

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural e instalaciones residenciales para la ampliación de una vivienda
construida con sistema FORSA

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Juan Carlos Alvia Palacios

José Enrique Martínez Suraty

GUAYAQUIL - ECUADOR

I PAO 2023

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, por darme las capacidades necesarias, la voluntad y la fuerza de culminar esta etapa de mi vida, y a mis padres, Juan y Vicky, por su gran ejemplo de superación, constancia y disciplina.

Juan Carlos Alvia Palacios

Este proyecto está dedicado a mi familia. A mi hermana María José, a mi padre José y principalmente a mi madre Janneth, siendo los pilares y ejemplos que me trajeron hasta este punto en mi vida.

José Enrique Martínez Suratý

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, por cuidarme, bendecirme y permitirme alcanzar la meta que prometí hace 5 años. A mis padres, Juan y Vicky, por el esfuerzo, trabajo y sacrificio que hicieron para facilitarme llegar hasta donde he llegado, a mi esposa Karen, por su incondicional apoyo moral y motivación cuando lo he necesitado, a mis amigos, por hacer esta experiencia llevadera y, finalmente, a los profesores de la carrera, por brindarme los conocimientos necesarios para ejercer lo que me gusta.

Juan Carlos Alvia Palacios

Le agradezco a mi hermana por su constante apoyo y ayuda, a mi padre por enseñarme el camino a su manera y principalmente a mi mamá por ser la razón por la que yo esté aquí y ahora, porque sin ella, nada de esto sería posible. A mis amigos y a mi pareja Melissa, los cuales me han brindado parte de los mejores momentos que he podido vivir con ellos. Y, por último, a mis dos mascotas, Dante y Alfonso, los cuales han dejado marcada su huella desde el primer día.

José Enrique Martínez Suraty

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Juan Carlos Alvia Palacios y José Enrique Martínez Suraty damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Juan Carlos Alvia
Palacios



José Enrique Martínez
Suraty

EVALUADORES

Ing. Daniel Falquez

PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Rafael Cabrera

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este proyecto se basa en desarrollar los diseños estructurales, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas de una vivienda utilizando enfoques tradicionales, con el propósito de ampliarla pues previamente fue construida mediante el sistema FORSA, debido a la falta de espacio habitable que presenta el modelo actual de la vivienda. Su estructura fue diseñada con perfiles metálicos tipo I para las vigas, rectangulares huecos para las viguetas, y perfiles cuadrados huecos para las columnas, utilizando la normativa planteada por el Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). El pórtico fue reforzado utilizando los muros estructurales anteriormente construidos por sistema FORSA, de la construcción base, disminuyendo las derivas hasta valores menores al 1%. Se reutilizaron las zapatas corridas ya existentes como parte de la cimentación, ya que el uso de estructuras metálicas ayudó a alivianar el peso de la estructura. Las nuevas instalaciones reutilizaron las configuraciones de las antiguas, disminuyendo la cantidad de material utilizado para esta sección. El diseño cumple con los requisitos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, según las demandas del cliente, además de brindar armonía entre la construcción antigua y futura.

Palabras Clave: FORSA, Ampliación, Estructura metálica, Instalaciones.

ABSTRACT

This project is focused on developing the structural designs, hydrosanitary, and electrical installations using traditional approaches, with the aim of expanding a dwelling that was previously built through the FORSA system, due to the lack of habitable space presented by the current model of the residence. The structure of the dwelling was designed with I-type steel profiles for beams, hollow rectangular sections for joists, and hollow square profiles for columns, following the regulations outlined by the American Institute of Steel Construction (AISC) and the Ecuadorian Construction Standard (NEC). The portal was reinforced using the structural walls previously constructed by the FORSA system in the base structure, reducing drifts to values lower than 1%. The existing continuous footings were reused as part of the foundation of the structure, as the use of steel structures helped to lighten the weight of the construction. The new installations reused the configurations of the old ones, decreasing the amount of material used for this section. The design meets the architectural, structural, and installation requirements, according to the client's demands, in addition to providing harmony between the old and future construction.

Keywords: FORSA, Ampliation, Steel construction, installations.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 Antecedentes.....	21
1.2 Presentación general del problema	22
1.3 Justificación del problema	23
1.4 Objetivos.....	24
1.4.1 Objetivo General	24
1.4.2 Objetivos Específicos	24
2. MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1 Revisión de literatura	25
2.1.1 Muros estructurales y sistema FORSA	25
2.1.2 Acero estructural	28
2.1.3 Tipos de Cargas	29
2.1.3.1 Carga viva.....	29
2.1.3.2 Carga muerta.....	29
2.1.3.3 Carga sísmica.....	29
2.1.4 Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) y diseño por esfuerzos permisibles (ASD).....	29
2.2 Área de estudio	30
2.2.1 Ubicación geográfica.....	30
2.2.2 Descripción de la vivienda.....	31
2.3 Trabajo de campo y laboratorio	31
2.3.1 Trabajo de campo y toma de datos	31
2.3.2 Trabajo de computación o laboratorio	32
2.4 Análisis de datos	33

2.4.1	Capacidad de carga de la cimentación	33
2.4.2	Carga aplicada a la cimentación	34
2.4.3	Esfuerzo de contacto.....	34
2.4.4	Factor de seguridad	35
2.4.5	Carga admisible	36
2.4.6	Estimación de cargas	36
2.4.6.1	Carga Muerta.....	36
2.4.6.2	Carga viva.....	37
2.4.6.3	Estimación de la carga sísmica sobre la estructura	37
2.4.6.3.1	Zonificación sísmica	37
2.4.6.3.2	Selección de tipo de suelo.....	37
2.4.6.3.3	Selección de coeficientes de amplificación del suelo	38
2.4.6.3.4	Espectro de respuesta.....	39
2.4.6.3.5	Periodo de vibración de la estructura	40
2.4.6.3.6	Coeficiente de respuesta sísmica.....	41
2.4.7	Predimensionamiento de elementos	43
2.4.7.1	Predimensionamiento de columnas de hormigón	43
2.4.7.2	Predimensionamiento de vigas de hormigón	44
2.4.7.3	Predimensionamiento de vigas secundarias de acero.....	45
2.4.7.4	Predimensionamiento de vigas principales o trabes de acero.	49
2.4.7.5	Predimensionamiento de columnas de acero.	51
2.4.8	Modelo estructural de la vivienda.....	53
2.4.8.1	Modelo estructural de la vivienda en hormigón.....	54
2.4.8.2	Modelo estructural de la vivienda en estructura metálica	55
2.4.9	Análisis de la capacidad de carga de la cimentación.	56
2.5	Análisis de alternativas	57

2.5.1	Alternativa 1: Estructura de hormigón armado	57
2.5.2	Alternativa 2: Estructura de acero	58
2.5.3	Restricciones del proyecto	58
2.5.3.1	Estética	58
2.5.3.2	Tiempo de construcción.....	58
2.5.3.3	Costos	59
2.5.3.4	Peso y desempeño	59
2.5.4	Selección de alternativa óptima	60
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	61
3.1	Diseños.....	61
3.1.1	Diseño a flexión de vigas secundarias	61
3.1.1.1	Diseño de viga secundaria VS1	61
3.1.1.1.1	Estado límite: Pandeo local	62
3.1.1.1.2	Estado límite: Fluencia	64
3.1.1.1.3	Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga... ..	64
3.1.1.2	Diseño de viga secundaria VS2.....	66
3.1.1.2.1	Estado límite: Pandeo local	67
3.1.1.2.2	Estado límite: Fluencia	67
3.1.1.2.3	Estado límite: Pandeo Lateral Torsional y Capacidad de la viga ..	68
3.1.2	Diseño a flexión de vigas principales	68
3.1.2.1	Diseño de viga principal VT1	69
3.1.2.1.1	Estado límite: Pandeo local	69
3.1.2.1.2	Estado límite: fluencia	71
3.1.2.1.3	Estado límite: Pandeo Lateral Torsional y Capacidad de la viga ..	71
3.1.2.2	Diseño de viga principal VT2	72
3.1.2.2.1	Pandeo Lateral Torsional y capacidad resistente de la viga.....	73

3.1.3	Diseño a corte de vigas principales.....	73
3.1.3.1	Diseño a corte de viga principal VT1	74
3.1.3.1.1	Cortante por cargas estáticas.....	74
3.1.3.1.2	Cortante por momento máximo probable	74
3.1.3.1.3	Cortante último de diseño.....	75
3.1.3.1.4	Capacidad a corte de la viga	75
3.1.3.2	Diseño a corte de la viga principal VT2	77
3.1.3.2.1	Cortante por cargas estáticas.....	77
3.1.3.2.2	Cortante por momento máximo probable	78
3.1.3.2.3	Cortante ultimo de diseño.....	78
3.1.3.2.4	Capacidad a corte de la viga	78
3.1.4	Diseño de correas de cubierta	79
3.1.4.1	Estado límite: Pandeo local	80
3.1.4.2	Estado límite: Fluencia	81
3.1.4.3	Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la selección	81
3.1.5	Diseño a flexión de vigas de cubierta.....	82
3.1.5.1	Estado límite: Pandeo Local	83
3.1.5.2	Estado límite: Fluencia	83
3.1.5.3	Estado límite: Pandeo Lateral torsional y capacidad resistente de la viga	83
3.1.6	Diseño a corte de vigas de cubierta	84
3.1.6.1	Cortante por cargas estáticas.....	84
3.1.6.2	Cortante por momento máximo probable	84
3.1.6.3	Cortante último de diseño.....	85
3.1.6.4	Capacidad a corte de la viga	85
3.1.7	Diseño de columnas.....	85

3.1.7.1 Resistencia a compresión de la columna.....	86
3.1.7.2 Criterio: Columna fuerte-viga débil	88
3.1.7.2.1 Verificación del primer caso	90
3.1.7.2.2 Verificación del primer caso (Nueva columna)	92
3.1.7.2.3 Verificación del segundo caso.....	92
3.1.7.2.4 Verificación del tercer caso	93
3.1.7.2.5 Verificación del cuarto caso.....	94
3.1.7.3 Estado límite: Pandeo local	94
3.1.8 Diseño de placa base.....	95
3.1.8.1 Verificación de las dimensiones de la placa	95
3.1.8.2 Verificación de espesor de la placa	96
3.1.9 Análisis estructural de la vivienda	98
3.1.9.1 Chequeo de cortante basal estático	98
3.1.9.2 Chequeo de derivas.....	100
3.1.9.3 Chequeo de torsión	101
3.1.9.4 Índice de estabilidad y efecto P-delta	105
3.1.9.5 Chequeo de las secciones.....	106
3.1.10 Diseño de conexiones precalificadas.....	108
3.1.10.1 Conexión simple soldada VS1-VT1 y VT2.....	108
3.1.10.2 Conexión simple soldada VCU-VCU	109
3.1.10.3 Conexión simple soldada VS2-VT2	109
3.1.10.4 Conexión a momento VT1-COL.....	110
3.1.10.5 Conexión a momento VT2-COL.....	113
3.1.11 Diseño de muro cortante.....	115
3.1.12 Diseño de escalera	117
3.1.13 Diseño de cimentaciones	120

3.1.13.1	Obtención de dimensiones de la zapata.....	120
3.1.13.2	Diseño a corte en dos direcciones.....	122
3.1.13.3	Diseño a corte en una dirección	123
3.1.13.4	Diseño a flexión	124
3.1.14	Diseño de sistema de agua potable.....	125
3.1.15	Diseño de sistema de aguas servidas	128
3.1.16	Diseño de instalaciones eléctricas	135
3.2	Especificaciones técnicas.....	137
3.2.1	Normas, códigos y reglamentos de diseño	137
3.2.2	Especificaciones para estructura de cimentación	137
3.2.3	Especificaciones para estructura metálica	137
3.2.4	Especificaciones técnicas para instalaciones residenciales.....	138
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	139
4.1	Descripción del proyecto (máximo de 300 palabras).....	139
4.2	Línea base ambiental	139
4.2.1	Medio físico	140
4.2.1.1	Clima y temperatura	140
4.2.1.2	Tipo de suelo	140
4.2.1.3	Calidad del agua.....	142
4.2.2	Medio biológico	142
4.2.2.1	Flora y Fauna silvestre	142
4.2.3	Medio socioeconómico y humano	143
4.3	Actividades del proyecto.....	143
4.3.1	Transporte y movilización de materiales	143
4.3.2	Excavación para estructuras menores	144
4.3.3	Desalojo a mano	144

4.3.4	Estructuras de acero	144
4.3.5	Instalaciones	144
4.3.6	Desalojo y limpieza para entrega de obra	145
4.4	Identificación de impactos ambientales	145
4.4.1	Impactos producidos por la actividad de transporte y movilización de materiales	145
4.4.2	Impactos producidos por excavaciones para estructuras menores.....	145
4.4.3	Impactos producidos por el desalojo a mano	146
4.4.4	Impactos producidos por el uso de estructuras metálicas.....	147
4.4.5	Impactos producidos por instalaciones de sistemas eléctricos e hidrosanitarios	147
4.4.6	Impactos producidos por la limpieza y entrega de la obra	148
4.4.7	Matrices causa y efecto.....	148
4.5	Valoración de impactos ambientales	151
4.6	Medidas de prevención/mitigación	153
4.6.1	Plan de manejo de control de residuos sólidos	153
4.6.1.1	Almacenamiento	153
4.6.1.2	Recolección	153
4.6.2	Control de contaminación atmosférica	154
4.6.3	Control de seguridad y salud ocupacional.....	154
5.	PRESUPUESTO.....	155
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo (EDT).....	155
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios	155
5.3	Descripción de cantidades de obra	157
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	159
5.5	Cronograma de obra.....	160

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 161

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FS	Factor de Seguridad
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
AISC	American Institute of Steel Construction
ACI	American Concrete Institute
LRFD	Load and Resistance Factors Design
BIM	Building Information Modeling

SIMBOLOGÍA

m	Metros
kN	Kilo newtons
kPa	Kilo pascal
q	Esfuerzo
ρ	Peso volumétrico
FS	Factor de seguridad
w	Peso
s	segundos
g	gravedad
Cs	Coeficiente de respuesta sísmico
Sa	Aceleración espectral
cm	centímetros
Cu	Carga última
Ton	toneladas
Zx	módulo plástico alrededor del eje x
P	Carga puntual
Pi	Carga puntual individual
Mu	Momento Último
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
Kg	Kilogramo
Pu	Carga axial última
As	Área de sección de acero
Fcr	Esfuerzo de pandeo
Mp	Momento plástico
Mn	Momento resistente
Lp	Longitud mínima sin apoyar de una viga
Lb	Longitud sin apoyar de una viga
Vu	Fuerza cortante última de diseño
Mpr	Momento máximo probable

Vn	Resistencia a corte
E	Módulo elástico
Fe	Esfuerzo de pandeo crítico elástico
fs	Esfuerzo de aplastamiento del hormigón
f'c	Esfuerzo resistente del hormigón
Di	Deriva inelástica
De	Deriva elástica
Feex	Resistencia por clasificación del metal base
Df	Profundidad de desplante de la cimentación
As	Área de acero
Qi	Caudal instantáneo
Ks	Coefficiente de simultaneidad
Qmp	Caudal máximo probable
V	Velocidad
UEH	Unidades de descarga
Y	Tirante
I	Intensidad de corriente
A	Amperios
W	Potencia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de Interacción de un muro estructural (ASCE, 2017)	28
Figura 2.2 Ubicación específica del proyecto (Alvia y Martínez, 2023).....	30
Figura 2.3 Ubicación del proyecto en el mapa de Guayaquil (Alvia y Martínez, 2023)	31
Figura 2.4 Azado Boquete de Puerta (Grupo Furoiani, 2023).....	34
Figura 2.5 Mapa de zonas sísmicas y factor Z (Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC), 2014b)	37
Figura 2.6 Espectro elástico de aceleraciones (NEC, 2015).....	39
Figura 2.7 Espectro elástico (Alvia y Martínez,2023).....	40
Figura 2.8 Caso 2 de irregularidades en planta (NEC,2015)	43
Figura 2.9 Distribución de columnas en planta baja. (Alvia y Martínez,2023).....	44
Figura 2.10 Distribución de columnas planta alta. (Alvia y Martínez,2023).....	44
Figura 2.11 Ancho tributario de la viga más crítica (Alvia y Martínez,2023)	47
Figura 2.12 Sección de viga I (Alvia y Martínez,2023).....	48
Figura 2.13 Viga trabe más crítica (Alvia y Martínez,2023)	49
Figura 2.14 Diagrama de fuerzas sobre viga trabe crítica (Alvia y Martínez,2023)....	50
Figura 2.15 Sección de viga trabe I (Alvia, Martínez)	51
Figura 2.16 Área tributaria de la columna crítica (Alvia y Martínez,2023).....	52
Figura 2.17 Perfil de columna (Alvia y Martínez,2023)	53
Figura 2.18 Modelo estructural de vivienda en hormigón. (Alvia y Martínez,2023)....	54
Figura 2.19 Sección de corte en la base de la estructura y peso de la estructura (Alvia y Martínez,2023).....	55
Figura 2.20 Modelo estructural de la vivienda en acero (Alvia, Martínez).....	55
Figura 2.21 Peso de la estructura en acero (Alvia y Martínez,2023)	56
Figura 3.1 Sección de viga secundaria (Alvia y Martínez,2023)	62
Figura 3.2 Pandeo Lateral torsional en secciones I (Wiercigroch, 2017).....	64
Figura 3.3 Viga secundaria VS2 de entrepiso (Alvia, Martínez).....	66
Figura 3.4 Sección de viga secundaria VS2 (Alvia, Martínez)	66
Figura 3.5 Sección tipo I para vigas principales (Alvia y Martínez,2023).....	69
Figura 3.6 Sección definitiva de viga principal VT1 (Alvia y Martínez,2023).....	70

Figura 3.7 Viga trabe VT2 (Alvia y Martínez,2023)	73
Figura 3.8 Cortante generado por el Mpr (Alvia y Martínez, 2023)	74
Figura 3.9 Distancia entre rótulas plásticas en una viga (Lh) (Alvia y Martínez, 2023)	75
Figura 3.10 Diagrama de fuerzas en viga secundaria VS2 (Alvia y Martínez, 2023) .	77
Figura 3.11 Diagrama de fuerzas de viga trabe VT2 (Alvia y Martínez, 2023).....	77
Figura 3.12 Sección de correa (Alvia y Martínez, 2023)	79
Figura 3.13 Diagrama de fuerzas de viga de cubierta VCU (Alvia y Martínez, 2023)	82
Figura 3.14 Sección de viga de cubierta VCU (Alvia y Martínez, 2023).....	82
Figura 3.15 Sección de columna de planta alta (Alvia y Martínez, 2023)	88
Figura 3.16 Interacción vigas-columnas en evento sísmico (Alvia y Martínez, 2023)	88
Figura 3.17 Casos de interacciones de viga-columna de la estructura (Alvia y Martínez, 2023).....	89
Figura 3.18 Sección de columna C1 (Alvia y Martínez, 2023)	91
Figura 3.19 Placa base y dado de hormigón (Alvia y Martínez, 2023).....	95
Figura 3.20 Esfuerzos en la placa (Alvia y Martínez, 2023).....	97
Figura 3.21 Peso de la estructura (Alvia y Martínez, 2023)	99
Figura 3.22 Deriva elástica máxima por sismo en X (Alvia y Martínez, 2023)	100
Figura 3.23 Deriva máxima generada por el sismo en Y (Alvia y Martínez, 2023)...	101
Figura 3.24 Comportamiento de la estructura en el primer modo (Alvia y Martínez, 2023).....	101
Figura 3.25 Comportamiento de la estructura en el segundo modo (Alvia y Martínez, 2023).....	102
Figura 3.26 Relación de masa de participación modal (Alvia y Martínez, 2023).....	102
Figura 3.27 Vista en 3D del modelo con el muro nuevo (Alvia y Martínez, 2023)....	103
Figura 3.28 Vista en planta del segundo nivel con el muro nuevo (Alvia y Martínez, 2023).....	103
Figura 3.29 Modo de vibración 1 con muro añadido (Alvia y Martínez, 2023)	104
Figura 3.30 Relación de masa de participación modal con el muro nuevo (Alvia y Martínez, 2023).....	104
Figura 3.31 Índice de estabilidad de piso (NEC, 2015).....	105

Figura 3.32 Carga vertical generada por la carga de servicio en cada piso (Alvia y Martínez, 2023).....	105
Figura 3.33 Cortante basal sísmico de pisos (Alvia y Martínez, 2023)	105
Figura 3.34 Desplazamiento de piso en el centro de masas (Alvia y Martínez, 2023)	105
Figura 3.35 Demanda/capacidad de perfiles (Vista en 3D) (Alvia y Martínez, 2023)	106
Figura 3.36 Demanda/Capacidad de perfiles vista en planta P1 (Alvia y Martínez, 2023)	107
Figura 3.37 Demanda/Capacidad de perfiles vista en planta de cubierta (Alvia y Martínez, 2023).....	107
Figura 3.38 Detalle de soldadura de conexión WUF-W (AISC, 2011)	111
Figura 4.1 Variación mensual de temperatura y precipitación (INAMHI, 2023)	140
Figura 4.2 Mapa geológico del Ecuador (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 1982)	141
Figura 4.3 Matriz de Leopold (Martínez y Alvia, 2023).....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del sistema FORSA en el ámbito funcional (Chedraui y Mario, 2006)	26
Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del sistema FORSA en el ámbito constructivo (Chedraui y Mario, 2006)	27
Tabla 2.3 Coordenadas UTM del área de construcción (Alvia y Martínez, 2023)	30
Tabla 2.4 Propiedades físicas de materiales del suelo (Terzaghi et al., 1996)	32
Tabla 2.5 Factores de Seguridad Indirectos Mínimos, F.S.I.M (Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC), 2014a)	35
Tabla 2.6 valores referenciales para cargas de materiales de construcción (Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC), 2014a)	36
Tabla 2.7 Clasificación de los perfiles de suelo (Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC), 2014b)	38
Tabla 2.8 Tipos de suelo y factores de Sitio Fa (NEC,2015)	38
Tabla 2.9 Tipos de suelo y factores de Sitio Fd (NEC,2015)	38
Tabla 2.10 Tipos de suelo y factores de Sitio Fs (NEC,2015)	39
Tabla 2.11 Coeficientes para el periodo de vibración (NEC, 2015)	41
Tabla 2.12 Coeficientes de importancia (NEC, 2015)	42
Tabla 2.13 Tabla de Coeficientes de reducción de respuesta estructural (NEC, 2015)	42
Tabla 2.14 Propiedades de la viga I obtenidas del software de análisis estructural (Alvia y Martínez,2023)	48
Tabla 2.15 Propiedades de la sección de la viga trabe (Alvia y Martínez,2023)	51
Tabla 2.16 Carga axial máxima en columna de hormigón (Alvia y Martínez,2023) ...	54
Tabla 2.17 Carga axial máxima en columna de acero (Alvia y Martínez,2023)	55
Tabla 2.18 Criterios para selección de alternativa óptima para la ampliación (Alvia y Martínez,2023)	60
Tabla 3.1 Propiedades de viga secundaria I (Alvia y Martínez,2023)	62
Tabla 3.2 Relaciones ancho espesor para secciones I (AISC, 2010)	63
Tabla 3.3 Propiedades de viga secundaria VS2 (Alvia y Martínez,2023)	67
Tabla 3.4 Propiedades de viga principal (Alvia y Martínez,2023)	69

Tabla 3.5 Propiedades de viga principal VT1 (Alvia y Martínez,2023).....	70
Tabla 3.6 Valores de Cv para el cálculo de cortante (Alvia y Martínez, 2023).....	76
Tabla 3.7 Propiedades de la viga de correa (Alvia y Martínez, 2023).....	79
Tabla 3.8 Límites y relaciones ancho espesor para secciones HSS (Alvia y Martínez, 2023).....	80
Tabla 3.9 Propiedades de la viga de cubierta VCU (Alvia y Martínez, 2023).....	83
Tabla 3.10 Propiedades de la sección de columna (Alvia y Martínez, 2023).....	86
Tabla 3.11 Propiedades de la columna de planta alta (Alvia y Martínez, 2023)	88
Tabla 3.12 Momentos máximos probables en vigas principales (Alvia y Martínez, 2023)	89
Tabla 3.13 Propiedades de columna C1 (Alvia y Martínez, 2023)	91
Tabla 3.14 Restricciones para implementar una conexión WUF-W (AISC, 2011) ...	110
Tabla 3.15 Tabla de factores de carga (Meyerhof, 1951)	121
Tabla 3.16 Caudales instantáneos en aparatos de AAPP (NEC-16)	125
Tabla 3.17 Cálculo de diámetros y velocidades de tuberías de AAPP (Alvia y Martínez, 2023).....	128
Tabla 3.18 Unidades de descarga para aparatos sanitarios	128
Tabla 3.19 Caudales de tuberías sanitarias (PLUMBING-HEATING.COOLING CONTRACTORS-NATIONAL ASSOCIATION, 2006).....	129
Tabla 3.20 Caudales y velocidades de Manning para tubería de PVC de 3"	130
Tabla 3.21 Caudales y velocidades de Manning para tubería de PVC de 4"	131
Tabla 3.22 Relaciones de manning.....	132
Tabla 3.23 Número máximo de unidades para bajante	133
Tabla 3.24 Número máximo de unidades para ramales horizontales	133
Tabla 3.25 Cálculo de colectores horizontales de AASS (Alvia y Martínez, 2023) ...	134
Tabla 3.26 Obtención del diámetro para las bajantes (Alvia y Martínez, 2023)	135
Tabla 3.27 Descripción de circuitos de la vivienda (Alvia y Martínez, 2023).....	135
Tabla 3.28 Capacidad en función del calibre del conductor.....	136
Tabla 3.29 Cálculo de cables y tuberías para instalaciones eléctricas (Alvia y Martínez, 2023).....	136
Tabla 4.1 1 Límites máximos permisibles de parámetros del agua potable y muestreo de.....	142

Tabla 4.2 Escala de valoración de Importancia y Magnitud (Tito, 2020).....	149
Tabla 4.3 Valores de peso para la valoración de importancia (Alvia y Martínez, 2023)	149
Tabla 4.4 Matriz de Leopold para identificación de impactos ambientales. (Alvia y Martínez, 2023).....	150
Tabla 4.5 Escala de valoración cualitativa (Tito, 2020).....	151
Tabla 4.6 Matriz de impacto ambiental (Alvia y Martínez, 2023).....	152
Tabla 4.7 Clasificación de residuos (Alvia y Martínez, 2023).....	153
Tabla 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto (Alvia y Martínez, 2023)	155
Tabla 5.2 Tabla de cantidades de Excavación (Alvia y Martínez, 2023).....	157
Tabla 5.3 Tabla de cantidades de Hormigón Armado (Alvia y Martínez, 2023)	157
Tabla 5.4 Tabla de cantidades de Relleno y Excavación (Alvia y Martínez, 2023)..	157
Tabla 5.5 Tabla de cantidades de Desalojo (Alvia y Martínez, 2023)	157
Tabla 5.6 Tabla de cantidades de Hormigón para replantillo (Alvia y Martínez, 2023)	158
Tabla 5.7 Tabla de cantidades de bloques de hormigón (Alvia y Martínez, 2023)...	158
Tabla 5.8 Tabla de cantidades de Acero de refuerzo (Alvia y Martínez, 2023).....	158
Tabla 5.9 Tabla de cantidades de Acero para estructuras (Alvia y Martínez, 2023)	158
Tabla 5.10 Tabla de cantidades de Acero para placas base (Alvia y Martínez, 2023)	158
Tabla 5.11 Tabla de cantidades de instalaciones hidrosanitarias (Alvia y Martínez, 2023).....	159
Tabla 5.12 Tabla de cantidades de instalaciones eléctricas (Alvia y Martínez, 2023)	159
Tabla 5.13 Presupuesto del Proyecto (Alvia y Martínez, 2023)	160

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Planta baja, planta alta e isometría general
- PLANO 2 Fachadas
- PLANO 3 Secciones
- PLANO 4 Planta de cubierta y detalle de escalera
- PLANO 5 Plano de puertas y ventanas
- PLANO 6 Plano de tumbado
- PLANO 7 Planta de cimentación e isometría general
- PLANO 8 Detalle de riostras
- PLANO 9 Planta N+3.18 - N+6.18 y secciones de perfiles; detalles de uniones soldaduras
- PLANO 10 Cantidades de plintos y columnas metálicas
- PLANO 11 Sistema de distribución de agua potable
- PLANO 12 Sistema de aguas sanitarias residuales
- PLANO 13 Sistema de aguas lluvias
- PLANO 14 Circuitos de tomacorrientes
- PLANO 15 Circuitos de luminarias

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La industria de la construcción es reconocida como una de las generadoras principales de empleo directo e indirecto de manera mundial. Este sector depende de una extensa red de suministros, lo cual afecta a diversos ámbitos como la producción de concreto, acero, mampostería, etc. Para el año 2018 este sector contribuyó con un 10% al PIB, además de generar un 7% de empleo globalmente (Aquino Rocha et al., 2021).

No obstante, en el año 2020 esta industria se vio afectada por la llegada de la pandemia de COVID-19. No solo se observó un impacto en cuanto a las obras civiles, sino también en el mercado inmobiliario. Estas circunstancias tuvieron una influencia significativa en el sector, generando una disminución en la demanda de propiedades residenciales y comerciales, así como la paralización temporal de proyectos de construcción. Además, la crisis económica resultante de la pandemia afectó la capacidad de pago de los compradores, lo que se tradujo en una reducción en la adquisición de viviendas (Sánchez Larrosa y Gómez Guayllasaca, 2022). Por ejemplo, en las ciudades de Quito y Guayaquil, en el caso residencial, en el año 2021, el precio de venta en m² se presentó un nivel superior al 6% comparado con el año 2020 (Ekos, 2021).

Es por esto por lo que, países en vía de desarrollo han buscado maneras de disminuir los costos de fabricación de hogares, sin afectar su precio en el mercado. La empresa FORSA, fundada en el año 1995, creó un sistema constructivo que se adapte a los requerimientos arquitectónicos, generando una estructura monolítica en su totalidad (FORSA S.A, 2022). El sistema FORSA se caracteriza por su facilidad y rapidez al momento de su uso, asimismo como su gran capacidad sismo-resistente. Empresas ecuatorianas optaron por su uso en viviendas unifamiliares de una o dos plantas máximo, a fin de reducir costos de producción.

La relevancia económica que tiene la industria de la construcción y los retos a los que se ha enfrentado estos últimos años, como la pandemia, ha hecho que los compradores busquen otras opciones. Por ello, la oferta ha respondido a las nuevas necesidades que tiene la demanda y los compradores han optado por hogares más accesibles y con planes futuros de ampliación. Es por eso que nuestro cliente ha optado

por adquirir una casa en la ciudadela “Ciudad Santiago” la cual posee en su mayoría modelos construidos con el sistema FORSA. En adición, tuvo la oportunidad de comprar el solar vecino el cuál se encontraba vacío, teniendo en mente el área necesaria para una segunda planta y aumento en sus alrededores.

1.2 Presentación general del problema

El presente trabajo se centra en abordar la necesidad de ampliar una vivienda construida que ha utilizado el sistema constructivo FORSA, el cual ha transformado por completo la forma en que se construyen las viviendas en países en vías de desarrollo, incluyendo a Ecuador dentro de su ecuación. Este método de construcción se caracteriza por el tiempo reducido en ejecución del encofrado, fundición y desencofrado, logrando así levantar un promedio de una unidad de vivienda diaria (Chedraui y Mario, 2006). En la ciudadela “Ciudad Santiago” se ha utilizado FORSA para el levantamiento de los modelos de vivienda presentes, como es el caso de la villa “Lucy”, siendo el modelo que posee el cliente actualmente.

La vivienda cuenta con un área de construcción de 41.86 m², con una distribución de dos habitaciones, una bodega, un baño general, cocina y salón principal. En adición a esto, el usuario tuvo la oportunidad de adquirir el solar contiguo dando un área total de 121 m². El desafío surge a medida que el propietario de la vivienda busca expandir el espacio disponible dentro de su hogar, como lo es una segunda planta, con el objetivo de satisfacer las necesidades cambiantes de su familia. La intención es crear áreas adicionales que se adapten de manera armoniosa a la estructura existente, evitando afectar su integridad y maximizando su potencial.

Este desafío implica combinar técnicas de construcción tradicionales, asegurando una transición fluida y una integración adecuada entre ambos sistemas constructivos. Abordar esta problemática requirió un análisis detallado de las características y requisitos de ambos sistemas constructivos, así como una cuidadosa planificación y coordinación en el proceso de unión entre ellos. Del mismo modo, existe una necesidad de mejorar el diseño eléctrico y el suministro de agua en el hogar, debido a que el sistema actual no podría satisfacer las futuras demandas energéticas e hídricas de manera eficiente, lo que resultaría en un consumo ineficiente y posibles problemas en la calidad del agua suministrada.

En resumen, la problemática que aqueja al cliente se basa en la falta de espacio, la necesidad de mejorar el diseño eléctrico y el suministro de agua. La solución propuesta se centra en la ampliación de la vivienda, con el objetivo de crear un hogar funcional, seguro y adaptado a las necesidades de la familia.

1.3 Justificación del problema

La ciudadela "Ciudad Santiago" tiene en su catálogo varios modelos de vivienda disponibles, accesibles para personas que deseen adquirir un hogar a un bajo costo (Grupo Furoiani, 2023), pero se ha notado varios inconvenientes en sus diseños, principalmente en el modelo "Lucy". El principal y más notable es la falta de espacio habitable, exhibiendo dificultades para el desarrollo del núcleo familiar. También, el diseño con el sistema FORSA restringe al usuario para poder realizar modificaciones en los diseños eléctricos y de fontanería, debido a su dificultad por la presencia de elementos estructurales como las mallas electrosoldadas y varillas de acero estructural (Chedraui y Mario, 2006).

La meta final de este proyecto radica en la búsqueda de soluciones que promuevan un mejor aprovechamiento del espacio disponible en estos modelos de viviendas, permitiendo así una mayor comodidad y calidad de vida para sus residentes. En adición a esto, se proyecta cumplir los objetivos de desarrollo sostenible planteados por la ONU, específicamente los objetivos número 8: "Trabajo decente y crecimiento económico", el número 11: "Ciudades y comunidades sostenibles" y el número 12: "Producción y consumo responsables" (Organización de Naciones Unidas (ONU), 2018).

En primer lugar, en lo relativo a "Trabajo decente y crecimiento económico", se vincula con la ampliación de viviendas debido a su impacto en el crecimiento económico local, generando empleo en el sector de la construcción e impulsando la economía de la comunidad para mejorar la situación laboral de los trabajadores involucrados. En segundo lugar, en lo relativo a "Ciudades y comunidades sostenibles" se contribuye al evitar la expansión urbana descontrolada al aprovechar el espacio disponible en áreas ya urbanizadas y promoviendo el desarrollo de comunidades sostenibles y cohesionadas. En tercer y último lugar, el objetivo número 12, "Producción y consumo responsables", se vincula con la ampliación de viviendas debido a su enfoque sostenible y eficiente en el uso de recursos. Al ampliar una vivienda existente en lugar de construir

una nueva desde cero, se reduce la demanda de nuevos materiales y se minimiza el impacto ambiental asociado con la extracción y producción de estos recursos. (ONU, 2018)

Para concluir, el proyecto se propuso resolver una problemática de espacio y la reestructuración en base a un modelo preexistente. No obstante, la problemática mencionada anteriormente no es lo único que se beneficia, sino que también lo hacen los actores indirectos como los obreros, cumpliendo el ODS 8, y la preservación del ambiente mediante el aprovechamiento del espacio, así como también de la reducción de recursos a utilizarse, aplicando los ODS 11 y 12 respectivamente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar la estructura, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas con sistema tradicional, para la ampliación de una vivienda construida con sistema FORSA.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar la estructura de la ampliación de la vivienda para lograr una integración eficiente y optimización del espacio con la estructura base.
2. Realizar los cálculos de instalaciones eléctricas para asegurar una eficiente distribución de energía en toda la vivienda.
3. Desarrollar las instalaciones hidrosanitarias con sistema tradicional, siguiendo estándares y normativas correspondientes, para que garantice un suministro de agua potable adecuado y una gestión eficiente de las aguas residuales en la ampliación de la vivienda.
4. Modelar mediante BIM el diseño integrado de la vivienda, mitigando posibles interferencias constructivas en el futuro.

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Muros estructurales y sistema FORSA

El sistema FORSA, creado en Colombia y utilizado en el área de la construcción desde el año 1995, es un sistema especializado en el diseño y manufactura de encofrados o formaletas metálicas. Su mercado se ha centrado principalmente en países en vías de desarrollo, debido a su gran versatilidad al momento de su construcción y su bajo costo en comparación a los métodos tradicionales.

Su implementación se basa en formaletas de aluminio para la fundición de muros con un espesor de entre 10cm a 90cm, teniendo la ventaja de que son fáciles de transportar, sencillas al momento de su manipulación y armado, y livianas debido a su material (Chedraui y Mario, 2006). También es reconocida por permitir que su distribución espacial sea lo más exacta posible, respetando el diseño arquitectónico de la estructura. Según Mesa (2016), esto es posible por el uso de muros portantes de carga, los cuales tienen una distribución de mallas electrosoldadas corrugadas de $\Phi 7\text{mm}@150 \times 150\text{mm}$ que son importadas, tanto para muros como para losas de 10cm de espesor, creando así una estructura monolítica en todo su diseño, incluyendo losa, cimentaciones y muros.

En las tablas 2.1 y 2.2 se puede observar las ventajas y desventajas que, según Chedraui y Mario (2006), son necesarias verificar antes de construir con este método.

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del sistema FORSA en el ámbito funcional (Chedraui y Mario, 2006)

	Características	Ventajas	Desventajas
Condicionantes funcionales	Integridad ante acciones mecánicas	Buena reacción ante acciones mecánicas (sismos) por su sistema de dos direcciones	Debido a que se funde losa y muro al mismo tiempo, el peso de la losa puede hacer que se pierda el plomado de los muros
	Integridad ante acciones climáticas	No se ve afectado.	Hay que prevenir sudoración de los muros con ventilación
	Integridad ante animales y plantas	No se ve afectado.	-
	Confort ambiental acústico	-	Sin aislamiento.
	Posibilidades arquitectónicas	Modularidad adaptable a cualquier tipo de diseño arquitectónico.	-
	Composición geométrica	Sin límite.	-
		Módulos adaptables a cualquier diseño.	Hay que prever la flexibilidad en etapa de diseño para evitar incurrir en gastos posteriores
	Acabados y color	La formaleta cuenta con texturas de ladrillo, ondulado, entre otros.	Si se utiliza en estratos altos, es necesario bastante pañete y buena calidad de pintura

Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del sistema FORSA en el ámbito constructivo (Chedraui y Mario, 2006)

	Características	Ventajas	Desventajas
Condicionantes constructivos	Integridad ante acciones mecánicas	Buena reacción ante acciones mecánicas (sismos) por su sistema de dos direcciones	Debido a que se funde losa y muro al mismo tiempo, el peso de la losa puede hacer que se pierda el plomado de los muros
	Integridad ante acciones climáticas	No se ve afectado.	Hay que prevenir sudoración de los muros con ventilación
	Integridad ante animales y plantas	No se ve afectado.	-
	Confort ambiental acústico	-	Sin aislamiento.
	Posibilidades arquitectónicas	Modularidad adaptable a cualquier tipo de diseño arquitectónico.	-
	Composición geométrica	Sin límite.	-
		Módulos adaptables a cualquier diseño.	Hay que prever la flexibilidad en etapa de diseño para evitar incurrir en gastos posteriores
	Acabados y color	La formaleta cuenta con texturas de ladrillo, ondulado, entre otros.	Si se utiliza en estratos altos, es necesario bastante pañete y buena calidad de pintura

El sistema FORSA se centra especialmente en el uso de muros portantes para su diseño estructural, los cuales, según la ASCE 7 (2017) los muros de carga de hormigón reforzado son definidos como un muro que soporta carga vertical mayor que un cierto valor de umbral. Mientras que un muro de cortante se define como un muro de carga o no de carga, diseñado para resistir fuerzas laterales que actúan en el plano del muro.

Las cargas horizontales que actúan generalmente en las estructuras son las cargas producidas por el viento o por acción sísmica. Estas son absorbidas comúnmente

por los elementos estructurales de los pórticos, columnas y vigas, aumentadas por la contribución de los muros y particiones de mampostería corrientes; sin embargo, ante la presencia de fuerzas sísmicas significativas o seguidas, se utilizan muros de hormigón reforzado.

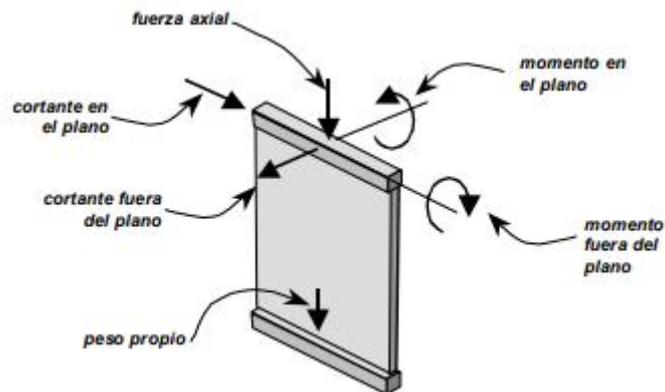


Figura 2.1 Diagrama de Interacción de un muro estructural (ASCE, 2017)

En cuanto a la forma de los edificios, las rectangulares son las que prevalecen, reduciendo así los fenómenos que causan torsión. Por lo regular, la densidad de muros es mucho mayor en la dirección transversal, pero aun así se utilizan muros con relaciones de aspectos altura total/longitud de por lo menos 10, debido a sus limitaciones arquitectónicas. Estas características generan incertidumbre en cuanto a su capacidad de disipación de energía, no obstante, para el caso de Ecuador, principalmente en Guayaquil, se garantiza una capacidad mucho mayor a la demanda, adaptándola a estructuras de máximo dos plantas para una mayor rigidez y disminuyendo su periodo de oscilación. (Zapata et al., 2021)

2.1.2 Acero estructural

El acero se describe como una aleación de hierro y trazas de carbono, normalmente inferiores al 1%. Además, incluye proporciones reducidas de varios otros componentes. La preferencia por este material, posiblemente el más adaptable de entre todos los usados para el ámbito estructural, resulta más comprensible al considerar su alta resistencia, bajo peso, facilidad de fabricación, entre otras (McCormac y Csernak, 2012).

En cuanto a la forma en la que se presenta, el acero estructural puede ser laminado en una gran gama de formas y tamaños sin que sus propiedades físicas sufran cambios significativos. Por lo general, los elementos estructurales que presentan

grandes momentos de inercia son más ideales en relación con sus áreas. Por ejemplo, perfiles tipo I, T y C, se encuentran dentro de esta categoría (McCormac y Csernak, 2012).

2.1.3 Tipos de Cargas

2.1.3.1 Carga viva

Son las cargas que están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos móviles, vehículos, etc. Estas van a depender de la ocupación a la que está destinada la edificación (Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC), 2014a).

2.1.3.2 Carga muerta

Están constituidas por el peso de todos los elementos estructurales, instalaciones sanitarias y eléctricas, y de mampostería. Estas estarán integradas de manera constante a la estructura y es por esto que se las conoce también como carga permanente (McCormac y Csernak, 2012).

2.1.3.3 Carga sísmica

Los sismos generan movimientos tanto horizontales como verticales. En la dirección horizontal, se genera una fuerza sísmica de corte a lo largo de la altura del edificio debido a los desplazamientos (NEC, 2014b).

2.1.4 Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) y diseño por esfuerzos permisibles (ASD).

Para el diseño de estructuras metálicas, la especificación AISC nos brinda dos métodos aceptables para el diseño de miembros de acero estructural y sus conexiones, siendo estos: el Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) y el Diseño por esfuerzos permisibles (ASD) (American Institute of Steel Construction (AISC), 2011). Ambos métodos tienen como objetivo obtener, de manera numérica, un rango entre la resistencia y la carga, y que esta nos guíe a una posibilidad aceptable de lo que es una respuesta estructural. Sus diferencias principales radican en el método que se usa para calcular las cargas de diseño y el uso del factor de resistencia para el caso del método

LRFD, y el caso del factor de seguridad con el método ASD. Con ambos procedimientos, los valores esperados de las cargas individuales (carga muerta, carga viva, carga sísmica, etc.) se estiman de manera exactamente igual a lo que requiere la especificación aplicable (McCormac y Csernak, 2012).

2.2 Área de estudio

2.2.1 Ubicación geográfica

El proyecto se asienta en la etapa “La Ría” de la urbanización Ciudad Santiago, ubicada a las afueras de la ciudad de Guayaquil, vía a Nobol, en Ecuador. Sus coordenadas GMS son: latitud -2.0231395° S y longitud -79.9471948° O. En la Tabla 2.3 se indican sus coordenadas UTM.

Tabla 2.3 Coordenadas UTM del área de construcción (Alvia y Martínez, 2023)

Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Zona
1	617110	9776359	17 M
2	617114	9776348	17 M
3	617107	9776346	17 M
4	617099	9776356	17 M
5	617101	9776349	17 M

En las Figuras 2.2 y 2.3 se muestra la ubicación satelital del proyecto.

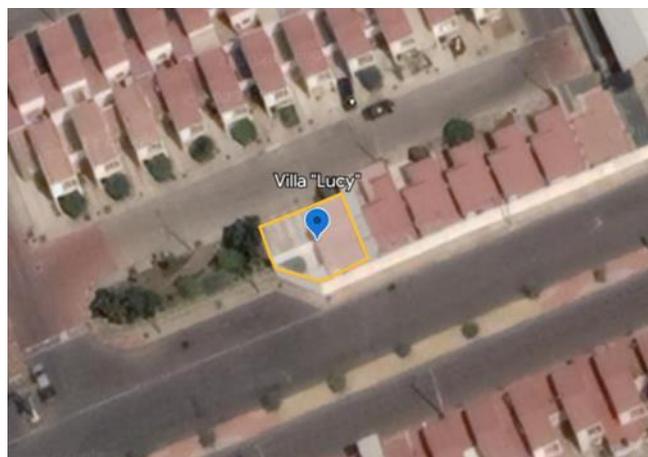


Figura 2.2 Ubicación específica del proyecto (Alvia y Martínez, 2023)

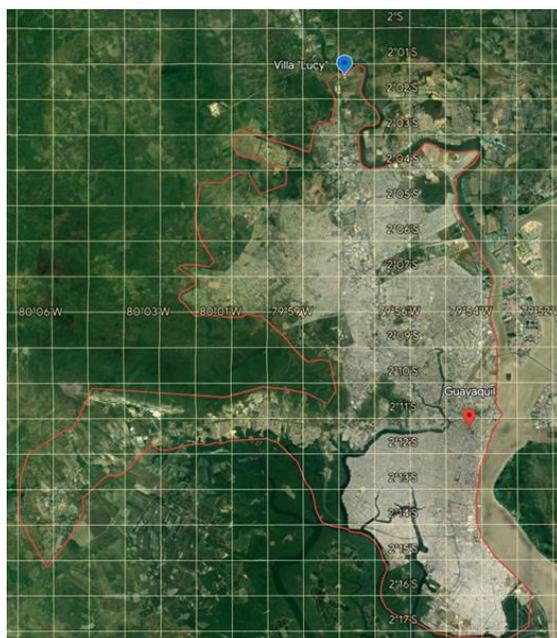


Figura 2.3 Ubicación del proyecto en el mapa de Guayaquil (Alvia y Martínez, 2023)

2.2.2 Descripción de la vivienda

El cliente posee el modelo “Lucy” en esta ciudadela, el cual cuenta con una distribución de 3 dormitorios, 1 baño completo y 41.86 m² de construcción. En adición a esto, el usuario tuvo la oportunidad de adquirir un solar libre que se encontraba al lado de la villa principal. Hoy en día, este espacio libre se ha utilizado como garaje y una pequeña ampliación para su patio.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Trabajo de campo y toma de datos

Durante la primera visita, se realizaron diversas mediciones y se recopilieron datos relevantes para su posterior análisis. Se pudo determinar que el suelo presenta una capa de material de relleno de aproximadamente 1.20 m de espesor, el cual fue medido en un sitio que fue desalojado para la instalación de una caja sanitaria. A la vez, se obtuvo información significativa sobre el nivel freático, el cual se encuentra a una profundidad de 2.90 m, cuyo dato fue provisto por la arquitecta Zoila León, coordinadora de proyectos de la constructora Furoiani. Otro aspecto fundamental que se verificó durante el trabajo de campo fue la longitud del nivel de desplante de la cimentación, el cual se encontró en 8 cm desde la superficie.

Debido a las limitantes del proyecto y de la constructora encargada de las obras en la urbanización, no fue posible conseguir una muestra del material de relleno y el material natural. A causa de esto, fue imprescindible recurrir a la literatura, en donde se pudo encontrar los datos necesarios para las propiedades del suelo. En la tabla 2.4 se detallan los valores a utilizar para el cálculo de la capacidad de carga de la cimentación.

Tabla 2.4 Propiedades físicas de materiales del suelo (Terzaghi et al., 1996)

Propiedades de materiales	Material de relleno (granular)	
	Peso específico γ (kN/m³)	18
	Ángulo de Fricción θ	30°
	Cohesión	0
	Arcilla (Consistencia blanda-media)	
	Su (kPa)	70
	Ángulo de Fricción θ	0°

2.3.2 Trabajo de computación o laboratorio

Se logró adquirir los planos arquitectónicos, estructurales, planos de instalaciones eléctricas y de distribución de agua potable y residuos proporcionados por la constructora Furoiani. Estos planos fueron de gran utilidad para realizar un análisis más preciso de la estructura base de la vivienda, siendo el estructural el más crucial para realizar el diseño de ampliación. Con el objetivo de llevar a cabo un análisis estructural detallado, se empleó un programa especializado en Análisis Estructural. Mediante esta herramienta, se evaluó la resistencia y estabilidad de la estructura existente, considerando tanto los datos recopilados durante el trabajo de campo como las especificaciones proporcionadas por la constructora. En adición a esto, se pudo confirmar que tipo de cimentación fue utilizada para la obra, siendo esta un tipo de zapata corrida, con un ancho de base de 40 cm.

2.4 Análisis de datos

2.4.1 Capacidad de carga de la cimentación

Para el cálculo de capacidad de carga de la cimentación, debido a que el primer estrato en donde se apoya la estructura se trata de material granular de relleno de 1.20 m de espesor y el segundo estrato es de arcilla de consistencia suave-media, se tomó en cuenta el concepto propuesto en principio por Meyerhof (1974), y luego por Hanna y Meyerhof (1978) sobre capacidad de carga de suelos estratificados: suelo más fuerte sobre suelo más débil.

$$q_u = \left(1 + 0.2 \frac{B}{L}\right) 5.14c_2 + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_s \tan \phi_1'}{B} + \gamma_1 D_f \quad (2.1)$$

$$\leq \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$$

En la tabla 2.4 se encuentran detallados los datos de las propiedades de los dos materiales del terreno, mientras que la profundidad de desplante es de 8 cm, la base de la zapata tiene un ancho de 40 cm y su altura es de 8 cm.

$$q_u = \left(1 + 0.2 \frac{0.4 \text{ m}}{1 \text{ m}}\right) 5.14(70 \text{ kPa})$$

$$+ \left(18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) (1.2 \text{ m})^2 \left(1 + \frac{0.4 \text{ m}}{1 \text{ m}}\right) \left[1 + \frac{2(0 \text{ m})}{1.2 \text{ m}}\right] \frac{(5.1) \tan(30^\circ)}{0.4 \text{ m}}$$

$$+ \left(18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) (0.8 \text{ m})$$

$$\leq \left(18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) (0 \text{ m}) N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \left(18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right) (0.4 \text{ m}) (15.67) (1)$$

$$q_u = 655.70 \text{ kPa} \leq \mathbf{56.41 \text{ kPa}}$$

La capacidad de carga de la cimentación de la estructura base de la vivienda con sistema FORSA es de 56.41 kPa. Cabe recalcar que, al ser una zapata corrida, esta resistencia es por metro lineal. Por tanto, conociendo que la zapata tiene una longitud de 24.65 metros, la capacidad total es de **1390.51 KPa**

2.4.2 Carga aplicada a la cimentación

La carga aplicada a la zapata es definida por la geometría y materiales utilizados en los muros de la estructura base. En la figura 2.4 se detallan las medidas del muro obtenidos del plano estructural.

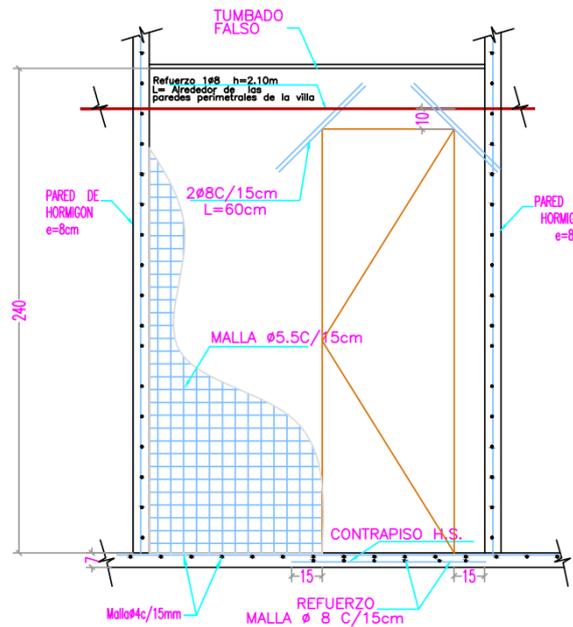


Figura 2.4 Azado Boquete de Puerta (Grupo Furoiani, 2023)

En donde, la carga aplicada está definida por:

$$P/b = H * b * \rho_{\text{hormigón}} \quad (2.2)$$

$$P/b = (2.4m) * (0.08 m) * \left(23.5 \frac{kN}{m^3} \right)$$

$$P/b = 4.512 \frac{kN}{m^3}$$

2.4.3 Esfuerzo de contacto

Según Coduto (2016), el esfuerzo de contacto para cimentaciones continuas se asume que se distribuirá uniformemente bajo el cimiento para efecto de simplicidad de cálculo.

$$q = \frac{P/b + W_f/b}{B} - u_D \quad (2.3)$$

Donde:

- q = Esfuerzo de contacto
- P = Fuerza o Carga aplicada
- W_f = Peso propio de la cimentación
- A = Área de la cimentación
- u_D = Presión de poros

$$q = \frac{\left(4.512 \frac{kN}{m^3}\right) + \left(0.4m * 0.08m * 23.5 \frac{kN}{m^3}\right) / 1m}{0.4m} - 0 \text{ kPa}$$

$$q = 13.16 \text{ kPa}$$

2.4.4 Factor de seguridad

Según la NEC (2015), el factor de seguridad agrupa todas las incertidumbres asociadas en el proceso de diseño, sin distinguir si este es aplicado a la resistencia de los geo materiales o los efectos de las cargas. La tabla 2.5 muestra los factores de seguridad a tomar en cuenta y sus condiciones que la NEC propone.

Tabla 2.5 Factores de Seguridad Indirectos Mínimos, F.S.I.M (NEC, 2014a)

Condición	F.S.I.M. Admisible
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal+ Sismo de Diseño pseudo estático	1.5

Este es un valor de referencia, al momento de hacer una relación entre la capacidad de carga de la cimentación y su esfuerzo de contacto. Si este es mayor al valor referencial del factor de seguridad 3, podemos confirmar que la cimentación funciona.

$$FS = \frac{q_u}{q} \tag{2.4}$$

$$FS = \frac{56.41 \text{ kPa}}{13.16 \text{ kPa}}$$

$$FS = 4.28 \geq 3$$

2.4.5 Carga admisible

La carga admisible de la cimentación estará definida por la relación de su capacidad de carga y el factor de seguridad de referencia, 3.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad (2.5)$$

$$q_{adm} = \frac{1390.51 \text{ kPa}}{3}$$

$$q_{adm} = 463.50 \text{ kPa}$$

2.4.6 Estimación de cargas

2.4.6.1 Carga Muerta

La tabla 2.6 presenta valores referenciales para cargas de materiales de construcción.

Tabla 2.6 valores referenciales para cargas de materiales de construcción (NEC, 2014a)

Material	Carga ($\frac{kg}{m^2}$)
Cerámicas	30
Instalaciones	20
Mampostería	180

Asumiendo una losa maciza equivalente de 15 cm de espesor, tendremos que el peso de losa es:

$$q_{Losa} = \rho_{hormigón} * e_{Losa} \quad (2.6)$$

$$q_{Losa} = 23.5 \frac{kN}{m^3} * 0.15 \text{ m}$$

$$q_{Losa} = 3.6 \frac{kN}{m^2}$$

$$CM = 30 + 20 + 180 + 360 = 590 \text{ kg/m}^2$$

Siendo la carga muerta total 590 kg/m².

2.4.6.2 Carga viva

La norma ecuatoriana de la construcción, en la tabla 9, recomienda una carga viva de 200 kg/m² para viviendas. Para la cubierta, la normativa recomienda un valor de 70 kg/ m².

2.4.6.3 Estimación de la carga sísmica sobre la estructura

Para obtener la carga axial crítica que recibirá la zapata actual se realizó el modelado en el programa de análisis estructural, el cual debió considerar el sismo. A continuación, se calculó el coeficiente sísmico que actúa sobre las masas, siguiendo la metodología de la NEC-SE-DS.

2.4.6.3.1 Zonificación sísmica

El valor del factor de aceleración en roca esperada, cuya notación es Z, para la ciudad de Guayaquil corresponde a 0.4, como se puede evidenciar en la figura 2.5.

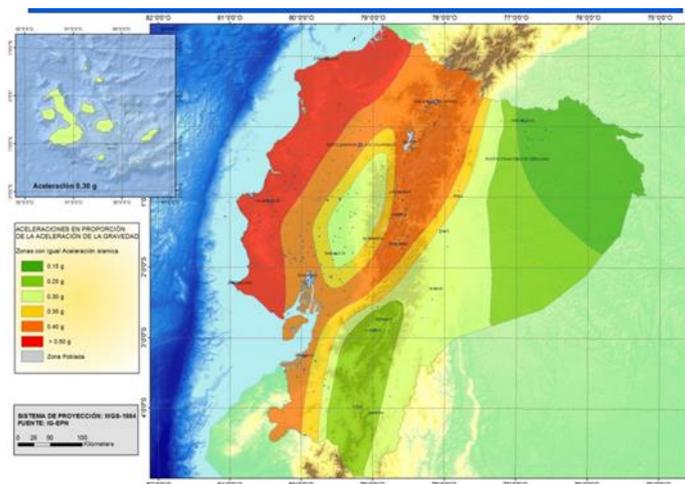


Figura 2.5 Mapa de zonas sísmicas y factor Z (NEC, 2014b)

2.4.6.3.2 Selección de tipo de suelo

En Ecuador, específicamente en las áreas cercanas a Guayaquil, el suelo generalmente es arcilloso. En este caso, como el suelo se encuentra mejorado por material de relleno granular, a manera de observación y estimación se define un suelo con perfil D, como se describe en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Clasificación de los perfiles de suelo (NEC, 2014b)

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

2.4.6.3.3 Selección de coeficientes de amplificación del suelo

Tabla 2.8 Tipos de suelo y factores de Sitio Fa (NEC,2015)

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	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	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Tabla 2.9 Tipos de suelo y factores de Sitio Fd (NEC,2015)

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	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	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 2.10 Tipos de suelo y factores de Sitio Fs (NEC,2015)

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	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	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
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					

Por tanto, sabiendo que el factor Z es 0.4 y el suelo es tipo D, tenemos que: $F_a = 1.2$, $F_d = 1.4$ y $F_s = 1.5$.

2.4.6.3.4 Espectro de respuesta

El espectro de respuesta elástico de aceleraciones se calcula de la siguiente manera, según lo estipula la NEC.

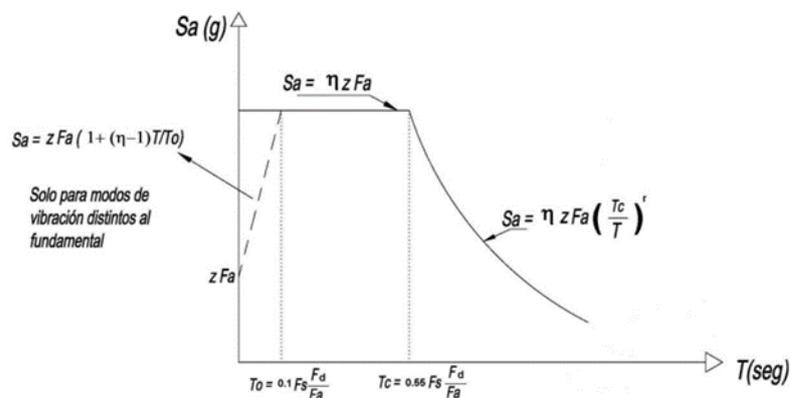


Figura 2.6 Espectro elástico de aceleraciones (NEC, 2015)

Cálculo de T_0

$$T_0 = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (2.7)$$

$$T_0 = 0.1 * 1.5 * \frac{1.4}{1.2} = 0.18 \text{ s}$$

Cálculo de T_c

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (2.8)$$

$$T_c = 0.55 * 1.5 * \frac{1.4}{1.2} = 0.96 \text{ s}$$

Razón entre la aceleración espectral y el PGA para la ciudad de Guayaquil, según la NEC: $\eta = 1.80$

El factor r, corresponde a un valor de 1.5, considerando que el suelo es de tipo D.

Reemplazando los valores según nos indica la figura 2.7, obtenemos el siguiente espectro:

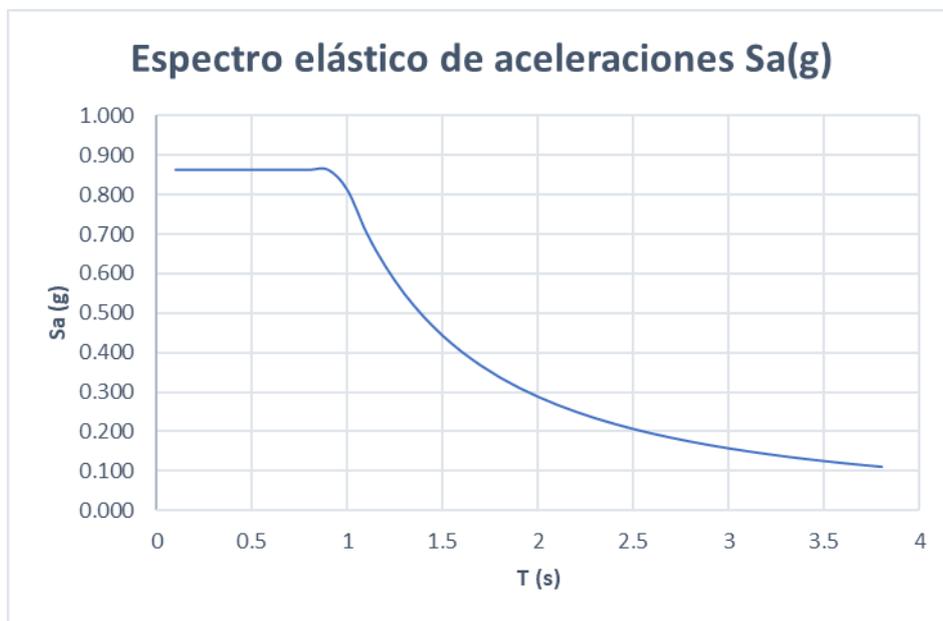


Figura 2.7 Espectro elástico (Alvia y Martínez,2023)

2.4.6.3.5 Periodo de vibración de la estructura

Conociendo el espectro, se determina el periodo de la estructura para obtener la aceleración espectral S_a . Para determinar el periodo, se implementa el método 1 propuesto por la NEC, dado por la siguiente ecuación.

$$T = C_t * h_n^\alpha \tag{2.9}$$

Donde h_n corresponde a la altura total de la vivienda y C_t y α dependen de la tabla 2.11.

Tabla 2.11 Coeficientes para el periodo de vibración (NEC, 2015)

Tipo de estructura	C ₁	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	0.047	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.049	0.75

La altura total de la vivienda de 2 plantas es de 6 metros, por lo que el periodo de vibración de la estructura es:

$$T = 0.047 * 6^{0.9} = 0.236 \text{ s}$$

2.4.6.3.6 Coeficiente de respuesta sísmica

Finalmente, se realizó el cálculo del coeficiente de respuesta que afecta a la masa total del edificio, el cual fue introducido en el software de análisis. Esto permitió obtener de manera más precisa la carga axial crítica que actúa sobre la cimentación.

$$C_s = \frac{I * S_a}{R * \Phi_P * \Phi_E} \quad (2.10)$$

Se obtiene del espectro elástico S_a de la figura 2.7, conociendo el periodo de la estructura.

$$S_a = 0.864$$

El coeficiente de Importancia (I) depende del tipo de estructura y su función ocupacional, para una vivienda el coeficiente de importancia tiene un valor igual a 1, como se puede evidenciar en la siguiente tabla de la NEC.

Tabla 2.12 Coeficientes de importancia (NEC, 2015)

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras 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

Para el caso del proyecto estudiado, el valor que corresponde a R es igual a 6, según lo indica la tabla 2.13, el cual señala el coeficiente de reducción de respuesta estructural.

Tabla 2.13 Tabla de Coeficientes de reducción de respuesta estructural (NEC, 2015)

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	6
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	6
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	6
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
Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HA , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 4 metros.	3
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	3
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Se considerará un $\Phi P = 0.9$ dado que la planta de la estructura estudiada tiene esta forma particular en L.

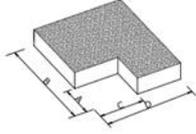
<p>accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p> <p>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_p=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
---	---

Figura 2.8 Caso 2 de irregularidades en planta (NEC,2015)

En altura, la estructura no presenta irregularidad alguna, por lo que se considera $\Phi E = 1$. Definidos todos los parámetros y aplicando la ecuación 2.4, el coeficiente de respuesta sísmica tiene un valor de:

$$C_s = \frac{1 * 0.864}{6 * 0.9 * 1} = 0.16$$

2.4.7 Predimensionamiento de elementos

Una vez estimada las cargas actuantes, se realizará un predimensionamiento de las secciones estructurales en hormigón y acero y se modelará la estructura en el software de análisis estructural, con la intención de evaluar el criterio de peso aproximado de la estructura y la carga axial de la columna crítica, para esto implementaremos la misma distribución en planta y elevación para ambos sistemas, con el objetivo de evidenciar de mejor manera las diferencias

2.4.7.1 Predimensionamiento de columnas de hormigón

La ubicación de las columnas fue definida según el espacio y mobiliarios presentes, teniendo en cuenta que el diseño corresponde a una remodelación, y los muros actuales de la vivienda son de 8 cm, a manera estética no sería óptimo colocar columnas robustas, ni tampoco hacer muchas columnas, pues esto retrasaría el tiempo de ejecución del proyecto.

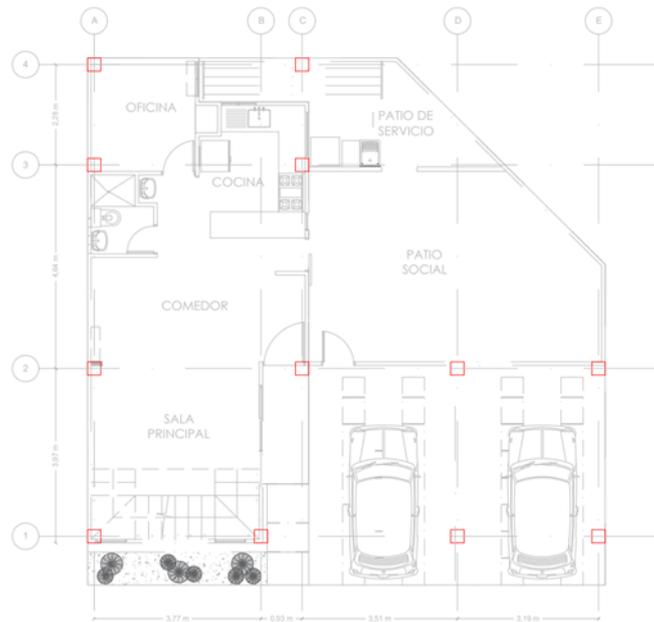


Figura 2.9 Distribución de columnas en planta baja. (Alvia y Martínez,2023)

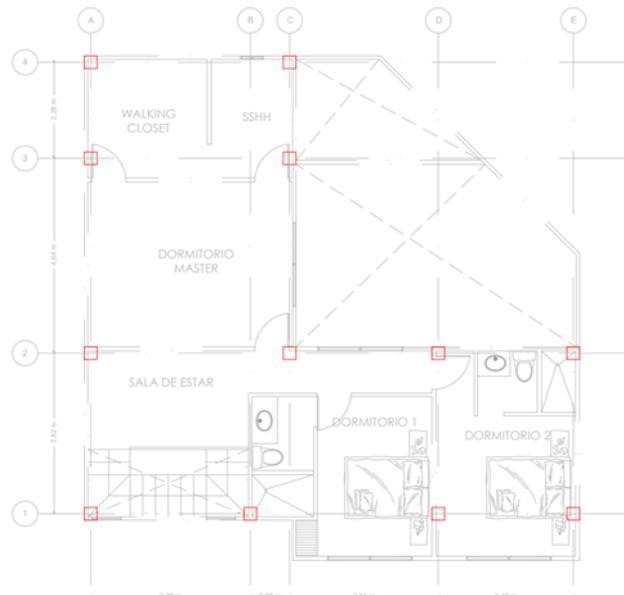


Figura 2.10 Distribución de columnas planta alta. (Alvia y Martínez,2023)

Considerando que las cargas sobre una vivienda son relativamente bajas y las luces no superan los cinco metros, tomaremos la sección mínima recomendada para estructuras sismorresistentes, la cual es de 30X30 (cm). (ACI 318-19, Sección 18.7.2.1)

2.4.7.2 Predimensionamiento de vigas de hormigón

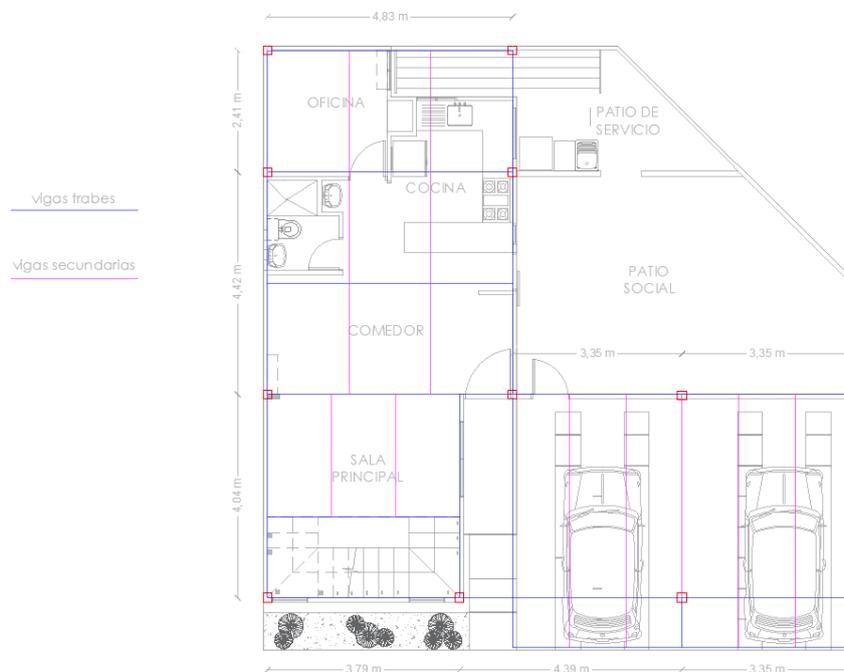
Para obtener una sección de viga bastante aproximada, un buen criterio para sismo resistencia es que el peralte de la viga sea entre 1.1-1.4 la base de la viga. Para

la base de la viga definiremos la mínima exigida por el ACI, la cual es de 25 cm. Por tanto, la altura de la viga es:

$$h = 25 * 1.2 = 30 \text{ cm} \quad (2.11)$$

2.4.7.3 Predimensionamiento de vigas secundarias de acero

Para el siguiente cálculo, es necesario conocer la distribución de vigas y columnas teniendo en consideración la planta arquitectónica, en el siguiente gráfico se aprecia lo mencionado.



En este caso, la normativa no tiene secciones mínimas, pues en acero, se deben cumplir criterios de relaciones ancho espesor en los perfiles. Para empezar el predimensionamiento de las vigas, se partirá de las cargas actuantes.

- Carga ultima de diseño

El método de la última resistencia toma la carga dada por la combinación:

$$Cu = 1.2 * Cm + 1.6 * Cv \quad (2.12)$$

Donde:

- Cm = Carga muerta
- Cv= Carga viva

Sin embargo, en esta estructura, la losa estará compuesta por hormigón y steel deck, permitiendo disminuir el peso de la losa. Se considera un espesor de 10 cm de losa de hormigón, por lo que la carga muerta será de 470 kg/m².

$$Cu = 1.2 * 470 + 1.6 * 200 = 880 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0.88 \text{ ton/m}^2$$

$$Cu_{losa} = Cu \quad (2.13)$$

$$Cu_{losa} = 0.88 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Se tiene que considerar que para las columnas de la segunda planta la carga no es la misma, pues se implementará una cubierta metálica y no una losa de hormigón. Por lo tanto, la carga ultima será una combinación entre el peso propio de la cubierta y la carga viva de cubierta sugerida por la NEC, la cual se encuentra en la sección de cargas.

$$Cu_{cubierta} = \left(1.2 * 0.045 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} + 1.6 * 0.07 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) = 0.17 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \quad (2.14)$$

Para el diseño de vigas, serán armadas en dirección paralela al eje Y, como se muestra en la figura 2.11 y se obtendrá una sección para la viga más crítica.

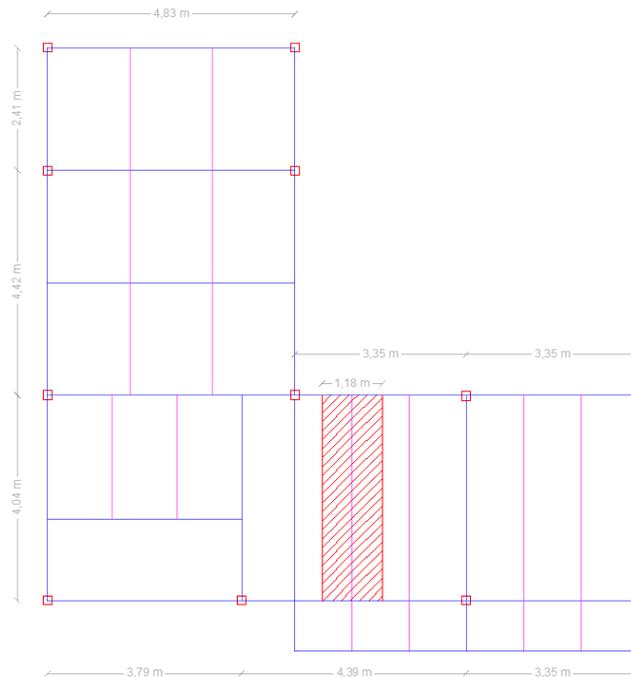


Figura 2.11 Ancho tributario de la viga más crítica (Alvia y Martínez,2023)

La carga lineal repartida sobre la viga se calcula de la siguiente forma.

$$W_r = C_u * a_t \quad (2.15)$$

Donde a_t , es el ancho tributario indicado en la figura 2.11, por tanto.

$$W_r = 0.88 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1.18 \text{ m} = 1.03 \text{ ton/m}$$

Considerando que las vigas secundarias son simplemente apoyadas, el momento actuante en la viga se calcula de la siguiente manera.

$$M_u = \frac{W_r * L_v^2}{8} \quad (2.16)$$

Donde L_v es la longitud de la viga.

$$M_u = \frac{1.03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * (4.04 \text{ m})^2}{8}$$

$$M_u = 2.10 \text{ ton} * \text{m}$$

Una vez obtenida la demanda de momento, se obtendrá el módulo plástico (Z) mínimo de la sección requerida.

$$Z_{x_{min}} = \frac{M_u}{F_y} \quad (2.17)$$

Donde F_y es el esfuerzo de fluencia del acero que depende del grado del mismo, para este caso implementaremos un acero A36, cuya fluencia es 2530 kg/cm^2

$$Z_{x_{min}} = \frac{2.10 \text{ ton} * m}{2530 \text{ kg/cm}^2} * 100000 = 83 \text{ cm}^3$$

Siendo el resultado la siguiente sección.

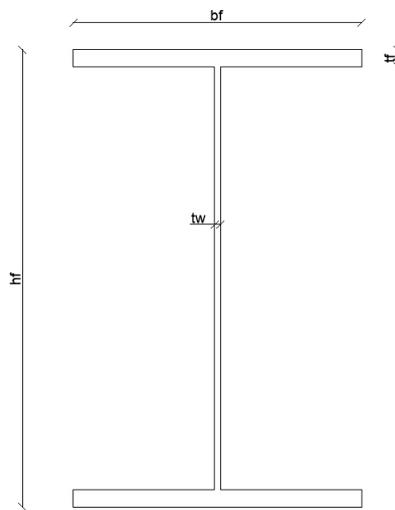


Figura 2.12 Sección de viga I (Alvia y Martínez,2023)

Donde las medidas son:

bf: 10 cm

hf: 16 cm

tw: 0.3 cm

tf: 0.6 cm

Tabla 2.14 Propiedades de la viga I obtenidas del software de análisis estructural (Alvia y Martínez,2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	16.44
I_x (cm⁴)	792.88
I_y (cm⁴)	100.03
r_x (cm)	6.94
r_y (cm)	2.47
Z_x (cm³)	108.83
Z_y (cm³)	30.33

Como se observa en la tabla 2.14, el módulo plástico Z_x corresponde al módulo plástico en sentido X de la viga, por tanto.

$$Z_x = 108.33 \text{ cm}^3$$

Dado que el Z_x escogido es mayor al Z_x mínimo, la sección cumple.

2.4.7.4 Predimensionamiento de vigas principales o trabes de acero.

En este caso, la viga trabe más crítica sería la siguiente.

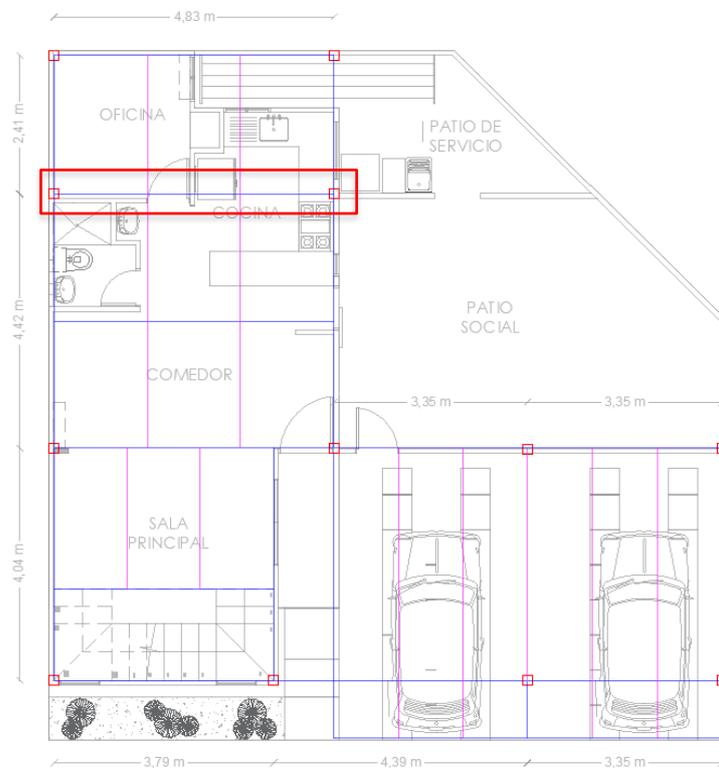


Figura 2.13 Viga trabe más crítica (Alvia y Martínez,2023)

La viga recibe cuatro vigas secundarias como cargas puntuales, 2 vigas de una longitud de 2.41 m y 2 de longitud de 2.21 m. El ancho tributario de las vigas mencionadas es de 1.61, por lo que se calculará la carga puntual generada por la viga más larga y posteriormente se usará una relación para las demás vigas.

La carga puntual que genera la viga de 2.41 m en uno de sus extremos se calcula de la siguiente manera.

$$P = \frac{C_u * at * Lv}{2} \tag{2.18}$$

$$P = \frac{0.88 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1.61 \text{ m} * 2.41 \text{ m}}{2} = 1.70 \text{ ton}$$

La carga puntual individual total considerando el tramo de 2.21 m se estima con la siguiente relación.

$$P_i = W_p * \left(1 + \frac{Lv_2}{Lv}\right) \quad (2.19)$$

Donde $Lv = 3.41 \text{ m}$ y $Lv_2 = 2.21 \text{ m}$.

$$P_i = 1.70 * \left(1 + \frac{2.21}{2.41}\right) = 3.26 \text{ ton}$$

El diagrama de la viga trabe se analiza de la siguiente manera.



Figura 2.14 Diagrama de fuerzas sobre viga trabe crítica (Alvia y Martínez,2023)

Finalmente se obtiene el momento de demanda, el cual se calcula mediante la siguiente expresión.

$$Mu = \frac{P_i * L_t * ((n + 1)^2 - 1)}{12 * (n + 1)} \quad (2.20)$$

Donde n es el número de cargas y L_t la longitud de la trabe, la cual es 4.7 m, por tanto.

$$Mu = \frac{3.26 \text{ ton} * 4.83 \text{ m} * ((2 + 1)^2 - 1)}{12 * (2 + 1)}$$

$$Mu = 3.50 \text{ ton} * \text{m}$$

De la misma manera que en las vigas secundarias, se obtiene el módulo plástico mínimo de la sección de viga requerida, con la ecuación 2.17.

$$Z_{x_{min}} = \frac{Mu}{F_y} = \frac{3.50 \text{ ton} * \text{m}}{2530 \text{ kg/cm}^2} * 100000 = 138.34 \text{ cm}^3$$

Como es de esperarse, la viga trabe requiere una sección más grande, pues esta recibe las cargas de las vigas secundarias.

La sección escogida es la siguiente

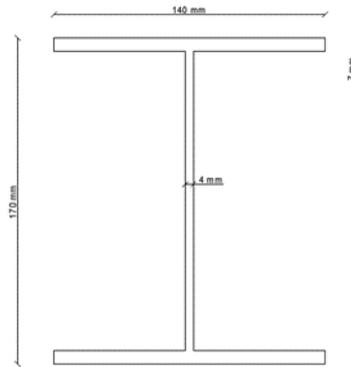


Figura 2.15 Sección de viga trabe I (Alvia, Martínez)

En la tabla 2.15 podemos observar que el módulo plástico Z_x es de 205.16 cm^3 , por lo que es mayor al mínimo y la sección cumple.

Tabla 2.15 Propiedades de la sección de la viga trabe (Alvia y Martínez,2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	28.56
I_x (cm⁴)	1592.60
I_y (cm⁴)	365.95
r_x (cm)	7.47
r_y (cm)	3.58
Z_x (cm³)	205.16
Z_y (cm³)	79.02

2.4.7.5 Predimensionamiento de columnas de acero.

A continuación, se analizará la columna más crítica, para esto es necesario determinar el área tributaria de dicha columna, pues es en esta área donde se concentrará la carga que recibe.

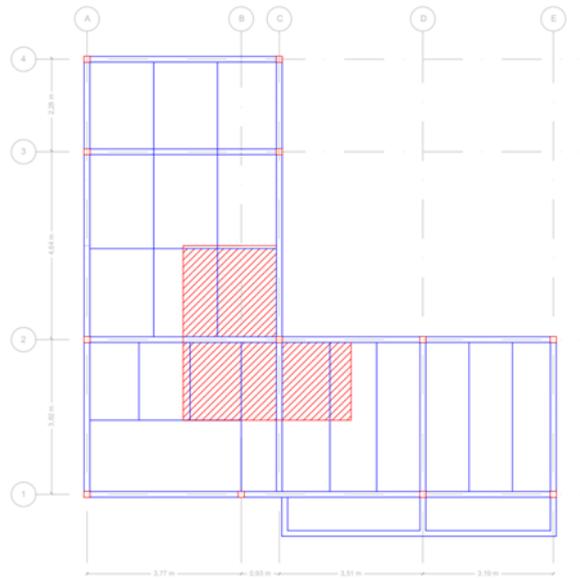


Figura 2.16 Área tributaria de la columna crítica (Alvia y Martínez,2023)

El área tributaria de la columna corresponde a un valor de 13.89 m². La columna más crítica corresponde a la de planta baja, pues esta recibe las cargas de cubierta además de las cargas de la losa de la segunda planta. Por tanto, la carga generada sobre la columna se calcula con la siguiente ecuación.

$$Pu = (Cu_{losa} + Cu_{cubierta}) * At \quad (2.21)$$

Donde At es el área tributaria.

Por tanto.

$$Pu = \left(0.88 \frac{ton}{m^2} + 0.17 \frac{ton}{m^2} \right) * 13.89 m^2 = 14.58 ton$$

Para conocer el área mínima requerida de una sección de acero cuadrada tipo HSS que pueda soportar la carga Pu, se emplea la siguiente ecuación.

$$As = \frac{Pu}{\Phi Fcr} \quad (2.22)$$

Donde ΦFcr representa el esfuerzo crítico a la compresión de la columna. El AISC estipula que, para columnas de 3 m, la esbeltez está entre 40 y 60, por lo que seleccionaremos una esbeltez de 50. Para esta esbeltez, en la tabla 22 del AISC, se evidencia que el esfuerzo crítico a compresión es de 2636 kg/cm².

Por lo que el área mínima requerida es.

$$A_{s_{min}} = 17.50 \frac{ton}{2636 \text{ kg/cm}^2} * 1000 = 5.53 \text{ cm}^2$$

Por criterio de sismo resistencia, se implementará una columna de 17x17 (cm), pues el ancho de una columna no puede ser menor al peralte de la viga. Obteniendo el siguiente perfil.

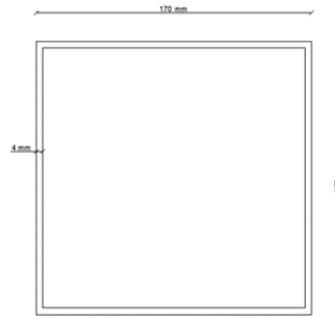


Figura 2.17 Perfil de columna (Alvia y Martínez,2023)

El área de la columna seleccionada es de 26.56 cm², por lo que es, por mucha diferencia mayor al área mínima, sin embargo, esto sucede debido a que el sismo exige un gran esfuerzo a la columna, mucho más grande que el de las cargas verticales, lo que se evidenciará a detalle en el capítulo 3.

2.4.8 Modelo estructural de la vivienda.

Para obtener el peso total de la estructura y determinar la carga crítica que recae sobre la cimentación existente, se procederá a realizar el modelado de la estructura en un software de análisis estructural. El proceso detallado de modelado se presentará en el capítulo 3, correspondiente al diseño definitivo. En esta sección, se presentarán los resultados relevantes para garantizar que la estructura sea adecuadamente soportada por la zapata actual.

En las figuras 2.18 y 2.20 se muestran los muros FORSA actuales de la vivienda, los cuales se han representado en color rojo. En consecuencia, únicamente se conectarán a la zapata actual las 6 columnas que se encuentran en los perímetros de estos muros. Las columnas restantes, al encontrarse fuera de la cimentación actual, requerirán el diseño de plintos aislados. En el modelo, se analizará la carga más crítica entre las 6 columnas mencionadas para evaluar su impacto en la cimentación existente.

2.4.8.1 Modelo estructural de la vivienda en hormigón.

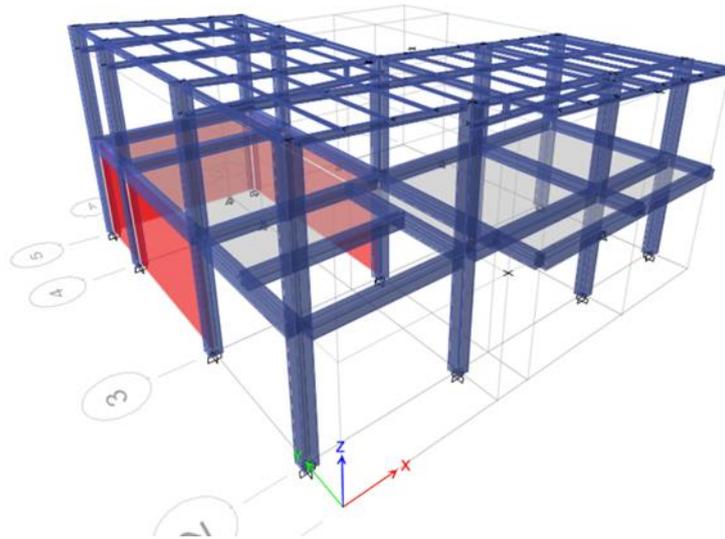


Figura 2.18 Modelo estructural de vivienda en hormigón. (Alvia y Martínez,2023)

Las columnas que se encuentran en la periferia de los muros son las columnas 1 hasta a la 6, por lo que, si se filtra la tabla de resultados del programa, podremos observar la carga axial máxima en cada una de las columnas. Las cargas se representan en la siguiente tabla.

Tabla 2.16 Carga axial máxima en columna de hormigón (Alvia y Martínez,2023)

Columnas	Carga (Ton)
C1	6.69
C2	4.81
C3	11.24
C4	12.16
C5	11.23
C6	17.12
Sumatoria	63.25

Para determinar el peso de la estructura, se considera únicamente el peso debido a la carga muerta, por lo que se solicitará al software el caso de carga correspondiente. En la siguiente imagen, se resalta el peso de la estructura, el cual es de 84.42 toneladas.

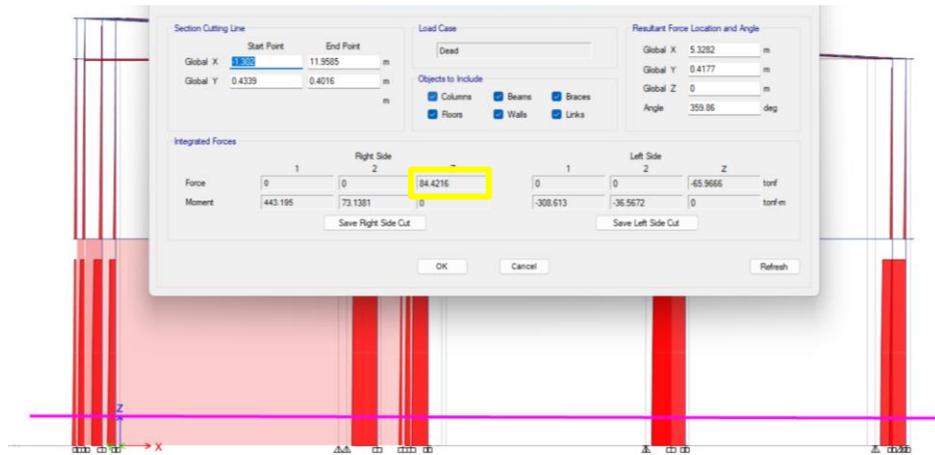


Figura 2.19 Sección de corte en la base de la estructura y peso de la estructura (Alvia y Martínez,2023)

2.4.8.2 Modelo estructural de la vivienda en estructura metálica

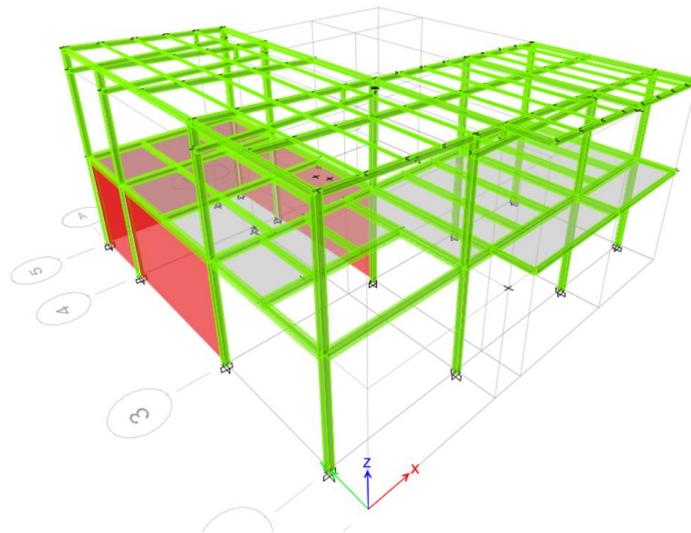


Figura 2.20 Modelo estructural de la vivienda en acero (Alvia, Martínez)

De la misma manera, obtendremos la carga axial máxima sobre las columnas que bordean los muros FORSA, en este caso, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 2.17 Carga axial máxima en columna de acero (Alvia y Martínez,2023)

Columnas	Cargas (Ton)
C1	3.08
C2	1.2
C3	9.36
C4	8.43
C5	11.14
C6	13.55
Sumatoria	46.76

Para obtener el peso de la estructura en acero, se aplica el mismo método y el software nos indica que el peso es de 53.44 ton.

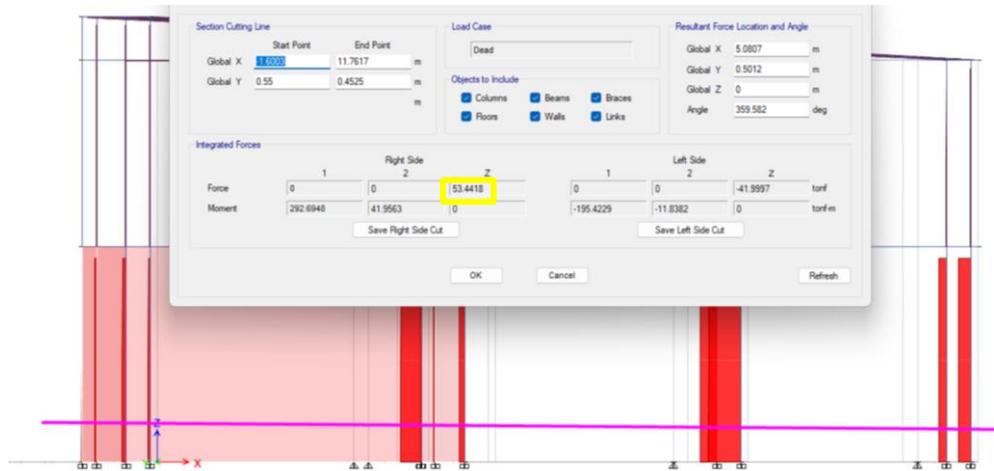


Figura 2.21 Peso de la estructura en acero (Alvia y Martínez,2023)

2.4.9 Análisis de la capacidad de carga de la cimentación.

En la sección 2.4.5, se definió que la carga admisible de la zapata corrida es de 18.80 KPa. Para comprobar que el esfuerzo actuante es menor que el admisible, se plantea la siguiente formula.

$$q = \frac{\sum Pu + \text{Peso de muros}}{\text{Area de zapata}} \quad (2.22)$$

El área total de la sección de zapata es de 14.18 m².

El peso de los muros FORSA, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Peso de muros} = H * e * L * \rho_{\text{hormigón}} \quad (2.23)$$

Donde:

H = altura de muro

e = espesor de muro

L= metros lineales de muro

$$\text{Peso de muros} = 2.4m * 0.08m * 18.54m * 2.4 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = 8.54 \text{ ton}$$

Por lo que, los esfuerzos sobre la zapata, debido a la estructura en hormigón y acero son:

$$q_{horm} = \frac{63.25 \text{ ton} + 8.54 \text{ ton}}{14.18 \text{ m}^2} = 5.06 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = 49.62 \text{ KPa} < 463.50 \text{ KPa}, \mathbf{OK}$$

Y

$$q_{acero} = \frac{46.76 \text{ ton} + 8.54 \text{ ton}}{14.18 \text{ m}^2} = 3.90 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} = 38.26 \text{ KPa} < 463.50 \text{ KPa}, \mathbf{OK}$$

Se puede apreciar que ambos sistemas estructurales pueden ser soportados por la cimentación actual, sin embargo, al ser la estructura metálica más liviana, se genera menos esfuerzo de contacto sobre la cimentación, por lo que la demanda capacidad es menor y esta está sometida a un menor esfuerzo.

2.5 Análisis de alternativas

En la actualidad, los sistemas estructurales más comunes implementados en el país para viviendas familiares son los pórticos resistentes a momentos, ya sea de hormigón armado o estructura metálica, es por esto, que se considerará estas alternativas para el diseño definitivo. Las mencionadas anteriormente tienen diferencias en costos, estética, tiempos de construcción, peso y materiales, los cuales determinarán la selección del óptimo.

2.5.1 Alternativa 1: Estructura de hormigón armado

Las estructuras de hormigón armado están conformadas por vigas y columnas de hormigón reforzadas en su interior con varillas de acero corrugadas, las cuales permiten mejorar la resistencia a tracción de los elementos, pues naturalmente el concreto tiene un excelente comportamiento a la compresión. Las secciones más comunes son cuadradas y rectangulares, sin embargo, es posible implementar secciones prismáticas y circulares de igual manera. Para garantizar una correcta unión y desempeño sísmico de la estructura, se deben cumplir los criterios mostrados en los códigos de construcción ACI 318-14 y NEC 2015, haciendo énfasis en los criterios de columna fuerte - viga débil y nudo fuerte - viga débil, pues gracias a estos la estructura es capaz de disipar la energía de un sismo.

2.5.2 Alternativa 2: Estructura de acero

Las estructuras de acero se caracterizan por su gran ductilidad, igualmente, están conformadas por columnas y vigas. Las secciones más comunes son perfiles tipo I para vigas y perfiles cuadrados tipo HSS para columnas, pues estas son las más eficientes. Los elementos son diseñados respetando los códigos AISC 360 para elementos estructurales y AISC 348 para las conexiones, pues actualmente Ecuador no cuenta con una normativa para estructuras metálicas, por lo que se toman en cuenta los códigos de Estados Unidos. En pórticos de acero, también se garantiza el criterio de columna fuerte – viga débil, pero, además, se hace mucho énfasis en las conexiones, pues están permiten la formación de las rótulas plásticas y la disipación de la energía del sismo.

2.5.3 Restricciones del proyecto

Para seleccionar la alternativa óptima es necesario discutir sobre las características sobre las que se rige el proyecto, para esto, plantearemos nuestros criterios principales que definirán la viabilidad de este.

2.5.3.1 Estética

Cuando se habla de una vivienda, la estética siempre juega un papel importante, más aún, si corresponde a una ampliación o remodelación, los muros actuales de la vivienda son de 8 cm, por lo que colocar columnas cuadradas de hormigón de 30 cm, reduciría espacio interno y crearía conflictos con mobiliarios en la casa, pues en el caso de columnas de borde, 22 cm de la columna quedaría por fuera de los muros. Por otro lado, las columnas de acero son de menor dimensión, logrando una mejor distribución del espacio y un panorama interno de la casa más armónico. Por tanto, en este criterio la alternativa 2 sería la óptima.

2.5.3.2 Tiempo de construcción

Actualmente, la vivienda tiene ocupación continua, por lo que, durante el proyecto de ampliación, es necesario que los habitantes desalojen la casa temporalmente hasta que concluya la construcción, esto conlleva gastos adicionales para los habitantes o molestias a terceros, por tal motivo, el tiempo de culminación del proyecto es un factor importante por considerar. Como es de conocimiento, el hormigón requiere un tiempo

aproximado de 15-28 días en el que adquiere su mayor resistencia, sin mencionar el encofrado y el armado de los elementos, el cual es un proceso que también demanda tiempo. Por otro lado, los elementos de acero se crean en talleres, por lo que una vez estén listos, el proceso de montaje de estructura es mucho más limpio y rápido. Por tanto, la alternativa predominante sobre este criterio es la alternativa 2.

2.5.3.3 Costos

A pesar de que los elementos de hormigón son más robustos y pesados, el concreto, por su facilidad de elaboración y disponibilidad de materia prima en el mercado local, es mucho más económico que el acero. El acero, por otro lado, se importa en planchas o bobinas, para crear los perfiles. Considerando el material aproximado y la mano de obra excedente como resultado de la duración prolongada del proyecto en estructura de hormigón, se tiene como resultado una relación de 1.15:1. Por tal motivo, la alternativa óptima en este caso es la número 1.

ACERO				HORMIGÓN ARMADO			Relación
ESTRUCTURA							
Peso kg/m2	Area	Precio/ kg	Total	Vol hormigón (m3)	Precio/m3 de H.A	Total	
42.49	88.34	\$ 2.50	\$ 9,383.92	15	\$ 550.00	\$8,250.00	
25.66	88.34	\$ 2.50	\$ 5,667.01				
LOSA							
Area	Steel deck \$/m2	total		Vol hormigón (m3)	\$/m3	total	
88.34	\$ 22.00	\$ 1,943.48		6.18	\$ 300.00	\$1,855.14	
PERSONAL							
				\$ prom/jornada	Días de mas	total	
				\$ 210.00	22.00	\$4,620.00	
\$ 16,994.41				\$ 14,725.14			

2.5.3.4 Peso y desempeño

A pesar de que el peso volumétrico del hormigón es menor que el del acero, la estructura en acero es aproximadamente un 30% más liviana que en hormigón, como pudimos evidenciar en la sección 2.4.4. Esto se debe a que el acero, gracias a su maleabilidad permite crear secciones huecas, favoreciendo la eficiencia en la distribución de esfuerzos, al contrario que en hormigón, pues las secciones son rellenas debido a la dificultad y tiempo que implicaría realizar un encofrado para formar una sección más

eficiente. Un menor peso de la estructura significa una menor sobrecarga a la cimentación. Finalmente, la opción viable con respecto a este criterio es la número 2.

2.5.4 Selección de alternativa óptima

Para escoger la mejor alternativa, y la que desarrollaremos de ahora en adelante, calificaremos cada una en un factor del 1 al 5, considerando su impacto en los criterios mencionados anteriormente, donde 1 significa malo y 5 excelente.

Tabla 2.18 Criterios para selección de alternativa óptima para la ampliación (Alvia y Martínez,2023)

Alternativas	Criterios				Total
	Estética	Tiempo de construcción	Costos	Peso y desempeño	
Alternativa 1	3	2	5	3	13
Alternativa 2	4	5	2	5	16

Finalmente, una vez analizado las restricciones y peculiaridades del proyecto, en adición a los criterios analizados en la tabla 2.18, podemos concluir que la opción óptima corresponde a la alternativa 2, la ampliación de la vivienda con una estructura sismo-resistente de acero.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

A continuación, se presenta el diseño tanto de la estructura en acero escogida, como sus conexiones, instalaciones residenciales y cimentación.

3.1.1 Diseño a flexión de vigas secundarias

Las vigas secundarias tienen la función de transmitir las cargas a las vigas principales, es por esta razón, que estos elementos solamente son diseñados a flexión, considerando que la conexión viga-viga principal sea simplemente apoyada, es decir, no genere momentos. En la sección 2.4.7.3 se calculó el momento último de servicio en la viga más crítica, en esta sección se verificó los criterios de diseño que garantizan sismo resistencia y ductilidad.

3.1.1.1 Diseño de viga secundaria VS1

El momento último generado en la viga más crítica es:

$$Mu = 2.10 \text{ ton} * m$$

Y el módulo plástico mínimo es:

$$Zx \text{ min} = 83 \text{ cm}^3$$

Para las vigas secundarias se implementaron secciones tipo I, y se propuso el siguiente perfil:

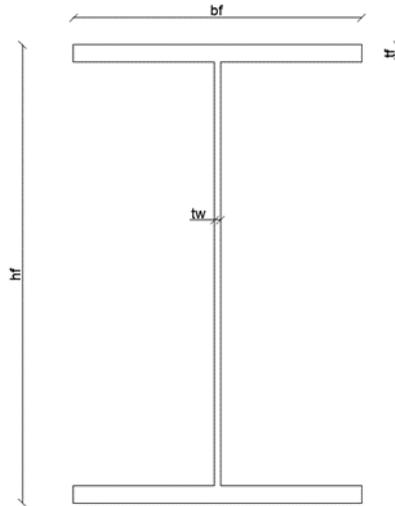


Figura 3.1 Sección de viga secundaria (Alvia y Martínez,2023)

Donde:

bf: 10 cm

hf: 16 cm

tw: 0.3 cm

tf: 0.6 cm

Las propiedades del perfil son las siguientes

Tabla 3.1 Propiedades de viga secundaria I (Alvia y Martínez,2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	16.44
I_x (cm⁴)	792.88
I_y (cm⁴)	100.03
r_x (cm)	6.94
r_y (cm)	2.47
Z_x (cm³)	108.83
Z_y (cm³)	30.33
S_x (cm³)	99.11
S_y (cm³)	20.01
J (cm⁴)	1.58
h_o (cm)	15.40
r_{ts} (cm)	2.79

3.1.1.1.1 Estado límite: Pandeo local

Para evitar que la sección se pandee localmente, el AISC recomienda implementar perfiles que sean compactos o sísmicamente compactos, los cuales

dependen de la relación ancho/espesor de las secciones. Los límites se plantean a en la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Relaciones ancho espesor para secciones I (AISC, 2010)

Elemento	Relación ancho/espesor (r)	Sísmicamente Compacto (rs)	Compacto (rc)
Patín	$r = \frac{bf/2}{tf}$	$r < 0.3 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$r < 0.38 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$
Alma	$r = \frac{(h - 2tf)}{tw}$	$r < 2.45 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$r < 3.76 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$

- Relación ancho espesor del patín

$$r_p = \frac{100}{2} \frac{mm}{6mm} = 8.3 \quad (3.1)$$

- Límite para patín sísmico

$$r_{sp} = 0.3 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 8.64 \quad (3.2)$$

- Límite para patín compacto

$$r_{cp} = 0.38 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 10.95 \quad (3.3)$$

Se puede evidenciar que $r_p < r_{sp}$, por lo que el patín es sísmicamente compacto y la sección cumple.

- Relación ancho espesor del alma

$$r_a = \frac{160 - (2 * 6) mm}{3 mm} = 49.3 \quad (3.4)$$

- Límite para alma sísmica

$$r_{sa} = 2.45 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 70.59 \quad (3.5)$$

- Límite para alma compacta

$$rca = 3.76 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 108.33 \quad (3.6)$$

Igualmente, se aprecia que $r_a < r_{sa}$, por lo que el alma es sísmicamente compacta y la sección cumple.

3.1.1.1.2 Estado límite: Fluencia

El máximo momento resistente de una viga tipo I, se calcula de la siguiente manera, según lo estipula el AISC en la sección F2-1.

$$M_n = M_p = Z_x * F_y \quad (3.7)$$

El momento mostrado, es el momento plástico, en el cual la viga alcanza su máxima resistencia.

$$M_p = 108.83 \text{ cm}^3 * 2530 \frac{kg}{cm^2} = 275339.9 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_p = 2.75 \text{ ton} * \text{m}$$

3.1.1.1.3 Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Una de las desventajas de los perfiles de acero tipo I es que pueden llegar a pandearse lateralmente a lo largo de su longitud.

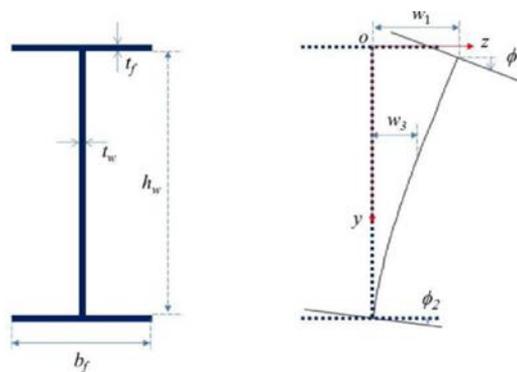


Figura 3.2 Pandeo Lateral torsional en secciones I (Wiercigroch, 2017)

Para contrarrestar este efecto, es indispensable que se coloquen apoyos en la parte superior del alma cada cierta distancia a lo largo de su longitud, esta distancia es conocida como L_b en el AISC, distancia sin apoyos en la viga. Por otro lado, la distancia máxima sin apoyar en una viga para el estado de fluencia se denota como L_p .

Para asegurar la máxima eficiencia y desempeño de una viga, se recomienda plastificar al elemento, esto quiere decir, que trabaje a su máxima capacidad y que el momento resistente de la viga sea igual al momento plástico.

El código establece lo siguiente, si la distancia sin apoyar de la viga es menor a la máxima distancia sin apoyar de la viga (L_p), el momento resistente es igual al momento plástico.

Por lo que, en el diseño presentado, se colocaron apoyos laterales en las vigas a una distancia menor a L_p , con la intención de conseguir la máxima capacidad del perfil.

A continuación, se calculó la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.8)$$

$$L_p = 1.76 * 2.47 \text{ cm} * \sqrt{\frac{2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 396 \text{ cm} = 3.96 \text{ m}$$

Se estipuló 3 apoyos, lo que indica una distancia sin arriostrar de:

$$L_b = \frac{\text{longitud de viga}}{\text{apoyos} + 1} = \frac{4.08 \text{ m}}{3 + 1} = 1.02 \text{ m} \quad (3.9)$$

Debido a que $L_b < L_p$, se puede decir que el momento resistente es:

$$M_n = M_p = 2.75 \text{ ton} * \text{m}$$

Y según el método de LRFD, la sección cumple cuando:

$$\phi M_n > M_u, \quad \phi = 0.9 \quad (3.10)$$

$$0.9 * 2.75 \text{ ton} * \text{m} > 2.20 \text{ ton} * \text{m}$$

$$2.48 \text{ ton} * \text{m} > 2.10 \text{ ton} * \text{m} \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.1.2 Diseño de viga secundaria VS2

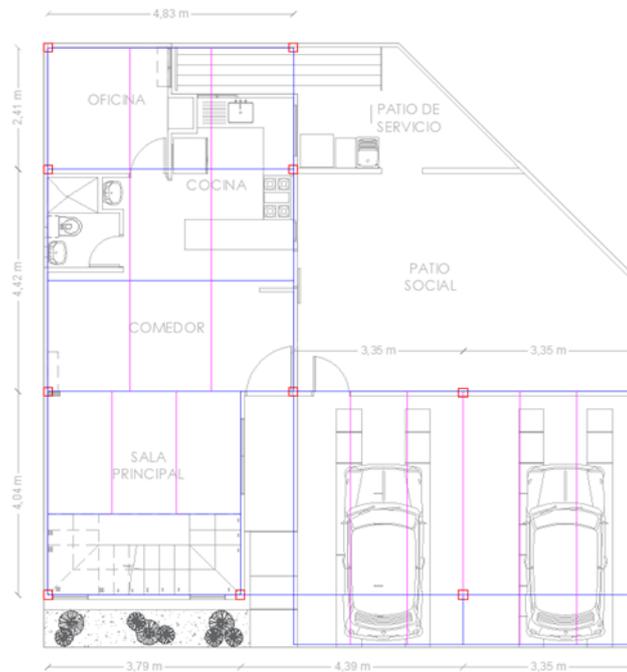


Figura 3.3 Viga secundaria VS2 de entrepiso (Alvia, Martínez)

El momento último en la viga es:

$$Mu = 5.12 \text{ ton} * m$$

El módulo plástico mínimo de la sección es:

$$Zx_{min} = \frac{Mu}{Fy} = \frac{5.12 \text{ ton} * m}{2530 \text{ kg/cm}^2} * 100000$$

$$Zx_{min} = 202.37 \text{ cm}^3$$

Por tanto, se propuso la siguiente sección:

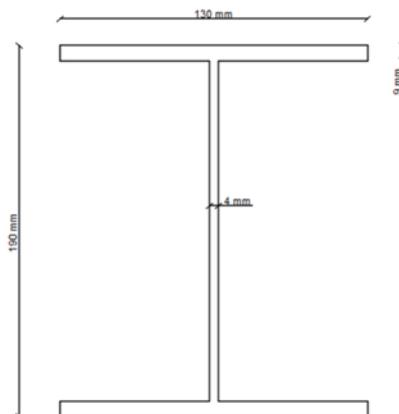


Figura 3.4 Sección de viga secundaria VS2 (Alvia, Martínez)

Con las siguientes propiedades:

Tabla 3.3 Propiedades de viga secundaria VS2 (Alvia y Martínez,2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	30.28
I_x (cm⁴)	2087.7
I_y (cm⁴)	329.6
r_x (cm)	8.30
r_y (cm)	3.30
Z_x (cm³)	241.35
Z_y (cm³)	76.74
S_x (cm³)	219.76
S_y (cm³)	50.71
J (cm⁴)	6.72
h_o (cm)	18.10
r_{ts} (cm)	3.68

3.1.1.2.1 Estado límite: Pandeo local

Los límites de las relaciones ancho espesor no cambian, pues estos dependen del material (A36) mas no de las dimensiones del perfil tipo I.

- Relación ancho espesor del patín

$$r_p = \frac{130}{2} \frac{mm}{9 mm} = 7.2 \quad (3.1)$$

$$r_p < r_{sp}$$

$$7.2 < 8.64 \quad \text{Patín sismicamente compacto}$$

- Relación ancho espesor del alma

$$r_a = \frac{190 - (2 * 9) mm}{4 mm} = 43 \quad (3.4)$$

$$r_{ca} < r_{sa}$$

$$43 < 70.9 \quad \text{Alma sismicamente compacta.}$$

3.1.1.2.2 Estado límite: Fluencia

$$M_n = M_p = Z_x * F_y \quad (3.7)$$

$$M_n = 241.35 \text{ cm}^3 * 2530 \frac{kg}{\text{cm}^2}$$

$$M_n = 610615.5 \text{ kg} * \text{cm} = 6.10 \text{ ton} * \text{m}$$

3.1.1.2.3 Estado límite: Pandeo Lateral Torsional y Capacidad de la viga

La distancia máxima sin apoyar de la viga es.

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.8)$$

$$L_p = 1.76 * 3.3 \text{ cm} * \sqrt{\frac{2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 529 \text{ cm} = 5.29 \text{ m}$$

Considerando que la viga recibe 2 vigas secundarias VS1 a cada lado, estas cuentan como un apoyo lateral, con una distancia de 1.61 metros. Por lo que la viga logra plastificarse y se verifica que el perfil cumpla las demandas.

$$\phi M_n > M_u, \quad \phi = 0.9 \quad (3.10)$$

$$0.9 * 6.10 \text{ ton} * \text{m} > 5.12 \text{ ton} * \text{m}$$

$$5.49 \text{ ton} * \text{m} > 5.12 \text{ ton} * \text{m} \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.2 Diseño a flexión de vigas principales

En el capítulo 2, en la sección de predimensionamiento, se definió el siguiente perfil para las vigas principales.

3.1.2.1 Diseño de viga principal VT1

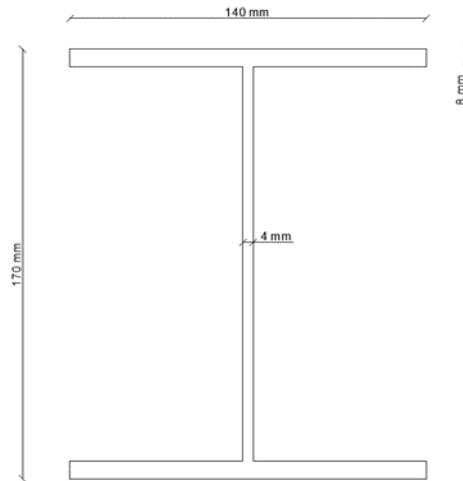


Figura 3.5 Sección tipo I para vigas principal VT1 (Alvia y Martínez,2023)

Tabla 3.4 Propiedades de viga principal (Alvia y Martínez,2023)

Propiedad	Valor
A (cm ²)	28.56
I _x (cm ⁴)	1592.60
I _y (cm ⁴)	365.95
r _x (cm)	7.47
r _y (cm)	3.58
Z _x (cm ³)	205.16
Z _y (cm ³)	79.02
S _x (cm ³)	187.36
S _y (cm ³)	52.28

3.1.2.1.1 Estado límite: Pandeo local

En vigas principales, se recomienda que tanto el patín como el alma sean sísmicamente compactos. Los límites no cambian, pues estos dependen del material mas no de las dimensiones del perfil.

- Relación ancho espesor del patín

$$r_p = \frac{\frac{140}{2} \text{ mm}}{8 \text{ mm}} = 8.75$$

$$r_p < r_{pc}$$

$$8.75 < 10.95,$$

patin compacto

- Relación ancho espesor del alma

$$r_a = \frac{170 - 2(8)mm}{4 mm} = 38.5$$

$$r_a < r_{sa}$$

$$38.5 < 70.59 \quad \text{alma sismicamente compacta}$$

Se evidencia que el patín es compacto, se requiere que sea sísmico, por lo que se propuso una nueva sección con las siguientes dimensiones:

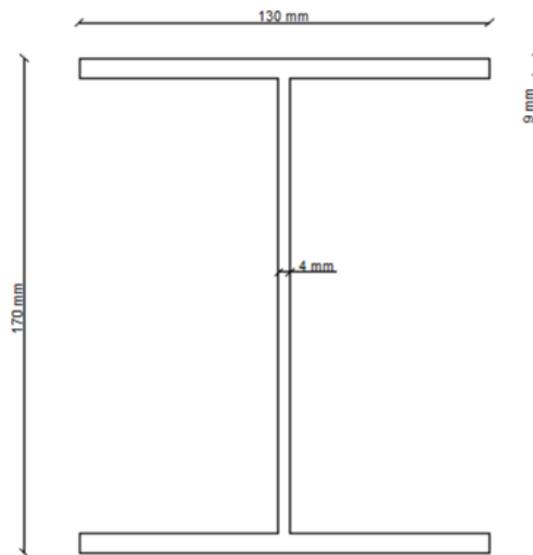


Figura 3.6 Sección definitiva de viga principal VT1 (Alvia y Martínez,2023)

Tabla 3.5 Propiedades de viga principal VT1 (Alvia y Martínez,2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	29.50
I_x (cm⁴)	1635
I_y (cm⁴)	329.6
r_x (cm)	7.45
r_y (cm)	3.34
Z_x (cm³)	211.5
Z_y (cm³)	77.7
S_x (cm³)	192.4
S_y (cm³)	50.7

A continuación, se verificó que el patín es sísmicamente compacto.

- Relación ancho espesor del patín

$$r_p = \frac{\frac{130}{2} \text{ mm}}{9 \text{ mm}} = 7.20$$

$$r_p < r_{ps}$$

$$7.20 < 8.64, \quad \text{patin s\u00edsmicamente compacto}$$

Por tanto, la secci\u00f3n supera el estado l\u00edmite de pandeo local.

3.1.2.1.2 Estado l\u00edmite: fluencia

$$M_n = M_p = Z_x * F_y \quad (3.7)$$

$$M_p = Z_x * F_y = 211.5 \text{ cm}^3 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 535095 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_p = 5.35 \text{ ton} * \text{m}$$

3.1.2.1.3 Estado l\u00edmite: Pandeo Lateral Torsional y Capacidad de la viga

Se conoce que la viga recibe 2 vigas secundarias, las cuales se consideran apoyos laterales. Por tanto, la distancia sin arriostrar en la viga es igual a 1.61

La distancia m\u00e1xima sin arriostrar es:

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.8)$$

$$L_p = 1.76 * 3.58 \text{ cm} * \sqrt{\frac{2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 181 \text{ cm} = 1.81 \text{ m}$$

Se puede evidenciar que:

$$L_b = 1.61 \text{ m} < L_p$$

Por tanto, la capacidad de la viga es:

$$M_n = M_p = 5.35 \text{ ton} * \text{m}$$

El momento \u00faltimo se calcul\u00f3 en el cap\u00edtulo 2, y es de 3.50 ton*m. A continuaci\u00f3n, se verific\u00f3 que la secci\u00f3n satisface la demanda.

$$\phi M_n > M_u, \phi = 0.9 \quad (3.10)$$

$$0.9 * 5.35 \text{ ton} * m > 3.50 \text{ ton} * m$$
$$4.81 \text{ ton} * m > 3.50 \text{ ton} * m \quad \text{CUMPLE}$$

Demanda capacidad:

$$\frac{D}{C} = \frac{3.50}{4.81} * 100 = 73\%$$

En esta etapa de diseño es un buen criterio obtener una demanda/capacidad por debajo del 75%, pues al momento de modelar la estructura, el sismo genera un momento adicional en estas vigas por lo que la demanda aumenta y es necesario dejar un saldo de capacidad.

3.1.2.2 Diseño de viga principal VT2

En la sección 3.1.1.2 se determinó un perfil VS2 con un peralte de 190 mm, por lo que este no podrá conectarse a la viga VT1, pues el peralte es de 170 mm y la conexión no sería posible, por tal motivo se asignó una viga trabe con el mismo perfil que la viga VS2. Anteriormente se verificó que la sección cumple en su estado límite de pandeo local. Del estado de fluencia, se determinó que la capacidad nominal de la viga es 6.10 ton*m.

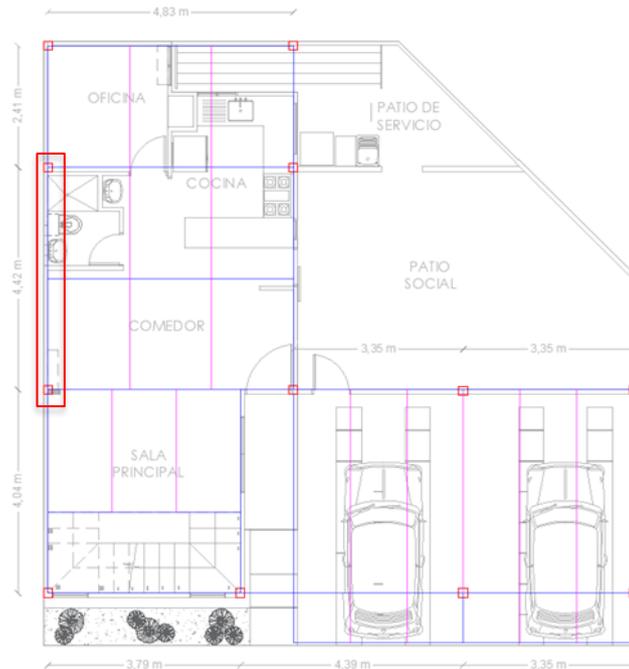


Figura 3.7 Viga trabe VT2 (Alvia y Martínez,2023)

3.1.2.2.1 Pandeo Lateral Torsional y capacidad resistente de la viga

El momento ultimo que actúa en la viga se calcula como una viga empotrada con una fuerza puntual en el centro, y tiene un valor de 2.39 Ton*m

En la sección de viga secundaria se determinó que la distancia máxima sin apoyar del perfil es de 5.29 metros, por lo que considerando que tiene un apoyo, la distancia sin arriostrar es de 2.21 metros y la viga logra plastificar. Por lo que la ecuación de capacidad cumple y se expresa a continuación.

$$\phi M_n > M_u, \phi = 0.9 \quad (3.10)$$

$$0.9 * 6.10 \text{ ton} * m > 2.39 \text{ ton} * m$$

$$5.49 \text{ ton} * m > 2.39 \text{ ton} * m \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.3 Diseño a corte de vigas principales

La fuerza cortante que actúa sobre una viga representa la sumatoria entre la fuerza cortante generada por las cargas estáticas y la fuerza cortante generada por un momento producido por el sismo.

3.1.3.1 Diseño a corte de viga principal VT1

3.1.3.1.1 Cortante por cargas estáticas

En el gráfico 2.14 se aprecia el diagrama de cuerpo libre de la viga trabe, donde

$$P_i = 3.26 \text{ ton}$$

El cortante producido por estas cargas se calcula de la siguiente manera:

$$V_{ug} = \frac{2 * P_i}{2} = 3.26 \text{ ton} \quad (3.11)$$

3.1.3.1.2 Cortante por momento máximo probable

Cuando ocurre un sismo, este genera un momento máximo, conocido como momento máximo probable (Mpr), el cual es mayor al momento producido por las cargas gravitatorias. Es por esta razón que, en la sección anterior, la viga trabaja hasta un 75%, pues dejar un 25% de reserva para el sismo es un buen criterio.

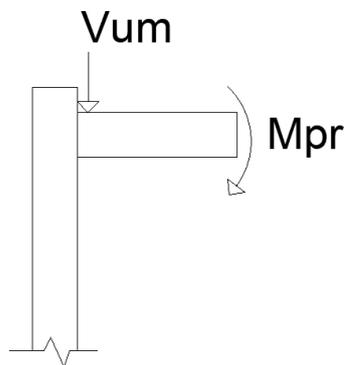


Figura 3.8 Cortante generado por el Mpr (Alvia y Martínez, 2023)

Dicho cortante, se calculó con la siguiente expresión, propuesta por el AISC – 341 en la sección E3. 6d.

$$V_{um} = \frac{2 * M_{pr}}{L_h} \quad (3.12)$$

Donde Mpr es el momento máximo probable y se calcula con la siguiente expresión:

$$M_{pr} = 1.1 * R_y * F_y * Z_x \quad (3.13)$$

- Ry: factor de sobre resistencia, 1.3 para acero A36.

$$M_{pr} = 1.1 * 1.3 * 2.530 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2} * 211.5 \text{ cm}^3 = 765.19 \text{ ton} * \text{cm}$$

$$M_{pr} = 7.65 \text{ ton} * m$$

- Lh es la distancia entre rótulas plásticas formadas en la viga. Esta distancia varía dependiendo de la conexión a implementar. De manera conservadora, se eligió un valor de Sh igual a la altura de la viga.

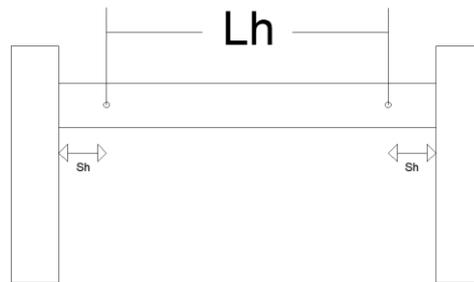


Figura 3.9 Distancia entre rótulas plásticas en una viga (Lh) (Alvia y Martínez, 2023)

$$Lh = Lt - bcol - 2hviga \quad (3.14)$$

- Lt: longitud de la trabe
- bcol: base de la columna
- hviga: altura de la viga

Se definió un ancho de columna aproximado de 17 cm.

$$Lh = 4.83m - 0.15m - 2(0.17 m) = 4.34 m$$

Por tanto, el cortante por momento es:

$$V_{um} = \frac{2 * \left(1.1 * 1.3 * 2530 \frac{kg}{cm^2} * 211.5 cm^3 \right)}{4.34 m * 100} = 3420.50 kg = 3.42 ton$$

3.1.3.1.3 Cortante último de diseño

$$V_u = V_{ug} + V_{um} \quad (3.15)$$

$$V_u = 3.26 ton + 3.42 ton = 6.68 ton$$

3.1.3.1.4 Capacidad a corte de la viga

La capacidad de la viga a cortante se calculó con la siguiente expresión

$$\phi V_n = 0.6 * F_y * (h - 2tf) * t_w * C_v \quad (3.16)$$

El factor C_v depende de la esbeltez del alma de la sección.

Tabla 3.6 Valores de C_v para el cálculo de cortante (Alvia y Martínez, 2023)

Esbeltez	Condición	Valor de C_v
h/tw (a)	$Si \frac{h}{t_w} < 1.10 * \sqrt{\frac{K_v * E}{F_y}}$ (b)	1
	$Si 1.10 * \sqrt{\frac{K_v * E}{F_y}} < \frac{h}{t_w} < 1.37 * \sqrt{\frac{K_v * E}{F_y}}$	a/b
Kv = 5 (Cuando no se consideran costillas o atizadores a lo largo del alma de la viga)		

La esbeltez del alma es la siguiente:

$$\frac{h}{t_w} = \frac{170mm}{4mm} = 42.5 \quad (3.17)$$

- Primer límite

$$L1 = 1.10 * \sqrt{\frac{5 * 2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 70.86 \quad (3.18)$$

- Segundo Límite

$$L2 = 1.37 * \sqrt{\frac{5 * 2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 88.26 \quad (3.19)$$

Se puede evidenciar que la esbeltez del alma es menor que el primer límite, por lo que el valor de C_v corresponde a 1 y la capacidad al cortante de la viga es:

$$\phi V_n = 0.6 * F_y * (h - 2tf) * t_w * C_v \quad (3.16)$$

$$\phi V_n = 0.6 * 2530 \frac{kg}{cm^2} * (17 cm - 2(0.9 cm)) * 0.4 cm * 1$$

$$\phi V_n = 9229.44 \text{ kg} = 9.23 \text{ ton}$$

Finalmente, se comprobó que:

$$\phi V_n > V_u \quad (3.19)$$

$$9.35 \text{ ton} > 6.68 \text{ ton} \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.3.2 Diseño a corte de la viga principal VT2

3.1.3.2.1 Cortante por cargas estáticas

Para conocer el cortante de la viga trabe, es necesario conocer la reacción que genera la viga secundaria VS2 apoyada en la trabe, esta reacción se la denota como RA en el siguiente diagrama.

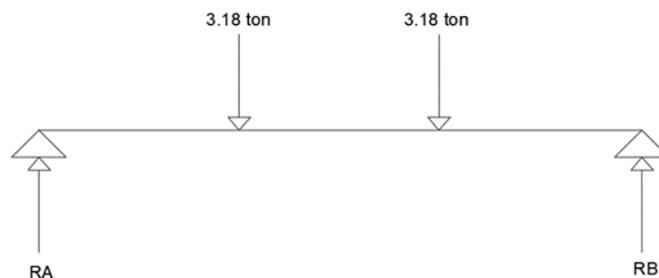


Figura 3.10 Diagrama de fuerzas en viga secundaria VS2 (Alvia y Martínez, 2023)

Posteriormente, el diagrama de la viga trabe es el siguiente.

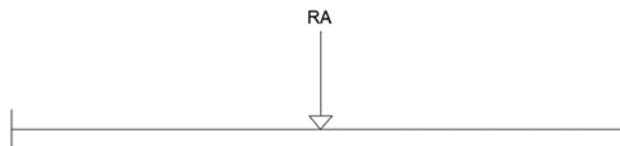


Figura 3.11 Diagrama de fuerzas de viga trabe VT2 (Alvia y Martínez, 2023)

Del diagrama se obtuvo:

$$RA = 3.18 \text{ ton}$$

Por lo que el cortante por gravedad último es:

$$V_{ug} = \frac{RA}{2} = 1.59 \text{ ton} \quad (3.20)$$

3.1.3.2.2 Cortante por momento máximo probable

Para el cálculo del cortante en el perfil se recurre a la siguiente ecuación anteriormente mencionada.

$$V_{um} = \frac{2 * M_{pr}}{Lh} \quad (3.12)$$

$$M_{pr} = 1.1 * 1.3 * 2.530 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2} * 241.35 \text{ cm}^3 = 873.18 \text{ ton} * \text{cm}$$

$$M_{pr} = 8.73 \text{ ton} * \text{m}$$

$$V_{um} = \frac{2 * 8.73 \text{ ton} * \text{m}}{[4.42 \text{ m} - 0.15 \text{ m} - 2(0.19\text{m})]} = 4.49 \text{ ton}$$

3.1.3.2.3 Cortante ultimo de diseño

$$V_u = V_{ug} + V_{um} \quad (3.15)$$

$$V_u = 1.59 \text{ ton} + 4.49 \text{ ton} = 6.08 \text{ ton}$$

3.1.3.2.4 Capacidad a corte de la viga

$$\phi V_n = 0.6 * F_y * (h - 2tf) * tw * C_v \quad (3.16)$$

Para determinar el valor de C_v se determinó la esbeltez del alma

$$\frac{h}{tw} = \frac{190 \text{ mm}}{4\text{mm}} = 47.5 \quad (3.17)$$

La esbeltez es menor que el límite 70.86, por lo que C_v equivale a 1.

$$\phi V_n = 0.6 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (19 \text{ cm} - 2(0.9 \text{ cm})) * 0.4 \text{ cm} * 1$$

$$\phi V_n = 10443.84 \text{ kg} = 10.44 \text{ ton}$$

Finalmente, se comprobó que:

$$\phi V_n > V_u \quad (3.19)$$

$$10.44 \text{ ton} > 6.08 \text{ ton} \text{ CUMPLE}$$

3.1.4 Diseño de correas de cubierta

En el capítulo 2 se estimó la carga sobre la cubierta, la cual es de 0.17 ton/m². Las correas son elementos que se encuentran simplemente apoyados en las vigas cargadoras, por lo que el momento último se calcula de la siguiente manera.

$$M_u = \frac{C_{u\text{losa}} * \text{ancho tributario} * L^2}{8} \quad (3.20)$$

La longitud crítica en las correas es de 2.41 m y el ancho tributario, es 1 m, por tanto:

$$M_u = \frac{0.17 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1\text{m} * (2.41\text{m})^2}{8} = 0.12 \text{ ton} * \text{m}$$

El módulo plástico mínimo de la sección es:

$$Z_{x \text{ min}} = \frac{0.12 \text{ ton/m}^2}{2530 \text{ kg/cm}^2} * 100000 = 4.74 \text{ cm}^3$$

Por lo que se propuso la siguiente sección:

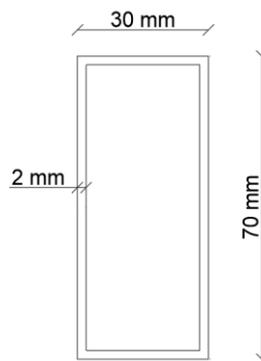


Figura 3.12 Sección de correa (Alvia y Martínez, 2023)

Tabla 3.7 Propiedades de la viga de correa (Alvia y Martínez, 2023)

Propiedad	Valor
A (cm ²)	5.64
I _x (cm ⁴)	33.3
I _y (cm ⁴)	8

rx (cm)	2.43
ry (cm)	1.22
Zx (cm³)	12
Zy (cm³)	7

3.1.4.1 Estado límite: Pandeo local

Para las correas, tanto el patín como el alma deben ser compactos.

Tabla 3.8 Límites y relaciones ancho espesor para secciones HSS (Alvia y Martínez, 2023)

Elemento	Relación ancho/espesor (r)	Compacto (rc)	No Compacto (rnc)
Patín	$r = \frac{b}{e}$	$r < 1.12 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$r < 1.40 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$
Alma	$r = \frac{h}{e}$	$r < 2.42 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$r < 5.70 * \sqrt{\frac{E}{Fy}}$

- Relación ancho espesor del patín

$$rp = \frac{30mm}{2mm} = 15 \quad (3.21)$$

- Límite para patín compacto

$$rpc = 1.12 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 32.27 \quad (3.22)$$

- Límite para patín no compacto

$$rpnc = 1.4 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 40.34 \quad (3.23)$$

Se puede evidenciar que $rp < rpc$, por lo que el patín es compacto y la sección cumple.

- Relación ancho espesor del alma

$$r_a = \frac{70 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 35 \quad (3.24)$$

- Límite para alma compacta

$$r_{ac} = 2.42 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 69.72 \quad (3.25)$$

- Límite para alma no compacta

$$r_{anc} = 5.70 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 164.22 \quad (3.26)$$

Igualmente, se aprecia que $r_a < r_{ac}$, por lo que el alma es compacta y la sección cumple.

3.1.4.2 Estado límite: Fluencia

Para que la sección fluya y exista ductilidad, de igual manera el AISC, recomienda la siguiente expresión para la capacidad de la viga.

$$M_n = F_y * Z_x = 2530 \frac{kg}{cm^2} * 12 \text{ cm}^3 = 30360 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_n = 0.3 \text{ ton} * \text{m}$$

3.1.4.3 Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la selección

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_p = 1.76 * 1.22 \text{ cm} * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} = 61.86 \text{ cm} = 0.62 \text{ m}$$

Los pernos de anclaje de la cubierta a la correa cuentan como apoyos laterales, estos se colocan a una distancia aproximada de 60 cm, por lo que la sección logra plastificarse y su resistencia es:

$$\phi Mn = 0.9 * 0.3 \text{ ton} * m = 0.27 \text{ ton} * m$$

$$\phi Mn > Mu, \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.5 Diseño a flexión de vigas de cubierta

Las vigas de cubierta reciben las cargas de las correas, por lo que el diagrama de fuerzas es el siguiente.

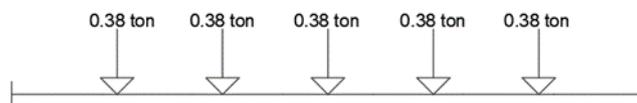


Figura 3.13 Diagrama de fuerzas de viga de cubierta VCU (Alvia y Martínez, 2023)

El momento último se calculó de igual manera que en las vigas principales:

$$Mu = \frac{Pi * Lt * ((n + 1)^2 - 1)}{12 * (n + 1)} \quad (3.19)$$

$$Mu = \frac{0.38 \text{ ton} * 4.83 \text{ m} * ((5 + 1)^2 - 1)}{12 * (5 + 1)} = 0.89 \text{ ton} * m$$

De igual manera

$$Zx \text{ min} = \frac{Mu}{Fy} = \frac{0.89 \text{ ton} * m}{2530 \text{ kg/cm}^2} * 100000$$

$$Zx \text{ min} = 35.17 \text{ cm}^3$$

Por tanto, se propuso la siguiente sección con las siguientes propiedades.

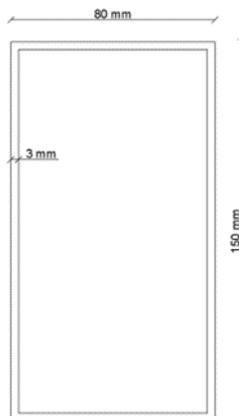


Figura 3.14 Sección de viga de cubierta VCU (Alvia y Martínez, 2023)

Tabla 3.9 Propiedades de la viga de cubierta VCU (Alvia y Martínez, 2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	13.44
I_x (cm⁴)	408.6
I_y (cm⁴)	154
r_x (cm)	5.51
r_y (cm)	3.38
Z_x (cm³)	66
Z_y (cm³)	43

A continuación, se verificaron los estados límites y que la sección cumpla cada uno de ellos.

3.1.5.1 Estado límite: Pandeo Local

Debido a que el perfil es tipo HSS, los límites propuestos en las correas no cambian, por lo que se determina:

- Relación ancho espesor del patín

$$r_p = \frac{80 - 3}{3} = 25.6 \leq 32.27 \text{ Compacto}$$

- Relación ancho espesor del alma

$$r_a = \frac{150 - 3}{3} = 49 \leq 69.72 \text{ Compacto}$$

3.1.5.2 Estado límite: Fluencia

La resistencia a fluencia del perfil es

$$M_n = Z_x * F_y = 66 \text{ cm}^3 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_n = 1.66 \text{ ton} * m$$

3.1.5.3 Estado límite: Pandeo Lateral torsional y capacidad resistente de la viga

La distancia máxima sin apoyar del perfil es:

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_p = 1.76 * 3.38 \text{ cm} * \sqrt{\frac{2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 171.39 \text{ cm} = 1.71 \text{ m}$$

Consideran que el ancho tributario de las correas es 1 metro, las cuales cuentan como apoyos, la sección VCU logra plastificar, alcanzar la fluencia, por tanto, la resistencia es:

$$\phi Mn = 0.9 * 1.66 \text{ ton} * m = 1.49 \text{ ton} * m$$

$$\phi Mn > Mu, \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.6 Diseño a corte de vigas de cubierta

3.1.6.1 Cortante por cargas estáticas

$$V_{ug} = \frac{\#cargas * Pi}{2} \quad (3.27)$$

$$V_{ug} = \frac{5 * 0.38 \text{ ton}}{2} = 0.95 \text{ ton}$$

3.1.6.2 Cortante por momento máximo probable

$$V_{um} = \frac{2 * M_{pr}}{L_h}$$

$$M_{pr} = 1.1 * R_y * F_y * Z_x$$

$$M_{pr} = 1.1 * 1.3 * 2.530 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2} * 66 \text{ cm}^3 = 238.78 \text{ ton} * \text{cm}$$

$$M_{pr} = 2.39 \text{ ton} * m$$

$$V_{um} = \frac{2 * M_{pr}}{L_t - b_{col} - 2h_{viga}}$$

$$V_{um} = \frac{2 * 238 \text{ ton} * \text{cm}}{[4.83 \text{ m} - 0.17 \text{ m} - 2(0.15\text{m})] * 100} = 1.09 \text{ ton}$$

3.1.6.3 Cortante último de diseño

$$V_u = V_{ug} + V_{um}$$

$$V_u = 0.95 \text{ ton} + 1.09 \text{ ton} = 2.04 \text{ ton}$$

3.1.6.4 Capacidad a corte de la viga

$$\phi V_n = 0.6 * F_y * 2(h - 2 * e) * e * C_v \quad (3.28)$$

Se conoce que el valor de C_v depende de la esbeltez del alma

$$\frac{h}{t_w} = \frac{150}{3} = 50 \leq 70.8, \quad \text{por tanto } C_v = 1$$

Por tanto

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0.6 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 2 * (15 \text{ cm} - 2(0.3 \text{ cm})) * 0.3 \text{ cm} * 1 \\ \phi V_n &= 13115.52 \text{ kg} = 13.11 \text{ ton} \end{aligned}$$

Finalmente, se comprobó que:

$$\phi V_n > V_u$$

$$13.11 \text{ ton} > 2.04 \text{ ton} \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.7 Diseño de columnas

En la sección 2.4.7.5 se determinó el área de acero mínima de la sección de columna, en donde se propuso una columna de 170mmx170mmx4mm. A continuación, se verifica que el perfil cumpla los criterios de diseño sismorresistente.

Del capítulo 2 se obtuvo la carga última que actúa sobre la columna, generada por fuerzas de gravedad, como son cargas muertas y vivas.

$$P_u = 14.58 \text{ ton}$$

Las propiedades de la sección propuesta son:

Tabla 3.10 Propiedades de la sección de columna (Alvia y Martínez, 2023)

Propiedad	Valor
A (cm²)	26.56
I_x (cm⁴)	1221
I_y (cm⁴)	1221
r_x (cm)	6.78
r_y (cm)	6.78
Z_x (cm³)	165
Z_y (cm³)	165

Sin embargo, en esta sección se evidenció que, en un diseño sismorresistente, las columnas poseen más demanda por momentos que por cargas verticales, y esto, con la intención de garantizar el criterio de columna fuerte – viga débil.

3.1.7.1 Resistencia a compresión de la columna.

El AISC facilita las siguientes fórmulas para el cálculo de la resistencia a carga axial de una columna.

$$\phi P_n = \phi * F_{cr} * A_s \quad (3.29)$$

Donde $\phi = 0.90$, A_s es el área de acero de la sección y F_{cr} depende de:

$$a) \text{ Si } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y, \quad F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

$$b) \text{ Si } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = 0.877 * F_e$$

En las expresiones, se implementó un factor $K = 1$, determinado por las condiciones de apoyo de la columna.

- Esbeltez

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 * 300 \text{ cm}}{6.78 \text{ cm}} = 44.24 \quad (3.30)$$

- Límite de esbeltez

$$l = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4.71 * \sqrt{\frac{2100000 \text{ kg/cm}^2}{2530 \text{ kg/cm}^2}} \quad (3.31)$$

$$l = 135.7$$

- Fe: esfuerzo de pandeo crítico elástico

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (3.32)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 2100000 \text{ kg/cm}^2}{(44.24)^2} = 10589.83 \text{ kg/cm}^2$$

- Fcr: esfuerzo de pandeo por flexión

Se evidenció que la esbeltez está por debajo del límite l, por lo que Fcr es:

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e}\right] F_y \quad (3.33)$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{2530}{10589.83}\right] 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} = 2289.25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Finalmente se calculó la resistencia a compresión del perfil:

$$\phi P_n = \phi * F_{cr} * A_s$$

$$\phi P_n = 0.9 * 2289.25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 26.56 \text{ cm}^2$$

$$\phi P_n = 54722.23 \text{ kg} = 54.72 \text{ ton}$$

Por último, se verificó que la columna resista más de lo que se le solicita.

$$\phi P_n > P_u \quad (3.34)$$

$$54.72 > 14.58, \quad \text{CUMPLE}$$

Es un buen criterio tomar una columna menor para la planta alta, pues las cargas son menores y se puede reducir la sección. No se realizaron verificaciones manuales del perfil, sin embargo, en el análisis de la estructura en el software se verificó que esta sección cumple.

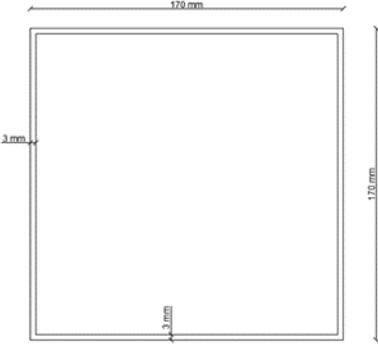


Figura 3.15 Sección de columna de planta alta (Alvia y Martínez, 2023)

Tabla 3.11 Propiedades de la columna de planta alta (Alvia y Martínez, 2023)

Propiedad	Valor
A (cm ²)	20.04
ry (cm)	6.82
Zx (cm ³)	126

3.1.7.2 Criterio: Columna fuerte-viga débil

Se presenta la siguiente ilustración para explicar el criterio.

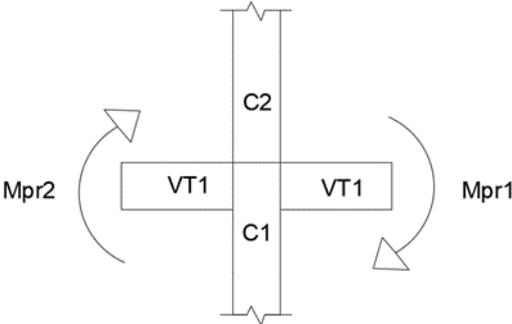


Figura 3.16 Interacción vigas-columnas en evento sísmico (Alvia y Martínez, 2023)

En ausencia de un sismo, las columnas únicamente deben soportar los momentos generados por cargas verticales, que transfieren las vigas trabe hacia ellas. Sin embargo, cuando se presenta un sismo, se genera un momento máximo probable en las vigas principales que son mayores a los momentos por cargas verticales, este momento generado por el sismo se transfiere a las columnas. Tanto la columna del piso superior y

la del piso inferior deben ser capaces de soportar estos momentos, es decir, la sumatoria de las capacidades a momento de las columnas tienen que ser mayor a la sumatoria de los momentos generados por el sismo en las vigas trabe. Por lo que se cumplió la siguiente expresión.

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1 \tag{3.35}$$

En el diseño de las vigas principales se determinó los momentos máximos probables de cada perfil, resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 3.12 Momentos máximos probables en vigas principales (Alvia y Martínez, 2023)

Viga trabe	Mpr (ton*m)
VT1	7.65
VT2	8.73
VCU	2.39

En la estructura se presentan distintos casos, en donde diferentes vigas llegan a las columnas, por lo que se verificó que la columna cumpla en todos, de no hacerlo, es necesario proponer una columna que lo haga. A continuación, se ilustra los casos que se analizarán en esta sección.

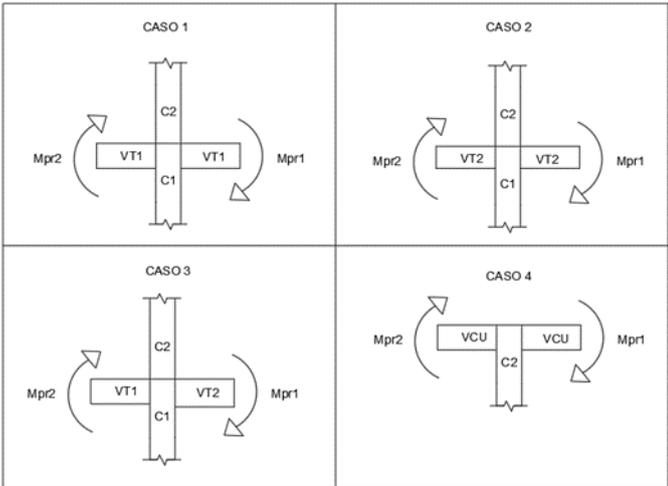


Figura 3.17 Casos de interacciones de viga-columna de la estructura (Alvia y Martínez, 2023)

3.1.7.2.1 Verificación del primer caso

Como ya se conocen los momentos en las vigas, se calculó la capacidad a momento de las columnas. Las cargas axiales en las columnas que actúan en el caso 1 son:

$$Pu = 13.98 \text{ ton}$$

$$Pu \text{ piso 2} = 2.48 \text{ ton}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta baja

$$M_{pcol} = Zx * \left(Fy - \frac{Pu}{As} \right) \quad (3.36)$$

$$M_{pcol} = 165 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{13980 \text{ kg}}{26.56 \text{ cm}^2} \right) = 330604.35 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 3.31 \text{ ton} * \text{m}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta alta

$$M_{pcol} = Zx * \left(Fy - \frac{Pu \text{ piso 2}}{As} \right) \quad (3.37)$$

$$M_{pcol} = 126 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{2480 \text{ kg}}{20.04 \text{ cm}^2} \right) = 402043.37 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 4.02 \text{ ton} * \text{m}$$

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1$$

$$\frac{3.31 + 4.02}{7.65 + 7.65} \geq 1$$

$$0.48 \geq 1, \quad \text{NO CUMPLE}$$

La sección es insuficiente, por lo que se propuso una nueva sección de columna. Normalmente se cambia la sección de columna cada 2 niveles, por lo que se estipuló la misma columna para la planta baja y planta alta.

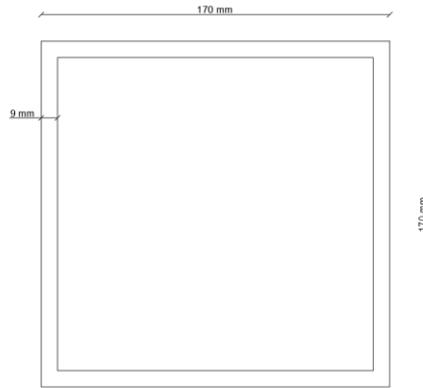


Figura 3.18 Sección de columna C1 (Alvia y Martínez, 2023)

Tabla 3.13 Propiedades de columna C1 (Alvia y Martínez, 2023)

Propiedad	Valor
A (cm ²)	57.96
r _y (cm)	6.58
Z _x (cm ³)	350

Únicamente se verificó el criterio de columna fuerte – viga débil, pues es evidente que, al proponer una sección más grande de columna, el perfil seguirá cumpliendo a compresión.

- Capacidad a momento de la columna de planta baja

$$M_{pcol} = Z_x * \left(F_y - \frac{P_u}{A_s} \right)$$

$$M_{pcol} = 350 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{13980 \text{ kg}}{57.96 \text{ cm}^2} \right) = 801079 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 8.01 \text{ ton} * \text{m}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta alta

$$M_{pcol} = Z_x * \left(F_y - \frac{P_u \text{ piso 2}}{A_s} \right)$$

$$M_{pcol} = 350 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{2480 \text{ kg}}{57.96 \text{ cm}^2} \right) = 870524.15 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 8.70 \text{ ton} * \text{m}$$

3.1.7.2.2 Verificación del primer caso (Nueva columna)

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1$$
$$\frac{8.01 + 8.70}{7.65 + 7.65} \geq 1$$
$$1.09 \geq 1, \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.7.2.3 Verificación del segundo caso

En este caso las vigas con mayor M_{pr} llegan a la columna, sin embargo, en esta columna llega una carga axial diferente de cada piso.

$$P_u = 4.82 \text{ ton}$$

$$P_u \text{ piso 2} = 2.88 \text{ ton}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta baja

$$M_{pcol} = Z_x * \left(F_y - \frac{P_u}{A_s} \right)$$

$$M_{pcol} = 350 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{4820 \text{ kg}}{57.96 \text{ cm}^2} \right) = 856393.72 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 8.56 \text{ ton} * \text{m}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta alta

$$M_{pcol} = Z_x * \left(F_y - \frac{P_u \text{ piso 2}}{A_s} \right)$$

$$M_{pcol} = 350 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{2880 \text{ kg}}{57.96 \text{ cm}^2} \right) = 868108.70 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 8.68 \text{ ton} * \text{m}$$

Finalmente:

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1$$
$$\frac{8.56 + 8.68}{8.73 + 8.73} \geq 1$$
$$0.99 \geq 1, \quad \text{NO CUMPLE}$$

Se evidenció que la relación no cumple, sin embargo, solo existe una columna en toda la estructura en la que se presenta el caso 1. Se puede decir que la relación tiende a 1, y por facilitar procesos constructivos y gestión de materiales, se aceptó la sección.

3.1.7.2.4 Verificación del tercer caso

Para este caso, se implementó la misma columna, sin embargo, las condiciones de carga axial en la columna de este caso también cambian.

$$Pu = 6.02 \text{ ton}$$

$$Pu \text{ piso 2} = 3.47 \text{ ton}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta baja

$$M_{pcol} = Zx * \left(Fy - \frac{Pu}{As} \right)$$

$$M_{pcol} = 350 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{6020 \text{ kg}}{57.96 \text{ cm}^2} \right) = 849147.34 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 8.49 \text{ ton} * \text{m}$$

- Capacidad a momento de la columna de planta alta

$$M_{pcol} = Zx * \left(Fy - \frac{Pu \text{ piso 2}}{As} \right)$$

$$M_{pcol} = 350 \text{ cm}^3 * \left(2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - \frac{3470 \text{ kg}}{57.96 \text{ cm}^2} \right) = 864545.89 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pcol} = 8.64 \text{ ton} * \text{m}$$

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1$$

$$\frac{8.49 + 8.64}{7.65 + 8.73} \geq 1$$

$$1.04 \geq 1, \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.7.2.5 Verificación del cuarto caso

Este caso ocurre en las vigas de cubierta, por lo que los momentos de las vigas VCU serán resistidos por una sola columna, no por 2. Se analizó la columna más débil que llega al segundo piso, la cual es la del caso 1.

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1$$

$$\frac{8.70}{2.39 + 2.39} \geq 1$$

$$1.82 \geq 1, \quad \text{CUMPLE}$$

3.1.7.3 Estado límite: Pandeo local

A continuación, se verificó que las secciones sean sísmicamente compactas. Debido a que se considera secciones armadas, el código AISC propone las siguientes expresiones para obtener los límites de la relación ancho espesor del perfil.

Tabla 3.1 Límite para relaciones ancho espesor de secciones cuadradas armadas (AISC)

Relación ancho espesor del perfil	Límite
$\frac{b - e}{e}$	Si $Ca \leq 0.125$ $\leq 2.45 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} * (1 - 0.93Ca)$
	Si $Ca > 0.125$ $\leq \max \left[0.77 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} * (1 - 2.93Ca), 1.49 \sqrt{\frac{E}{Fy}} \right]$
$Ca = \frac{Pu}{0.9 * Fy * As} \text{ (LRFD)}$	

La carga más crítica de todas las columnas es 14.58 ton.

$$Ca = \frac{Pu}{0.9 * Fy * As} \quad (3.38)$$

$$Ca = \frac{14.58 \text{ ton} * 1000}{0.9 * 2530 \text{ kg/cm}^2 * 51.84 \text{ cm}^2} = 0.116$$

Debido que $Ca \leq 0.125$

$$\text{l\u00edmite} = 2.45 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} * (1 - 0.93Ca) \quad (3.39)$$

$$\text{l\u00edmite} = 2.45 * \sqrt{\frac{2100000 \frac{kg}{cm^2}}{2530 \frac{kg}{cm^2}}} * (1 - 0.93 * 0.065) = 66.32$$

Relaci\u00f3n ancho espesor de la columna

$$r = \frac{b - e}{e} = \frac{170 - 9}{9} \quad (3.40)$$

$$r = 17.8$$

Se apreci\u00f3 que $r < \text{l\u00edmite}$, la secci\u00f3n es s\u00edsmicamente compacta.

3.1.8 Dise\u00f1o de placa base

Se conoce que la columna tiene una base de 17 cm, por lo que, constructivamente, es recomendable dejar un espacio de 10 cm a cada lado de la columna para la conexi\u00f3n de los bulones o pernos a la cimentaci\u00f3n. Por tanto, las dimensiones de la placa ser\u00e1n de 37cm x 37cm. As\u00ed mismo, la placa se conecta a un dado de hormig\u00f3n de 45cm x 45cm, como se muestra en la siguiente figura.

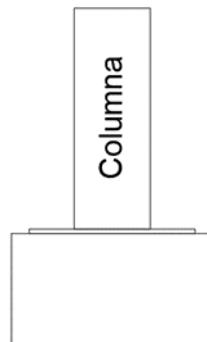


Figura 3.19 Placa base y dado de hormig\u00f3n (Alvia y Mart\u00ednez, 2023)

3.1.8.1 Verificaci\u00f3n de las dimensiones de la placa

Inicialmente, se calcul\u00f3 el momento m\u00ednimo que se debe considerar para el dise\u00f1o de la placa, el cual se produce a una distancia del 10% de la base de la columna.

$$Mu = Pu * 0.1 * bcol \quad (3.41)$$

Donde $Pu=13.98$ ton

$$Mu = 13980 \text{ kg} * 0.1 * 17\text{cm} = 23766 \text{ kg} * \text{cm}$$

A continuación, se calculó el esfuerzo generado en la placa

$$q1 = \frac{Pu}{B * H} + \frac{6 * Mu}{H * B^2} \quad (3.42)$$

Donde B y H son las dimensiones de la placa.

$$q1 = \frac{13980 \text{ kg}}{37\text{cm} * 37\text{cm}} + \frac{6 * 23766 \text{ kg} * \text{cm}}{37 \text{ cm} * (37\text{cm})^2} = 13.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El hormigón es el encargado de resistir este esfuerzo, por lo que es necesario verificar que el esfuerzo a aplastamiento del hormigón es mayor al esfuerzo $q1$.

El ACI brinda la siguiente expresión para conocer este esfuerzo:

$$fs = 0.6 * 0.85 * f'c \quad (3.43)$$

A pesar de que en las especificaciones técnicas se indicó un $f'c$ de 210 kg/cm^2 , se tomará un valor de 150 a manera conservadora.

$$fs = 0.6 * 0.85 * 150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 76.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se puede evidenciar que

$$fs \geq q1, OK$$

3.1.8.2 Verificación de espesor de la placa

El momento máximo en la placa no se genera en la cara de la columna, como normalmente sucede en estructuras de hormigón, cuando se diseña en acero, el momento máximo ocurre en una distancia del 5% del interior de la columna, esta distancia se denotará como m , por lo que se requiere conocer el esfuerzo $q3$. La distribución de los esfuerzos se muestra en el siguiente gráfico.

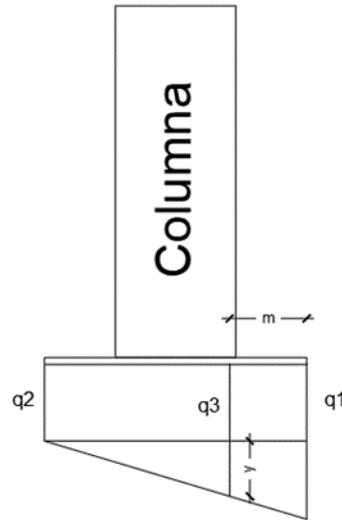


Figura 3.20 Esfuerzos en la placa (Alvia y Martínez, 2023)

$$q2 = \frac{Pu}{B * H} - \frac{6 * Mu}{H * B^2} \quad (3.44)$$

$$q2 = \frac{13980 \text{ kg}}{37\text{cm} * 37\text{cm}} - \frac{6 * 23766 \text{ kg} * \text{cm}}{37 \text{ cm} * (37\text{cm})^2} = 7.40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se calculó el valor de m

$$m = 10 \text{ cm} + b_{col} * 0.05 \quad (3.45)$$

$$m = 10 \text{ cm} + 17 * 0.05 = 10.85 \text{ cm}$$

Mediante una relación de triángulos se presentó la siguiente ecuación para hallar q3

$$q3 = \frac{(q1 - q2) * (B - m)}{B} + q2 \quad (3.46)$$

$$q3 = \frac{(13.03 - 7.40) \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * (37 \text{ cm} - 10.85\text{cm})}{37\text{cm}} + 7.40 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 11.38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Finalmente, el momento en la placa se calculó de la siguiente manera:

$$M_{pl} = \frac{m^2}{6} * (q3 + 2q1) * H \quad (3.47)$$

$$M_{pl} = \frac{10.85\text{cm}^2}{6} * \left(11.38 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 2 * 13.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) * 37\text{cm}$$

$$M_{pl} = 27172 \text{ kg} * \text{cm}$$

Por último, se calculó el espesor mínimo capaz de resistir ese momento, el cual parte de la siguiente ecuación

$$\frac{M}{\sigma} = \frac{I}{c} \quad (3.48)$$

En donde el espesor se simplifica en:

$$e_{\min} = \sqrt{\frac{6 * M_{pl}}{f_y * H}} \quad (3.49)$$

Se implementará un acero Gr50 A50 en la placa, por lo que $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$

$$e_{\min} = \sqrt{\frac{6 * 27172 \text{ kg} * \text{cm}}{3515 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 37 \text{ cm}}}$$

$$e_{\min} = 1.12 \text{ cm} = 11.2 \text{ mm}$$

Por tanto, se propuso una placa de 12 mm de espesor.

3.1.9 Análisis estructural de la vivienda

3.1.9.1 Chequeo de cortante basal estático

El cortante basal estático mínimo, según la NEC, se calcula de la siguiente manera:

$$V_{\min} = C_s * W \quad (3.50)$$

Donde C_s es el coeficiente de respuesta sísmico calculado en el capítulo 2 y W es el peso de la estructura, el cual se obtendrá del software.

Output Case	Case Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m
Dead	LinStatic	0	0	62.5758	369.7804	-275.178	0	0	0

Figura 3.21 Peso de la estructura (Alvia y Martínez, 2023)

$$V_{min} = 0.16 * 62.58 \text{ ton} = 10.01 \text{ ton}$$

El cortante basal del programa es:

$$V_{prog} = 9.02 \text{ ton}$$

La NEC, establece que si el cortante basal del programa es menor al obtenido con la ecuación 3.50, se deberá corregir el valor de C_s con un factor de corrección. Una vez corregido el coeficiente sísmico, no tendrá que haber variación entre ambos cortantes.

$$f_{corr} = \frac{V_{min}}{V_{prog}} = \frac{10.01}{9.02} = 1.11 \quad (3.51)$$

Por tanto, el valor de C_s a implementar es:

$$C_s = f_{corr} * C_s \quad (3.52)$$

$$C_s = 1.11 * 0.16 = 0.177$$

Una vez actualizado este valor en el software, tenemos el siguiente cortante basal:

$$V_{prog} = 9.99 \text{ ton}$$

$$f_{corr} = \frac{10.01}{9.99} = 1.003 \approx 1, \text{ OK}$$

3.1.9.2 Chequeo de derivas

Se verificó que las derivas generadas por el sismo en X y el sismo en Y están por debajo del límite que establece la NEC.

La NEC en su código de diseño sísmico presenta la siguiente expresión para la deriva inelástica

$$D_i = D_e * \emptyset * R \quad (3.53)$$

Donde

D_e : deriva elástica

\emptyset : factor de corrección

R: coeficiente de reducción de respuesta estructural

- Deriva por sismo en X

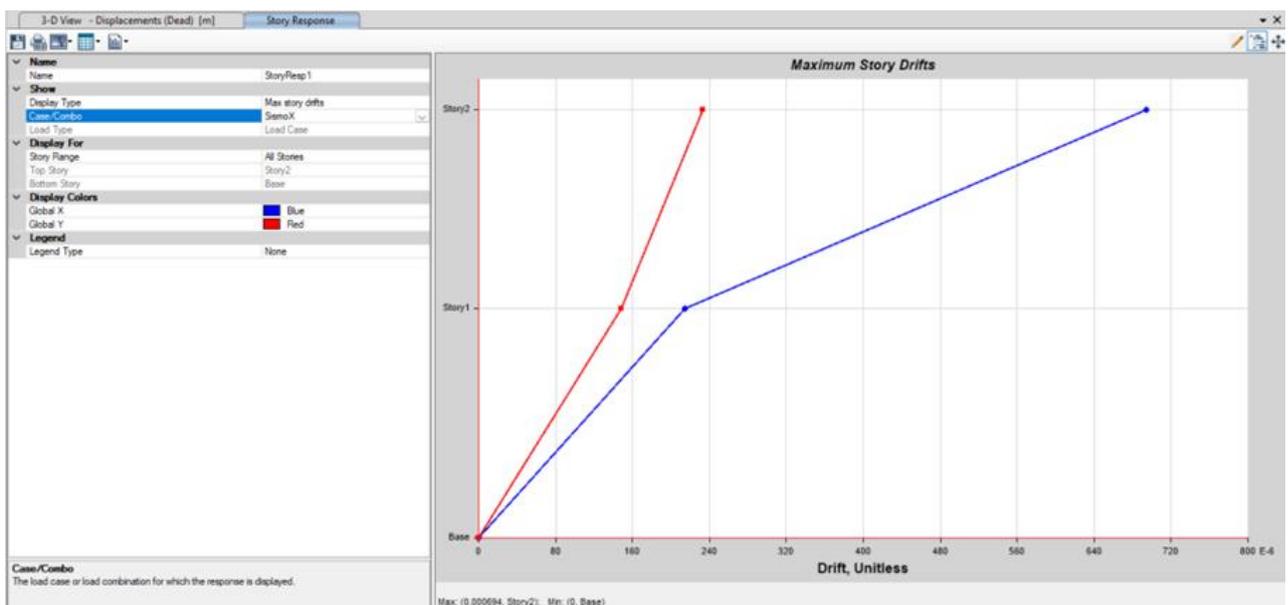


Figura 3.22 Deriva elástica máxima por sismo en X (Alvia y Martínez, 2023)

$$D_i = 0.000694 * 0.75 * 6 = 0.31\% \leq 2\%, \text{ OK}$$

- Deriva por sismo en Y

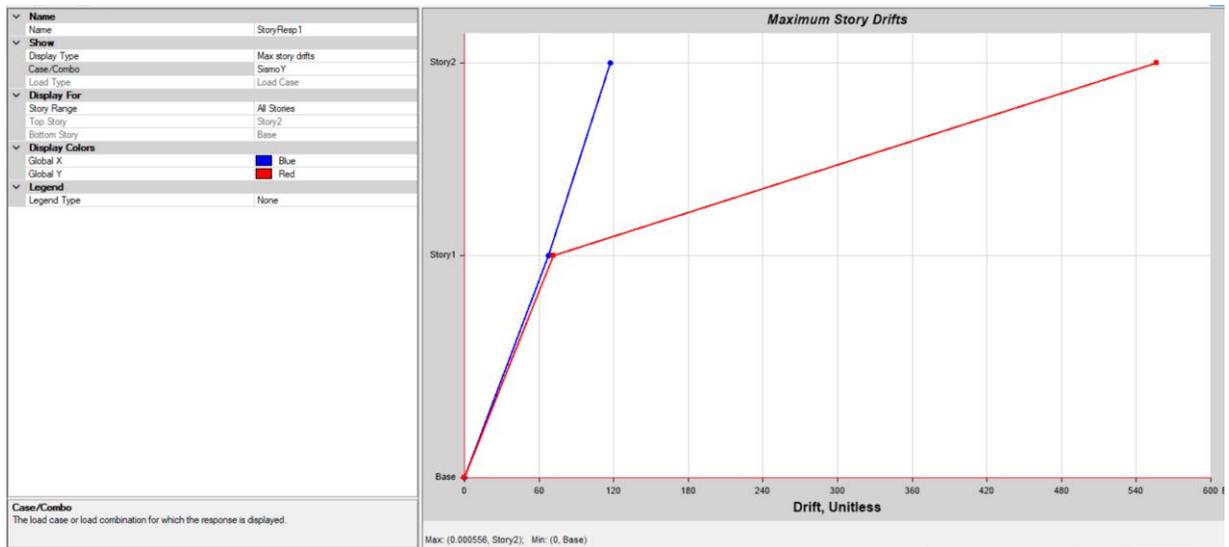


Figura 3.23 Deriva máxima generada por el sismo en Y (Alvia y Martínez, 2023)

$$D_i = 0.000556 * 0.75 * 6 = 0.25\% \leq 2\%, \text{OK}$$

3.1.9.3 Chequeo de torsión

Para evitar la torsión, es necesario revisar los modos de respuesta de la estructura, tanto en el modo 1 como el modo 2, la estructura debe tener un comportamiento lo más traslacional posible. Debido a la forma en L de la vivienda, la cual genera una irregularidad en planta, se presenta rotación en ambos modos, lo que no es correcto. Se verificó el porcentaje de torsión actual de la estructura y se notó que sufre torsión.

Del software se obtiene la información de los modos presentada en la siguiente tabla.

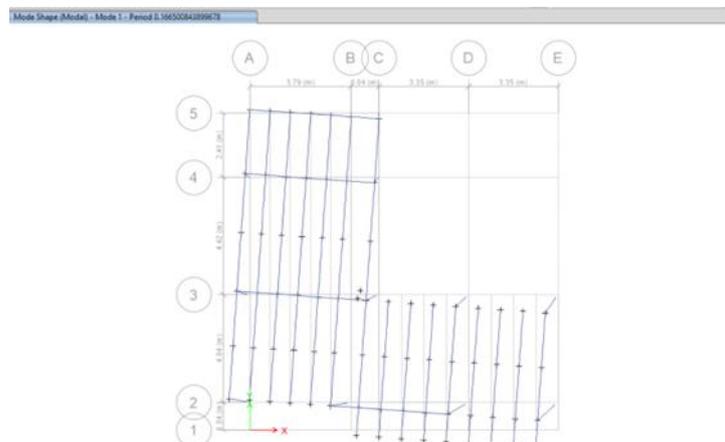


Figura 3.24 Comportamiento de la estructura en el primer modo (Alvia y Martínez, 2023)



Figura 3.25 Comportamiento de la estructura en el segundo modo (Alvia y Martínez, 2023)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.187	0.2917	0.0408	0	0.2917	0.0408	0	0.0705	0.4676	0.2002	0.0705	0.4676	0.2002
Modal	2	0.126	0.0584	0.1236	0	0.3501	0.1644	0	0.7789	0.1785	0.0004	0.8475	0.6482	0.2006
Modal	3	0.11	0.0904	0.0348	0	0.4405	0.1992	0	0.129	0.158	0.0622	0.9764	0.3042	0.2628
Modal	4	0.088	0.2896	0.0433	0	0.7301	0.2425	0	0.0139	0.1912	0.1749	0.9903	0.9954	0.4377
Modal	5	0.033	0.242	0.3643	0	0.9721	0.6068	0	0.0053	0.0042	0.2087	0.9956	0.9996	0.6484
Modal	6	0.023	0.0279	0.3932	0	1	1	0	0.0044	0.0004	0.3536	1	1	1
Modal	7	0.003	0	1.47E-06	0	1	1	0	0	0	5.058E-07	1	1	1
Modal	8	0.002	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Modal	9	0.001	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Modal	10	0.001	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Modal	11	0.001	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Modal	12	0.0003387	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Figura 3.26 Relación de masa de participación modal (Alvia y Martínez, 2023)

La rotación de una estructura se acepta cuando:

$$\frac{RZ}{RX + RY + RZ} * 100 \leq 20\% \quad (3.54)$$

- Torsión en modo 1

$$\frac{0.20}{0.0705 + 0.467 + 0.20} * 100 = 27\% \leq 20\%, \text{NO OK}$$

- Torsión en modo 2

$$\frac{0.0004}{0.78 + 0.18 + 0.0004} * 100 = 0.04\% \leq 20\%, \text{OK}$$

Para controlar la rotación en el modo 1, es necesario añadir un muro estructural o diagonales. Por facilidad constructiva y costos, se propone un muro de la misma característica que el muro FORSA.

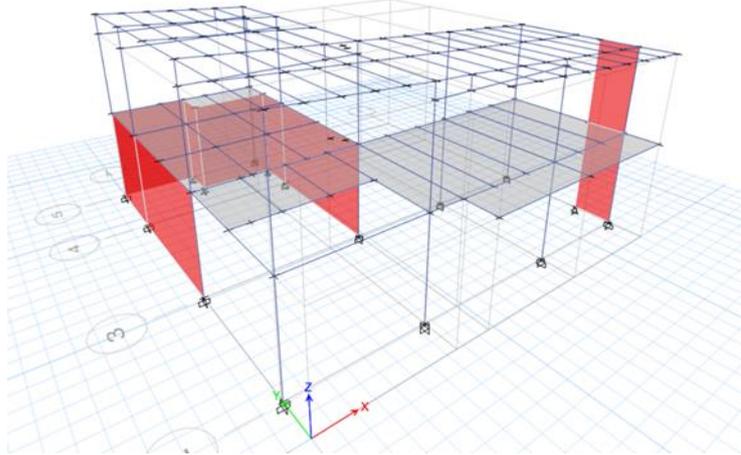


Figura 3.27 Vista en 3D del modelo con el muro nuevo (Alvia y Martínez, 2023)

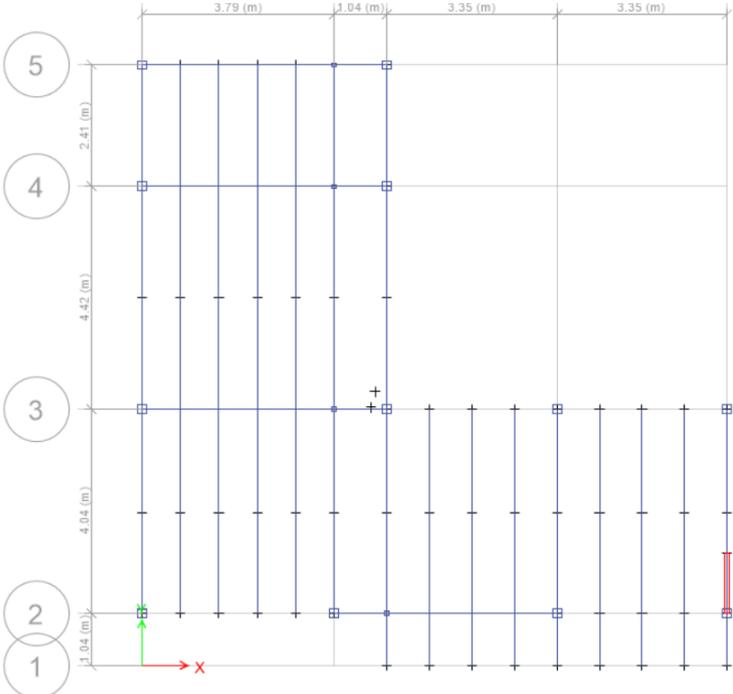


Figura 3.28 Vista en planta del segundo nivel con el muro nuevo (Alvia y Martínez, 2023)

El muro está lo más alejado posible del centro de masa, de esta manera se contrarrestó la torsión con mayor eficiencia.

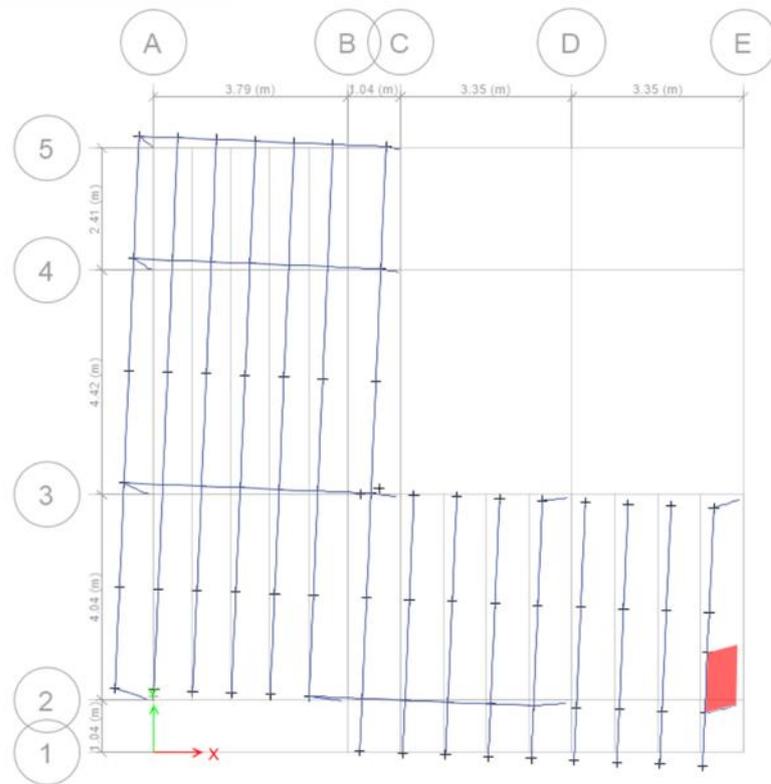


Figura 3.29 Modo de vibración 1 con muro añadido (Alvia y Martínez, 2023)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.153	0.383	0.0047	0	0.383	0.0047	0	0.0028	0.7105	0.1344	0.0028	0.7105	0.1344
Modal	2	0.115	0.0441	0.1694	0	0.4271	0.1742	0	0.7157	0.0163	0.0058	0.7184	0.7268	0.1402
Modal	3	0.093	0.0815	0.0774	0	0.5086	0.2516	0	0.036	0.2621	0.2979	0.7544	0.989	0.4381
Modal	4	0.052	0.3853	0.0543	0	0.8939	0.3058	0	0.1811	0.0094	0.0244	0.9354	0.9984	0.4625
Modal	5	0.027	0.0715	0.389	0	0.9653	0.6949	0	0.0642	0.0011	0.1148	0.9997	0.9995	0.5773
Modal	6	0.023	0.0347	0.3051	0	1	1	0	0.0003	0.0004	0.4227	0.9999	0.9999	0.9999
Modal	7	0.018	2.018E-06	7.167E-06	0	1	1	0	2.31E-05	0.0001	4.844E-05	0.9999	1	1
Modal	8	0.003	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0.9999	1	1
Modal	9	0.003	0	1.577E-06	0	1	1	0	0	0	0	0.9999	1	1
Modal	10	0.002	0	1.225E-06	0	1	1	0	3.956E-05	0	2.247E-06	1	1	1
Modal	11	0.002	0	0	0	1	1	0	5.064E-07	0	0	1	1	1
Modal	12	0.001	0	1.127E-06	0	1	1	0	2.105E-05	0	1.775E-06	1	1	1

Figura 3.30 Relación de masa de participación modal con el muro nuevo (Alvia y Martínez, 2023)

- Torsión en modo 1

$$\frac{0.134}{0.0028 + 0.7105 + 0.134} * 100 = 16\% \leq 20\%, \text{OK}$$

- Torsión en modo 2

$$\frac{0.0058}{0.7157 + 0.0163 + 0.0058} * 100 = 0.79\% \leq 20\%, \text{OK}$$

Se comprobó que ahora la torsión está controlada, si se aumenta la longitud del muro podríamos disminuir la torsión hasta un 10%, pero encarecería el proyecto, por lo que nos mantendremos dentro de los límites permisibles.

3.1.9.4 Índice de estabilidad y efecto P-delta

En la siguiente ilustración se definen los parámetros para determinar el índice de estabilidad Q_i de piso.

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

Dónde:

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

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

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

V_i Cortante sísmico del piso i

h_i Altura del piso i considerado

Figura 3.31 Índice de estabilidad de piso (NEC, 2015)

Del software se obtuvo toda la información

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story2	Servicio	Combination	Bottom	17.2389	0	0	0	87.0285	-82.1954
Story1	Servicio	Combination	Bottom	89.9143	0	0	0	502.0966	-407.1561

Figura 3.32 Carga vertical generada por la carga de servicio en cada piso (Alvia y Martínez, 2023)

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story2	SismoX	LinStatic	Bottom	0	-2.5804	0	12.9058	0.142	-3.905
Story1	SismoX	LinStatic	Bottom	0	-10.1461	0	55.2931	0.142	-34.3433

Figura 3.33 Cortante basal sísmico de pisos (Alvia y Martínez, 2023)

Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m
Story2	Dpiso2	SismoX	LinStatic	0.001814	0.000133	0.000101	29	4.6319	5.0489
Story1	Dpiso1	SismoX	LinStatic	0.000376	9.8E-05	3.7E-05	40	4.7562	5.4959

Figura 3.34 Desplazamiento de piso en el centro de masas (Alvia y Martínez, 2023)

Se sabe que la altura del piso 1 es de 3 metros y la altura del piso 2 es de 2.8 metros, por tanto:

$$Q_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i} \quad (3.55)$$

$$Q_{\text{piso 1}} = \frac{89.91 \text{ ton} * 0.000376 \text{ m}}{10.15 \text{ ton} * 3 \text{ m}} = 0.001$$

$$Q_{\text{piso 2}} = \frac{17.24 \text{ ton} * 0.001814 \text{ m}}{2.58 \text{ ton} * 2.8 \text{ m}} = 0.004$$

La NEC indica que:

Si $Q_i \leq 0.1$, la estructura es estable

Si $0.1 \leq Q_i \leq 0.3$, Considerar efecto P – delta

Se concluyó que la estructura es estable y no es necesario considerar el efecto P-delta en el diseño.

3.1.9.5 Chequeo de las secciones

Finalmente se verificó que las secciones están bien diseñadas y dimensionadas para satisfacer las demandas y soportar el sismo.

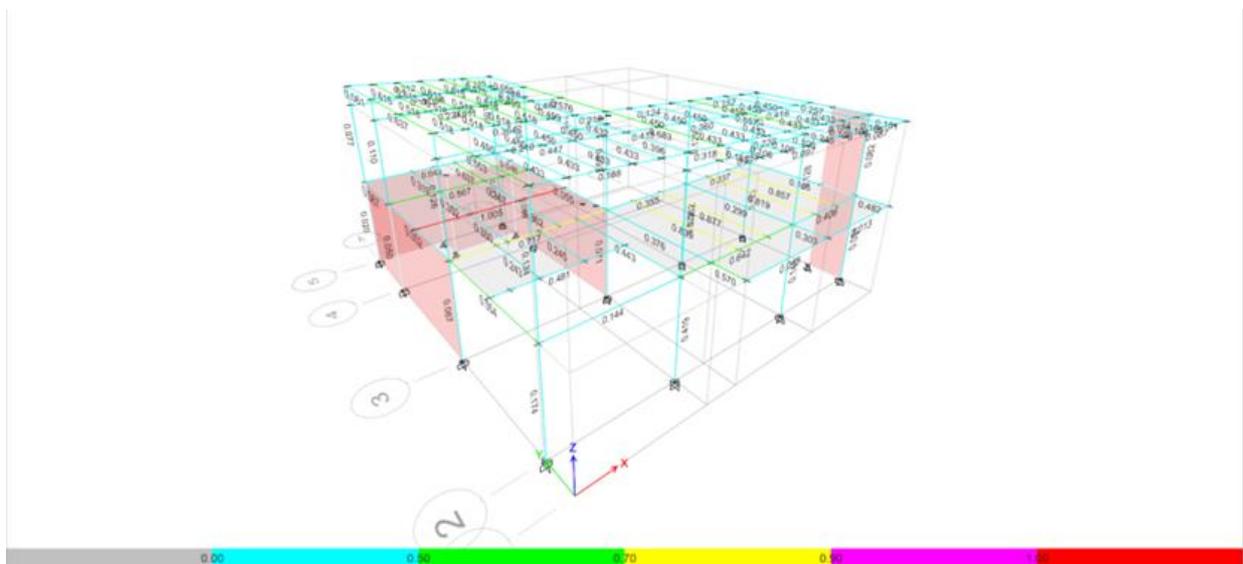


Figura 3.35 Demanda/capacidad de perfiles (Vista en 3D) (Alvia y Martínez, 2023)

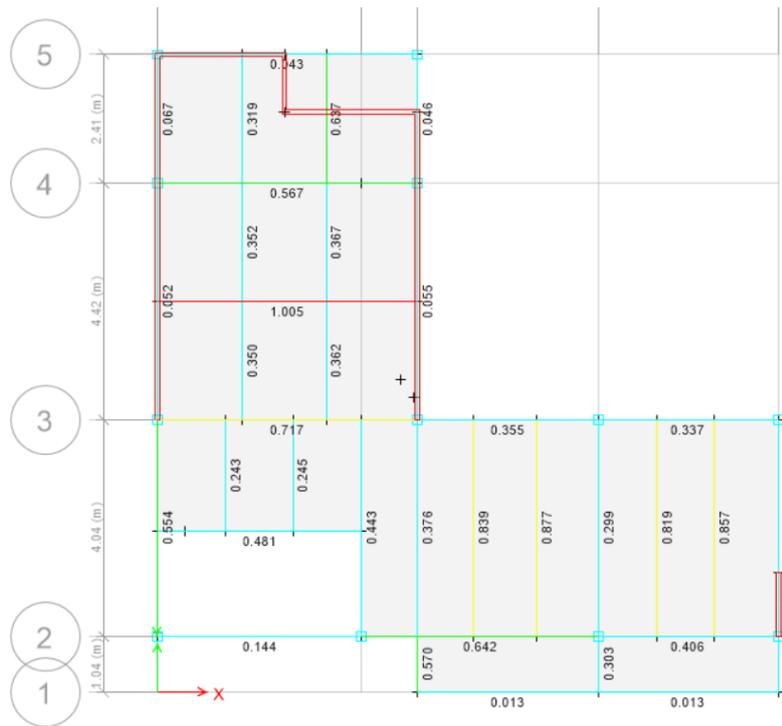


Figura 3.36 Demanda/Capacidad de perfiles vista en planta P1 (Alvia y Martínez, 2023)

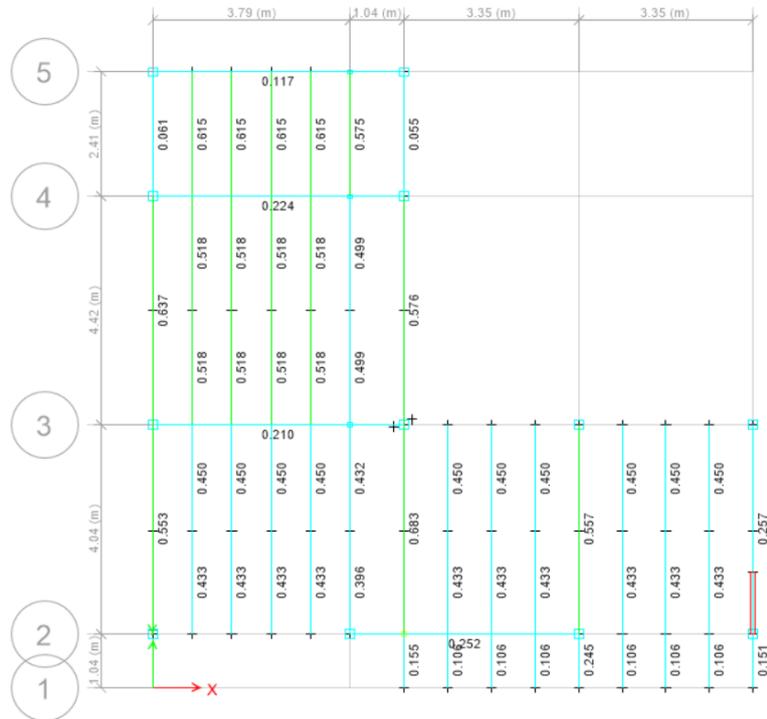


Figura 3.37 Demanda/Capacidad de perfiles vista en planta de cubierta (Alvia y Martínez, 2023)

3.1.10 Diseño de conexiones precalificadas

Se implementaron conexiones soldadas para la unión de vigas y columnas, en esta sección se diseñaron soldaduras tipo filete y su longitud, considerando la normativa AISC 358.

3.1.10.1 Conexión simple soldada VS1-VT1 y VT2

En las vigas secundarias, las conexiones son únicamente a cortante, es decir, conexiones simples, pues no se desea transmitir momentos a las vigas principales. Del software de análisis se obtiene el cortante último en la viga secundaria más crítica.

$$Vu = 2.08 \text{ ton}$$

El tipo de conexión que se implementó es una conexión de alma-alma de viga, con una soldadura tipo filete. La resistencia de la soldadura está dada por la siguiente expresión.

$$\phi Rn = 0.75 * Fw * Aw \quad (3.51)$$

$$Fw = 0.6 * F_{EXX} \quad (3.52)$$

$$Aw = 0.707 * tw * ls \quad (3.53)$$

Feex se refiere a la resistencia por clasificación del metal base, cuyo número se encuentra en el nombre de los electrodos (E60, E70, etc.). En esta conexión se implementó un electrodo de 60.

Aw hace referencia al área de la soldadura, que depende del espesor del alma y la longitud de la soldadura (ls).

El código AISC recomienda los siguientes límites para la longitud de la soldadura.

$$\frac{h \text{ viga}}{2} \leq ls \leq \frac{2}{3} h \text{ viga}$$

Así mismo indica que, al conectar el alma de la viga directamente al alma de otra, sin el uso de placas, el espesor de la garganta será considerado como el 60% del espesor del alma en el cálculo.

Conociendo que la altura de la viga es de 16 cm, se propuso un cordón de 9 cm, por lo que la resistencia es:

$$\phi Rn = 0.75 * 0.6 * F_{EXX} * 0.707 * 0.6 * tw * ls \quad (3.54)$$

$$\phi Rn = 0.32 * F_{EXX} * 0.6 * tw * ls$$

$$\phi Rn = 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * 0.6 * 0.3 \text{ cm} * 9 \text{ cm}$$

$$\phi Rn = 2.17 \text{ ton}$$

Finalmente

$$\phi Rn > Vu, OK$$

3.1.10.2 Conexión simple soldada VCU-VCU

El cortante generado en las vigas de cubierta es el siguiente

$$Vu = 0.40 \text{ ton}$$

Considerando que el cortante es bajo, y la altura de la viga es de 15 cm, se propone una longitud mínima de soldadura de 7.5 cm.

Como se trata de una viga rectangular, se consideró soldadura en ambos lados, por tanto, la resistencia es

$$\phi Rn = 0.32 * F_{EXX} * 0.6 * 2tw * ls$$

$$\phi Rn = 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * 0.6 * 2 * 0.3 \text{ cm} * 7.5 \text{ cm}$$

$$\phi Rn = 3.62 \text{ ton}$$

$$\phi Rn > Vu, OK$$

3.1.10.3 Conexión simple soldada VS2-VT2

El cortante último generado en la viga es:

$$Vu = 3.41 \text{ ton}$$

En este caso la altura de la viga es de 19 cm, por lo que se propuso una longitud de soldadura de 10 cm.

$$\phi Rn = 0.32 * F_{EXX} * 0.6 * tw * ls$$

$$\phi Rn = 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * 0.6 * 0.4 \text{ cm} * 10 \text{ cm}$$

$$\phi Rn = 3.24 \text{ ton}$$

Se aprecia que la soldadura no resiste el cortante, por tanto, se propone una longitud de cordón de 11 cm.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * 0.6 * 0.4 \text{ cm} * 11 \text{ cm} \\ \phi R_n &= 3.56 \text{ ton} \\ \phi R_n &> V_u, \text{OK}\end{aligned}$$

3.1.10.4 Conexión a momento VT1-COL

Para las conexiones a momento se propuso la conexión soldada WUF-W. El código AISC propone las siguientes restricciones para implementar la conexión, las cuales debe cumplir el perfil.

Tabla 3.14 Restricciones para implementar una conexión WUF-W (AISC, 2011)

Criterio	Límite o restricción	Características del perfil	Aceptación
Proceso constructivo	Perfil laminado o armado	Armado	OK
Altura máxima	92 cm	17 cm	OK
Peso máximo de viga	224 kg/m	23.14 kg/m	OK
Espesor máximo de patín	25 mm	9 mm	OK
Relación L/h mínima	5	$\frac{483}{17} = 24.41$	OK
Relación ancho/espesor patín y alma	SÍSMICO	SÍSMICO	OK

- Cálculo de M_{pr}

$$M_{pr} = 1.2 * R_y * Z_x * F_y \quad (3.55)$$

$$M_{pr} = 1.2 * 1.3 * 211.47 \text{ cm}^3 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \frac{1}{100000} = 8.34 \text{ ton} * \text{m}$$

- Cálculo del cortante

$$V_u = \frac{2 * M_{pr}}{L_t - b_{col}} + V_{ug} \quad (3.56)$$

$$V_u = \frac{2 * 8.34 \text{ ton} * \text{m}}{4.83 \text{ m} - 0.17 \text{ m}} + 3.26 \text{ ton} = 6.84 \text{ ton}$$

En este tipo de conexión, los patines de la viga y el alma de la viga deberán unirse al perfil de la columna mediante una soldadura de penetración completa (CJP). La unión del alma de la viga a la placa y de la placa a la columna son con soldadura tipo filete, el detalle se puede apreciar en la siguiente figura.

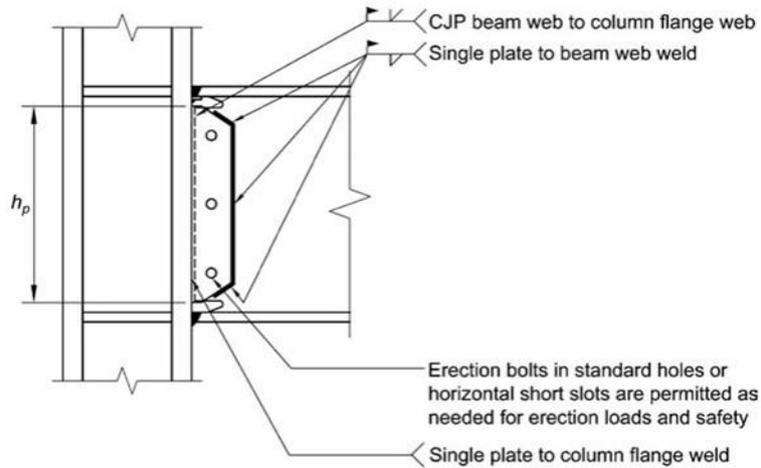


Fig. 8.2. General details of beam web-to-column flange connection.

Figura 3.38 Detalle de soldadura de conexión WUF-W (AISC, 2011)

- Fuerza de tracción que intenta romper el patín

$$F_t = \frac{M_{pr}}{h - t_f} \quad (3.57)$$

$$F_t = \frac{8.34 \text{ ton} \cdot m}{0.17 - 0.009m} = 51.80 \text{ ton}$$

La soldadura de penetración completa debe resistir esta fuerza, por tanto

$$R_{S_{CJP}} = F_{EX} \cdot A_w \quad (3.58)$$

$$R_{S_{CJP}} = F_{EX} \cdot b_f \cdot t_f$$

Se implementó un electrodo E70

$$R_{sp_{CJP}} = \frac{70 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} \cdot 13 \text{ cm} \cdot 0.9 \text{ cm} = 57.55 \text{ ton}$$

$$R_{sp_{CJP}} \geq F_t, \text{OK}$$

Así mismo, la soldadura del alma deberá resistir el cortante V_u

$$Rsa_{CJP} = F_{EXX} * (h - 2tf) * tw$$

$$Rsa_{CJP} = \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * (17\text{cm} - 2(0.9\text{cm})) * 0.4\text{cm} = 25.64 \text{ ton}$$

$$Rsa_{CJP} \geq V_u, \mathbf{OK}$$

- Consideraciones de la placa de unión

La altura de la placa se calculó de la siguiente manera

$$hp = hviga - 2tf - 2.4 \text{ cm} \quad (3.59)$$

$$hp = 17\text{cm} - 2(0.9\text{cm}) - 2.4 = 12.8 \text{ cm}$$

La base de la placa deberá ser como mínimo 6.5 cm, por lo que se propuso una base de

$$bp = 7 \text{ cm}$$

El espesor de la placa será como mínimo el espesor del alma de la viga. Sin embargo, se propuso 6 mm.

$$tp = 0.6 \text{ cm}$$

- Resistencia de la soldadura de la placa-viga

La resistencia horizontal se calculó de la siguiente manera

$$Rsh = 2 * 0.32 * F_{EXX} * (tp - 0.2) * bp * 1.5 \quad (3.60)$$

$$Rsh = 2 * 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * (0.6\text{cm} - 0.2\text{cm}) * 7\text{cm} * 1.5$$

$$Rsh = 11.33 \text{ ton} > V_u, \mathbf{OK}$$

En la resistencia vertical, no se amplifica 1.5

$$Rsv = 0.32 * F_{EXX} * (tp - 0.2) * hp \quad (3.60)$$

$$Rsv = 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * (0.6\text{cm} - 0.2\text{cm}) * 12.8\text{cm}$$

$$Rsv = 6.91 > V_u, \mathbf{OK}$$

Finalmente, se calculó el cortante último generado en la placa y la resistencia de la soldadura de la placa a la columna deberá ser mayor a este cortante.

$$V_{up} = hp * tp * 0.6 * R_y * F_y \quad (3.61)$$

$$V_{up} = 12.80cm * 0.6cm * 0.6 * 1.3 * 2.530 \frac{ton}{cm^2} = 15.15 ton$$

Para la soldadura de filete de la placa a la columna se propuso una garganta de 0.9 cm con un electrodo E60, por tanto, la resistencia es:

$$R_{s p - c} = 0.32 * F_{EXX} * g * hp \quad (3.62)$$

$$R_{s p - c} = 0.32 * \frac{60 ton}{14.23 cm^2} * 0.9 cm * 12.8 cm = 15.54 ton$$

$$R_{s p - c} \geq V_{up}, \quad OK$$

3.1.10.5 Conexión a momento VT2-COL

Se puede comprobar que la viga VT2 también cumple las restricciones de la tabla 3.14. De igual manera, se implementaron las mismas ecuaciones que de la sección anterior.

- Cálculo del Mpr

$$M_{pr} = 1.2 * R_y * Z_x * F_y$$

$$M_{pr} = 1.2 * 1.3 * 241.35cm^3 * 2530 \frac{kg}{cm^2} * \frac{1}{100000} = 9.53 ton * m$$

- Cálculo del cortante

$$V_u = \frac{2 * M_{pr}}{L_t - b_{col}} + V_{ug}$$

$$V_u = \frac{2 * 9.53 ton * m}{4.83m - 0.17m} + 4.40 ton = 8.49 ton$$

- Fuerza de tracción que intenta romper el patín

$$Ft = \frac{M_{pr}}{h - tf}$$

$$Ft = \frac{8.49 \text{ ton} * m}{0.17 - 0.009m} = 52.73 \text{ ton}$$

Debido a que el patín es el mismo que la viga VT1, la resistencia de la soldadura calculada anteriormente es la misma

$$R_{sp_{CJP}} = \frac{70 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * 13\text{cm} * 0.9\text{cm} = 57.55 \text{ ton}$$

Por tanto

$$R_{sp_{CJP}} \geq Ft, \mathbf{OK}$$

Así mismo, la soldadura del alma deberá resistir el cortante V_u , en este caso, el alma es de mayor dimensión

$$R_{s_{CJP}} = F_{EXX} * (h - 2tf) * tw$$

$$R_{sa_{CJP}} = \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * (19\text{cm} - 2(0.9\text{cm})) * 0.4\text{cm} = 29 \text{ ton}$$

$$R_{sa_{CJP}} \geq V_u, \mathbf{OK}$$

- Consideraciones de la placa de unión

La altura de la placa es:

$$h_p = h_{viga} - 2tf - 2.4 \text{ cm}$$

$$h_p = 19 \text{ cm} - 2(0.9\text{cm}) - 2.4 = 14.8 \text{ cm}$$

Proponemos una base de igual tamaño a la anterior

$$b_p = 7 \text{ cm}$$

En la viga VT2 el cortante es mayor, por lo que la placa es de 7 mm

$$t_p = 0.7 \text{ cm}$$

- Resistencia de la soldadura de la placa-viga

La resistencia horizontal se calculó de la siguiente manera

$$R_{sh} = 2 * 0.32 * F_{EXX} * (t_p - 0.2) * b_p * 1.5$$

$$Rsh = 2 * 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * (0.7 \text{ cm} - 0.2 \text{ cm}) * 7 \text{ cm} * 1.5$$

$$Rsh = 14.17 \text{ ton} > Vu, \mathbf{OK}$$

En la resistencia vertical, no se amplifica 1.5

$$Rsv = 0.32 * F_{EXX} * (tp - 0.2) * hp$$

$$Rsv = 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * (0.7 \text{ cm} - 0.2 \text{ cm}) * 14.8 \text{ cm}$$

$$Rsv = 9.98 \text{ ton} > Vu, \mathbf{OK}$$

El cortante último generado en la placa es

$$Vup = hp * tp * 0.6 * Ry * Fy$$

$$Vup = 14.80 \text{ cm} * 0.7 \text{ cm} * 0.6 * 1.3 * 2.530 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2} = 20.44 \text{ ton}$$

Para la soldadura de filete de la placa a la columna se propuso una garganta de 0.9 cm con un electrodo E70, por tanto, la resistencia es:

$$Rsp - c = 0.32 * F_{EXX} * g * hp$$

$$Rsp - c = 0.32 * \frac{70 \text{ ton}}{14.23 \text{ cm}^2} * 0.9 \text{ cm} * 14.8 \text{ cm} = 20.96 \text{ ton}$$

$$Rsp - c \geq Vup, \quad \mathbf{OK}$$

3.1.11 Diseño de muro cortante

Un muro estructural tiene un comportamiento similar al de una viga en voladizo, por tanto, se obtuvo el cortante último del software de análisis estructural, adaptando las condiciones del muro al de una viga en voladizo.

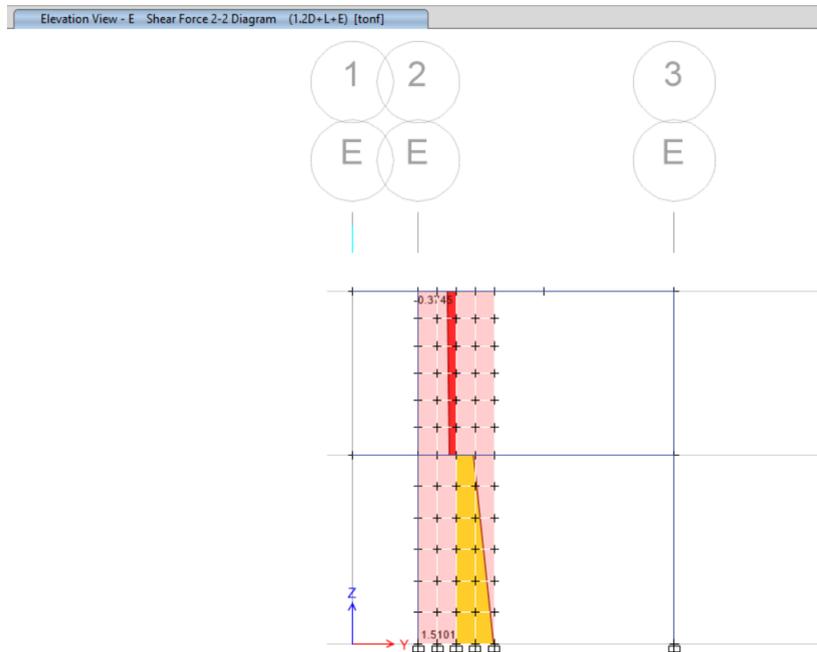


Figura 3.39 Cortante producido en el muro (Software,2023)

Por tanto, se tienen los siguientes datos:

- Cortante último: $V_u = 1.51 \text{ ton}$
- Longitud de muro: $L = 120 \text{ cm}$
- Espesor de muro: $e = 10 \text{ cm}$
- Resistencia del hormigón: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia del acero de refuerzo: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Se obtuvo el área de cortante:

$$A_c = 120\text{cm} * 10\text{cm} = 1200 \text{ cm}^2 \quad (3.63)$$

La capacidad a corte del muro se obtuvo con la siguiente expresión:

$$V_n = A_c * (0.53f'_c + 0.0025F_y) \quad (3.64)$$

$$V_n = 1200 \text{ cm} * (0.53 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 0.0025 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})$$

$$V_n = 146160 \text{ kg} = 146.16 \text{ ton}$$

Se apreció que

$$V_n \geq V_u, \text{ OK}$$

Para el cálculo del acero de refuerzo, se implementó la cuantía mínima recomendada por el ACI para muros

$$\rho_{min} = 0.0025$$

Por tanto, el área mínima de acero es:

$$A_{smin} = \rho_{min} * A_c \quad (3.65)$$

$$A_{smin} = 0.0025 * 1200 \text{ cm}^2 = 3 \text{ cm}^2$$

Se propone una malla electrosoldada de 8 mm de diámetro, la separación se calcula con la siguiente expresión:

$$s = \frac{L * \text{Area de varilla}}{A_{smin}} \quad (3.66)$$

$$s = \frac{120\text{cm} * \frac{\pi * (0.8\text{cm})^2}{4}}{3 \text{ cm}^2} = 20.10 \text{ cm}$$

Por tanto, se propone una malla electrosoldada $\Phi 8\text{mm}@20 \text{ cm}$

3.1.12 Diseño de escalera

Se implementó una escalera autoportante, es decir, con apoyos únicamente en la cimentación y en viga de entrepiso. Conectar una escalera a la columna es una mala práctica muy habitual, pues se produce el efecto columna corta, el cual es una deficiencia estructural al momento de un sismo.

Se implementaron peldaños conformados por 2 canales de C150X60X3 mm, los cuales tienen un peso aproximado de 12.56 kg. El espesor del peldaño, el cual está relleno de hormigón es de 6 cm, por lo que se tienen los siguiente datos:

- Carga muerta en perfil de escalera: $CM = 0.37 \text{ t/m}^2$
- Carga viva en el perfil de escalera: $CV = 0.2 \text{ t/m}^2$

Se modeló la estructura en el software considerando las cargas mencionadas y se obtuvieron los momentos de diseño.

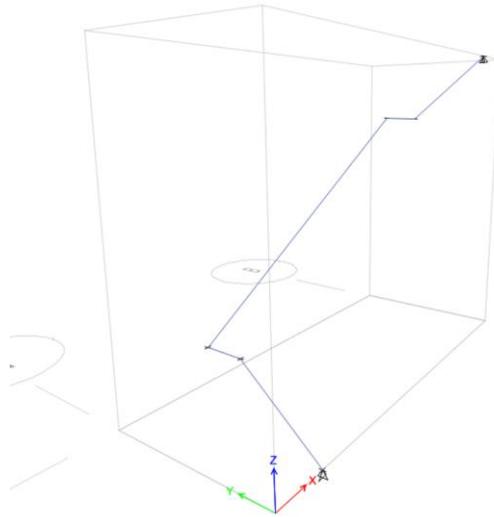


Figura 3.40 Perfil de escalera metálica (Software,2023)

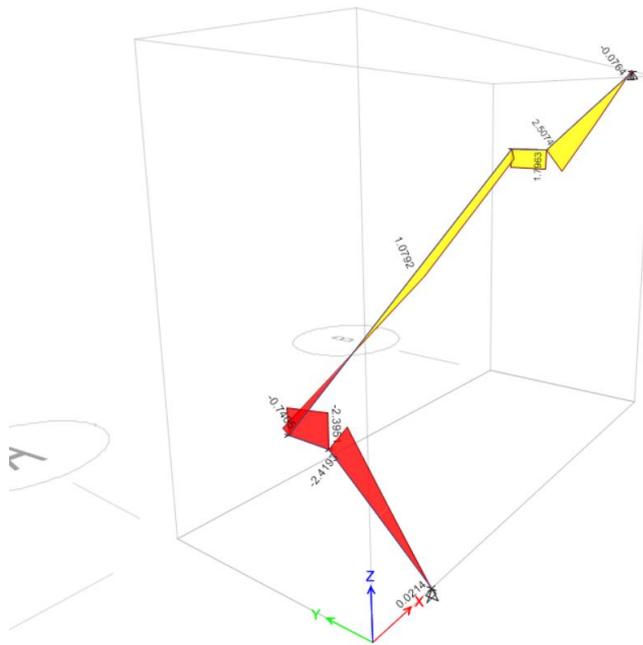


Figura 3.41 Momento generado en la viga (Software, 2023)

$$Mu = 2.51 \text{ ton} * m$$

Se propone la siguiente sección para la escalera:

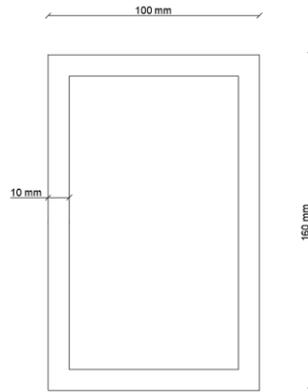


Figura 3.42 Sección HSS para perfil de escalera (Alvia, Martínez,203)

El módulo de sección del perfil es $S_x = 198 \text{ cm}^3$

Por tanto, la capacidad del perfil es:

$$\phi M_n = 0.9 * F_y * S_x \quad (3.67)$$

$$\phi M_n = 0.9 * 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 198 \text{ cm}^3 = 450846 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$\phi M_n = 4.51 \text{ ton} * \text{m}$$

$$\phi M_n \geq M_u, \quad \mathbf{OK}$$

Finalmente, se revisa la sección en el software.

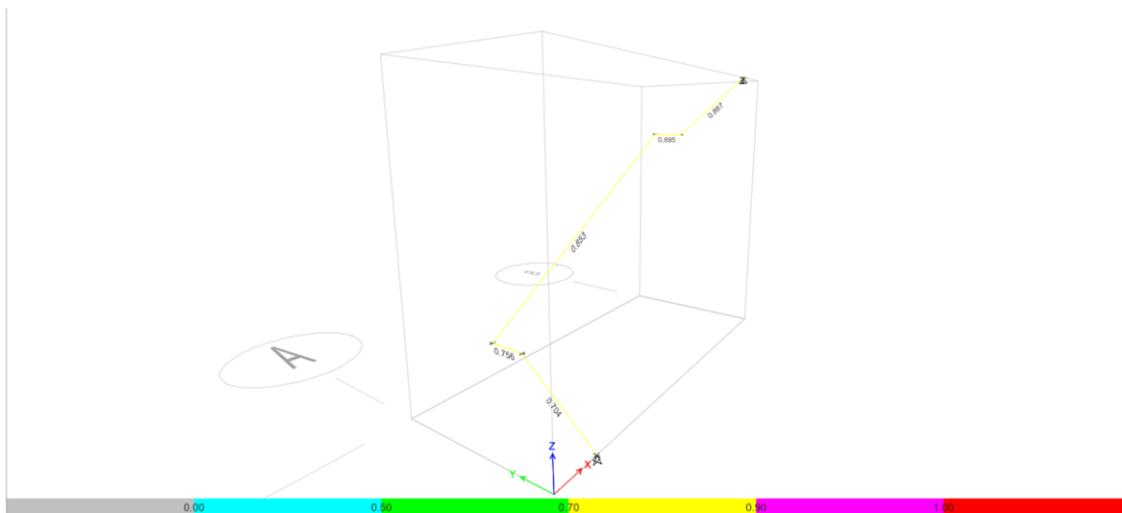


Figura 3.43 Diseño de escalera (Software, 2023)

3.1.13 Diseño de cimentaciones

3.1.13.1 Obtención de dimensiones de la zapata

Como primer punto, se determinó el área de la zapata capaz de soportar el esfuerzo producido por la estructura.

Para esto, se tomó del software la reacción del suelo más crítica, es importante mencionar que para obtener el área de la zapata solamente se considera la carga de servicio, es decir la carga muerta más la carga viva sin mayorar.

$$Pu_{serv} = 10.56 \text{ ton}$$

Para obtener la capacidad de la zapata en interacción con el suelo implementaremos la ecuación 2.1, pues las características del suelo y las condiciones no cambian

$$q_u = \left(1 + 0.2 \frac{B}{L}\right) 5.14c_2 + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_s \tan \phi'_1}{B} + \gamma_1 D_f \quad (3.1)$$
$$\leq \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$$

Sin embargo, si cambian las características de la zapata, en este caso se propone:

B: 1 m

L: 1 m

Df: 1 m

A continuación, se calcula el valor de H, el cual es la altura del relleno por debajo de la zapata

$$H = h_{relleno} - Df \quad (3.68)$$

Los factores N_q y N_γ se obtienen de la siguiente tabla

$$q_{ult} = 50.50 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

El esfuerzo admisible, considerando un factor de seguridad de 3 es

$$q_{dm} = \frac{50.50}{3} = 16.86 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Finalmente se comprobó que el esfuerzo producido en la zapata es menor que el admisible

$$q_{serv} = \frac{P_{u\text{ serv}}}{\text{Area plinto}} \quad (3.70)$$

$$q_{serv} = \frac{10.56 \text{ ton}}{1\text{m} * 1\text{m}} = 10.56 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{serv} \leq q_{dm}, \quad \mathbf{OK}$$

Se concluyó que las dimensiones de la zapata son correctas.

3.1.13.2 Diseño a corte en dos direcciones

El modo de falla a cortante en dos direcciones ocurre de la siguiente manera:

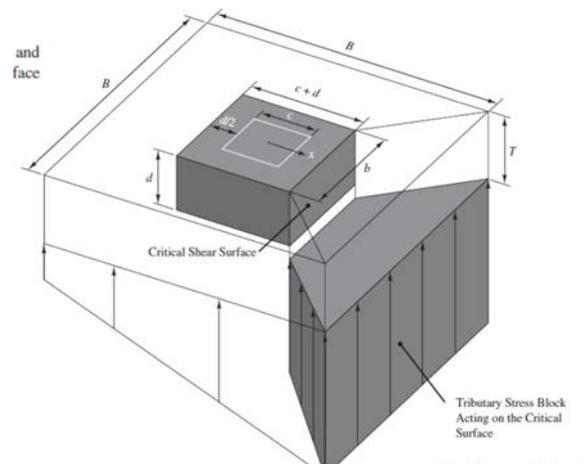


Figura 3.44 Modo de falla en 2 direcciones (Coduto, 2016)

- Ancho del dado de hormigón, $c = 0.45 \text{ m}$
- Espesor de zapata, mínimo recomendado por ACI, $H = 0.35 \text{ m}$
- Diámetro de varilla, $d_b = 12 \text{ mm}$ (asumido, luego se verificará)
- Momento en la columna, $M_u = 1.32 \text{ ton} * \text{m}$
- Recubrimiento mínimo recomendado por ACI, $rec = 7.5 \text{ cm}$
- Fuerza axial mayorada, $P_u = 13.99 \text{ ton}$
- Resistencia del hormigón, $f'_c = 21 \text{ MPa}$

Se determinó el peralte efectivo de la zapata

$$d = H - rec - \frac{db}{2} \quad (3.71)$$

$$d = 0.35m - 0.075m - \frac{0.012m}{2} = 0.269m$$

El cortante último generado en la zapata es

$$Vu = \left(\frac{Pu}{4} + \frac{Mu}{c+d} \right) * \left(\frac{B^2 - (c+d)^2}{B^2} \right) \quad (3.72)$$

$$Vu = \left(\frac{13.99 \text{ ton}}{4} + \frac{1.32 \text{ ton} * m}{0.45m + 0.269m} \right) * \left(\frac{1^2 - (0.45m + 0.269m)^2}{1^2} \right)$$

$$Vu = 2.58 \text{ ton}$$

Finalmente, el ACI propone la siguiente expresión para determinar la resistencia a corte

$$\phi Vc = 0.75 * 0.33 * b_o * d * \sqrt{f'c} \quad (3.73)$$

$$\phi Vc = 0.75 * 0.33 * (c+d) * d * \sqrt{f'c}$$

$$\phi Vc = 0.75 * 0.33 * (0.45m + 0.269m) * 0.269m * \sqrt{21 \text{ MPa}} * 100$$

$$\phi Vc = 21.94 \text{ ton} \geq Vu, \quad \mathbf{OK}$$

3.1.13.3 Diseño a corte en una dirección

El cortante último en este modo de falla se calcula de la siguiente manera

$$Vu = \left(\frac{B - c - 2d}{B} \right) * \left(Pu + \frac{6Mu}{B} \right) \quad (3.74)$$

$$Vu = \left(\frac{1m - 0.45m - 2(0.269m)}{1m} \right) * \left(13.99 \text{ ton} + \frac{6 * 1.32 \text{ ton} * m}{1m} \right)$$

$$Vu = 0.26 \text{ ton}$$

La resistencia a cortante está dada por

$$\phi V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * B * d * \sqrt{f'_c} \quad (3.75)$$

$$\phi V_c = 0.75 * \frac{1}{6} * 1m * 0.269m * \sqrt{21MPa} * 100 = 15.41 \text{ ton}$$

$$\phi V_c \geq V_u$$

3.1.13.4 Diseño a flexión

Se determinó la longitud de análisis de la zapata

$$l = \frac{B - c}{2} \quad (3.76)$$

$$l = \frac{1m - 0.45m}{2} = 0.275 \text{ m}$$

El momento último generado en la zapata es

$$M_{uz} = \frac{P_u * l^2}{2B} + \frac{2M_u * l}{B} \quad (3.77)$$

$$M_{uz} = \frac{13.99 \text{ ton} * 0.275m^2}{2 * 1m} + \frac{2 * 1.32 \text{ ton} * m * 0.275m}{1m}$$

$$M_{uz} = 1.25 \text{ ton} * m$$

A continuación, se calculó el área de acero necesaria para soportar el momento

$$A_s = \left(\frac{f'_c * B}{1.176 * f_y} \right) * d - \sqrt{d^2 - \frac{2.353 * M_{uz}}{\phi * f'_c * B}} \quad (3.78)$$

- Resistencia del acero de refuerzo, $f_y = 428.1 \text{ MPa}$

$$A_s = \left(\frac{21 \text{ MPa} * 1m}{1.176 * 428.1 \text{ MPa}} \right) * 0.269m - \sqrt{0.269m^2 - \frac{2.353 * 1.25 \text{ ton} * m * 10}{0.9 * 21 \text{ MPa} * 10^3 * 1m}}$$

$$A_s = 1.22 \text{ cm}^2$$

Se puede observar que el acero requerido es muy bajo, sin embargo, el ACI establece una cuantía mínima de acero, como se muestra a continuación

$$As_{min} = 0.0018 * B * H \quad (3.79)$$

$$As_{min} = 0.0018 * 100cm * 35 cm = 6.30 cm^2$$

Por lo que se propuso 7 varillas de $\Phi 12mm$. Obteniendo un área de acero de

$$As_{real} = 7 * Area_{varilla}$$

$$As_{real} = 7 * \frac{\pi * \Phi^2}{4} = 7 * \frac{\pi * 1.2cm^2}{4} = 7.91 cm^2$$

$$As_{real} \geq As_{min}, \quad \mathbf{OK}$$

3.1.14 Diseño de sistema de agua potable

Para diseñar las tuberías de agua potable, se estimó el caudal instantáneo en cada tramo y posteriormente, se lo redujo con el coeficiente de simultaneidad K_s , para finalmente obtener el caudal máximo probable que cruza por tal tubería y de esta manera, obtener el diámetro necesario. Así mismo, se tiene que considerar una velocidad de diseño de 1.5 m/s, según lo estipula la NEC.

La NEC propone los siguientes caudales instantáneos para los distintos mobiliarios usados en viviendas, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.16 Caudales instantáneos en aparatos de AAPP (NEC-16)

Mobiliario	Qi (l/s)
Ducha	0.2
Grifo manguera	0.2
Inodoro	0.1
Lavabo	0.1
Lavadora	0.2
Fregadero cocina	0.2

Teniendo en cuenta estos valores, se presentó la numeración de tuberías para el cálculo

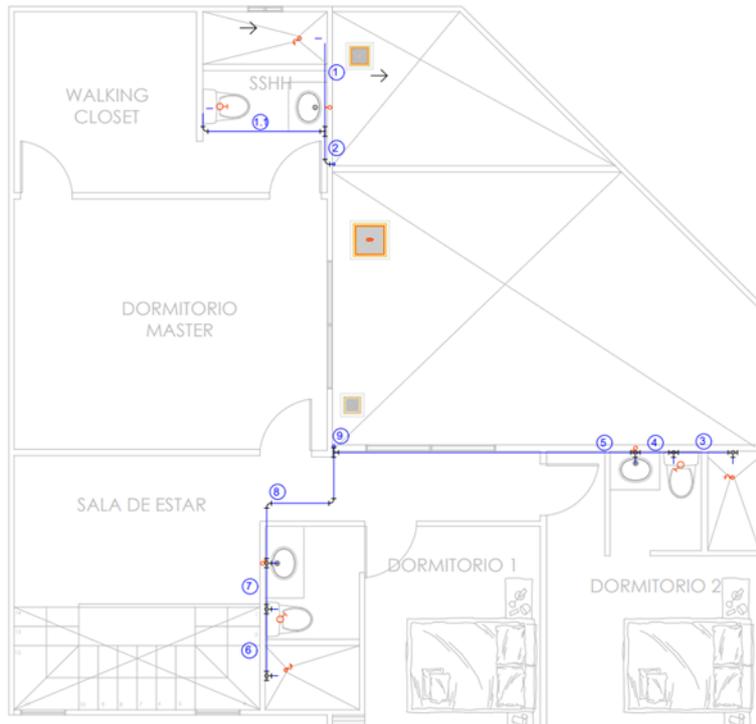


Figura 3.45 Tuberías de planta alta (Alvia y Martínez, 2023)

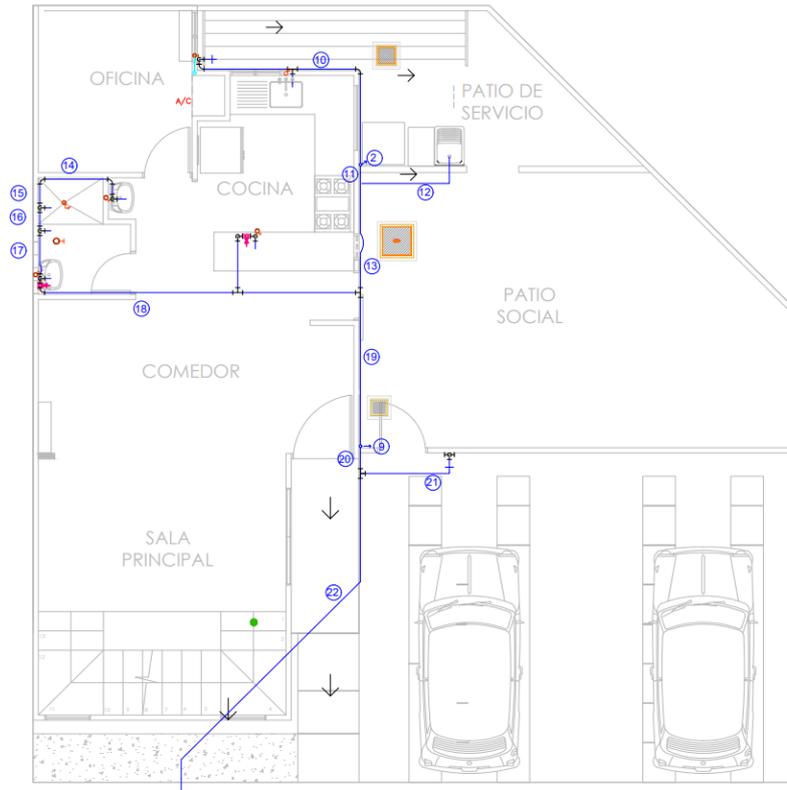


Figura 3.46 Tuberías de planta baja (Alvia y Martínez, 2023)

Se definen las siguientes variables

- Caudal instantáneo, Q_i
- Coeficiente de simultaneidad, K_s
- Número de aparatos que abastece una tubería, n
- Caudal máximo probable, Q_{mp}
- Velocidad, V

El coeficiente de simultaneidad se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Si } n \geq 1, \quad K_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (3.80)$$

$$\text{Si } n = 1, K_s = 1 \quad (3.81)$$

El caudal máximo probable se obtiene de

$$Q_{mp} = K_s * Q_i \quad (3.82)$$

El diámetro de la tubería está dado por la ecuación

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q_{mp}}{\pi * V}} \quad (3.83)$$

En la siguiente tabla se resumen los cálculos en cada tubería

Tabla 3.17 Cálculo de diámetros y velocidades de tuberías de AAPP (Alvia y Martínez, 2023)

Tubería	Qi [l/s]	n	Ks	Qmp [l/s]	V [m/s]	D. calculado [mm]	D. seleccionado [mm]	V. real [m/s]
1	0.2	1	1.000	0.200	1.5	13.03	20.00	0.64
1.1	0.1	1	1.000	0.100	1.5	9.21	20.00	0.32
2	0.4	3	0.707	0.283	1.5	15.49	20.00	0.90
3	0.2	1	1.000	0.200	1.5	13.03	20.00	0.64
4	0.3	2	1.000	0.300	1.5	15.96	20.00	0.95
5	0.4	3	0.707	0.283	1.5	15.49	20.00	0.90
6	0.2	1	1.000	0.200	1.5	13.03	20.00	0.64
7	0.3	2	1.000	0.300	1.5	15.96	20.00	0.95
8	0.4	3	0.707	0.283	1.5	15.49	20.00	0.90
9	0.8	6	0.447	0.358	1.5	17.43	20.00	1.14
10	0.2	1	1.000	0.200	1.5	13.03	20.00	0.64
11	0.6	4	0.577	0.346	1.5	17.15	20.00	1.10
12	0.2	1	1.000	0.200	1.5	13.03	20.00	0.64
13	0.8	5	0.500	0.400	1.5	18.43	20.00	1.27
14	0.1	1	1.000	0.100	1.5	9.21	20.00	0.32
16	0.3	2	1.000	0.300	1.5	15.96	20.00	0.95
17	0.4	3	0.707	0.283	1.5	15.49	20.00	0.90
18	0.5	4	0.577	0.289	1.5	15.65	20.00	0.92
19	1.3	9	0.354	0.460	1.5	19.75	20.00	1.46
20	2.1	15	0.267	0.561	1.5	21.83	20.00	1.79
21	0.1	1	1.000	0.100	1.5	9.21	20.00	0.32
22	2.2	16	0.258	0.568	1.5	21.96	20.00	1.81

Se aprecia que la mayoría de las tuberías tienen una velocidad aceptable, la tubería principal, es decir la 22, tiene una velocidad aproximada de 1.81 m/s, a pesar de que está por encima de 1.5 m/s, está dentro del valor máximo permitido, el cual es 2.5 m/s.

3.1.15 Diseño de sistema de aguas servidas

Para el diseño de tuberías de aguas servidas, cada aparato sanitario tiene un consumo que se mide en unidades hidráulicas de descarga (UEH). En la siguiente tabla se tiene los equivalentes para cada mobiliario.

Tabla 3.18 Unidades de descarga para aparatos sanitarios

Aparato	UEH
Inodoro	3
Lavabo y fregadero	1
Ducha	2

Para obtener los caudales teóricos en las tuberías se recurre a la siguiente tabla, propuesta en el libro de instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones. Se ingresa a la tabla conociendo el número de unidades de descarga a las que abastece cada tramo de tubería.

Tabla 3.19 Caudales de tuberías sanitarias (PLUMBING-HEATING.COOLING CONTRACTORS-NATIONAL ASSOCIATION, 2006)

Tabla 5.3. Caudales para fluxómetro							
Unidades	Caudal			Unidades	Caudal		
	gal/min	l/min	l/s		gal/min	l/min	l/s
10	27,0	102,0	1,69	500	140,29	531,0	8,85
12	28,6	108,3	1,81	600	154,08	583,2	9,72
14	30,5	114,3	1,91	700	167,24	633,0	10,55
16	31,8	120,4	1,99	800	182,30	690,0	11,50
18	33,4	126,0	2,09	900	194,98	738,0	12,30
20	35,0	132,5	2,19	1.000	207,66	786,0	13,10
25	38,0	143,8	2,38	1.100	220,34	834,0	13,90
30	41,0	155,2	2,56	1.200	235,40	891,0	14,85
35	43,8	165,8	2,74	1.300	245,71	930,0	15,50
40	46,5	176,0	2,91	1.400	256,80	972,0	16,20
45	49,0	185,5	3,06	1.500	269,48	1.020,0	17,00
50	51,5	195,0	3,22	1.600	280,58	1.062,0	17,70
60	55,0	208,2	3,44	1.700	293,26	1.100,0	18,50
70	58,5	221,4	3,66	1.800	304,36	1.152,0	19,20
80	62,0	234,7	3,88	1.900	315,45	1.194,0	19,90
90	64,8	245,3	4,05	2.000	323,38	1.224,0	20,40
100	67,5	255,5	4,22	2.100	336,06	1.272,0	21,20
120	72,5	274,4	4,53	2.200	347,16	1.314,0	21,90
140	77,5	293,3	4,84	2.300	358,25	1.356,0	22,60
160	82,5	312,3	5,16	2.400	370,94	1.404,0	23,40
180	87,0	329,3	5,44	2.500	380,45	1.440,0	24,00
200	89,25	337,8	5,63	2.600	391,54	1.482,0	24,70
210	90,36	342,0	5,70	2.700	404,23	1.530,0	25,50
220	92,58	350,4	5,84	2.800	413,74	1.566,0	26,10
230	95,11	360,0	6,00	2.900	423,25	1.602,0	26,70
240	98,28	372,0	6,20	3.000	432,76	1.638,0	27,30
250	100,98	382,2	6,37	3.100	443,86	1.680,0	28,00
260	102,72	388,8	6,48	3.200	454,95	1.722,0	28,70
270	104,62	396,0	6,60	3.300	464,46	1.758,0	29,30
280	106,37	402,6	6,71	3.400	480,32	1.818,0	30,30
290	108,27	409,8	6,83	3.500	489,83	1.854,0	30,90
300	110,01	416,4	6,94	3.600	500,92	1.896,0	31,60
320	113,03	427,8	7,13	3.700	512,02	1.938,0	32,30
340	116,04	439,2	7,32	3.800	521,53	1.974,0	32,90
360	119,21	451,2	7,52	3.900	532,63	2.016,0	33,60
380	122,22	462,6	7,71	4.000	548,48	2.076,0	34,30
400	125,23	474,0	7,90	4.100	553,24	2.094,0	34,90
420	128,24	485,4	8,09	4.200	564,33	2.136,0	35,60
440	131,25	496,8	8,28	4.300	575,43	2.178,0	36,30
460	134,27	508,2	8,47	4.400	584,94	2.214,0	36,90
480	137,28	519,6	8,66	4.500	596,04	2.256,0	37,60

La normativa ecuatoriana indica que, para inodoros, la tubería mínima, para evitar gases y obstrucciones debe ser de 4". Para lavabos y duchas, al no llevar materia residual, se acepta una tubería mínima de 2".

Conociendo el diámetro de la tubería, se propone una pendiente y se obtienen las velocidades y caudales teóricos de las tablas de Manning para tuberías de PVC.

Tabla 3.20 Caudales y velocidades de Manning para tubería de PVC de 3''

Tabla 5.5							
3''		n = 0.009			Manning		
S %	7,93 √s	36,14 √s	250 √S	S %	7,93 √s	36,14 √s	250 √S
	V	Q	F _i		V	Q	F _i
	m/s	l/s	kg/m ²		m/s	l/s	kg/m ²
0,6	0,61	2,80	0,11	5,6	1,88	8,55	1,07
0,7	0,66	3,02	0,13	5,8	1,91	8,70	1,10
0,8	0,71	3,23	0,15	6,0	1,94	8,85	1,14
0,9	0,75	3,43	0,17	6,2	1,97	9,00	1,18
1,0	0,79	3,61	0,19	6,4	2,01	9,14	1,22
1,1	0,83	3,79	0,21	6,6	2,04	9,28	1,26
1,2	0,87	3,96	0,23	6,8	2,07	9,42	1,30
1,3	0,90	4,12	0,25	7,0	2,10	9,56	1,33
1,4	0,94	4,28	0,27	7,2	2,13	9,70	1,37
1,5	0,97	4,43	0,29	7,4	2,16	9,83	1,41
1,6	1,00	4,57	0,30	7,6	2,19	9,96	1,45
1,7	1,03	4,71	0,32	7,8	2,21	10,09	1,49
1,8	1,06	4,85	0,34	8,0	2,24	10,22	1,52
1,9	1,09	4,98	0,36	8,2	2,27	10,35	1,56
2,0	1,12	5,11	0,38	8,4	2,30	10,47	1,60
2,1	1,15	5,24	0,40	8,6	2,33	10,60	1,64
2,2	1,18	5,36	0,42	8,8	2,35	10,72	1,68
2,3	1,20	5,48	0,44	9,0	2,38	10,84	1,71
2,4	1,23	5,60	0,46	9,2	2,41	10,96	1,75
2,5	1,25	5,71	0,48	9,4	2,43	11,08	1,79
2,6	1,28	5,83	0,50	9,6	2,46	11,20	1,83
2,7	1,30	5,94	0,51	9,8	2,48	11,31	1,87
2,8	1,33	6,05	0,53	10,0	2,51	11,43	1,91
2,9	1,35	6,15	0,55	10,5	2,57	11,71	2,00
3,0	1,37	6,26	0,57	11,0	2,63	11,99	2,10
3,1	1,40	6,36	0,59	11,5	2,69	12,26	2,19
3,2	1,42	6,46	0,61	12,0	2,75	12,52	2,29
3,3	1,44	6,57	0,63	12,5	2,80	12,78	2,38
3,4	1,46	6,66	0,65	13,0	2,86	13,03	2,48
3,5	1,48	6,76	0,67	13,5	2,91	13,28	2,57
3,6	1,50	6,86	0,69	14,0	2,97	13,52	2,67
3,7	1,53	6,95	0,70	14,5	3,02	13,76	2,76
3,8	1,55	7,04	0,72	15,0	3,07	14,00	2,86
3,9	1,57	7,14	0,74	15,5	3,12	14,23	2,95
4,0	1,59	7,23	0,76	16,0	3,17	14,46	3,05
4,1	1,61	7,32	0,78	16,5	3,22	14,68	3,14
4,2	1,63	7,41	0,80	17,0	3,27	14,90	3,24
4,3	1,64	7,49	0,82	17,5	3,32	15,12	3,33
4,4	1,66	7,58	0,84	18,0	3,36	15,33	3,43
4,5	1,68	7,67	0,86	18,5	3,41	15,54	3,52
4,6	1,70	7,75	0,88	19,0	3,46	15,75	3,62
4,7	1,72	7,83	0,90	19,5	3,50	15,96	3,71
4,8	1,74	7,92	0,91	20,0	3,55	16,16	3,81
4,9	1,76	8,00	0,93	20,5	3,59	16,36	3,91
5,0	1,77	8,08	0,95	21,0	3,63	16,56	4,00
5,2	1,81	8,24	0,99	21,5	3,68	16,76	4,10
5,4	1,84	8,40	1,03	22,0	3,72	16,95	4,19

Tabla 3.21 Caudales y velocidades de Manning para tubería de PVC de 4''

Tabla 5.6							
4''		n = 0.009			Manning		
S %	9,60√s	77,84√s	250φS	S %	9,60√s	77,84√s	250φS
	V	Q	F _t		V	Q	F _t
	m/s	l/s	kg/m ²		m/s	l/s	kg/m ²
0,4	0,61	4,92	0,10	5,2	2,19	17,75	1,32
0,5	0,68	5,50	0,13	5,4	2,23	18,09	1,37
0,6	0,74	6,03	0,15	5,6	2,27	18,42	1,42
0,7	0,80	6,51	0,18	5,8	2,31	18,75	1,47
0,8	0,86	6,96	0,20	6,0	2,35	19,07	1,52
0,9	0,91	7,38	0,23	6,2	2,39	19,38	1,57
1,0	0,96	7,78	0,25	6,4	2,43	19,69	1,63
1,1	1,01	8,16	0,28	6,6	2,47	20,00	1,68
1,2	1,05	8,53	0,30	6,8	2,50	20,30	1,73
1,3	1,09	8,88	0,33	7,0	2,54	20,59	1,78
1,4	1,14	9,21	0,36	7,2	2,58	20,89	1,83
1,5	1,18	9,53	0,38	7,4	2,61	21,17	1,88
1,6	1,21	9,85	0,41	7,6	2,65	21,46	1,93
1,7	1,25	10,15	0,43	7,8	2,68	21,74	1,98
1,8	1,29	10,44	0,46	8,0	2,72	22,02	2,03
1,9	1,32	10,73	0,48	8,2	2,75	22,29	2,08
2,0	1,36	11,01	0,51	8,4	2,78	22,56	2,13
2,1	1,39	11,28	0,53	8,6	2,82	22,83	2,18
2,2	1,42	11,55	0,56	8,8	2,85	23,09	2,24
2,3	1,46	11,81	0,58	9,0	2,88	23,35	2,29
2,4	1,49	12,06	0,61	9,2	2,91	23,61	2,34
2,5	1,52	12,31	0,64	9,4	2,94	23,87	2,39
2,6	1,55	12,55	0,66	9,6	2,97	24,12	2,44
2,7	1,58	12,79	0,69	9,8	3,01	24,37	2,49
2,8	1,61	13,03	0,71	10,0	3,04	24,62	2,54
2,9	1,63	13,26	0,74	10,5	3,11	25,22	2,67
3,0	1,66	13,48	0,76	11,0	3,18	25,82	2,79
3,1	1,69	13,71	0,79	11,5	3,26	26,40	2,92
3,2	1,72	13,92	0,81	12,0	3,33	26,96	3,05
3,3	1,74	14,14	0,84	12,5	3,39	27,52	3,18
3,4	1,77	14,35	0,86	13,0	3,46	28,07	3,30
3,5	1,80	14,56	0,89	13,5	3,53	28,60	3,43
3,6	1,82	14,77	0,91	14,0	3,59	29,13	3,56
3,7	1,85	14,97	0,94	14,5	3,66	29,64	3,68
3,8	1,87	15,17	0,97	15,0	3,72	30,15	3,81
3,9	1,90	15,37	0,99	15,5	3,78	30,65	3,94
4,0	1,92	15,57	1,02	16,0	3,84	31,14	4,06
4,1	1,94	15,76	1,04	16,5	3,90	31,62	4,19
4,2	1,97	15,95	1,07	17,0	3,96	32,09	4,32
4,3	1,99	16,14	1,09	17,5	4,02	32,56	4,45
4,4	2,01	16,33	1,12	18,0	4,07	33,02	4,57
4,5	2,04	16,51	1,14	18,5	4,13	33,48	4,70
4,6	2,06	16,69	1,17	19,0	4,18	33,93	4,83
4,7	2,08	16,88	1,19	19,5	4,24	34,37	4,95
4,8	2,10	17,05	1,22	20,0	4,29	34,81	5,08
4,9	2,13	17,23	1,24	20,5	4,35	35,24	5,21
5,0	2,15	17,41	1,27	21,0	4,40	35,67	5,33

Se denota a los caudales y velocidades obtenidos de estas tablas como Qo y Vo.

La relación entre el caudal teórico y caudal de Manning permite obtener la relación de velocidades y tirantes en la tubería.

La normativa indica que el tirante máximo permitido en una tubería de desagüe es del %75 del diámetro de la tubería, por tanto, se cumplió la siguiente relación.

$$\frac{Y}{\phi} \leq 0.75 \quad (3.84)$$

La relación presentada se obtiene de la siguiente tabla, entrando con la relación Q/Qo.

Tabla 3.22 Relaciones de manning

Q/Qo	Y/φ	V/Vo	D/φ	A/Ao	Q/Qo	Y/φ	V/Vo	D/φ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025	.540	.587	.881	.487	.610
.020	.099	.327	.067	.051	.550	.594	.886	.494	.618
.030	.126	.366	.086	.073	.560	.600	.891	.502	.626
.040	.148	.398	.102	.092	.570	.600	.891	.502	.626
.050	.168	.426	.116	.110	.580	.613	.901	.518	.642
.060	.185	.450	.128	.127	.590	.619	.905	.526	.650
.070	.200	.473	.140	.143	.600	.625	.910	.534	.658
.080	.215	.495	.151	.157	.610	.632	.915	.542	.666
.090	.228	.515	.161	.172	.620	.638	.919	.550	.674
.100	.241	.534	.170	.185	.630	.644	.924	.559	.681
.110	.253	.553	.179	.199	.640	.651	.928	.561	.689
.120	.264	.564	.180	.211	.650	.657	.933	.575	.697
.130	.275	.575	.197	.224	.660	.663	.937	.585	.704
.140	.286	.586	.205	.236	.670	.670	.942	.595	.712
.150	.296	.596	.213	.248	.680	.676	.946	.604	.720
.160	.306	.606	.221	.259	.690	.683	.950	.614	.727
.170	.316	.616	.229	.271	.700	.689	.954	.623	.735
.180	.325	.626	.236	.282	.710	.695	.959	.633	.742
.190	.334	.636	.244	.293	.720	.702	.963	.644	.750
.200	.343	.645	.251	.304	.730	.709	.967	.654	.757
.210	.352	.655	.258	.314	.740	.715	.971	.665	.765
.220	.361	.664	.266	.325	.750	.721	.975	.677	.772
.230	.369	.673	.273	.335	.760	.728	.978	.688	.780
.240	.377	.681	.280	.345	.770	.735	.982	.700	.787
.250	.385	.690	.287	.355	.780	.741	.986	.713	.795
.260	.393	.699	.294	.365	.790	.748	.990	.725	.802
.270	.401	.707	.300	.375	.800	.755	.993	.739	.810
.280	.409	.715	.307	.385	.810	.761	.997	.753	.817
.290	.417	.724	.314	.394	.820	.768	1.000	.767	.824
.300	.424	.732	.321	.404	.830	.775	1.003	.783	.832
.310	.432	.740	.328	.413	.840	.782	1.007	.798	.839
.320	.439	.747	.334	.422	.850	.789	1.010	.815	.847
.330	.446	.755	.341	.432	.860	.796	1.013	.833	.854
.340	.453	.763	.348	.441	.870	.804	1.016	.852	.861
.350	.460	.770	.354	.450	.880	.811	1.019	.871	.869
.360	.468	.778	.361	.459	.890	.818	1.022	.892	.876
.370	.475	.785	.368	.468	.900	.826	1.024	.915	.883
.380	.482	.792	.374	.476	.910	.834	1.027	.940	.891
.390	.488	.799	.381	.485	.920	.842	1.029	.966	.896
.400	.495	.806	.388	.494	.930	.850	1.032	.995	.906
.410	.502	.813	.395	.503	.940	.858	1.034	1.027	.913
.420	.509	.820	.402	.511	.950	.867	1.036	1.063	.921
.430	.516	.827	.408	.520	.960	.875	1.037	1.103	.928
.440	.522	.833	.415	.528	.970	.884	1.039	1.149	.936
.450	.529	.840	.422	.537	.980	.894	1.040	1.202	.943
.460	.535	.846	.429	.545	.990	.904	1.047	1.265	.951
.470	.542	.853	.436	.553	1.000	.914	1.047	1.344	.958
.480	.549	.859	.443	.562	1.010	.925	1.047	1.445	.966
.490	.555	.865	.450	.570	1.020	.938	1.046	1.584	.974
.500	.561	.861	.458	.578	1.030	.952	1.044	1.803	.982
.510	.568	.866	.465	.586	1.040	.969	1.040	2.242	.991
.520	.574	.871	.472	.594					
.530	.581	.876	.479	.602					

Por otro lado, es importante conocer las unidades de descarga máximas que pueden satisfacer los distintos tamaños de tubería, tanto para bajantes y para colectores horizontales. Los límites se presentan a continuación.

Tabla 3.23 Número máximo de unidades para bajante

ϕ	Bajante	Más de 3 pisos	
	Hasta 3 pisos	Total por bajante	Total por piso
3	30	60	16
4	240	500	90
6	960	1900	350
8	2200	3600	600
10	3800	5600	1000
12	6000	8400	1500

Se conoce que la vivienda estudiada solamente tiene 2 pisos, por lo que la columna de interés es únicamente la primera.

Tabla 3.24 Número máximo de unidades para ramales horizontales

ϕ''	Un.	Q l/s
3	20	2,19
4	160	5,16
6	620	10,30
8	1400	23,40

En las siguientes ilustraciones se muestra la numeración de los colectores para el cálculo

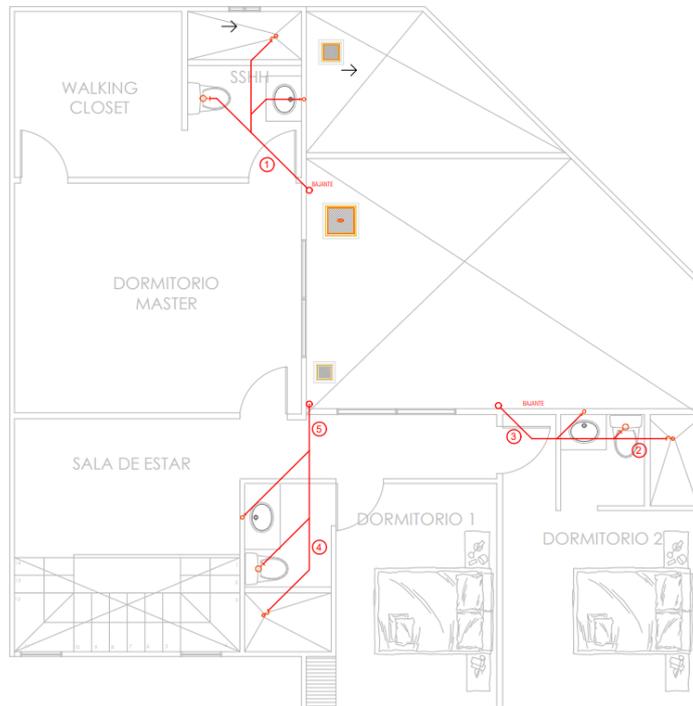


Figura 3.47 Numeración de tuberías de AASS PA (Alvia y Martínez, 2023)

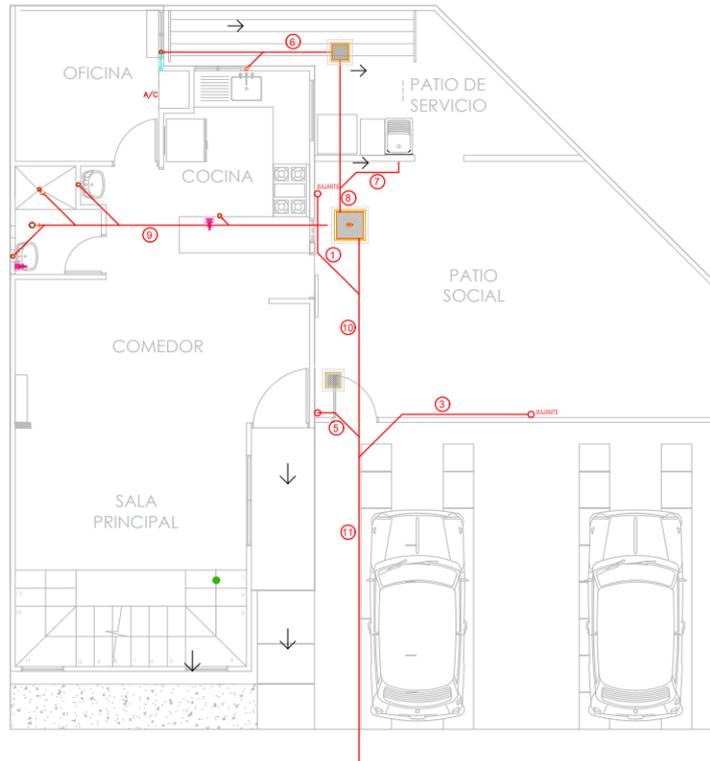


Figura 3.48 Numeración de tuberías AASS PB (Alvia y Martínez, 2023)

En las figuras se aprecian los aparatos sanitarios que abastece cada tramo. A continuación, se presenta el resumen de los cálculos en la siguiente tabla.

Tabla 3.25 Cálculo de colectores horizontales de AASS (Alvia y Martínez, 2023)

Colectores Horizontales													
Colector	UEH			q l/s	Diametro in	S %	Qo l/s	Vo m/s	Q/Qo	V/Vo	Y/phi	Y/phi ≤ 0.75	
	Propias	Acum	Max										
1	6	6	160	1.69	4"	1	7.78	0.96	0.217	0.664	0.361	OK	
2	2	2	20	1.69	3"	0.76	3.23	0.71	0.523	0.871	0.574	OK	
3	4	6	160	1.69	4"	1	7.78	0.96	0.217	0.664	0.361	OK	
4	2	2	160	1.69	4"	1	7.78	0.96	0.217	0.664	0.361	OK	
5	4	6	160	1.69	4"	1	7.78	0.96	0.217	0.664	0.361	OK	
6	1	1	20	1.69	3"	1	3.61	0.79	0.468	0.853	0.542	OK	
7	1	1	20	1.69	3"	1	3.61	0.79	0.468	0.853	0.542	OK	
8	0	2	20	1.69	3"	1	3.61	0.79	0.468	0.853	0.542	OK	
9	6	6	160	1.69	4"	1	7.78	0.96	0.217	0.664	0.361	OK	
10	0	14	160	1.91	4"	1	6	0.96	0.318	0.39	0.385	OK	
11	0	26	160	2.38	4"	1	7.78	0.96	0.306	0.732	0.424	OK	

Para las bajantes, se puede evidenciar que existen 3, sin embargo, las 3 abastecen a baños completos, es decir a 6 unidades de descarga, por tanto, un diseño cumple para todas.

Tabla 3.26 Obtención del diámetro para las bajantes (Alvia y Martínez, 2023)

Bajadas	Piso servido	Por piso	Total	Max	L	Diametro
	u	unidades	unidades	unidades	m	in
Bajada Tipo	2	6	6	240	2.88	4"

3.1.16 Diseño de instalaciones eléctricas

Las instalaciones de la vivienda constan únicamente de puntos de tomacorrientes de 110 V y 220 V y luminarias. Tomando en cuenta los circuitos actuales y agregando los nuevos, se presenta la siguiente tabla con su descripción.

Tabla 3.27 Descripción de circuitos de la vivienda (Alvia y Martínez, 2023)

Circuito	Puntos	Espacio	Tipo
A1	11	Luminarias PB	Luz
A2	10	Luminarias PA	Luz
T1	4	Tomas sala y cocina	T/C 120V
T2	4	Tomas oficina,sala y baño	T/C 120V
T3	1	Cocina	T/C 220V
T4	1	A/C oficina	T/C 220V
T5	1	Aire Sala	T/C 220V
T6	4	Tomas PA	T/C 120V
T7	6	Tomas PA	T/C 120V
T8	1	A/C master	T/C 120V
T9	1	A/C dorm 2	T/C 220V
T10	1	A/C dorm 1	T/C 220V

Las conexiones que requieren un voltaje de 220 son los aires acondicionados y la cocina, los demás puntos tanto para luminarias y tomacorrientes tienen un voltaje de 110 V.

La normativa indica que la potencia de diseño mínima para luminarias es de 100 W y para tomacorrientes de 200 W. En cuanto a aires acondicionados se toman valores correspondientes a los productos del mercado actual.

La corriente necesaria se calcula mediante la siguiente expresión

$$I (A) = \frac{\text{Potencia (W)}}{\text{Voltaje (V)}} \quad (3.85)$$

La normativa indica que, para dimensionar los cables eléctricos, es necesario incrementar la corriente del breaker en un 25%, con la intención de prevenir cualquier falla o cortocircuito.

La NEC, es su capítulo de instalaciones eléctricas recomienda los siguientes límites para el dimensionamiento de cables.

- Circuitos de iluminación
 - a) El calibre del conductor del neutro deberá ser igual que el de las fases
 - b) Sección mínima de cable de:14 AWG (fase, neutro y tierra)
- Circuitos de tomacorrientes
 - a) El calibre del conductor neutro deberá ser igual que el de las fases
 - b) Sección mínima de cable: 12 AWG (Fase y neutro)

Así mismo, la normativa presenta la siguiente tabla con respecto a las capacidades máximas de cada cable.

Tabla 3.28 Capacidad en función del calibre del conductor

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Ref: Tabla 210.24 National Electrical Code

A continuación, se presentó la tabla con los cálculos resumidos y los calibres de cable y tuberías necesarios para las instalaciones.

Tabla 3.29 Cálculo de cables y tuberías para instalaciones eléctricas (Alvia y Martínez, 2023)

Circuito	Fase	Voltaje (V)	Puntos	Potencia Unitraria (W)	Potencia Total (W)	Corriente (A)	Breaker (A)	Cables AWG		Tubo (PVC)
								Corriente incrementada (125%)	Cables	
A1	A	110	11	100	1100.00	10.00	15.00	12.50	1L#14 + 1N#14 + 1T#14	3/8"
A2	B	110	11	100	1100.00	10.00	15.00	12.50	1L#14 + 1N#14 + 1T#14	3/8"
T1	A	110	4	200	800.00	7.27	15.00	9.09	1L#12 + 1N#12 + 1T#14	3/8"
T2	B	110	4	200	800.00	7.27	15.00	9.09	1L#12 + 1N#12 + 1T#14	3/8"
T3	AB	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#12 + 1T#14	3/8"
T4	BA	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#12 + 1T#14	3/8"
T5	AB	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#12 + 1T#14	3/8"
T6	B	110	4	200	800.00	7.27	15.00	9.09	1L#12 + 1N#12 + 1T#14	3/8"
T7	A	110	6	200	1200.00	10.91	15.00	13.64	1L#12 + 1N#12 + 1T#14	3/8"
T8	BA	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#12 + 1T#14	3/8"
T9	AB	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#12 + 1T#14	3/8"
T10	BA	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#12 + 1T#14	3/8"

Sumando la potencia total generada por cada circuito y dividiendo para el voltaje de 110 y 220 respectivamente, se obtiene una demanda de corriente total de 78.45 amperios, por tanto, el breaker principal propuesto es de 80 amperios.

3.2 Especificaciones técnicas

3.2.1 Normas, códigos y reglamentos de diseño

- AISC-358 Prequalified connections for special and intermediate steel moment frames for seismic applications.
- AISC-360-10 Specification for structural steel buildings
- NEC-SE-DS Peligro sísmico – diseño sismorresistente
- NEC-SE-CG: Cargas (No sísmicas)
- NEC-SE-GM: Geotécnica y diseño de cimentaciones
- ACI 318 Building code requirements for structural concrete
- NEC-11-16 Norma hidrosanitaria NHE agua
- NEC-SB-IE Instalaciones Eléctricas

3.2.2 Especificaciones para estructura de cimentación

- Acero de refuerzo corrugado bajo normativa NTE INEN 2167
- Resistencia de acero de refuerzo Gr60 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Las barras de estribo y amarre deberán ser dobladas alrededor de un pasador que tenga un diámetro no menor de 40 mm para barras de 10 mm; 50 mm para barras de 12 mm; 60 mm para barras de 14 mm.
- Hormigón con una resistencia de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.
- Los bulones de anclaje deberán cumplir el diámetro indicado en el plano, tendrán una longitud vertical de 16 cm y una pata de 9 cm.
- Los pernos de anclaje deberán cumplir la normativa ASTM A325.
- Placa base de acero grado A50 con una resistencia $F_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$

3.2.3 Especificaciones para estructura metálica

- Elementos estructurales de vigas de entrepiso y columnas de acero ASTM A36 $F_y = 36 \text{ Ksi}$

- Las soldaduras para uniones de elementos estructurales deberá realizarlas un soldador calificado en conexiones precalificadas.
- En soldaduras, se implementarán electrodos E60XX y E70XX.
- Las correas se conforman de tubos estructurales que deberán cumplir la normativa NTE INEN 2415
- Los elementos de vigas de entepiso, vigas de cubierta y columnas no se obtienen de catálogos, serán perfiles armados en taller que cumplan con las características del punto 1.

3.2.4 Especificaciones técnicas para instalaciones residenciales

- Las tuberías de las instalaciones residenciales serán de material PVC
- Para el sistema de agua potable se implementará tubería PVC roscable con unión tipo NTP y sello de calidad NTE INEN 2497
- Para el sistema de desagüe se implementarán tuberías de PVC bajo sello de calidad NTE INEN 1374
- Las juntas en tuberías de agua servida serán mediante cemento solvente.
- Las tuberías de agua sanitarias deberán conectarse siempre con un ángulo de 45°.
- El drenaje de aguas lluvias y A/C se conectarán a una caja de registro sin fondo.
- Los tomacorrientes e interruptores serán de PVC.
- Los cables conductores de electricidad serán de cobre tipo AWG.
- Las tuberías del sistema eléctricos serán de PVC rígido, fabricante recomendado: plastigama.
- Se deberá verificar el aterramiento del tablero, caso contrario, colocar.

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El trabajo consiste en la ampliación de una vivienda, a partir de una estructura que fue construida con el sistema constructivo FORSA, o muros portantes. Este proceso incluye la demolición de algunos muros para la ampliación de las áreas del hogar y añadir una segunda planta, utilizando el sistema tradicional de pórticos resistentes a momento con estructuras metálicas. Este proyecto tuvo como objetivo la optimización del espacio disponible para la construcción de ciertas obras, principalmente urbanas, las cuales pueden utilizar las estructuras que fueron previamente edificadas dentro de su diseño, haciendo referencia al ODS número 11: “Ciudades y comunidades sostenibles”, el cual contribuye a evitar la expansión urbana descontrolada al aprovechar el espacio disponible en áreas ya urbanizadas y promoviendo el desarrollo de comunidades sostenibles y cohesionadas.

Por otro lado, el proyecto también se puede vincular con el ODS 12: “Producción y consumo responsables”, que se relaciona con la ampliación de viviendas debido a su enfoque sostenible y eficiente en el uso de recursos. Al ampliar una vivienda existente, en lugar de construir una nueva desde cero, se reduce la demanda de nuevos materiales y se minimiza el impacto ambiental asociado con la extracción y producción de estos recursos.

4.2 Línea base ambiental

Dentro del estudio de impacto ambiental (EIA) es necesario determinar todos los factores que pueden ser afectados debido al proyecto, debido a que su correcta identificación podrá ayudar a predecir sus impactos y, por consiguiente, lo necesario para su mitigación. Estas características socioambientales se clasifican en medio físico, que incluye al clima, temperatura, terreno, etc.; medio biológico, el cual implica a la flora y fauna silvestre de la zona; y por último el medio humano, que envuelve cualquier actividad socioeconómica, social y cultural de la comunidad del sector.

4.2.1 Medio físico

4.2.1.1 Clima y temperatura

Según los datos obtenidos del Ministerio del Ambiente del Ecuador, la temperatura más alta registrada en la ciudad de Guayaquil es de 28.6 °C en el mes de abril, y la temperatura mínima es de 20.6 °C en el mes de agosto. En adición a esto, el promedio mensual de precipitación durante el año es de 193 mm, siendo el mes de marzo el de mayor intensidad, 395mm por mes. La diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 338 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es de 2.3 °C. (INAMHI, 2022)

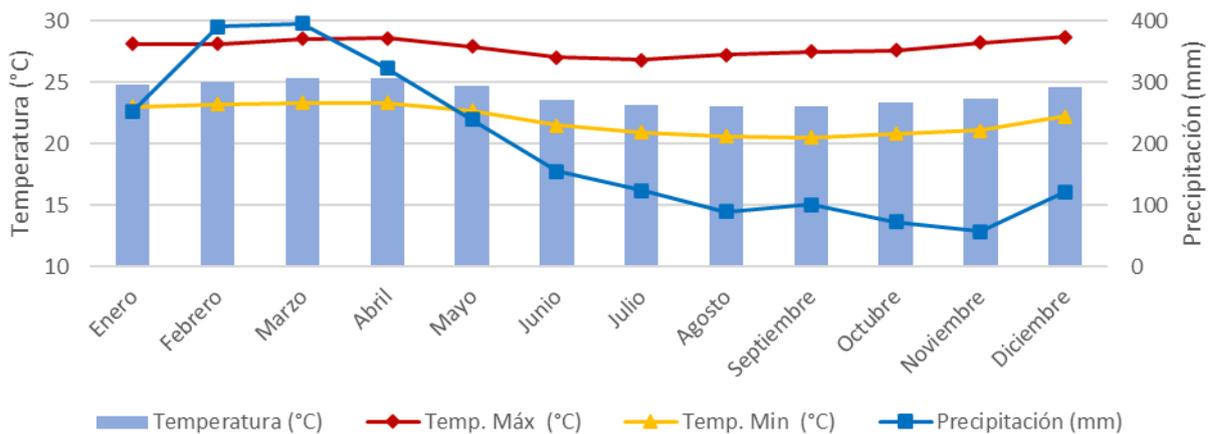


Figura 4.1 Variación mensual de temperatura y precipitación (INAMHI, 2023)

4.2.1.2 Tipo de suelo

El estrato natural es de material arcilloso gris verdoso de granos finos, siendo este abundante en especies vegetales y material orgánico. La urbanización Ciudad Santiago se encuentra ubicada a las orillas del río Daule, aproximadamente a una altura de 2,900 m.s.n.m. La figura 4.2 muestra que los sedimentos orgánicos que se encuentran cerca del río Daule son de origen marino, en donde se pueden encontrar depósitos de calcio (INAMHI, 2022).

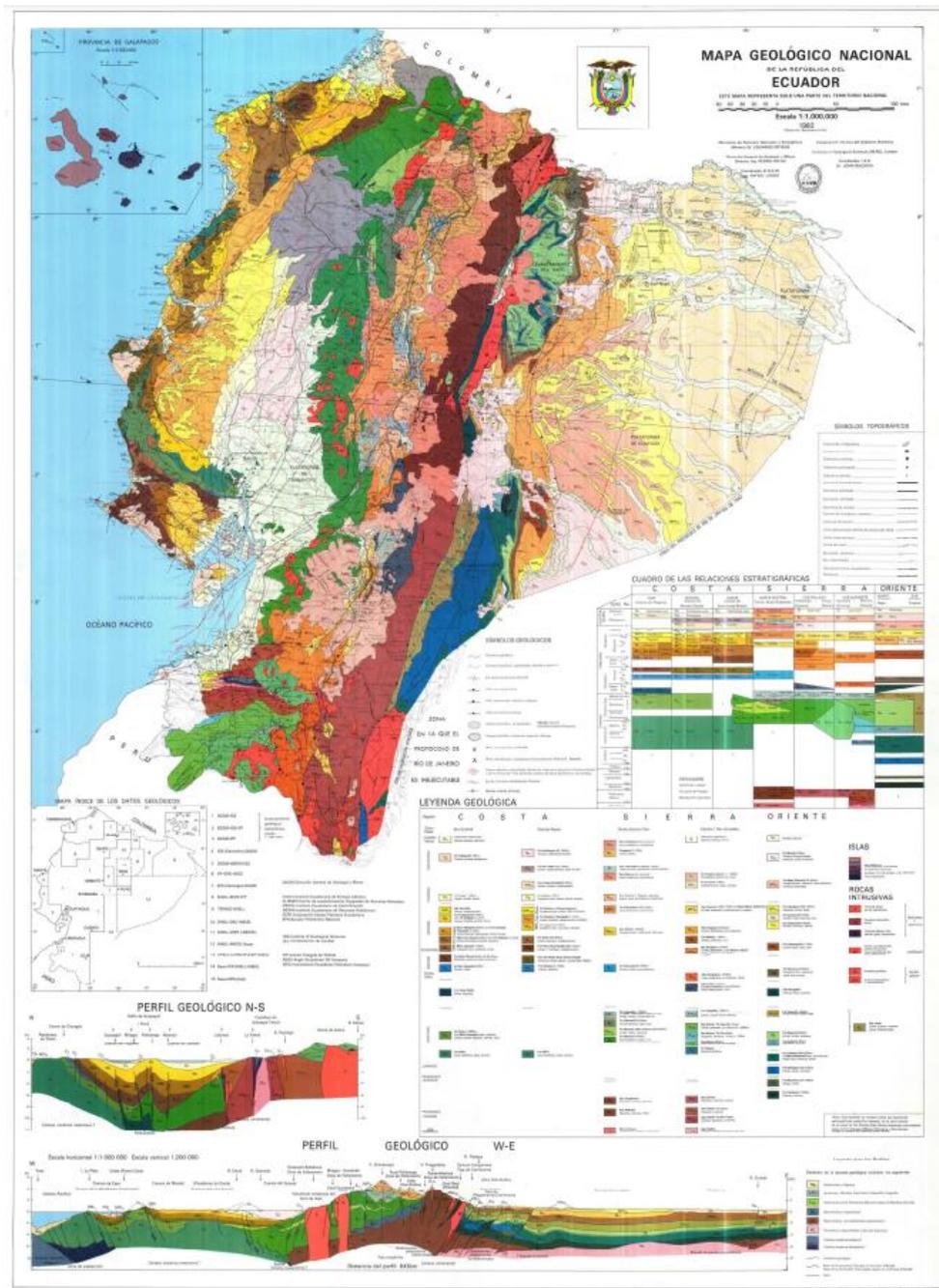


Figura 4.2 Mapa geológico del Ecuador (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 1982)

El terreno natural fue mejorado con material granular de relleno, terminando con un espesor de 1,2 m. Este terraplén fue compactado y está soportado por su propio peso, por lo que no fue necesario un muro de contención para mantener su estabilidad estructural.

4.2.1.3 Calidad del agua

La ciudadela en donde se ubica la obra cuenta con los servicios de agua potable y alcantarillado brindados por la empresa Interagua. El agua potable que llega al sector en mención proviene del complejo la Toma, con capacidad de potabilización de 952.000 m³/día, ubicada a 26,5 Km. al norte de la ciudad.

El sistema de tratamiento del agua cruda está integrado por la planta Convencional, planta Lurgi y la planta Nueva(Chang Gómez, 2007). Como el autor lo explica en su reporte, el programa de monitoreo ambiental comprende el resultado de análisis de muestras colectadas mensualmente en diferentes puntos de los ríos Daule y Guayas, el cual tiene que cumplir con los datos que el Instituto Ecuatoriano de Normalización establece y que se presentan en la tabla 4.

Tabla 4.1 1 Límites máximos permisibles de parámetros del agua potable y muestreo de salida de la planta de tratamiento (INEN, 2006)

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁX. PERMISIBLE
Color	UTC	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-	No objetable
Sabor	-	No objetable
pH	-	6,5-8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Coliformes totales	NMP/100ml	0
Sulfatos	mg/l	200
Nitratos	mg/l	10
Cloruros	mg/l	250
Cloro residual libre	mg/l	0,3-1,5

4.2.2 Medio biológico

4.2.2.1 Flora y Fauna silvestre

La ubicación de la ciudadela nos indica la presencia de especies nativas de bosques secos tropicales y manglares. Dentro de la flora silvestre de la zona, existen

especies arbóreas como el ceibo, amarillo, palo santo, Fernán Sánchez, higuerón, pigío, etc. Así mismo, se pueden encontrar especies de arbustos como crucita, moyuyo de montaña, arrayán, sierrilla, etc. No obstante, al ser una zona urbana en crecimiento, se tienen especies introducidas por el hombre, como palmeras, flores y árboles frutales.

Con respecto a la fauna silvestre, las especies animales características de la zona son mapaches, ciervos de cola blanca, perezosos, osos hormigueros, periquitos, etc. De igual manera, la presencia del ser humano ha traído especies invasoras como animales domésticos y ganado.

4.2.3 Medio socioeconómico y humano

La urbanización brinda al público varios modelos a la venta a precios módicos, pero este precio es debido a la ubicación lejana a la ciudad de Guayaquil; asimismo, como se ha explicado anteriormente, el poco espacio habitable de estos modelos son los responsables de sus bajos precios. Las ampliaciones de las viviendas van a depender directamente del poder adquisitivo del usuario, siendo el caso actual del cliente, que tuvo la oportunidad de adquirir un área libre contigua.

Actualmente los usuarios de dicha vivienda son una pareja sin hijos, lo que les da la oportunidad, tanto económica como social, de poder realizar este proyecto. Sus planes de crecimiento a nivel familiar fueron el desencadenante para esta decisión, siendo la más accesible actualmente en comparación con los costos de otros domicilios en la ciudad de Guayaquil.

4.3 Actividades del proyecto

4.3.1 Transporte y movilización de materiales

Se inicia con el transporte de las herramientas y materiales que se van a utilizar para el proyecto. Estos vehículos generalmente son camionetas de transporte de tamaño mediano, debido a la amplitud de la obra.

El impacto ambiental generado por esta actividad se focaliza en la generación de polvo y gases como CO₂ por el uso de los vehículos. En adición a esto, el impacto social se centraliza más en el ruido producto del traslado del material, afectando la seguridad y salud de los operarios y obreros, así como un daño mediano a estructuras como la acera, el pavimento de la urbanización, entre otros.

4.3.2 Excavación para estructuras menores

Consiste en la excavación del terreno y en cualquier condición de trabajo necesario para la construcción de estructuras menores, sobre todo, en la conformación de los nuevos plintos aislados. Antes de ejecutar la excavación para las estructuras, deben realizarse las operaciones necesarias de limpieza.

Esta actividad genera polvo, acumulación de material residual al momento de excavar y ruido por el uso de maquinaria como, por ejemplo, martillos mecánicos.

4.3.3 Desalojo a mano

Esta actividad incluye la limpieza de materiales orgánicos o indeseables encontrados en el terreno para la ubicación de estructuras que componen el proyecto. La poca vegetación presente en el terreno se almacena en bolsas de basura para su futura evacuación por parte del servicio de recolección de la Municipalidad de Guayaquil.

4.3.4 Estructuras de acero

La instalación de estructuras de acero implica el montaje, ensamblaje, soldadura y acabado de los elementos. El montaje entre el acero y elementos de hormigón armado ya existentes provoca polvo y ruido, mientras que los trabajos de soldadura para las conexiones dan como resultado la presencia de escombros y desperdicios. Además, de gases como monóxido de carbono (CO), ozono y óxido nitroso (NO). Por último, el acabado de pintura anticorrosiva puede causar problemas de salud respiratorios a los obreros sin las debidas medidas de seguridad y contaminación del aire.

4.3.5 Instalaciones

Se procede con la realización de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias. En el caso de las instalaciones eléctricas, se lleva a cabo la colocación de conductores, interruptores, enchufes y otros elementos necesarios para el suministro de energía eléctrica. En cuanto a las instalaciones hidrosanitarias, se realiza la colocación de tuberías, grifos, inodoros y otros componentes necesarios para el suministro de agua potable y la gestión adecuada de aguas residuales. Durante este proceso se generan residuos como cables sobrantes, envoltorios de materiales plásticos, envases de pegamentos para tuberías y otros materiales usados en la instalación.

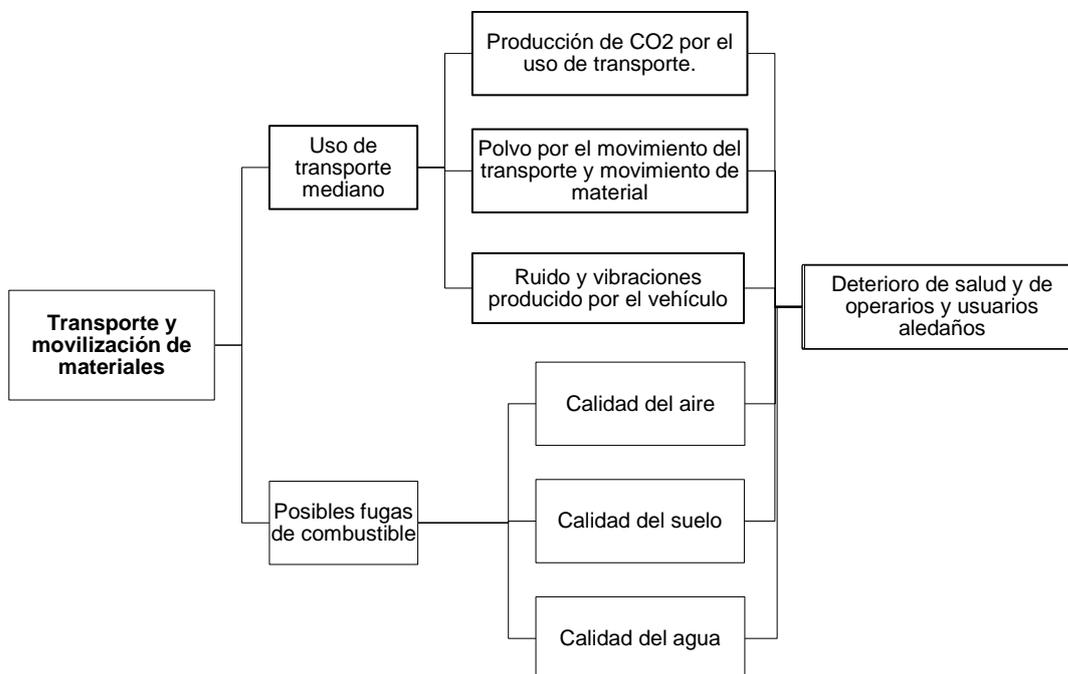
4.3.6 Desalojo y limpieza para entrega de obra

Esta última actividad comprende en el manejo de todos los residuos generados durante la obra, ya sean orgánicos e inorgánicos. El impacto generado se basa en el aumento de polvo, ruido y resto de residuos tóxicos como pegamentos y pinturas; y no tóxicos como envases plásticos o de vidrio.

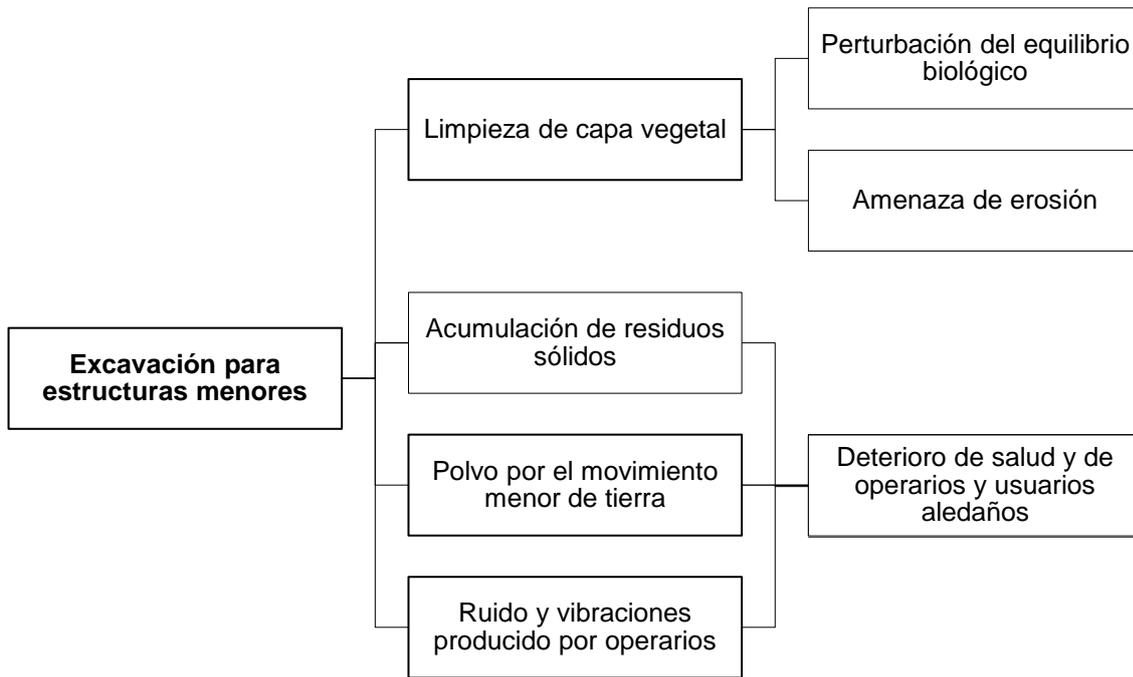
4.4 Identificación de impactos ambientales

A partir de la descripción de cada una de las actividades del proyecto, se procede a distinguir cada uno de los impactos producidos con respecto a la línea de base ambiental anteriormente propuesta. Se inicia con la identificación cualitativa de cada impacto con respecto a sus actividades y se realizan los diagramas de flujos para su descripción.

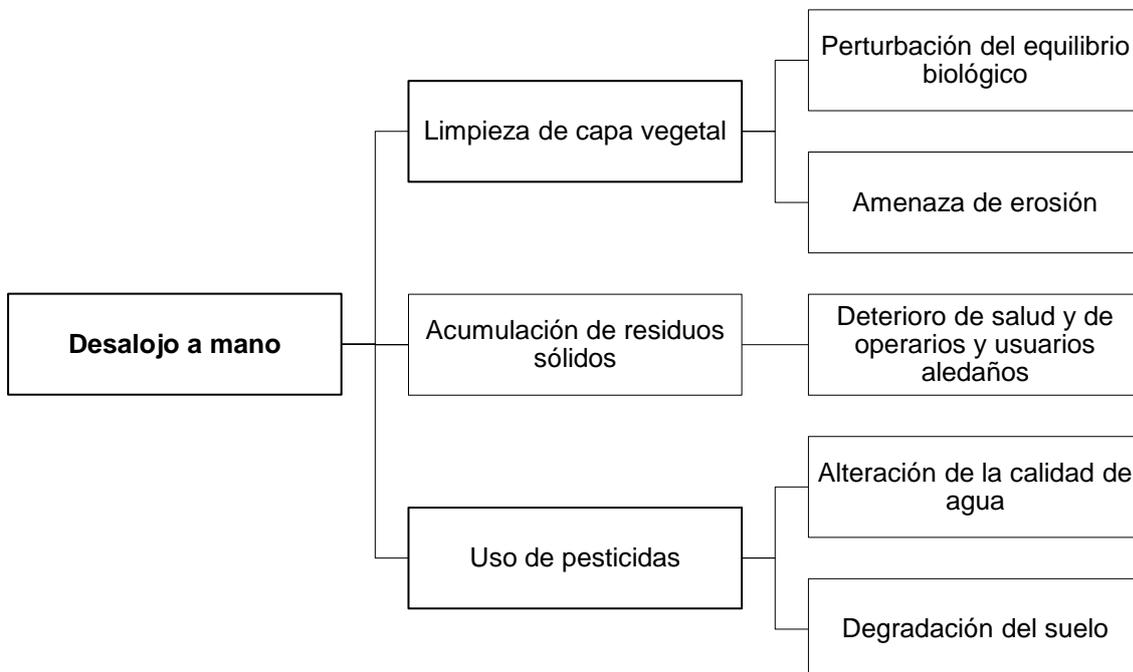
4.4.1 Impactos producidos por la actividad de transporte y movilización de materiales



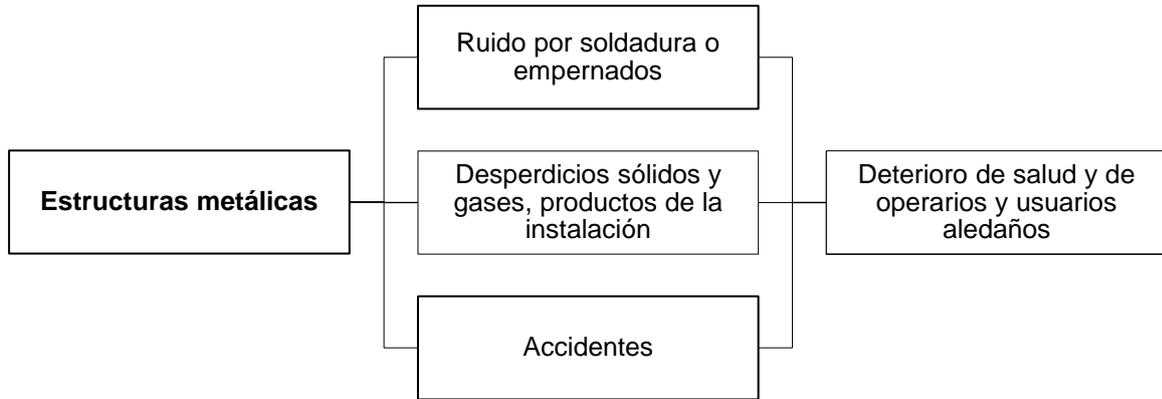
4.4.2 Impactos producidos por excavaciones para estructuras menores



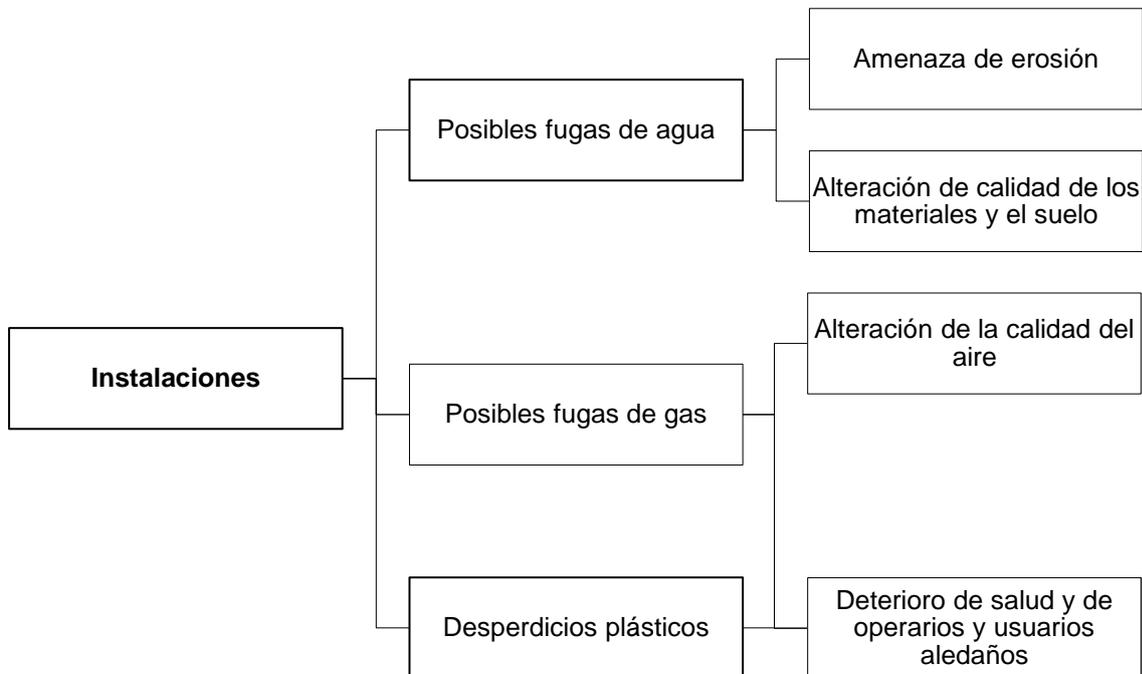
4.4.3 Impactos producidos por el desalojo a mano



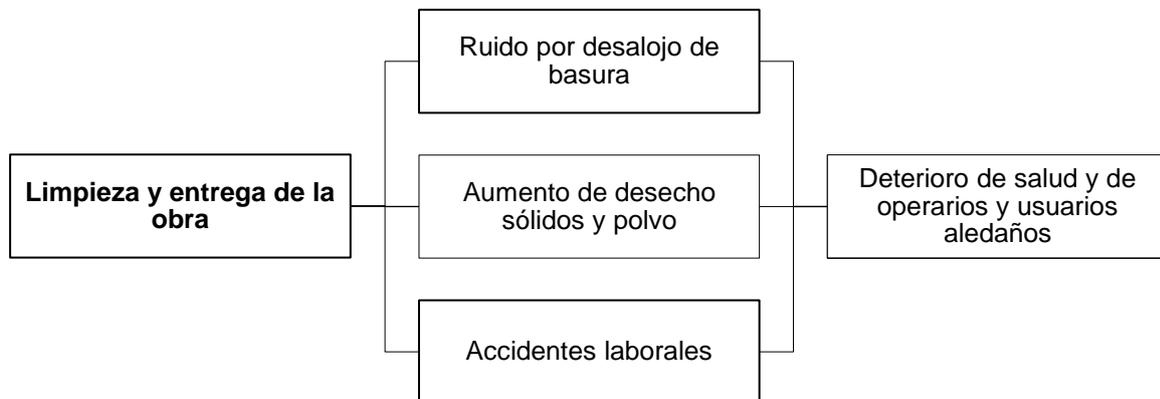
4.4.4 Impactos producidos por el uso de estructuras metálicas



4.4.5 Impactos producidos por instalaciones de sistemas eléctricos e hidrosanitarios



4.4.6 Impactos producidos por la limpieza y entrega de la obra



4.4.7 Matrices causa y efecto

El método por utilizar es conocido como la matriz de Leopold, que consiste en una matriz de doble entrada que tiene como como filas a todos los factores ambientales afectados, o cómo se ha nombrado anteriormente, la “línea de base ambiental”; y como columnas a todas las actividades que tendrán lugar en el proyecto (Coria, 2008). La Figura 4.3 ilustra de manera resumida la composición de la matriz.

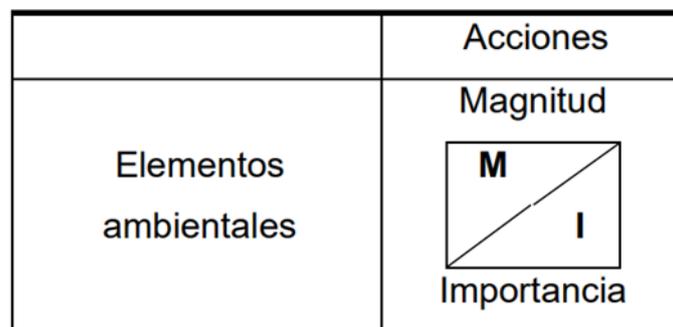


Figura 4.3 Matriz de Leopold (Martínez y Alvia, 2023)

Los dos criterios que establece la matriz son magnitud e importancia. En la parte superior se coloca el valor de magnitud en una escala del 1 al 10, precedido del signo “+” si el impacto es positivo, o “-” si es negativo. Por otra parte, en la parte inferior se coloca el valor de importancia, también en escala del 1 al 10, siendo que la ponderación

sea lo más objetiva posible (Coria, 2008). Se han definido tres criterios para una calificación del nivel de importancia:

- **Extensión (E):** Sector en donde se estudia la acción.
- **Duración (D):** El tiempo que la acción vaya a impactar dentro del proyecto.
- **Reversibilidad (R):** Criterio propio de si la acción va a generar un daño que se mantiene o pueda ser reparado.

En la tabla 4. se determinó un rango para cada uno de los criterios expuestos.

Tabla 4.2 Escala de valoración de Importancia y Magnitud (Tito, 2020)

Criterio	Rango		
	1-4	5	6-10
Extensión	Puntual-Particular	Local	Generalizada-Regional
Duración	Esporádica-Temporal	Periódica	Recurrente-Permanente
Reversibilidad	Reversible	Debatible	Irreversible

Así mismo para determinar la calificación de la importancia, los factores y el peso asignado son los siguientes:

Tabla 4.3 Valores de peso para la valoración de importancia (Alvia y Martínez, 2023)

Criterio	Peso
Extensión	0.40
Duración	0.3
Reversibilidad	0.3

Los valores definidos en las tablas 4.2 y 4.3 se utilizan en la siguiente expresión para poder determinar el valor de importancia.

$$Imp = WE * E + WD * D + WR * R \quad (4.1)$$

Donde:

- WE: Peso de extensión
- E: Valor de extensión
- WD: Peso de duración
- D: Valor de duración

- WR: Peso de reversibilidad
- R: Valor de Reversibilidad

Lo que dio como resultado la siguiente matriz:

Tabla 4.4 Matriz de Leopold para identificación de impactos ambientales. (Alvia y Martínez, 2023)

MATRIZ DE LEOPOLD			ACTIVIDADES DE PROYECTO						SUBTOTAL POSITIVOS	SUBTOTAL NEGATIVOS	TOTAL	
			TRANSPORTE Y MOVILIZACIÓN DE MATERIALES	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS MENORES	DESALOJO A MANO	ESTRUCTURAS DE ACERO	INSTALACIONES	LIMPIEZA PARA ENTREGA DE OBRA				
LINEA DE BASE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	Tierra	Tipo de terreno y suelo	-3 4	-1 6,2	-1 2,3		-3 2,3		0	4	4
		Agua	Superficial y distribuida	-3 6	-3 5,6	-5 2,3	-3 4,3	-3 3,3	-1 2,3	0	6	6
		Atmósfera	Temperatura y calidad del aire	-5 6	-3 5,6	-3 1,4	-5 5,6	-1 2,3	-1 3,3	0	6	6
	MEDIO BIOLÓGICO	Flora	Árboles	-5 6		-1 1,4			-1 2,3	0	3	3
			Arbustos	-3 6	-1 4,3	-3 3,3			-1 2,3	0	4	4
		Fauna	Aéreos		-1 4,3	-1 2,3				0	2	2
			Acuáticos		-1 4,3	-1 2,3				0	2	2
			Terrestres	-3 7	-1 4,3	-1 2,3				0	3	3
	MEDIO HUMANO Y SOCIOCULTURAL	Uso de la tierra	Área Comercial	3 7	2,5 3,3				1 5,6	3	0	3
			Bosques	-5 7	-5 4,3				-1 1,4	0	3	3
			Agricultura	3 7	-5 5,6				-1 1,4	1	2	3
		Aspectos Culturales	Patrones culturales (estilo de vida)	5 3	-5 6,6	1 1,4	-5 6,6	-1 4,3	2,5 5,6	3	3	6
			Empleo	5 3	5 3,3	1 3,3	2,5 3,3	1 3,3	-1 3,3	5	1	6
			Salud y seguridad	-5 7	-5 4,3	1 1,4	-3 7,3	-1 4,3	-1 4,3	1	5	6
		Actividades humanas	Red de transporte	8 7	-3 5,6	1 1,4				2	1	3
			Manejo de residuos	3 7	-3 4,3	1 1,4	-3 6,6	-1 3,3	-1 4,3	2	4	6
SUBTOTAL POSITIVOS			6	2	5	1	1	2	17			
SUBTOTAL NEGATIVOS			8	13	8	5	6	9		49		
TOTAL			14	15	13	6	7	11			66	

4.5 Valoración de impactos ambientales

La valoración de cada uno de los impactos ambientales va a depender directamente de la expresión 4.2, el cual relaciona al valor de importancia y magnitud de la siguiente manera:

$$IA = \pm\sqrt{Importancia * |Magnitud|} \quad (4.2)$$

A partir de los valores que arrojen cada una de las celdas de la matriz, se definen las actividades que tengan mayor impacto ambiental dentro la línea de base ambiental anteriormente definida. En adición a esto, la tabla 4. expone rangos para la valoración cualitativa del IA.

Tabla 4.5 Escala de valoración cualitativa (Tito, 2020)

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

Los valores presentados en color verde están entre el rango de despreciable y benéfico, los que están en amarillo se encuentran en significativo y los rojos en altamente significativo.

Tabla 4.6 Matriz de impacto ambiental (Alvia y Martínez, 2023)

MATRIZ DE LEOPOLD				ACTIVIDADES DE PROYECTO						SUBTOTAL POSITIVOS	SUBTOTAL NEGATIVOS	TOTAL
				TRANSPORTE Y MOVILIZACIÓN DE MATERIALES	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS MENORES	DESALJO A MANO	ESTRUCTURAS DE ÁCERO	INSTALACIONES	LIMPIEZA PARA ENTREGA DE OBRA			
LINEA DE BASE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	Tierra	Tipo de terreno y suelo	-3,28	-2,49	-1,52	0,00	-2,40	0,00	0	9,68	9,6832
		Agua	Superficie y distribución	-3,74	-3,74	-3,39	-3,28	-2,87	-1,52	0	18,54	18,542
		Atmósfera	Temperatura y calidad	-5,57	-3,74	-1,87	-5,29	-1,52	-1,82	0	19,80	19,805
	MEDIO BIOLÓGICO	Flora	Árboles	-5,52	0,00	-1,18	0,00	0,00	-1,52	0	8,22	8,2225
			Arbustos	-3,91	-2,07	-2,87	0,00	0,00	-1,52	0	10,37	10,368
		Fauna	Aéreos	0,00	-2,07	-1,52	0,00	0,00	0,00	0	3,59	3,5902
			Acuáticos	0,00	-2,07	-1,52	0,00	0,00	0,00	0	3,59	3,5902
			Terrestres	-4,27	-2,07	-1,52	0,00	0,00	0,00	0	7,86	7,8622
		MEDIO HUMANO Y SOCIOCULTURAL	Uso de la tierra	Área Comercial	4,06	2,87	0,00	0,00	0,00	2,37	9,30	0
	Bosques			-6,04	-4,64	0,00	0,00	0,00	-1,18	0	11,86	11,862
	Agricultura			4,30	-5,29	0,00	0,00	0,00	-1,18	4,30	6,47	10,776
	Aspectos Culturales		Patrones culturales (estilo de vida)	4,06	-5,74	1,18	-5,74	-2,07	3,74	8,99	13,56	22,55
			Empleo	4,06	4,06	1,82	2,87	1,82	-1,82	14,63	1,82	16,446
			Salud y seguridad	-5,74	-4,64	1,18	-4,27	-2,07	-2,07	1,18	18,80	19,984
	Actividades humanas		Red de transporte	7,40	-3,74	1,18	0,00	0,00	0,00	8,58	3,74	12,324
			Manejo de residuos	4,27	-3,28	1,18	-4,06	-1,82	-2,07	5,46	11,23	16,686
	SUBTOTAL POSITIVOS				28,16	6,93	6,55	2,87	1,82	6,11	52,44	
SUBTOTAL NEGATIVOS				38,07	45,60	15,38	22,65	12,75	14,70		149,15	
TOTAL				66,23	52,53	21,93	25,52	14,57	20,80		201,59	

Por último, para definir el impacto ambiental de la obra de manera general, solo debemos dividir el valor del total de la matriz de IA con el número total de impactos identificados.

$$Impacto = \frac{201.59}{66} = 3.054$$

El nivel de impacto ambiental de nuestro proyecto es de 3.054, siendo que está dentro del rango de benéfico y despreciable. Cabe recalcar que este nivel bajo de IA se debe al tamaño reducido que tendrá el proyecto durante su fase de construcción.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

4.6.1 Plan de manejo de control de residuos sólidos

Los desechos sólidos que se producen durante la fase de construcción del proyecto pueden originar impactos ambientales significativos, además de problemas de salud, tanto para los trabajadores como para los habitantes.

4.6.1.1 Almacenamiento

La tabla 4.7 muestra la clasificación de los residuos según su material y tipo de almacenamiento recomendado.

Tabla 4.7 Clasificación de residuos (Alvia y Martínez, 2023)

	RESIDUO	
	PELIGROSO	NO PELIGROSO
ETAPA CONSTRUCTIVA	Restos de tubos	Mortero
	Restos de combustible	
	Aceites usados	Bolsas plásticas
	Envases de pintura	
	Escombros de soldadura	Madera para encofrados
	Restos de aceites	

El encargado del control de residuos sólidos es el contratista, el cual deberá realizar el almacenamiento en recipientes de material resistente a los residuos sólidos. Adicionalmente, en el caso de derrame de fluidos contaminantes, se debe utilizar aserrín para su respectiva limpieza. En el lavado de maquinaria liviana se debe diseñar trampas de grasas, que ayuden a separar los aceites utilizados en estas.

Es necesario que cada recipiente sea marcado con el tipo de material que contiene, a fin de su posterior clasificación según su nivel de peligrosidad.

4.6.1.2 Recolección

En esta etapa, el contratista deberá organizar con el municipio de Guayaquil para el control y recolección de los recipientes peligrosos y no peligrosos. El encargado de que la debida recolección se realice de manera correcta será el fiscalizador a cargo por el municipio.

4.6.2 Control de contaminación atmosférica

Las actividades realizadas en la etapa de construcción, por ejemplo, la soldadura de elementos metálicos genera escombros y polvo. Las opciones de control para la producción de contaminación atmosférica son las siguientes:

- La constante limpieza y almacenamiento de los escombros metálicos.
- El uso de lonas plásticas durante el proceso de instalación para mayor facilidad de limpieza.
- Uso de lonas perimetrales para evitar el inconfort de los habitantes contiguos.

4.6.3 Control de seguridad y salud ocupacional

Todas las actividades en obra comprenden un cierto grado de peligro, dando como resultado el potencial peligro y riesgo a la salud para los trabajadores y operativos que se encuentren en obra. Algunos de los peligros a nombrar son: caídas, deterioro de la salud respiratoria de los trabajadores, heridas de gravedad y hasta la muerte.

Para evitar estos inconvenientes y asegurar la salud física de los operarios, se plantea el siguiente plan de seguridad dentro de obra:

- **Equipo de protección personal:** Uso del equipo de protección personal, el cual consta de casco de alta resistencia al impacto, chalecos reflectantes, guantes térmicos, tapones de oído, gafas de protección, botas de punta de acero y mascarilla. En caso de trabajos de altura y soldadura se proveerán máscaras para soldar, guantes de cuero y coletes de cuero, además de arneses para evitar caídas.
- **Señalización:** Se delimitarán las zonas que presenten peligros inminentes con cintas amarillas de advertencia y conos.
- **Formación:** Se realizarán charlas de capacitación de personal sobre salud y seguridad ocupacional; se informarán de todos los peligros presentes y a futuro que habrá en la obra, y por último se brindará el plan de emergencia y evacuación del proyecto.

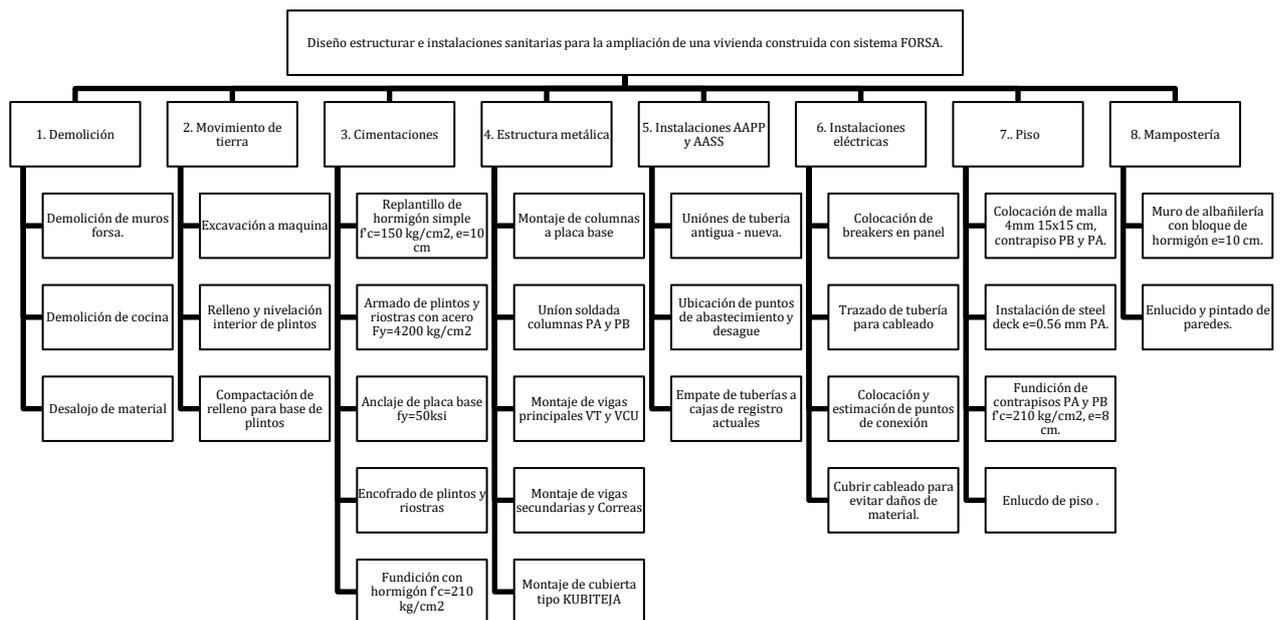
CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo (EDT)

En la tabla 5.1 se detalla de manera gráfica todas las actividades a realizar durante el proceso de construcción de la obra. Este tipo de tabla se lo conoce como Estructura Desglosada de Trabajo (EDT), el cual se encarga de organizar de manera jerárquica las tareas a futuro.

Tabla 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto (Alvia y Martínez, 2023)



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

El proyecto se divide en los siguientes rubros:

a) Obras preliminares

- **Demolición de estructura existente:** Se empieza con la demolición de ciertos muros existentes que no se encuentran en el diseño arquitectónico

y estructural actual. Se utiliza herramientas como mazos, cortadores de metal, palancas y cinceles.

b) Cimentación

- **Excavación a máquina:** En esta actividad se empieza con las excavaciones para todas las estructuras de cimentación de hormigón armado. Se debe realizar con cuidado de no afectar las cimentaciones y los muros anteriormente instalados.
- **Instalación de la estructura de cimentación nueva:** En este grupo se encuentran comprendidos los materiales y actividades nombrados a continuación
 - Replanteo hormigón simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero de refuerzo en barra $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
 - Hormigón simple cimentación $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)
- **Relleno y compactación con material de sitio en el interior de plintos:** Se utilizará el material de sitio para el relleno y compactado.
- **Desalojo:** El material sobrante se lo considerará desecho.

c) Estructura metálica

El montaje de estructuras metálicas es directo, ya que se pedirán los perfiles armados desde el taller. Antes de la instalación se debe considerar la limpieza de óxido e impurezas en los elementos. Estos se unirán con pernos en el caso de las placas base, mientras que los perfiles utilizados para el pórtico serán instalados por soldadura. Por último, cuando se haya completado la instalación, se procede a ser nuevamente limpiados y aplicarles la capa de pintura de protección.

d) Mampostería

Consiste en el levantamiento de los muros de separación, ejecutados a partir de bloques de cemento y arena con un espesor de 10cm de fabricación artesanal. En adición a esto incluye el enlucido, resane y pintado.

e) Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas

Durante el proceso de Mampostería, antes del resane y enlucido, se procede a realizar la instalación del sistema de agua potable, aguas residuales y sistema eléctrico. Además, se busca la unión entre el sistema antiguo y actual.

El análisis de precios unitarios de cada rubro se puede apreciar en la sección ANEXO A.

5.3 Descripción de cantidades de obra

La cuantificación de materiales se presenta en las siguientes tablas. En la sección de anexos se presentan las tablas de cantidades generales obtenidas del software REVIT.

Tabla 5.2 Tabla de cantidades de Excavación (Alvia y Martínez, 2023)

EXCAVACIÓN		
Descripción	unidad	total
Exc. De plintos	M3	10.584
Exc. De riostras	M3	2.958
		13.542

Tabla 5.3 Tabla de cantidades de Hormigón Armado (Alvia y Martínez, 2023)

HORMIGÓN SIMPLE F'C=210 KG/CM2		
Descripción	unidad	total
Plintos	M3	8.150
Riostras	M3	1.570
		9.720

Tabla 5.4 Tabla de cantidades de Relleno y Excavación (Alvia y Martínez, 2023)

RELLENO Y COMPACTACIÓN		
Descripción	unidad	total
Relleno y compactación en plintos	M3	2.312
Relleno y compactación en riostras	M3	1.319
		3.631

Tabla 5.5 Tabla de cantidades de Desalojo (Alvia y Martínez, 2023)

DESALOJO		
Descripción	unidad	total
Desalojo	M3	8.272
Desalojo	M3	1.639
		9.911

Tabla 5.6 Tabla de cantidades de Hormigón para replantillo (Alvia y Martínez, 2023)

REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2		
Descripción	unidad	total
Plintos	M3	0.350
Riostras	M3	0.308
		0.658

Tabla 5.7 Tabla de cantidades de bloques de hormigón (Alvia y Martínez, 2023)

MUROS		
Descripción	unidad	total
Paredes de bloque e=10 cm	M2	267.820

Tabla 5.8 Tabla de cantidades de Acero de refuerzo (Alvia y Martínez, 2023)

ACERO CORRUGADO EN CIMENTACIONES FY=4200 KG/CM2		
Descripción	unidad	total
Plintos	KG	55.700
Riostras	KG	66.360
		122.060

Tabla 5.9 Tabla de cantidades de Acero para estructuras (Alvia y Martínez, 2023)

ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36			
Elemento	Long. (m)	P. unit kg/m	Peso total (KG)
VT2	71.330	23.140	1650.576
VT1	13.640	23.770	324.223
VS	38.690	12.910	499.488
VCU	88.650	5.350	474.278
CORR	102.740	2.280	234.247
COL	72.590	45.500	3302.845
			6485.657

Tabla 5.10 Tabla de cantidades de Acero para placas base (Alvia y Martínez, 2023)

ACERO ESTRUCTURAL ASTM Gr50			
Elemento	Cant.	P. unitario kg/m	Total
Placa	12	12.89	154.68

Tabla 5.11 Tabla de cantidades de instalaciones hidrosanitarias (Alvia y Martínez, 2023)

TUBERIA DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS		
Sistema	Diametro (mm)	Longitud (m)
AAPP	20	83.560
AASS	50	22.840
AASS	75	16.170
AASS	110	35.680
AALL	25	44.130

Tabla 5.12 Tabla de cantidades de instalaciones eléctricas (Alvia y Martínez, 2023)

INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
Descripción	Cant.
Punto de iluminación	12
Punto de tomacorriente 110 V	13
Punto de tomacorriente 220V	5

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto referente a la ampliación total, hasta la fase de obra gris. Los APUS se adjuntan en el ANEXO A.

Tabla 5.13 Presupuesto del Proyecto (Alvia y Martínez, 2023)

PRESUPUESTO

Obra: Diseño estructural e instalaciones residenciales para la ampliación de una vivienda construida con sistema FORSA

Fecha: 10 de Ago. 2023

Ubicación: Ciudad Santiago, Guayaquil, Guayas-Ecuador

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRAS PRELIMINARES					
1	Demolición de estructura existente	M3	5.24	127.63	668.78
CIMENTACION					
2	Excavación a máquina	M3	13.54	1.26	17.06
3	Desalojo	M3	9.91	4.20	41.63
4	Relleno y compactación con material de sitio en el interior de plintos	M3	3.63	5.15	18.70
5	Replanteo hormigón simple f'c=140 kg/cm2	M3	0.66	120.69	79.43
6	Acero de refuerzo en barra Fy=4200 kg/cm2	KG	122.06	1.90	231.91
7	hormigón simple cimentación f'c=210 kg/cm2 (incluye encofrado)	M3	9.72	218.64	2125.18
8	Contrapiso planta baja (incluye malla electrosoldada Φ5.5mm @15cm), e=10 cm	M2	8.94	22.68	202.76
ESTRUCTURA METÁLICA					
9	Acero estructural ASTM A36 para vigas y columnas	KG	6485.66	2.73	17705.84
10	Acero estructural ASTM A572 Fy=50 ksi para placa base	KG	154.68	3.02	467.13
11	Losa de entrepiso steel deck (e=0.65mm) Kubilosa, e=8 cm (loseta)	M2	81.88	54.41	4455.09
12	Cubierta metálica tipo KUBITEJA	M2	82.10	17.83	1463.84
MAMPOSTERÍA					
13	Mampostería de bloque de cemento arena, e=10 cm	M2	267.82	12.73	3409.35
14	Enlucido de paredes	M2	535.64	8.89	4761.84
15	Empastado interior	M2	267.82	2.28	610.63
16	Empastado exterior	M2	267.82	2.71	725.79
17	Pintura interior y exterior	M2	267.82	2.20	589.20
18	Resane de pisos y paredes para cambios de puntos electricos y sanitarios	M2	5.00	8.35	41.75
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
19	Punto de agua potable PVC Roscable 1/2"	UND	11.00	12.50	137.50
20	Tubería PVC roscable 1/2" AAPP	ML	42.50	11.60	493.00
21	Tubería PVC 110 MM desagüe AASS	ML	21.36	21.45	458.17
22	Tubería PVC 50 MM desagüe AASS	ML	11.23	6.43	72.21
23	Tubería PVC 75MM desagüe AASS	ML	9.27	14.13	130.99
24	Tubería de desagüe A/C PVC 1"	ML	38.08	9.52	362.52
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					
25	Punto de iluminación	UND	12.00	59.25	711.00
26	Punto de tomacorriente 110V	UND	13.00	32.39	421.07
27	Punto de tomacorriente 220 V	UND	5.00	45.67	228.35

Presupuesto total estimado (\$)	\$ 40,630.73
Metros de construcción (m2)	98.40
Costo por m2	\$ 412.91

5.5 Cronograma de obra

Los rubros explicados en la sección 5.2 y presentados en el presupuesto de la sección 5.4 dieron como resultado a 52 días de duración para la obra. Sin embargo, el cambio de la duración de la obra está sujeto a factores tanto externos como internos. El cronograma de obra está detallado en el ANEXO C.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se presentó el diseño final de la estructura, considerando un sistema aporticado de estructura metálica como alternativa idónea. La estructura resultante tiene un peso aproximado de 42.49 kg/m² en entrespiso y 25.23 kg/m² en la segunda planta incluida la cubierta. Así mismo, con la intención de asegurar un buen desempeño sísmico, se propuso un muro estructural de 1.20 metros de longitud y 10 cm de espesor, de las mismas características del muro FORSA, permitiendo reducir la torsión de la vivienda.
- Se diseñó la ampliación del circuito eléctrico en la vivienda y se determinó que no es necesario reemplazar el tablero principal ni la acometida eléctrica, pues actualmente la casa no ocupa la capacidad eléctrica máxima y con las nuevas instalaciones, el sistema satisface eficientemente las nuevas demandas.
- Se logró verificar que la cimentación actual tiene suficiente capacidad portante para resistir las nuevas columnas internas de la planta baja.
- En las instalaciones de AAPP se verificó que el diámetro de la tubería principal de distribución cumple el rango de velocidad recomendado por la NEC, por lo que no es necesario su sustitución, las nuevas unidades de tuberías se conectarán a los tramos actuales sin afectar la velocidad en cualquier otro punto de salida.
- En el sistema de aguas servidas, se presentó el diseño considerando las cajas de registro actuales de la vivienda, con la intención de facilitar el proceso constructivo. Así mismo, las pendientes propuestas satisfacen el tirante mínimo en cada tramo y permiten la conexión al sistema actual.
- Todas las instalaciones residenciales fueron diseñadas bajo las especificaciones de los mismos materiales actuales de la vivienda, con la intención de facilitar la unión y desempeño de los sistemas.
- Se modeló la estructura bajo metodología BIM en REVIT, permitiendo prevenir interferencias entre el sistema estructural y los sistemas de instalaciones residenciales, así mismo, para una cuantificación lo más precisa posible de

cantidades de los elementos. Esta cuantificación concluyó que el proyecto de ampliación tiene un costo aproximado de \$40,630.73. El costo mencionado incluye la demolición de estructura no contemplada en el diseño actual, la estructura de cimentación, estructura metálica de pisos y cubiertas, instalaciones residenciales y mampostería hasta la fase de pintado. No incluye acabados arquitectónicos de fachadas, aparatos sanitarios, puertas y ventanas.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar un estudio de suelo en el terreno, de esta manera se obtendrán los verdaderos parámetros de diseño y se logrará hacer una cimentación más eficiente, tanto en desempeño como en costos.
- Se recomienda que el cliente verifique la capacidad actual del breaker principal y la compare con la corriente que solicita la demanda eléctrica de la vivienda, en caso de que este sea menor, sustituir el breaker por uno de mayor capacidad.
- Es recomendable que las tuberías de ventilación estén por encima del nivel de las ventanas.
- El muro estructural disminuye la torsión al 16%, a criterio de los autores de este proyecto, una torsión por debajo del 20% es aceptable, en caso de querer disminuir este porcentaje a un criterio más conservador, se recomienda aumentar la longitud del muro a lo largo del eje Y.

BIBLIOGRAFÍA

- American Institute of Steel Construction (AISC). (2011). *Steel Construction Manual*.
- Aquino Rocha, J. H., Gonzales León, F. A., Andia Illanes, J. W., Mamani Copatiti, F., Siles Zenteno, C. M., y Cayo Chileno, N. G. (2021). Impacto de la cuarentena de COVID-19 en empresas constructoras de Cochabamba, Bolivia. *Avances Investigación En Ingeniería*, 18(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.7072>
- ASCE. (2017). Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures. In *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures* (Vol. 7). American Society of Civil Engineers (ASCE). <https://doi.org/10.1061/9780784414248>
- Chang Gómez, J. V. (2007). *Calidad de Agua Caso Guayaquil*.
- Chedraui, L., y Mario, O. (2006). *Análisis comparativo de sistemas constructivos industrializados para vivienda en Colombia: el caso de Forsa y Uni-span*. Universidad de los Andes.
- Coria, I. D. (2008). EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS Y METODOLOGÍAS. In *125 INVENIO* (Vol. 11, Issue 20).
- Ekos. (2021). *El sector inmobiliario se dinamiza*.
- FORSA S.A. (2022). *Proyectos de FORSA S.A.* <https://www.forsa.com.co/proyectos-y-obras/inside/11>
- Grupo Furoiani. (2023). *Urbanización Ciudad Santiago*.
- INAMHI. (2022). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*.
- McCormac, J. C., y Csernak, S. F. (2012). *Diseño de estructuras de acero* (L. Á. Lomelí Díaz y M. Grillo Giannetto, Eds.; Quinta). Pearson Education, Inc.
- Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC). (2014a). *CARGAS (NO SÍSMICAS)*.
- Norma Ecuatoriana Construcción de la Construcción (NEC). (2014b). *CARGAS SÍSMICAS*.
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.

- PLUMBING-HEATING.COOLING CONTRACTORS-NATIONAL ASSOCIATION. (2006).
NATIONAL STANDARD PLUMBING CODE (Second).
- Sánchez Larrosa, E. V., y Gómez Guayllasaca, A. T. (2022). *Impacto de la pandemia de COVID 19 en el sector inmobiliario de la ciudad de Guayaquil. Posibles estrategias de sostenibilidad financiera*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., y Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (Third). John Wiley y Sons, Inc.
- Tito, B. (2020). *Cómo hacer una Matriz de Leopold modificada en Excel*.
ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/
- Wiercigroch, M. (2017). *International Journal of Mechanical Sciences*. ELSEVIER.
- Zapata, A., Bonett, R., y Blandón, C. (2021). *ESTIMACIÓN RÁPIDA DE LA DEMANDA SÍSMICA EN EDIFICIOS DE MUROS DELGADOS DE HORMIGÓN REFORZADO*.

PLANOS Y ANEXOS

ANEXO A
ANÁLISIS DE
PRECIOS
UNITARIOS

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 1
Detalle: Demolición de muros existentes

2.500 **Hr/und**
0.4000 **Und/hr**
M3 **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					1.68
Martillo neumático	1	28.000	28.00	2.500	70.000
Volqueta 8m3	0.125	30.00	3.75	2.500	9.375
Cortadora de hierro	1	1.20	1.20	2.500	3.000
SUBTOTAL M.-					84.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	3	3.180	9.540	2.500	23.850
Operador de equipo liviano	1	3.220	3.220	2.500	8.050
Chofer de volqueta	1	4.670	4.670	2.500	11.675
SUBTOTAL N.-					43.575
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O.-					0.000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					127.63
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					127.63
VALOR OFERTADO					\$ 127.63

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 2
Detalle: Excavación a máquina

0.032 Hr/und
31.2500 Und/hr
M3 UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Retroexcavadora	1	35.000	35.00	0.032	1.120
SUBTOTAL M.-					1.12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Operador de maquinaria C1	1	4.250	4.250	0.032	0.136
SUBTOTAL N.-					0.136
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O.-					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.26
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.26
VALOR OFERTADO					\$ 1.26

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 3
Detalle: Desalojo

0.094 Hr/und
10.6000 Und/hr
M3 UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores Volqueta	1	30.000	30.00	0.094	2.830
SUBTOTAL M.-					3.08
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Chofer licencia E	1	5.500	5.500	0.094	0.519
Peon	2	3.180	6.360	0.094	0.600
SUBTOTAL N.-					1.119
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O.-					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					4.20
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.20
VALOR OFERTADO					\$ 4.20

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 4
Detalle: Relleno y compactación interior de plintos

0.345 **Hr/und**
2.9000 **Und/hr**
M3 **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O) Compactador mediano manual	1	3.150	3.15	0.345	1.086
SUBTOTAL M.-					1.31
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	2	3.570	7.140	0.345	2.462
Maestro mayor de obras civiles	1	4.000	4.000	0.345	1.379
SUBTOTAL N.-					3.841
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O.-					
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					5.15
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.15
VALOR OFERTADO					\$ 5.15

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 5
Detalle: Replentillo hormigón simple $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$

0.877 Hr/und
1.1400 Und/hr
M3 UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O) Concretera 1 saco	1	3.760	3.76	0.877	3.298
SUBTOTAL M.-					4.43
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	5	3.180	15.900	0.877	13.947
Albañil	1	3.220	3.220	0.877	2.825
Operador de equipo liviano	1	3.220	3.220	0.877	2.825
Maestro mayor de obras civiles	1	3.570	3.570	0.877	3.132
SUBTOTAL N.-					22.728
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	275.000	0.16	44.000	
Ripio	M3	1.050	15.62	16.401	
Arena para hormigón	M3	0.650	10.30	6.695	
Agua	M3	0.200	8.00	1.600	
SUBTOTAL O.-					68.696
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	275.000	0.005	1.375	
Ripio	M3	1.050	13.800	14.490	
Arena	M3	0.650	13.800	8.970	
SUBTOTAL P.-					24.835
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					120.69
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					120.69
VALOR OFERTADO					\$ 120.69

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 6 0.037 **Hr/und**
Detalle: Acero de refuerzo en barras Fy=4200 kg/cm2 27.000 **Und/hr**
KG **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.02
Cortadora de hierro	1	1.200	1.20	0.037	0.044
SUBTOTAL M.-					0.064
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	2	3.180	6.360	0.037	0.236
Fierrero	1	3.220	3.220	0.037	0.119
SUBTOTAL N.-					0.355
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Acero en barras corrugado Fy=4200 kg/cm2	KG	1.050	1.30	1.365	
Alambre #18	KG	0.050	2.23	0.112	
SUBTOTAL O.-					1.477
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1.90
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.90
VALOR OFERTADO					\$ 1.90

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 7 2.012 **Hr/und**
 Detalle: PLINTOS HORMIGÓN SIMPLE F'C=210 KG/CM2 (Incluye encofrado) 0.4970 **Und/hr**
M3 **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					4.53
Concretera 1 saco	1	3.760	3.76	2.012	7.565
Vibrador de hormigón	1	3.76	3.76	2.012	7.565
SUBTOTAL M.-					19.66
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	8	3.180	25.440	2.012	51.187
Albañil	2	3.220	6.440	2.012	12.958
Operador de equipo liviano	2	3.220	6.440	2.012	12.958
Maestro mayor de obras civiles	1	3.570	3.570	2.012	7.183
Carpintero	2	3.220	6.440	2.012	12.958
SUBTOTAL N.-					97.243
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	360.000	0.16	57.600	
Ripio	M3	0.922	15.62	14.402	
Arena para hormigón	M3	0.461	10.30	4.748	
Agua	M3	0.200	2.50	0.500	
Encofrado de madera	UND	0.300	12.00	3.600	
SUBTOTAL O.-					80.850
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	360.000	0.005	1.800	
Ripio	M3	0.922	13.800	12.724	
Arena	M3	0.461	13.800	6.362	
SUBTOTAL P.-					20.885
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					218.64
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					218.64
VALOR OFERTADO					\$ 218.64

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 8		0.220	Hr/und
Detalle: Contrapiso planta baja (incluye malla electrosoldada), e=10 cm		4.5500	Und/hr
		M2	UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O) Concretera 1 saco	1	3.760	3.76	0.220	0.425 0.826
SUBTOTAL M.-					1.251
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	8	3.180	25.440	0.220	5.591
Albañil	2	3.220	6.440	0.220	1.415
Operador de equipo liviano	1	3.220	3.220	0.220	0.708
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	1	3.570	3.570	0.220	0.785
SUBTOTAL N.-					8.499
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tablas de encofrado 5V	UND	0.050	4.00	0.200	
Cemento	KG	36.000	0.16	5.760	
Ripio	M3	0.110	15.12	1.663	
Arena para hormigón	M3	0.070	10.30	0.721	
Agua	M3	0.020	2.50	0.050	
Malla electrosoldada R-53	M2	1.000	1.40	1.400	
Aditivo reductor de agua	LT	0.260	1.80	0.468	
				0.000	
SUBTOTAL O.-					10.262
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	36.000	0.005	0.180	
Ripio	M3	0.070	13.800	0.966	
Arena para hormigón	M3	0.110	13.800	1.518	
SUBTOTAL P.-					2.664
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					22.68
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22.68
VALOR OFERTADO					\$ 22.68

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 9
Detalle: Acero estructural ASTM A36 para vigas y columnas

0.035 **Hr/und**
 28.2000 **Und/hr**
 KG **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.47
Equipo de oxicorte	0.5	2.780	1.39	0.035	0.049
Grúa para montaje	0.005	35.00	0.18	0.035	0.006
SUBTOTAL M.-					0.53
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Soldador calificado AWS	1	4.500	4.500	0.035	0.160
Peon	3	3.180	9.540	0.035	0.338
Operador de grúa	1	4.000	4.000	0.035	0.142
SUBTOTAL N.-					0.640
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Acero estructural ASTM A36 Fy=36 Ksi u Fy=2530 kg/cm2	KG	1.000	1.56	1.560	
SUBTOTAL O.-					1.560
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.73
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.73
VALOR OFERTADO					\$ 2.73

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 10

Detalle: Acero estructural ASTM A572 Fy=50 ksi para placa base

0.052 Hr/und
19.3300 Und/hr
KG UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O) Equipo de oxicorte	0.3	2.780	0.83	0.052	0.043
SUBTOTAL M.-					0.09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Soldador	1	3.570	3.570	0.052	0.185
Peon	3	3.180	9.540	0.052	0.494
SUBTOTAL N.-					0.678
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Acero estructural ASTM A572 Fy=50 Ksi	KG	1.000	2.25	2.250	
SUBTOTAL O.-					2.250
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3.02
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.02
VALOR OFERTADO					\$ 3.02

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 11
Detalle: Losa de entrepiso steel deck Kubilosa, e=8 cm

0.888 **Hr/und**
 1.1255 **Und/hr**
 M2 **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					1.520
Concretera 1 saco	1	3.760	3.76	0.888	3.341
SUBTOTAL M.-					4.86
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	5	3.180	15.900	0.888	14.127
Albañil	2	3.220	6.440	0.888	5.722
Operador de equipo liviano	1	3.220	3.220	0.888	2.861
Maestro mayor de obras civiles	1	3.570	3.570	0.888	3.172
Técnico de obras civiles	1	3.390	3.390	0.888	3.012
SUBTOTAL N.-					28.894
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Steel deck tipo kubilosa e=0.65 mm	M2	1.050	11.50	12.075	
Cemento	KG	20.000	0.16	3.200	
Ripio	M3	0.070	15.12	1.058	
Arena para hormigón	M3	0.050	10.30	0.515	
Agua	M3	0.020	2.50	0.050	
Malla electrosoldada (4mm 15x15cm)	M2	1.000	2.00	2.000	
SUBTOTAL O.-					18.898
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	20.000	0.005	0.100	
Ripio	M3	0.070	13.800	0.966	
Arena para hormigón	M3	0.050	13.800	0.690	
SUBTOTAL P.-					1.756
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					54.41
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					54.41
VALOR OFERTADO					\$ 54.41

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 12

0.465

Hr/und

Detalle: Cubierta metálica tipo KUBITEJA

2.1500

Und/hr

M2

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.11
Andamios metálicos	3	1.150	3.45	0.465	1.605
SUBTOTAL M.-					1.71
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	2	3.180	6.360	0.465	2.958
Maestro mayor de obras civiles	1	3.570	3.570	0.465	1.660
SUBTOTAL N.-					4.619
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Paneles de cubierta metálica tipo KUBITEJA	M2	1.000	9.50	9.500	
Pernos autoroscantes	und	8.000	0.25	2.000	
SUBTOTAL O.-					11.500
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					17.83
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.83
VALOR OFERTADO					\$ 17.83

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 13

0.444

Hr/und

Detalle: Mampostería de bloque de cemento arena, e=10 cm

2.2500

Und/hr

M2

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O) Andamio base 1.80x1.20, alto=1.70	2	0.050	0.10	0.444	0.044
SUBTOTAL M.-					0.288
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.125	3.125	0.444	1.389
Albañil	1	3.750	3.750	0.444	1.667
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.5	3.570	1.785	0.444	0.793
SUBTOTAL N.-					3.849
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	15.000	0.16	2.400	
Bloque de e=10 cm	UND	13.500	0.39	5.265	
Arena lavada	M3	0.030	10.64	0.319	
Agua	M3	0.020	8.00	0.160	
SUBTOTAL O.-					8.144
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	7.500	0.005	0.038	
Arena lavada	M3	0.030	13.800	0.414	
SUBTOTAL P.-					0.452
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					12.73
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12.73
VALOR OFERTADO					\$ 12.73

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 14

0.556

Hr/und

Detalle: Enlucido de paredes

1.8000

Und/hr

M2

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.292
Andamio base 1.80x1.20, alto=1.70	2	0.050	0.10	0.556	0.056
SUBTOTAL M.-					0.348
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	0.556	1.767
Albañil	1	3.220	3.220	0.556	1.789
Maestro mayor de obras civiles	0.2	3.570	0.714	0.556	0.397
Técnico de obras civiles	1	3.390	3.390	0.556	1.883
SUBTOTAL N.-					5.836
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	10.000	0.16	1.600	
Arena lavada	M3	0.040	10.64	0.426	
Agua	M3	0.010	8.00	0.080	
SUBTOTAL O.-					2.106
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	10.000	0.005	0.050	
Arena lavada	M3	0.040	13.800	0.552	
SUBTOTAL P.-					0.602
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					8.89
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.89
VALOR OFERTADO					\$ 8.89

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 15

0.160

Hr/und

Detalle: Empastado interior

6.2500

Und/hr

M2

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)	1	0.050	0.05	0.160	0.266
Andamio base 1.80x1.20, alto=1.70	1	0.050	0.05	0.160	0.008
SUBTOTAL M.-					0.274
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Pintor	1	3.220	3.220	0.160	0.515
Peón	1	3.125	3.125	0.160	0.500
SUBTOTAL N.-					1.015
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Empaste 20KG	KG	1.000	0.58	0.584	
Sellador	KG	0.140	2.93	0.410	
SUBTOTAL O.-					0.994
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.28
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.28
VALOR OFERTADO					\$ 2.28

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 16
Detalle: Empastado exterior

0.160 **Hr/und**
6.2500 **Und/hr**
M2 **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O) Andamio base 1.80x1.20, alto=1.70	1	0.050	0.05	0.160	0.008
SUBTOTAL M.-					0.274
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Pintor	1	3.220	3.220	0.160	0.515
Peón	1	3.125	3.125	0.160	0.500
SUBTOTAL N.-					1.015
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Empaste 20KG	KG	1.000	1.01	1.010	
Sellador	KG	0.140	2.93	0.410	
SUBTOTAL O.-					1.420
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.71
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.71
VALOR OFERTADO					\$ 2.71

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 17
Detalle: Pintura interior y exterior

0.025 **Hr/und**
40.0000 **Und/hr**
M2 **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.174
Andamio base 1.80x1.20, alto=1.70	2	0.050	0.10	0.265	0.027
SUBTOTAL M.-					0.201
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Pintor	2	3.220	6.440	0.025	0.161
SUBTOTAL N.-					0.161
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Pintura	GLN	0.050	30.95	1.548	
Sellador	GLN	0.020	14.65	0.293	
SUBTOTAL O.-					1.841
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2.20
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.20
VALOR OFERTADO					\$ 2.20

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 18	0.513	Hr/und
Detalle: Resane de pisos y paredes para cambios de puntos electricos y sanitarios	1.9500	Und/hr
	M2	UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.292
SUBTOTAL M.-					0.292
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Albañil	1	4.370	4.370	0.513	2.241
SUBTOTAL N.-					2.241
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	28.570	0.16	4.571	
Arena lavada	M3	0.040	14.00	0.560	
Agua	M3	0.010	8.00	0.080	
SUBTOTAL O.-					5.211
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
Cemento	KG	10.000	0.005	0.050	
Arena lavada	M3	0.040	13.800	0.552	
SUBTOTAL P.-					0.602
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					8.35
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.35
VALOR OFERTADO					\$ 8.35

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 19	0.769	Hr/und
Detalle: Punto de agua potable PVC Roscable 1/2"	1.3000	Und/hr
	UND	UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.516
SUBTOTAL M.-					0.516
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	0.769	2.446
Plomero	1	3.220	3.220	0.769	2.477
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.1	3.570	0.357	0.769	0.275
SUBTOTAL N.-					5.198
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC 1/2 roscable	ML	0.800	1.42	1.136	
Codo HG 1/2	UND	3.000	0.30	0.900	
Tee HG 1/2	UND	2.000	0.35	0.700	
Llave DE 1/2"	UND	0.500	8.00	4.000	
Teflón L=10 M	ROLLO	0.100	0.50	0.050	
SUBTOTAL O.-					6.786
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					12.50
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12.50
VALOR OFERTADO					\$ 12.50

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 20	0.870	Hr/und
Detalle: Tubería PVC roscable 1/2" AAPP	1.1500	Und/hr
	ML	UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.425
SUBTOTAL M.-					0.425
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	0.870	2.765
Plomero	2	3.220	6.440	0.870	5.600
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.2	3.570	0.714	0.870	0.621
Técnico de obras civiles	0.2	3.390	0.678	0.870	0.590
SUBTOTAL N.-					9.576
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC 1/2" roscable	ML	1.000	1.50	1.500	
teflón L=10 M	ROLLO	0.200	0.50	0.100	
SUBTOTAL O.-					1.600
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					11.60
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.60
VALOR OFERTADO					\$ 11.60

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 21
Detalle: Tubería PVC 110 MM desague AASS

1.031 **Hr/und**
 0.9700 **Und/hr**
 ML **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.357
SUBTOTAL M.-					0.357
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	1.031	3.278
Plomero	2	3.220	6.440	1.031	6.639
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.1	3.570	0.357	1.031	0.368
					0.000
SUBTOTAL N.-					10.286
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC desague Ø110mm	ML	1.000	4.45	4.450	
Kalipega	LT	0.001	10.85	0.011	
Codo PVC 110 MM x 45	UND	0.200	5.00	1.000	
TEE PVC 110 x100	UND	0.200	4.79	0.958	
YEE PVC 110X100	UND	0.200	7.56	1.512	
U para sifón PVC 110 mm	UND	0.350	8.21	2.874	
SUBTOTAL O.-					10.804
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					21.45
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21.45
VALOR OFERTADO					\$ 21.45

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 22

0.364 **Hr/und**

Detalle: Tubería PVC 50MM desagüe AASS

2.7500 **Und/hr**

ML **UNIDAD**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.188
SUBTOTAL M.-					0.188
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	0.364	1.156
Plomero	2	3.220	6.440	0.364	2.342
Maestro en ejecución de obras civiles	0.2	3.570	0.714	0.364	0.260
SUBTOTAL N.-					3.758
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC desagüe Ø50mm	ML	1.000	2.00	2.000	
Kalipega	LT	0.010	10.85	0.109	
Codo PVC 50MM x 45	UND	0.200	1.89	0.378	
SUBTOTAL O.-					2.487
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					6.43
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.43
VALOR OFERTADO					\$ 6.43

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 23

1.111

Hr/und

Detalle: Tubería PVC 75MM desague AASS

0.9000

Und/hr

ML

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.353
SUBTOTAL M.-					0.353
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	1.111	3.533
Plomero	1	3.220	3.220	1.111	3.578
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.1	3.570	0.357	1.111	0.397
SUBTOTAL N.-					7.508
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC desague Ø75mm	ML	1.000	3.22	3.220	
Kalipega	LT	0.010	10.85	0.109	
Codo PVC 75 MM x 45	UND	0.200	2.90	0.580	
YEE PVC 75x110	UND	0.450	5.25	2.363	
SUBTOTAL O.-					6.271
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					14.13
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.13
VALOR OFERTADO					\$ 14.13

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 24	0.800	Hr/und
Detalle: Tubería PVC desague A/C 1"	1.2500	Und/hr
	ML	UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.353
SUBTOTAL M.-					0.353
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	1.111	3.533
Plomero	1	3.220	3.220	1.111	3.578
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles	0.1	3.570	0.357	1.111	0.397
SUBTOTAL N.-					7.508
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Tubo PVC desague Ø1"	ML	1.000	1.36	1.360	
Kalipega	LT	0.010	10.85	0.109	
Codo PVC 1" 90°	UND	0.200	0.95	0.190	
SUBTOTAL O.-					1.659
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					9.52
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.52
VALOR OFERTADO					\$ 9.52

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 25

1.658

Hr/und

Detalle: Punto de iluminación

0.6030

Und/hr

UND

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.827
SUBTOTAL M.-					0.827
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	1.658	5.274
Electricista	1	3.220	3.220	1.658	5.340
Maestro eléctrico	1	3.570	3.570	1.658	5.920
SUBTOTAL N.-					16.534
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Caja Rectangular Profunda	u.	1.000	0.42	0.420	
Tubería EMT 3/4" x 3 m	u.	2.000	4.98	9.960	
CONDUCTOR CU #12 AWG TIPO THHN	m	16.000	0.80	12.800	
Interruptor Simple - Con Luz Piloto	u.	1.000	6.00	6.000	
Unión EMT 3/4"	u.	2.000	0.32	0.640	
Conector EMT 3/4"	u	2.000	0.32	0.640	
Caja Octogonal Grande	u	1.000	0.45	0.450	
Cinta aislante 600v. 20 yardas	UND	0.250	0.70	0.175	
Conductor Sólido THHN # 10 AWG	m.	12.000	0.90	10.800	
SUBTOTAL O.-					41.885
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					59.25
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					59.25
VALOR OFERTADO					\$ 59.25

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 26
Detalle: Puntos de tomacorriente 110V

2.364 Hr/und
0.4230 Und/hr
UND UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.665
SUBTOTAL M.-					0.665
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Electricista	1	3.220	3.220	2.364	7.612
Maestro eléctrico	1	3.570	3.570	2.364	8.440
SUBTOTAL N.-					16.052
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Conducotr CU #12 AWG Tipo THHN	M	15.000	0.55	8.250	
Conducotr CU #14 AWG Tipo THHN	M	6.000	0.35	2.100	
Receptáculo toma de pared fase neutro y tierra	UND	1.000	2.50	2.500	
Tubo conduit liviano 1/2"	M	6.000	0.47	2.820	
SUBTOTAL O.-					15.670
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
				0.000	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					32.39
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					32.39
VALOR OFERTADO					\$ 32.39

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA AMPLIACIÓN DE UNA VIVENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro: 27

2.667

Hr/und

Detalle: Punto de tomacorriente especial de 220V

0.3750

Und/hr

UND

UNIDAD

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
herramientas menores (5% M.O)					0.565
SUBTOTAL M.-					0.565
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Peón	1	3.180	3.180	2.667	8.480
Electricista	1	3.220	3.220	2.667	8.587
Maestro eléctrico	1	3.570	3.570	2.667	9.520
SUBTOTAL N.-					26.587
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Conducotr sólido #12 AWG Tipo THHN	M	24.000	0.55	13.200	
Tubo conduit liviano 1/2"	M	6.000	0.47	2.820	
Receptáculo toma de pared fase neutro y tierra	UND	1.000	2.50	2.500	
SUBTOTAL O.-					18.520
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P.-					0.000
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					45.67
INDIRECTOS					-
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					45.67
VALOR OFERTADO					\$ 45.67

ANEXO B

TABLAS DE

CANTIDADES DE

OBRA DE REVIT

<TABLA DE CANTIDADES DE ACERO DE REFUERZO EN PLINTOS>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
MARCA	DIAMETRO	CANTIDAD (u)	TOTAL PLINTOS	A	B	C	D	E	LONGITUD TOTAL	PESO UNIT (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
Mc001	Ø12mm	7	7	200 mm	850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	8.75	0.888	7.77
Mc002	Ø12mm	7	7	200 mm	850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	8.75	0.888	7.77
Mc007	Ø14mm	4	7	0 mm	850 mm	117 mm	0 mm	0 mm	6.84	1.208	8.28
Mc008	Ø10mm	9	7	70 mm	370 mm	371 mm	371 mm	370 mm	11.74	0.817	7.24
Mc003	Ø14mm	4	7	0 mm	855 mm	117 mm	0 mm	0 mm	8.80	1.208	8.22
Mc005	Ø14mm	3	7	0 mm	855 mm	117 mm	0 mm	0 mm	8.80	1.208	8.22
Mc004	Ø14mm	3	7	0 mm	855 mm	117 mm	0 mm	0 mm	8.80	1.208	8.22
7									56.49	7.225	56.70

<TABLA DE CANTIDADES DE ACERO DE REFUERZO EN RIOSTRAS>					
A	B	C	D	E	F
MARCA	DIAMETRO	CANTIDAD (u)	LONGITUD TOTAL (PESO UNIT (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
Mc008	Ø14mm	2	12.28	1.208	14.83
Mc009	Ø14mm	2	12.16	1.208	14.69
Mc010	Ø10mm	51	4.88	3.085	3.01
Mc011	Ø10mm	51	5.85	3.702	3.61
Mc012	Ø14mm	2	6.95	1.208	8.40
Mc013	Ø14mm	2	6.93	1.208	8.37
Mc014	Ø10mm	29	3.41	1.851	2.10
Mc015	Ø14mm	2	4.75	1.208	5.74
Mc016	Ø14mm	2	4.62	1.208	5.58
Mc019	Ø14mm	4	3.74	0.000	0.00
Mc020	Ø10mm	11	0.98	0.000	0.00
23		158	66.54	15.886	66.33

<TABLA DE CANTIDADES DE HORMIGÓN EN PLINTOS>			
A	B	C	D
Marca	CANTIDAD (u)	VOLUMEN (m³)	TOTAL
DADO DE CIMENTACIÓN	7	0.152	1.06 m³
ZAPATAS	7	1.008	7.06 m³
		1.160	8.12 m³

<TABLA DE CANTIDADES DE HORMIGÓN EN RIOSTRAS>			
A	B	C	D
ITEM	CANTIDAD (u)	VOLUMEN (m³)	TOTAL
R1	1	0.764	0.76 m³
R2	1	0.445	0.45 m³
R4	1	0.269	0.27 m³
R3	1	0.088	0.09 m³
		1.566	1.57 m³

<TABLA DE CANTIDADES DE PILARES METALICOS>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u.)	LONGITUD (m)	PESO UNITARIO (kg/m)	TOTAL (kg)	UBICACIÓN REJI
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	A-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	C-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	A-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	C-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	A-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	C-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	A-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	B,C-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	D-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	E-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	D-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	E-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.95	45.5	134.17	C-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.95	45.5	134.17	C-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.95	45.5	134.17	C-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.00	45.5	136.63	B,C-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.77	45.5	126.23	D-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.60	45.5	118.30	E-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.77	45.5	126.23	D-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.60	45.5	118.30	E-5
Total general: 24		24	73.74	1082	3356.06	

<TABLA DE CANTIDADES DE TUBERÍA SISTEMA DE AALL>

A	B	C
DIAMETRO	LONGITUD (m)	MATERIAL
AASS	6.02	PVC
Ø25mm	38.12	PVC
Total general: 16	44.13	

<TABLA DE CANTIDADES DE TUBERÍA SISTEMA DE AAPP>

A	B	C
DIAMETRO	Longitud	Material
Ø20mm	83.56	PVC
Total general: 90	83.56	

<TABLA DE CANTIDADES DE TUBERÍA SISTEMA DE AASS>

A	B	C
DIAMETRO	LONGITUD (m)	MATERIAL
AASS	22.84	PVC
AASS	14.46	PVC
AASS	35.68	PVC
Ø50mm	0.07	PVC
Total general: 94	73.05	

<TABLA DE VIGAS METALICAS>

A	B	C	D	E	F
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u)	LONGITUD (m)	PESO UNITARIO (K)	TOTAL (Kg)
VT2 PA	M_Perfiles HP: VT2-130X9-170X4	16	54.63	23.14	1264.11
VT1 PA	M_Perfiles HP: VT1-130X9-190X4	7	30.34	23.77	721.18
VS PA	M_Perfiles HP: VS-100X6-160X3	12	38.69	12.91	499.50
VCU PC	M_HSS Rectangular: VCU - 80X150X3	13	88.65	5.35	474.30
	M_HSS Rectangular: CORREA- 30X70X2	14	102.16	2.28	232.93
62		62	314.48		3192.03

ANEXO C

CRONOGRAMA DE

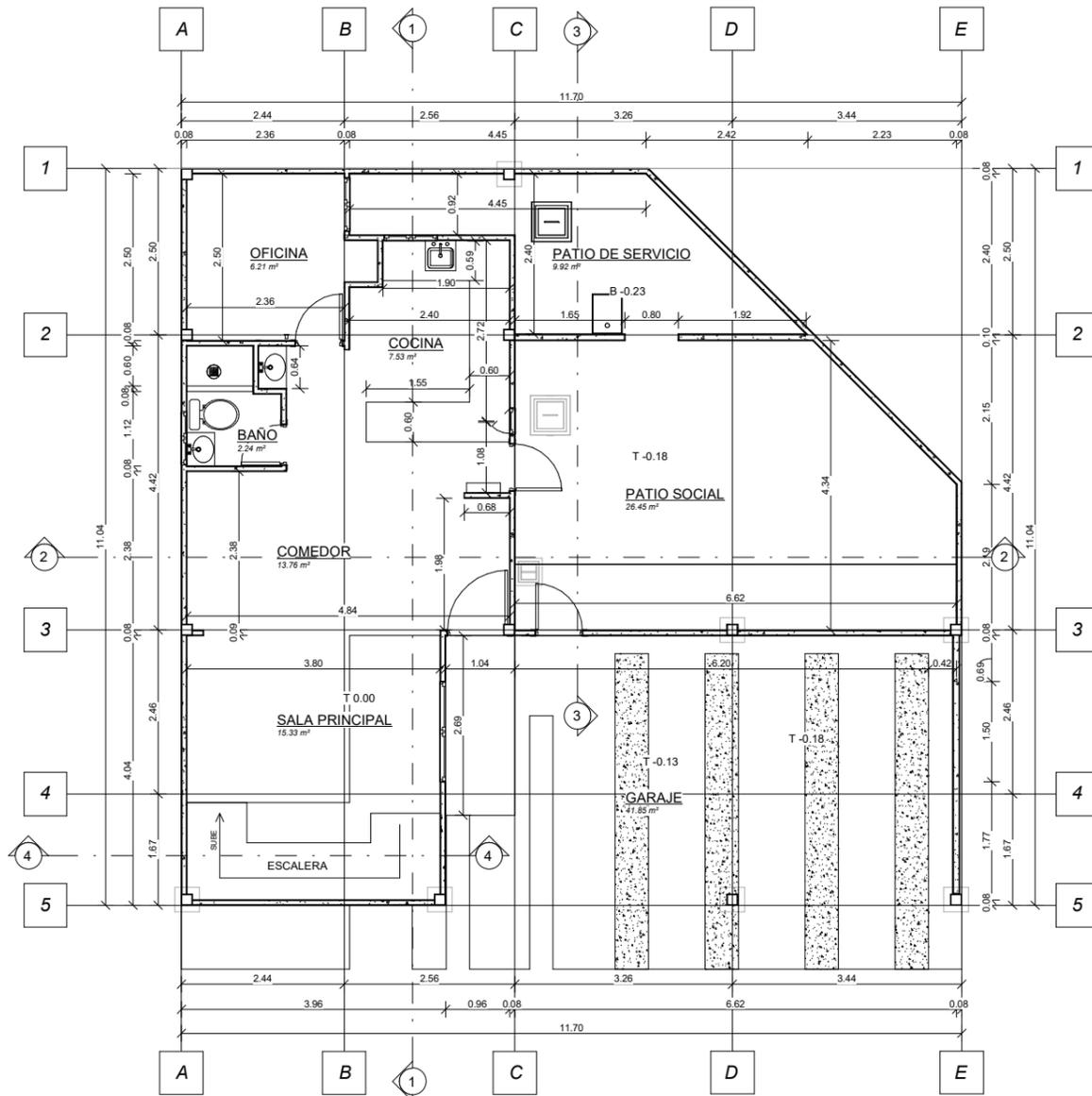
OBRA

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	octubre 2023							noviembre 2023							diciembre 2023															
						25	28	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	3	6	9	12	15	18	
1		Diseño estructural e instalaciones residenciales para la ampliación de vivienda construida con sistema forsa	52 días	lun 2/10/23 8:00	vie 15/12/23 17:00																														
2		Obras Preliminares	2 días	lun 2/10/23 8:00	mar 3/10/23 17:00																														
3		Demolición de estructura existente	2 días	lun 2/10/23 8:00	mar 3/10/23 17:00																														
4		Cimentación	13 días	lun 2/10/23 8:00	jue 19/10/23 17:00																														
5		Excavación	1 día	lun 2/10/23 8:00	lun 2/10/23 17:00																														
6		Desalojo	1 día	mié 18/10/23 8:00	mié 18/10/23 17:00																														
7		Relleno y compactación interior de plinto	1 día	mar 17/10/23 8:00	mar 17/10/23 17:00																														
8		Replanteo de hormigón simple f'c=140kg/cm2	1 día	mar 3/10/23 8:00	mar 3/10/23 17:00																														
9		Armado de acero de refuerzo en cimentación	2 días	lun 2/10/23 8:00	mar 3/10/23 17:00																														
10		Instalacion de placa base de columna Acero Gr50	1 día	mié 4/10/23 8:00	mié 4/10/23 17:00																														
11		Encofrado de elementos	2 días	mar 3/10/23 8:00	mié 4/10/23 17:00																														
12		Hormigón simple en elementos de cimentacion f'c=210 kg/cm2	1 día	jue 5/10/23 8:00	jue 5/10/23 17:00																														
13		Desencofrado de elementos	1 día	vie 6/10/23 8:00	vie 6/10/23 17:00																														
14		Contrapiso planta baja f'c=210 kg/cm2	2 días	mié 18/10/23 8:00	jue 19/10/23 17:00																														
15		Acero estructural ASTM A36	25 días	lun 2/10/23 8:00	mié 8/11/23 17:00																														
16		Compra bajo pedido de perfiles estructurales	7 días	lun 2/10/23 8:00	mié 11/10/23 17:00																														
17		Limpieza y aplicación de fondo a elementos estructurales	3 días	jue 12/10/23 8:00	lun 16/10/23 17:00																														
18		Planta baja	6 días	mar 17/10/23 8:00	mar 24/10/23 17:00																														
19		Montaje de columnas acero ASTM A36	3 días	mar 17/10/23 8:00	jue 19/10/23 17:00																														
20		Montaje de vigas de entrepiso acero ASTM A36	3 días	vie 20/10/23 8:00	mar 24/10/23 17:00																														
21		Planta alta	9 días	mié 25/10/23 8:00	mié 8/11/23 17:00																														
22		Instalación de steel deck tipo KUBILOSA e=0.65 mm	1.5 días	mié 25/10/23 8:00	jue 26/10/23 12:00																														
23		Fundición de losa de entrepiso f'c=210 kg/cm2, e = 8 cm	1 día	jue 26/10/23 12:00	vie 27/10/23 12:00																														
24		Estibaje de materiales a planta alta	1.5 días	vie 27/10/23 12:00	lun 30/10/23 17:00																														
25		Montaje de vigas de cubierta Acero ASTM A36	3 días	mar 31/10/23 8:00	lun 6/11/23 17:00																														
26		Instalación de cubierta tipo KUBITEJA	2 días	mar 7/11/23 8:00	mié 8/11/23 17:00																														
27		Mampostería	27 días	jue 9/11/23 8:00	vie 15/12/23 17:00																														
28		Mampostería de paredes de bloque de cemento, e = 10 cm	5 días	jue 9/11/23 8:00	mié 15/11/23 17:00																														
29		Enlucido de paredes	12 días	jue 16/11/23 8:00	vie 1/12/23 17:00																														
30		Empastado interior y exterior	3 días	vie 8/12/23 8:00	mar 12/12/23 17:00																														

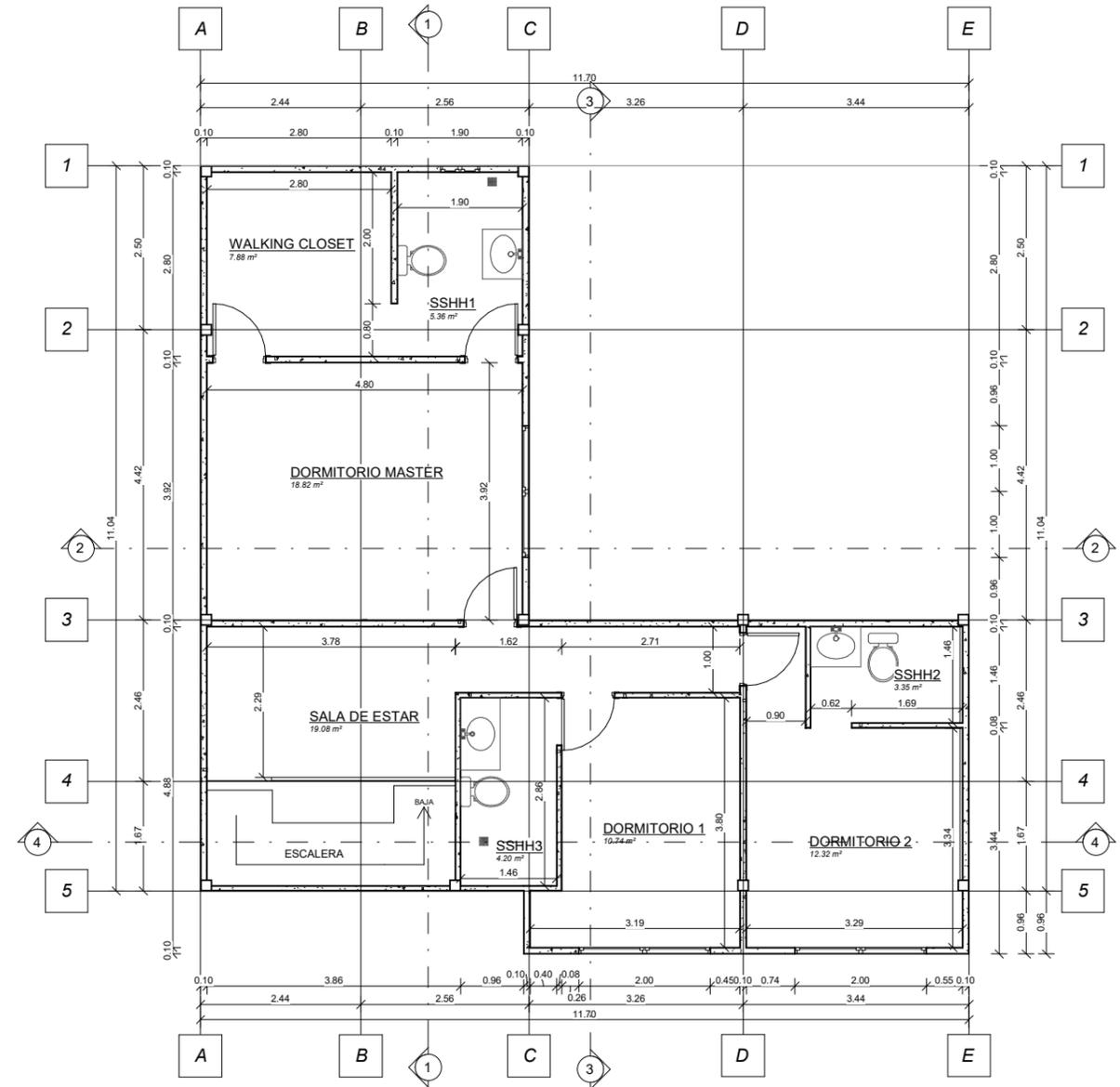
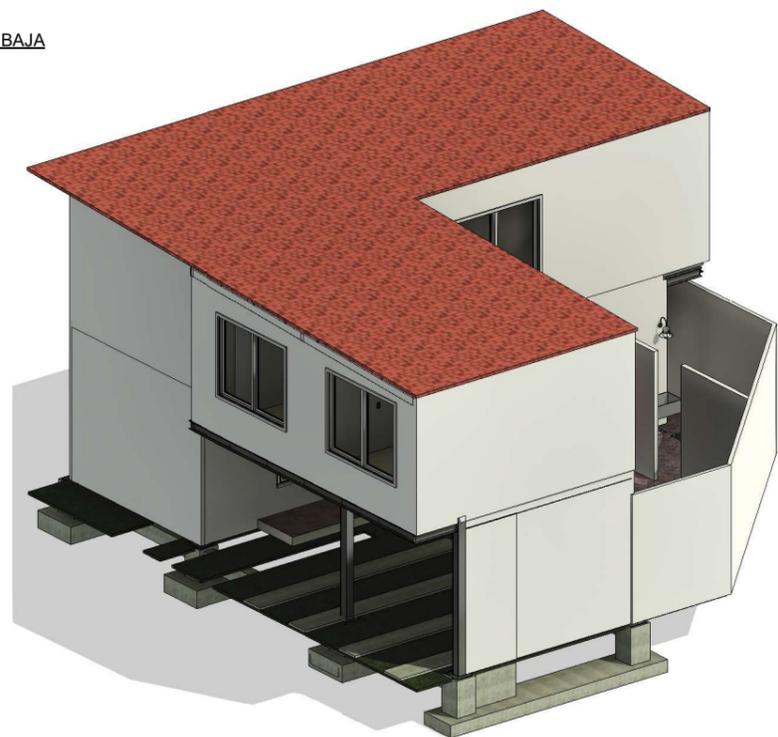
Proyecto: CRONOGRABA DE O
Fecha: jue 17/8/23 15:12

Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite			
Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Tareas críticas			
Resumen		Tarea manual		solo fin		División crítica			
Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas		Progreso			

ANEXO D PLANOS DE OBRA



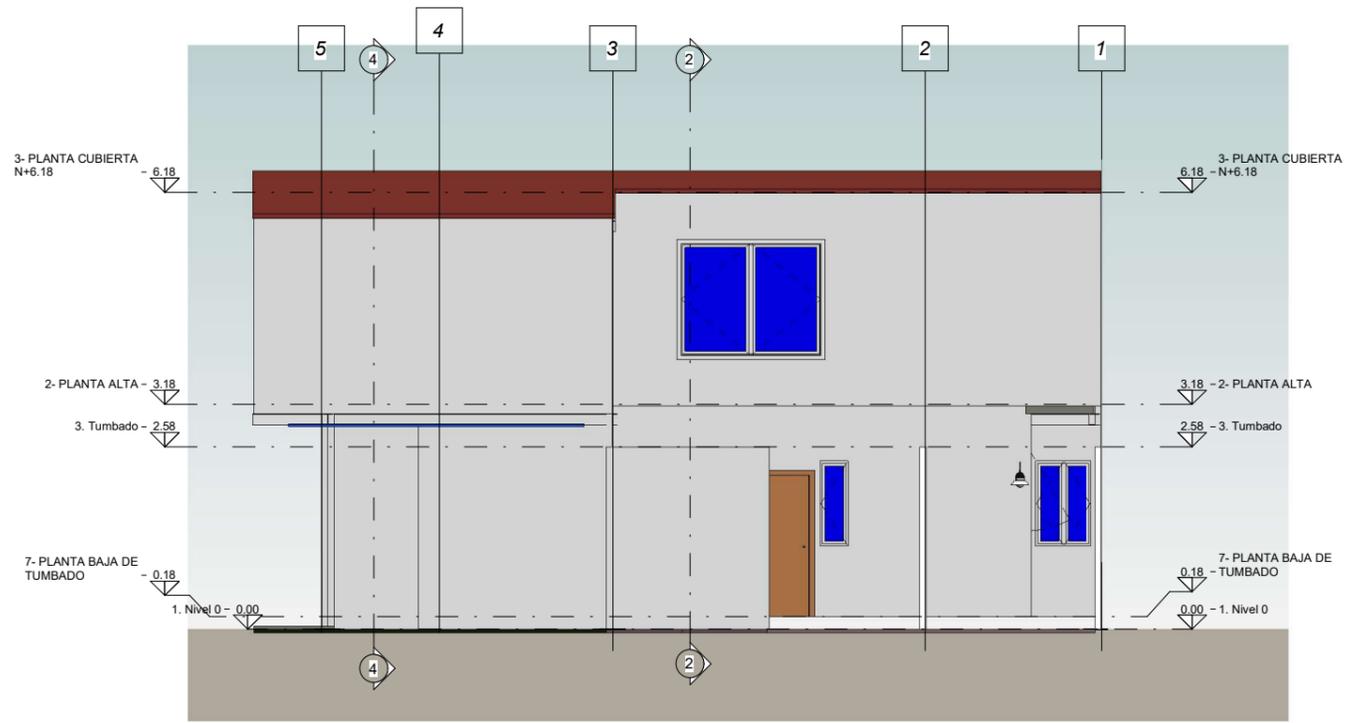
1 - PLANTA BAJA
1:50



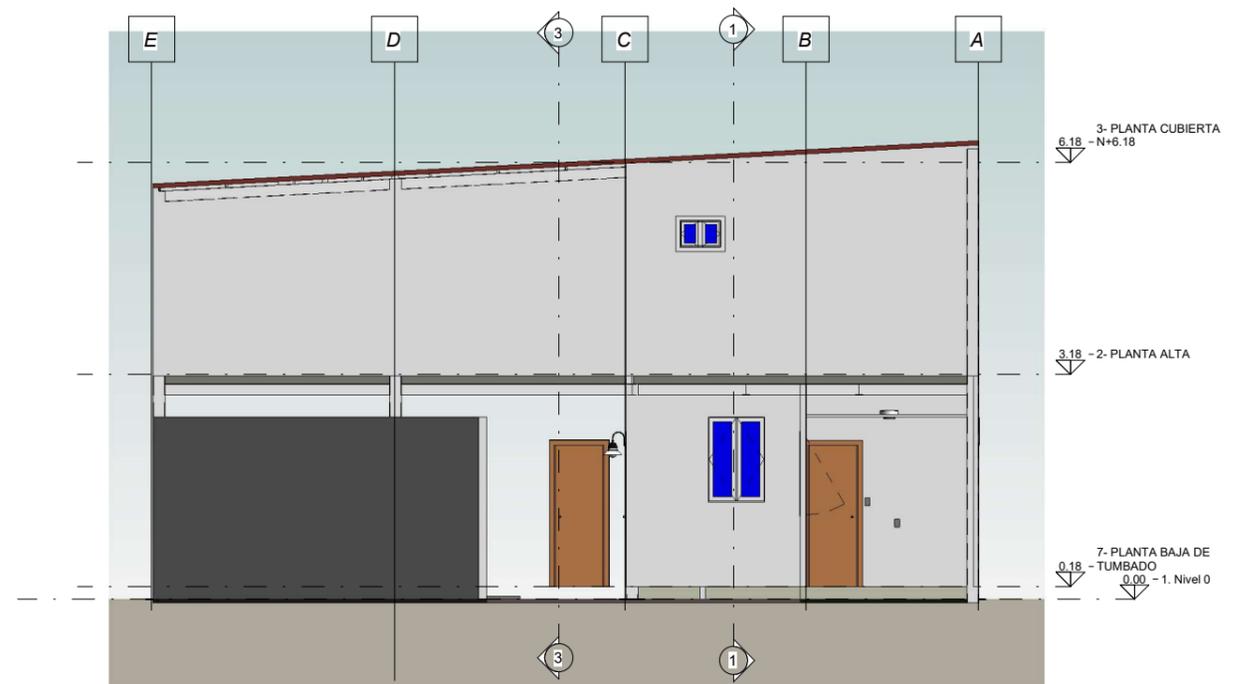
2 - PLANTA ALTA
1:50

TABLA DE HABITACIONES			
HABITACIÓN	ÁREA (m²)	PERIMETRO (m)	NIVEL
OFICINA	6.21 m²	10.72	PLANTA BAJA
PATIO DE SERVICIO	9.92 m²	17.19	PLANTA BAJA
COCINA	7.53 m²	14.88	PLANTA BAJA
COMEDOR	13.76 m²	17.28	PLANTA BAJA
SALA PRINCIPAL	15.33 m²	15.63	PLANTA BAJA
BAÑO	2.24 m²	6.43	PLANTA BAJA
PATIO SOCIAL	26.45 m²	20.76	PLANTA BAJA
GARAJE	41.85 m²	33.11	PLANTA BAJA
WALKING CLOSET	7.88 m²	11.30	PLANTA ALTA
SSHH1	5.36 m²	9.50	PLANTA ALTA
DORMITORIO MASTER	18.82 m²	17.44	PLANTA ALTA
SALA DE ESTAR	19.08 m²	29.65	PLANTA ALTA
DORMITORIO 2	12.32 m²	16.34	PLANTA ALTA
SSHH2	3.35 m²	7.55	PLANTA ALTA
DORMITORIO 1	10.74 m²	14.06	PLANTA ALTA
SSHH3	4.20 m²	8.72	PLANTA ALTA

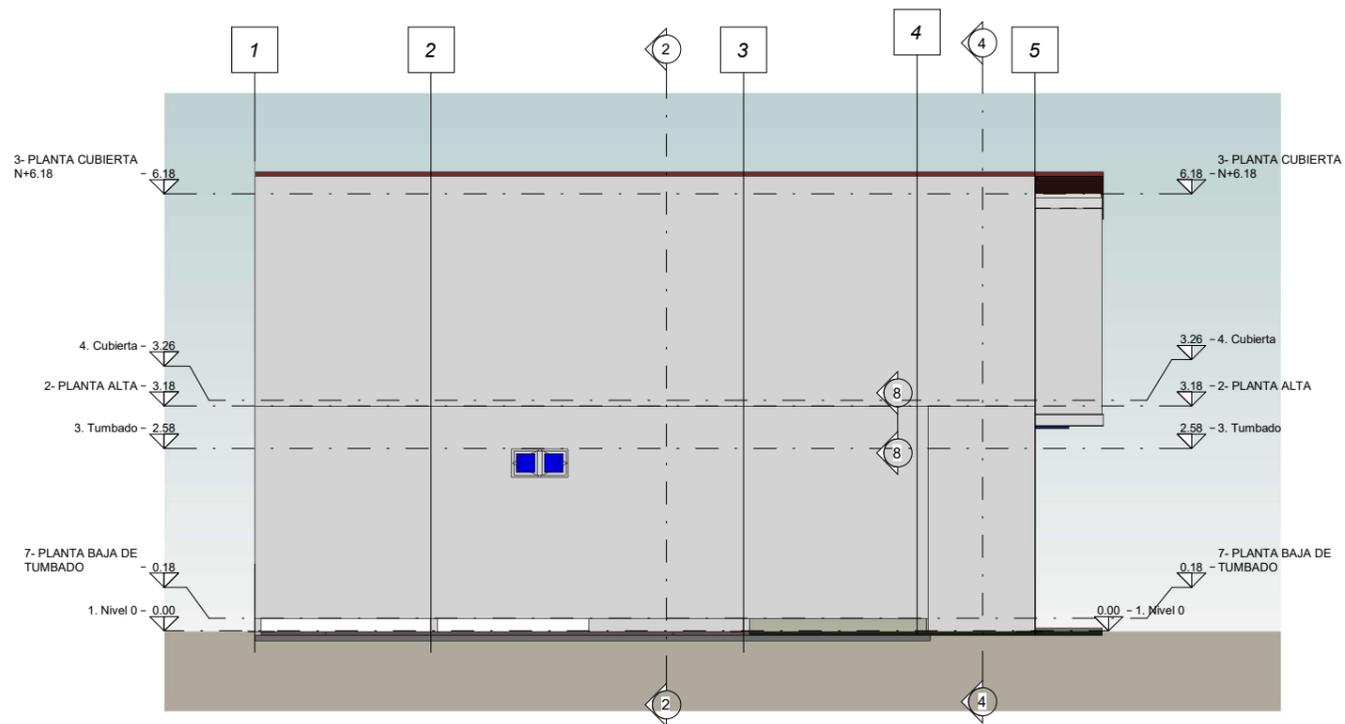
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA		
CONTENIDO: PLANTA BAJA, PLANTA ALTA E ISOMETRÍA GENERAL		
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÜÍ	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: A-01	Escala: Indicada



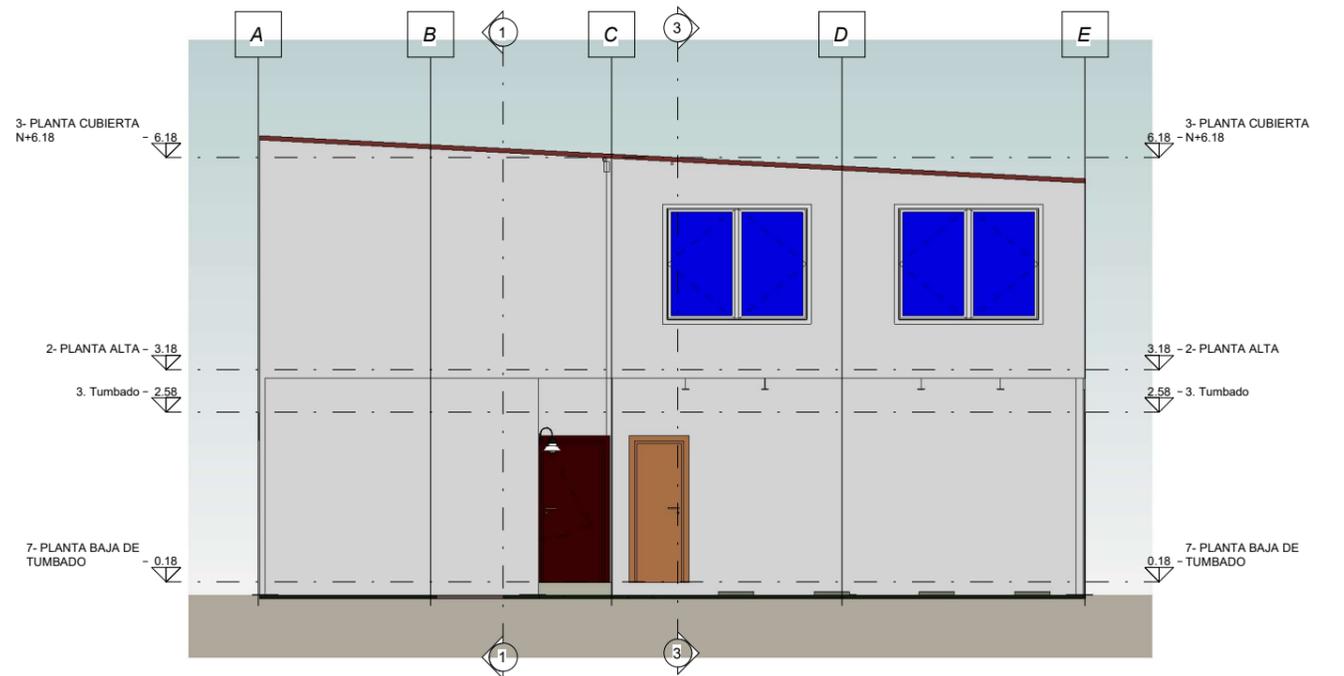
1 FACHADA ESTE
2 1:50



3 FACHADA NORTE
2 1:50

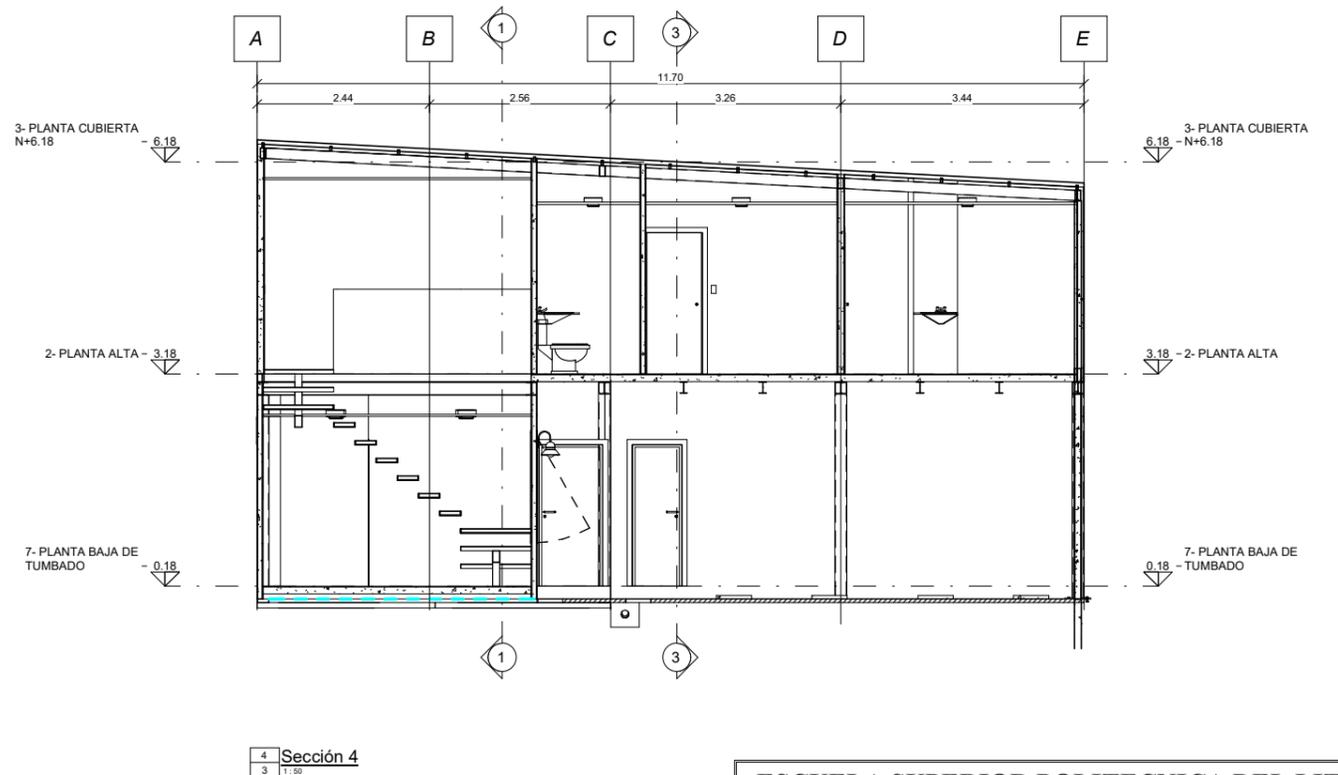
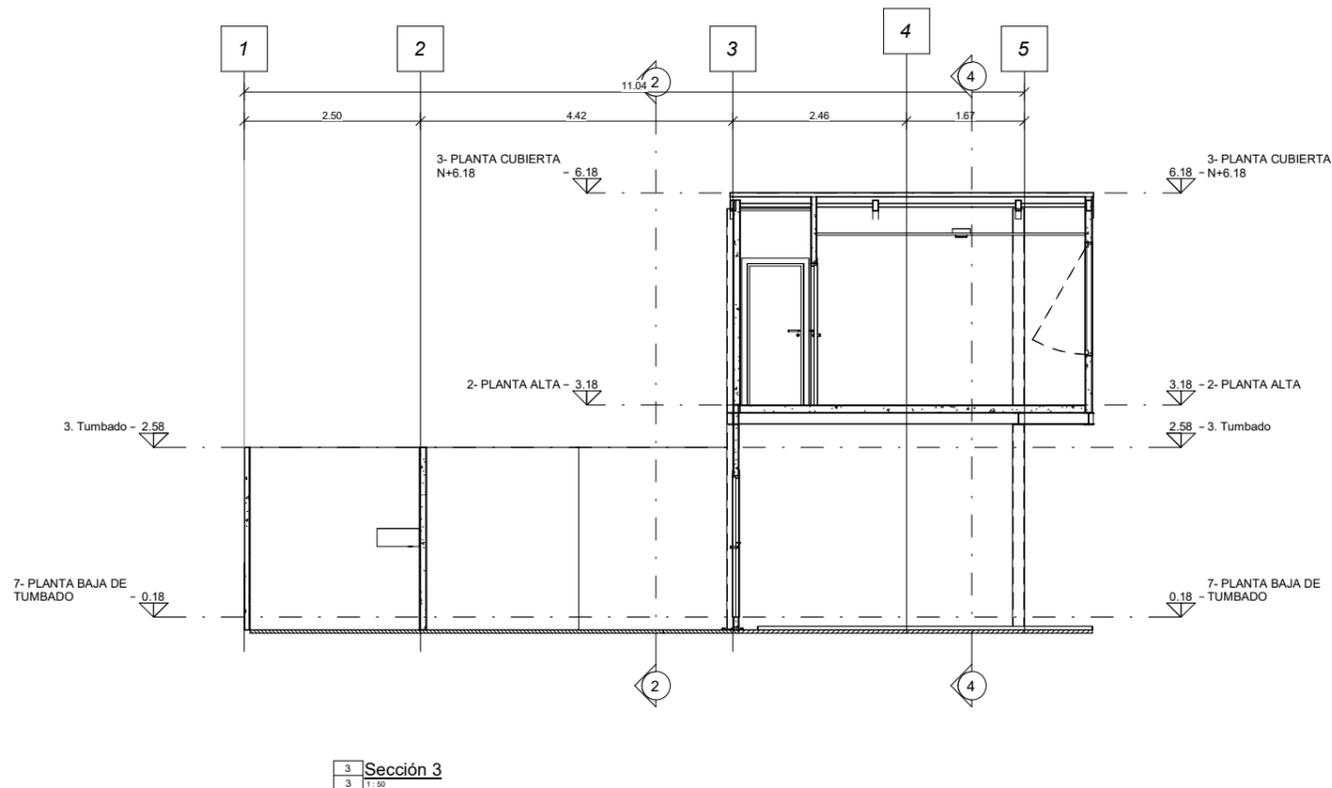
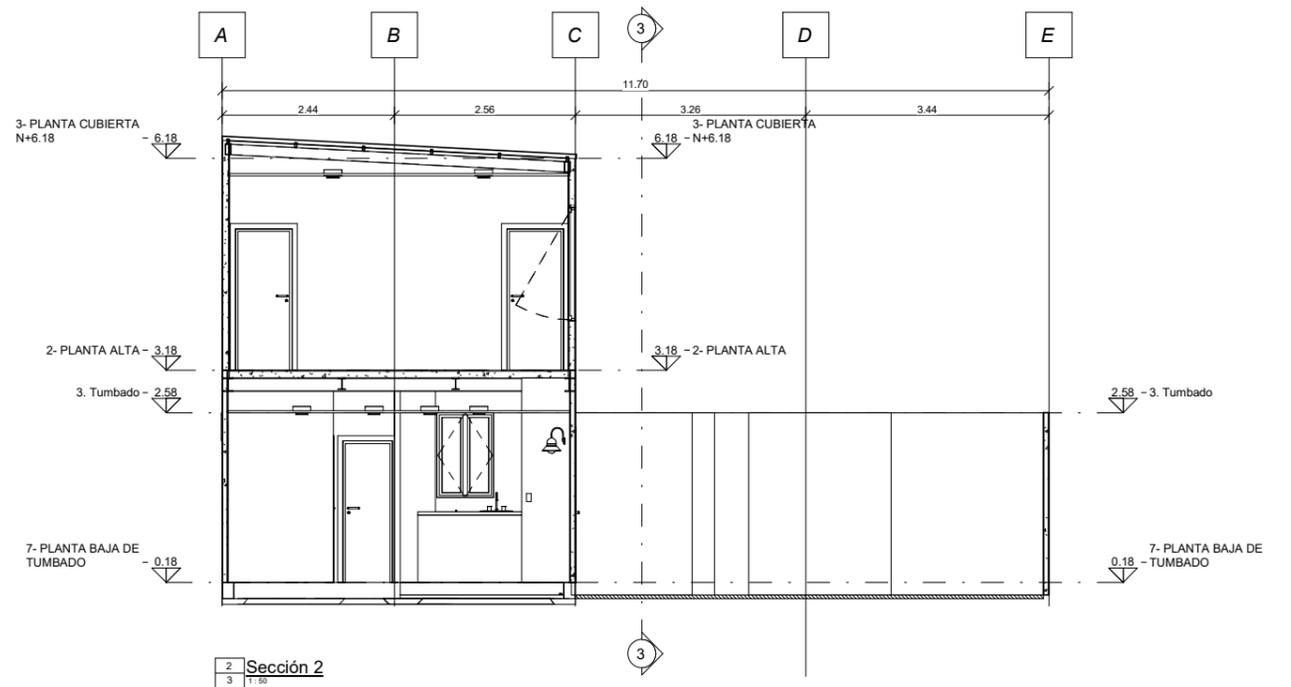
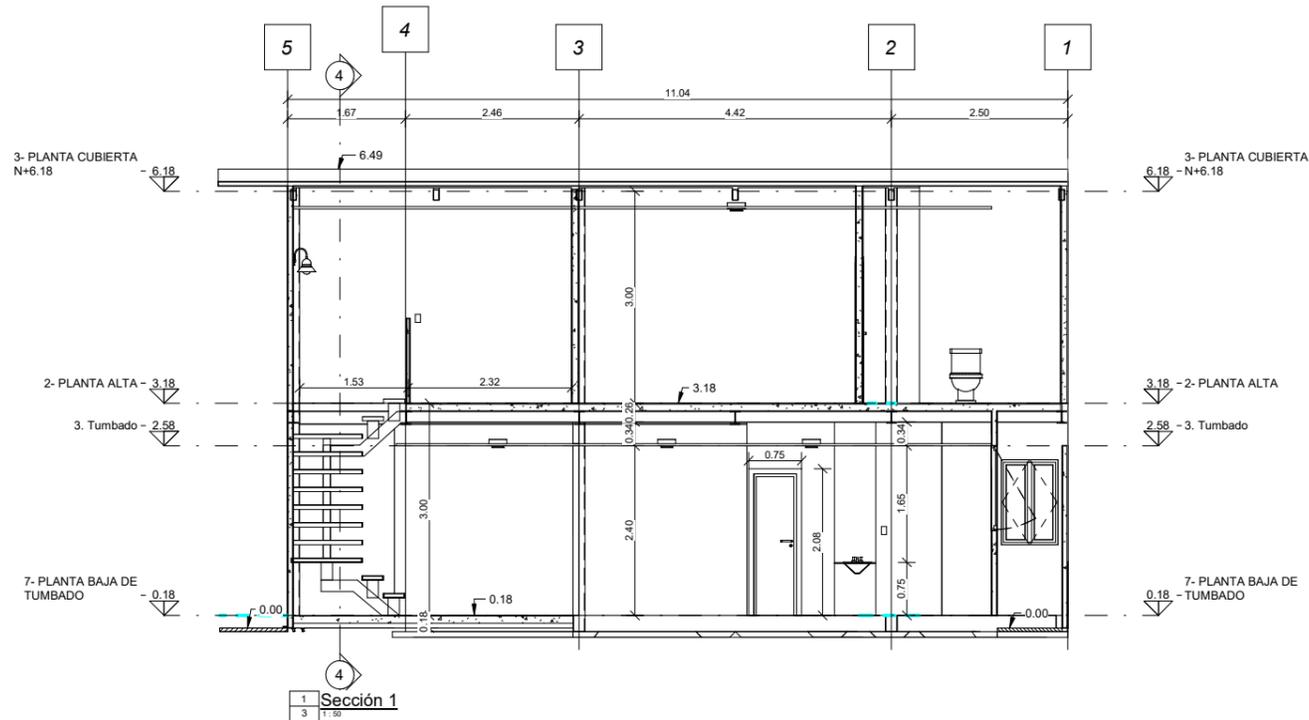


2 FACHADA OESTE
2 1:50

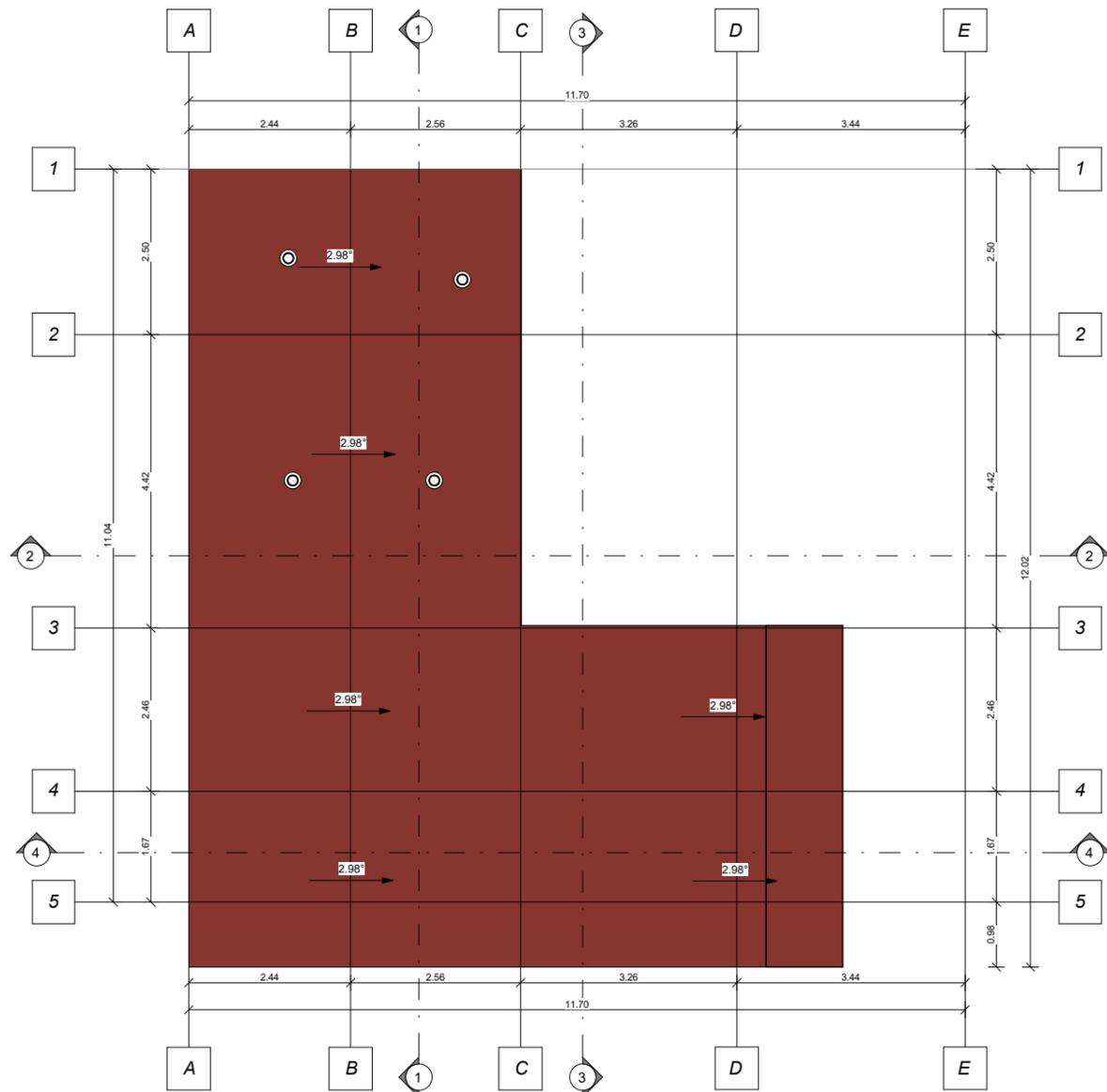


4 FACHADA SUR
2 1:50

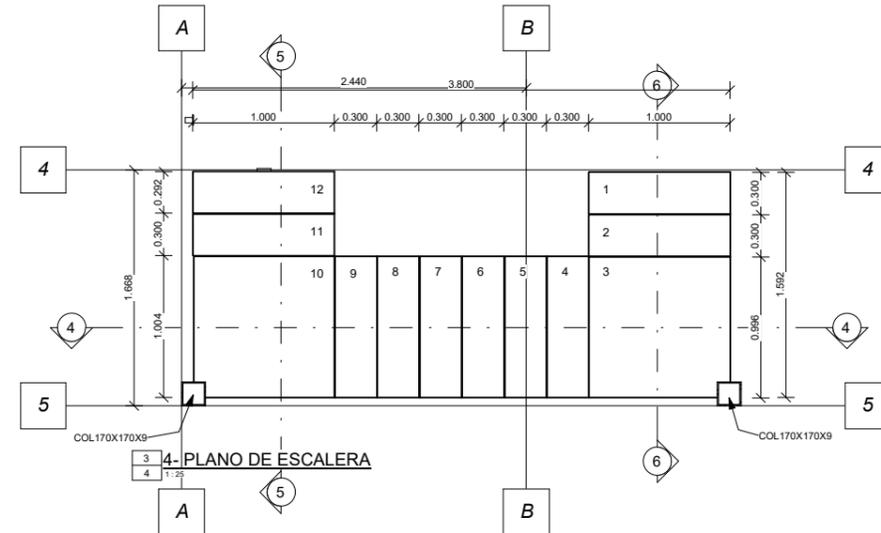
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA			
CONTENIDO: FACHADAS			
Coordinador de la Materia Integradora:	PHD. ANDRÉS VELAZTEGÚ	Estudiantes:	JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY
Tutor de Área de Conocimiento:	MSC. RAFAEL CABRERA	Fecha de Entrega:	25/08/2023
		Lámina:	A-02
		Escala:	Indicada



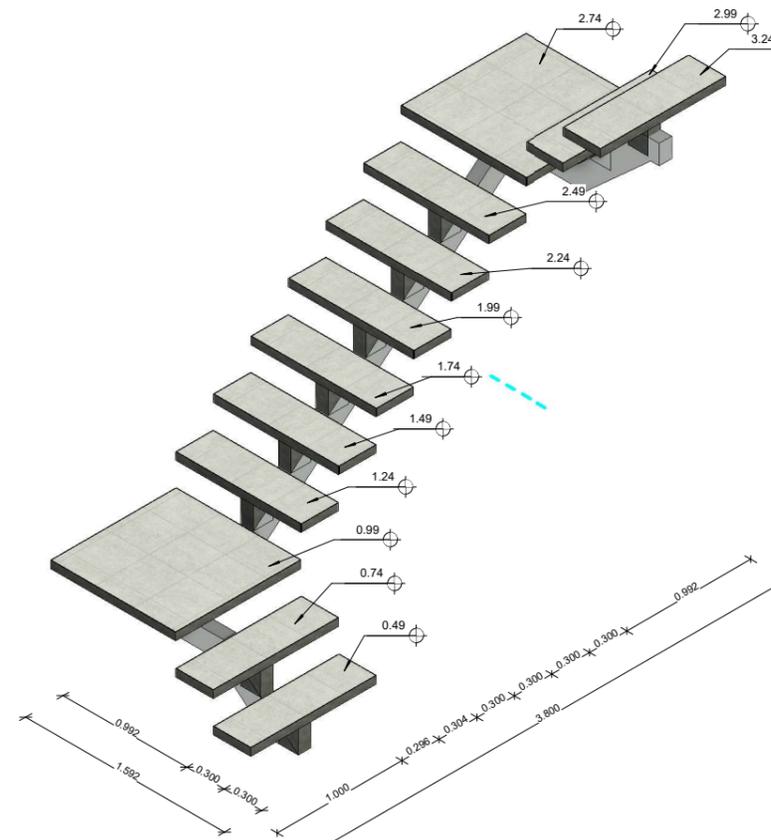
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA			
CONTENIDO: SECCIONES			
Coordinador de la Materia Integradora:	PHD. ANDRÉS VELAZTEGÚ	Estudiantes:	JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY
Tutor de Área de Conocimiento:	MSC. RAFAEL CABRERA	Fecha de Entrega:	25/08/2023
		Lámina:	A-03
		Escala:	Indicada



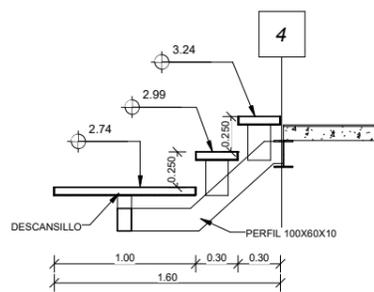
3- PLANTA CUBIERTA N+6.18
1/50



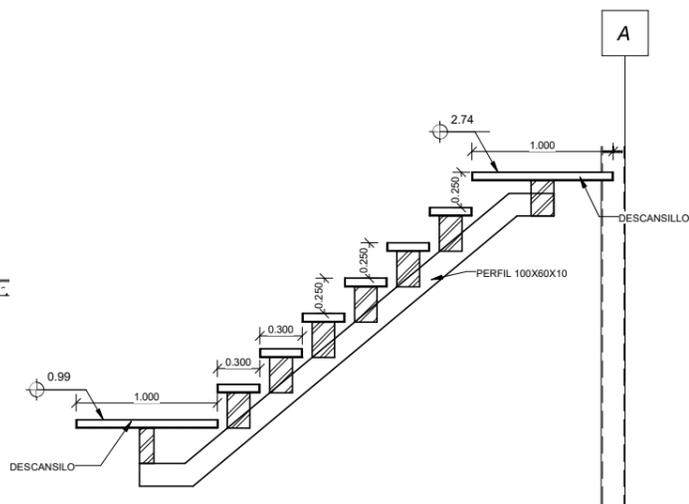
4- PLANO DE ESCALERA



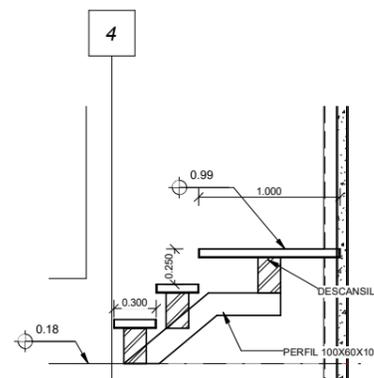
ISOMETRIA ESCALERA



Sección 6
1/25



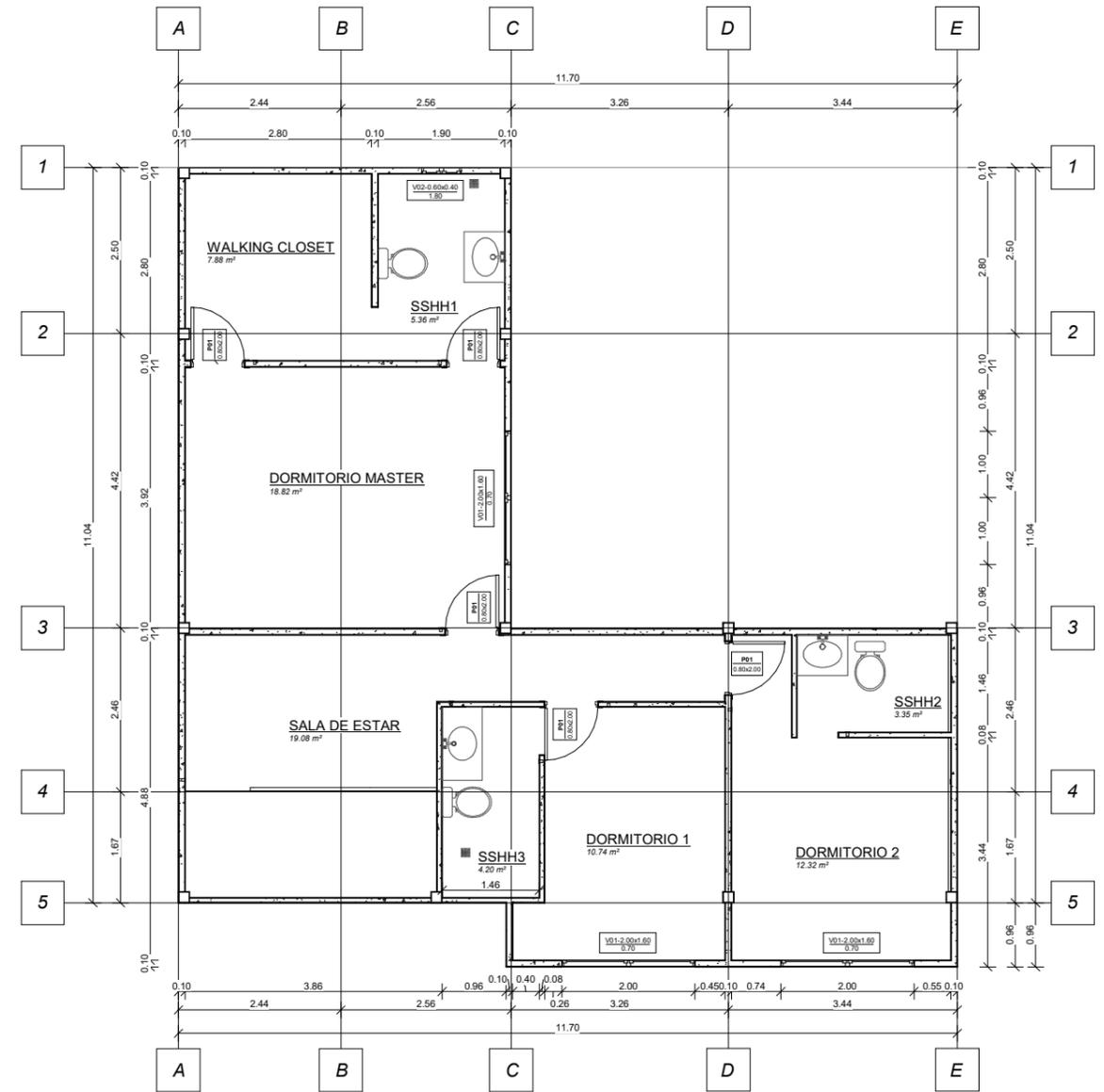
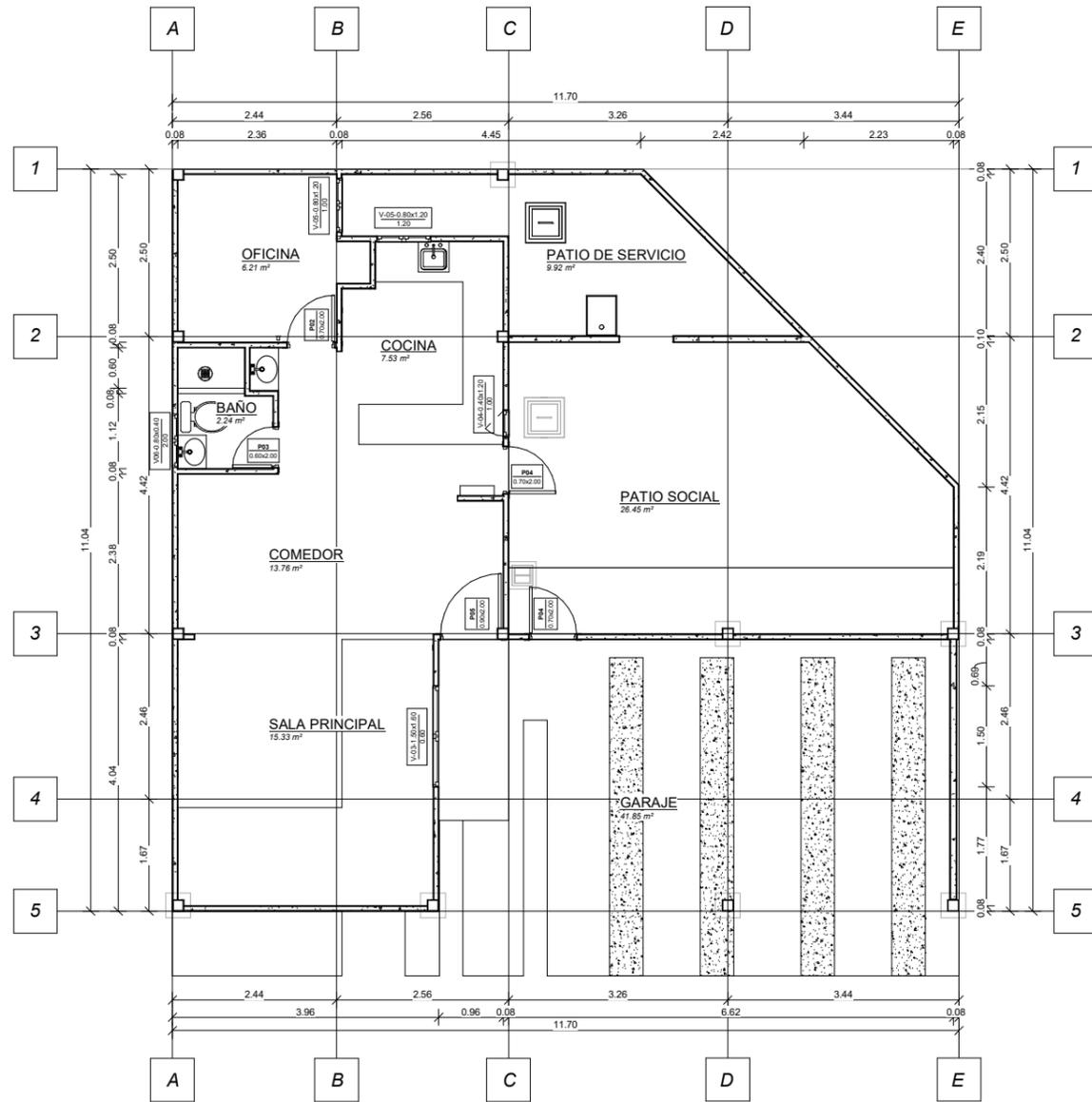
Sección 5
1/25



Sección 7
1/25

7- PLANTA BAJA DE TUMBADO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA			
CONTENIDO: PLANTA DE CUBIERTA Y DETALLE DE ESCALERA			
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÜI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: A-04	Escala: Indicada	



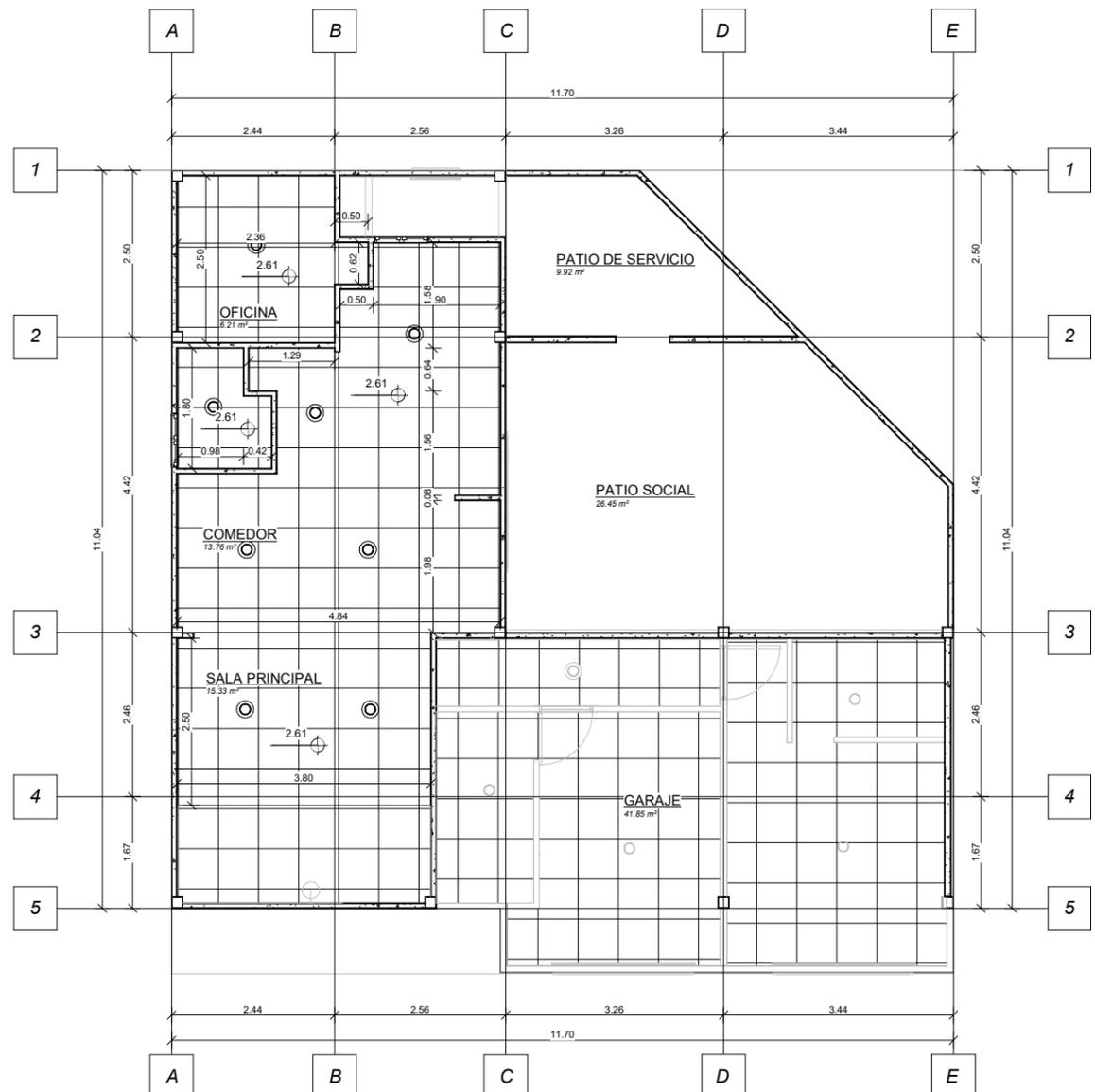
1 5- PLANTA BAJA PUERTAS Y VENTANAS
5 1:50

2 6- PLANTA ALTA PUERTAS Y VENTANAS
5 1:50

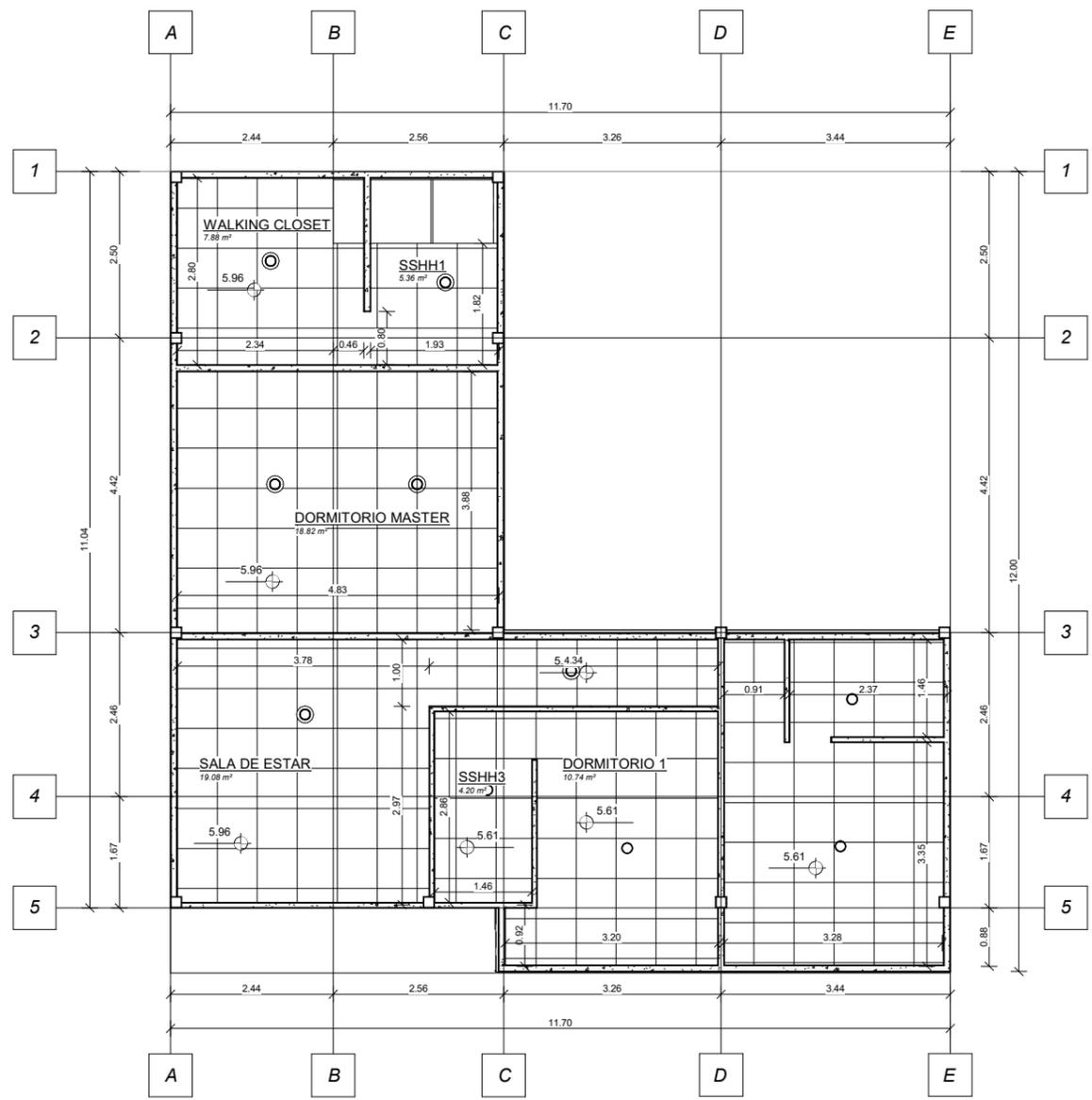
TABLA DE VENTANAS				
ITEM	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALTURA ANTEPECHO (m)	CANTIDAD
V01	2.00	1.60	0.70	1
V01	2.00	1.60	0.70	1
V01	2.00	1.60	0.70	1
V02	0.60	0.40	1.80	1
V06	0.80	0.40	2.00	1
V-03	1.50	1.60	0.60	1
V-04	0.40	1.20	1.00	1
V-05	0.80	1.20	1.00	1
V-05	0.80	1.20	1.00	1
Ventana 1x1.60	1.00	1.60	0.60	1
Ventanas ext 0.7x2.10	0.70	2.10	0.25	1
Ventanas ext 0.7x2.10	0.70	2.10	0.25	1

TABLA DE PUERTAS			
ITEM	ANCHO (m)	ALTO (m)	CANTIDAD
P01	0.80	2.00	6
P02	0.70	2.00	1
P03	0.60	2.00	1
P04	0.70	2.00	3
P05	0.90	2.00	2

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA		
CONTENIDO: PLANO DE PUERTAS Y VENTANAS		
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGUI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: A-05	Escala: Indicada

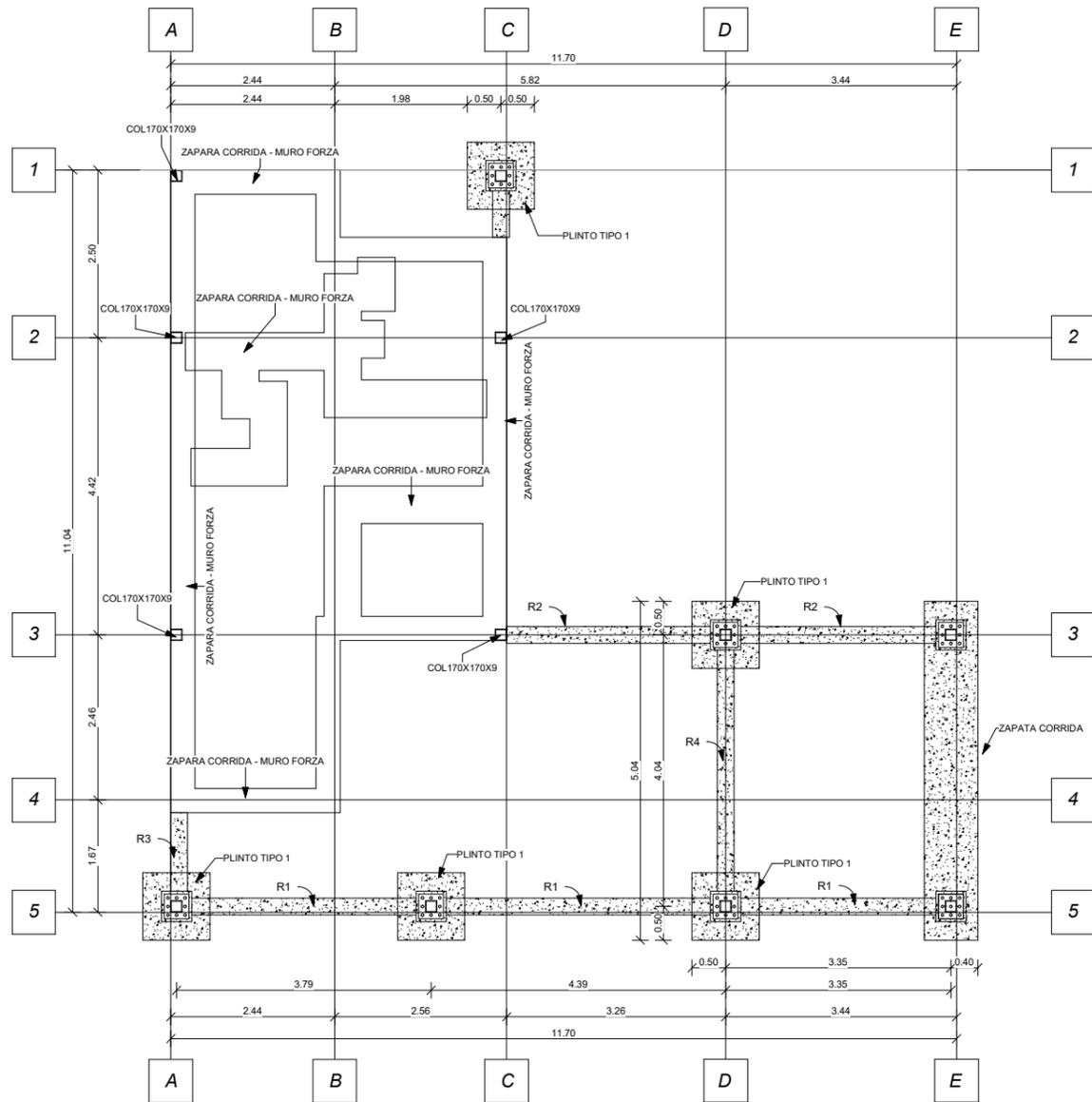


7- PLANTA BAJA DE TUMBADO

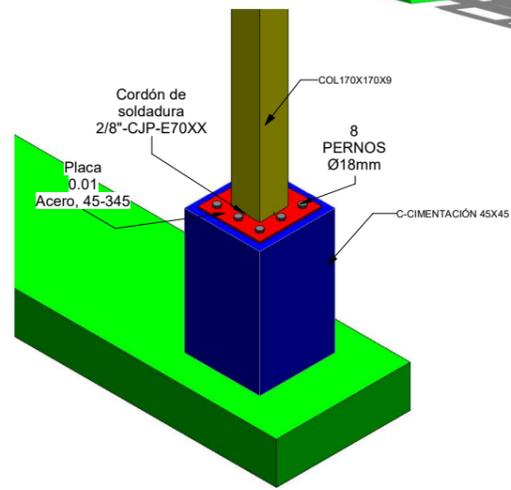


8- PLANTA ALTA DE TUMBADO

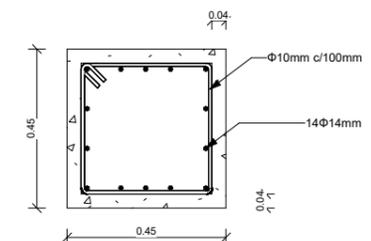
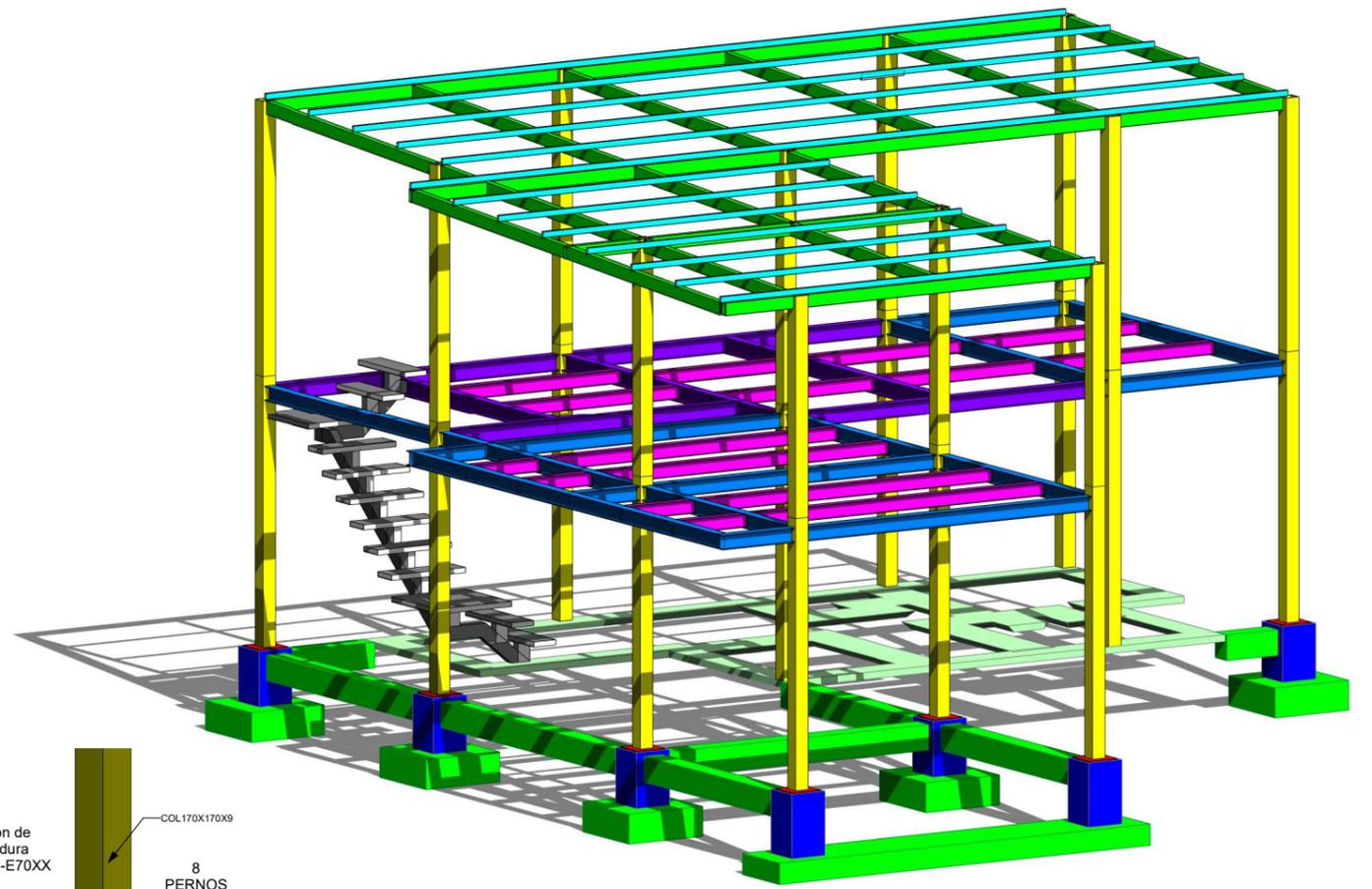
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA			
CONTENIDO: PLANO DE TUMBADO			
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÚ	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023	
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: A-06	Escala: Indicada	



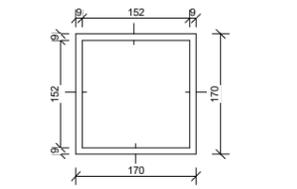
5.1 1 NIVEL +0.00m-S
10 1:50



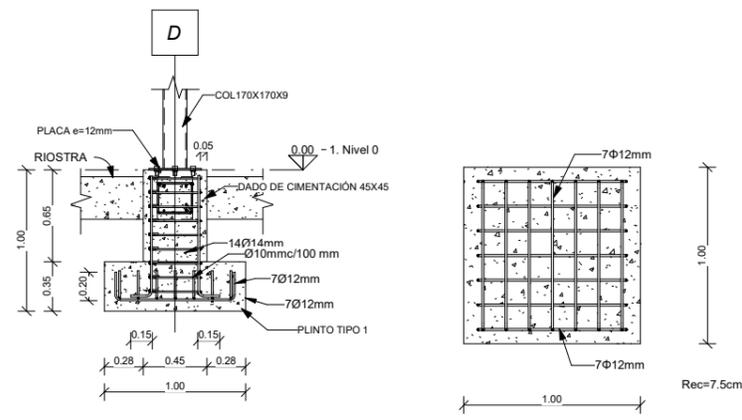
6 DETALLE ISOMETRÍA CONEXIÓN DE PLACA
10



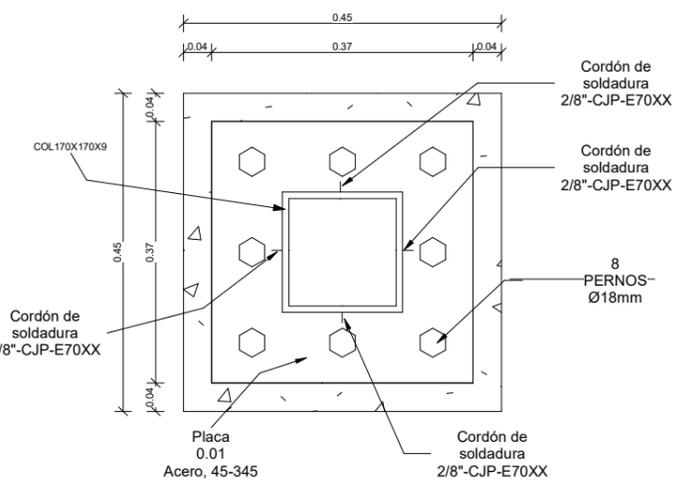
5 DETALLE DE DADO CIMENTACIÓN
10 1:10



8 SECCIÓN DE COLUMNA COL
10 1:5 Medidas en mm



4 DETALLE ZAPATA AISLADA
10 1:20

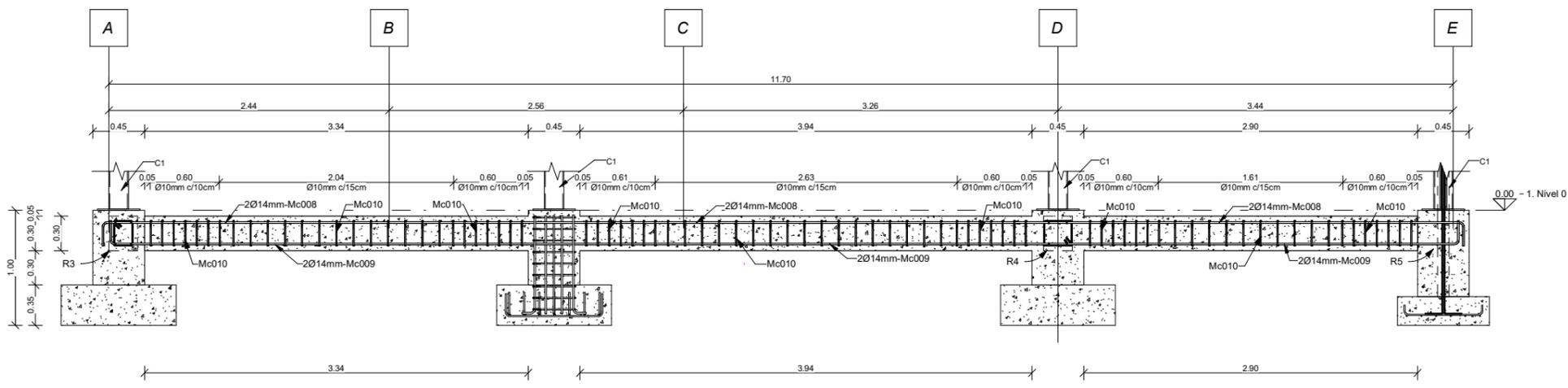


7 DETALLE PLACA DE CONEXIÓN DADO-COLUMNA
10 1:5

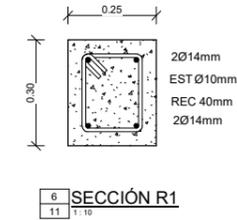
3 DETALLE DE PLINTO TIPO 1
10 1:25 SON 7 ELEMENTOS

- Especificaciones técnicas para plano de cimentaciones:**
- Aero de refuerzo corrugado bajo normativa NTE INEN 2167
 - Resistencia de acero de refuerzo Gr60 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - Las barras de estribo y amarre deberán ser dobladas alrededor de un pasador que tenga un diámetro no menor de 40 mm para barras de 10 mm; 50 mm para barras de 12 mm; 60 mm para barras de 14 mm.
 - Hormigón con una resistencia de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.
 - Los bulones de anclaje deberán cumplir el diámetro indicado en el plano, tendrán una longitud vertical de 16 cm y una pata de 9 cm.
 - Placa base de acero grado A36 con una resistencia $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

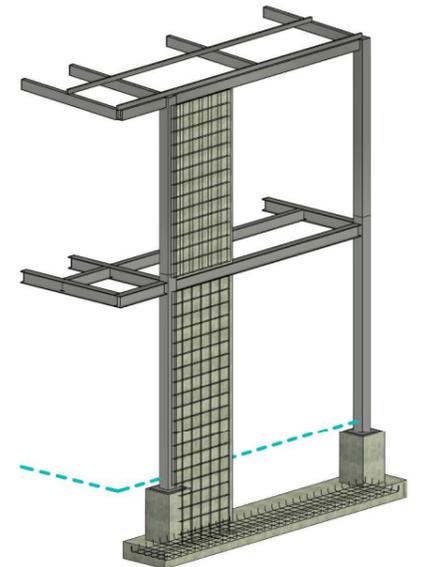
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA		
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN E ISOMETRÍA GENERAL		
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGUI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: S-00	Escala: Indicada



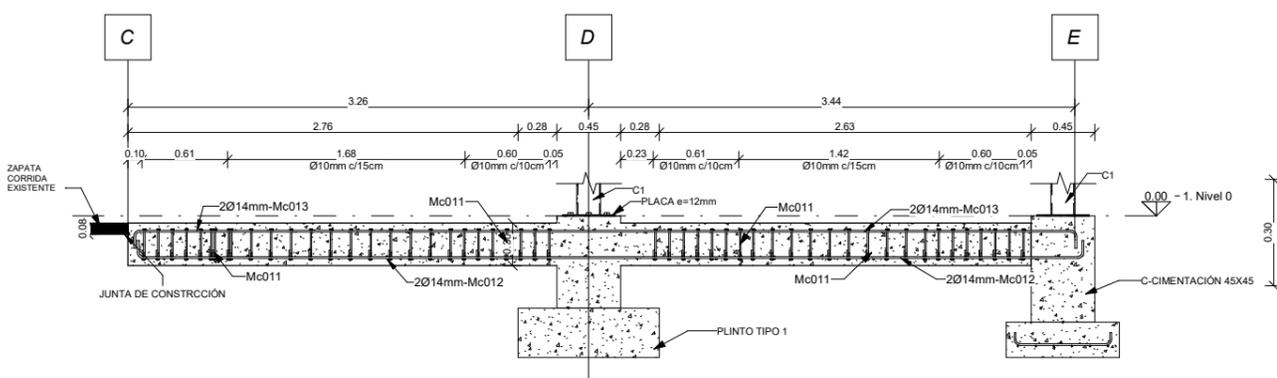
1 ROSTRA 1
11 1:25



6 SECCIÓN R1
11 1:10



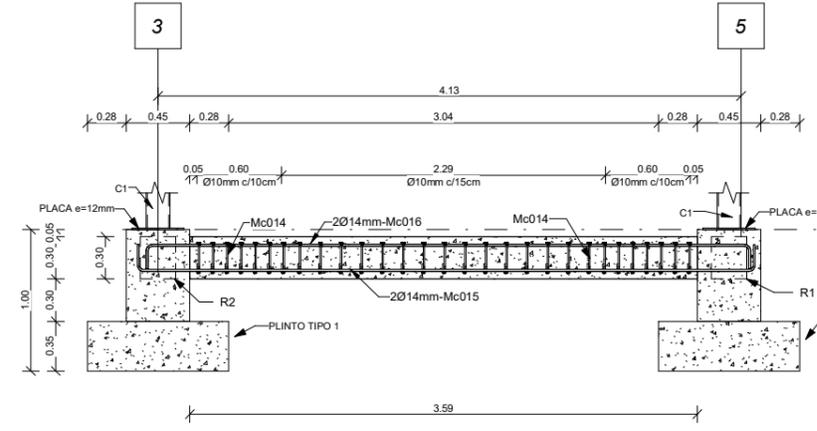
11 ISOMETRÍA MURO EST
11



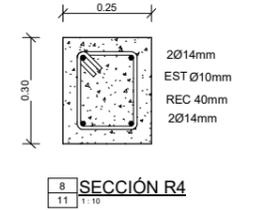
2 ROSTRA 2
11 1:25



7 SECCIÓN R2
11 1:10



4 ROSTRA 4
11 1:25



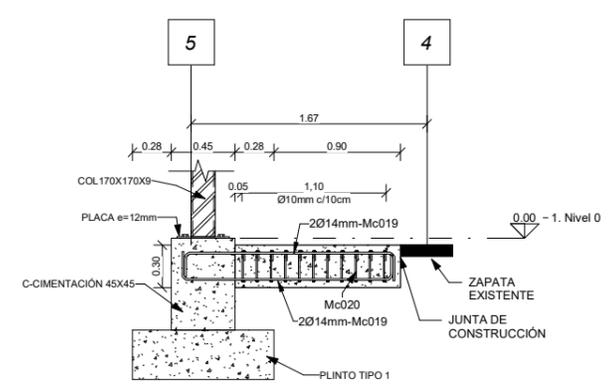
8 SECCIÓN R4
11 1:10

Tabla de Cantidades de Acero de Refuerzo en Rostros

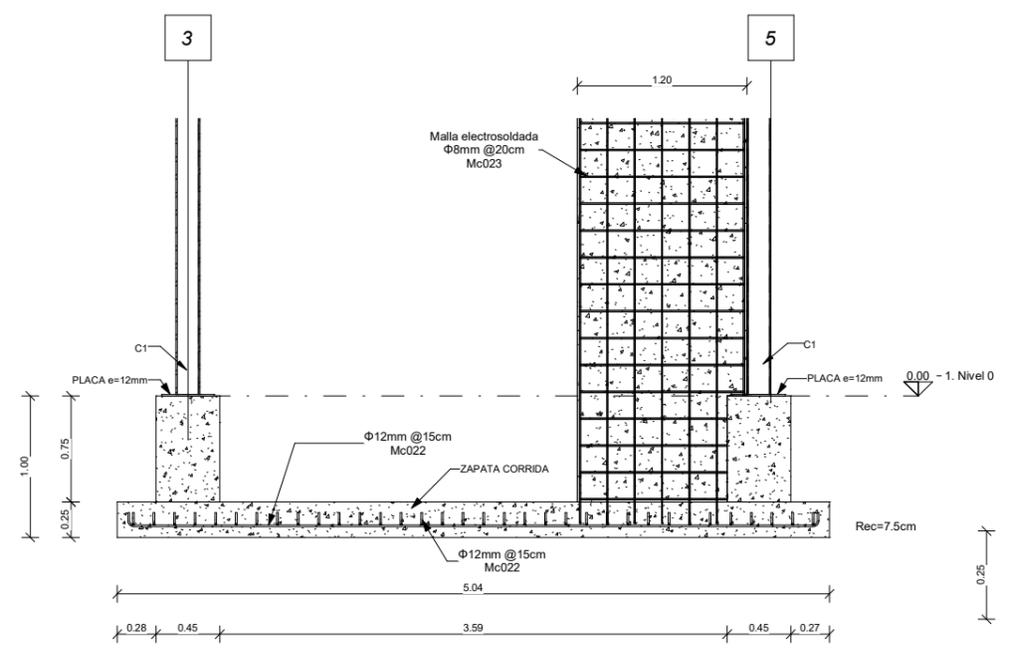
MARCA	DIAMETRO	CANTIDAD (u)	LONGITUD TOTAL (m)	PESO UNIT (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
Mc008	Ø14mm	2	12.28	1.208	14.83
Mc009	Ø14mm	2	12.16	1.208	14.69
Mc010	Ø10mm	51	4.88	3.085	3.01
Mc011	Ø10mm	51	5.85	3.702	3.61
Mc012	Ø14mm	2	6.95	1.208	8.40
Mc013	Ø14mm	2	6.93	1.208	8.37
Mc014	Ø10mm	29	3.41	1.851	2.10
Mc015	Ø14mm	2	4.75	1.208	5.74
Mc016	Ø14mm	2	4.62	1.208	5.58
Mc019	Ø14mm	4	3.74	0.000	0.00
Mc020	Ø10mm	11	0.98	0.000	0.00
23		158	66.54	15.886	66.33

Tabla de Cantidades de Hormigón en Rostros

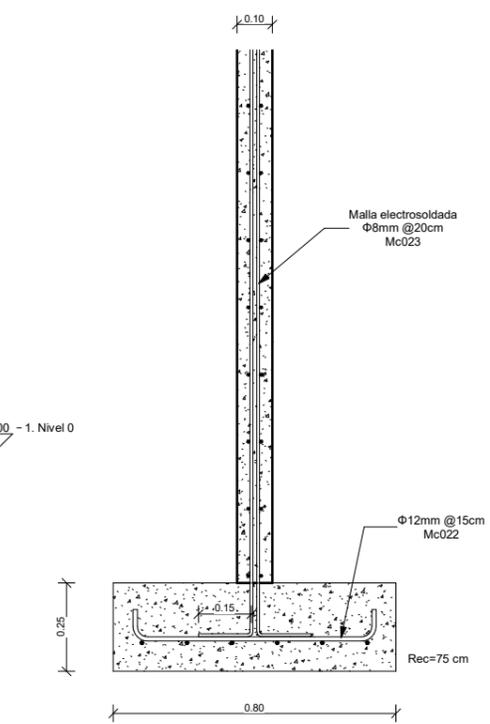
ITEM	CANTIDAD (u)	VOLUMEN (m³)	TOTAL
R1	1	0.764	0.76 m³
R2	1	0.445	0.45 m³
R4	1	0.269	0.27 m³
R3	1	0.088	0.09 m³
		1.566	1.57 m³



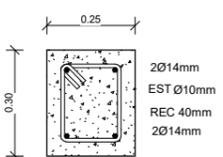
3 ROSTRA 3
11 1:25



5 ZAPATA CORRIDA
11 1:25



10 SECCIÓN ZAPATA CORRIDA
11 1:10



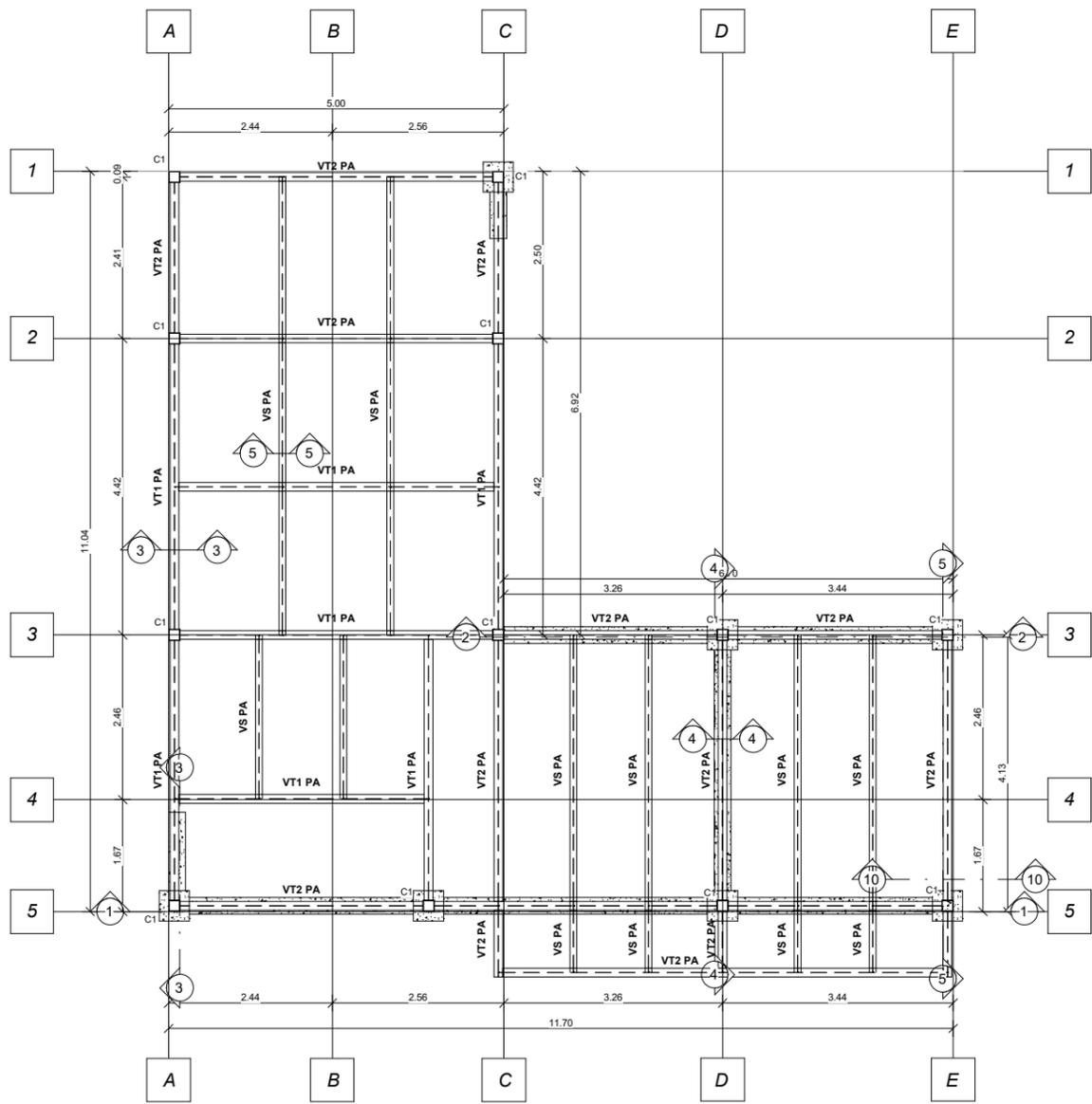
9 SECCIÓN R3
11 1:10

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

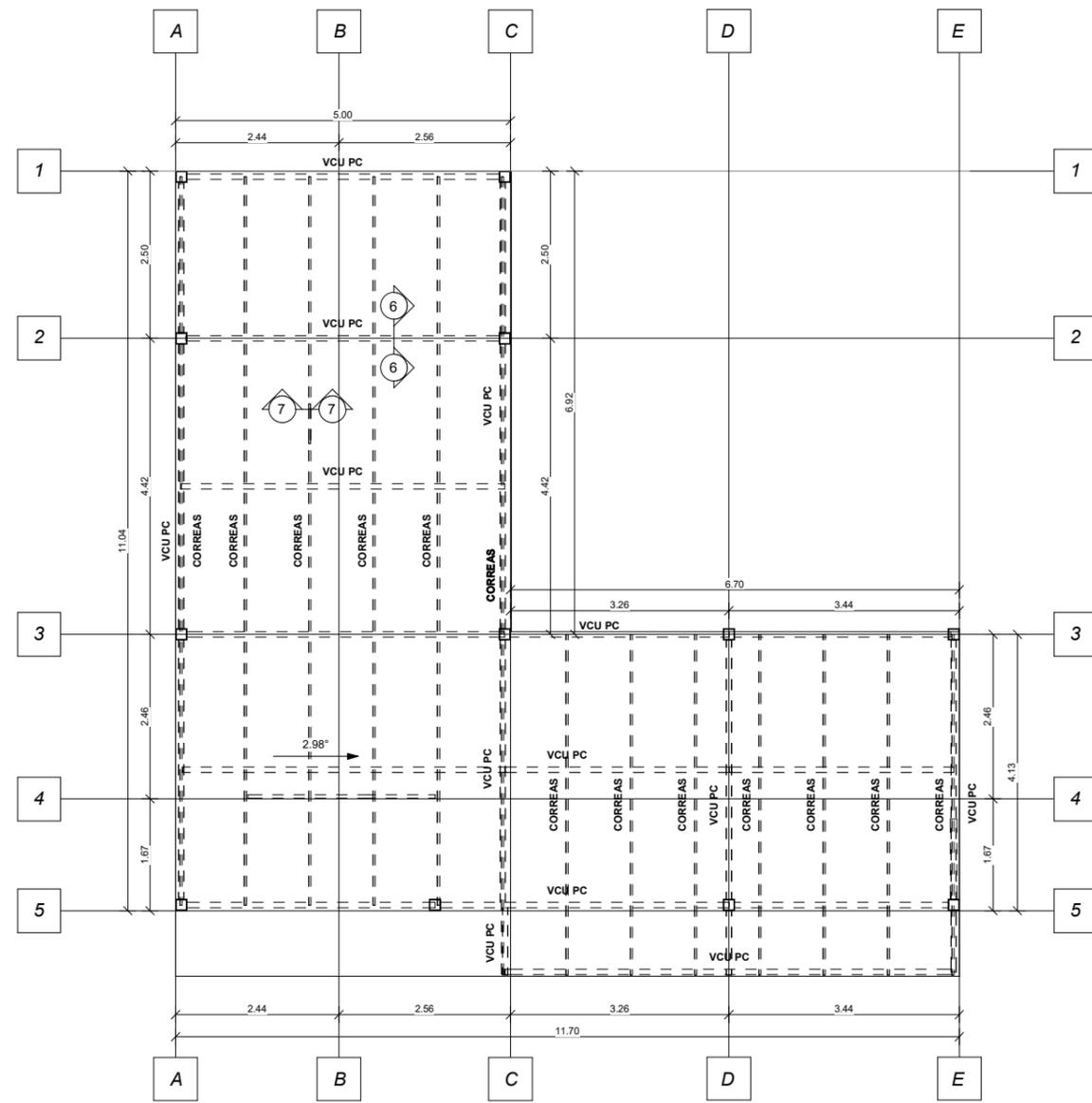
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

CONTENIDO: DETALLE DE ROSTRAS

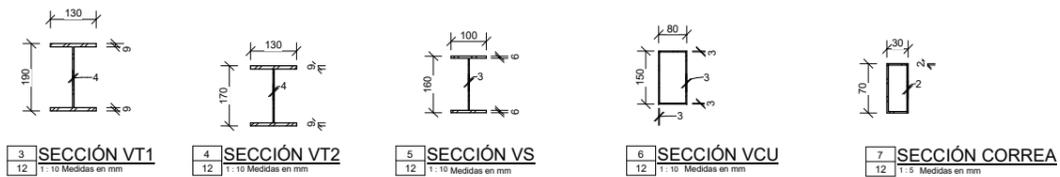
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGUI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: S-01	Escala: Indicada



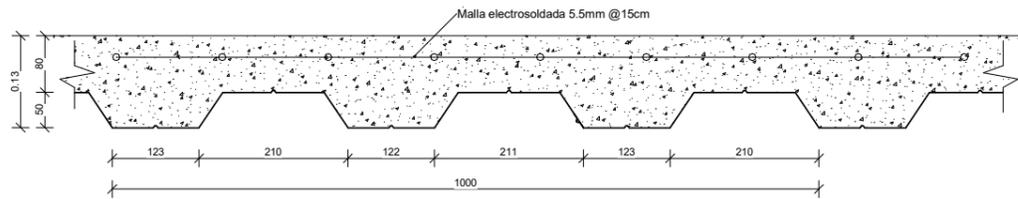
1 2 NIVEL +3.18m-S
12 1:50



2 6 NIVEL +6.18m-S
12 1:50



3 SECCIÓN VT1 12 1:10 Medidas en mm
4 SECCIÓN VT2 12 1:10 Medidas en mm
5 SECCIÓN VS 12 1:10 Medidas en mm
6 SECCIÓN VCU 12 1:10 Medidas en mm
7 SECCIÓN CORREA 12 1:5 Medidas en mm



8 SECCIÓN DE LOSA
12 1:5

Especificaciones técnicas para el plano de vigas de acero

- Elementos estructurales de vigas de entepiso y columnas de acero ASTM A36 Fy = 36 Ksi
- Las soldaduras para uniones de elementos estructurales deberá realizarlas un soldador calificado en conexiones precalificadas. En soldaduras, se implementarán electrodos E60 y E70.
- Las correas se conforman de tubos estructurales que deberán cumplir la normativa NTE INEN 2415
- Los elementos de vigas de entepiso, vigas de cubierta y columnas no se obtienen de catálogos, serán perfiles armados en taller que cumplan con las características del punto 1.
- No habrá conexiones columna a columna, los perfiles estructurales vienen en medidas de 6m, por lo que se implementará todo el perfil para las columnas.

CONEXIONES A CORTE



CONEXIONES A MOMENTO

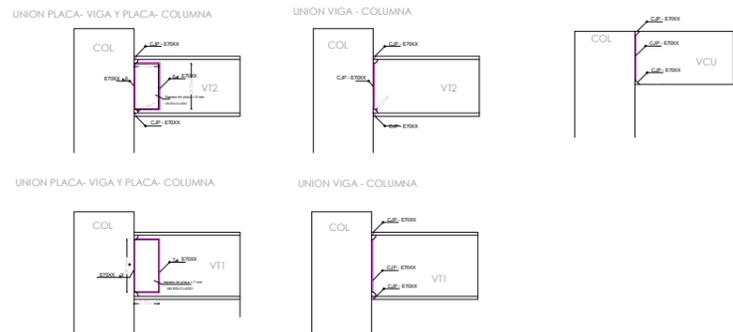


TABLA DE VIGAS METALICAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u)	LONGITUD (m)	PESO UNITARIO (Kg/m)	TOTAL (Kg)
VT2 PA	M_Perfiles HP: VT2-130X9-170X4	16	54.63	23.14	1264.11
VT1 PA	M_Perfiles HP: VT1-130X9-190X4	7	30.34	23.77	721.18
VS PA	M_Perfiles HP: VS-100X6-160X3	12	38.69	12.91	499.50
VCU PC	M_HSS Rectangular: VCU - 80X150X3	13	88.65	5.35	474.30
	M_HSS Rectangular: CORREA- 30X70X2	14	102.16	2.28	232.93
62		62	314.48		3192.03

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

CONTENIDO:
PLANTA N+3.18 - N+6.18 Y SECCIONES DE PERFILES; DETALLES DE UNIONES SOLDADURAS

Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÜI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: S-02	Escala: Indicada

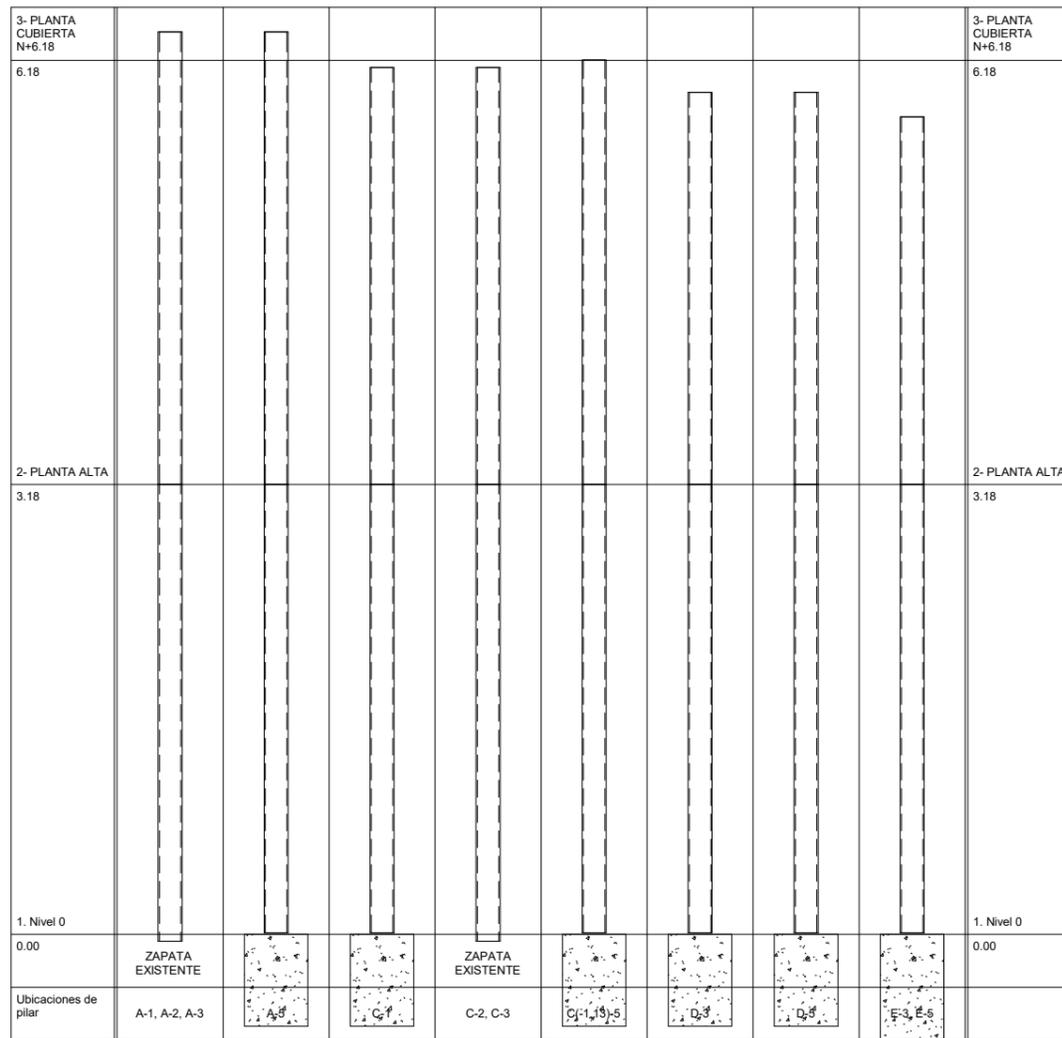
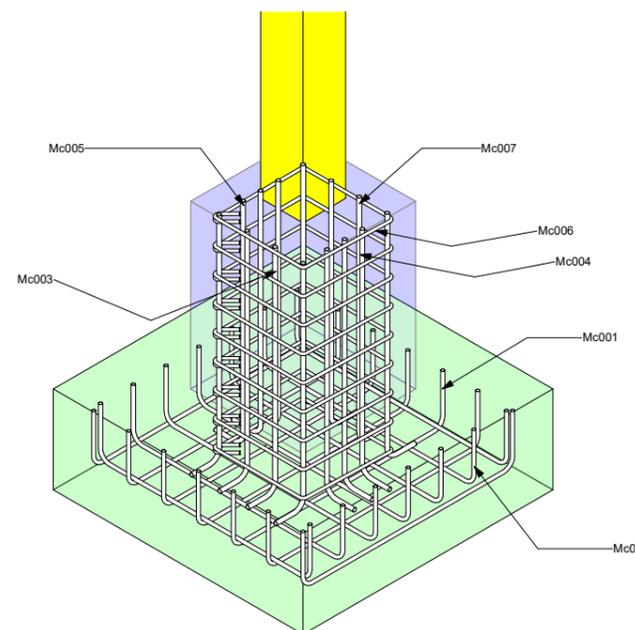


DIAGRAMA DE NIVELES DE COLUMNAS
1:25

TABLA DE CANTIDADES DE PILARES METALICOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (u.)	LONGITUD (m)	PESO UNITARIO (Kg/m)	TOTAL (Kg)	UBICACIÓN REJILLA
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	A-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	C-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	A-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	C-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	A-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.23	45.5	146.97	C-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	A-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	B,C-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	D-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	E-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	D-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.17	45.5	144.24	E-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.95	45.5	134.17	C-1
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.95	45.5	134.17	C-2
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.95	45.5	134.17	C-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.20	45.5	145.60	A-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	3.00	45.5	136.63	B,C-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.77	45.5	126.23	D-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.60	45.5	118.30	E-3
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.77	45.5	126.23	D-5
C1	M_HSS Cuadrado-Pilar: COL170X170X9	1	2.60	45.5	118.30	E-5
Total general: 24		24	73.74	1092	3355.06	

TABLA DE CANTIDADES DE ACERO DE REFUERZO EN PLINTOS											
MARCA	DIAMETRO	CANTUDA D (u)	TOTAL PLINTOS (u)	A	B	C	D	E	LONGITUD TOTAL (m)	PESO UNIT (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
Mc001	Ø12mm	7	7	200 mm	850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	8.75	0.888	7.77
Mc002	Ø12mm	7	7	200 mm	850 mm	0 mm	0 mm	0 mm	8.75	0.888	7.77
Mc007	Ø14mm	4	7	0 mm	860 mm	117 mm	0 mm	0 mm	6.84	1.208	8.26
Mc006	Ø10mm	9	7	70 mm	370 mm	371 mm	371 mm	370 mm	11.74	0.617	7.24
Mc003	Ø14mm	4	7	0 mm	855 mm	117 mm	0 mm	0 mm	6.80	1.208	8.22
Mc005	Ø14mm	3	7	0 mm	855 mm	117 mm	0 mm	0 mm	6.80	1.208	8.22
Mc004	Ø14mm	3	7	0 mm	855 mm	117 mm	0 mm	0 mm	6.80	1.208	8.22
									56.49	7.225	55.70

TABLA DE CANTIDADES DE HORMIGÓN EN PLINTOS			
Marca	CANTIDAD (u)	VOLUMEN (m³)	TOTAL
DADO DE CIMENTACIÓN	7	0.152	1.06 m³
ZAPATAS	7	1.008	7.06 m³
		1.160	8.12 m³

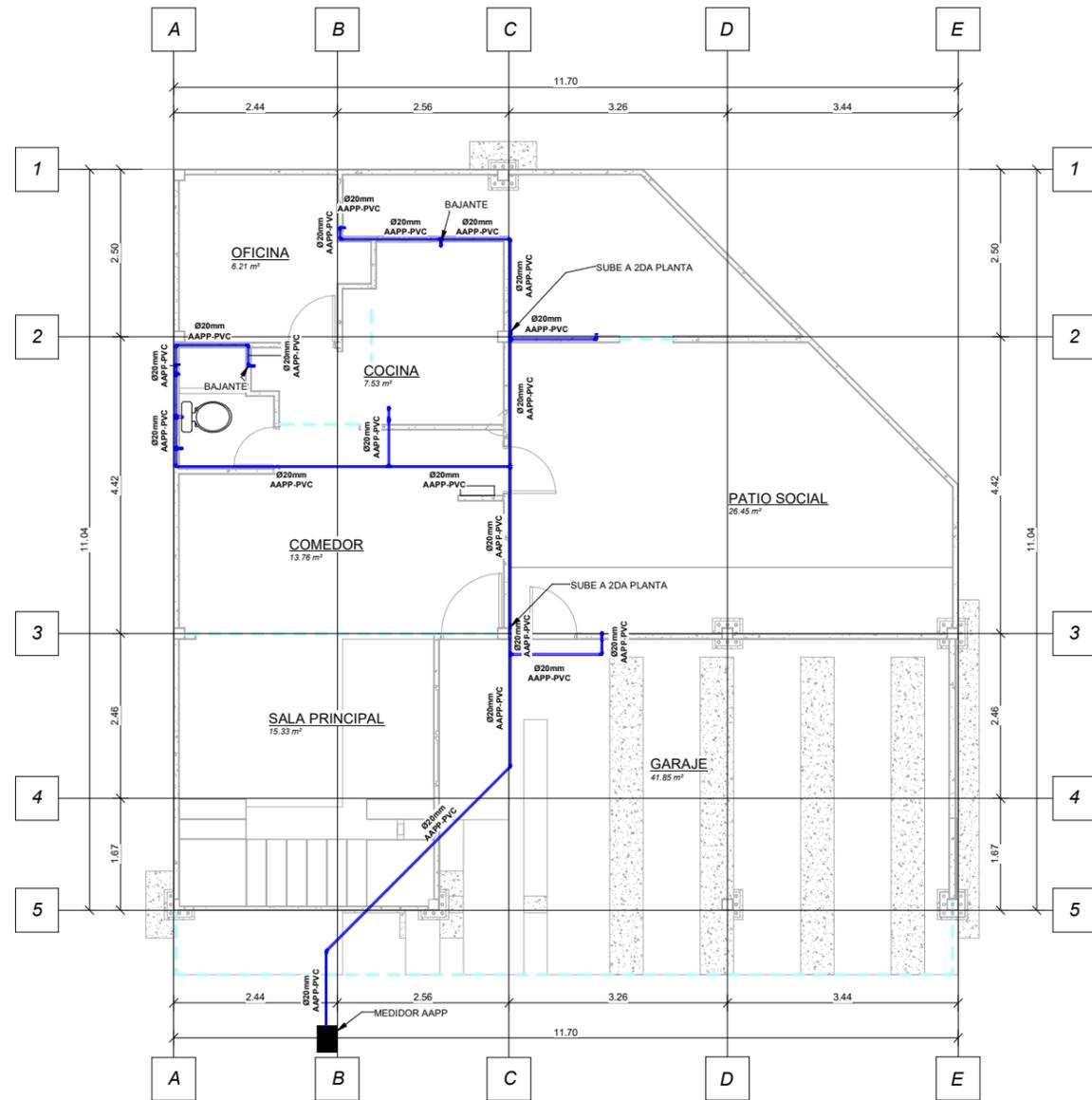


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

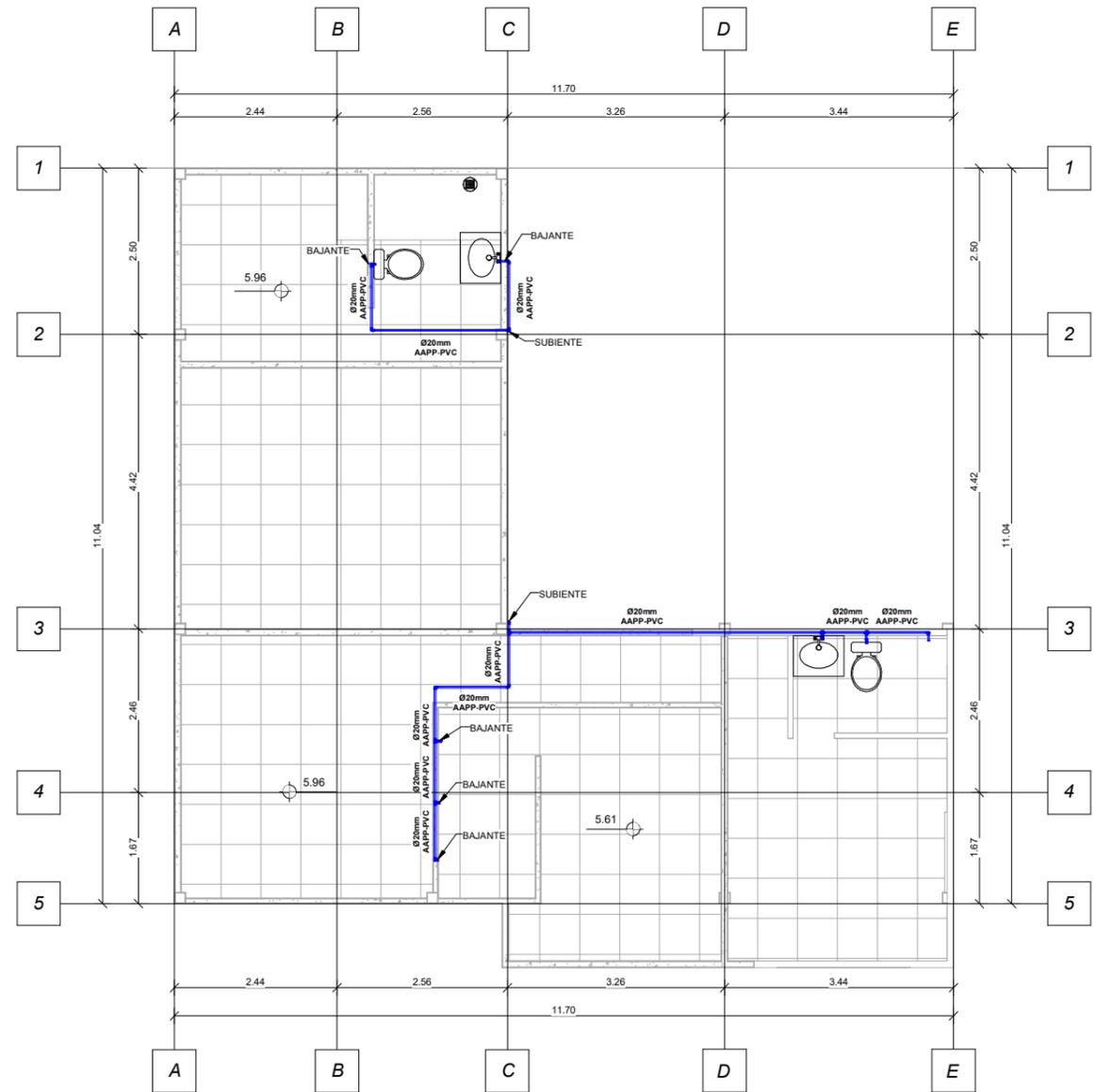
PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

CONTENIDO:
CANTIDADES DE PLINTOS Y COLUMNAS METÁLICAS

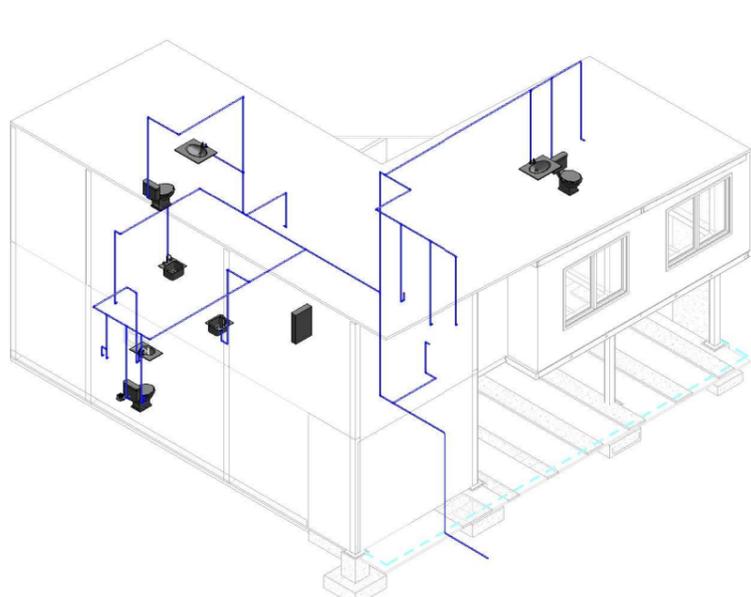
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÚ	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: S-03	Escala: Indicada



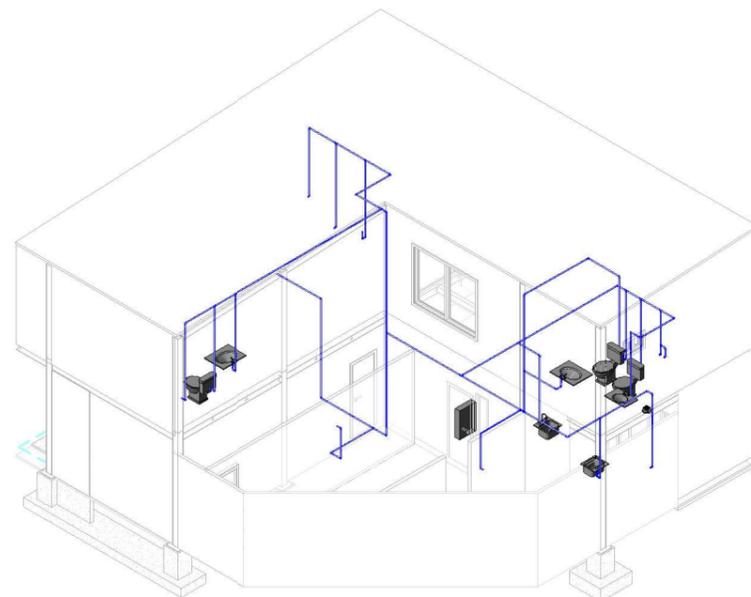
1 2 NIVEL +0.18m-AAPP
20 1:50



2 4 NIVEL +3.18m-AAPP
20 1:50



3 ISOMETRÍA SISTEMA AAPP
20



Especificaciones técnicas para sistema de AAPP

- La distribución de tubería del sistema de AAPP será por tumbado y elementos verticales será por medio de muros.
- La red de agua exterior va por piso hacia el medidor de aapp de la red general.
- Para la red de tubería se utilizará material de PVC PN-10. Fabricadas bajo las normas de calidad NTE INEN ISO 15874-2 y ASTM D 1238.
- Los elementos de unión son referenciales, por lo cual dependerá del fabricante de la tubería y el tipo de unión.

NOTA: Se podrá utilizar tubería PEAD, siempre y cuando se aplique las conexiones respectivas y elementos de conexión adecuados.

TABLA DE CANTIDADES DE TUBERÍA SISTEMA DE AAPP		
DIAMETRO	Longitud	Material
Ø20mm	83.56	PVC
Total general: 90		83.56

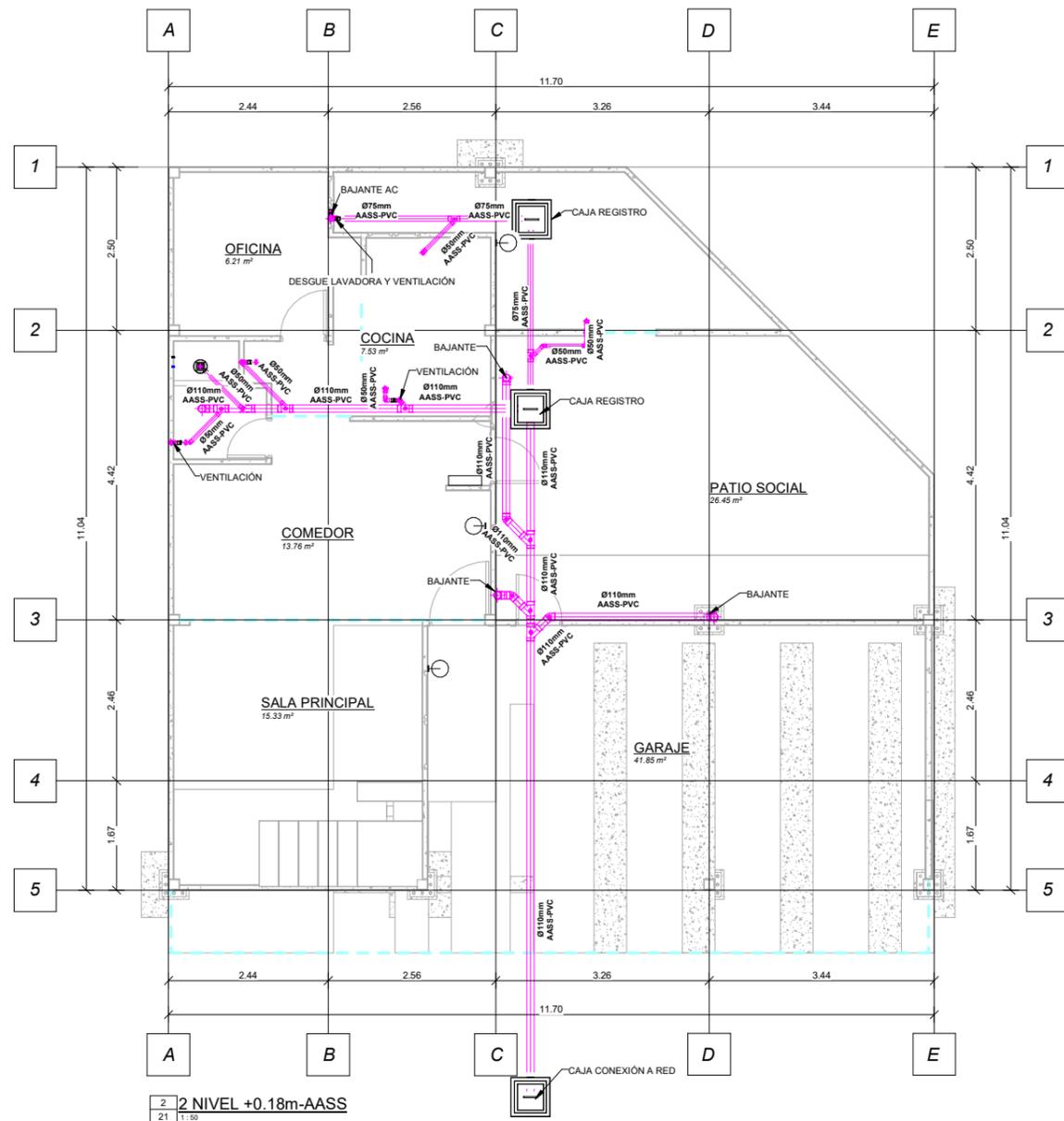
UNIONES DE TUBERÍA SISTEMA AAPP		
DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	CANTIDAD
BUJE PVC	25 mmø-19 mmø	4
CODO PVC	19 mmø-19 mmø	2
CODO PVC	19 mmø-19 mmø	46
TEE PVC	19 mmø-19 mmø-19 mmø	17
Total general: 69		69

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

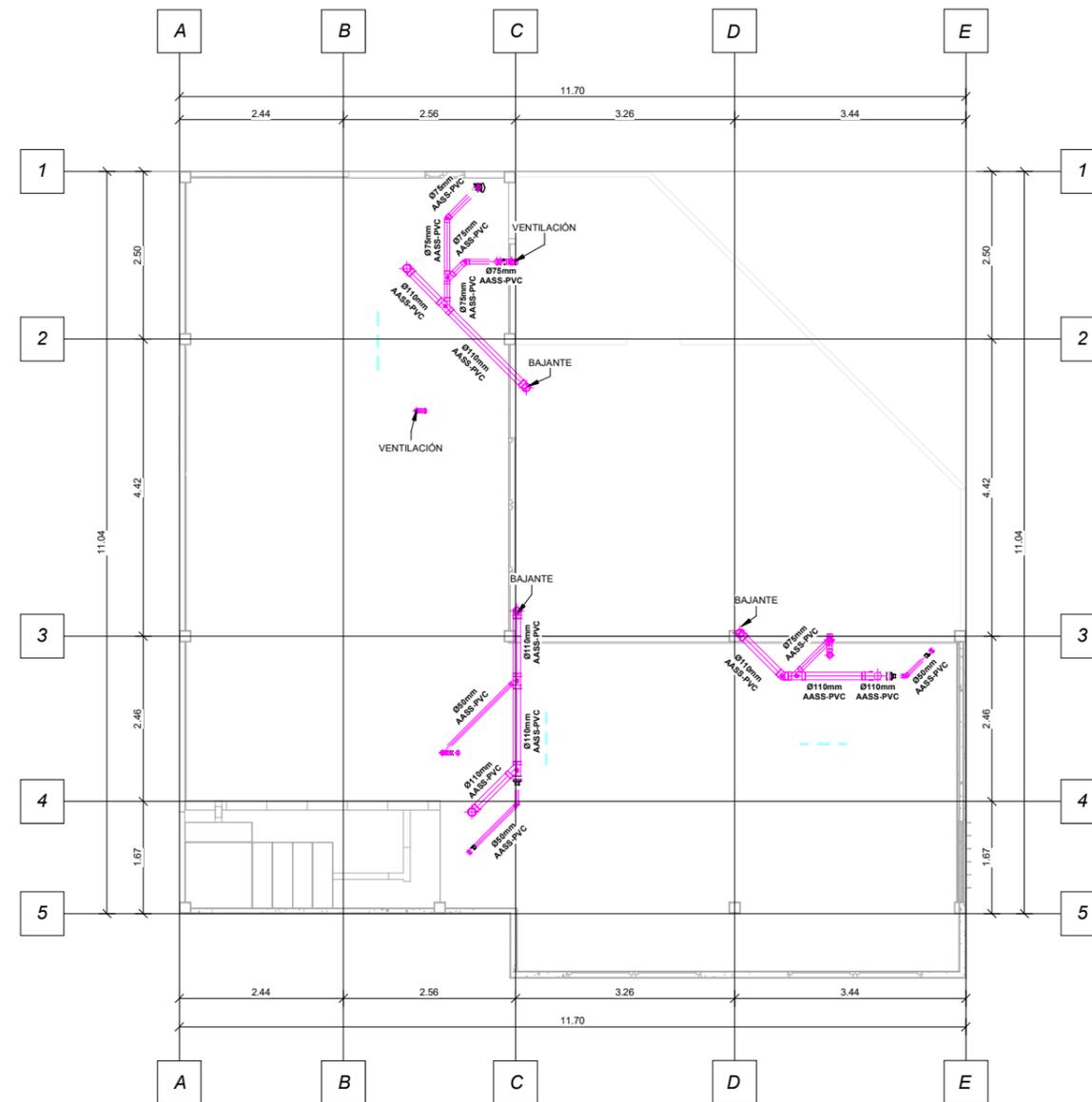
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

CONTENIDO: Verificador

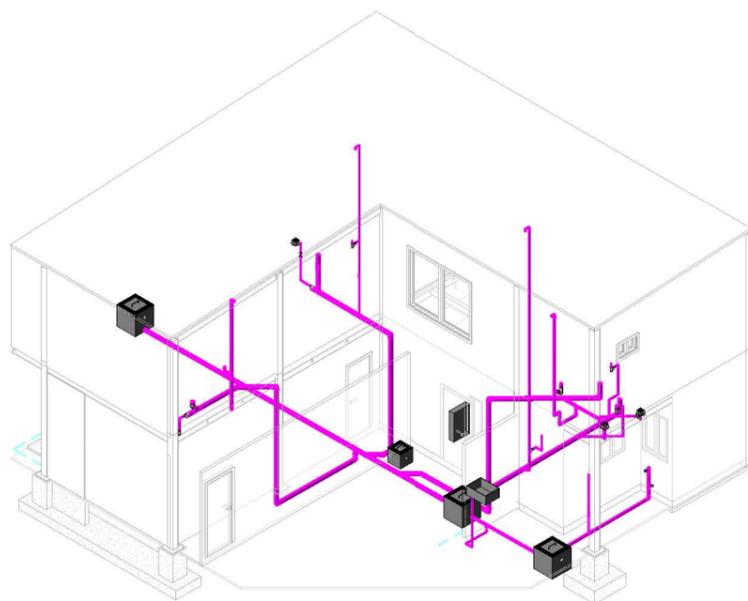
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÚ	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: P-01	Escala: Indicada



2 NIVEL +0.18m-AASS
21 1:50



4 NIVEL +3.18m-AASS
21 1:50



3 ISOMETRÍA SISTEMA AASS
21

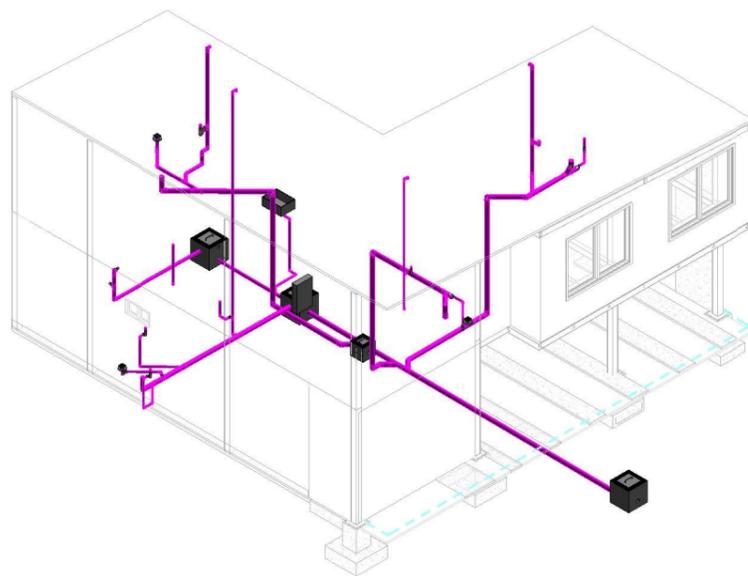


TABLA DE CANTIDADES DE TUBERÍA SISTEMA DE AASS			UNIONES DE TUBERÍA SISTEMA AASS		
DIAMETRO	LONGITUD (m)	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	CANTIDAD
AASS	22.84	PVC	REDUCCIÓN EXCENTRICA	110 mmø-50 mmø	2
AASS	14.46	PVC	BUJE REDUCTOR	50 mmø-25 mmø	1
AASS	35.68	PVC	CODO 45°	50 mmø-50 mmø	4
Ø50mm	0.07	PVC	CODO 45°	75 mmø-75 mmø	2
Total general: 94			CODO 45°	110 mmø-110 mmø	4
			CODO 45°	75 mmø-75 mmø	9
			CODO 45°	110 mmø-110 mmø	9
			CODO 45°	50 mmø-50 mmø	18
			SIFÓN TRAMPA DE AGUA		7
			CODO 90°	75 mmø-75 mmø-75 mmø	2
			CODO 90°	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
			CODO 90°	50 mmø-50 mmø-50 mmø	1
			CODO 90°	75 mmø-75 mmø-75 mmø	1
			CODO 90°	110 mmø-110 mmø-110 mmø	5
			CODO 90°	110 mmø-110 mmø-50 mmø	5
			CODO 90°	110 mmø-110 mmø-75 mmø	2
			CODO 90°	75 mmø-75 mmø-50 mmø	4
			Total general: 77		77

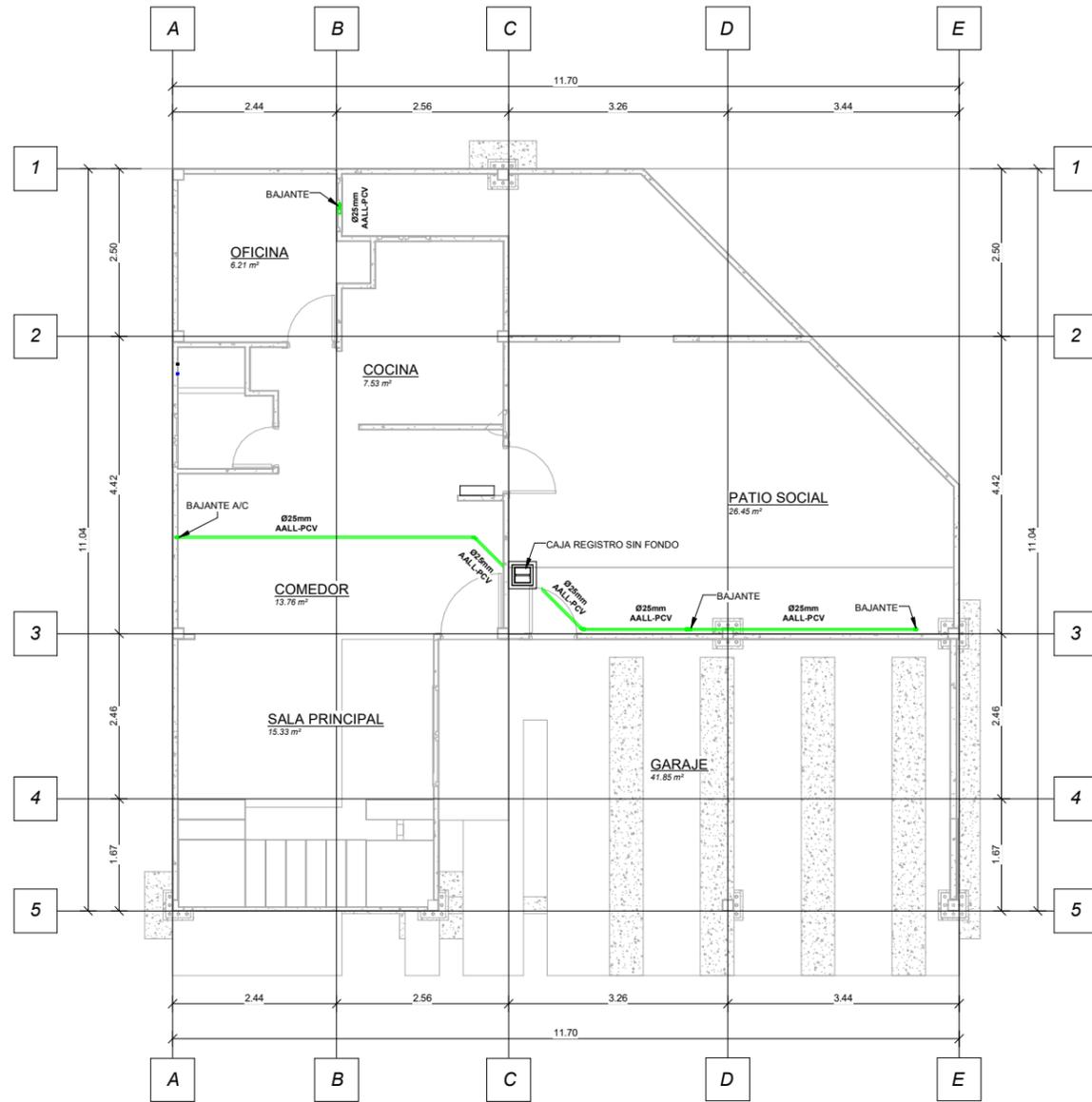
- Especificaciones técnicas para sistema de AASS**
- La distribución de tubería del sistema de AASS; para la planta alta, será por tumbado y elementos verticales será por medio de muros.
 - La red de tubería exterior será por piso hacia la caja de registro del sistema de AASS público.
 - Para la red de tubería AASS se utilizará material de PVC. Exterior: Fabricadas bajo las normas de calidad NTE INEN ISO 2059, SERIE 5. Interior: tipo B desague bajo la Norma NTE INEN 1374.
 - Para las tuberías de desague hacia el sistema de alcantarillado público deberá ser tipo estructural con superficie interior lisa y exterior corrugada, formada por múltiples anillos de refuerzo.
 - Los elementos de unión son referenciales, por lo cual dependerá del fabricante de la tubería y el tipo de unión.
- Nota: Se deberá proveer juntas de caucho para la unión entre tubería, mientras para la unión de tubería-caja se empotrará el tubo en el hormigón.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

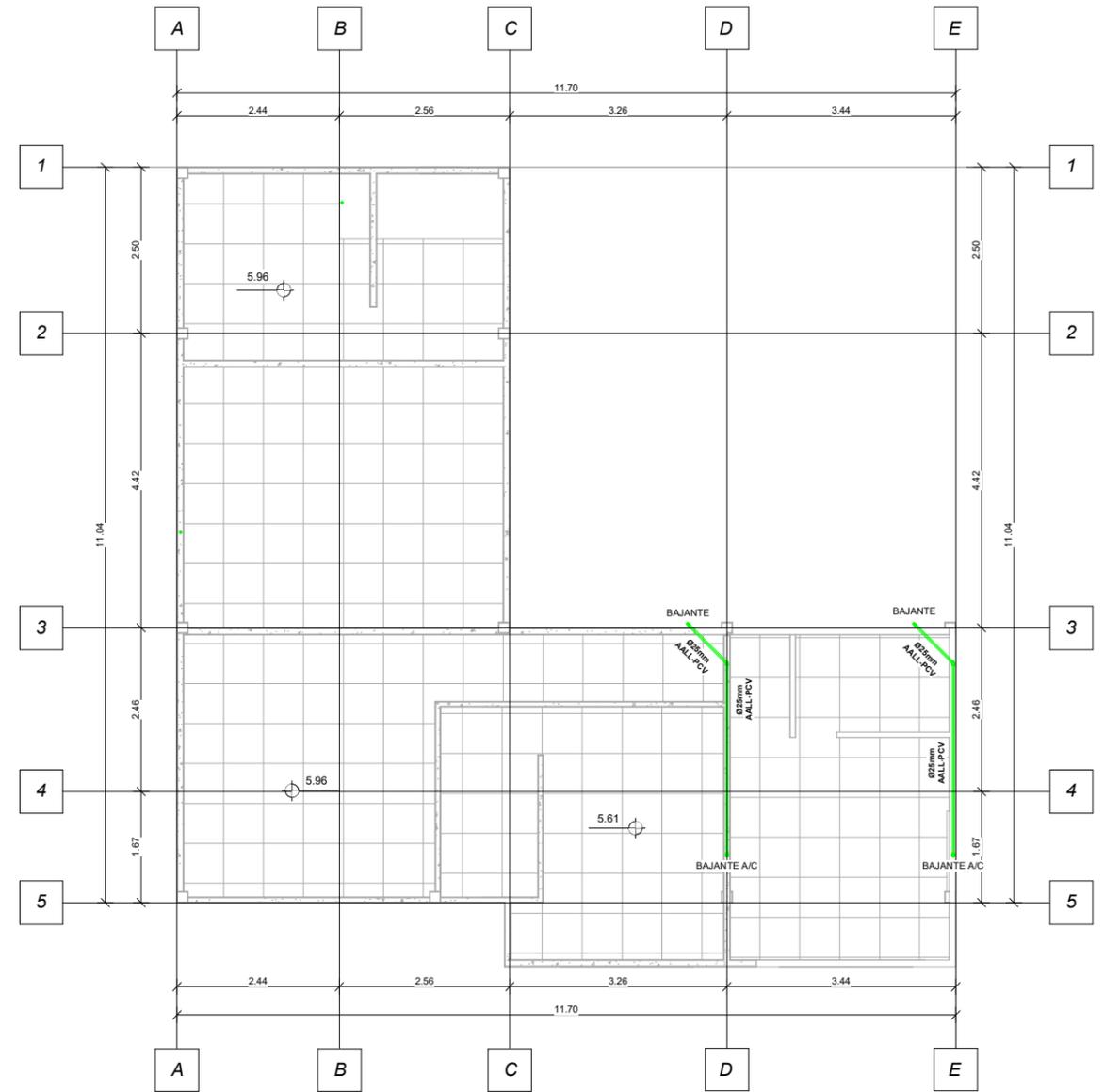
PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

CONTENIDO:
SISTEMA DE AGUAS SANITARIAS RESIDUALES

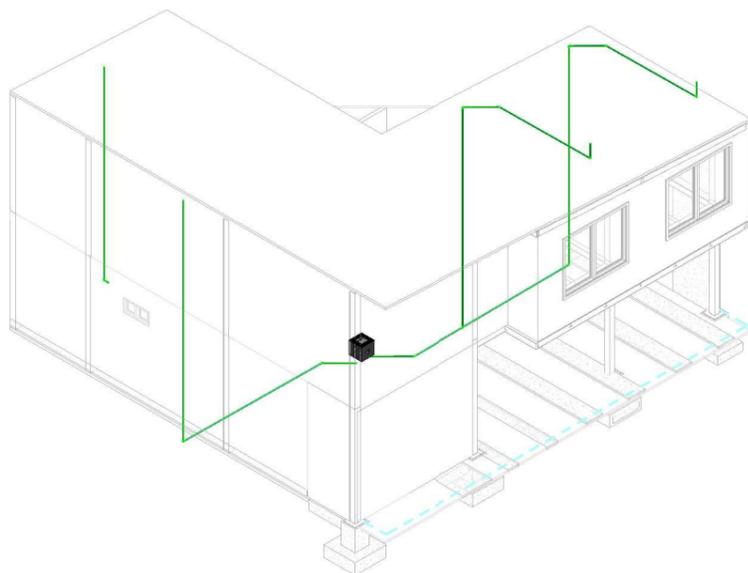
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGUI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: P-02	Escala: Indicada



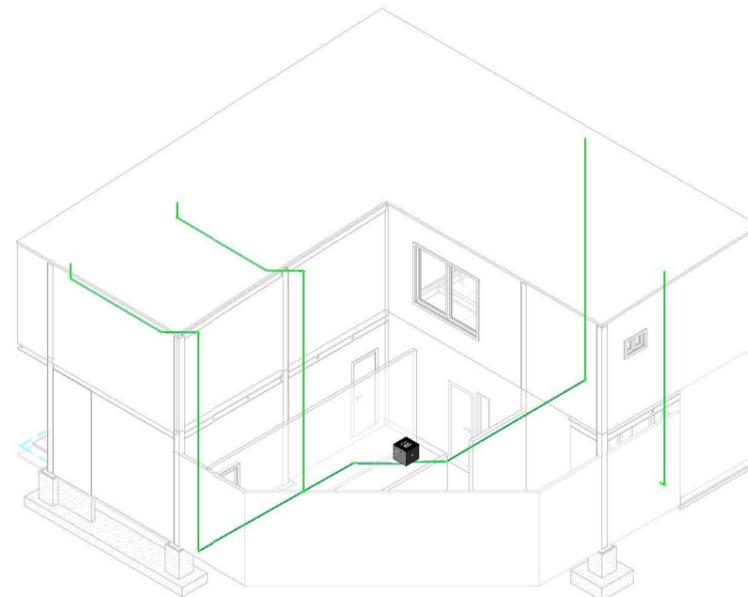
2 NIVEL +0.18m-AALL
1:50



4 NIVEL +3.18m-AALL
1:50



3 ISOMETRÍA SISTEMA AALL
1:50



Especificaciones técnicas para sistema de AASS

- Para la red de tubería AALL se utilizará material de PVC. Interior: tipo B desague bajo la Norma NTE INEN 1374, ASTM D1785 Y ASTM D2665.
- La pendiente de la tubería deberá ser al menos el 1%.
- La tubería será distribuida por tumbado en elementos horizontales; mientras que en elementos verticales será embebidos en muros, y en casos por apoyos en superficie en pared exterior.

TABLA DE CANTIDADES DE TUBERÍA SISTEMA DE AALL

DIAMETRO	LONGITUD (m)	MATERIAL
AASS	6.02	PVC
Ø25mm	38.12	PVC
Total general:	44.13	

UNIONES DE TUBERÍA SISTEMA AALL

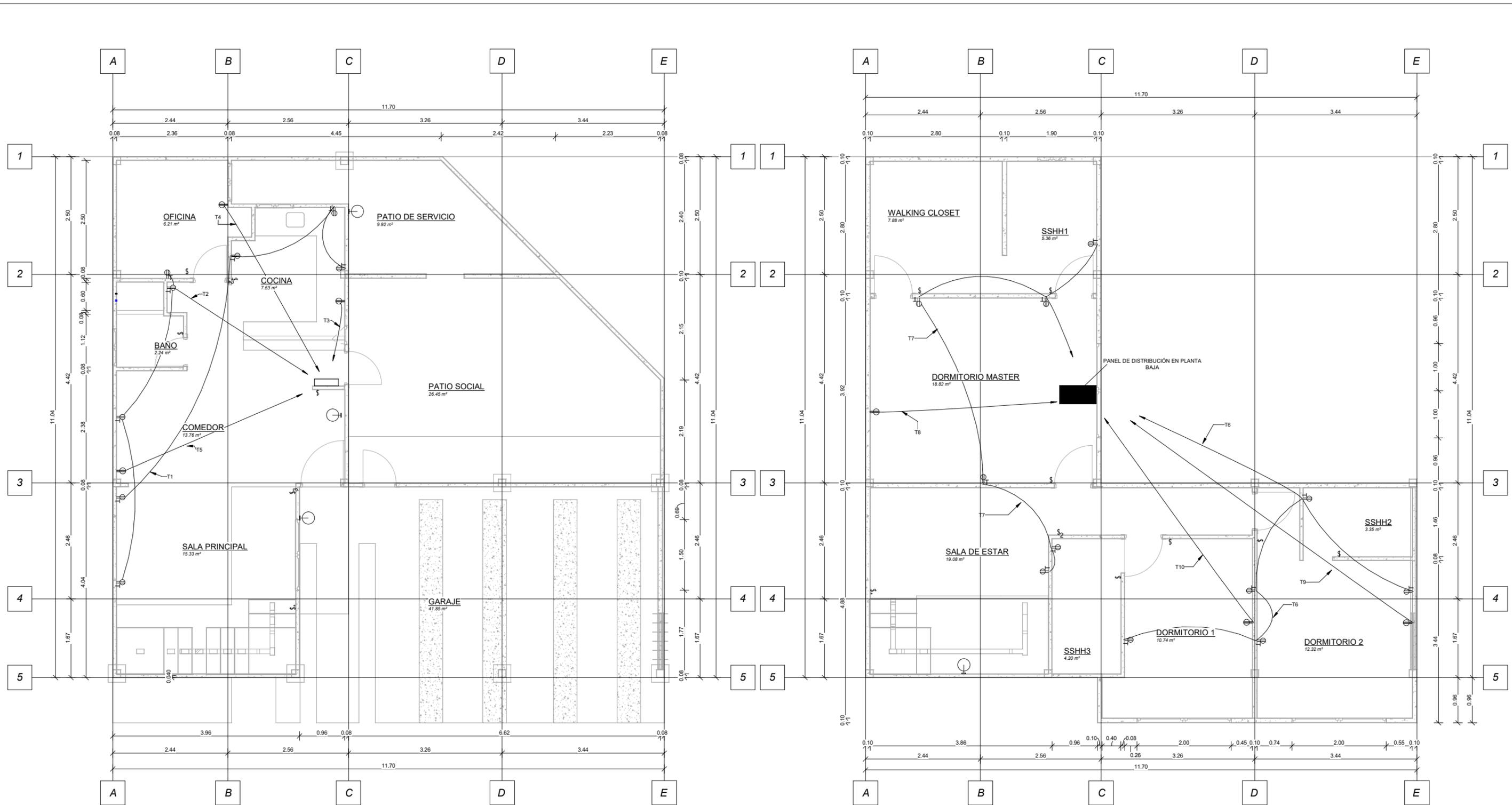
DESCRIPCIÓN	TAMAÑO	CANTIDAD
CODO PVC	25 mmø-25 mmø	4
CODO PVC	25 mmø-25 mmø	6
TEE PVC	25 mmø-25 mmø-25 mmø	1
Total general:		11

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

CONTENIDO:
SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGUI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: P-03	Escala: Indicada



1 SISTEMA TOMACORRIENTES PLANTA BAJA

2 SISTEMA TOMACORRIENTES PLANTA ALTA

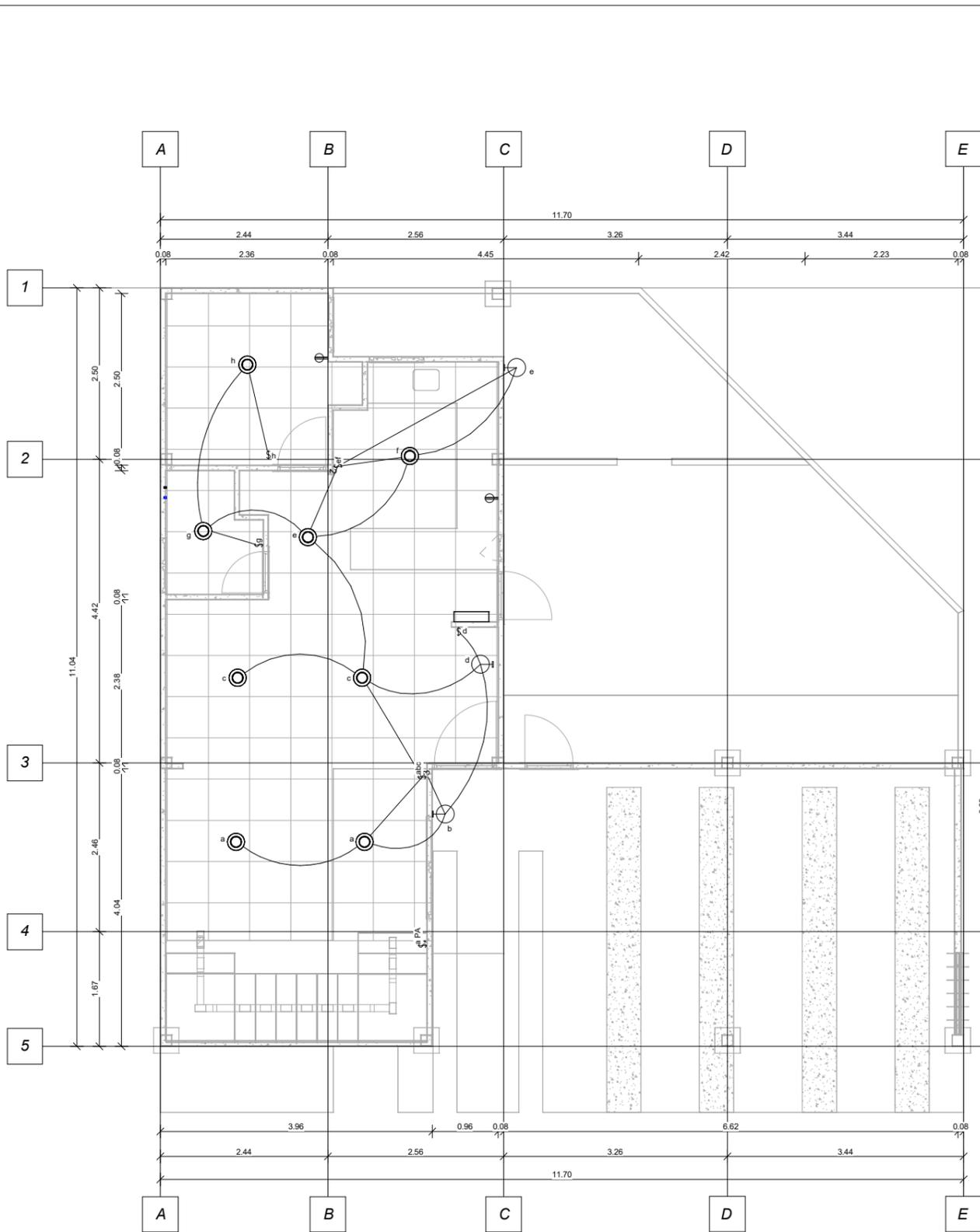
Circuito	Espacio	Fase	Voltaje (V)	Puntos	Potencia Unitaria (W)	Potencia Total (W)	Current (A)	Breaker (A)	TWD Cables		
									Increased Current (125%)	Cables	Tubo (PVC)
A1	Luminarias PB	A	110	11	100	1100.00	10.00	15.00	12.50	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	3/8"
A2	Luminarias PA y escalera	B	110	11	100	1100.00	10.00	15.00	12.50	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	3/8"
T1	Tomas sala y cocina	A	110	4	200	800.00	7.27	15.00	9.09	1L#16 + 1N#16 + 1T#18	3/8"
T2	Tomas oficina sala y baño	B	110	4	200	800.00	7.27	15.00	9.09	1L#16 + 1N#16 + 1T#18	3/8"
T3	Cocina	AB	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#14 + 1T#16	3/8"
T4	Aire oficina	BA	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#14 + 1T#16	3/8"
T5	Aire Sala	AB	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#14 + 1T#16	3/8"
T6	Tomas PA	B	110	4	200	800.00	7.27	15.00	9.09	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	3/8"
T7	Tomas PA	A	110	6	200	1200.00	10.91	15.00	13.64	1L#14 + 1N#14 + 1T#16	3/8"
T8	Aire master	BA	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#14 + 1T#16	3/8"
T9	Aire dorm 2	AB	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#14 + 1T#16	3/8"
T10	Aire dorm 1	BA	220	1	3500	3500.00	15.91	20.00	19.89	2L#14 + 1T#16	3/8"

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA

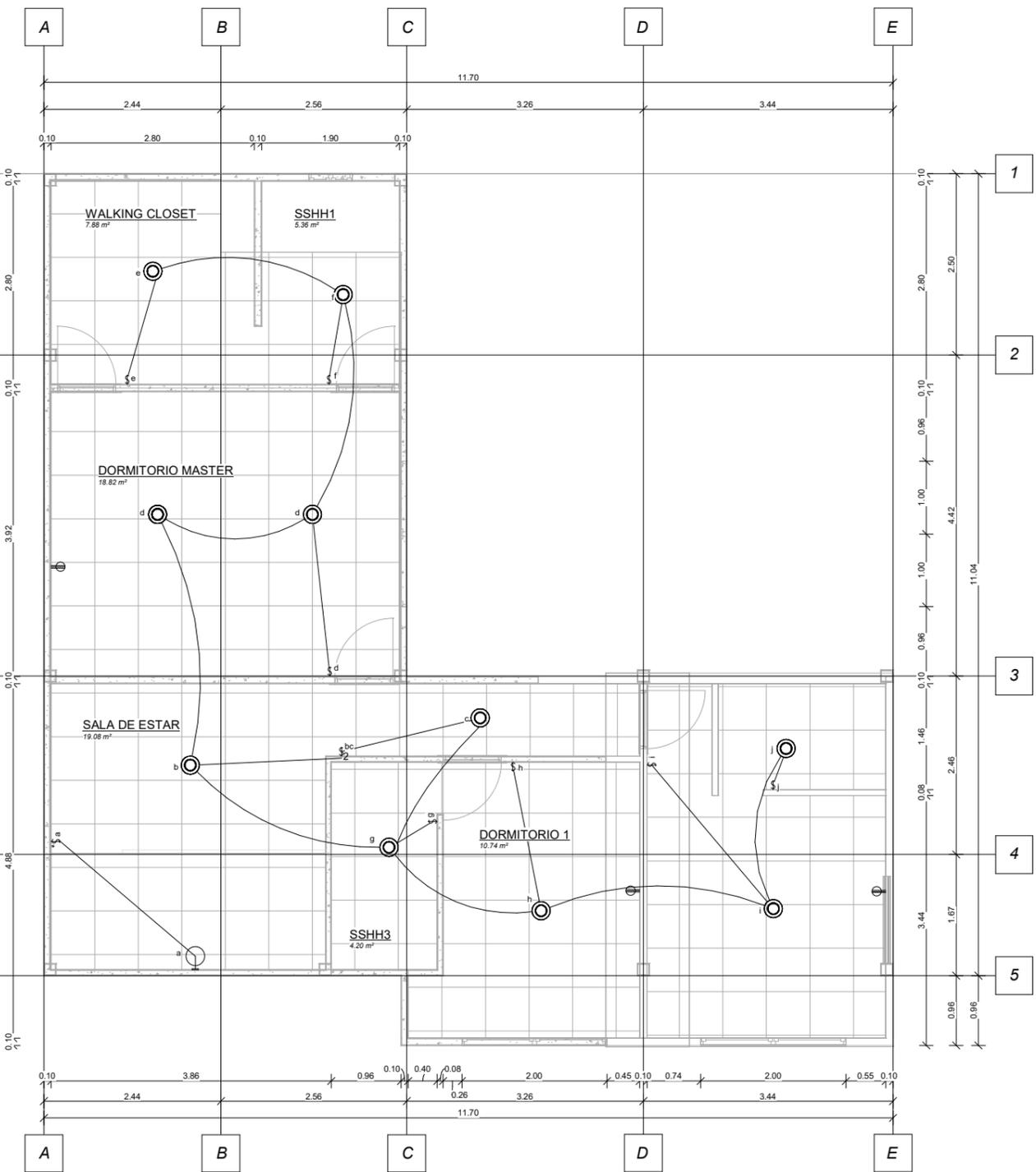
CONTENIDO:
CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES

Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGUI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: E-01	Escala: Indicada



2 SISTEMA LUMINARIAS PLANTA BAJA
31 1:40

1 1
2 2
3 3
4 4
5 5

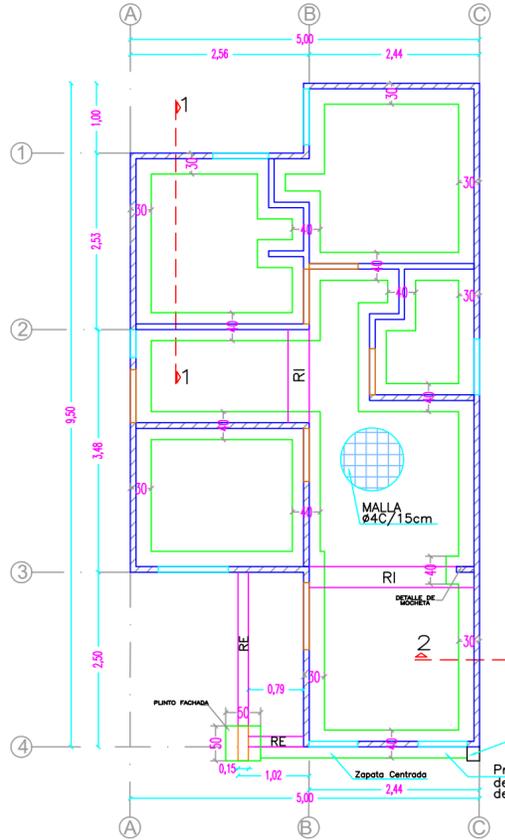


1 SISTEMA LUMINARIAS PLANTA ALTA
31 1:40

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES RESIDENCIALES PARA LA APLICACIÓN DE UNA VIVIENDA CONSTRUIDA CON SISTEMA FORSA		
CONTENIDO: CIRCUITOS DE LUMINARIAS		
Coordinador de la Materia Integradora: PHD. ANDRÉS VELAZTEGÚI	Estudiantes: JOSÉ ENRIQUE MARTÍNEZ SURATY JUAN CARLOS ALVIA PALACIOS	Fecha de Entrega: 25/08/2023
Tutor de Área de Conocimiento: MSC. RAFAEL CABRERA	Lámina: E-02	Escala: Indicada

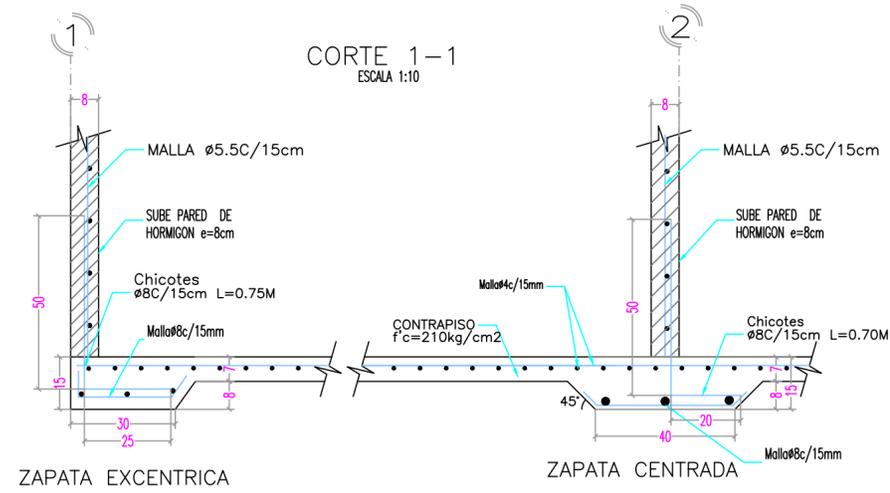
CIMENTACION

ESC. 1:50



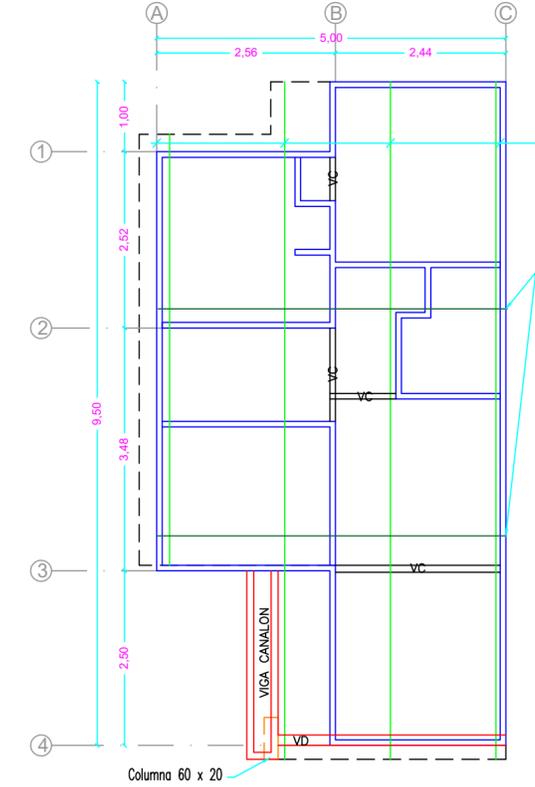
CORTE 1-1

ESCALA 1:10



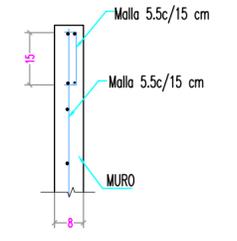
CUBIERTA

ESC. 1:50



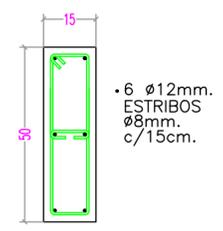
REMATE SUPERIOR DE MURO

ESCALA 1:10



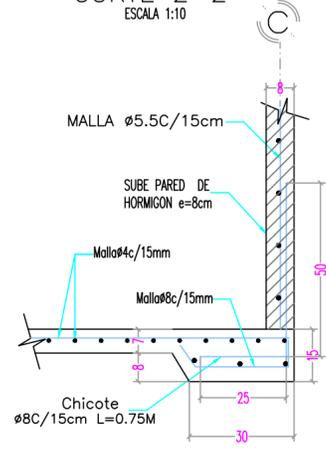
COLUMNA FACHADA

ESCALA 1:10



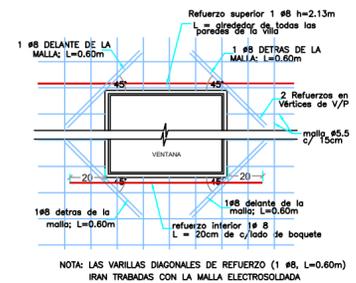
CORTE 2-2

ESCALA 1:10



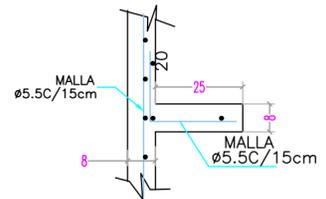
DETALLE REFUERZOS EN VENTANA

ESCALA 1:20



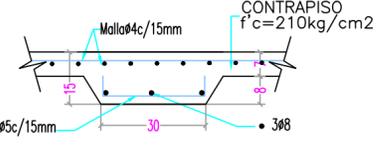
DETALLE DE MOCHETA

ESCALA 1:10



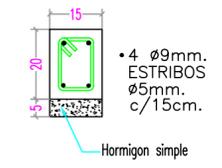
RIOSTRA RI

ESCALA 1:10



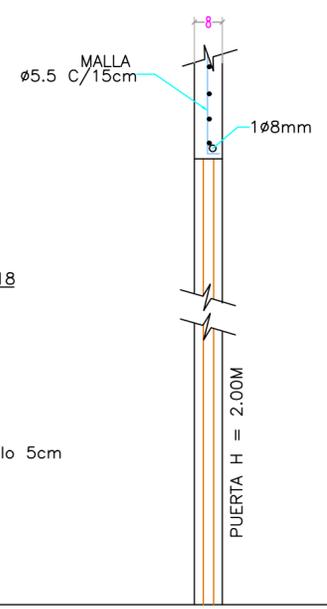
RIOSTRA RE

ESCALA 1:10



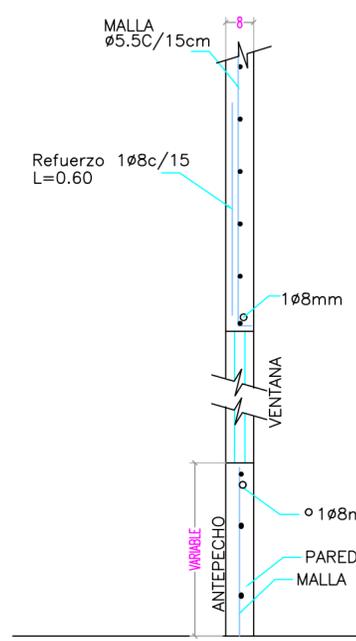
DETALLE DINTEL EN PUERTA

ESCALA 1:10



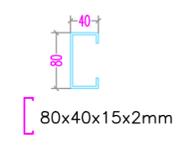
DETALLE DINTEL EN VENTANA

ESCALA 1:10



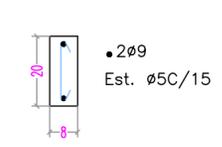
CORREAS

ESCALA 1:10



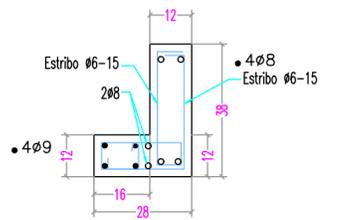
VIGA VC

ESCALA 1:10



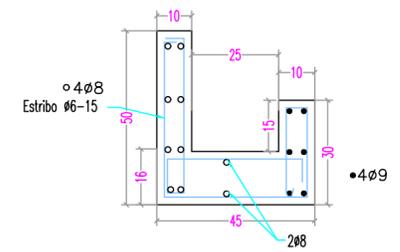
VIGA VD

ESCALA 1:10



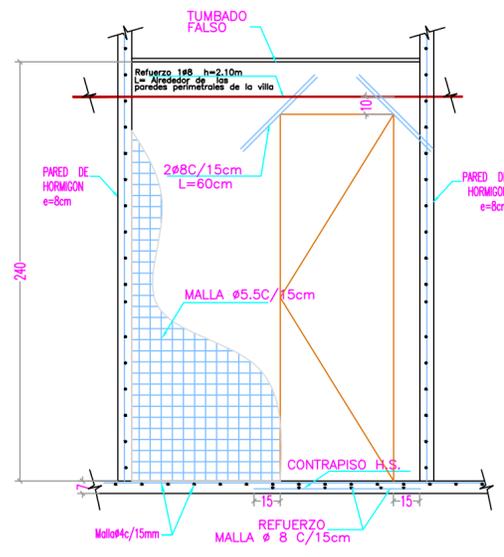
DETALLE CANALON - DC

ESCALA 1:10



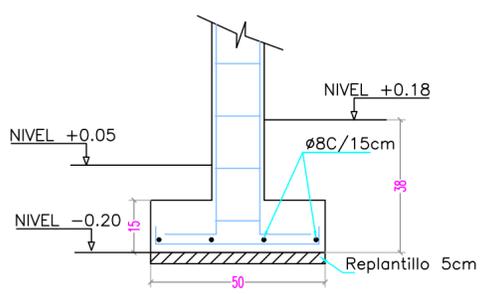
ALZADO BOQUETE DE PUERTA

ESCALA 1:20



PLINTO FACHADA

ESCALA 1:10



SIMBOLOGIA:	
PARED NACE	
PARED MUERE	
PARED CONTINUA	
BOQUETE DE PUERTA	
BOQUETE DE VENTANA	

SE USARA:

HORMIGON: f'c=210 Kg/cm²
 ACERO:
 fy(malla)= 5000kg/cm²
 fy(Varilla)=4200Kg/cm²
 fy(Perfilera)= 2400 Kg/cm²
 Perfilera ASTM AGR36
 Soldadura 60-11

OBRAS:		VILLA "LUCY"	
DIBUJÓ: KATHERINE M	CONTIENE: CIMENTACION Y CUBIERTA	FECHA: 27 JULIO 2019	COORDINACION DE PROYECTOS: ING. CARLOS LEON RODRIGUEZ
ESCALA: INDICADA	CALCULO: AYUDANTE EN DISEÑO: ING. ALLAN MORA	LAMINA: 1/1	RP_09-1165 R.M.02294