 Viga EJE C - 2da planta

1 : 50



5 Viga EJE D - 2da planta

1 : 50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.- NORMA DE DISEÑO: NEC-15, ACI 318S-14 y ASCE 7-05
2.- EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA ESTRUCTURA ES EL HORMIGON Y ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMERADA CORRUGADA
3.- RESISTENCIA DE MATERIALES :
HORMIGON, RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS:

CIMENTACION,MUROS Y CISTERNA	f´c= 210 Kg/cm²
LOSAS, VIGAS, COLUMNAS Y OTROS	f´c= 210 Kg/cm²
REPLANTILLOS	f´c= 140 Kg/cm²
LIMITE A LA FLUENCIA DEL ACERO EN FORMA DE VARILLA MILIMETRADA Y CORRUGADA (ACERO AL CARBONO LAMINADAS EN CALIENTE PARA HORMIGON ARMADO, SERA DE GRADO 42)	f´y= 4200 Kg/cm²

4.- CIMENTACION DEBE MANTENER SUS CARACTERISTICAS Y MATERIALES AL FUNDIR SOBRE SUELO
5.- RECUBRIMIENTOS PARA REFUERZO:

SUPERESTRUCTURA:	COLUMNAS,VIGAS Y LOSAS	(2.50 a 4.00) cm
INFRAESTRUCTURA :	CIMENTACION,MUROS BAJO SUELO Y CISTERNAS	(5.00 a 7.00) cm

6.- EMPALMES DE ACERO DE REFUERZO : SERA DE 50 DIAMETROS, CON UN MINIMO DE 60cm. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO SERA IGUAL A 8 VECES SU DIAMETRO
7.- RELLENO BAJO LA CIMENTACION Y SE REALIZARA EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, COMPACTADAS DE ACUERDO AL PROCTOR UTILIZANDO MATERIALES TALES COMO BASE III, ARENA, GRAVA, CANTO RODADOS O PIEDRA
8.- DIMENSIONES SERA EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS
9.- CHAFLANES TODAS LAS ARISTAS EXPUESTAS TENDRAN UN CHAFLAN DE 2 cm
10.-LAS DIMENSIONES PREVALECEN A LA ESCALA
11.-TODOS LOS NIVELES INDICADOS DEBERAN COMPROBARSE CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS
12.-RIOSTRAS CENTRALES DESCANSAN SOBRE REPLANTILLOS DE HORMIGON
13.- ES RECOMENDABLE COLOCAR UN IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL DEL CONCRETO PARA EVITAR LA CORROCIÓN DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES EN TODO EL HORMIGON INCLUIDO LA CIMENTACION.
14.- EL DRENAJE DEL PROYECTO SERA FACTOR IMPORTANTE PARA EL CONTROL DE LOS ASENTAMIENTOS
15.- EN LOS BORDES DE LOSA SEÑALADOS, SE COLOCARA EL ESFUERZO DE ANCLAJE.
16.- LA LOSA DE CUBIERTA TENDRA REFUERZO POR TEMPERATURA EN SU CAPA SUPERIOR DE Ø5.5mm C/40 cm EN AMBOS SENTIDOS.

GANCHO A 135º

ø	Dh
5.5	35
8	35
10	40
12	60
14	80

RECUBRIMIENTO

CIMIENTOS	5cm.
COLUMNAS	2.5cm
VIGAS AEREAS	2.5cm
LOSA	ver detalle

ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm	30 cm.
Ø10mm	35 cm.
Ø12mm	40 cm.
Ø14mm	45 cm.
Ø16mm	50 cm.
Ø20mm	60 cm.

NOTA: NO SE TRASLAPARA EN LA ZONA DEL NUDO RÍGIDO O ZONA DE CONFINAMIENTO

DISEÑO PARA 1m3 f'c= 210Kg/cm2		DISEÑO PARA 1m3 f'c= 140Kg/cm2	
CEMENTO:	400 Kg	CEMENTO:	310 Kg
PIEDRA #4:	1010 Kg	PIEDRA #4:	1010 Kg
ARENA FINA:	652 Kg	ARENA FINA:	754 Kg
AGUA LIMPIA:	216 lts	AGUA LIMPIA:	210 lts
a/c:	0.54	a/c:	0.70
SACOS CEMENTO/m3:	8 s.	SACOS CEMENTO/m3:	6 s.
PLINTOS, RIOSTRAS, COLUMNAS		REPLANTILLOS	

* LOS VOLUMENES NO TIENEN NINGUNA MAYORACION
f´c: RESISTENCIA CILINDRICA A LA COMPRESION EN PROBETAS (15x30) A LOS 28 DIAS DE EDAD.

TIPOS DE HIERROS

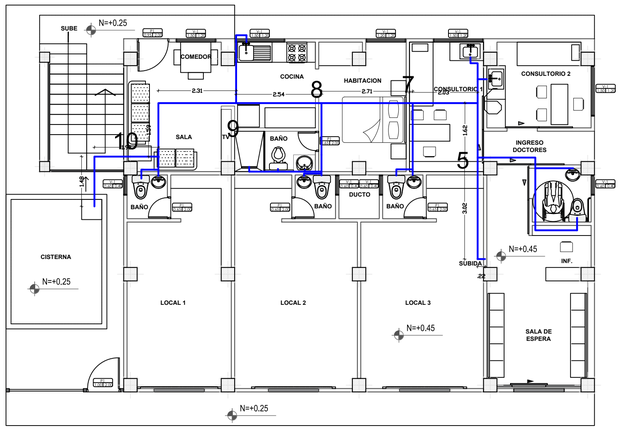
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

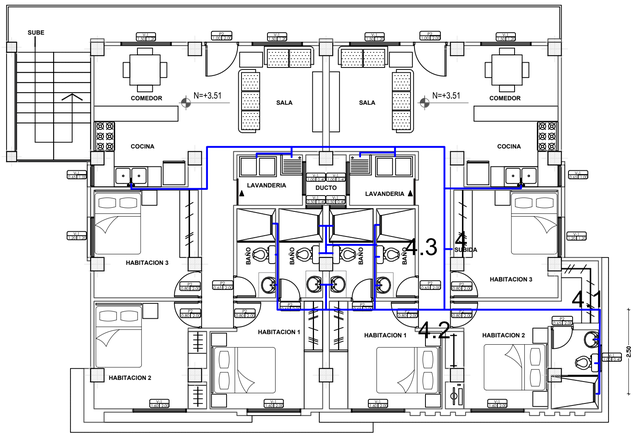
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

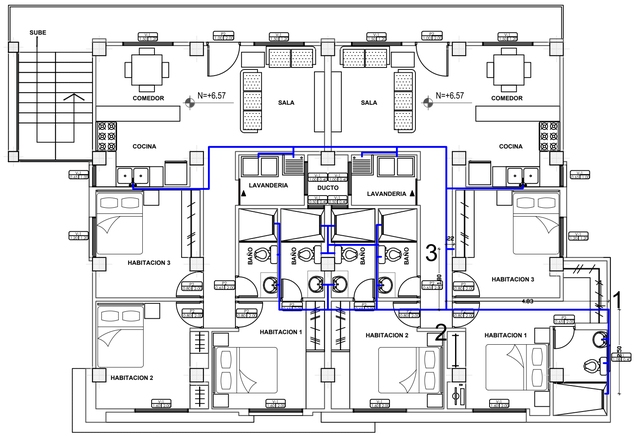
PROYECTO: Project Name

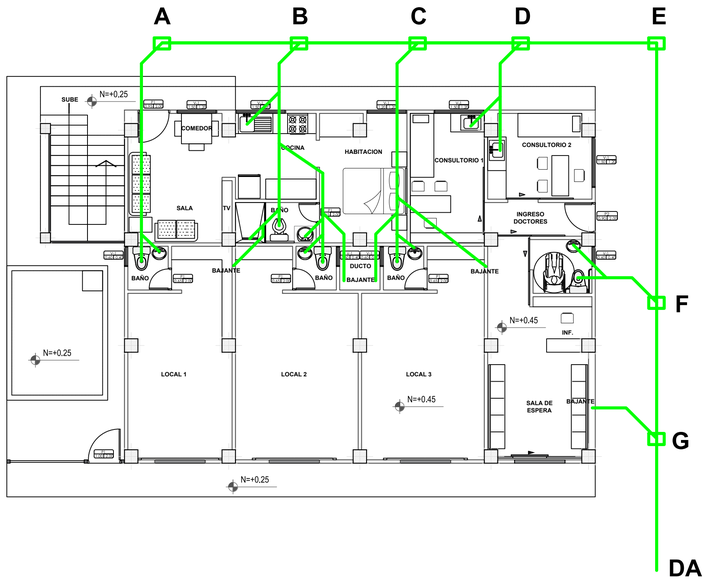
CONTENIDO: Plano Estructural de Vigas 2da planta

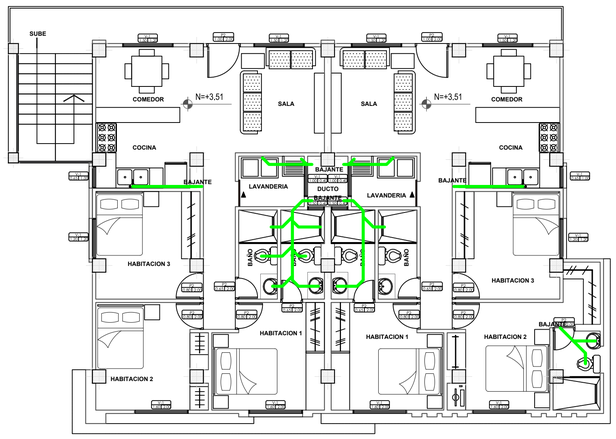
Coordinador de Ingeniería Civil:	Estudiantes:	Fecha: 07/31/25
Tutor:		Lámina: 6 — Escala: 1 : 50

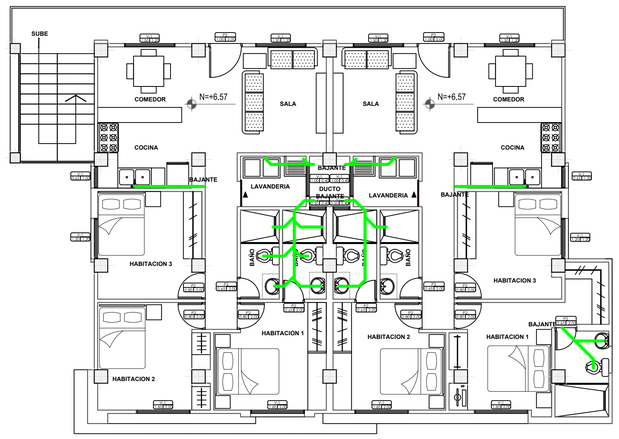












ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

PROYECTO: Project Name		
CONTENIDO: Trazado AAPP y AASS		
Coordinador de Ingeniería Civil:	Estudiantes:	Fecha: 07/31/25
Tutor:		Lámina: 7 / Escala: