

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de Vivienda Bifamiliar de 3 Plantas en Hormigón Armado para
Personal Militar en la Base Naval de Jambelí

INGE-2898

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Fernando Heriberto Saquicili

Akiro Taipe Salazar

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a Dios,
por darme fuerza y guía en los momentos
difíciles. A mis padres, Fernando y Fabiola,
por su amor incondicional y ejemplo de
perseverancia. A mis hermanas, Mayra y
Diana, por confiar siempre en mí y
motivarme en cada desafío. A mis tíos y
amigos, por su apoyo constante y por
recordarme que nunca estoy solo en este
camino.

Fernando Saquicili.

Dedicatoria

Dedico este trabajo, con todo mi cariño y gratitud, a mis padres, Trajano Taipei y Adela Salazar, quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida, brindándome siempre su apoyo incondicional y enseñándome con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos, Edison, Diana y Yalik, por estar a mi lado compartiendo cada reto y triunfo. A mis abuelos y a toda mi familia, que, con sus consejos, palabras de aliento y amor, me han recordado siempre que no camino solo en este recorrido académico y personal.

Akiro Taipei.

Agradecimientos

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis padres, Fernando y Fabiola, por su apoyo constante y por brindarme las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. A mis hermanas, Mayra y Diana, por su motivación y compañía en cada etapa del proceso. A mis tíos, por sus consejos y respaldo siempre presentes. A mi tutor de tesis, el Ph.D. Eduardo Santos, por su paciencia, orientación y valiosas sugerencias durante el desarrollo de este proyecto Y a mis amigos, por compartir su tiempo, ánimo y energía, haciendo que cada reto fuera más llevadero y cada logro más valioso.

Fernando Saquicili

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, Trajano Taipe y Adela Salazar, por su sacrificio, paciencia y constante motivación, pues sin su apoyo nada de esto habría sido posible. A mis hermanos, Edison, Diana y Yalik, por su comprensión, compañía y respaldo incondicional en cada momento de este proceso. A mis abuelos y a toda mi familia, por acompañarme siempre con su cariño, ánimo y confianza en mis capacidades. De manera muy especial, agradezco a mi tutor de tesis, por su guía, paciencia, sus enseñanzas y virtudes que han sido fundamentales para mi formación académica y estoy seguro de que perdurarán en mi vida profesional y personal como una inspiración constante.

Akiro Taipe

Declaración Expresa

Nosotros Fernando Heriberto Saquicili Lliguin y Akiro Ronaldo Taipe Salazar acordamos y reconocemos que:

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

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

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

Guayaquil, 17 de septiembre del 2025.

Fernando Heriberto Saquicili Lliguin

Akiro Ronaldo Taipe Salazar

Evaluadores

M.Sc. Lenín Alexander Dender Aguilar

Profesor de Materia

Ph.D. Eduardo Alberto Santos Baquerizo

Tutor de proyecto

Resumen

El proyecto consiste en el diseño integral de una vivienda bifamiliar de tres plantas en hormigón armado destinada a cubrir las necesidades habitacionales del personal militar casado de la Base Naval de Jambelí en Machala, respondiendo a la carencia de infraestructura residencial y proponiendo una solución replicable en otras bases navales del litoral ecuatoriano. Para su desarrollo se analizaron las condiciones del terreno, se evaluaron alternativas constructivas y se aplicaron normativas nacionales e internacionales como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y el ACI 318, integrando los sistemas estructural, hidrosanitario y eléctrico. El diseño estructural considera columnas de 30×30 cm con 1,5 % de refuerzo, vigas principales de 25×30 cm y secundarias de 25×25 cm, losas aligeradas de 20 cm para entrepisos y una losa maciza bidireccional en la cubierta de la caja de escaleras. En el sistema hidrosanitario se dimensionaron tuberías de ½” a 4”, asegurando el abastecimiento de agua potable y la evacuación de aguas servidas. Los resultados muestran que la propuesta es técnica y funcionalmente viable, resistente a la exposición salina y constituye una alternativa replicable para mejorar la calidad de vida del personal militar y sus familias.

Palabras Clave: ACI-318, NEC, Ductilidad, Sismorresistente, Sismo

Abstract

The project consists of the comprehensive design of a three-story reinforced concrete duplex intended to meet the housing needs of married military personnel at the Jambelí Naval Base in Machala, addressing the lack of residential infrastructure and proposing a solution that can be replicated in other naval bases along the Ecuadorian coast. For its development, site conditions were analyzed, construction alternatives were evaluated, and national and international standards such as the Ecuadorian Construction Standard (NEC) and ACI 318 were applied, integrating the structural, plumbing, and electrical systems. The structural design includes 30×30 cm columns with 1.5 % reinforcement, main beams of 25×30 cm, secondary beams of 25×25 cm, 20 cm one-way hollow-core slabs for floors, and a two-way solid slab covering the stairwell. In the plumbing system, pipes ranging from ½” to 4” were sized to ensure potable water supply and sewage disposal. The results demonstrate that the proposal is technically and functionally feasible, resistant to saline exposure, and represents a replicable alternative to improve the quality of life of military personnel and their families.

Keywords: ACI-318, NEC, Ductility, Seismic-Resistant, Earthquake

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Abreviaturas	X
Simbología	XI
Índice de figuras	XII
Índice de tablas.....	XVI
Índice de ilustraciones	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE PLANOS	XXII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	2
1.3 Justificación del Problema.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	5
Capítulo 2	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Revisión de literatura.....	7
2.1.1 Elementos estructurales	7
2.1.2 Tipos de cargas	8

2.1.3	Zona sísmica del ecuador.....	8
2.1.4	Tipo suelos	10
2.1.5	Derivas de piso.....	11
2.1.6	Instalaciones sanitarias.....	12
2.1.7	Instalaciones eléctricas.....	13
2.2	Área de estudio	13
2.2.1	Ubicación general del proyecto	13
2.2.2	Localización geográfica específica	13
2.2.3	Características del terreno.....	14
2.2.4	Condiciones climáticas y ambientales	15
2.2.5	Riesgos naturales asociados.....	16
2.2.6	Entorno inmediato.....	16
2.3	Trabajo de Campo y Laboratorio.....	16
2.3.1	Topografía.....	16
2.3.2	Estudio de Suelos.....	18
2.4	Análisis de datos.....	19
2.4.1	Perforación 1	19
2.4.2	Perforación 2.....	23
2.4.3	Alternativa 1: Estructura de hormigón armado.....	27
2.4.4	Alternativa 2: Estructura de acero.....	28
2.4.5	Criterio de evaluación	29

2.4.6	Evaluación de propuestas.....	33
2.5	Elección de propuesta	37
Capítulo 3	.....	7
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	42
3.1	Diseño estructural	42
3.1.1	Generalidades.....	42
3.1.2	Materiales.....	42
3.1.3	Sistema Estructural	43
3.1.4	Análisis de Cargas Gravitacionales	44
3.1.5	Espectro de Respuesta Elástico e Inelástico de Aceleración	51
3.1.6	Modelamiento de la Estructura en Software de Análisis Estructural	61
3.1.7	Análisis sísmico estático y modal espectral.....	74
3.1.8	Diseño de Vigas	85
3.1.9	Diseño de columnas	100
3.1.10	Cálculo de la losa.....	113
3.1.11	Diseño de la cimentación.....	117
3.1.12	Diseño estructural de la escalera.....	129
3.2	Diseño de Sistemas Hidrosanitarios	139
3.2.1	Sistema de Agua Potable (AAPP).....	139
3.2.2	Distribución de Agua Potable	145
3.2.3	Sistema de Bombeo.....	153

3.2.4	Sistema de Aguas Servidas (AASS)	155
3.3	Diseño del sistema eléctrico	163
3.3.1	Estimación de la demanda eléctrica	163
3.3.2	Estimación de Mínimo número de circuitos	164
3.3.3	Cargas	165
3.3.4	Circuitos	166
3.3.5	Asignación de fases.....	170
3.3.6	Potencia por fases	170
3.3.7	Factor demanda (FD)	171
3.3.8	Demanda máxima unitario (DMU)	172
3.3.9	Selección del cable.....	172
3.3.10	Selección del diámetro del conducto	174
3.3.11	Dimensionamiento de los tableros de distribución	174
3.3.12	Diagrama unifilar.....	175
Capítulo 4	.....	177
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	178
4.1	Descripción del proyecto	178
4.2	Línea base ambiental	179
4.2.1	Caracterización del Área de Proyecto	179
4.2.2	Medio Físico	180
4.2.3	Medio Biótico	181

4.2.4	Medio Socioeconómico y Cultural	182
4.3	Actividades del proyecto	184
4.3.1	Preparación del Terreno	184
4.3.2	Replanteo y Trazado de Obra	185
4.3.3	Movimiento de Tierra y Excavación.....	185
4.3.4	Relleno, Compactación y Nivelación	185
4.3.5	Construcción de la Estructura de Hormigón Armado	186
4.3.6	Instalaciones Hidrosanitarias y Eléctricas	186
4.3.7	Acabados Finales y Equipos	186
4.3.8	Limpieza y entrega del Proyecto.....	187
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	187
4.4.1	Impactos Directos e Indirectos.....	187
4.4.2	Impactos Temporales / Permanentes	188
4.4.3	Clasificación de Impactos por el Nivel de Significatividad.....	188
4.5	Valoración de impactos ambientales	189
4.5.1	Parámetros de Evaluación.....	189
4.5.2	Resultados de la Valoración.....	191
4.5.3	Propuesta de control.....	192
4.5.4	Recomendaciones generales	194
Capítulo 5	.....	195
5.	PRESUPUESTO	196

5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	196
5.2	Especificaciones Técnicas	197
5.2.1	Preparación del terreno	197
5.2.2	Movimiento de tierras	201
5.2.3	Estructura de Hormigón.....	205
5.2.4	Instalaciones sanitarias.....	217
5.2.5	Instalaciones eléctricas.....	229
5.3	Rubros y análisis de precios unitarios	237
5.4	Cantidades de obra.....	256
5.4.1	Preparación del terreno	256
5.4.2	Movimiento de tierras	257
5.4.3	Estructura de Hormigón.....	257
5.4.4	Instalaciones sanitarias.....	260
5.4.5	Instalaciones eléctricas.....	261
5.5	Costo del proyecto	262
5.6	Cronograma de obra	264
Capítulo 6	.....	267
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	268
6.1	Conclusiones.....	268
6.2	Recomendaciones	269
PLANOS Y ANEXOS	.....	275

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SSC	Electrodo de Plata Cloruro de Plata
CSE	Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
MPY	Milésimas de pulgadas por año

Simbología

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
mV	Milivoltio
Cu	Cobre
Ni	Níquel
C	Carbono
Mn	Manganeso
P	Fósforo

Índice de figuras

Figura 1 Zonificación sísmica y factor de zona Z	10
Figura 2 Clasificación de los perfiles de suelo	11
Figura 3 Ubicación de Bloque de Viviendas Bifamiliares dentro de la Base	14
Figura 4. Área del Terreno y de Construcción de la Vivienda del Proyecto	14
Figura 5. Plano Topográfico del Área del Proyecto	16
Figura 6 Planta arquitectónica y distribución estructural base	43
Figura 7 Bloque Rocafuerte de hormigón	45
Figura 8 Pesos unitarios de materiales de construcción.....	46
Figura 9 Medidas de losa aligerada en una dirección.....	47
Figura 10 Bloque Rocafuerte de hormigón	48
Figura 11 Medidas para obtener el número de bloques por m^2 de losa.....	48
Figura 12 Valor de factor Z según la zona sísmica.....	52
Figura 13 Factor de sitio F_a	53
Figura 14. Factor de desplazamiento F_d	53
Figura 15 Factor de comportamiento no lineal F_s	54
Figura 16 Espectro elástico de diseño en aceleraciones.....	54
Figura 17 Espectro de diseño elástico.....	56
Figura 18 Amplificador de la demanda sísmica	57
Figura 19 Coeficientes de irregularidad en planta	58
Figura 20 Coeficiente de irregularidad en elevación.....	59
Figura 21 Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles	60
Figura 22 Valores calculados para espectro inelástico de diseño.....	60
Figura 23 Espectro de respuesta elástico e inelástico	61

Figura 24 Estructuración de columnas, entrepiso y terraza para modelado tridimensional	61
Figura 25 Estructuración de losa y viga sobre caja de escalera	62
Figura 26 Espesores mínimos para controlar deflexiones límites	63
Figura 27 Configuración de grillas	63
Figura 28 Definición de niveles.....	64
Figura 29 Definición del material de concreto de 280 kg/cm ²	65
Figura 30 Definición del material de acero de refuerzo de 4200 kg/cm ²	66
Figura 31 Definición de columnas y vigas de hormigón	67
Figura 32 Definición de losa aligerada en una dirección.....	68
Figura 33 Definición de losa maciza en una dirección	69
Figura 34 Asignación de brazo rígido en las conexiones columna-viga.....	70
Figura 35 Asignación de liberación de momentos en las vigas secundarias	70
Figura 36 Asignación de diafragmas rígidos en cada piso	71
Figura 37 Definición de los patrones de carga	71
Figura 38 Asignación de cargas superficiales en los paños de losas	72
Figura 39 Modelado tridimensional de la vivienda en software de análisis estructural ..	72
Figura 40 Parámetros para obtener el periodo de vibración por el método 1	75
Figura 41 Creación del caso de carga modal	76
Figura 42 Definición de la masa sísmica	77
Figura 43 Valor del parámetro K.....	78
Figura 44 Ingreso de factores para carga sísmica en dirección X	79
Figura 45 Límite de ancho de viga	86
Figura 46 Viga crítica C1-C2 del primer piso en dirección Y	87
Figura 47 Diagrama de envolvente de momentos	88

Figura 48 Momentos positivos y negativos mínimos para refuerzo longitudinal	88
Figura 49 Acero requerido para el refuerzo longitudinal.....	90
Figura 50 Acero de refuerzo longitudinal mínimo	91
Figura 51 Cortante máximo por demanda gravitacional.....	93
Figura 52 Separación máxima de estribos para asegurar comportamiento dúctil.....	95
Figura 53 Columna elegida para el diseño	101
Figura 54 Diagrama de interacción reducido M3 y M2 de la columna C2	104
Figura 55 Limites dimensionales del ancho sobresaliente del ala.....	106
Figura 56 Carga axial encima debajo de la columna de diseño.....	108
Figura 57 Diagrama de interacción nominal de la columna.....	109
Figura 58 Refuerzo transversal mínimo para elementos en flexo-compresión	110
Figura 59 Separación máxima de estribos en la columna	111
Figura 60 Área del refuerzo en forma de estribos.....	111
Figura 61 Tramos de losa a diseñar	114
Figura 62 Coeficientes ACI para 4 tramos y apoyo simple.....	115
Figura 63 Ejemplo de zapata corrida que se diseñará.....	119
Figura 64 Ubicación de la zapata corrida en el Eje 2	119
Figura 65 Reacciones obtenidas del software de análisis estructural	120
Figura 66 Dimensiones de placa de zapata corrida.....	121
Figura 67 Fuerzas actuantes sobre la zapata corrida.....	122
Figura 68 Momentos flectores en viga de cimentación	123
Figura 69 Carga linealmente distribuida para obtener el As del refuerzo principal	126
Figura 70 Idealización de la zapata para obtener los momentos críticos	127
Figura 71 Cortante máximo que debe resistir el concreto	128
Figura 72 Configuración del primer tramo.....	131

Figura 73 Configuración del segundo tramo	131
Figura 74 Altura hm promedio	132
Figura 75 Idealización de cargas y apoyos para obtener las demandas sobre de la escalera	133
Figura 76 Relación para longitud de refuerzo negativo	135
Figura 77 Idealización de cargas y apoyos para obtener las demandas sobre de la escalera	136
Figura 78 Relación para longitud de refuerzo negativo	137
Figura 79 Detalle del armado longitudinal y transversal del primer tramo.....	138
Figura 80 Detalle del armado longitudinal y transversal del segundo tramo	138
Figura 81 Localización de la cisterna en la planta baja.....	144
Figura 82 Distribución de la red en tramos primera planta	146
Figura 83 Distribución de la red en tramos segunda planta.....	147
Figura 84 Distribución de la red en tramos tercera planta	147
Figura 85 Simbología	148
Figura 86 Diagrama de accesorios en el proyecto	150
Figura 87 Modelos de bomba PK catalogo general.....	154
Figura 88 Bomba modelo PK 65 marca 65 marca Pedrollo.....	154
Figura 89 Aguas Servidas primer piso	161
Figura 90 Aguas Servidas segundo piso.....	162
Figura 91 Aguas Servidas tercer piso	162
Figura 92 Simbología desagüe	163
Figura 93 Distribución de circuitos de iluminación primera planta	166
Figura 94 Distribución de circuitos de iluminación segunda planta	167
Figura 95 Distribución de circuitos de iluminación tercera planta.....	167

Figura 96 <i>Distribución de circuitos de tomacorriente primera planta</i>	168
Figura 97 <i>Distribución de circuitos de tomacorriente segunda planta</i>	169
Figura 98 <i>Distribución de circuitos de tomacorriente tercera planta</i>	169
Figura 99 <i>Simbología Eléctrico</i>	170
Figura 100 <i>Diagrama unifilar</i>	176
Figura 101 <i>Sectores Productivos Machala</i>	184

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Puntos de Control para Georreferenciación</i>	13
Tabla 2. <i>Perfil estratigráfico y características generales de la Perforación 1</i>	19
Tabla 3. <i>Resultados de ensayos de consistencia (LL, LP, humedad natural) de la muestra 1</i>	20
Tabla 4. <i>Análisis granulométrico de muestra 1</i>	20
Tabla 5. <i>Determinación del Peso Unitario de la Muestra 1</i>	21
Tabla 6. <i>Resumen de las muestras de la Perforación 1: profundidades, LL, LP, IP, humedad, granulometría resumida, SPT, peso unitario</i>	22
Tabla 7. <i>Perfil estratigráfico y características generales de la Perforación 2</i>	23
Tabla 8. <i>Resultados de ensayos de consistencia (LL, LP, humedad natural) de la muestra 1</i>	24
Tabla 9. <i>Análisis granulométrico de muestra 1</i>	24
Tabla 10. <i>Determinación del Peso Unitario de la Muestra 1</i>	25
Tabla 11. <i>Resumen de las muestras de la Perforación 2: profundidades, LL, LP, IP, humedad, granulometría resumida, SPT, peso unitario</i>	25
Tabla 12 <i>Alternativa A estructura de hormigón armado</i>	33
Tabla 13 <i>Alternativa B estructura de Acero</i>	35

Tabla 14	<i>Comparación de alternativas</i>	37
Tabla 15	<i>Propiedades mecánicas adoptadas para el diseño estructural</i>	42
Tabla 16	<i>Carga muerta considerada en losa de entrepiso y losa de terraza</i>	49
Tabla 17	<i>Carga muerta lineal sobre vigas perimetrales</i>	49
Tabla 18	<i>Carga viva adoptada según el uso del espacio</i>	50
Tabla 19	<i>Combinaciones de carga para diseño por resistencia última</i>	50
Tabla 20	<i>Combinaciones de carga para análisis estructural en software</i>	51
Tabla 21	<i>Valores calculados para espectro elástico de diseño</i>	56
Tabla 22	<i>Periodo de vibración con más del 90% de la masa participativa</i>	76
Tabla 23	<i>Peso sísmico obtenido del software</i>	77
Tabla 24	<i>Cortante basal en la base de la estructura</i>	79
Tabla 25	<i>Comprobación de cortante basal dinámico y estático</i>	80
Tabla 26	<i>Límite máximo para las derivas de los pisos</i>	81
Tabla 27	<i>Deriva máxima elástica en sentido X</i>	82
Tabla 28	<i>Deriva máxima elástica en sentido Y</i>	82
Tabla 29	<i>Evaluación del índice de estabilidad en dirección X</i>	84
Tabla 30	<i>Evaluación del índice de estabilidad en dirección Y</i>	84
Tabla 31	<i>Verificación de no tener irregularidad torsional</i>	85
Tabla 32	<i>Momentos positivos y negativos</i>	88
Tabla 33	<i>Momentos mínimos a considerar para refuerzo longitudinal</i>	89
Tabla 34	<i>Acero de refuerzo longitudinal colocado</i>	91
Tabla 35	<i>Valor de altura del bloque de compresión a para el M_{pr}</i>	92
Tabla 36	<i>Momento probable en los extremos de la viga</i>	93
Tabla 37	<i>Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del primer piso en sentido X</i>	96

Tabla 38 Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del primer piso en sentido Y	97
Tabla 39 Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del segundo piso en sentido X.....	98
Tabla 40 Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del segundo piso en sentido Y	98
Tabla 41 Refuerzo longitudinal y transversal de vigas secundarias del primer piso en sentido Y	99
Tabla 42 Refuerzo longitudinal y transversal de vigas secundarias del segundo piso en sentido Y	100
Tabla 43 Refuerzo longitudinal y transversal de vigas secundarias del primer y segundo piso en sentido Y.....	100
Tabla 44 Demandas de fuerzas axiales y momentos de la columna	103
Tabla 45 Armado longitudinal de vigas que conectan a la columna	106
Tabla 46 Momento probable con tracción inferior M_{pr1}	107
Tabla 47 Momento probable con tracción superior M_{pr2}	107
Tabla 48 Parámetros para el cálculo de acero de refuerzo por estribos	111
Tabla 49 Numero de ramales mínimo para cumplir el área de refuerzo transversal	112
Tabla 50 Dimensiones y armado de columnas.....	113
Tabla 51 Datos para cálculo de momentos positivos y negativos sobre la losa	114
Tabla 52 Momentos positivos en cada tramo de la losa	115
Tabla 53 Momentos negativos en cada tramo de la losa	116
Tabla 54 Refuerzo de acero longitudinal de losa aligerada en una dirección	116
Tabla 55 Refuerzo de acero por contracción y temperatura	117
Tabla 56 Momentos flectores en las vigas de cimentación	124

Tabla 57 <i>Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación</i>	124
Tabla 58 <i>Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación</i>	124
Tabla 59 <i>Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación</i>	125
Tabla 60 <i>Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación</i>	125
Tabla 61 <i>Separación de estribos de la viga de cimentación</i>	126
Tabla 62 <i>Armado de acero longitudinal superior</i>	134
Tabla 63 <i>Armado de acero longitudinal inferior</i>	134
Tabla 64 <i>armado transversal del primer tramo</i>	135
Tabla 65 <i>Armado de acero longitudinal superior</i>	137
Tabla 66 <i>Armado de acero longitudinal inferior</i>	137
Tabla 67 <i>armado transversal del primer tramo</i>	138
Tabla 68 <i>Recomendaciones de presión y caudal en aparatos sanitarios</i>	140
Tabla 69 <i>Aparatos sanitarios disponibles en el proyecto</i>	140
Tabla 70 <i>Dotaciones por tipo de edificación y consumo estimado por persona.</i>	143
Tabla 71 <i>Cálculo de presión por de agua considerando perdidas por accesorios</i>	150
Tabla 72 <i>Accesorios del Tramo 1-2</i>	151
Tabla 73 <i>Accesorios del Tramo 2-3</i>	151
Tabla 74 <i>Accesorios del Tramo 3-4</i>	152
Tabla 75 <i>Accesorios del Tramo 4-5</i>	152
Tabla 76 <i>Accesorios del Tramo 5-6</i>	152
Tabla 77 <i>Accesorios del Tramo 6-7</i>	153
Tabla 78 <i>Accesorios del Tramo 7-8</i>	153
Tabla 79 <i>Especificaciones técnicas de la bomba modelo PK 65 marca Pedrollo</i>	155
Tabla 80 <i>Diámetro mínimo de descarga</i>	155
Tabla 81 <i>Unidad de descargar de los aparatos sanitarios</i>	156

Tabla 82	<i>Diámetro de la tubería según el máximo número de unidades de descargas.</i>	156
Tabla 83	<i>Caudales para fluxometro</i>	157
Tabla 84	<i>Resumen de bajante para agua servidas</i>	157
Tabla 85	<i>Unidades de descargarg por por pisos</i>	157
Tabla 86	<i>Máximo para ramales horizontales</i>	158
Tabla 87	<i>Colectores horizntales de tuberia 4 pulgadas</i>	159
Tabla 88	<i>Relaciones hidraulicas</i>	160
Tabla 89	<i>Resumen de diseño colectores horizontales</i>	160
Tabla 90	<i>Comprobación de la de las relaciones hidráulicas</i>	161
Tabla 91	<i>Clasificación de viviendas según área construida y número mínimo de circuitos</i>	164
Tabla 92	<i>Cargas especiales</i>	165
Tabla 93	<i>Potencial por fases</i>	171
Tabla 94	<i>Factor demanda según el tipo de vivienda</i>	171
Tabla 95	<i>Factor demanda para cargas especiales</i>	171
Tabla 96	<i>Resumen de DMU</i>	172
Tabla 97	<i>Corriente requerido por circuito</i>	172
Tabla 98	<i>Capacidad de protección en función del calibre del conductor</i>	173
Tabla 99	<i>Selección de cables</i>	173
Tabla 100	<i>Número máximo de conductores</i>	174
Tabla 101	<i>Carga requerida</i>	175
Tabla 102	<i>Capacidad de corriente permisible en conductores</i>	176
Tabla 103	<i>Principales parámetros climáticos del cantón Machala</i>	180
Tabla 104:	<i>Población cantón Machala</i>	182
Tabla 105	<i>Impactos ambientales por actividad</i>	187

Tabla 106 <i>Evaluación de la Significancia del Impacto Ambiental por Actividad del Proyecto</i>	190
Tabla 107 <i>Clasificación del ISI</i>	190
Tabla 108 <i>Resumen de los precios unitarios</i>	255
Tabla 109 <i>Resumen presupuesto</i>	262

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Planos AAPP, AASS y AALL	314
Plano 2 Planos Arquitectonicos.....	317
Plano 3 Planos Electricos	321
Plano 4 Planos Estructurales	325

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Base Naval de Jambelí, localizada en la ciudad de Machala, presenta una insuficiencia de estructuras en lo que respecta a residencias para el personal militar casado. Esto ha dado lugar a un conjunto de implicaciones negativas lo que impacta de manera directa en el bienestar de los militares y sus familias.

Como no existen estructuras de viviendas en el interior de la base, el personal militar casado debe alejarse a zonas exteriores; lo que significa gasto en tiempos de traslado, menor contacto con el núcleo familiar, hecho que redunda en su bienestar emocional.

En consecuencia, se observa una afectación en la estabilidad emocional de los uniformados y su rendimiento institucional. Este hecho ha sido reconocido por las autoridades internas como uno de los siguientes aspectos en los que se requiere intervención.

En respuesta, se plantea como solución el diseño de la vivienda bifamiliar en un edificio de tres plantas, que permita el alojamiento tanto de dos núcleos familiares, para hacer cómodo y funcional ese alojamiento. Se trata de una propuesta con una solución técnica, eficiente, replicable, enfocada en elevar las condiciones de vida del personal militar con familia, buscando además la permanencia del personal militar, además de optimizar su disponibilidad operativa.

1.2 Descripción del Problema

La Base Naval de Jambelí no tiene viviendas adecuadas para el personal militar casado, lo que hace que muchos efectivos tengan que vivir con sus familias fuera del recinto militar. Esta realidad va agravada a la seguridad en la que deben estar inmersos, especialmente respecto a determinadas situaciones de desarrollo del trabajo militar; afecta su

integración al entorno institucional y pone de manifiesto la notable falta de estructuras habitacionales con que cuenta las Instalaciones y su incapacidad para hacer frente a la demanda. También existe limitaciones para la oportuna respuesta ante situaciones de emergencia y afecta a su eficiencia operativa.

En el interior de la base existe terreno constructivo a aprovechar, este último se ha subutilizado y no se ha llevado a cabo una planificación orientada a soluciones habitacionales. La falta de vivienda adecuada deteriora el bienestar del personal y conlleva una oportunidad perdida para incentivar la permanencia institucional. Como respuesta a esta situación, se formula el diseño de una vivienda bifamiliar en forma de edificio de tres plantas como solución técnica viable, orientada a mejorar la calidad de vida del personal militar casado y a reforzar la disponibilidad operativa de dicho personal.

1.3 Justificación del Problema

Para el personal de la Armada, el acceso a vivienda digna constituye un elemento fundamental para garantizar su bienestar y, como consecuencia, la eficiencia en su cumplimiento de funciones. En general, las bases militares pueden no tener las mejores condiciones de infraestructuras habitacionales, lo que obliga a aquellos que están casados a residencias fuera de la instalación militar, situación que en consecuencia encarece su tiempo y traslados, afecta la estabilidad familiar y logística de despliegue.

La Base Naval de Jambelí permite evidenciar lo anterior, ya que esta base militar, ubicada en Machala, en la provincia de El Oro, presenta una notoria carencia de viviendas que pueda satisfacer mínimamente a su personal militar casado, aun cuando tiene terrenos suficientemente subutilizados para permitir una solución a este problema. Y es que este problema pone en evidencia la falta de propuestas de tipo estructural y técnico que permitan

tener un cambio habitual que pueda mejorar las condiciones de vida del personal del Ejército y potenciar la permanencia del personal militar en la institución.

La presente propuesta de diseño integral de una edificación bifamiliar que se desarrolla en tres pisos, de hormigón armado, propone una posible solución de vivienda eficiente, funcional y replicable. Esta tipología se ajusta a las necesidades que presenta el medio militar, también con el aspecto de grado de comodidad, de grado de seguridad y en función de la proximidad al lugar de trabajo. También añadir en el uso el hormigón armado permite satisfacer los requerimientos estructurales básicos para conseguir la resistencia, la durabilidad y la estabilidad recomendadas en áreas sísmicamente peligrosas.

Del mismo modo, la formulación de este diseño evidencia además una organización de la planificación urbana institucional, por una mejor y más ordenada y sustentable ocupación del espacio disponible dentro del recinto militar. Con la incorporación de este tipo de soluciones, se contribuye a la consolidación de la acción de las Fuerzas Armadas, se favorece el correspondiente desarrollo técnico de la infraestructura pública y brinda la posibilidad de lograr un efecto favorable en las condiciones de vida de quienes sirven al país.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar integralmente una vivienda bifamiliar de un edificio de 3 plantas en hormigón armado para personal militar casado de la Armada del Ecuador, cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales vigentes en diseño estructural, sanitario y eléctrico, que responda a sus necesidades habitacionales y aporte a una mayor calidad de vida, facilitando la convivencia familiar.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Analizar el estudio de suelos, así como las cargas gravitacionales y sísmicas, mediante criterios estructurales establecidos en la NEC-15, asegurando un correcto diseño de la vivienda
2. Diseñar la estructura y cimentación, aplicando la NEC-15 y el ACI-318, garantizando estabilidad ante eventos sísmicos y cumplimientos de normativa vigentes.
3. Dimensionar los sistemas hidrosanitarios y eléctricos de la vivienda, usando parámetros técnicos y normativos actuales, asegurando eficiencia, funcionalidad y aporte al ODS 11
4. Integrar los sistemas estructurales, hidrosanitarios y eléctricos, mediante la elaboración de planos técnicos, entregando una propuesta replicable y alineada con el ODS 9

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Previo al desarrollo de un proyecto constructivo de carácter privado, civil o público es necesario conocer un determinado número de temas relacionados para brindar la suficiente información que ayuden a comprender los criterios de construcción para diseñar una de edificación.

2.1.1 Elementos estructurales

Una obra de ingeniería civil está constituida por elementos estructurales que le otorgan rigidez y estabilidad. Estos elementos están diseñados para soportar cargas, tanto de las cargas gravitacionales como las cargas sísmicas, siendo estos elementos los principales para la distribución y transmisión de las cargas entre los elementos que componen la estructura (“Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering,” 1995). Estos elementos son:

Columnas: Estos elementos estructurales tienen la función de soportar las cargas de compresión aumentadas por los sismos y por el peso de la construcción (cargas muertas, así como las vivas). Dichas cargas se conducen hacia el terreno mediante la cimentación de la edificación. Estos componentes estructurales pueden estar hechos de hormigón armado o acero (Colque Romero, 2021).

Vigas: Se trata de líneas horizontales que resisten esfuerzos de flexión; se conectan a las columnas y contribuyen a la distribución de los esfuerzos de tracción y compresión (Santamaría & Morales, 2019).

Losas: Son superficies con forma plana y ocupan el área útil de cada nivel de la obra; apoyan sobre las vigas, tanto principales como secundarias, y resisten las cargas permanentes y las variables (Reyes et al., 2021).

Cimentación: Su objetivo es repartir sobre el terreno la carga total de la edificación para evitar asentamientos no deseados; existen cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas en función de las características del terreno en el que se realiza la obra (Cabrera et al., 2020).

2.1.2 Tipos de cargas

En toda construcción se deben considerar distintos tipos de cargas que actúen sobre la estructura, estas cargas pueden ser:

Carga Muerta: Se trata del peso permanente de cada uno de los elementos que forman la estructura como por ejemplo las columnas, vigas, losas. También incluye elementos no estructurales que permanecen fijos, como por ejemplo las paredes, los revestimientos cerámicos de los pisos, tumbados, mortero de enlucido, entre otros (Álvarez-Deulofeu, 2019).

Carga viva: Se refiere al peso de los objetos y de las personas que temporalmente ocuparán el edificio. Esto implica el mobiliario como por ejemplo camas, escritorios, refrigeradoras, así como la cantidad de personas que puedan llegar a utilizar los espacios (Márquez-Peñaranda, 2011).

Carga sísmica: corresponde a aquellas fuerzas generadas por el movimiento del suelo durante un sismo. La magnitud de ésta dependerá directamente de las características del terreno en donde se erigirá. Esta carga resulta a ser determinante en el diseño estructural, ya que afecta la implementación de factores de seguridad y condiciones de resistencia de la edificación (Rodríguez Suesca, 2007).

2.1.3 Zona sísmica del Ecuador

Ecuador se encuentra en una zona que presenta un alto riesgo sísmico, ya que tiene lugar la actividad sísmica que proviene de las dos principales fuentes de dicha actividad. La

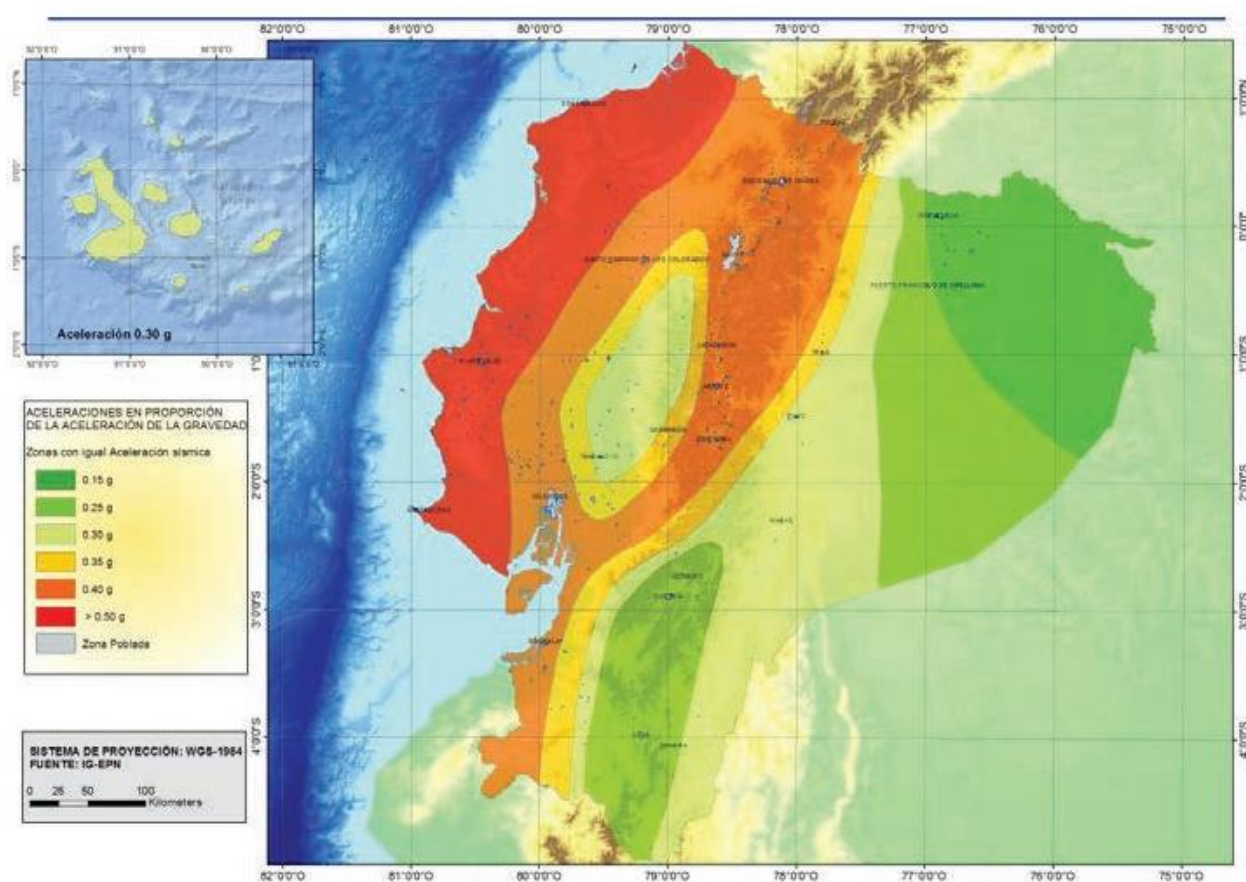
primera fuente está relacionada con el origen profundo y está asociada con el proceso de subducción que se desarrolla entre las placas de Nazca y Sudamericana, mientras que la segunda fuente corresponde a sismos corticales, que poseen una ubicación superficial y de menor profundidad, los cuales son generados dentro de la propia placa Sudamericana y suelen ser de menor intensidad (Quinde Martínez & Reinoso Angulo, 2016). Por esta razón se han implementado normas de coordinación más estrictas para prevenir y minimizar los efectos de un eventual evento sísmico.

2.1.3.1 Zona sísmica y factor Z

Al llevar a cabo cualquier tipo de proyecto de construcción, resulta esencial saber de manera precisa el lugar o ubicación en el que se ejecutará el mismo, ya que se puede identificar la zona sísmica y el nivel de riesgo que presenta el lugar en cuestión. En nuestro país Ecuador el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), el cual se encarga de establecer normas y especificaciones técnicas para la construcción, se encarga de regular aspectos tales como la norma ecuatoriana de la construcción (NEC), el cual establece un valor al que se le denomina factor de zona sísmica (Z), siendo dicho valor resultado de un mapa de zonificación sísmica. A través de este mapa se puede visualizar cuál es la aceleración máxima esperada del suelo durante un sismo de diseño, distribuyendo el territorio ecuatoriano en seis zonas sísmicas, a pesar de que un alto porcentaje del país está clasificado como de alta amenaza sísmica.

Figura 1

Zonificación sísmica y factor de zona Z



Nota: Norma ecuatoriana de la construcción

Tal como presentamos en el mapa, a las distintas zonas sísmicas se les asocia un determinado valor del factor aceleración del suelo (Z), que resulta de una probabilidad del 10% de ser superado en un tiempo de 50 años, lo que equivale a un tiempo de retorno de 475 años. A partir de la identificación de la zona sísmica del proyecto una vez elegido el valor del factor Z , se puede obtener la caracterización del peligro sísmico del emplazamiento de la construcción (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014b).

2.1.4 Tipo suelos

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, la NEC-SE-DS, clasifica los diferentes perfiles de suelo que pueden existir en el país, distinguiendo un total de seis tipos: A, B, C, D,

E y F, en función de sus correspondientes características geotécnicas. Estas características también influyen en su comportamiento sísmico y como tal recoge una clasificación muy utilizada en el ámbito de la geología e ingeniería (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014b).

Figura 2 Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360$ m/s $N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ kPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1 —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2 —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3 —Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4 —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5 —Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6 —Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Nota. Información obtenida de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción

2.1.5 Derivas de piso

Las derivaciones dentro de una estructura se refieren al desplazamiento lateral de un piso, en relación con el piso que le queda justo debajo, gracias a las fuerzas horizontales que

habrá generado un sismo o las fuerzas horizontales que habrían generado vientos intensos. Definiendo el límite de deriva que permite la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015) para una edificación hecha de hormigón armado o de estructuras metálicas, se establece un límite del 2% (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014b).

2.1.6 Instalaciones sanitarias

Los servicios higiénicos que forman el sistema de la instalación sanitaria son el conjunto de tuberías, materiales y accesorios que se encargan de tener garantizado el abastecimiento de agua para el consumo humano y la evacuación de aguas servidas en el interior de un edificio; esta instalación debe cumplir los requisitos técnicos según lo indicado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN); a lo largo de todo el proceso, garantía de calidad, correcto diseño y mantenimiento de las referidas instalaciones en todo momento y en cualquier parte del edificio (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014b).

2.1.6.1 Elementos del sistema sanitario

Tuberías: Dispositivos de transporte del agua potable hacia el interior de la vivienda y de evacuación de las aguas residuales dejando en la red de alcantarillado público (pública), que se fabrican en distintos tipos de materiales como: acero galvanizado (AG), policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), polipropileno (PP) (Gutiérrez et al., 2023).

Válvulas: Su función es la de control, dirección y regulación de la presión y el flujo del agua. Hay válvulas manuales y automáticas de distintas entre los tipos más comunes de válvulas de compuerta, mariposa, esfera y válvulas check (Rofifah, 2020).

Accesorios: Permiten la conexión entre sí de las tuberías de forma que permiten la formación de la red de conducción que abastece a los distintos aparatos sanitarios. Accesorios que se presentan en distintas formas, tamaños y tipos de materiales; de entre los cuales se usan principalmente codos, tees y reductores (Brenes et al., 2018).

2.1.7 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son un grupo de sistemas conformados por dispositivos y elementos eléctricos que permiten proporcionar, distribuir y utilizar la energía presente en el interior de un edificio. Estas instalaciones se diseñan acorde a unos requisitos técnicos marcados por la legislación local para responder a los requerimientos exigidos por las personas que hacen uso de la construcción (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).

2.2 Área de estudio

2.2.1 Ubicación general del proyecto

El presente proyecto se emplaza dentro de las instalaciones de la Base Naval de Jambelí, ubicada en el sector de Puerto Bolívar, cantón Machala, provincia de El Oro, al suroeste del litoral ecuatoriano. Se trata de una zona de uso institucional militar, con acceso restringido y bajo jurisdicción de la Armada del Ecuador.

2.2.2 Localización geográfica específica

El predio destinado a la construcción de la vivienda bifamiliar se encuentra dentro de un recinto cerrado, con las siguientes coordenadas geográficas referenciadas en el sistema UTM (Universal Transverse Mercator):

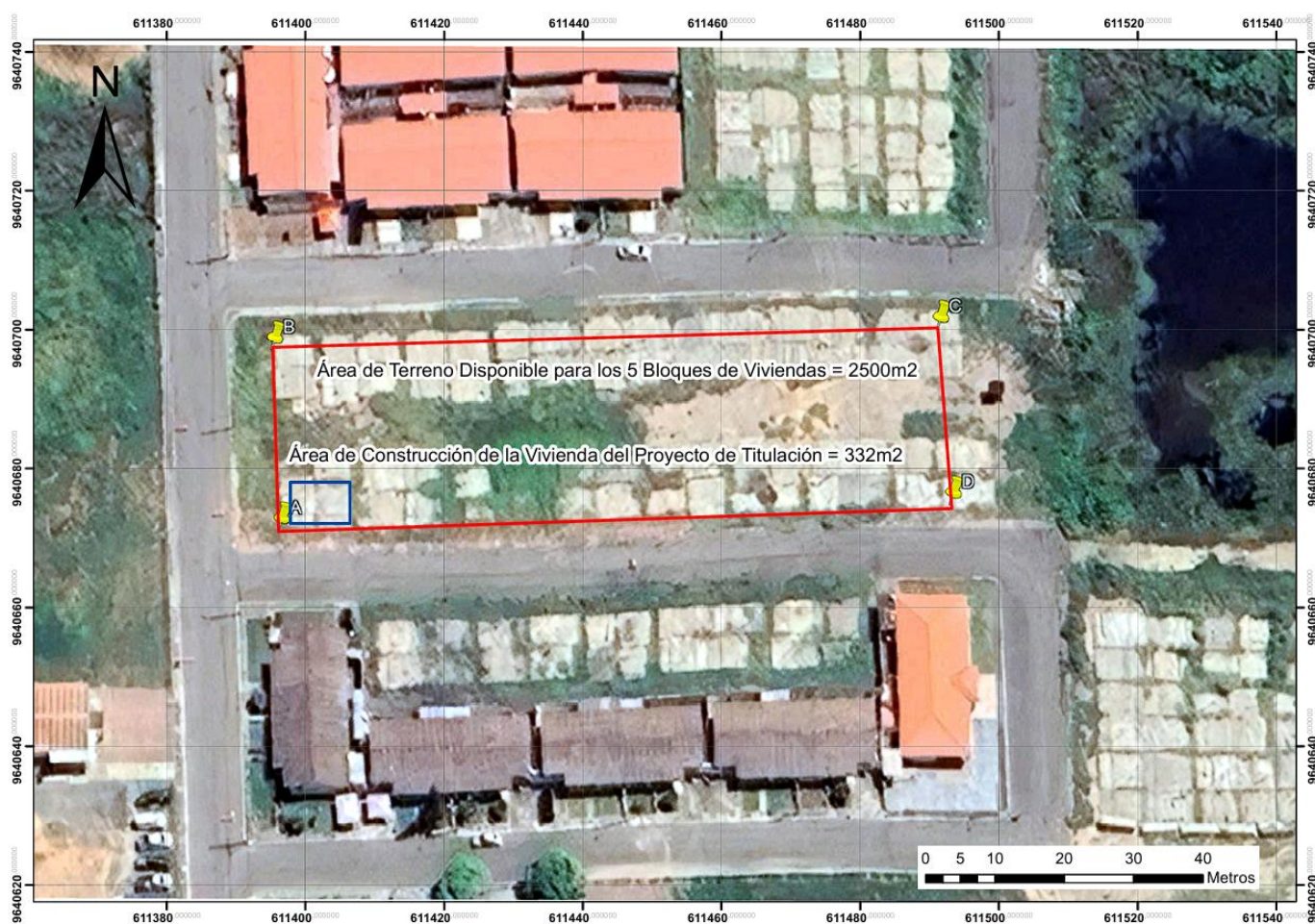
Tabla 1.

Puntos de Control para Georreferenciación

PUNTOS	X	Y
A	611396.36	9640671.01
B	611395.28	9640697.59
C	611491.76	9640700.43
D	611493.16	9640675.70

Figura 3

Ubicación de Bloque de Viviendas Bifamiliares dentro de la Base

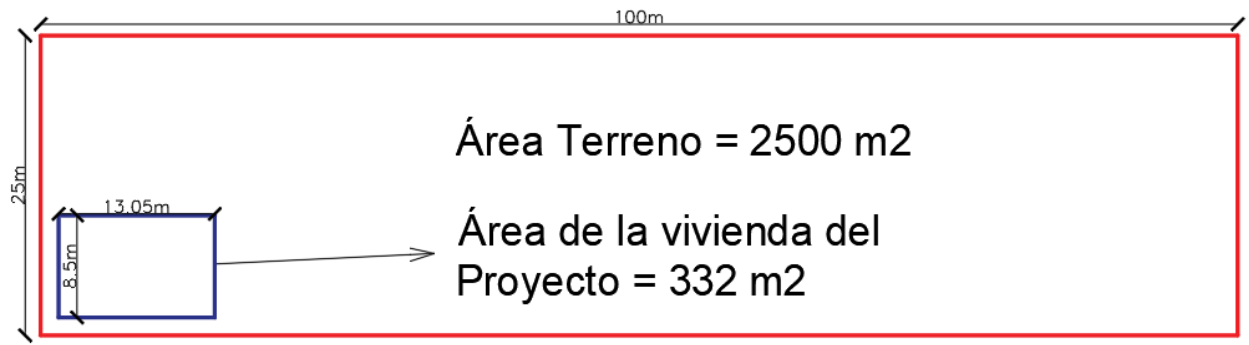


Nota. Imagen de Google Earth georreferenciada en ArcMap por los Autores.

2.2.3 Características del terreno

Figura 4.

Área del Terreno y de Construcción de la Vivienda del Proyecto



Nota. Elaborado por los autores.

- Área total del terreno: 2 500 m²
- Área de Construcción: 332 m²
- Configuración geométrica: Rectangular
- Condición actual: Terreno libre de construcciones

Topografía: Plana, sin presencia de pendientes significativas

Estas características físicas son favorables para la implantación de edificaciones en hormigón armado, permitiendo una ejecución constructiva eficiente y segura.

2.2.4 Condiciones climáticas y ambientales

La ciudad de Machala presenta un clima semiárido cálido, con las siguientes condiciones promedio:

- Temperatura media anual ~26 °C
- Rango térmico típico 20 °C – 31 °C
- Humedad relativa 85 % – 90 %
- Precipitación anual 500 – 750 mm
- Meses lluviosos Diciembre – Abril

Estas condiciones climáticas deben considerarse en la selección de materiales y en el diseño de protección frente a la humedad, ventilación natural y confort térmico.

2.2.5 Riesgos naturales asociados

La zona presenta condiciones geodinámicas que deben ser consideradas en el diseño estructural:

- Amenaza sísmica alta: debido a la proximidad con la zona de subducción entre las placas de Nazca y Sudamericana.
- Susceptibilidad a inundaciones: principalmente durante la estación lluviosa, dada la escasa elevación del terreno y su cercanía a cuerpos de agua como el Estero Santa Rosa y el golfo de Guayaquil.
- Nivel freático elevado: condición típica en zonas costeras, con posible influencia en cimentaciones superficiales.

2.2.6 Entorno inmediato

En los linderos del terreno de construcción existen edificaciones tales como:

- Unidades habitacionales existentes
- Oficinas administrativas
- Áreas verdes y zonas recreativas
- Calles internas de circulación vehicular
- Redes de servicios básicos ya consolidadas

Este entorno construido ofrece ventajas logísticas para la ejecución de obra y disponibilidad de servicios.

2.3 Trabajo de Campo y Laboratorio

2.3.1 Topografía

Figura 5.

Plano Topográfico del Área del Proyecto

El plano topográfico presentado delimita el área de terreno destinada al proyecto de vivienda bifamiliar y muestra la ubicación de las perforaciones geotécnicas (PERF-1 y PERF-

2) junto con los puntos de control establecidos para referenciar coordenadas en proyección UTM WGS 84 Zona 17 S. La información incluye coordenadas Norte, Este y Cota, así como la simbología básica de elementos existentes en el predio, como postes eléctricos, curvas de nivel y pozos sanitarios. Además, el croquis de localización general facilita la identificación del lote dentro del recinto militar. Este insumo respalda la planificación del trabajo de campo y asegura la representatividad de los puntos muestreados.

2.3.2 Estudio de Suelos

Con el objetivo de establecer las condiciones geotécnicas del terreno destinado a la edificación de la vivienda bifamiliar de tres plantas, se realizó una exploración de campo mediante 2 perforaciones mecánicas acompañadas de ensayos SPT (Standard Penetration Test). Cada perforación alcanzó profundidades de 8 a 10 metros, recolectándose seis muestras representativas por perforación a intervalos de 1,50 metros, lo que permitió obtener información detallada de los estratos del subsuelo. Durante las perforaciones se detectaron niveles freáticos a profundidades promedio de -1,30 m y -1,40 m respectivamente.

Los trabajos de perforación se ejecutaron dentro del Batallón de Infantería de Marina, en la urbanización planificada para vivienda fiscal, ubicada en el cantón Machala, provincia de El Oro. La Dirección General del Material gestionó la contratación de la empresa especializada “Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones”, bajo la supervisión técnica del Ing. Luis Chaguay Carrión, asegurando el cumplimiento de procedimientos bajo normas INEN, ASTM y AASHTO.

En laboratorio se realizaron ensayos de identificación y clasificación como perfil estratigráfico, análisis granulométrico por lavado, determinación de contenido de humedad natural y límites de consistencia (líquido y plástico), conforme a normas ASTM D2216 (humedad), D423 (límite líquido), D424 (límite plástico), D422 (granulometría) y AASHTO

T-88 (granulometría), T-89 (límite líquido) y T-90 (límite plástico). Finalmente, se verificó que el número de perforaciones ejecutadas cumple con los requerimientos mínimos establecidos en la NEC-SE-GC, que para edificaciones residenciales de hasta 3 pisos exigen al menos 2 perforaciones, acorde al número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción, garantizando así la fiabilidad de la información obtenida.

2.4 Análisis de datos

El análisis de datos presenta los resultados del estudio de suelos, organizados por perforación para describir estratos, ensayos de consistencia, granulometría y resistencia SPT, lo que respalda la definición de parámetros geotécnicos.

2.4.1 Perforación 1

2.4.1.1 Estratigrafía general de la perforación 1

Tabla 2.

Perfil estratigráfico y características generales de la Perforación 1

#	Muestra	Cambio de Estrato	Descripción del Material	NAF	Clasif.	SPT
	Profundidad (m)				SUCS	
1	0,5-1,00	1.10	Arcilla color gris, compacidad relativa muy suelta.	- 1.30	SC	2
2	1,50-2,00		Arcilla con turba color gris, consistencia muy blanca.		CH	1
3	2,50-3,00	5,25	Arcilla color gris, consistencia muy blanda.		CL	1
4	4,00-4,50		Limo arenoso color gris, consistencia media.		ML	7
5	5,50-6,00		Arcilla color gris 25cm punta negra, consistencia media.		CL	8
6	7,50-8,00	8	Arena color gris, compacidad relativa suelta.		SC	10

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

La perforación 1 muestra un perfil con predominio de suelos arcillosos de color gris, alternando con capas de limo arenoso y arena de compacidad variable. Los valores de SPT se mantienen bajos (1–2 golpes) en los primeros metros, lo que indica suelos de resistencia baja cerca de la superficie, y aumentan a 7–10 golpes en profundidad, reflejando estratos con mejor soporte. El nivel freático, identificado a -1,30 m, podría afectar la resistencia efectiva de las capas superficiales. La clasificación SUCS señala suelos SC, CH, CL y ML, propios de zonas costeras.

2.4.1.2 Resultados de los ensayos de Muestra 1-Perforación1

Tabla 3.

Resultados de ensayos de consistencia (LL, LP, humedad natural) de la muestra 1

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL	I.P	
PASO N°.	1	2	3	4	5	1	2	1
Recipiente N°.	R-43	R-1	R-54	R-50		L-56	L-53	A-47
Peso muestra húmeda + recipiente (grms)	11,56	11,37	11,41	11,24		5,42	5,43	189,65
Peso muestra seca + recip (grms)	9,49	9,68	9,65	9,56		5,07	5,08	160,23
Peso del recipiente (grms)	4,89	5,52	5	4,75		3,35	3,37	68,49
Peso del agua (grms)	2,06	1,69	1,76	1,67		0,35	0,35	29,42
Peso seco (grms)	4,6	4,16	4,65	4,81		1,72	1,71	91,74
Contenido de humedad (%)	44,8	40,5	37,9	34,8		20,35	20,47	32,07
Número de golpes	12	21	30	45			20,41	

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

Tabla 4.

Análisis granulométrico de muestra 1

GRANULOMETRIA				
TAMIZ N°	Milímetros	Peso retenido	Retenido acumulado	PORCENTAJE
				Retenido Pasante

N° 4	4,75	0	0	0	100
N° 8	2,36	-	-	-	-
N° 16	1,18	-	-	-	-
	0,6	-	-	-	-
N° 40	425micron.	4,8	4,8	5,23	94,77
N° 60	250 micron.	-	-	-	-
N° 100	150 micron.	-	-	-	-
N° 200	75 micron	49,69	54,49	59,4	40,6
FONDO		37,25	91,74	100	0
TOTAL		91,74			

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de

Cimentaciones(2011).

Tabla 5.

Determinación del Peso Unitario de la Muestra 1

MUESTRA N°	M # 1
Profundidad	0,5-1,00
Peso inicial de la muestra + recip: Pm+rec (grms)	180,52
Peso del recipiente: rec (grms)	79,07
Peso inicial de la muestra: Wm (grms)	101,45
Volumen inicial agua Viw (cc.)	500
Volumen final agua + muestra Vfw (cc.)	555
Volumen muestra sumergida Vms=Viw-Vfw (cc.)	55
PESO UNITARIO T/m3 = Wm/Vms	1,845
MUESTRA N°	M # 1
Profundidad	0,5-1,00
Peso inicial de la muestra + recip: Pm+rec (grms)	180,52
Peso del recipiente: rec (grms)	79,07
Peso inicial de la muestra: Wm (grms)	101,45
Volumen inicial agua Viw (cc.)	500,00
Volumen final agua + muestra Vfw (cc.)	555,00
Volumen muestra sumergida Vms=Viw-Vfw (cc.)	55,00
PESO UNITARIO T/m3 = Wm/Vms	1,845

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de

Cimentaciones(2011).

2.4.1.3 Resumen de resultados de laboratorio de la Perforación

Tabla 6.

Resumen de las muestras de la Perforación 1: profundidades, LL, LP, IP, humedad, granulometría resumida, SPT, peso unitario

Muestra #	Prof (m)	Clas		W	L.L.	L.P.	I.P.	Granulometría			P. Unit.	qu
		SUCS	SPT	(%)	(%)	(%)	(%)	Pasantes			(T/m3)	(T/m2)
								Nº 4	Nº 40	Nº 200		
1	0,5- 1,00	SC	2	32,07	39,24	20,41	18,83	100	94,77	40,60	1,845	0
2	1,50- 2,00	CH	1	39,97	51,28	22,74	28,54	100	100	94,35	1,631	1,20
3	2,50- 3,00	CL	1	30,78	41,12	21,35	19,76	100	100	90,28	1,623	1,20
4	4,00- 4,50	ML	7	30,93	40,14	21,35	18,79	100	72,92	54,66	1,772	-
5	5,50- 6,00	CL	8	30,32	40,41	22,11	18,3	100	96,76	60,31	1,759	-
6	7,50- 8,00	SC	10	30,72	38,97	19,9	19,07	100	96,12	30,72	1,825	-

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

La Perforación 1 muestra que el perfil está formado principalmente por suelos arcillosos y limosos (SC, CH, CL, ML), con contenido alto de finos, reflejado en pasantes por tamiz Nº 200 de hasta 94,35%. La humedad natural varía entre 30,32 % y 39,97 %, lo que confirma que estos materiales tienen una notable capacidad de retención de agua. Los límites líquidos, entre 38,97 % y 51,28 %, junto con límites plásticos entre 19,90 % y 22,74 %, dan lugar a índices de plasticidad moderados (18,30 % a 28,54 %), lo que implica una posible expansividad y cambios volumétricos ante variaciones de humedad.

El peso unitario, que se encuentra entre 1,623 y 1,845 T/m³, indica suelos de densidad media, coherentes con la descripción de capas de consistencia blanda a media. En cuanto a la resistencia a la penetración, los valores SPT son bajos en superficie (1–2 golpes) y mejoran

gradualmente en profundidad hasta alcanzar 10 golpes, lo que sugiere capas superficiales poco competentes y estratos más resistentes a mayores profundidades.

2.4.2 Perforación 2

2.4.2.1 Estratigrafía general de la perforación 2

Tabla 7.

Perfil estratigráfico y características generales de la Perforación 2

Muestra #	Profundidad (m)	Cambio de Estrato	Descripción del Material	NAF	Clasif. SUCS	SPT
1	0,5-1,00	1	Arena arcillosa, color gris, compactación relativa muy suelta.	-1.40	SC	2
2	1,50-2,00		Arcilla color gris, consistencia muy blanda.		CL	1
3	2,50-3,00	5,1	Arcilla plástica, color gris, consistencia muy blanda.		CL	1
4	4,00-4,50		Arcilla arenosa, color gris, consistencia blanda.		CL	2
5	5,50-6,00		Arena color gris, compactación relativa firme.		SC	11
6	7,50-8,00	8	Arena color gris, compactación relativa firme.		SC	15

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

La Perforación 2 muestra una secuencia de suelos compuesta por estratos de arcilla de baja plasticidad (CL) y arenas arcillosas (SC), con variación de consistencia desde muy blanda en los primeros metros hasta capas de arena de compactación firme a mayor profundidad. Los valores de SPT reflejan esta transición, ya que los estratos superficiales presentan resistencia baja (1–2 golpes) y aumentan progresivamente hasta 11 y 15 golpes en las capas arenosas más firmes. El nivel freático se ubicó a –1,40 m, lo cual influye en la resistencia efectiva de los suelos cohesivos poco profundos. En conjunto, la estratigrafía

muestra un perfil heterogéneo, típico de zonas costeras, con suelos finos en la parte superior y materiales granulares con mejor compacidad en profundidad.

2.4.2.2 Resultados de los ensayos de Muestra 1-Perforación2

Tabla 8.

Resultados de ensayos de consistencia (LL, LP, humedad natural) de la muestra 1

ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL	I.D
PASO N°.	1	2	3	4	5	1	2	1	
Recipiente N°.	R-7	R-5	R-15	R-17		L-10	L-5	A-22	
Peso muestra húmeda + recipiente (grms)	11,5	11,65	11,76	11,7		5,62	5,75	250,11	
Peso muestra seca + recip (grms)	9,84	10,05	10,19	10,22		5,34	5,44	209,85	
Peso del recipiente (grms)	5,91	5,96	5,92	5,99		3,89	3,87	75,28	18,31
Peso del agua (grms)	1,66	1,6	1,57	1,48		0,28	0,31	40,26	
Peso seco (grms)	3,93	4,09	4,27	4,23		1,45	1,57	134,57	
Contenido de humedad (%)	42,24	39,12	36,77	34,99		19,31	19,75	29,92	
Número de golpes	11	19	31	43			19,53		

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

Tabla 9.

Análisis granulométrico de muestra 1

GRANULOMETRIA					
TAMIZ N°	Milímetros	Peso retenido	Retenido acumulado	PORCENTAJE	
				Retenido	Pasante
N° 4	4,75	0	0	0	100
N° 8	2,36	-	-	-	-
N° 16	1,18	-	-	-	-
	0,6	-	-	-	-
N° 40	425micron.	26,92	26,92	20	80
N° 60	250 micron.	-	-	-	-

N° 100	150 micron.	-	-	-	-
N° 200	75 micron	54,41	81,33	60,44	39,56
FONDO		53,24	134,57	100	0
TOTAL		134,57			

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

Tabla 10.

Determinación del Peso Unitario de la Muestra 1

MUESTRA N°	M # 1
Profundidad	0,5-1,00
Peso inicial de la muestra + recip: Pm+rec (grms)	168,5
Peso del recipiente: rec (grms)	75,89
Peso inicial de la muestra: Wm (grms)	92,61
Volumen inicial agua Viw (cc.)	500
Volumen final agua + muestra Vfw (cc.)	550
Volumen muestra sumergida Vms=Viw-Vfw (cc.)	50
PESO UNITARIO T/m3 = Wm/Vms	1,852

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

2.4.2.3 Resumen de resultados de laboratorio de la Perforación

Tabla 11.

Resumen de las muestras de la Perforación 2: profundidades, LL, LP, IP, humedad, granulometría resumida, SPT, peso unitario

Muestra		Clas		W	L.L.	L.P.	I.P.	Granulometría			P. Unit.	qu
		SUCS	SPT	(%)	(%)	(%)	(%)	Pasantes			(T/m3)	(T/m2)
#	Prof (m)							Nº 4	Nº 40	Nº 200		
1	0,5-1,00	SC	2	29,92	37,83	19,53	18,31	100	80	39,56	1,852	0
2	1,50-2,00	CL	1	30,97	40,3	22,75	17,55	100	100	90,89	1,731	1,25
3	2,50-3,00	CL	1	32,98	41,99	23,46	18,53	100	100	93,01	1,762	1,25
4	4,00-4,50	CL	2	36,71	40,66	23,27	17,4	100	100	84,09	1,768	2,5

5	5,50- 6,00	SC	11	28,75	38,04	22,64	15,4	100	70,38	26,45	1,965	-
6	7,50- 8,00	SC	15	25,6	38,46	22,64	15,82	100	71,95	20,66	1,911	-

Nota. Obtenido de Informe Geotécnico de Laboratorio de Suelos & Ingeniería de Cimentaciones(2011).

La Perforación 2 evidencia una variación de suelos desde capas arcillosas de baja plasticidad (CL) hasta estratos de arena arcillosa (SC). La humedad natural se encuentra entre 25,60 % y 36,71 %, reflejando materiales finos con capacidad de retención de agua moderada. Los límites líquidos varían de 37,83 % a 41,99 %, mientras que los límites plásticos se ubican entre 19,53 % y 23,46 %, lo que da índices de plasticidad relativamente bajos, entre 15,40 % y 18,53 %, indicando suelos de plasticidad baja a media.

En la granulometría se observa una notable diferencia entre los estratos: los pasantes por tamiz N° 200 alcanzan hasta 93,01 % en algunos estratos arcillosos, confirmando la presencia de finos, mientras que en los estratos arenosos más profundos estos valores disminuyen a 20,66 %, mostrando materiales más granulares con menor contenido de finos y mejor capacidad de drenaje.

El peso unitario, que varía de 1,731 T/m³ a 1,965 T/m³, señala suelos de densidad media a relativamente firme en los estratos arenosos. Los resultados del SPT reflejan valores bajos de resistencia (1–2 golpes) en los primeros metros, con un aumento progresivo a 11 y 15 golpes en capas más profundas y arenosas, lo que muestra la transición desde suelos más blandos a estratos de mayor compacidad (“Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering,” 1995).

Para la elaboración del diseño del cualquier proyecto es recomendable realizar un análisis de alternativas de los principales sistemas constructivos y evaluar la mejor opción en

base a los criterios económicos, tiempo de construcción, impacto ambiental, técnico y preferencial del cliente.

2.4.3 Alternativa 1: Estructura de hormigón armado

La primera alternativa que se tomara en cuenta para la estructuración del diseño de la vivienda bifamiliar de tres plantas, con una superficie total de aproximadamente 450 m², corresponde a la implementación de un diseño de hormigón armado, usando dicho material como principal elemento del sistema constructivo. Esta alternativa supone una estructura conformada por columnas, vigas y losas de hormigón armado, cimentadas a través de la utilización de zapatas o cimentación corrida, de acuerdo con las exigencias del suelo del emplazamiento en estudio (Bermeo et al., 2020).

El hormigón armado constituye una de las alternativas más tradicionales y habituales en la construcción de viviendas, que caracteriza a la construcción en Ecuador, en particular, en las áreas urbanas y costeras (Bermeo et al., 2020). Su aceptación se debe a las múltiples ventajas técnicas que le corresponden las cuales presentan como su principal ventaja la alta resistencia que proporciona a las cargas estructurales y sísmicas por las que es importante al considerar que Machala se caracteriza por corresponder a una zona de amenaza sísmica moderada. Así como también la gran durabilidad para este medio cuando se hacen los recubrimientos necesarios para proteger la armadura, sobre todo, en entornos en que la salinidad es elevada como sucede en la Base Naval de Jambelí (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014b).

Desde el punto de vista del confort interior, el hormigón armado confiere mejor aislación acústica y térmica que los otros sistemas contruidos, ayudando así a mejorar la calidad de vida de quienes habitan dicha vivienda.(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014a) El hormigón armado es un sistema ampliamente conocido por la mano de

obra autóctona; por este motivo, es mucho más fácil hacer el seguimiento, la ejecución y el control del proceso constructivo, reduciendo el riesgo que podrían tener que ver con errores de montaje.

Pero esta alternativa también comporta ciertas desventajas. Una de ellas, la más evidente, es el mayor tiempo de ejecución del proceso que comporta encofrado, armado, vaciado, curado, fraguado. Has de considerar, además, el peso propio de la estructura que puede comportar unas exigencias de diseño en la cimentación que puedan agrandar el coste total de la obra. Teniéndolo en cuenta, si se presentan deficiencias en la ejecución por medidas constructivas, el hormigón armado puede presentar fisuras o deterioros que pudieran influir negativamente en su durabilidad a largo plazo (Barrera Arenas, 2017).

2.4.4 Alternativa 2: Estructura de acero

La segunda alternativa a analizar para el diseño estructural de la vivienda bifamiliar de tres plantas es la utilización de una estructura metálica, la cual viene en gran medida conformada por perfiles de acero estructural y, como complemento, puede incorporar sistemas de entrepiso tales como losas colaborantes, losas prefabricadas, o sistemas livianos que sean compatibles con este tipo de estructura. Ésta representa una solución moderna, flexible y muy habitual en trabajos que requieren mayor velocidad de ejecución y eficiencia estructural (Crisafulli, 2018).

De entre las ventajas que supone este sistema se encuentra la disminución drástica de los tiempos de ejecución de la obra, dado que los elementos metálicos pueden ser prefabricados en taller y posteriormente ensamblados en obra mediante un proceso de montaje ágil y limpio. De esta manera se optimizan los plazos de un cronograma general de trabajo y se reducen los efectos de las condiciones meteorológicas adversas en la ejecución de la obra. Igualmente, la estructura metálica es más ligera que el hormigón armado y se traduce

en una cimentación más ligera y económica, con un diseño más adaptable, en suelos con capacidad portante moderada (Metaldeza, 2018).

Referente al comportamiento estructural, el acero presenta una gran resistencia mecánica y un buen comportamiento ante las solicitaciones sísmicas, siendo por tal motivo una solución segura y de confianza a la hora de proyectar edificaciones de diferentes plantas. Además, la flexibilidad estructural que permite es también una característica útil a la hora de realizar los proyectos arquitectónicos para edificación más abiertos o adaptables, lo que podría resultaren un buen recurso si la vivienda en el futuro sufre cambios en cuanto al uso u otras necesidades (Vielma & Cando, 2017).

Sin embargo, la elección, como en el caso de la base naval de Jambelí, presenta algunos desafíos importantes. El acero se presenta como un material muy sensible a la corrosión en entornos de alta humedad y salinidad, exigiendo un tratamiento anticorrosivo exigente (galvanizado o con pintura especial) que junto a un mantenimiento periódico garantice la durabilidad del material al revestir donde se colocará en el futuro. Además, el precio de los materiales metálicos es superior al de los sistemas tradicionales con las limitaciones constructivas convencionales, tema que puede verse acentuado si no hay una industria local que ayude a reducir los costes. Por último, la estructura metálica obtiene un comportamiento de aislamiento menor en comparación con la de construcción tradicional, lo que requerirá extensiones por parte del arquitecto por medio de otros paneles aislantes o recubrimientos (Robles Quijano & Marco Antonio, 2015).

2.4.5 Criterio de evaluación

Con la finalidad de seleccionar la alternativa estructural más adecuada para el diseño estructural de la vivienda bifamiliar de tres plantas de la Armada del Ecuador, se definen una serie de criterios de carácter técnico funcionales que serán aquellos que permitan comparar

objetivamente las alternativas de hormigón armado y estructura metálica. Para ello se valorarán los criterios a partir de una escala del 1 al 10, siendo 1 la condición menos favorable y 10 la más favorable, considerando aspectos en juego como son los costos, tiempos de ejecución, mantenimiento, etc. sobre esta solución constructiva, para lo cual se tendrá como referencia las particularidades del propio proyecto, así como las características del propio terreno y la zona.

En lo que respecta a la ponderación de cada uno de los criterios, se asignaron una serie de pesos específicos de acuerdo con su importancia relativa en el interior del proyecto. La mayor consideración recayó en la preferencia del cliente, ya que, en este caso concreto, la institución tiene un papel preponderante en la elección del sistema constructivo considerado, lo que constituye un respaldo a su ponderación del 30 %. El siguiente valor lo ocupa el factor económico con un peso de 25 %, por el hecho de que se está haciendo referencia a que sería en todo caso una inversión institucional con presupuesto, donde los costes de materiales y mano de obra son decisivos. En tercer lugar, se distingue el aspecto técnico, que ocupa un peso del 20 %, en tanto que la posibilidad de complejidad a la hora de implementar las soluciones dentro del sistema constructivo seleccionado implica una disponibilidad y coste del personal cualificado. Por último, el tiempo de construcción, aunque relevante, presenta un peso algo menor con un 15 %, dado que su ejecución dependerá del cronograma de obra definido por la Armada de acuerdo con su planificación logística y presupuestaria. El impacto ambiental también ha sido considerado ponderándose en un 10 %, ya que antes bien se procura minimizar el mismo a partir de soluciones constructivas en base a la elección de los materiales de menor huella ecológica, es la forma constructiva no es la mayor prioridad por delante de otros aspectos del proyecto funcionales a nivel operacional.

2.4.5.1 Económico

Considerando un análisis económico de los sistemas constructivos que proponemos, el coste por metro cuadrado varía en función de los materiales, de los tipos de acabados y de la mano de obra especializada requerida. En el caso del hormigón armado, este sistema supone una técnica que es más económica de ejecutar, con un coste previo que oscila entre los \$450 y \$500 por metro cuadrado (Morante-Carballo et al., 2024), que se corresponde con la construcción de estructuras convencionales de vivienda. En el caso de la estructura metálica, por el contrario, supone una inversión superior, dado que su ejecución conlleva mano de obra especializada, especialmente la mano de obra calificada para la realización de soldaduras en uniones estructurales; su coste estimado puede variar entre los \$600 y \$800 por metro cuadrado, específicamente (Carphio Martínez & Esteban Gabriel, 2017). Esta diferencia en la cuantificación del coste es un fundamento fundamental para la elección de un sistema y otro para la construcción de las viviendas para el personal de la Armada del Ecuador en la Base Naval de Jambelí.

2.4.5.2 Tiempo

La duración de la construcción es un criterio muy importante para la planificación de los proyectos institucionales, ya que se relaciona directamente con el presupuesto y con la programación de la obra, como en el caso de una edificación de tipo vivienda bifamiliar para la Armada del Ecuador, que tendría unos plazos de ejecución total de 6 meses a 9 meses (James, n.d.), de acuerdo a los procesos secuenciales efectuados (armado, encofrado, vaciado, curado); en cambio, una estructura de acero, aparte de que precisen de un menor tiempo de ejecución, con un plazo que estimamos en 3 meses a 4 meses, ya que la prefabricación de los elementos estructurales, y la rapidez del montaje en obra (Shannon Molloy, n.d.). No obstante, la duración final puede variar de acuerdo con la disponibilidad de materiales, mano de obra calificada y condiciones logísticas.

2.4.5.3 Ambiental

El momento de decidir el sistema constructivo para la vivienda bifamiliar en la Base Naval de Jambelí es muy importante tener en cuenta su impacto medioambiental, ya que la construcción es una de las actividades empresariales que más huella de carbono producen a nivel mundial. El proceso de producción de acero estructural es necesario para las estructuras metálicas se produce alrededor de 2600 millones de toneladas de CO₂ al año, es decir, aproximadamente el 7 % de las emisiones mundiales(REPORT ACERO, 2022). En el lado opuesto, el sistema clásico basado en hormigón armado tiene un impacto todavía mayor, ya que el proceso de fabricación del cemento es otro material esencial para este tipo de estructuras que genera cerca de 4000 millones de toneladas de CO₂ al año, lo que conlleva un 8 % de la cantidad total (Pau Segui, n.d.) . Ambos sistemas, por lo tanto, suponen un reto medioambiental potente, aunque el hormigón armado es ligeramente más dañino por la huella de carbono que deja.

2.4.5.4 Técnico

Al examinar el factor técnico, hay un aspecto que sobresale por encima de los demás y es el nivel de especialización que exige la mano de obra para la correcta aplicación de cada sistema constructivo. El sistema de las estructuras metálicas exige un personal extremadamente especializado, muy bien preparado en soldadura, montaje de perfiles, unión de estructuras, etc. En el caso del hormigón armado, la exigencia de preparación técnica es intermedia: los operarios tienen que conocer tareas como el encofrado, armado de acero, vaciado y curado, etc. Pero no requieren de la preparación especializada como en el caso del acero.

Este criterio resulta ineludible en proyectos institucionales, como el que se expone para la Armada del Ecuador, ya que incide, en gran medida, en la calidad de la obra final y en la disponibilidad de recurso humano técnico de forma local.

2.4.5.5 *Preferencia del cliente*

Al plantear cualquier proyecto arquitectónico o constructivo, la inclinación del cliente y su preferencia constituyen un criterio a tener en cuenta, incluso aunque existan soluciones u opciones alternativas de carácter técnico más eficaces. De forma similar, si la Armada del Ecuador presenta tendencia institucional hacia apostar por alternativas convencionales como el hormigón armado, su decisión será tomada con seriedad aun cuando las soluciones de sistemas prefabricados o metálicos nos ofrezcan ventajas en tiempo de ejecución o en sostenibilidad. Es necesario que el diseño final también atienda, ya que no podría ser de otra forma, a las expectativas y confianza que el cliente opta por demostrar hacia un sistema constructivo en particular. Por este motivo, es importante entender y poder respetar las preferencias que todavía manifiesta el usuario, así como tener claro cuáles son las características y condiciones de cada variante de estructura dentro de la fase inicial del diseño.

2.4.6 Evaluación de propuestas

2.4.6.1 *Alternativa A*

Tabla 12

Alternativa A estructura de hormigón armado

Criterios	Factor de ponderación	Alternativa A Hormigón Armado	Total
Preferencia del cliente	0,3	7	2,1
Costo económico	0,25	10	2,5
Viabilidad técnica	0,2	8	1,6
Duración del proceso constructivo	0,15	4	0,6
Impacto ambiental	0,1	6	0,6
Total			7,4

Nota: La tabla muestra la multiplicación del valor en la escala por el factor de ponderación cada categoría de la al terminativa A

Para establecer el sentido de utilización del sistema estructural en hormigón armado, necesario para guiar el diseño de la vivienda bifamiliar de tres plantas para la Armada del Ecuador en la Base Naval Jambelí, se aplicó una escala de valoración desde el 1 al 10 donde el 1, significa la condición menos favorable y el 10 la más favorable. A continuación, se muestra la descripción de los resultados obtenidos para cada criterio evaluado:

Preferencia del cliente (30%)

Preferencia del cliente: El cliente mostró una inclinación hacia una vivienda mediante la construcción con estructura de hormigón armado en lugar de otro tipo de sistemas estructurales. Por ello, se le otorga una puntuación de 7 en una escala del 1 al 10, lo que sería una preferencia moderadamente alta.

Costo económico (25%)

El análisis comparativo evidenció que el hormigón armado ofrece unos costes de ejecución más bajos frente a los sistemas metálicos o industrializados como el Steel Framing, de forma que en este aspecto obtuvo una calificación de 10 puntos, siendo así una opción más económica.

Viabilidad técnica (20%)

El mencionado sistema constructivo puede ser ejecutado con personal técnico de nivel medio y no requiere de mano de obra altamente especializada, lo que contribuye a la implementación en la zona, ya que no se necesitan muchas horas, además se le otorga una puntuación de 8 puntos.

Duración del proceso constructivo (15%)

Uno de los aspectos más negativos del hormigón armado es la duración del proceso constructivo, que puede ser semanas más largo que otras alternativas, con lo cual a este aspecto se le han otorgado 4 puntos.

Impacto ambiental (10%).

La producción de hormigón implica la generación de importantes emisiones de CO₂ durante la fabricación de cemento, que es la materia prima que se utiliza en el sistema, por lo que lo convertimos en el punto negativo en lo que se refiere al impacto ambiental, ya que, aunque no es el peor de los tres, lo puntuamos con 6.

2.4.6.2 Alternativa B

Tabla 13

Alternativa B estructura de Acero

Criterios	Factor de ponderación	Alternativa B Estructura de acero	Total
Preferencia del cliente	0,3	1	0,3
Costo económico	0,25	5	1,25
Viabilidad técnica	0,2	5	1
Duración del proceso constructivo	0,15	9	1,35
Impacto ambiental	0,1	6	0,6
Total			4,5

Nota: La tabla muestra la multiplicación del valor en la escala por el factor de ponderación cada categoría de la alternativa B

Dentro del proceso comparativo habiéndose considerado los sistemas constructivos que fuesen aplicables al diseño de la vivienda bifamiliar de tres plantas en la Armada del Ecuador, se consideró también la alternativa de estructura metálica, evaluada entre 1 y 10, como una de las dos alternativas a su estudio, considerando tanto la viabilidad técnica como las preferencias del cliente y las concreciones del caso. Los resultados fueron los siguientes:

Preferencia del cliente (30%)

Siguiendo las preferencias del cliente en la alternativa A, el cliente manifiesta una clara preferencia por la alternativa hormigón armado, por lo que dicho elemento recibe una puntuación de 1 (siendo 1 la menor preferencia por la alternativa).

Costo económico (25%)

Las estructuras metálicas son una alternativa muy cara ya que conlleva una inversión importante en los materiales y el requerimiento de mano de obra muy especializada que se traduce en el aumento del presupuesto. La instalación de este criterio resulta en unas puntuaciones de 5 puntos, posición de intermedio desde el punto de vista económico.

Viabilidad técnica (20%)

Este sistema exige contar con recursos humanos experimentados en tareas como soldadura, ensamblaje y montaje de perfiles metálicos, lo que puede hacer complicado el uso de este sistema en caso de que la oficina técnica no disponga de un nivel óptimo de adecuación del sistema constructivo a la realidad en la que se utilice. Dicho aspecto ha sido calificado con 5 puntos en virtud de la necesidad de mano de obra con un grado de cualificación óptimo.

Duración del proceso constructivo (15%)

Una de las mayores ventajas que ofrece la estructura de la obra es su rapidez de montaje, y bajo circunstancias normales permite acortar de manera significativa los plazos de ejecución. Por lo tanto, este aspecto cuenta con 9 puntos, siendo uno de los aspectos que se distingue frente a las otras alternativas en cuanto a la eficiencia del tiempo;

Impacto ambiental (10%)

En términos ambientales, la fabricación de acero genera un nivel elevado de emisión de CO₂, similar al que produce el cemento en el sistema de hormigón armado. Por tal motivo esta alternativa ha obtenido 6 puntos, convirtiéndola en moderadamente desfavorable en este sentido.

2.5 Elección de propuesta

Tabla 14

Comparación de alternativas

Criterios	Factor de ponderación %	Alternativa A Hormigón Armado	Alternativa B Estructura de Acero	Alternativa A Hormigón Armado	Alternativa B Estructura de Acero
Preferencia del cliente	30%	7	1	2,1	0,3
Costo económico	25%	10	5	2,5	1,25
Viabilidad técnica	20%	8	5	1,6	1
Duración del proceso constructivo	15%	4	9	0,6	1,35
Impacto ambiental	10%	6	6	0,6	0,6
Total	100%			7,4	4,5

Nota: La tabla muestra los resultados ponderados de las alternativas A y B en cada categoría evaluada

Una vez incorporada la matriz de ponderación que se ha consolidado en cinco criterios esenciales preferencia del cliente, costo económico, viabilidad técnica, duración del proceso constructivo e impacto ambiental. Se ha llegado a la conclusión de que la Alternativa A (estructura de hormigón armado) presenta el mayor puntaje total (7,4), muy por delante de la Alternativa B (estructura de acero) con 4,5.

El hormigón armado se caracteriza por una buena aceptación y viabilidad técnica y por un costo económico favorable dentro del contexto del proyecto. A pesar de que su eficiencia en cuanto a la duración del proceso constructivo es menor, las ventajas del hormigón armado en este caso son mayores. Por tanto, la alternativa más recomendable para el diseño estructural de la vivienda pasa por la tipología de hormigón armado.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseño estructural

3.1.1 Generalidades

El diseño estructural corresponde a una edificación de tres niveles. Se desarrolla a partir del plano arquitectónico proporcionado por la Dirección de Planificación de DINCYP, donde se definen ejes y dimensiones preliminares, las cuales serán verificadas conforme a normativa.

El análisis estructural se realizará en un software especializado, mediante modelación tridimensional, aplicando los métodos estático equivalente y modal espectral para el análisis sísmico. El diseño se realiza de acuerdo con la NEC y el ACI 318

La cimentación se determinará según las cargas estructurales obtenidas. Para el análisis sísmico, el tipo de suelo se clasificará según la NEC-SE-DS, en función de los resultados del estudio geotécnico, que incluye ensayos SPT y perfil estratigráfico.

3.1.2 Materiales

Para el diseño de los elementos estructurales de la edificación se adoptaron propiedades mecánicas convencionales, acordes a los requerimientos establecidos en el ACI 318-19 y criterios nacionales de uso común en estructuras de hormigón armado. A continuación, se presentan los valores utilizados para el concreto y el acero de refuerzo.

Tabla 15

Propiedades mecánicas adoptadas para el diseño estructural

Material	Propiedad	Valor adoptado
Hormigón	f'_c	280 kg/cm ²
	Peso unitario	24.0 kN/m ³
	Módulo de elasticidad (E)	218 819.79 kg/cm ² ($E = 15100\sqrt{f'_c}$)
Acero de refuerzo	f_y	4200 kg/cm ²
	Tipo de Barra STM A615	Alta adherencia, grado 60

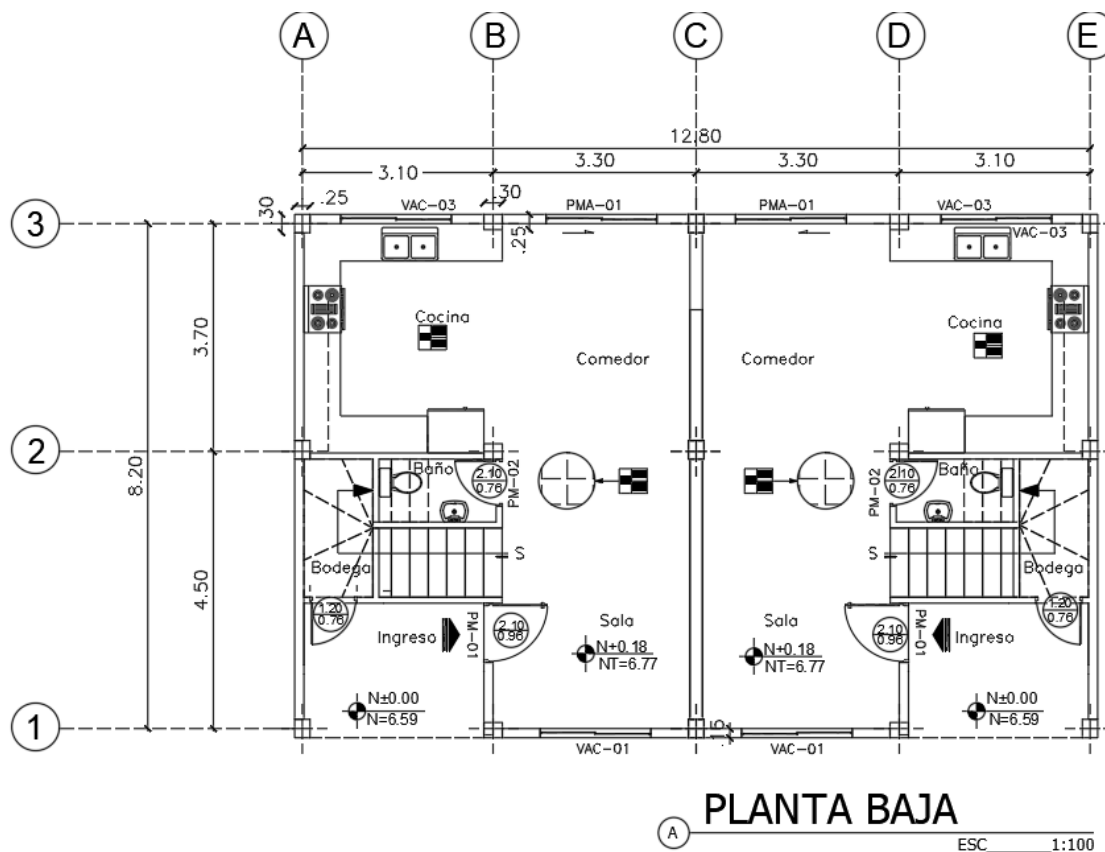
Módulo de elasticidad (E) 2 100 000 kg/cm²

Nota: La tabla muestra las propiedades que se utilizó para el diseño

3.1.3 Sistema Estructural

Figura 6

Planta arquitectónica y distribución estructural base



Nota. Plano proporcionado por CPFG-IG-CV Julio Espinoza, Dirección de Planificación de DINCYP

Configuración general.

La estructura resistente de la vivienda está compuesta por pórticos especiales sismorresistentes de hormigón armado, dispuestos en ambas direcciones principales, conforme a la modulación definida por los ejes arquitectónicos. Las columnas se alinean verticalmente entre niveles, y las vigas poseen una sección uniforme de 25×35 cm.

Elementos horizontales.

Las losas son del tipo aligeradas, y su dirección de trabajo será en una dirección. Las losas funcionan como diafragmas rígidos, lo que permite una transferencia eficiente de cargas laterales hacia los elementos verticales del sistema.

Regularidad estructural.

La edificación presenta una configuración regular en planta y elevación. Los niveles estructurales se encuentran a +0.16 m, +3.06 m y +5.96 m, correspondientes a la planta baja, alta y terraza, respectivamente teniendo una altura de pared de. Esta regularidad favorece un comportamiento sísmico más estable y predecible.

Compatibilidad estructural-arquitectónica.

No se han realizado modificaciones significativas respecto al plano arquitectónico original, solo el cambio en la dimensión de las columnas, que pasan de 25×25 cm a 30×30 cm, en cumplimiento con los límites dimensionales indicados en la NEC-SE-HM. Este cambio garantiza el cumplimiento normativo sin comprometer la distribución arquitectónica, manteniendo la coherencia entre el diseño funcional y el sistema estructural adoptado.

Las plantas arquitectónicas restantes, así como los cortes característicos, se incluyen en los anexos del presente documento.

3.1.4 Análisis de Cargas Gravitacionales

El análisis de cargas gravitacionales comprende las acciones permanentes (carga muerta) y variables (carga viva) que actúan sobre la edificación. Estas acciones permiten calcular las solicitaciones internas de los elementos estructurales, y se definen con base en la NEC-SE-CG (Cargas no Sísmicas) y la NEC-SE-DS (Diseño sísmico). Posteriormente, se combinan según los escenarios establecidos por normativa.

3.1.4.1 Carga muerta

La carga muerta está compuesta por el peso propio de los elementos estructurales (losa, vigas, columnas), así como por los elementos no estructurales fijos como paredes interiores, enlucidos, instalaciones empotradas, y piso terminado (cerámica más capa de empaste).

Para este proyecto se considera una losa aligerada de 20 cm de espesor, cumpliendo con el diseño arquitectónico propuesto por el cliente. Esta losa es en una dirección con bloques de hormigón para aligerar la carga.

Carga pared de bloque de hormigón

Para las paredes se usará el bloque Rocafuerte PL-9, el cual tiene medidas de 39x19x9, largo, altura y espesor respectivamente, además un peso de 7 kg por unidad. A continuación, se mostrará el procedimiento para obtener la carga por m² de losa.

Figura 7

Bloque Rocafuerte de hormigón

PL-9

Largo	: 39 cm
Altura	: 19 cm
Espesor	: 9 cm
Peso Seco	: 7 Kg.
Resistencia MPa	: 3
Requerimiento	: 12,5 / m ²
Descripción	: Bloque de hormigón liviano.
Utilización	: Paredes livianas de 9 cm de espesor en exteriores, interiores y en pisos altos
Producido en	: Plantas Guayaquil y Machala
Unid. x paletas 1.22x1.22	: 180



Nota. Distribuida por disensa Ecuador.

$$CL = \frac{1m^2}{(largo + J_h) * (altura + J_v)}$$

Donde:

CL= cantidad de bloques por m² de pared

J_h = junta horizontal de mortero

J_v = junta vertical de mortero

$$CL = 12.04 \text{ u/m}^2$$

$$Peso_{bloques} = 12.04 * 7 \text{ kg/u} = 84.31 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} Volumen_{mortero \text{ un bloque}} &= J_v * largo * espesor + espesor * (altura + J_v) * J_h \\ &= 0.001 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$Volumen_{total \text{ mortero}} = Volumen_{mortero \text{ un bloque}} * CL = 0.0097 \text{ m}^3$$

$$Peso_{mortero \text{ total}} = Volumen_{total \text{ mortero}} * \frac{2000 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 19.35 \text{ kg/m}^2$$

$$Peso_{mortero+bloques} = 103.66 \text{ kg/m}^2$$

$$CargaMuerta_{pared} = \frac{Area_{pared} * Peso_{mortero+bloques}}{A_{losa}} = 107.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga de enlucido de pared

El enlucido se realiza por ambas caras del bloque con un espesor de 1.5 cm y un mortero con peso de 1600 kg/m³.

$$\gamma_{enlucido} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$Peso_{enlucido} = 1600 * 1.5 * 2$$

$$CargaMuerta_{enlucido} = 48 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \frac{A_{pared}}{A_{losa}} = 49.75 \text{ kg/m}^2$$

Carga de piso terminado e instalaciones

Para la carga de piso terminado se tomará se tomará en cuenta los valores que están en la NEC_SE_CG y para la carga mínima por instalaciones según recomendación de profesionales.

Figura 8

Pesos unitarios de materiales de construcción

Elementos secundarios	
G. Contrapisos y recubrimientos	kN/m ²
Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.22
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.20
Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0.16
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0.22

Nota. Imagen obtenida de la NEC-SE-CG, pág. 24, 2015.

Por lo tanto:

$$CargaMuerta_{\text{piso terminado}} = 20 \text{ kg/m}^2$$

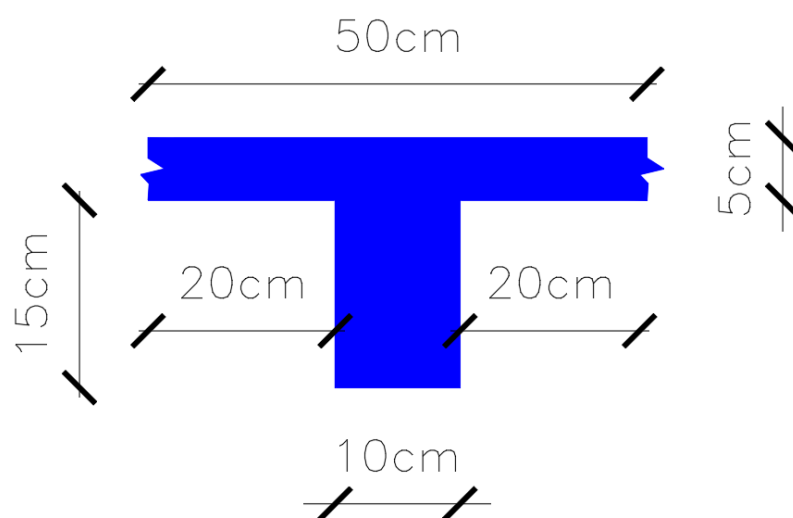
$$CargaMuerta_{\text{instalaciones}} = 10 \text{ kg/m}^2$$

Carga de losa aligerada en una dirección

Para el material aligerante se usará un bloque Rocafuerte LL-14 con dimensiones de 39x19x14, largo, altura y espesor respectivamente, con un peso de 9,1 kg. La losa tendrá una altura total de 20 cm según disposiciones arquitectónicas entregadas por el cliente, en donde cada nervio de la losa aligerada tendrá las medidas que se mostrará a continuación.

Figura 9

Medidas de losa aligerada en una dirección



Nota. La sección mostrada corresponde al ancho tributario para el nervio

Por lo tanto, la carga por m2 será:

$$\gamma_{\text{hormigón}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$CargaMuerta_{\text{hormigón losa}} = \frac{(10 * 15 + 5 * (2 * 20 + 10))}{2 * 20 + 10} * \gamma_{\text{hormigón}} = 192 \text{ kg/m}^2$$

Mientras que la carga por m2 de losa del bloque de hormigón usado como aligerante será:

Figura 10

Bloque Roca fuerte de hormigón

LL-14

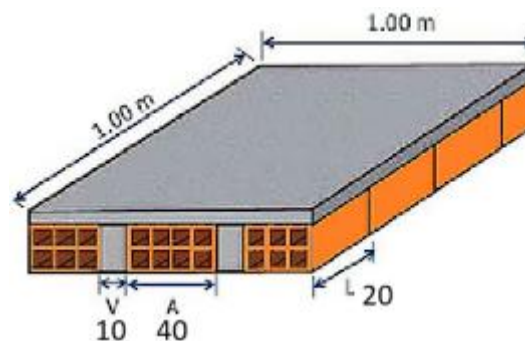
Largo	: 39 cm
Altura	: 19 cm
Espesor	: 14 cm
Peso Seco	: 9,1 Kg.
Resistencia MPa	: 2
Requerimiento	: 12,5 / m ²
Descripción	: Bloque de hormigón liviano
Utilización	: Cajonetas para losas alivianadas con cinco caras tapadas
Producido en	: Planta Guayaquil
Unid. x paletas 1.22x1.22	: 120



Nota. Distribuida por disensa Ecuador.

Figura 11

Medidas para obtener el número de bloques por m2 de losa



$$Bloques_{\text{cantidad}} = \frac{1 \text{ m}^2}{(10 + 40) * 20} = 10 \text{ u/m}^2$$

$$CargaMuerta_{Bloque\ hormigón} = \frac{10u}{m^2} * \frac{9.1kg}{u} = \frac{91kg}{m^2}$$

$$CargaMuerta_{losa\ aligerada} = \frac{91kg}{m^2} + \frac{192kg}{m^2} = \frac{283kg}{m^2}$$

Tabla 16

Carga muerta considerada en losa de entrepiso y losa de terraza

	Piso	Unidad	Carga	
Entrepiso	Losa aligerada (estructura + relleno)	kg/m ²	283	
	Piso terminado (cerámica + empaste)	kg/m ²	20	
	Instalaciones	kg/m ²	10	470.21
	Enlucido de paredes	kg/m ²	49.75	
	Paredes de bloque	kg/m ²	107.45	
Terraza	Losa aligerada (estructura + relleno)	kg/m ²	283	283

Nota. Las cargas están basadas en criterios de diseño comunes y referencias de la

NEC-SE-CG.

Además, se considera la siguiente carga linealmente distribuida sobre las vigas perimetrales debido a las paredes exteriores, tanto en entrepiso como en terraza.

Tabla 17

Carga muerta lineal sobre vigas perimetrales

	Piso	Unidad	Carga	
Vigas de perimetrales de entrepiso	Enlucido de paredes	kg/m	122.4	386.74
	Paredes de bloque	kg/m	264.34	
Vigas perimetrales de terraza	Enlucido de paredes	kg/m	57.6	181.99
	Paredes de bloque	kg/m	124.39	

Nota. Altura de pared de entrepiso y terraza es de 2.90m y 1.20m respectivamente.

El cálculo es similar a lo mostrado. En anexos se encuentra de forma detallada el cálculo de carga muerta.

3.1.4.2 Carga viva

Las cargas vivas representan acciones variables asociadas al uso de los espacios. Se adopta como base la clasificación de ocupación de vivienda bifamiliar establecida en la NEC-SE-CG, considerando además terrazas y escaleras.

Tabla 18

Carga viva adoptada según el uso del espacio

Zona o elemento	Carga viva (kg/m²)
Áreas habitables	200
Escaleras	200
Terraza transitable	200

Nota. Obtenido de la tabla de sobrecargas vivas mínimas de la NEC-SE-CG

Los cálculos de las cargas muertas se encuentran en Anexos 1.

3.1.4.3 Combinaciones de carga

El diseño estructural considera combinaciones de acciones gravitacionales y sísmicas en cumplimiento de la NEC-SE-CG. Estas combinaciones permiten evaluar el comportamiento de la estructura ante diferentes escenarios de carga.402.13

Tabla 19

Combinaciones de carga para diseño por resistencia última

N.º	Combinación de carga
1	1.4 D
2	1.2 D + 1.6 L
3	1.2 D + 1.6 max[Lr; S ; R]+ max[L ; 0.5W]
4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[Lr; S ; R]
5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
6	0.9 D +1.0 W
7	0.9 D + 1.0 E

Donde:

D = carga muerta,

L = carga viva,

E = acción sísmica.

Para el análisis estructural que se realizará en software mediante la modelación tridimensional, se aplicaran modificaciones de las combinaciones 1, 2, 5 y 7, para considerar las distintas direcciones de la carga sísmica, y así evaluar la respuesta de los elementos ante sollicitaciones máximas y mínimas. Las demás combinaciones no son significativas, por lo que no serán consideradas.

Tabla 20

Combinaciones de carga para análisis estructural en software

N°	Combinaciones de carga
1	1,4D
2	1,2D+1,6L
3	1,2D+1L+1Ex
4	1,2D+1L-1Ex
5	1,2D+1L+1Ey
6	1,2D+1L-1Ey
7	0,9D+1Ex
8	0,9D-1Ex
9	0,9D+1Ey
10	0,9D-1Ey
Servicio	D+L

Nota. Estas combinaciones serán usadas para obtener la envolvente de momentos

3.1.5 Espectro de Respuesta Elástico e Inelástico de Aceleración

Para realizar el análisis y diseño sísmico de la estructura, es necesario obtener el espectro de respuesta de aceleración, tanto en su forma elástica como inelástica. Este espectro muestra la aceleración que experimenta una estructura idealizada frente a un sismo, en función de su período de vibración. Las aceleraciones se expresan como fracciones de la gravedad (g). Su forma depende de varios factores definidos por la NEC-SE-DS, como el tipo de suelo, la importancia de la edificación y la zona sísmica. Esta gráfica es fundamental para determinar las fuerzas sísmicas de diseño. A continuación, se detallará cómo obtenerla según la normativa ecuatoriana.

3.1.5.1 Zonificación sísmica y factor de zona Z

La zonificación sísmica permite identificar el nivel de amenaza sísmica según la ubicación del proyecto, siendo un parámetro clave para el diseño estructural. A continuación, se presenta el valor del factor de zona correspondiente al emplazamiento de la edificación.

Figura 12

Valor de factor Z según la zona sísmica

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

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 94, 2015.

Provincia del Oro, Cantón Macha se tiene un **Z=0.40**, considerado como alto respecto al peligro sísmico de la zona.

3.1.5.2 Perfil del suelo de fundación

La clasificación del perfil del suelo de fundación influye directamente en la forma del espectro sísmico de diseño, ya que condiciona la amplificación de las aceleraciones. A continuación, se indica el tipo de suelo, según el estudio de suelos realizado.

El tipo de perfil es E, por las siguientes condiciones del terreno según el análisis de las perforaciones:

- $IP > 20$, cumple
- $w \geq 40\%$, cumple
- $Su < 50$ kPa, cumple

3.1.5.3 Coeficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s

Los coeficientes sísmicos del perfil de suelo F_a , F_d y F_s ajustan el espectro de aceleración en función de las características geotécnicas del terreno. Estos valores se asignan

conforme al tipo de suelo y la zona sísmica, y permiten definir las aceleraciones espectrales ajustadas.

Figura 13

Factor de sitio F_a

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

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 31, 2015

Figura 14.

Factor de desplazamiento F_d

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

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 31, 2015.

Figura 15

Factor de comportamiento no lineal F_s

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

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 32, 2015

$$F_a = 1$$

$$F_d = 1.6$$

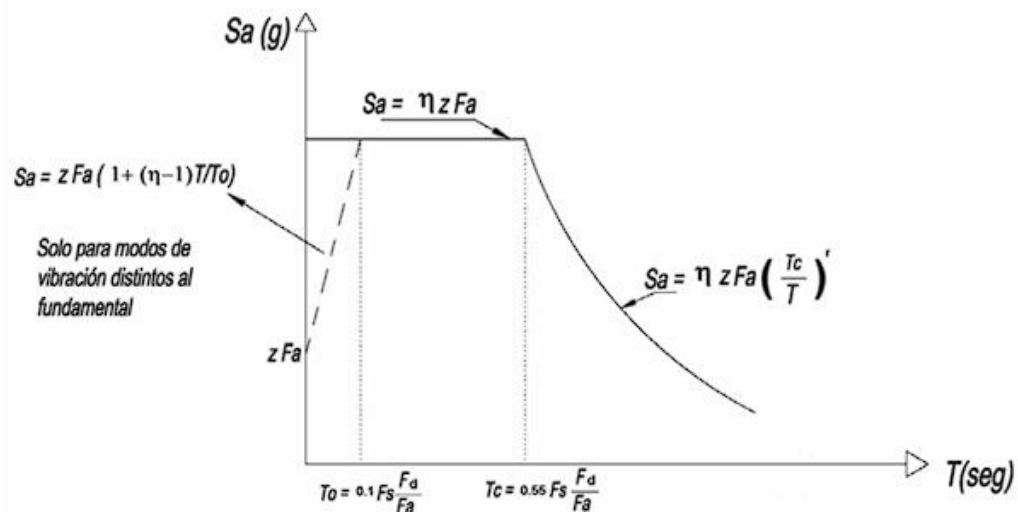
$$F_s = 1.9$$

3.1.5.4 Cálculo del espectro sísmico elástico de aceleración

Según la NEC-SE-DS (2015), el espectro elástico de diseño se define mediante tres tramos en función del período estructural T .

Figura 16

Espectro elástico de diseño en aceleraciones



Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 33, 2015.

El valor S_a , aceleración espectral elástica, se obtiene por tramos con las siguientes ecuaciones.

Para $0 \leq T \leq T_c$:

$$S_a = n * Z * F_a \quad (3.1)$$

Para $T > T_c$:

$$S_a = n * Z * F_a * \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad (3.2)$$

Para esto, es necesario obtener T_c y T_0 , que según la NEC-SE-DS (2015), representa el periodo límite de vibración que corresponde al sismo de diseño, la fórmula es:

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (3.3)$$

$$T_0 = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (3.4)$$

Así mismo valor “n” y “r”, que corresponde a la razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado y un factor que depende del tipo de suelo respectivamente, según la NEC-SE-DS (2015), pueden adoptar los siguientes valores:

- $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas).
- $\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos.
- $\eta = 2.60$: Provincias del Oriente.
- $r = 1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
- $r = 1.5$ para tipo de suelo E.

Para este caso, el valor es de **n = 1.80 y r = 1.5**

Tabla 21

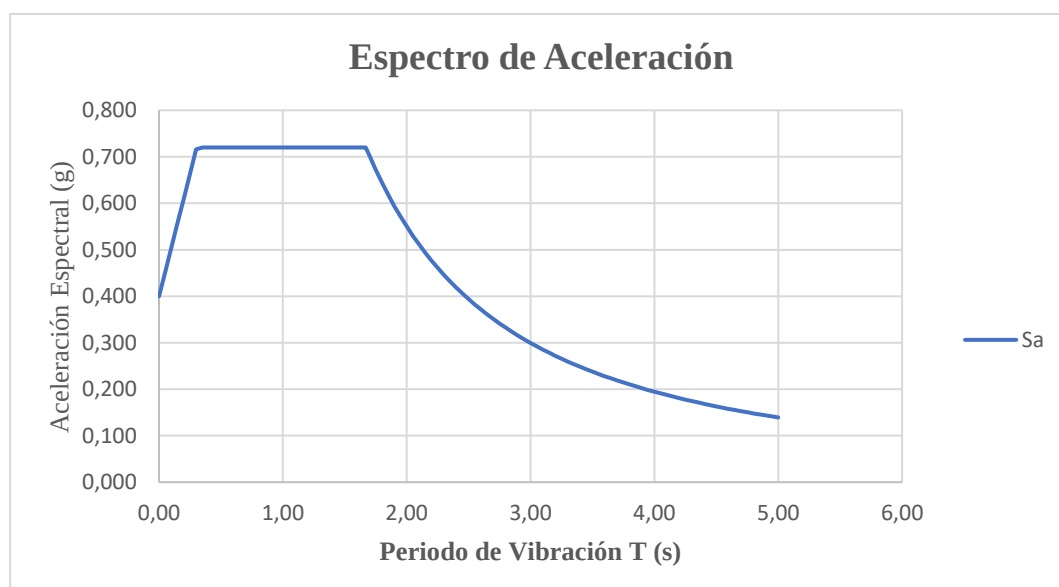
Valores calculados para espectro elástico de diseño

Parámetros sísmicos para espectro de diseño elástico	
Z(g)	0,4
Fa	1
Fd	1,6
Fs	1,9
n	1,8
r	1,5
n	1,8
To(s)	0,3
Tc(s)	1,67
Sa(g)	0,720; $0 \leq T \leq Tc$

Los cálculos se encuentran en el anexo 2.

Figura 17

Espectro de diseño elástico



3.1.5.5 Cálculo del espectro sísmico inelástico de aceleración

El espectro sísmico inelástico permite considerar que la estructura no se comportará de forma completamente elástica durante un sismo, sino que tendrá la capacidad de deformarse sin llegar a colapsar. Para obtenerlo, se parte del espectro elástico y se aplican factores de reducción que dependen del tipo de sistema estructural. Esto ayuda a estimar las aceleraciones reales que la estructura podría experimentar en un evento sísmico.

Para conseguir el espectro de diseño inelástico se usa aplica la siguiente formula:

$$C_s = \frac{S_a * I}{R * \phi_P * \phi_E} (T) \quad (3.5)$$

3.1.5.6 Coeficiente de Importancia I

Figura 18

Amplificador de la demanda sísmica

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

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 39, 2015.

El proyecto es una vivienda bifamiliar, así que:

$$I = 1$$

El valor del coeficiente de importancia asignado a la estructura se sustenta en el hecho de que no corresponde a una edificación esencial ni a una de ocupación especial, conforme a

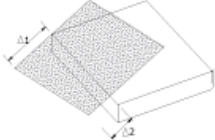
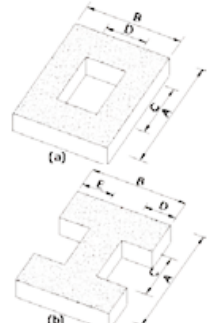
lo estipulado en la NEC-SE-DS (2015). Esto implica que no cumple funciones críticas en emergencias ni alberga grandes concentraciones de personas.

Asimismo, este valor señala que el desempeño sísmico esperado se limita a satisfacer el mínimo nivel de seguridad estructural exigido por la norma. No se requiere continuidad operativa ni protección de funciones vitales tras un evento sísmico, por lo que su clasificación como "otras estructuras" resulta apropiada.

3.1.5.7 Coeficientes de configuración estructural

Figura 19

Coeficientes de irregularidad en planta

Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_p=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$ Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.	
Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_p=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$ La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.	
Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_p=0.9$ a) $C \times D > 0.5A \times B$ b) $[C \times D + C \times E] > 0.5A \times B$ La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.	
Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_p=0.9$ La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	
Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.	

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 50, 2015.

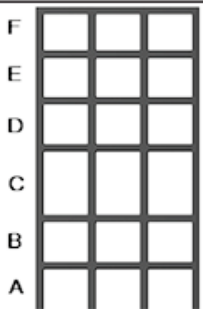
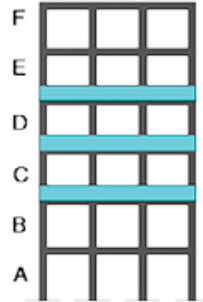
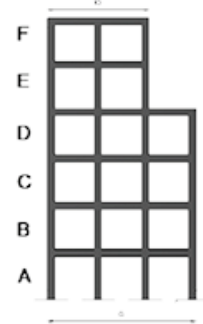
La edificación del proyecto no presenta irregularidad en planta, por lo tanto:

$$\phi_P = 1$$

El coeficiente de irregularidad en planta obtenido es igual a 1.0, lo cual indica que la distribución de masas y rigideces en el plano horizontal es regular, sin asimetrías significativas. Esto permite una mejor respuesta sísmica del sistema estructural, al minimizar torsiones excesivas y concentraciones de esfuerzo no deseadas.

Figura 20

Coeficiente de irregularidad en elevación

Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_C < 0.70$ Rigidez K_D Rigidez $< 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}$ La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	
Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ ó $m_D > 1.50 m_C$ La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	
Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$ La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.	
Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.	

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 51, 2015.

La estructura no presenta irregularidad en elevación, por lo que:

$$\phi_E = 1$$

El coeficiente de irregularidad en elevación también resultó igual a 1.0, lo que confirma una configuración estructural uniforme en altura. Esta regularidad asegura una transmisión más equilibrada de las fuerzas sísmicas entre los niveles, reduciendo el riesgo de concentraciones de esfuerzo o deformaciones excesivas en zonas específicas.

3.1.5.8 Factor de reductor de resistencia

Figura 21

Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

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

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 65, 2015.

El sistema estructural que se aplicara es pórticos especiales sismo resistentes, por lo tanto:

$$R = 8$$

Figura 22

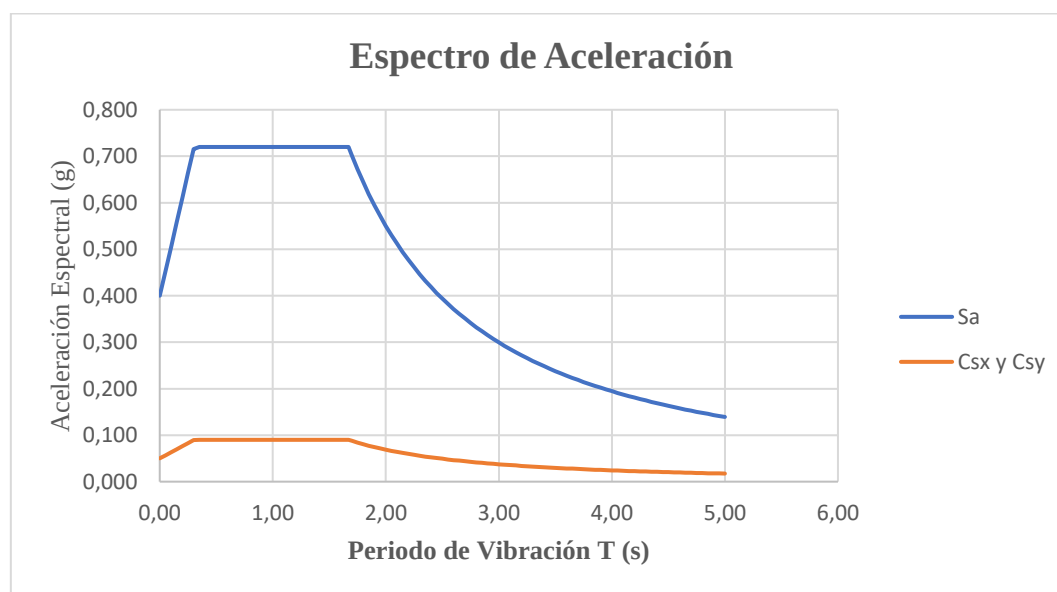
Valores calculados para espectro inelástico de diseño

Parámetros sísmicos para espectro de diseño inelástico	
I	1
R	8
Phi P	1
Phi E	1
Cs(g)	0,09; $0 \leq T \leq T_c$

Nota: Los cálculos de ambas graficas se encuentran en el anexo 2.

Figura 23

Espectro de respuesta elástico e inelástico

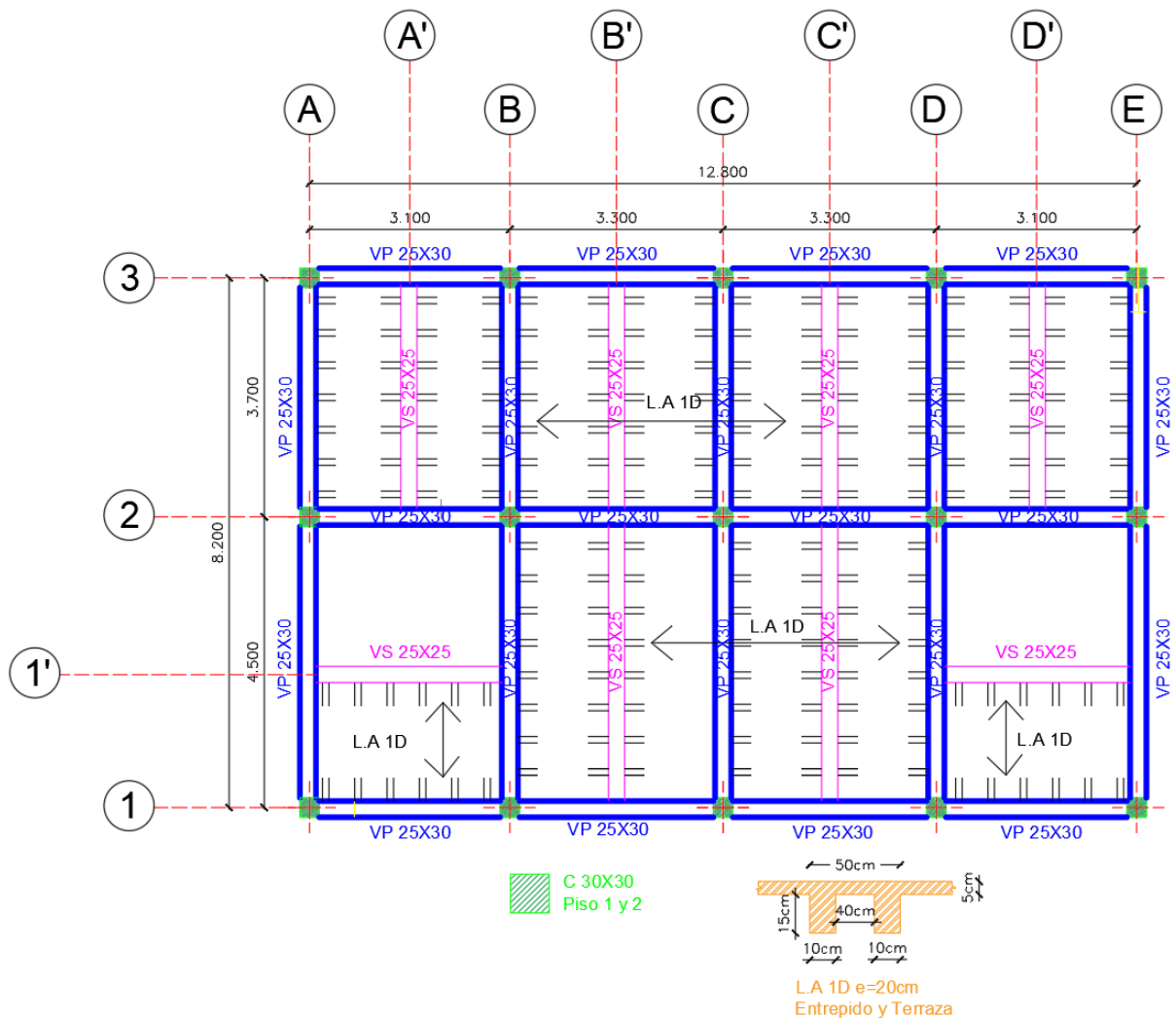


3.1.6 Modelamiento de la Estructura en Software de Análisis Estructural

Se utilizó un software de análisis estructural, este permite definir elementos estructurales detalladamente y realizar análisis estáticos y dinámicos de forma eficiente.

Figura 24

Estructuración de columnas, entrepiso y terraza para modelado tridimensional

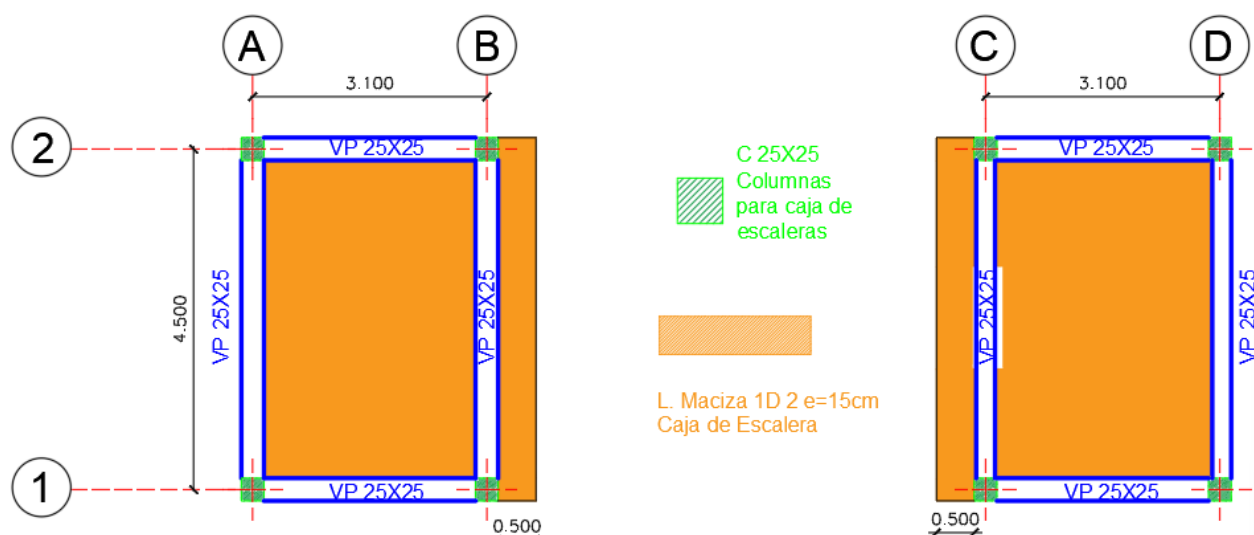


Nota. Las columnas del primer y segundo piso tienen las mismas dimensiones.

Se tuvo que incluir vigas secundarias de 25X30 en la losa de entrapiso y terraza para dividir el paño de las losas, y así tener losas aligeradas que trabajen en una dirección. Las medidas están en metros a no ser que se especifique la unidad.

Figura 25

Estructuración de losa y viga sobre caja de escalera



Nota. La losa es maciza en dos direcciones y un volado

Para la losa maciza se considerará un espesor de 15cm tanto para el volado como para el paño de losa apoyada sobre las vigas. La altura se escogió tomando como referencia la siguiente tabla de espesor mínimo para losas macizas en una dirección.

Figura 26

Espesores mínimos para controlar deflexiones límites

Tabla 7.3.1.1 — Espesor mínimo de losas en una dirección macizas no preesforzadas

Condición de apoyo	h mínimo ⁽¹⁾
Simplemente apoyadas	$\ell/20$
Un extremo continuo	$\ell/24$
Ambos extremos continuos	$\ell/28$
En voladizo	$\ell/10$

Nota. Imagen tomada del ACI 318-19, pág. 94.

A continuación, se mostrará el procedimiento para el modelado tridimensional en el software de análisis estructural.

Figura 27

Configuración de grillas

Grid System Data

Grid System Name: G1

System Origin: Global X: 0 m, Global Y: 0 m, Rotation: 0 deg

Story Range Option: ☒ User Specified
 Top Story: T. Escalera
 Bottom Story: Base
 Base: Base

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

Options: Bubble Size: 0.5 m, Grid Color: [Dark Gray]

Rectangular Grids: ☒ Display Grid Data as Spacing

X Grid Data

Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	3.1	Yes	End
B	3.3	Yes	End
C	3.3	Yes	End
D	3.1	Yes	End
E	0	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
1	4.5	Yes	Start
2	3.7	Yes	Start
3	0	Yes	Start

General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc
---------	--------	--------	--------	--------	---------	------------

OK Cancel

Se configuró el sistema de ejes en ETABS tomando como referencia la distribución real de la estructura en planta. En la dirección X se definieron distancias de 3.1 m y 3.3 m entre ejes, mientras que en la dirección Y se utilizaron separaciones de 4.5 m y 3.7 m. Esta configuración permitió ubicar con precisión los elementos estructurales principales, como columnas y vigas, facilitando el proceso de modelado y asegurando una coherencia geométrica desde las primeras etapas del análisis.

Figura 28

Definición de niveles

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
T. Escalera	2.3	8.1	No	None	No	0	Red
P2	2.9	5.8	No	None	No	0	Blue
P1	2.9	2.9	No	None	No	0	Green
Base		0					White

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View OK Cancel

En esta etapa se definieron los niveles que conforman la edificación, asignando sus respectivas alturas en el entorno de modelado de ETABS. Se consideraron dos entrepisos principales, P1 y P2, cada uno con una altura de 2.90 m, acorde a la distribución arquitectónica planteada. Además, se incorporó un nivel adicional denominado "T. Escalera", correspondiente a la losa de cubierta de la caja de gradas, con una altura de 2.30 m. Esta configuración permite representar correctamente la geometría vertical del proyecto y facilita la colocación precisa de los elementos estructurales.

Figura 29

Definición del material de concreto de 280 kg/cm²

Material Property Data

General Data

Material Name: F'C 280 KG/CM2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0,0024 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0,000002 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 252671,33 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0,2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0,0000099 1/C

Shear Modulus, G: 105279,72 kgf/cm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Para los elementos estructurales de hormigón armado se usó el material de concreto con una resistencia de 280 kg/cm² y un peso unitario de 2 400 kg/m³. Así mismo, se colocó el módulo de elasticidad mediante la fórmula que presenta el ACI 318 en unidades de esfuerzos kg/cm² igual a $E_c = 15100 * \sqrt{f'_c}$. Además, se debe colocar en la parte de “Modify/show material property design data” el esfuerzo de compresión del concreto de 280 kg/cm²

Figura 30

Definición del material de acero de refuerzo de 4200 kg/cm²

Material Property Data

General Data

Material Name: FY 4200 KG/CM2

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0,00785 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0,000008 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2100000 kgf/cm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0,0000117 1/C

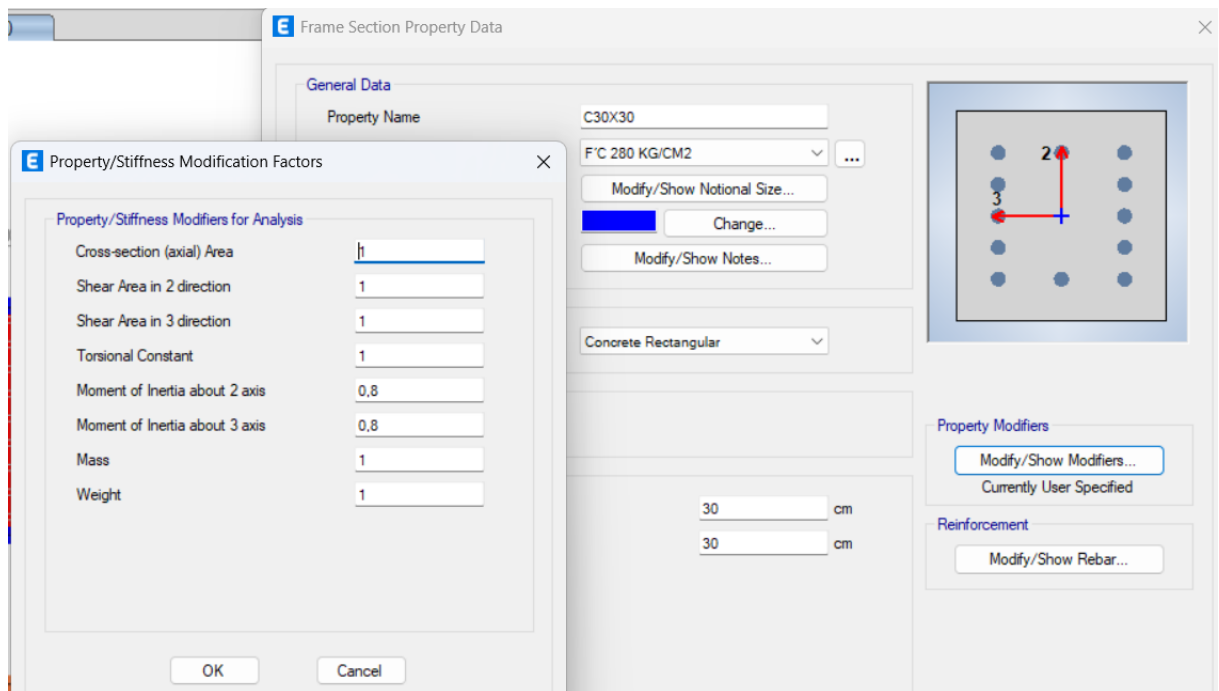
Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

El acero de refuerzo de los elementos de hormigón armado será de grado 60 con un límite de fluencia de 4200 kg/cm². El módulo de elasticidad será de 2 100 000 kg/cm².

Figura 31

Definición de columnas y vigas de hormigón



Se definieron dos tipos de columnas con diferentes dimensiones: para el primer y segundo piso se utilizaron columnas de sección 30x30 cm, mientras que en la zona de la caja de la escalera se emplearon columnas de 25x25 cm. A ambas se les asignó el tipo de concreto previamente definido, con una resistencia característica de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Conforme a lo establecido en la norma NEC-SE-DS, se aplicó un factor de reducción de inercia de 0.8 en ambos ejes para todas las columnas, a fin de considerar adecuadamente el comportamiento inelástico durante el análisis estructural.

De manera similar, se definieron las vigas principales, secundarias y las correspondientes a la caja de la escalera, con secciones de 25x30 cm, 25x25 cm y 25x25 cm, respectivamente. En el caso de las vigas, el factor de reducción de inercia se aplicó únicamente en el eje 3, con un valor de 0.5, ya que es en esta dirección donde se presentan las mayores deflexiones ocasionadas por las cargas gravitacionales y sísmicas.

Figura 32

Definición de losa aligerada en una dirección

The 'Slab Property Data' dialog box is shown with the following settings:

- General Data:**
 - Property Name: LOSA A. 1D E=20CM
 - Slab Material: F'C 280 KG/CM2
 - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
 - Modeling Type: Shell-Thin
 - Modifiers (Currently User Specified): Modify/Show...
 - Display Color: Red (Change... button)
 - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
 - Type: Ribbed
 - Overall Depth: 20 cm
 - Slab Thickness: 50 cm
 - Stem Width at Top: 10 cm
 - Stem Width at Bottom: 10 cm
 - Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 40 cm
 - Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

Buttons: OK, Cancel

Figura 33

Definición de losa maciza en una dirección

The 'Slab Property Data' dialog box is shown with the following settings:

- General Data:**
 - Property Name: LOSA M. 1D E=15CM
 - Slab Material: F'C 280 KG/CM2
 - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
 - Modeling Type: Shell-Thin
 - Modifiers (Currently User Specified): Modify/Show...
 - Display Color: Grey (Change... button)
 - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
 - Type: Slab
 - Thickness: 15 cm

Buttons: OK, Cancel

Figura 34

Asignación de brazo rígido en las conexiones columna-viga

Frame Assignment - End Length Offsets

End Offset Along Length

☐ Automatic from Connectivity

☒ Define Lengths

End-I 15 cm

End-J 15 cm

Rigid-zone factor 0,5

Frame Self Weight Option

☒ Auto

☐ Weight Based on Full Length

☐ Weight Based on Clear Length

OK Close Apply

El valor de rigidez en las uniones será de 0.5.

Figura 35

Asignación de liberación de momentos en las vigas secundarias

Frame Assignment - Releases/Partial Fixity

Frame Releases

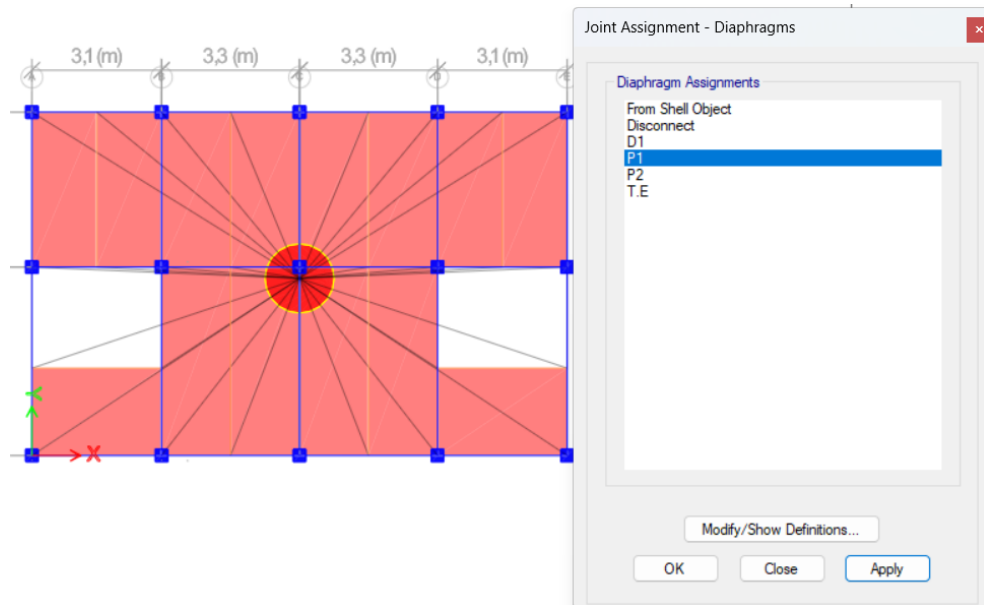
	Release Start	Release End	Frame Partial Fixity Springs Start	Frame Partial Fixity Springs End	
Axial Load	☐	☐			kgf/cm
Shear Force 2 (Major)	☐	☐			kgf/cm
Shear Force 3 (Minor)	☐	☐			kgf/cm
Torsion	☐	☐			kgf-cm/rad
Moment 22 (Minor)	☐	☐			kgf-cm/rad
Moment 33 (Major)	☒	☒	0	0	kgf-cm/rad

☐ No Releases

OK Close Apply

Figura 36

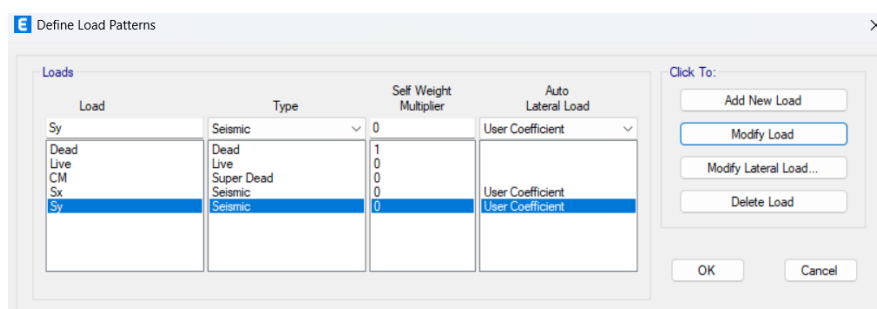
Asignación de diafragmas rígidos en cada piso



Se crearon 3 diafragmas rígidos para cada planta correspondiente, incluido la losa de la caja de la escalera.

Figura 37

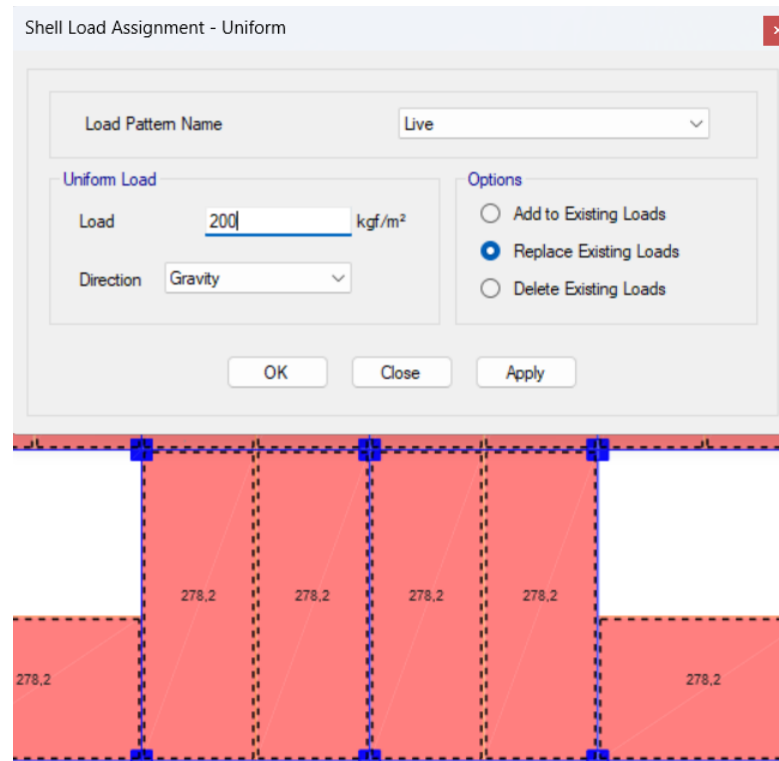
Definición de los patrones de carga



Se utilizó un patrón de carga denominado CM, para la carga muerta adicional del proyecto. Para la definición de la carga sísmica, se emplearon los coeficientes C y K, los cuales representan, respectivamente, el coeficiente de cortante basal y el factor de exposición según la altura del edificio (*building height exposure*). Estos parámetros permiten caracterizar adecuadamente la acción sísmica en función de las condiciones estructurales y del entorno.

Figura 38

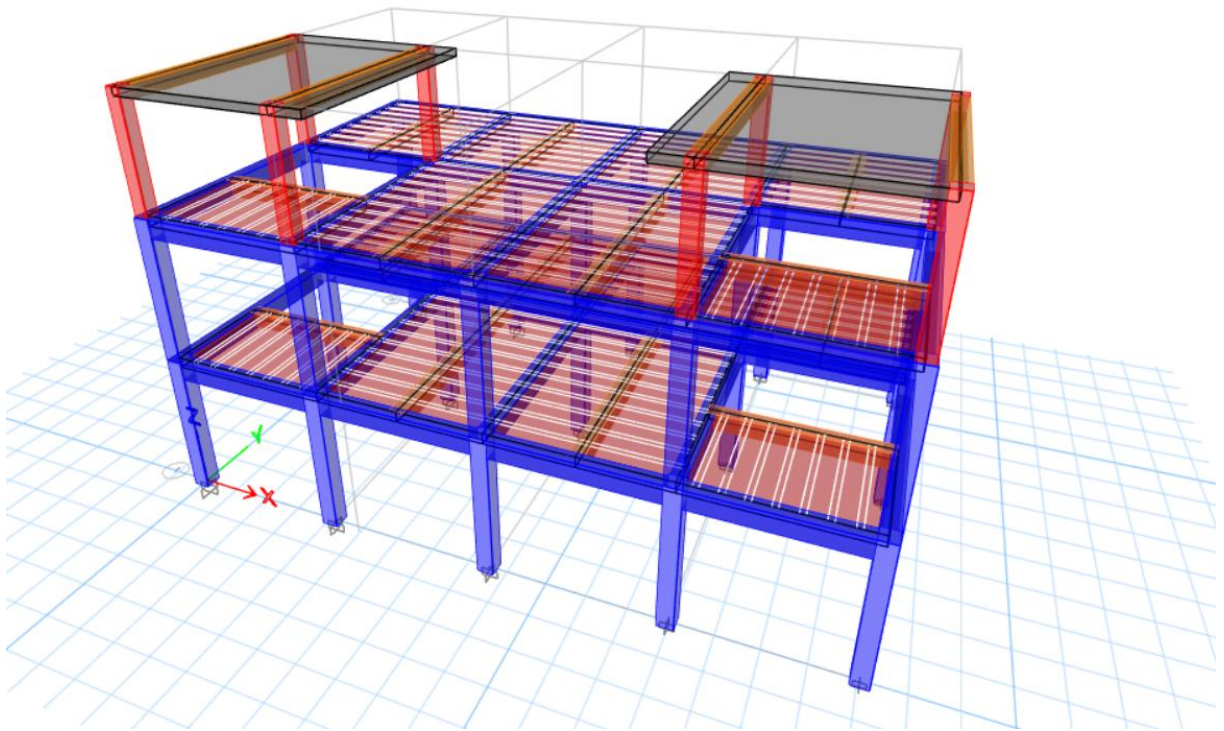
Asignación de cargas superficiales en los paños de losas



Se asignan las cargas gravitacionales consideradas anteriormente. Las cargas permanentes adicionales fueron aplicadas en el patrón CM, para separarlas del peso propio de los elementos estructurales. Además, la carga muerta debido al bloque aligerante se decidió asignar en el patrón CM.

Figura 39

Modelado tridimensional de la vivienda en software de análisis estructural



Con el modelo estructural completo, se procede al análisis sísmico de la edificación, en cumplimiento con los lineamientos establecidos por la norma NEC-SE-DS. Entre los principales requerimientos sísmicos que deben verificarse se incluyen:

- Deriva inelástica máxima permitida, para garantizar el control de desplazamientos laterales y evitar daños excesivos en elementos no estructurales.
- Verificación del cortante basal, que debe estar dentro de los rangos establecidos por la norma según el tipo de sistema estructural y zona sísmica.
- Distribución adecuada de masas y rigideces, evitando irregularidades en planta y en elevación.
- Revisión de torsión accidental, especialmente en casos donde el centro de masa no coincide con el centro de rigidez.

- Chequeo del período fundamental de vibración, el cual debe ser coherente con las limitaciones impuestas por la NEC y se compara con el valor empírico máximo permitido.
- Evaluación del nivel de desplazamiento lateral y excentricidades, para asegurar un comportamiento estable ante cargas dinámicas.

El cumplimiento de estos parámetros permite validar que las secciones asignadas a los elementos estructurales son adecuadas y que el diseño propuesto ofrece un comportamiento sísmico seguro y conforme a la normativa nacional.

3.1.7 Análisis sísmico estático y modal espectral

Se realizaron dos tipos de análisis sísmico: el estático equivalente y el modal espectral, conforme a la norma NEC-SE-DS. El análisis estático considera fuerzas laterales distribuidas según la masa y altura de los niveles. Por su parte, el análisis modal espectral evalúa la respuesta dinámica considerando varios modos de vibración y el espectro sísmico. Ambos métodos permiten verificar el comportamiento estructural ante sismos, controlando derivas y distribuciones internas de carga.

3.1.7.1 Período fundamental de vibración de la estructura

Según la NEC-SE-DS, el período fundamental de la estructura puede determinarse mediante dos métodos: uno empírico y otro mediante análisis modal. A continuación, se presenta el cálculo utilizando el primer método, correspondiente a la fórmula empírica establecida por la norma.

Método 1

La norma indica que para estructuras de edificación se puede obtener el periodo de vibración T , mediante la siguiente ecuación:

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (3.6)$$

Donde:

C_t : Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n : Altura máxima de la edificación de n pisos

T : Período de vibración

Por lo que, en este caso tenemos:

Figura 40

Parámetros para obtener el periodo de vibración por el método 1

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

Nota. Imagen obtenida de la NEC-SE-DS, pág. 62, 2015.

Siento el valor de T tanto en dirección X y Y igual a:

$$T = 0.055 * 8.1^{0.9} = 0.3614 \text{ s}$$

Con este valor de T ya puede obtener el valor de $S_a(T)$, en donde:

$$T_o < 0.3614 < T_L \rightarrow S_a = n * z * F_a = 0.720$$

Método 2

El segundo método para determinar el período fundamental de la estructura consiste en obtenerlo directamente mediante el análisis modal, utilizando un software de modelado

estructural. Este procedimiento permite calcular el período a partir de las propiedades dinámicas reales del modelo, considerando la distribución de masas, rigidez y geometría de la edificación.

Figura 41

Creación del caso de carga modal

Tabla 22

Periodo de vibración con más del 90% de la masa participativa

Caso	Periodo	SumX	SumY	SumZ
Modo 1	0.442	0	0.8709	0
Modo 2	0.401	0.6975	0.8709	0
Modo 3	0.347	0.8868	0.8709	0
Modo 4	0.169	0.8868	0.9549	0
Modo 5	0.160	0.9555	0.9549	0

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis modal espectral, se verificó que los primeros cinco modos de vibración alcanzan una participación modal acumulada del 95.55% en la dirección X y del 95.49% en la dirección Y. Estos valores superan el mínimo exigido del 90% establecido por la norma NEC-SE-DS, lo cual garantiza que el modelo

dinámico representa adecuadamente el comportamiento sísmico de la estructura en ambas direcciones principales.

El periodo en cada sentido seria:

$$T_x = 0.461$$

$$T_y = 0.511$$

En donde se verifica lo siguiente:

$$T_x < 1.30 * T_{NEC} = 0.469$$

$$T_y > 1.30 * T_{NEC} = 0.469$$

Por lo tanto, se escoge el valor de $T = 0.469s$ para obtener el parámetro C y K para meter al programa de análisis estructural.

3.1.7.2 Masa Sísmica

Para la masa sísmica se considera el 100% de la carga muerta.

Figura 42

Definición de la masa sísmica

Mass Source Data

Mass Source Name:

Mass Source

- ☒ Element Self Mass
- ☒ Additional Mass
- ☒ Specified Load Patterns
- ☐ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
 - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
 - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CM	1
CM	1

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

- ☒ Include Lateral Mass
- ☐ Include Vertical Mass
- ☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

Tabla 23

Peso sísmico obtenido del software

Nivel	Masa (tonf-s ² /m)	Peso (ton)
-------	-------------------------------	------------

P1	9,212	90.36
P2	8,33	81.71
T. Escalera	1,805	17.70
P total		189.77

El valor del peso sísmico de la estructura es **W = 189.77 toneladas**

3.1.7.3 Cortante Basal V de la NEC

El cortante basal de diseño V representa la fuerza sísmica total que actúa en la base de la estructura. Su cálculo se realiza conforme a los parámetros establecidos por la norma NEC-SE-DS, considerando el uso de la edificación, la zona sísmica, el tipo de suelo y las características del sistema estructural.

$$V = \frac{S_a * I}{R * \phi_P * \phi_E} * W \quad (3.7)$$

Por lo tanto, el valor del cortante basal calculado según la NEC-SE-DS, sería:

$$T_o < 0.469 < T_c \rightarrow S_a = n * z * F_a = 0.720$$

$$V = \frac{0.720 * 1}{8 * 1 * 1} * 189.77 = 17.079 \text{ ton}$$

$$\mathbf{V_{nec} = 17.079 \text{ ton}}$$

3.1.7.4 Constante Basal V obtenido del programa y comparación

Coefficiente de cortante Basal, C

$$C_S = \frac{S_a * I}{R * \phi_P * \phi_E} \quad (3.8)$$

$$C_S = \frac{S_a * I}{R * \phi_P * \phi_E} = \mathbf{0.09}$$

Factor de exposición según la altura del edificio, K

Figura 43

Valor del parámetro K

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

Para este caso, tenemos:

$$T = 0.469 < 0.5$$

$$k = 1$$

Figura 44

Ingreso de factores para carga sísmica en dirección X

The image shows a software dialog box titled "Seismic Load Pattern - User Defined". It contains several sections for configuring seismic load parameters. In the "Direction and Eccentricity" section, the option "X Dir + Eccentricity" is selected with a checkmark. Other options like "X Dir", "Y Dir", and various "Eccentricity" combinations are unchecked. The "Ecc. Ratio (All Diaph.)" is set to 0.05. In the "Factors" section, the "Base Shear Coefficient, C" is 0.09 and the "Building Height Exp., K" is 1. The "Story Range" section shows "Top Story" as "T. Escalera" and "Bottom Story" as "Base". At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

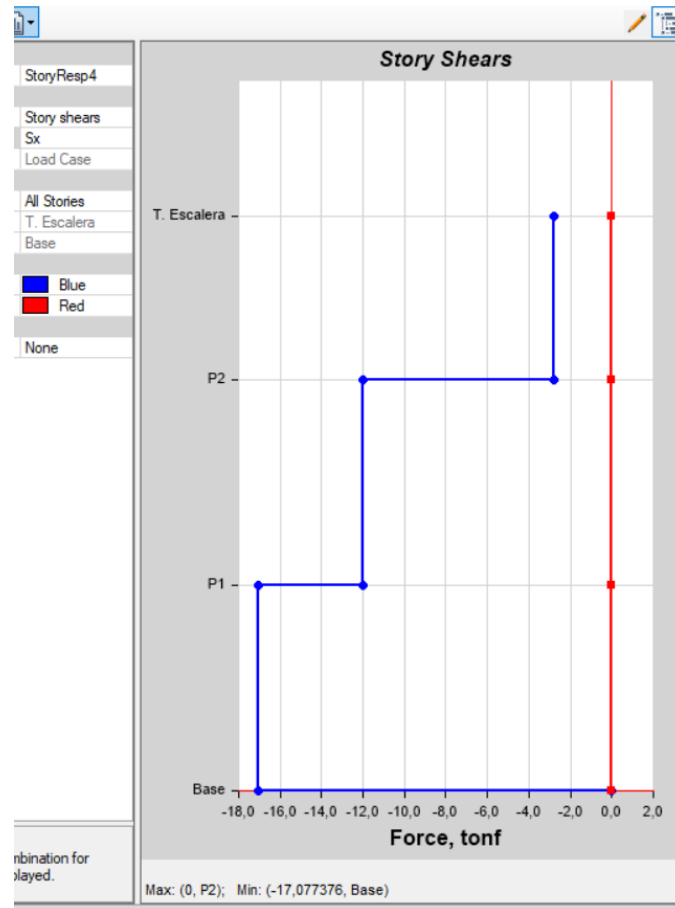
Nota. Para la dirección Y son los mismos factores.

Por lo tanto, el cortante basal obtenido del programa de análisis estructural es:

$$V_p = 17.077 \text{ ton}$$

Tabla 24

Cortante basal en la base de la estructura



Se obtuvo el mismo orden de magnitud en ambos cortantes, es decir:

$$V_{nec} = 17.079 \text{ ton} \simeq V_p = 17.077 \text{ ton}$$

Por lo tanto, no hay que realizar un escalamiento del valor C_s , se usara el valor de cortante basal calculado por el software.

También, según la NEC-SE-DS, indica que el valor del cortante basal obtenido por análisis dinámico no debe ser menor que el 80% del cortante basal estático, es decir:

$$V_{dinamico} > 0.8 * V_p(estatico)$$

Tabla 25

Comprobación de cortante basal dinámico y estático

	V_dinamico	0,8*Vp
SXDINA	13.69	13.66
SYDINA	14.73	

La inecuación se cumple, por lo que no hay que realizar un escalamiento en el cortante basal dinámico.

3.1.7.5 Revisión de derivas de piso

la verificación de derivas de piso es un requisito fundamental de la NEC-SE-DS para evaluar el desempeño sísmico de una estructura. Esta revisión permite comprobar que los desplazamientos relativos entre niveles consecutivos no superen los límites admisibles establecidos por la norma, garantizando así un comportamiento estructural adecuado durante un evento sísmico.

Según la NEC-SE-DS, la deriva máxima de cualquier piso no debe exceder el valor de deriva inelástica mostrada en la siguiente imagen:

Tabla 26

Límite máximo para las derivas de los pisos

Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-DS, pág. 40, 2015.

Por lo tanto, para este caso es de $\Delta_M = 0.02$

La NEC-SE-DS, establece la siguiente fórmula para calcular el valor de la deriva máxima inelástica Δ_M :

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E \quad (3.9)$$

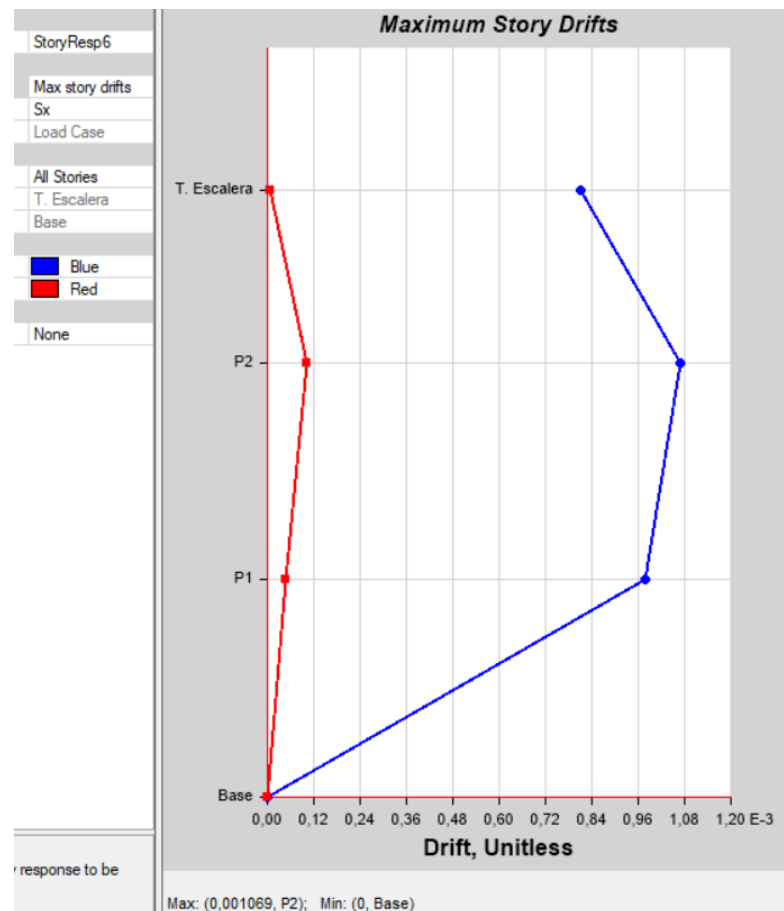
Donde:

R: Factor de reductor de resistencia

Δ_E : Deriva elástica obtenida por fuerzas laterales de diseo reducidas

Tabla 27

Deriva máxima elástica en sentido X



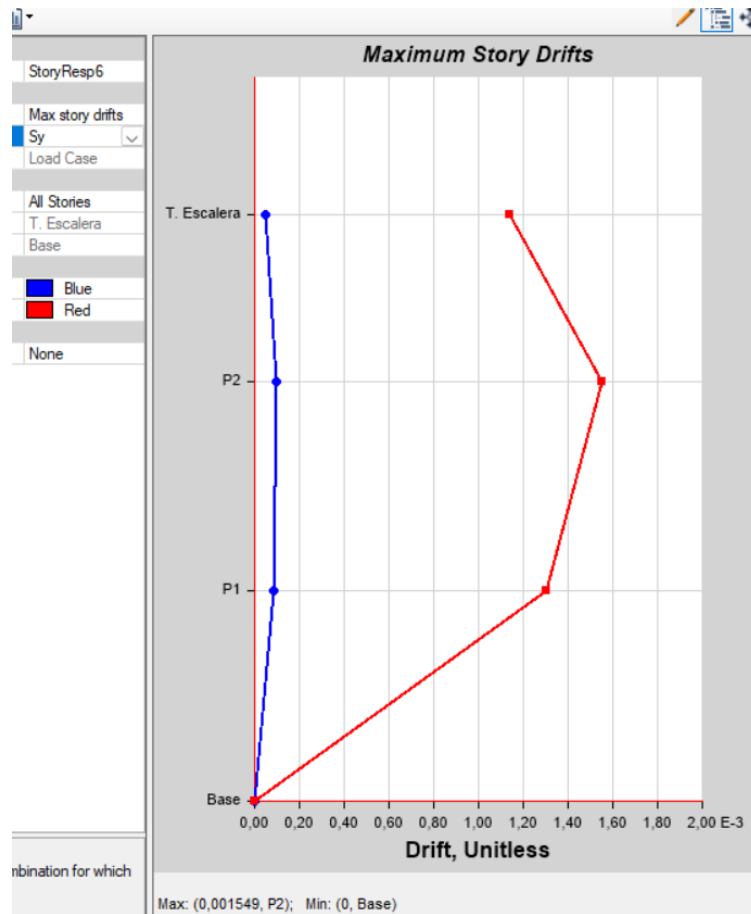
De la imagen tenemos:

$$\Delta_M = 0.75 * 8 * 0.00106 = 0.006 < 0.02$$

$\therefore$ *Cumple*

Tabla 28

Deriva máxima elástica en sentido Y



De la imagen tenemos:

$$\Delta_M = 0.75 * 8 * 0.00154 = 0.00924 < 0.02$$

∴ Cumple

3.1.7.6 Índice de estabilidad

El índice de estabilidad es un parámetro exigido por la NEC-SE-DS para evaluar la susceptibilidad de la estructura a efectos de segundo orden (P-Δ). Este índice permite determinar si dichos efectos deben ser considerados explícitamente en el análisis, y se calcula para cada piso en base a la relación entre el cortante basal, la deriva lateral y la carga axial total de ese nivel.

El índice de estabilidad se obtiene con la siguiente formula:

$$Q_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i} \quad (3.10)$$

Donde:

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

En donde se debe cumplir la siguiente desigualdad $Q_i < 0.10$ para no considerar los efectos P- Δ

Se procede a calcular el índice de estabilidad para cada dirección.

Tabla 29

Evaluación del índice de estabilidad en dirección X

EJE X							
Story	Output Case	P tonf	VX tonf	Desplazamiento m	Hi m	Q_i	
T. Escalera	Sx	0	-2,79				
T. Escalera	SERVICIO D+L	19,08	0	0,00764	2,3	0,022749	CUMPLE
P2	Sx	0	-11,99				
P2	SERVICIO D+L	136,17	0	0,005658	2,9	0,0221615	CUMPLE
P1	Sx	0	-17,08				
P1	SERVICIO D+L	263,93	0	0,00275	2,9	0,0146559	CUMPLE

Tabla 30

Evaluación del índice de estabilidad en dirección Y

EJE X						
Story	Output Case	P tonf	VX tonf	Desplazamiento m	Hi m	Qi
T. Escalera	Sx	0	-2,79			
T. Escalera	SERVICIO D+L	19,08	0	0,00988	2,3	0,0294189 CUMPLE
P2	Sx	0	-11,99			
P2	SERVICIO D+L	136,17	0	0,00751	2,9	0,0294155 CUMPLE
P1	Sx	0	-17,08			
P1	SERVICIO D+L	263,93	0	0,00341	2,9	0,0181733 CUMPLE

3.1.7.7 Irregularidad Torsional

La NEC-SE-DS exige verificar la irregularidad torsional comparando los desplazamientos extremos con el desplazamiento promedio del piso, la relación debe ser menor a 1.2.

Tabla 31

Verificación de no tener irregularidad torsional

Story	Output Case	Max Drift	Avg Drift	Ratio	
T. Escalera	Sx	0,00081	0,000807	1,004	CUMPLE
T. Escalera	Sy	0,001138	0,00103	1,104	CUMPLE
P2	Sx	0,001069	0,001002	1,066	CUMPLE
P2	Sy	0,001549	0,001414	1,095	CUMPLE
P1	Sx	0,000979	0,000949	1,032	CUMPLE
P1	Sy	0,001302	0,001177	1,106	CUMPLE

3.1.8 Diseño de Vigas

Se realizará el diseño de una viga crítica en dirección Y del primer piso, para mostrar el procedimiento que se realizó, mostrando formulas y resultados directos. El diseño de las demás vigas se encuentra en los anexos, así como el cálculo detallado mediante el uso de una hoja de cálculo.

Se diseñará la viga ubicada en el primer nivel de la edificación, con una longitud de 4.5 metros, correspondiente al tramo del eje C1 - C2 en dirección Y. Esta viga tiene una sección transversal de 25×30 cm.

3.1.8.1 Comprobación de límites dimensionales

Según el ACI-318, para que una viga pueda transferir las cargas sísmicas al nudo viga-columna, esta debe cumplir con ciertos límites de sección, para comprobar que el ancho considerado sea efectivo para este propósito, entonces se debe cumplir los siguientes requerimientos:

- La luz libre L_n no debe ser menor que $4d$ (peralte efectivo):

$$\frac{L_n}{d} > 4 \rightarrow \frac{4.2}{0.242} = 17.35 > 4 \therefore \text{Cumple}$$

- El ancho b_w debe ser al menos igual al menor de $0.3h$ y 250mm

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

$$0.3 * (30) = 9$$

$$25\text{ cm} \geq 9\text{ cm y } 25\text{ cm} \therefore \text{Cumple}$$

- La proyección del ancho de la viga más allá del ancho de la columna soportante a cada lado no debe exceder el menor de C_2 y $0.75C_1$

La columna es de 30X30, por lo tanto:

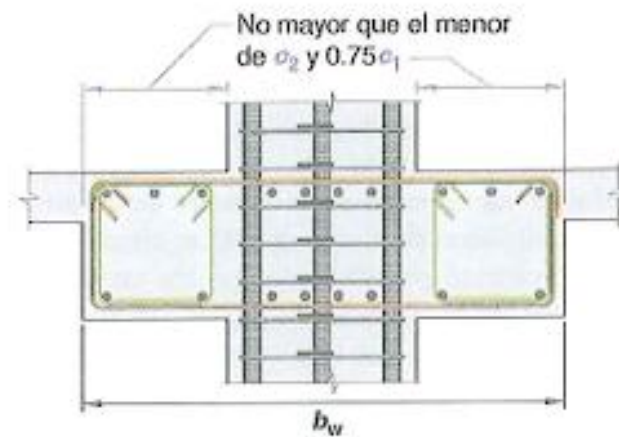
$$30\text{cm} + \text{menor}(2 * 30\text{cm}; 1.5 * 30\text{cm})$$

$$30\text{cm} + \text{menor}(60\text{cm}; 45\text{cm}) = 50\text{cm} + 45\text{cm} = 95\text{cm}$$

$$b_w = 25\text{cm} < 95\text{cm} \therefore \text{Cumple}$$

Figura 45

Límite de ancho de viga



Nota. Imagen tomada del ACI-318, pág. 311

3.1.8.2 Acero requerido para demanda de momento flector

Los momentos flectores en las distintas zonas de la viga, tanto en la parte superior como en la inferior, fueron determinados mediante un software de análisis estructural. A partir de estos resultados, se procede al diseño por flexión y corte.

Figura 46

Viga crítica C1-C2 del primer piso en dirección Y

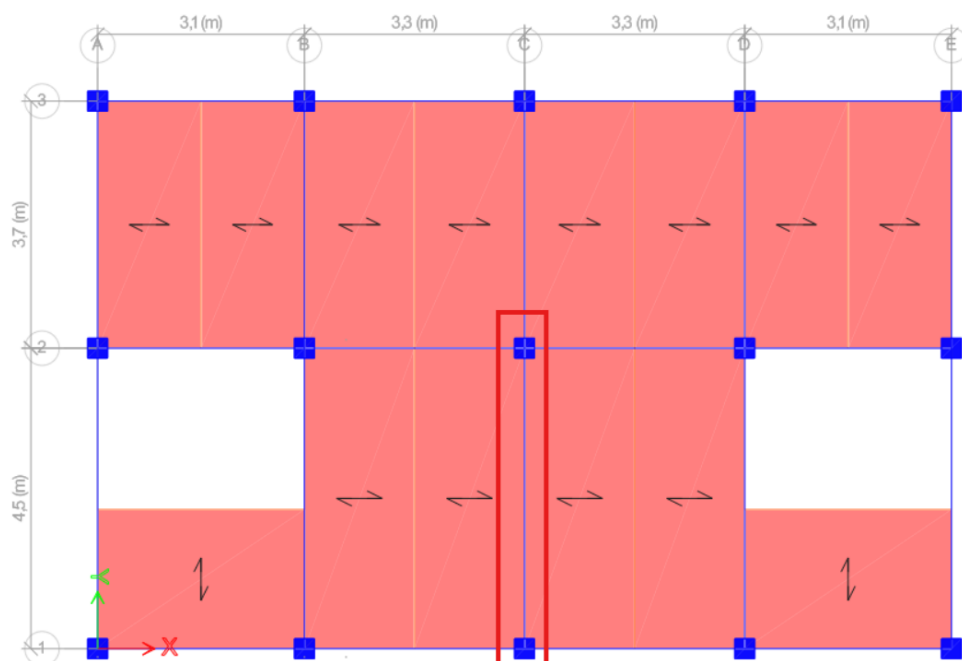
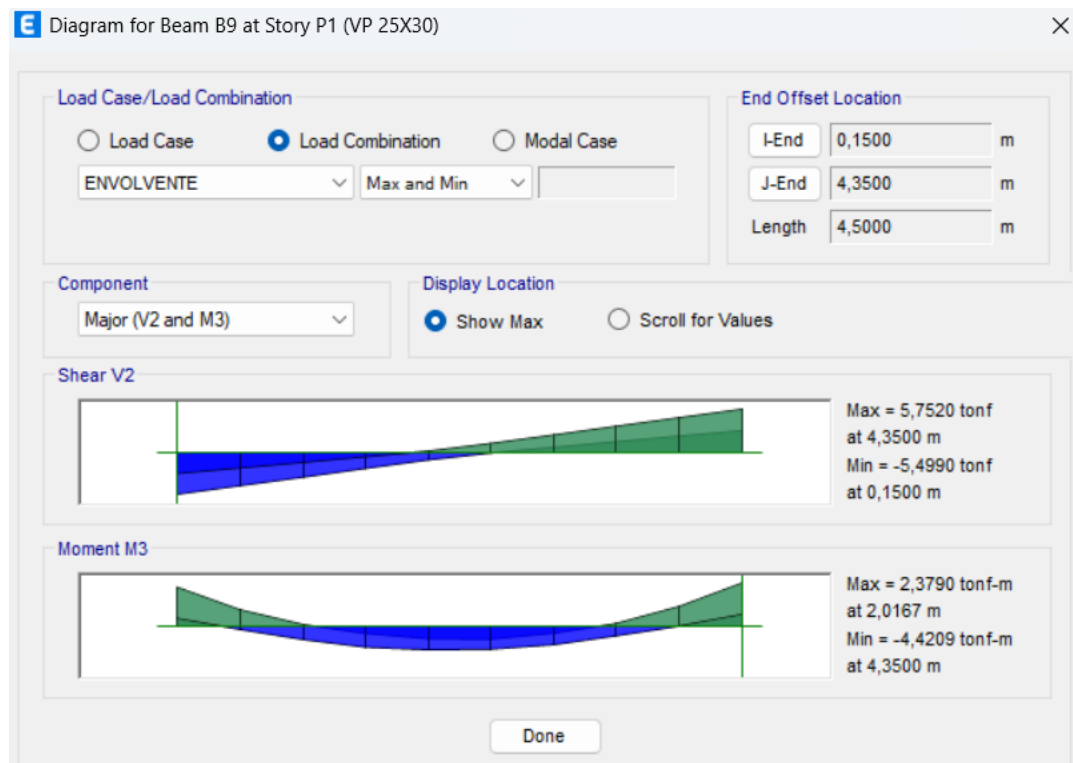


Figura 47

Diagrama de envolvente de momentos



Se extrae los momentos negativos en los extremos de la viga y el momento positivo en el centro:

Tabla 32

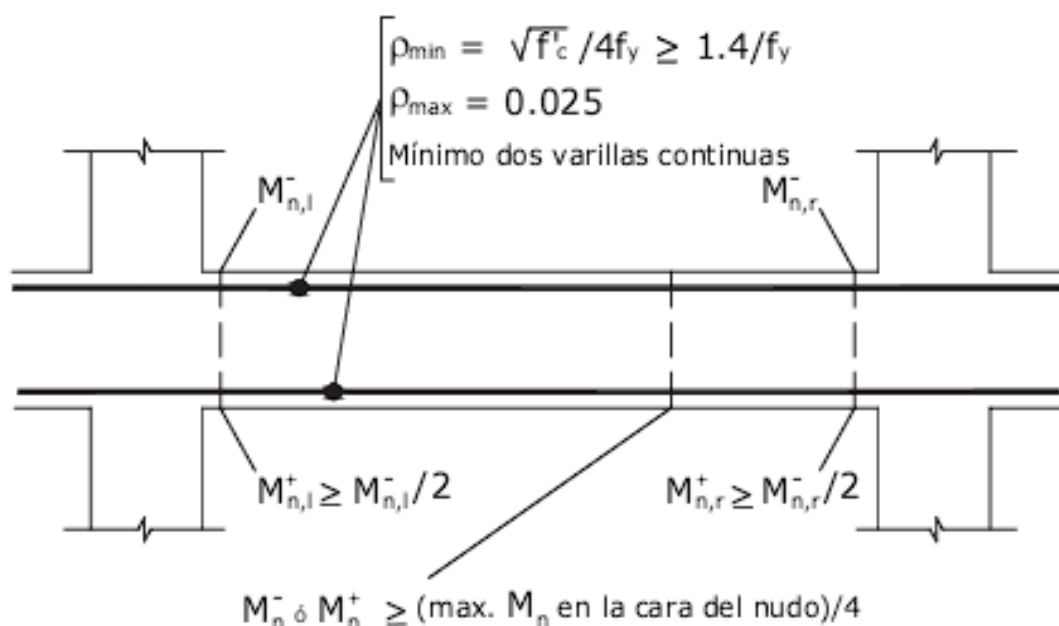
Momentos positivos y negativos

	Inicio	Centro	Fin
	Momento (T-m)		
Superior	4.42	0.00	4.42
Inferior	0	2.38	0.00

Estos momentos deben cumplir con el siguiente requerimiento de la NEC-SE-HM:

Figura 48

Momentos positivos y negativos mínimos para refuerzo longitudinal



Nota. Imagen obtenida de la NEC-SE-HM, pág. 46, 2015.

Tomando en cuenta este requerimiento de la normativa, los valores de momentos quedan de la siguiente manera:

Tabla 33

Momentos mínimos a considerar para refuerzo longitudinal

	Inicio	Centro	Fin
	Momentos mínimos (T-m)		
Superior	4,42	1,1	4,42
Inferior	2,21	2,38	2,21

Con los siguientes momentos mínimos se procede a calcular el acero de refuerzo longitudinal, para esto se presentarán las fórmulas con su respuesta, obviando pasos para hacer fácil la lectura.

Acero requerido:

$$As = k * (1 - \sqrt{\frac{2 * Mu}{\phi * k * d * fy}}) \quad (3.11)$$

Donde:

$$k = \frac{0.85 * f'c * b * d}{fy}$$

$\phi = 0.9$, factor de reducción de resistencia a flexión

d= peralte efectivo

Mu= Momento demandante

fy= límite de fluencia del acero de refuerzo

Mediante esta fórmula se obtendrá el acero de refuerzo requerido para soportar la demanda de momento flecto, tabulando los resultados tenemos:

Figura 49

Acero requerido para el refuerzo longitudinal

As requerido (cm2)			
Superior	5,23	1,23	5,23
Inferior	2,51	2,71	2,51

Este acero corresponde al requerido, el cual compararse con el acero mínimo y máximo por norma, ya que este valor debe estar entre estos dos, para asegurar una falla dúctil.

Acero mínimo requerido:

$$Amin = \frac{14 * b * d}{fy} \quad (3.12)$$

$$Amin = \frac{14 * 25 * 29.2}{4200} = 2.02 \text{ cm}^2$$

Acero máximo requerido:

$$Amax = 0.025 * b * d \quad (3.13)$$

$$A_{max} = 0.025 * 25 * 29.2 = 15.12 \text{ cm}^2$$

Vemos que el acero superior central no cumple $1.23 \text{ cm}^2 < 2.02 \text{ cm}^2$, por lo tanto, el acero que se debe colocar es:

Figura 50

Acero de refuerzo longitudinal mínimo

	As requerido (cm²)		
Superior	5,23	2,02	5,23
Inferior	2,51	2,71	2,51

Según este acero requerido, se colocará el siguiente refuerzo:

Tabla 34

Acero de refuerzo longitudinal colocado

	As colocado (cm²)		
Superior	5D12	2D12	5D12
	5.65	2.26	5.65
Inferior	3D12	3D12	3D12
	3.39	3.39	3.39

Con este armado de varillas longitudinales se cumple con el requerimiento de la NEC para el refuerzo de acero longitudinal, el cual indica que se debe colocar mínimo dos varillas de extremo a extremo, que en este caso sería 2 varillas de 12mm por todo el tramo de la viga.

3.1.8.3 Longitud requerida de anclaje del refuerzo a flexión

La longitud de anclaje a flexión es la distancia mínima que debe penetrar una barra en el concreto para desarrollar su capacidad total. Se calcula según lo establecido en la NEC-SE-HM para asegurar un adecuado anclaje en la zona crítica.

Para el refuerzo se usó el diámetro de 12mm por lo tanto $db = 12 \text{ mm}$

$$l_d = \frac{f_y}{1.4 * \sqrt{f'_c}} * db \quad (3.14)$$

$$l_{ext} = 12 * db \quad (3.15)$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4 * \sqrt{f'_c}} * db \quad (3.16)$$

En donde se tiene como resultado:

$$l_d = 68cm$$

$$l_{ext} = 15cm$$

$$l_{dh} = 24cm$$

Además, el valor del A_s colocado/ A_s requerido es menor a 2, por lo tanto, se tiene un empalme de clase B:

$$l_{st} = 1.3 * l_d \quad (3.17)$$

$$l_{st} = 90cm$$

3.1.8.4 Diseño a cortante de viga

En esta sección se desarrolla el diseño a cortante de la viga considerando el enfoque por capacidad, con el fin de garantizar que el mecanismo de falla se produzca por flexión y no por cortante. Se emplean los criterios establecidos en el ACI 318 para miembros sismorresistentes, calculando la demanda de cortante $V_u = V_{pr} + V_{gr}$ a partir del momento probable en los extremos y la demanda por cargas gravitacionales.

Para obtener el momento probable en los extremos de la viga se usará la siguiente formula:

$$:M_{pr} = A_s * 1.25 * f_y * (d - \frac{a}{2}) \quad (3.18)$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b} \quad (3.19)$$

El valor de a se calcula con el armado superior e inferior en los extremos de la viga.

Por lo tanto, se tienen los siguientes valores:

Tabla 35

Valor de altura del bloque de compresión a para el M_{pr}

	Inicio	Centro	Fin
	a(cm)		
Superior	4.98	-	4.98
Inferior	2.99	-	2.99

Tabla 36

Momento probable en los extremos de la viga

	Inicio	Centro	Fin
	Mpr (ton-n)		
Superior	6.43	-	6.43
Inferior	4.04	-	4.04

Con estos valores se calcula el cortante probable V_{pr} con la siguiente formula:

$$V_{pr1} = \frac{M_{pr_{inicio-superior}} + M_{pr_{fin-inferior}}}{ln} \quad (3.20)$$

$$V_{pr2} = \frac{M_{pr_{inicio-inferior}} + M_{pr_{fin-superior}}}{ln} \quad (3.21)$$

En donde el valor de $V_{pr} = \max (V_{pr1}, V_{pr2})$, dando como resultado:

$$V_{pr1} = 2.495 \text{ ton}$$

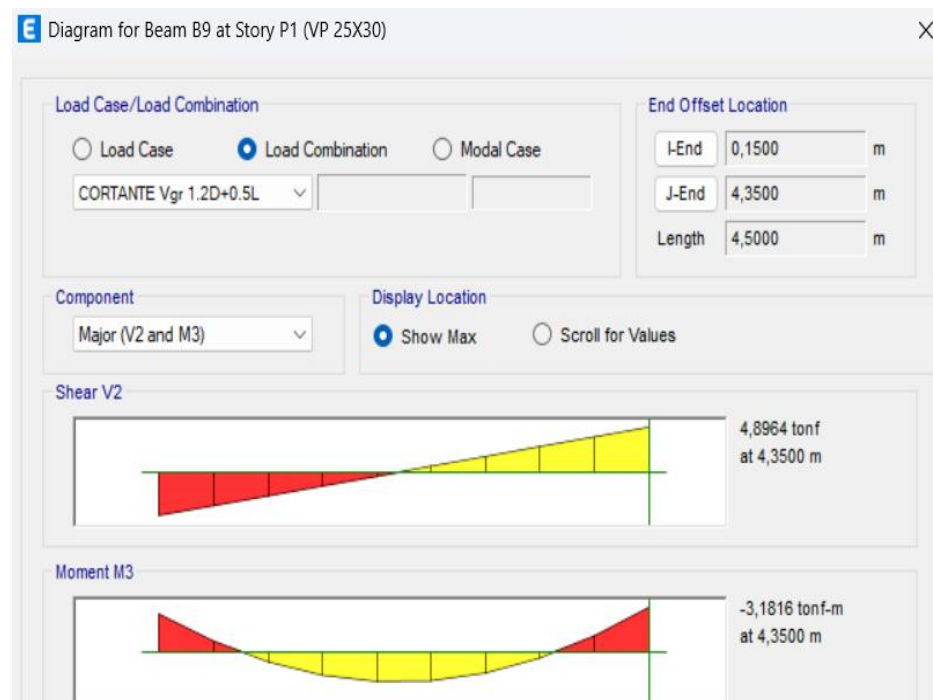
$$V_{pr2} = 2.495 \text{ ton}$$

$$V_{pr} = 2.495 \text{ ton}$$

El valor del cortante por cargas gravitacionales se obtiene del software de análisis estructural, se aplicará la combinación de carga igual a 1.2D+ 0.5L:

Figura 51

Cortante máximo por demanda gravitacional



$$V_{gr} = 4.89 \text{ ton}$$

Entonces el cortante de diseño es:

$$V_u = V_u + V_{pr}$$

$$V_u = 7.385 \text{ ton}$$

Además, la norma excluye la contribución de la resistencia del concreto al cortante si se cumple lo siguiente:

$$\text{Si } V_{pr} > 0.5 * V_u, \text{ entonces } V_c = 0$$

Entonces:

$$2.495 \text{ ton} > 0.5 * 7.385 \text{ ton} = 3.69 \text{ ton} ; \text{No cumple}$$

Por lo tanto, el cortante que absorbe el concreto es:

$$V = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad (3.22)$$

$$V_c = 5.36 \text{ ton}$$

Con esto se calcula la separación de estribos por demanda de cortante:

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{\frac{V_u}{\phi} - V_c} ; \phi = 0.75 \quad (3.23)$$

$S = 35.63 \text{ cm}$, se lo baja al inmediato infeior, entonces $S = 35 \text{ cm}$

Esta separación se la compara con la máxima por normativa, y se elige la menor separación.

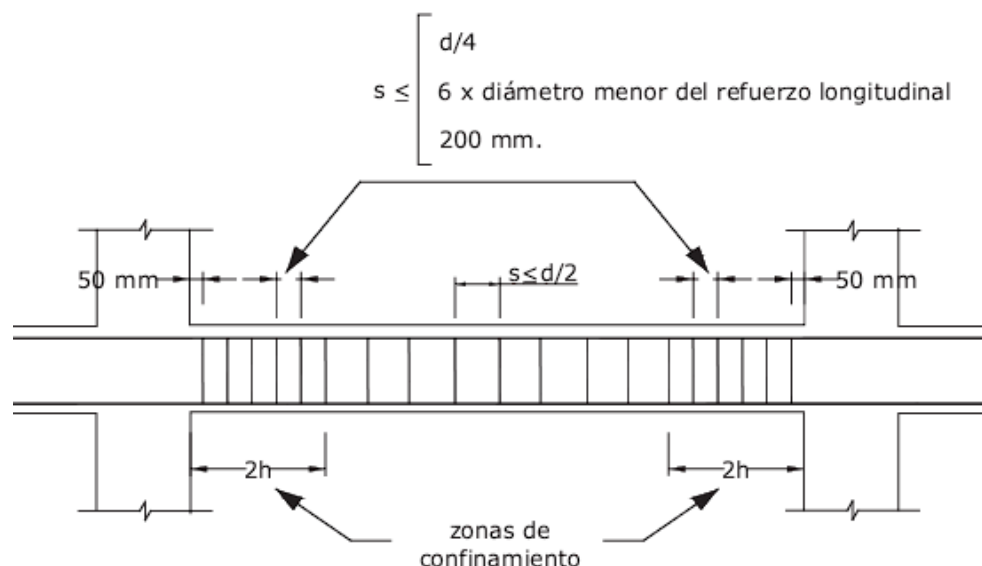
3.1.8.5 Espaciamiento del refuerzo a cortante

El espaciamiento del refuerzo a cortante se determina con el objetivo de garantizar la ductilidad de la viga, evitando la formación prematura de fisuras inclinadas y asegurando una adecuada distribución del esfuerzo cortante.

Según el ACI 318, para miembros sismorresistentes se establecen límites máximos de separación que favorecen el confinamiento y el comportamiento dúctil en zonas críticas.

Figura 52

Separación máxima de estribos para asegurar comportamiento dúctil



Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-HM, pág. 49, 2015.

Por lo tanto:

- Zona de confinamiento $2h = 2 * 30\text{cm} = 60\text{cm}$

El menor de:

$$S = \frac{d}{4} = \frac{24.2}{4} = 6.05cm$$

$$S = 6 * d(\text{menor del refuerzo}) = 6 * 1.2cm = 7.2cm$$

$$S = 20cm$$

Se elige la separación de 6 cm.

- Zona central 3 m:

$$S = \frac{d}{2} = \frac{24.2}{2} = 12.1 cm$$

Se elige la separación de 12 cm.

3.1.8.6 Resultado de dimensiones y armado de vigas.

Se presentará las dimensiones y armado de acero de las vigas de los ejes 1, 2 y 3 del primer y segundo piso. El diseño estructural de las demás vigas está en anexos.

Tabla 37

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del primer piso en sentido X

Vigas principales primer Piso X-X						
Ubicación		Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro
Eje 1						
Tramo A-B	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo B-C	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo C-D	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo D-E	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Eje 2						
Tramo A-B	Sup	3D12	2D12	4D12	10mm	10mm
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo B-C	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm
	Inf	2D12	4D12	2D12	c/6cm	c/12cm
	Sup	4D12	2D12	4D12		

V25X30

V25X30

Tramo C-D	Inf	2D12	4D12	2D12	10mm c/6cm	10mm c/12cm	V25X30
Tramo D-E	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje 3							
Tramo A-B	Sup	4D12	3D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	3D12	4D12	3D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo B-C	Sup	4D12	3D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	3D12	4D12	3D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo C-D	Sup	4D12	3D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	3D12	4D12	3D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo D-E	Sup	4D12	3D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	3D12	4D12	3D12	c/6cm	c/12cm	

Tabla 38

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del primer piso en sentido Y

Vigas principales primer Piso Y-Y							
Ubicación		Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro	Dim
Eje A							
Tramo 1-2	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	V25X30
	Inf	2D12	4D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje B							
Tramo 1-2	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	V25X30
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje C							
Tramo 1-2	Sup	5D12	2D12	5D12	10mm	10mm	V25X30
	Inf	3D12	3D12	3D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	5D12	2D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	3D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje D							
Tramo 1-2	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	V25X30
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje E							
Tramo 1-2	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	V25X30
	Inf	2D12	4D12	2D12	c/6cm	c/12cm	

Tramo	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm
2-3	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm

Tabla 39

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del segundo piso en sentido X

Vigas principales segundo Piso X-X						
Ubicación	Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro	Dim
Eje 1						
Tramo	Sup	2D12	2D12	3D12	10mm	10mm
A-B	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm
B-C	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm
C-D	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	3D12	2D12	2D12	10mm	10mm
D-E	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Eje 2						
Tramo	Sup	3D12	2D12	4D12	10mm	10mm
A-B	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm
B-C	Inf	2D12	4D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm
C-D	Inf	2D12	4D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm
D-E	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Eje 3						
Tramo	Sup	2D12	2D12	2D12	10mm	10mm
A-B	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	2D12	2D12	2D12	10mm	10mm
B-C	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	2D12	2D12	2D12	10mm	10mm
C-D	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm
Tramo	Sup	2D12	2D12	2D12	10mm	10mm
D-E	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm

Tabla 40

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas principales del segundo piso en sentido Y

Vigas principales segundo Piso Y-Y						
Ubicación	Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro	Dim

Eje A							V25X30
Tramo 1-2	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje B							V25X30
Tramo 1-2	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje C							V25X30
Tramo 1-2	Sup	5D12	2D12	5D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	5D12	2D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje D							V25X30
Tramo 1-2	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	3D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Eje E							V25X30
Tramo 1-2	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/6cm	c/12cm	
Tramo 2-3	Sup	4D12	2D12	3D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/6cm	c/12cm	

Tabla 41

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas secundarias del primer piso en sentido Y

Vigas secundarias primer Piso Y-Y							Dim
Ubicación		Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro	
Eje B' y Eje C'							
Tramo 1-2	Sup	5D12	2D12	4D12	10mm	10mm	V25X25
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/5cm	c/9cm	
Tramo 2-3	Sup	4D12	2D12	4D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/5cm	c/9cm	

Tabla 42

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas secundarias del segundo piso en sentido Y

Vigas secundarias segundo Piso Y-Y							
Ubicación		Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro	Dim
Eje B' y Eje C'							
Tramo 1-2	Sup	5D12	2D12	5D12	10mm	10mm	V25X25
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/5cm	c/9cm	
Tramo 2-3	Sup	5D12	2D12	5D12	10mm	10mm	
	Inf	2D12	2D12	2D12	c/5cm	c/9cm	

Tabla 43

Refuerzo longitudinal y transversal de vigas secundarias del primer y segundo piso en sentido Y

Vigas secundarias primer y segundo Piso Y-Y							
Ubicación		Inicio	Centro	Fin	Est. Conf	Est. Centro	Dim
Eje A' y Eje D'							
Tramo 2-3	Sup	2D12	2D12	2D12	10mm	10mm	V25X25
	Inf	2D12	3D12	2D12	c/5cm	c/9cm	

El refuerzo longitudinal y transversal de las vigas de la caja de la escalera y las secundarias en sentido X tienen la misma configuración que la tabla 43.

3.1.9 Diseño de columnas

Como se vio anteriormente, las secciones de las columnas tanto del primer como del segundo piso fue de 30x30 cm, cumpliendo la sección mínima para columnas sismorresistentes, no se hizo cálculo de prediseño porque era la dimensión máxima exigida por el diseño arquitectónico.

3.1.9.1 Refuerzo longitudinal de la columna

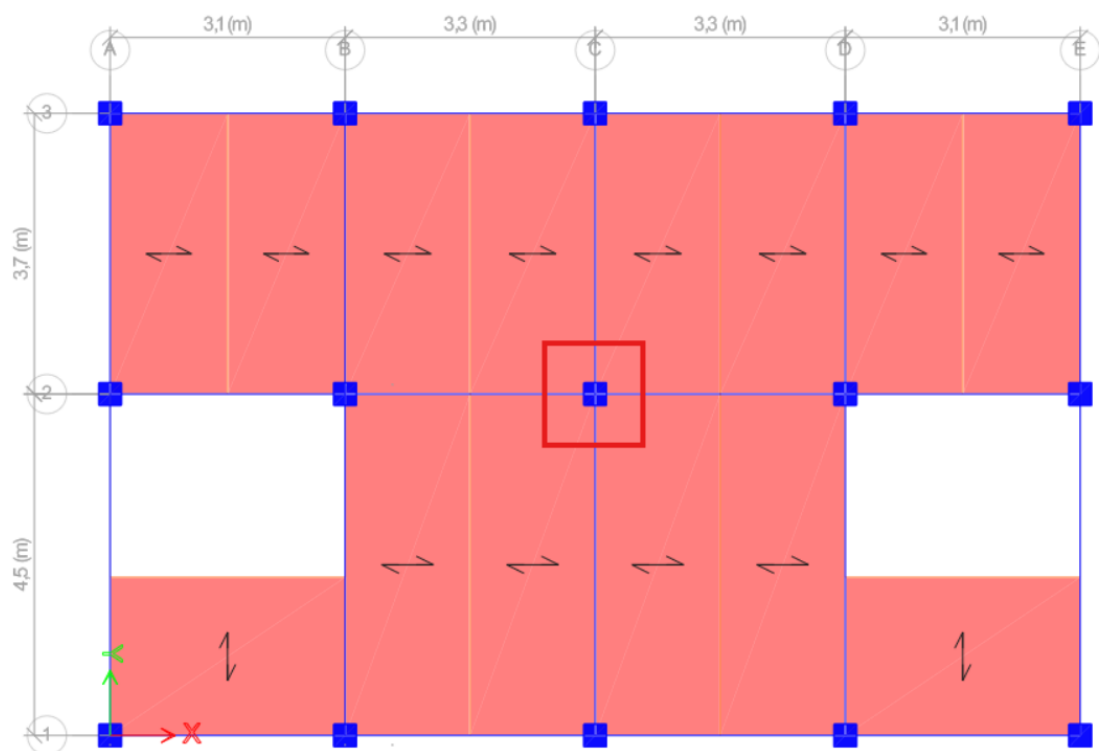
El refuerzo longitudinal de la columna se diseña para resistir las solicitaciones axiales y de flexión, garantizando un comportamiento dúctil en condiciones sísmicas.

Su cuantía y disposición se determinan conforme a los requisitos establecidos en el ACI 318 para elementos sismorresistentes.

Se tomará como ejemplo de diseño la columna central del primero piso C2 mostrada a continuación, la más crítica.

Figura 53

Columna elegida para el diseño



La cuantía de acero longitudinal en una columna en zona sísmica debe estar entre

$$0.1\% < \rho < 0.3\% :$$

Por lo tanto, la cuantía de acero es igual a:

$$A_s = 0.01 * A_g \quad (3.24)$$

A_g : Área bruta de hormigón

A_s : Área de refuerzo longitudinal

De esta ecuación resulta:

$$A_s = 9 \text{ cm}^2$$

Se usarán varillas de 12 mm para el refuerzo longitudinal, la cantidad de varillas se calcula con la siguiente ecuación:

$$\#Varillas = A_s / A\emptyset \quad (3.25)$$

$A\emptyset$: Area de la varilla

$$\#Varillas = 7.95, \text{ por lo tanto se usaran } 8 \text{ varillas de } 12 \text{ mm}$$

Se comprueba la cuantía de acero:

$$A_s = \frac{\pi * \emptyset^2}{4} * \#Varillas = 9.04 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{\text{area de la columna}} = \frac{9.04}{30 * 30} * 100 = 1.005\%$$

$$1\% < 1.005 < 3\% \therefore \text{Cumple}$$

Pero la cuantía está muy cerca del límite inferior por lo que se aumentaran varillas longitudinales a 4 por cada lado, siendo un total de 12 varillas de 12mm en total, ahora la cuantía es:

$$A_s = 13.53 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 1.51\%$$

$$1\% < 1.51 < 3\% \therefore \text{Cumple}$$

Por tanto, la columna será de **30x30 cm con 12 varillas de 12 mm**

3.1.9.2 Comprobación de límites dimensionales

Se verifica que las dimensiones de las columnas cumplan con los límites mínimos y proporciones exigidas por el ACI 318 para elementos sismorresistentes. Estos son:

- La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 30 mm

$$\text{Columna de } 30 \times 30 \geq 30 \text{ cm} \therefore \text{Cumple}$$

- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0.4

$$\frac{\text{Dimensión menor}}{\text{Dimensión perpendicular}} = \frac{30}{30} = 1 > 0.4 \therefore \text{Cumple}$$

3.1.9.3 Verificar que la columna resista la combinación de demanda de fuerza axial y momento

La interacción entre carga axial y momento en las columnas, con el fin de verificar que las solicitaciones combinadas se encuentren dentro de la capacidad resistente del elemento.

Las demandas de la columna se obtendrán mediante un software de análisis estructural:

Tabla 44

Demandas de fuerzas axiales y momentos de la columna

Combinaciones	Station	P	M2	M3
		ton	ton-m	ton-m
1.2D+1.6L	0	40,6955	0,2972	0
1.2D+1.6L	1,3	40,3585	-0,0689	0
1.2D+1.6L	2,6	40,0215	-0,435	0
1.4D	0	36,226	0,2751	0
1.4D	1,3	35,8328	-0,0627	0
1.4D	2,6	35,4397	-0,4005	0
0.9D+Sx	0	23,2881	0,1769	1,8871
0.9D+Sx	1,3	23,0354	-0,0403	0,5296
0.9D+Sx	2,6	22,7827	-0,2575	-0,8279
0.9D-Sx	0	23,2881	0,1769	-1,8871
0.9D-Sx	1,3	23,0354	-0,0403	-0,5296
0.9D-Sx	2,6	22,7827	-0,2575	0,8279
0.9D+Sy	0	22,9111	2,4524	-0,0034
0.9D+Sy	1,3	22,6583	0,645	-0,0008
0.9D+Sy	2,6	22,4056	-1,1623	0,0017
0.9D-Sy	0	23,6652	-2,0987	0,0034

0.9D-Sy	1,3	23,4124	-0,7256	0,0008
0.9D-Sy	2,6	23,1597	0,6474	-0,0017
1.2D+L+Sx	0	37,0787	0,2742	1,8871
1.2D+L+Sx	1,3	36,7418	-0,0632	0,5296
1.2D+L+Sx	2,6	36,4048	-0,4006	-0,8279
1.2D+L-Sx	0	37,0787	0,2742	-1,8871
1.2D+L-Sx	1,3	36,7418	-0,0632	-0,5296
1.2D+L-Sx	2,6	36,4048	-0,4006	0,8279
1.2D+L+Sy	0	36,7017	2,5497	-0,0034
1.2D+L+Sy	1,3	36,3647	0,6221	-0,0008
1.2D+L+Sy	2,6	36,0277	-1,3055	0,0017
1.2D+L-Sy	0	37,4558	-2,0013	0,0034
1.2D+L-Sy	1,3	37,1188	-0,7486	0,0008
1.2D+L-Sy	2,6	36,7818	0,5042	-0,0017

Nota. Las demandas fueron obtenidas del software de análisis estructural.

Se procede a elaborar el diagrama de interacción reducido correspondiente a la sección, incorporando las curvas para las direcciones M2 y M3.

Asimismo, se comprueba que las solicitaciones obtenidas se ubiquen dentro del área segura del diagrama y que no excedan la capacidad axial máxima.

Dicha capacidad se calcula mediante la expresión:

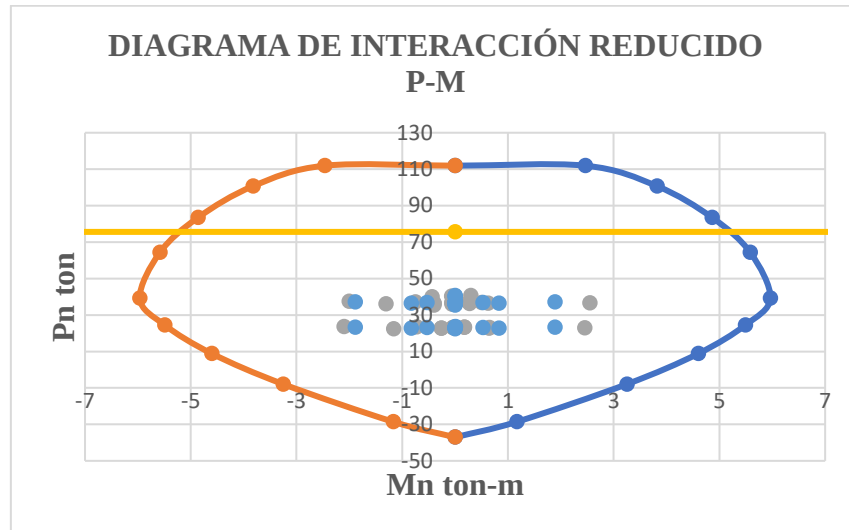
$$P_{axial} = 0.3 * A_g * f'_c \quad (3.26)$$

$$P = 75.6 \text{ ton}$$

Con este valor se trazan los diagramas de interacción y se posicionan sobre ellos los puntos que representan las demandas calculadas.

Figura 54

Diagrama de interacción reducido M3 y M2 de la columna C2



Nota. El diagrama es el mismo en ambos sentidos por ser cuadrada y tener misma distribución de verillas.

Todas las solicitaciones evaluadas se encuentran dentro de la zona de capacidad establecida, lo que confirma que la sección cumple con los requisitos de resistencia. Ninguno de los puntos de demanda supera el límite axial calculado, **asegurando un comportamiento dúctil ante eventos sísmicos cíclicos**. La distribución de los puntos indica un comportamiento estable ante las combinaciones de carga previstas. **Estos resultados validan el diseño adoptado para la columna.**

3.1.9.4 Criterio columna fuerte – viga débil

Este análisis permite comprobar que la capacidad a flexión de las columnas supera a la de las vigas que concurren en cada nudo, garantizando un comportamiento estructural seguro. Si esta condición no se cumple, las columnas podrían fallar antes que las vigas, originando un mecanismo de colapso. La verificación se realiza conforme al criterio de “columna fuerte – viga débil” establecido en el ACI 318 para estructuras sismorresistentes.

La inecuación que se debe cumplir es:

$$\sum M_{nc} > 1.2 * \sum M_{nb}$$

Para llevar a cabo esta verificación es importante contar previamente con el diseño y el armado longitudinal de las vigas que se conectan a la columna. En el caso de la columna C2, de sección 30x30 cm, las vigas que conectan a la columna son del eje C, ambas con dimensiones de 25x30. Con esta información es posible comparar la capacidad resistente de las vigas y la columna.

Tabla 45

Armado longitudinal de vigas que conectan a la columna

	Viga tramo 1-2	Viga Tramo 2-3
Superior	5D12	5D12
Inferior	3D12	3D12
	Acero colocado (cm ²)	
Superior	5.65	5.65
Inferior	3.39	3.39

También, se debe considerar el aporte del ala de la losa, por lo que se necesita conocer el ancho sobresaliente. Para esto, se usa la siguiente tabla:

Figura 55

Límites dimensionales del ancho sobresaliente del ala

Tabla 6.3.2.1 — Límites dimensionales del ancho sobresaliente del ala para vigas T

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

Nota. Imagen tomada del ACI-318, pág. 77.

Para este caso, el ancho se considera en ambos lados, por lo tanto, el ancho sobresaliente será el menor de:

$$8 * h = 8 * 30\text{cm} = 240\text{cm} ; h = \text{altura de la viga}$$

$$\frac{sw}{2} = \frac{50\text{cm}}{2} = 25\text{cm} ; sw = \text{distancia libre entre almas de vigas adyacentes}$$

$$\frac{ln}{8} = \frac{420\text{cm}}{8} = 52.5\text{cm} ; ln = \text{luz libre de la viga}$$

El ancho sobresaliente será de 20cm. Ahora se calcula el momento probable positivo y negativo.

Tabla 46

Momento probable con tracción inferior Mpr1

Arriba compresión, abajo tracción		
d	24.2	cm
b	75	cm
As	3.39	cm ²
a	1.009	cm
Mpr1	4.22	T*m

Tabla 47

Momento probable con tracción superior Mpr2

Arriba tracción, abajo compresión		
d	24.2	cm
b	25	cm
As	5.65	cm ²
a	5.04	cm
Mpr2	6.43	T*m

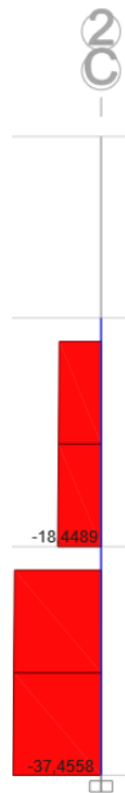
Por lo tanto:

$$\sum Mnb = 10.65 \text{ ton} * m$$

Ahora con las cargas axiales por encima y por debajo de la columna, se obtiene la capacidad de la columna.

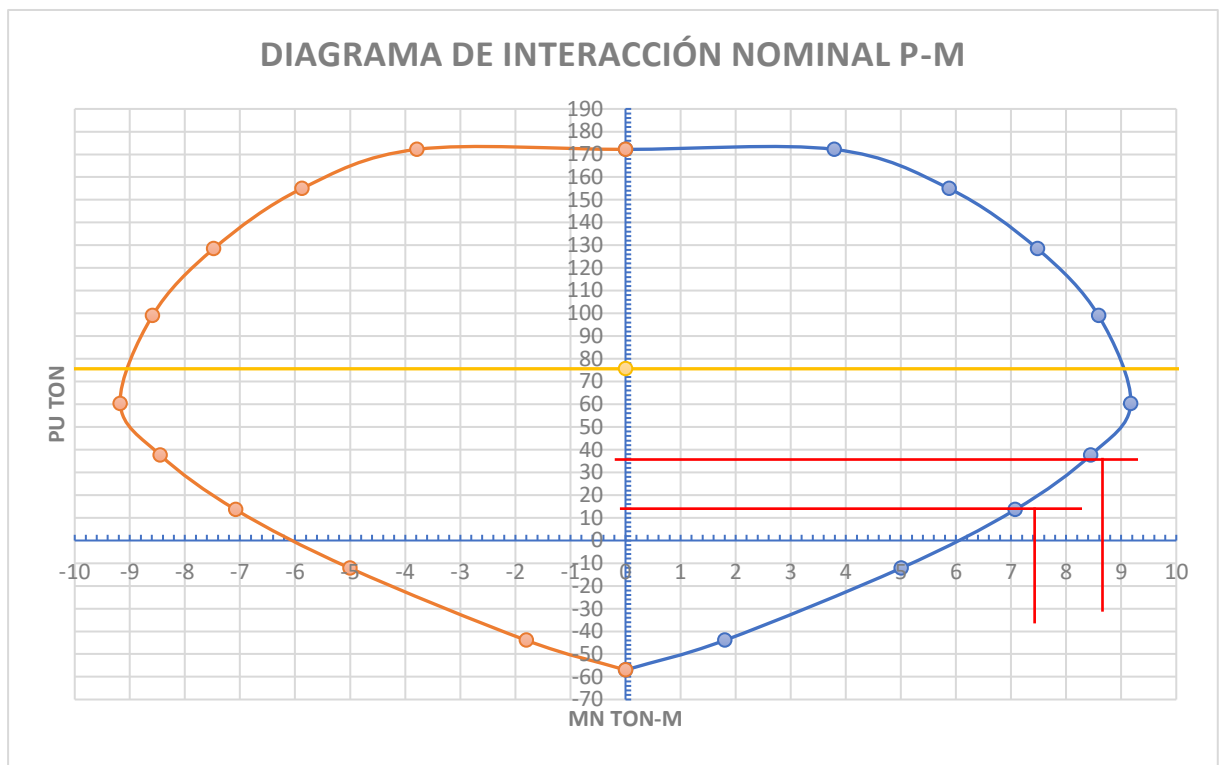
Figura 56

Carga axial encima debajo de la columna de diseño



Con estas cargas axiales y del diagrama de interacción nominal de la columna sin reducir, se obtienen los momentos nominales.

Figura 57

Diagrama de interacción nominal de la columna

Con estos resultados e información, se obtienen los siguientes valores:

$$Pu2 = 18.44 \text{ ton} \rightarrow Mpr1 = 7.2 \text{ ton} * m$$

$$Pu1 = 37.5 \text{ ton} \rightarrow Mpr2 = 8.4 \text{ ton} * m$$

Por lo tanto:

$$\sum Mnc > 1.2 * \sum Mnb$$

$$15.6 > 1.2 * 10.65$$

$$15.6 > 12.78 \therefore \text{Cumple}$$

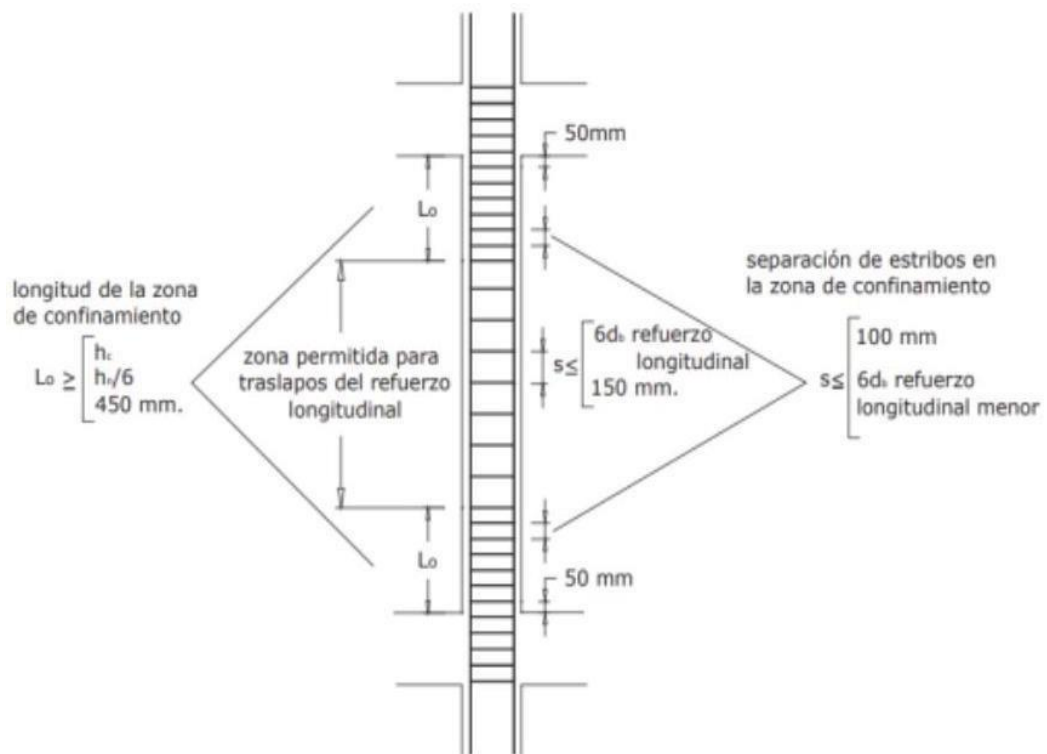
Se verifico que la columna posee la capacidad requerida frente a la viga. El análisis en sentido X se omite ya que el sentido Y tiene mayor demanda.

3.1.9.5 Refuerzo transversal de la columna**Separación de estribos**

El confinamiento de la columna se evalúa para asegurar la integridad del núcleo de concreto y prevenir el pandeo del acero longitudinal en zonas críticas. La verificación se efectúa con las indicaciones de la NEC-SE-HM.

Figura 58

Refuerzo transversal mínimo para elementos en flexo-compresión



Nota. Imagen tomada de la NEC-SE-HM, pág. 55, 2015.

De la imagen se puede obtener la longitud que corresponde a la zona de confinamiento, la cual sería:

- Longitud de la zona de confinamiento es la mayor de:

$$h_c = 30\text{cm} ; \text{dimension mayor de la columna}$$

$$\frac{h_n}{6} = \frac{2.60}{6} = 0.42\text{ m}; h_n = \text{altura libre}$$

→ **Longitud de confinamiento sera 50 cm**

45cm

Por lo tanto, la separación dentro y fuera de la zona de confinamiento será:

Figura 59

Separación máxima de estribos en la columna

	S cm
Dentro zona lo = 45 cm	5
Fuera de la zona	7

Área de acero transversal

El área de refuerzo transversal o de estribos debe cumplir el siguiente requerimiento según la NEC-SE-HM

Figura 60

Área del refuerzo en forma de estribos

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s b_c f_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s b_c f_c}{f_{yt}}$$

Dónde:

A_{sh} Área total de las varillas que forman los estribos y amarres suplementarios con separación s y perpendicular a la dimensión b_c , mm².

s Separación, centro a centro, entre estribos, mm.

b_c Distancia máxima, medida centro a centro, entre esquinas del estribo, en mm.

Este análisis se debe hacer en ambos sentidos, en la dimensión larga y corta de la columna, pero como en este caso es una columna cuadrada, el resultado será el mismo.

Tabla 48

Parámetros para el cálculo de acero de refuerzo por estribos

Análisis en la dimensión "b" = "h"		
bc1	21	cm
Ag	900	cm2
Ach	441	cm2
db	12	mm

Tabla 49

Numero de ramales mínimo para cumplir el área de refuerzo transversal

Numero de ramales mínimos		
Sep	5	cm
Ash1	3,06	cm2
Ash2	0,882	cm2
Ash Max	3,06	cm2
Área estribo	0,7853982	cm2
# Ramales	2	

Se necesita 2 ramales de varillas 10 mm, es decir que basta solo con un estribo.

3.1.9.6 Fuerza cortante por capacidad

Se obtiene el valor de la carga axial de la combinación más crítica. Se considera solo las demandas de la columna de diseño, es decir del primer piso. Este valor corresponde al obtenido anteriormente.

$$Pu = Pu2 = 37.5 \text{ ton}$$

El valor de Mn correspondiente a esa carga fue de 8.4 ton-m. Entonces para conocer el valor de Mpr se multiplica por un factor de 1.25:

$$Mpr = 1.25 * 8.4 \text{ ton} * m = 10.5 \text{ ton} * m$$

Por lo tanto, usando la formula del cortante probable anteriormente usada:

$$Ve = \frac{Mpr1 + Mpr2}{ln} = \frac{2 * 10.5}{2.6} = 8.07 \text{ ton}$$

Entonces según la siguiente inecuación:

Si $P_u > A_g *$

$\frac{f'_c}{20}$; entonces se usa el aporte de la resistencia al cortante del hormigón

En donde $37.5 \text{ ton} > 12.6 \text{ ton}$, por lo tanto:

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{P_u}{140 * A_g} \right) * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 8.42 \text{ ton}$$

La separación resulta $S = 167.35 \text{ cm}$, por lo que se usa la separación por norma, lo que es típico, ya que la separación máxima de la norma corresponde a brindar seguridad al tener columnas con estribos más cerrados, porque esto favorece a la ductilidad del elemento.

Tabla 50

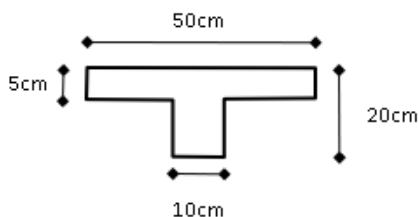
Dimensiones y armado de columnas

Columnas				
# Piso	Dimensiones	Armado	Estribo Conf.	Estribo Central
2	30X30	12D12mm	2E10mm c/5cm	2E10mm c/7cm
1	30X30	12D12mm	2E10mm c/5cm	2E10mm c/7cm

La longitud de anclaje y empalmes es similar al mostrado en el diseño de vigas, ya que estos valores dependen del diámetro de la varilla de refuerzo longitudinal, el cual es el mismo, 12mm.

3.1.10 Cálculo de la losa

La losa es una losa aligerada en una dirección, constituida en nervaduras paralelas y con bovedillas de aligeramiento, que toma como espesor total la carga de compresión y el espesor de peralte de las nervaduras. Su planta es la que determina la modulación arquitectónica y los vanos determinados entre las vigas de apoyo.

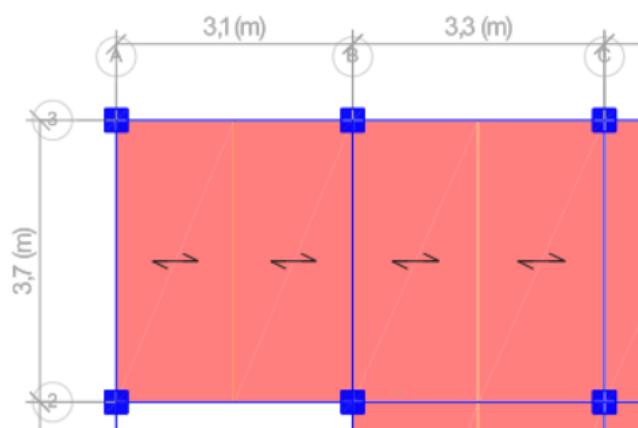
**Tabla 51**

Datos para cálculo de momentos positivos y negativos sobre la losa

DISEÑO DE ALIGERADO			
L1 =	1,55	m	Longitud tramo 1
L2 =	1,55	m	Longitud tramo 2
L3 =	1,65	m	Longitud tramo 3
L4 =	1,65	m	Longitud tramo 4
b =	50	cm	Ancho ala
bw =	10	cm	Ancho alma
hf =	5	cm	Espesor del ala
H =	20	cm	Peralte aligerado

Figura 61

Tramos de losa a diseñar



Nota. El armado para los demás paños se repite ya que la planta es simétrica al igual que las cargas.

La losa está diseñada para no absorber cargas sísmicas, es decir, no son sismorresistentes, estas transfieren esa carga a las vigas que forman parte del pórtico especial resistente a momentos. Por lo tanto, para el diseño solo se considerará cargas gravitacionales.

La combinación de carga crítica para el diseño fue la combinación 2 de la NEC-SE-CG, la cual es:

$$\text{Combinación 2} = 1.2D + 1.6L$$

En donde:

$$D = 470 \frac{kg}{m^2}$$

$$L = 200 \frac{kg}{m^2}$$

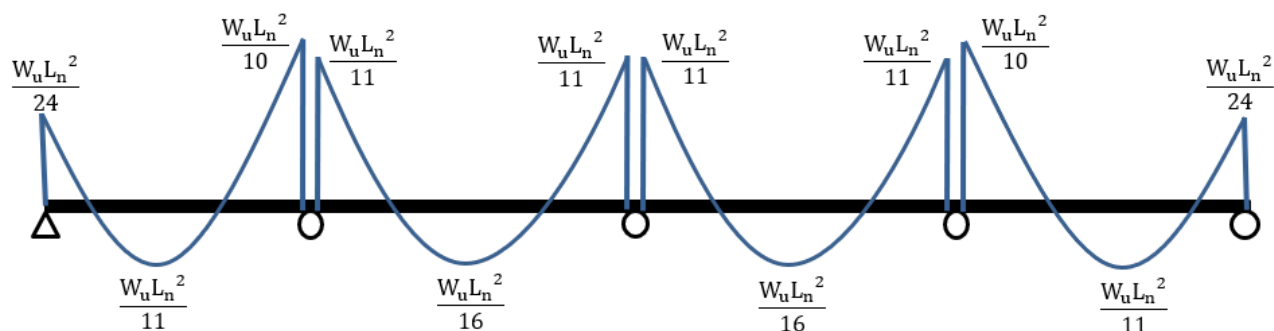
La carga demandante es $Wu = 1.2D + 1.6L = 0.654 \frac{ton}{m^2}$

Estas cargas fueron calculadas en la sección 3.1.4.

Para obtener los momentos positivos y negativos, se aplicará el método de los coeficientes.

Figura 62

Coeficientes ACI para 4 tramos y apoyo simple



Haciendo uso de estas fórmulas se obtienen los siguiente momentos positivos y negativos correspondientes:

Tabla 52

Momentos positivos en cada tramo de la losa

Momentos positivos		
Tramo 1	0,097	ton-m
Tramo 2	0,066	ton-m
Tramo 3	0,075	ton-m
Tramo 4	0,109	ton-m

Tabla 53

Momentos negativos en cada tramo de la losa

Momentos negativos		
Tramo 1	0,044	ton-m
	0,106	ton-m
Tramo 2	0,097	ton-m
Tramo 3	0,109	ton-m
Tramo 4	0,12	ton-m
	0,05	ton-m

Con los momentos calculados, el procedimiento para el cálculo del acero de refuerzo de los nervios de la losa es igual al de una viga, por lo tanto, el acero requerido seria:

Tabla 54

Refuerzo de acero longitudinal de losa aligerada en una dirección

Acero Requerido		
	Superior cm2	Inferior cm2
Tramo 1	0,558	0,558
Tramo 2	0,558	0,558
Tramo 3	0,558	0,558
Tramo 4	0,558	0,558

El $A_s = 0.558 \text{ cm}^2$ se debe a que el acero mínimo es:

$$A_{smin} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} * b_w * d$$

$$A_{smin} = 0.558 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, el refuerzo longitudinal será:

Acero Colocado

	Inicio	Centro	Fin
Tramo 1	1D12	1D12	1D12
	1D12	1D12	1D12
Tramo 2	1D12	1D12	1D12
	1D12	1D12	1D12
Tramo 3	1D12	1D12	1D12
	1D12	1D12	1D12
Tramo 4	1D12	1D12	1D12
	1D12	1D12	1D12

En donde 1D12 = 1.13 cm²

Además, se tiene que considerar el acero por contracción y temperatura:

Tabla 55

Refuerzo de acero por contracción y temperatura

Acero por contracción y temperatura		
hf	5	cm
b	100	cm
Ast	0,9	cm ²
Separación	79	cm
Separación maxima	25	cm

El Ast es de 0.9c cm² por lo que se usara la varilla de 12 mm a cada 25 cm

3.1.11 Diseño de la cimentación

La cimentación es un elemento esencial en el diseño estructural, pues transfiere de manera segura las cargas de la edificación hacia el terreno. En este proyecto se emplea una cimentación superficial, debido a que la relación entre la profundidad de fundación d_f y el ancho de la base B es menor a 4, según lo establecido por la NEC-SE-GC. Este tipo de cimiento permite distribuir las cargas de forma continua, evitando concentraciones de esfuerzo, garantizando estabilidad estructural, reduciendo asentamientos diferenciales y asegurando la durabilidad frente a las condiciones del emplazamiento.

3.1.11.1 Datos y recomendaciones geotécnicas

Según el estudio de suelos del Laboratorio de suelos & Ingeniería de Cimentaciones, el suelo natural presenta una capacidad portante baja a profundidades de 1 a 3 m, con valores entre 0.20 y 0.37 kg/cm². Para garantizar la estabilidad y controlar los asentamientos, se recomienda excavar hasta la cota de -2.40 m desde la cota +0.00 m, tomando como referencia el bordillo de la manzana adyacente. Bajo la cimentación se dispondrá de 1.40 m de mejoramiento del suelo con material granular o canto rodado, con peso unitario de 2100 kg/m³, ángulo de fricción de 23° y cohesión nula, sobre el cual se fundirá un replantillo de 10 cm de hormigón de 180 kg/cm². Este mejoramiento incrementa la capacidad admisible del suelo a 1 kg/cm² considerando un factor de seguridad de 3, lo que permite diseñar cimentaciones superficiales, siempre que se verifiquen las presiones transmitidas, garantizando estabilidad y durabilidad estructural.

El procedimiento mostrado en el informe geotécnico para el cálculo de la capacidad admisible del suelo, considerando el mejoramiento, fue empleando la teoría de Terzaghi:

$$q_c = c'N_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma \quad (3.27)$$

Donde:

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

c' = Cohesión

q_c = Carga ultima

γ = Peso unitario del suelo

q = Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación

B = Ancho de la cimentación

Por lo tanto:

$$q_c = c'N_c + qN_q + 0.5\gamma BN_\gamma = 3.5 * 6.82 + 0.5 * 2.1 * 4 = 30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{adm} = \frac{qc}{3} = 10 \frac{ton}{m^2} = \frac{1kg}{cm^2}$$

Así, se tiene una capacidad admisible del suelo de 1kg/cm²

3.1.11.2 Dimensionamiento de la zapata

Para la cimentación se usará la **zapata corrida con viga de cimentación**. Se tomará como referencia para el diseño el eje 2, dado que presenta la mayor demanda en la base de las columnas y, por tanto, constituye el caso más crítico para la verificación estructural de la cimentación.

Figura 63

Ejemplo de zapata corrida que se diseñará

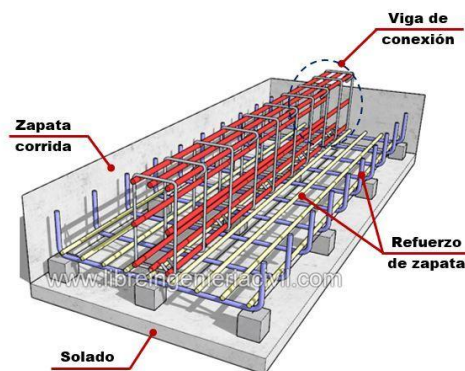
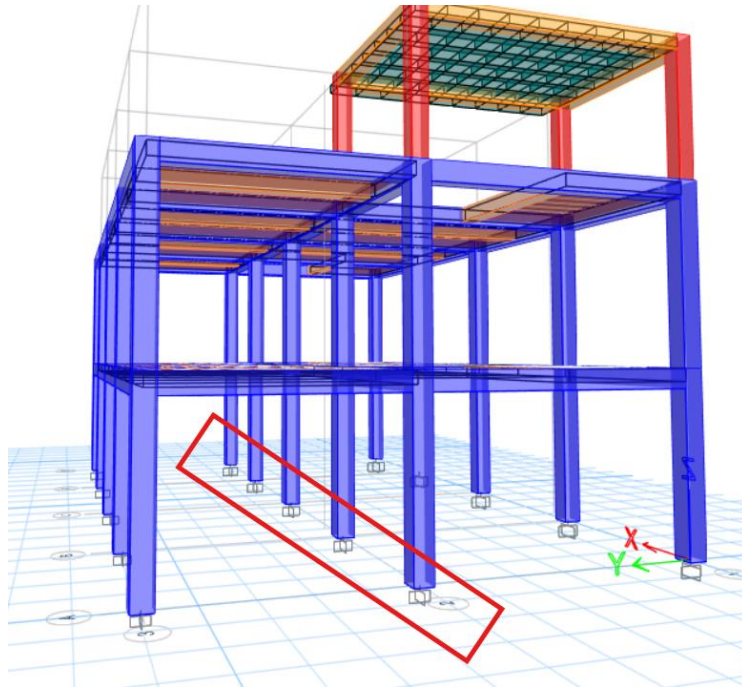


Figura 64

Ubicación de la zapata corrida en el Eje 2

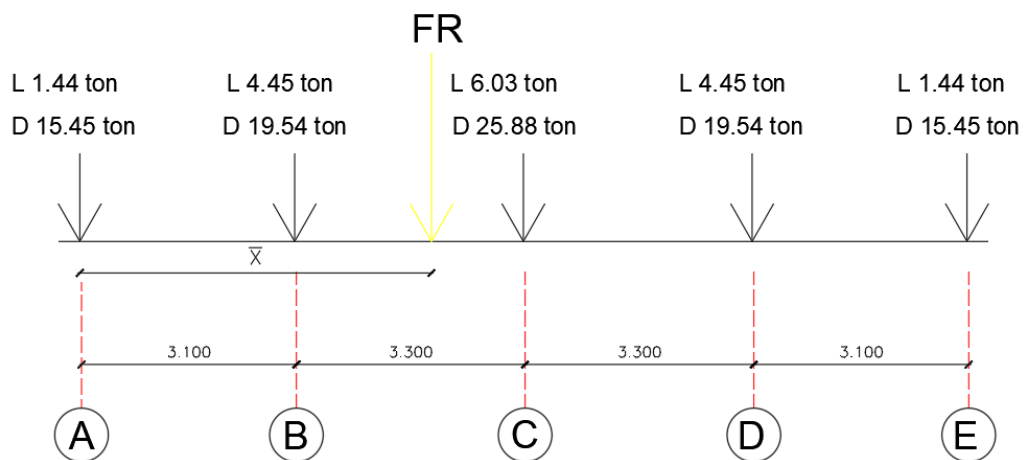


Las dimensiones de la zapata corrida deben garantizar una distribución uniforme de los esfuerzos transmitidos al terreno y, al mismo tiempo, asegurar que la presión ejercida sobre el suelo sea inferior a la capacidad portante admisible previamente determinada.

Para esto, se extrae las reacciones en la base debido a carga muerta y viva y encontrar el centroide de la resultante de las reacciones sobre el área de la zapata corrida

Figura 65

Reacciones obtenidas del software de análisis estructural



Entonces se realiza el siguiente calculo:

$$X = \sum MA / FR \quad (3.28)$$

Por la simetría de cargas y distancia entre columnas, el centroide dio como resultado:

$$X = 6.4 \text{ m}$$

Por lo que la longitud de la zapata corrida será:

$$L = 2 * X + \text{ancho columna} = 2 * 6.4 + 0.3 = 13.1 \text{ m}$$

Mientras que el ancho B es:

$$B = \frac{P_{servicio}}{q_{adm} * L} (m) \quad (3.29)$$

$$B = \frac{113.62 \text{ ton}}{10 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 13.10 \text{ m}} = 0.87 \text{ m} , \text{ por facilidad constructiva se escogerá un } B = 1 \text{ m}$$

Con esto nos aseguramos de que el esfuerzo que se transmitirá al suelo será menor que la capacidad de carga admisible.

Mientras que el peralte de la placa de la zapata corrida se estimara con las fórmulas de longitud de desarrollo de las barras de refuerzo a compresión, para esto se usara la siguiente formula:

$$L_d = 0.075 * db \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}}; \text{ db: } \varnothing \text{ refuerzo longitudinal de columna} \quad (3.30)$$

$$L_d = 0.075 * 1.2 \text{ cm} * \frac{\frac{4200 \text{ kg}}{\text{cm}^2}}{\sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 22.59 \text{ cm}$$

Se escogerá $L_d = 23 \text{ cm}$ por lo que, la altura de la zapata será:

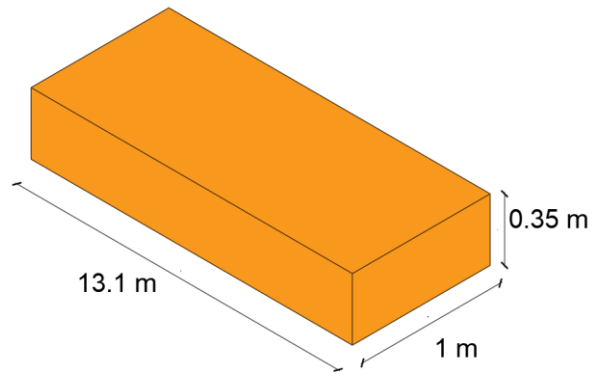
$$H = d + \text{rec} + \varnothing \text{ var} = 23 \text{ m} + 7.5 \text{ cm} + 1.6 \text{ cm} = 32.1 \text{ cm}; \text{ Se escoge } H = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Corrigiendo el peralte efectivo } d = 35 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} - 1.6 \text{ cm} = 25.9 \text{ cm}$$

Por lo tanto, las dimensiones de la placa de la zapata corrida son:

Figura 66

Dimensiones de placa de zapata corrida

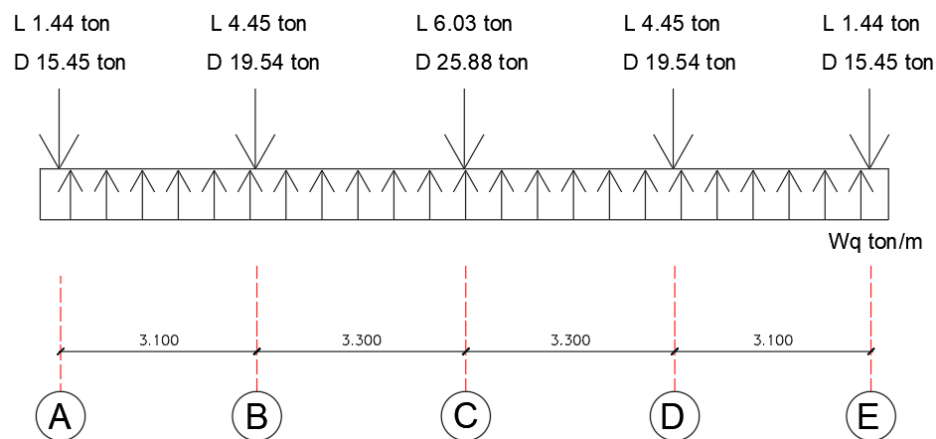


3.1.11.3 Dimensionamiento de la viga de conexión

Para dimensionar este elemento, es necesario obtener la carga linealmente distribuida que ejerce el suelo a la viga de cimentación. A continuación, se muestra las fuerzas que actúan sobre la zapata y viga de cimentación entre las columnas.

Figura 67

Fuerzas actuantes sobre la zapata corrida



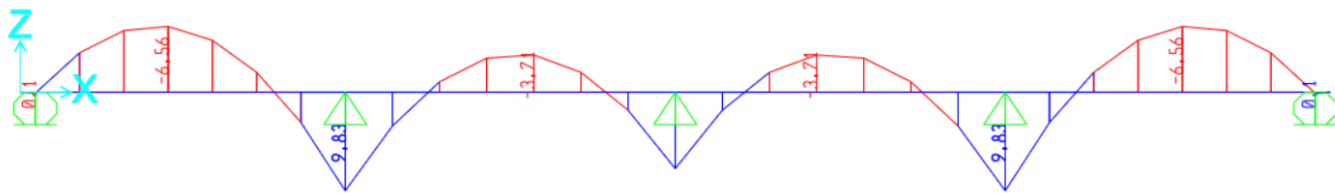
Haciendo sumatorias de fuerzas igual a cero da como resultado:

$$Wq = \frac{113.62 \text{ ton}}{13.1 \text{ m}} = 8.673 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Ahora se empleará un software de análisis estructural con el fin de determinar los momentos flectores en la viga de cimentación y proceder a su dimensionamiento. Para el modelado no se considerará el peso propio de la viga, mientras que el módulo de elasticidad se asignará con un valor igual a 1, de manera que el análisis se centre únicamente en el efecto de las cargas transmitidas por las columnas y el suelo.

Figura 68

Momentos flectores en viga de cimentación



Se toma como referencia el momento flector máximo para estimar el peralte de la viga, de manera que se adopte una misma altura en las cuatro vigas de cimentación correspondientes al eje 2. El peralte efectivo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.145 * f'c * bw}} \quad (3.31)$$

Donde:

bw = Base de la viga cm (mínimo 25cm)

$f'c$ = Resistencia del hormigón $\frac{kg}{cm^2}$

Mu = Demanda de momento flector kg – cm

Dando como resultado:

$$d = \sqrt{\frac{9.83 * 100000}{0.145 * 25 * 280}} = 31.12cm \rightarrow d = 32cm$$

$$H = \text{peralte} + \text{rec} + \frac{\phi_{\text{long}}}{2} + \phi_{\text{estr}} = 32\text{cm} + 7.5\text{cm} + \frac{1.6}{2}\text{cm} + 1 = 41.\text{cm} \rightarrow H = 50\text{cm}$$

$$d = 50\text{cm} - 7.5\text{cm} - \frac{1.6}{2}\text{cm} - 1\text{cm} = 40.7\text{ cm}$$

Por lo tanto, la viga de cimentación será de VC 25x50.

3.1.11.4 Refuerzo longitudinal de la viga de conexión

Para el refuerzo con varillas de acero se sigue el mismo procedimiento de diseño a flexión de una viga de entrepiso.

Tabla 56

Momentos flectores en las vigas de cimentación

	Tramo A-B			Tramo B-C			Tramo C-D			Tramo D-E		
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
	[T-m]			[T-m]			[T-m]			[T-m]		
Top	6,56	6,56	0	0	3,71	0	0	3,71	0	0	6,56	6,56
Bott	0	0	9,83	9,83	0	7,61	7,61	0	9,83	9,83	0	0

Tabla 57

Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación

	Tramo A-B		
	As colocado (cm2)		
Superior	3D16 6,03	3D16 6,03	2D16 4,02
Inferior	2D16 4,02	2D16 4,02	2D16+2D20 10,3

Tabla 58

Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación

	Tramo B-C		
	As colocado (cm2)		
Superior	2D16 4,02	2D16 4,02	2D16 4,02
Inferior	2D16+2D20	2D16	2D16+2D20

10,3	4,02	10,3
------	------	------

Tabla 59

Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación

Tramo C-D			
As colocado (cm ²)			
Superior	2D16	2D16	2D16
	4,02	4,02	4,02
Inferior	2D16+2D20	2D16	2D16+2D20
	10,3	4,02	10,3

Tabla 60

Acero de refuerzo longitudinal en viga de cimentación

Tramo D-E			
As colocado (cm ²)			
Superior	2D16	3D16	3D16
	4,02	6,03	6,03
Inferior	2D16+2D20	2D16	2D16
	10,3	4,02	4,02

El armado realizado corresponde a 2 varillas de 16 mm a lo largo del eje y se refuerzo con varillas adicionales de 16 mm o 20 mm según corresponda.

3.1.11.5 Refuerzo transversal de viga de conexión

A diferencia de las vigas de pórtico, en las vigas de cimentación la separación de los estribos no se define directamente por norma, sino que depende de la demanda real de cortante en cada tramo. Para obtener estos valores se utiliza un software de análisis estructural, considerando el cortante en la cara del apoyo y no a una distancia “d” como suele hacerse en las vigas de la superestructura. Con estos resultados se determina el refuerzo transversal necesario, calculando el espaciamiento de los estribos con la siguiente fórmula, empleando varilla de 10 mm:

$$S = \frac{0.75 * A_v * f_y * d}{V_u - V_c} ; 0.75 = \text{factor de reducción de resistencia} \quad (3.32)$$

Donde:

A_v = Suma del área de todos los ramales del refuerzo transversal

d = Peralte efectivo de la viga

V_u = Cortante máxima del tramo

V_c = Resistencia del concreto al cortante

Por lo tanto, tabulando el resultado obtenemos:

Tabla 61

Separación de estribos de la viga de cimentación

Tramo A-B		Tramo B-C		Tramo C-D		Tramo D-E	
Separación S(cm)		Separación S(cm)		Separación S(cm)		Separación S(cm)	
V_u [T]	17,4	V_u [T]	15,86	V_u [T]	15,86	V_u [T]	17,4
V_c [T]	9,02	V_c [T]	9,02	V_c [T]	9,024	V_c [T]	9,02
V_s [T]	14,17	V_s [T]	12,12	V_s [T]	12,12	V_s [T]	14,17
S [cm]	18,94	S [cm]	22,14	S [cm]	22,14	S [cm]	18,94
Escogido[cm]	18	Escogido[cm]	20	Escogido[cm]	20	Escogido[cm]	18

3.1.11.6 Refuerzo a flexión de la placa de la zapata corrida

El refuerzo a flexión de la zapata corrida se diseña para resistir los momentos producidos por la transmisión de cargas de las columnas hacia el terreno. Su función principal es controlar la fisuración, garantizar la capacidad portante y asegurar una adecuada distribución de esfuerzos. Para ello se obtiene el diagrama de momentos considerando una carga linealmente distribuida sobre el ancho de 1,00 m de la zapata. Con estos resultados se determinan los momentos máximos y el refuerzo de acero necesario conforme al ACI 318.

Figura 69

Carga linealmente distribuida para obtener el As del refuerzo principal

La carga de 113.57 ton/m es resultado de multiplicar la presión que ejerce el suelo a la zapata debido a las cargas que transmiten las columnas. El cálculo es:

$$Esfuerzo\ del\ suelo = \frac{P_{servicio}}{Area\ de\ la\ zapata} = \frac{113.62\ t\ ton}{1\ m * 13.1\ m} = 8.67\ \frac{ton}{m^2}$$

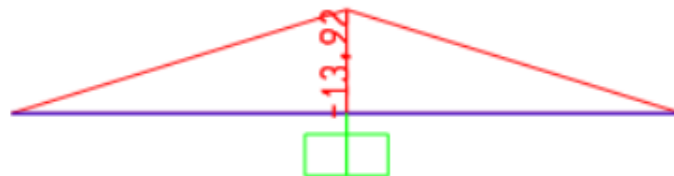
El cual es similar a la carga lineal obtenida para el refuerzo de la viga de unión, esto se debe a que el ancho es de un metro. Pero en este caso se debe multiplicar por la longitud de la zapata para obtener la carga líneal en el sentido que requerimos, por lo que:

$$Wq = 8.67 * 13.1 = 113.57\ \frac{ton}{m}$$

Desde un software de análisis estructural se obtuvieron los siguientes momentos:

Figura 70

Idealización de la zapata para obtener los momentos críticos



Se procede a verificar que el peralte elegido en el dimensionamiento sea mayor al requerido por demanda, para esto usamos la formula anterior:

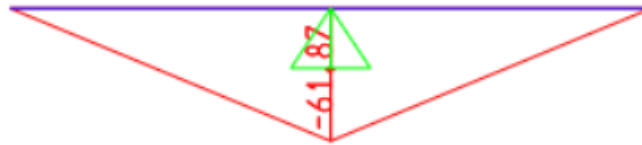
$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.145 * f'c * bw}} = d = \sqrt{\frac{13.92 * 100000}{0.145 * 1310 * 280}} = 5.12 \text{ cm}$$

$$5.12 \text{ cm} < 25.9 \text{ cm} \quad \therefore \text{Cumple}$$

Ahora, debemos comprobar que la resistencia del concreto a cortante sea mayor al cortante V_u que actúa en la zapata:

Figura 71

Cortante máximo que debe resistir el concreto



La resistencia del concreto a cortante es:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d \quad (3.33)$$

Por lo que, el resultado es:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280} * 1310 * 25.9 = 300.9 \text{ ton}$$

$$300.9 \text{ ton} \gg 61.87 \text{ ton} \quad \therefore \text{Cumple}$$

Se podría reducir la altura, pero la columna no cumpliría con el empotramiento en la base

Ahora se calcula el acero requerido y el mínimo:

$$A_{smin} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * bw * d \quad (3.34)$$

$$As_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{280}}{4200} * 1310 * 25.9 = 113.09 cm^2$$

Mientras que el As requerido fue de:

$$As_{req} = 9.90 cm^2$$

$$As_{req} < As_{min} \rightarrow \text{Se usa el } As_{min} = 113.09 cm^2$$

Por lo que la cantidad ser:

$$N\# \text{ varillas } 16mm = \frac{As_{min}}{As_{16mm}} = \frac{113.09}{2.01} = 56.26 u \rightarrow 57\emptyset 16mm$$

Se verifica que sea mayor al requerido

$$As_{colocado} = 57 * As_{\emptyset} = 114.57 cm^2$$

$$As_{colocado} = 114.57 > As_{min} = 113.09 \rightarrow \text{OK}$$

La separación será:

$$S = \frac{bw - rec * 2 - \emptyset}{N\# - 1} = \frac{1310cm - 7.5cm * 2 - 1.6}{56} = 23.68 cm$$

$$S \text{ elegido} = 23 cm$$

Se colocará el mismo refuerzo en sentido perpendicular, formando una malla

3.1.12 Diseño estructural de la escalera

En este diseño, será realizara el cálculo de una escalera de dos tramos en donde se considerarán tanto las cargas permanentes, peso propio de la escalera y acabados como las cargas vivas, en este caso corresponde a una escalera para vivienda. Para los peldaños se usarán medidas estándar de contrapaso y paso de 18 y 30 cm respectivamente, asegurando comodidad y estabilidad al subir y bajar las escaleras. Además, tendrá un ancho de 1.10 metros para brindar mayor accesibilidad, estas medidas fueron propuestas por el arquitecto encargado del diseño que se nos proporcionó.

3.1.12.1 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de cada tramo se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

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

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

$$Altura \text{ del descanso} = 144 \text{ cm}$$

$$Altura \text{ del descanso al primer piso} = 108 \text{ cm}$$

$$Distancia \text{ del descanso} = 76 \text{ cm}$$

$$Distancia \text{ la losa de llegada} = 93 \text{ cm}$$

$$Base \text{ de la viga (descanso y llegada)} = 25 \text{ cm}$$

Cantidad de peldaños del primer tramo:

$$\#peldaños = \frac{1.44m}{0.18m} = 8 \text{ peldaños}$$

Distancia de del primer tramo:

$$Lntramo1 = 8 * 0.3 = 2.4 \text{ m}$$

Cantidad de peldaños del primer tramo:

$$\#peldaños = \frac{1.08m}{0.18m} = 6 \text{ peldaños}$$

Distancia del segundo tramo:

$$Lntramo2 = 6 * 0.3 = 1.8m$$

1.8 metros excede la distancia disponible para el segundo tramo, por lo que se ajusta el paso:

$$paso = \frac{\text{distancia disponible}}{6} = \frac{1.26m}{6} = 0.21m$$

$$Lntramo2 = 6 * 0.21 = 1.26 \text{ m}$$

Por lo tanto:

Tramo 1

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

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

$$ln1 = 2.4 \text{ m}$$

Tramo 2

$$Paso = 21 \text{ cm}$$

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

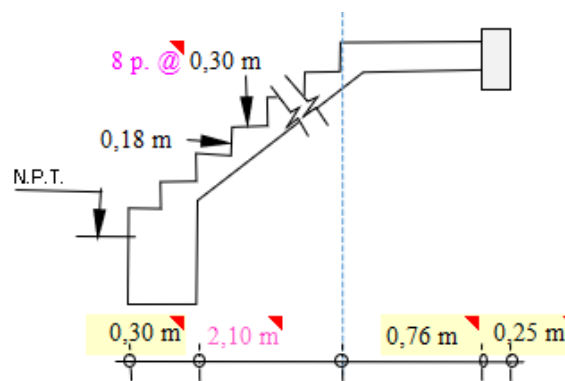
$$ln2 = 1.26 \text{ m}$$

Se propondrá un ancho de cimentación de la escalera de 0.3 m

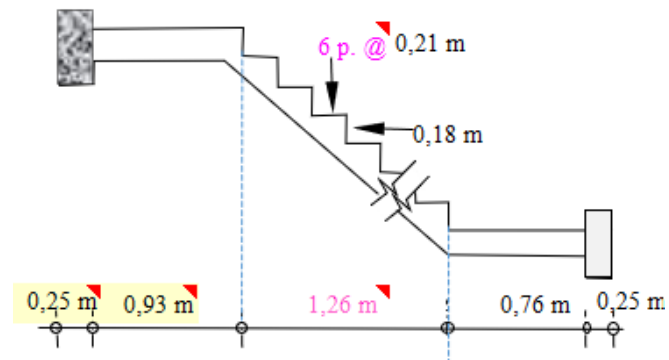
Por lo tanto, la escalera tendría la siguiente configuración:

Figura 72

Configuración del primer tramo

**Figura 73**

Configuración del segundo tramo



Espesor del primer tramo:

$$t_1 = \frac{lm_1}{25} = \frac{2.1 + 0.76}{25} = 0.1144 \text{ m} ; t_1 = 12 \text{ cm}$$

Espesor del segundo tramo:

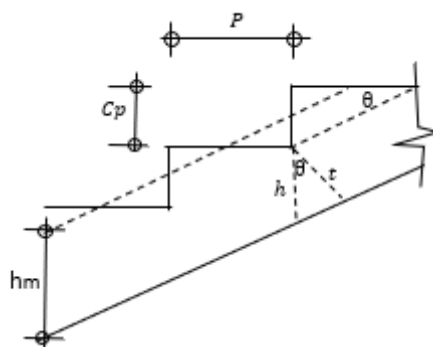
$$t_2 = \frac{lm_2}{25} = \frac{0.76 + 1.26 + 0.93}{25} = 0.118 \text{ m} ; t_2 = 12 \text{ cm}$$

3.1.12.2 Diseño del primer tramo

Cálculo de altura promedio

Figura 74

Altura h_m promedio



$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Cp^2}}$$

$$\cos \theta = 0.857$$

$$h = \frac{t_1}{\cos \theta} = 13.99 \text{ cm}$$

$$hm = h + \frac{Cp}{2} = 22.99 \text{ cm} = 23 \text{ cm}$$

Carga muerta

Tramo:

$$\text{Peso propio} = 0.23 * 1 * 2.4 * 1.2 = 0.662 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Acabados} = 0.01 * 1.2 * 1 = 0.024 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga viva} = 1 * 0.2 * 1.6 = 0.32 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$Wu1 = 1.006 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Descanso:

$$\text{Peso propio} = 0.12 * 1 * 2.4 * 1.2 = 0.346 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

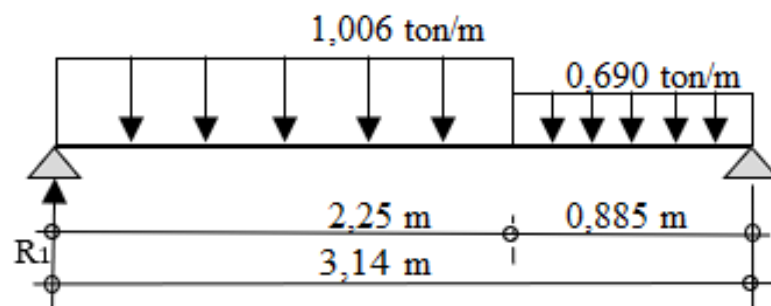
$$\text{Acabados} = 0.01 * 1.2 * 1 = 0.024 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga viva} = 1 * 0.2 * 1.6 = 0.32 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$Wu2 = 0.69 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Figura 75

Idealización de cargas y apoyos para obtener las demandas sobre de la escalera



Cálculo del momento máximo:

$$R1 = \frac{2.25 * 1.006 * \left(3.135 - \frac{2.25}{2}\right)}{3.14} = 1.54 \text{ ton}$$

$$Xo = \frac{R1}{Wu1} = \frac{1.54}{1.006} = 1.53 \text{ m}$$

$$Mumax = R1 * Xo - Wu1 * \frac{Xo^2}{2} = 1.18 \text{ ton} - m$$

Refuerzo positivo:

El cálculo es similar al de una viga, por lo que el refuerzo sería:

$$Mu = 0.9 * 1.18 = 1.057 \text{ ton} - m$$

$$Varilla = 10 \text{ mm}$$

Tabla 62

Armado de acero longitudinal superior

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	As+ (cm ²)	As min	As diseño	Ø	Disposición
1,057	100	9,68	0.0031	3	1,74	3	Ø10	Ø10@0,26 m

Verificar espaciamiento con máximos recomendados:

$$S1 = 3 * t1 = 36 \text{ cm}$$

$$S2 = 45 \text{ cm}$$

$$26 \text{ cm} < \min(36; 45) = 36 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el refuerzo sería Ø10@0,26 m

Refuerzo Negativo:

Tabla 63

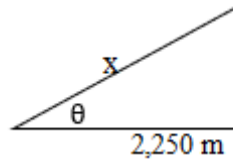
Armado de acero longitudinal inferior

b (cm)	d(cm)	As+ / 2 (cm ²)	As min	As diseño	Ø	Disposición
100	9,6	1,51	1,73	1,73	Ø 10	Ø 10@0,45 m

Longitud de refuerzo negativo:

Figura 76

Relación para longitud de refuerzo negativo



$$x = \frac{2.25}{\cos \theta} = 2.624 \text{ m}$$

$$\frac{X}{3} = 0.87 \text{ m ; longitud del gancho de refuerzo tramo 1}$$

Refuerzo transversal

Tabla 64

armado transversal del primer tramo

b (cm)	t (cm)	ρ	As temp.	Ø	Disposición
100	12	0,0018	2,16	Ø 10	Ø 10@0,36 m

3.1.12.3 Diseño del segundo tramo

Para el cálculo del armado del segundo tramo el procedimiento es similar:

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Cp^2}}$$

$$\cos \theta = 759$$

$$h = \frac{t1}{\cos \theta} = 15.80 \text{ cm}$$

$$hm = h + \frac{Cp}{2} = 24.80 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

Carga muerta

Tramo:

$$\text{Peso propio} = 0.25 * 1 * 2.4 * 1.2 = 0.662 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Acabados} = 0.01 * 1.2 * 1 = 0.024 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga viva} = 1 * 0.2 * 1.6 = 0.32 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$Wu1 = 1.058 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Descanso:

$$\text{Peso propio} = 0.12 * 1 * 2.4 * 1.2 = 0.346 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

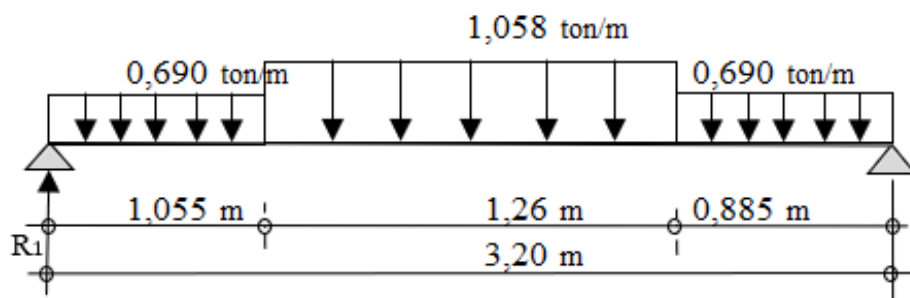
$$\text{Acabados} = 0.01 * 1.2 * 1 = 0.024 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga viva} = 1 * 0.2 * 1.6 = 0.32 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$Wu2 = 0.69 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Figura 77

Idealización de cargas y apoyos para obtener las demandas sobre de la escalera



Cálculo del momento máximo:

$$R1 = 1.323 \text{ ton}$$

$$Xo = 1.618 \text{ m}$$

$$Mumax = 0.96 \text{ ton} - \text{m}$$

Refuerzo positivo:

El cálculo es similar al de una viga, por lo que el refuerzo sería:

$$M_u = 0.9 * 0.96 = 0.864 \text{ ton} - m$$

$$\text{Varilla} = 10 \text{ mm}$$

Tabla 65

Armado de acero longitudinal superior

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	P	As+ (cm ²)	As min	As diseño	Ø	Disposición
0,864	100	9,6	0,00256	2,46	1,73	2,46	Ø 10	Ø10@0,32 m

Verificar espaciamiento con máximos recomendados:

$$S1 = 3 * t1 = 36 \text{ cm}$$

$$S2 = 45 \text{ cm}$$

$$32 \text{ cm} < \min(36; 45) = 36 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el refuerzo sería Ø10@0,32 m

Refuerzo Negativo:

Tabla 66

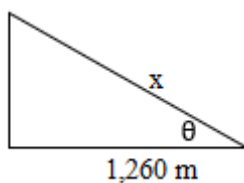
Armado de acero longitudinal inferior

b (cm)	d(cm)	As+ / 2 (cm ²)	As min	As diseño	Ø	Disposición
100	9,6	1,23	1,73	1,73	Ø 10	Ø 10@0,45 m

Longitud de refuerzo negativo:

Figura 78

Relación para longitud de refuerzo negativo



$$x = \frac{1.26}{\cos \theta} = 1.66 \text{ m}$$

$$\frac{X}{3} = 0.55 \text{ m ; longitud del gancho de refuerzo tramo 2}$$

Refuerzo transversal

Tabla 67

armado transversal del primer tramo

b (cm)	t (cm)	ρ	As temp.	$\emptyset$	Disposición
100	12	0,0018	2,16	$\emptyset 10$	$\emptyset 10 @ 0,36 \text{ m}$

3.1.12.4 Detalle del refuerzo de acero

Figura 79

Detalle del armado longitudinal y transversal del primer tramo

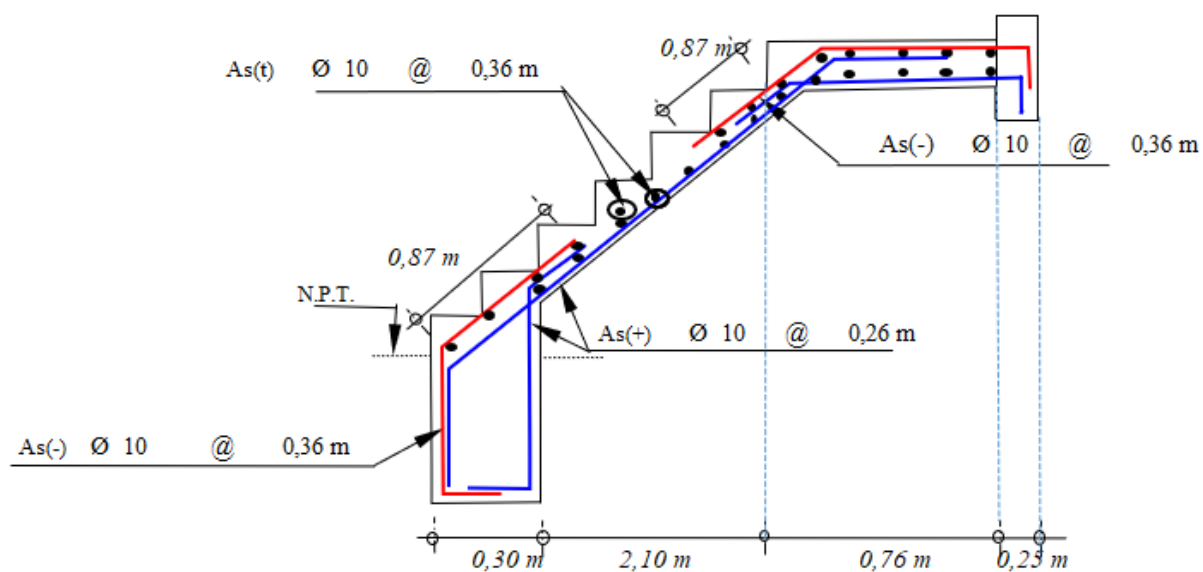
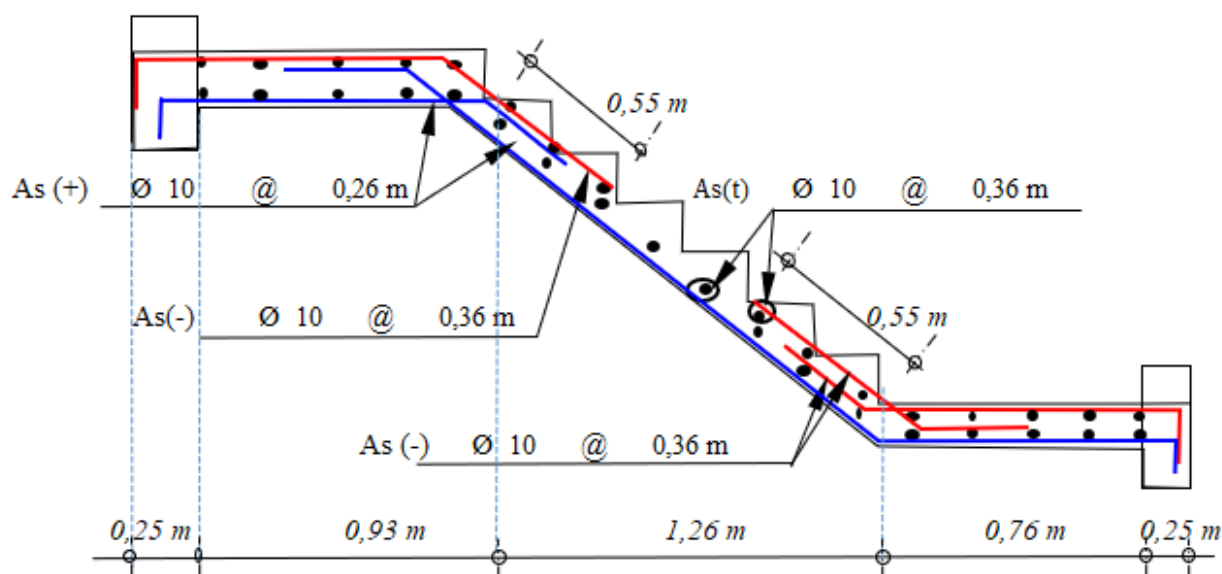


Figura 80

Detalle del armado longitudinal y transversal del segundo tramo



3.2 Diseño de Sistemas Hidrosanitarios

3.2.1 Sistema de Agua Potable (AAPP)

El diseño de la red de distribución de agua potable fría se basa en proveer la red hacia los diferentes aparatos sanitarios de la vivienda, considerando condiciones de funcionamiento en régimen máximo para la red. A continuación, se establecen los siguientes parámetros técnicos:

Caudal de diseño

Se dimensiona la instalación de las tuberías con el caudal instantáneo mínimo previsto para cada aparato sanitario, todo de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente. Se puede calcular así la demanda para cada tramo de red, teniendo en cuenta las conexiones simultáneas y el comportamiento actual del consumo doméstico.

Utilizando la tabla 3,20 determinaremos el aparato sanitario, su caudal instantáneo mínimo, la presión requerida para cada aparato en metros de columna de agua (m.c.a.), y el diámetro interior mínimo de tubería que subministra agua en dicho aparato.

Tabla 68

Recomendaciones de presión y caudal en aparatos sanitarios

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

En la tabla 3.21 se muestra los aparatos disponibles en el proyecto y el caudal instantáneo (Q_i) en litros por segundo por aparato sanitario, el caudal total requerido por el número total de aparatos disponibles es 1,8

Tabla 69

Aparatos sanitarios disponibles en el proyecto

Apartas Sanitarios	Cantidad	Q_i (l/s)	Q_i total (l/s)
Inodoro	3	0,1	0,3
Ducha	2	0,2	0,4
Fregadero cocina	1	0,2	0,2
Lava manos	3	0,1	0,3
Lavadora	2	0,2	0,4
Grifo patio	1	0,2	0,2

Total	12	1,8
-------	----	-----

Elección de los diámetros

El diámetro de las tuberías de la red de agua fría debe permitir el transporte del caudal demandado y no dar lugar a pérdidas de carga excesivas o altas velocidades que puedan producir ruido, fatiga o sobredimensionamiento. Para ello se consideran los diámetros mínimos establecidos por normativa, ajustándolos a los valores comerciales que aparece, se utilizaran tablas de flamat y fittings

Presión de servicio

Se garantiza el mantenimiento de una presión mínima en todos los puntos de consumo, y, en especial, en los aparatos ubicados en la planta alta o los que se encuentran alejados de la salida de suministro de agua, como se recomienda en la tabla 29. En el caso que la red pública no permita obtener una presión apropiada se contempla el uso de un sistema de bombeo. La presión máxima no debe superar los 50 metros de columna de agua (m.c.a.) y se respetarán las recomendaciones de los fabricantes de los equipos sanitarios.

Velocidad del flujo

La velocidad del agua que circula por las tuberías debe estar sometida a un margen mínimo y máximo que evite al mismo tiempo la sedimentación y la erosión de la sección interior de las tuberías. Para este proyecto se opta una velocidad de diseño situada entre 0,6 m/s y 2,5 m/s. La velocidad de diseño adoptada por defecto es de 1,5 m/s, dado que es la recomendada como óptima en condiciones normales por la NEC.

3.2.1.1 Depósito de almacenamiento

El depósito de almacenamiento asegura el abastecimiento del agua en caso de que se produzcan cortes en la red pública. Se obtiene el volumen útil en función del consumo diario por habitante y la cantidad de días de reserva que se considere los más apropiados; se

recomienda realizar dicha reserva a un mínimo de 24 horas. Las dimensiones y la ubicación satisfacen la normativa vigente, incluida la boca de inspección, la cual al menos haya de tener las dimensiones de $0,60 \times 0,60$ m.

$$V = C * D$$

Donde:

C = consumo de agua diaria [lt/hab·día]

D = días de reserva.

3.2.1.2 *Diseño de la cisterna*

Estimación de la demanda

La estimación de la demanda se toma considerando el uso residencial y las personas que habitan la vivienda. La distribución nacional varía entre 200 y 350 litros/habitante/día; para este el proyecto se adopta un valor medio de 250 l/hab·día, en referencia al perfil de consumo. Esta información es fundamental para poder conocer la capacidad del sistema de almacenamiento.

Tabla 70

Dotaciones por tipo de edificación y consumo estimado por persona.

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300

Volumen de almacenamiento

El volumen de almacenamiento se calcula en función de la demanda diaria y el número de días de reserva a tener en cuenta. De este modo, para asegurar el abastecimiento en caso de interrupciones, se tiene en cuenta una reserva de 3 días para 4 habitantes con una dotación de 250 l/hab·día:

$$V = V * D = 250 * 4 * 3 = 3000 \text{ lt} = 3m^3$$

Este volumen permite asegurar el abastecimiento de agua potable básico durante el periodo de reserva definido, cumpliendo así los criterios técnicos y normativos.

Dimensiones

Considerando el volumen requerido de $3 m^3$ y una altura útil estimada de 1.7 m (teniendo en cuenta 30 cm para ventilación) se obtiene el área en planta necesaria. La forma de la cisterna será lo más cúbica posible. Habiendo supuesto un lado de 1.50 m, las dimensiones finales de la cisterna serán: 1.50 m×1.50 m×2.0 m.

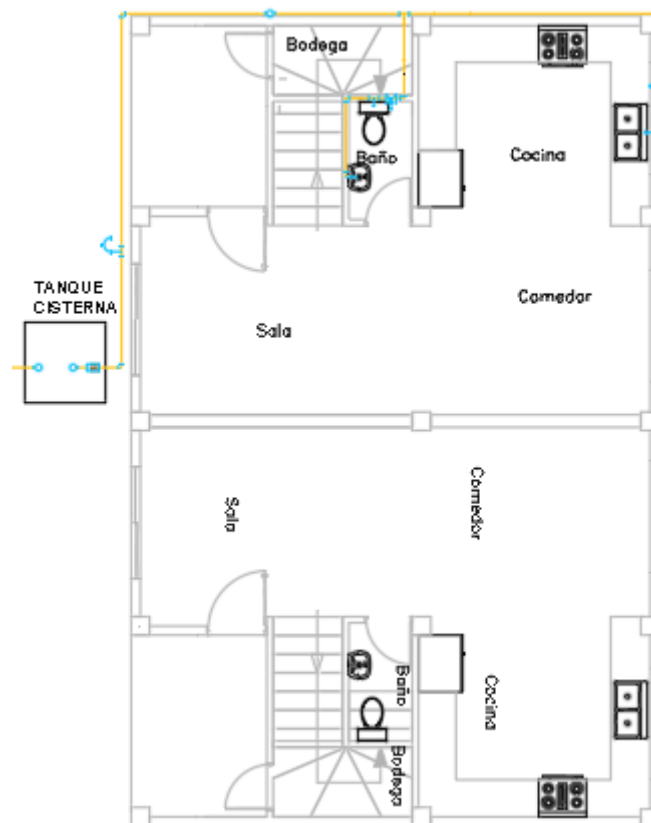
Esta forma garantiza estabilidad estructural, facilidad de construcción y ahora se mantiene el volumen necesario, con un volumen final de 3,82 m³.

Ubicación.

Localización de la cisterna La cisterna se ubicará en la planta baja, cercana a la entrada del agua desde el medidor para optimizar el trayecto de las tuberías y facilitar las tareas de mantenimiento, localizándose de acuerdo con las distancias mínimas que exige la norma frente a muros colindantes y sistemas de aguas servidas. La disposición en planta queda recogida en la figura.

Figura 81

Localización de la cisterna en la planta baja.



Características constructivas

La cisterna se ejecutará en hormigón armado, un material que garantiza estanqueidad, durabilidad y resistencia estructural. Se procederá con los muros y las losas de hormigón bien reforzadas con acero corrugado varilla de 10 y 12, que soporten la presión del agua almacenada en la estructura. Se añadirán antes de la techumbre una tapa con boca de inspección que permita el acceso de los mantenimientos o limpieza, además de la ventilación superior. La estructura interna se realizará impermeable para prevenir filtraciones y asegurar la calidad del agua de la cisterna.

3.2.2 Distribución de Agua Potable

3.2.2.1 Prediseño de la Red Interior

El Prediseño que consiste en la definición del trazado de la red de agua fría que parte del lugar de colocación de los aparatos sanitarios dentro del proyecto arquitectónico. Se establece el trayecto óptimo de las conducciones, desde la salida de la cisterna y el sistema de bombeo, hasta cada uno de los puntos de consumo. Se trazarán trayectos mínimos, con la menor cantidad de accesorios posible, con objeto de reducir las pérdidas de carga. Este esquema preliminar permite detectar los tramos hidráulicos básicos para, en una fase posterior, poder llevar a cabo cálculos de los caudales, velocidades, diámetros, etc.

3.2.2.2 Estimación de caudales por tramo

La estimación de los caudales la realiza identificando los aparatos sanitarios conectados a cada uno de los tramos de la red. A cada uno de ellos le corresponderá un caudal instantáneo según valores que se recogen en la normativa correspondiente. Para evitar un sobredimensionamiento, los tramos se fraccionan por sectores (planta baja y alta), que permiten determinar los caudales parciales y totales en función de la simultaneidad de uso, información que es relevante para obtener la solución, o el diámetro óptimo de las conducciones.

Figura 82

Distribución de la red en tramos primera planta

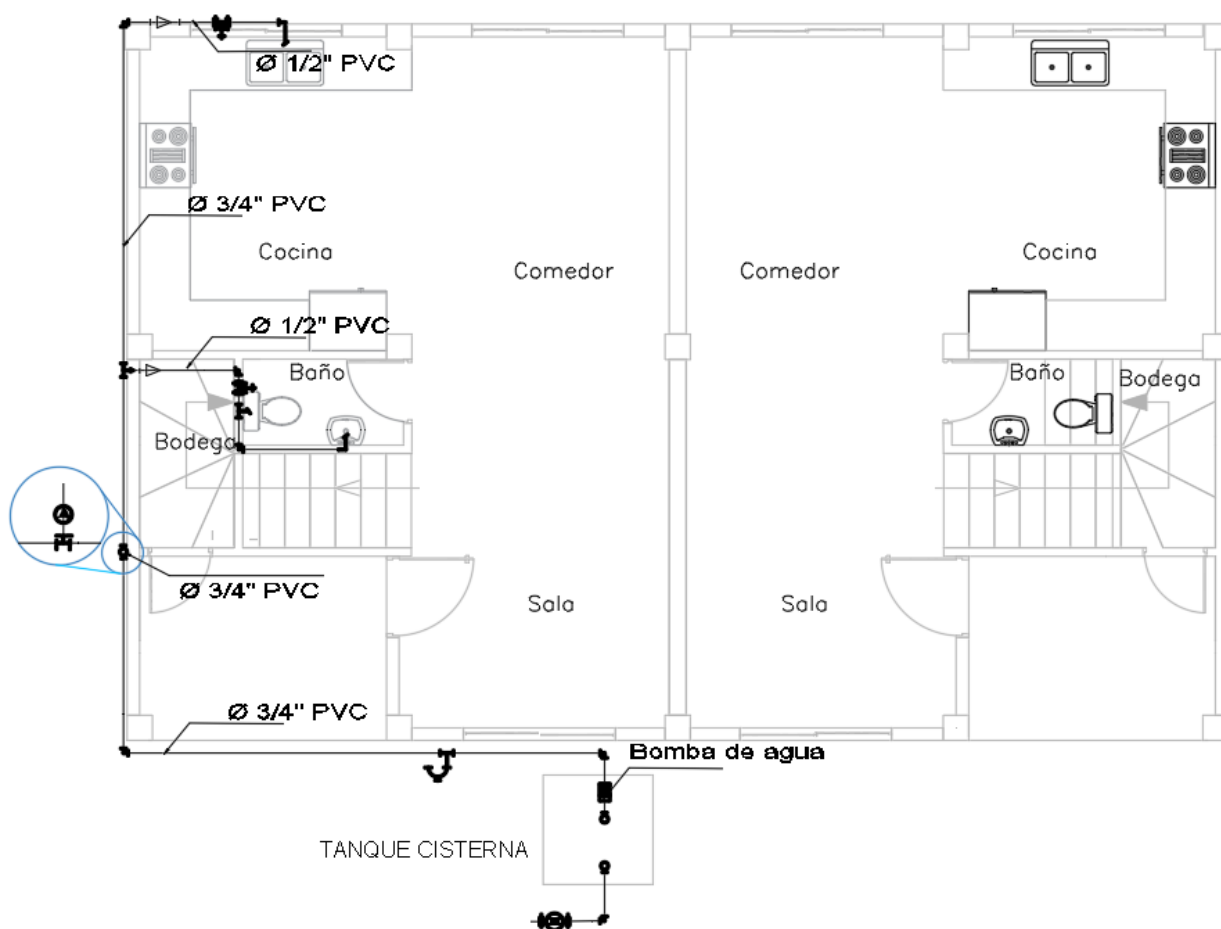
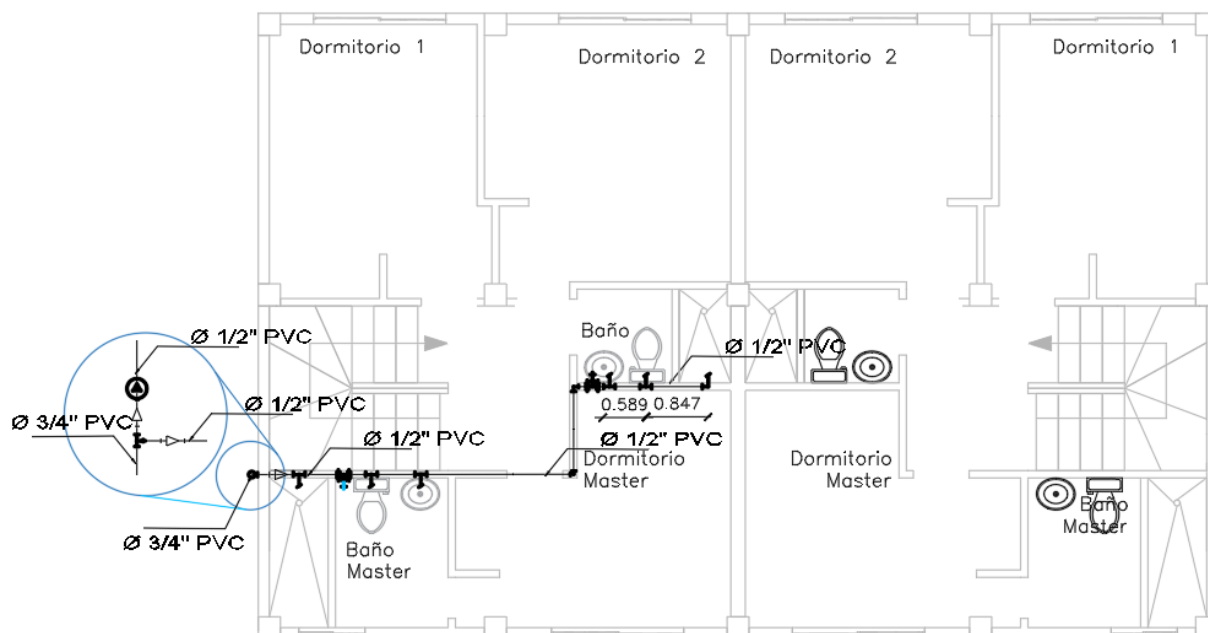


Figura 83

Distribución de la red en tramos segunda planta

**Figura 84**

Distribución de la red en tramos tercera planta

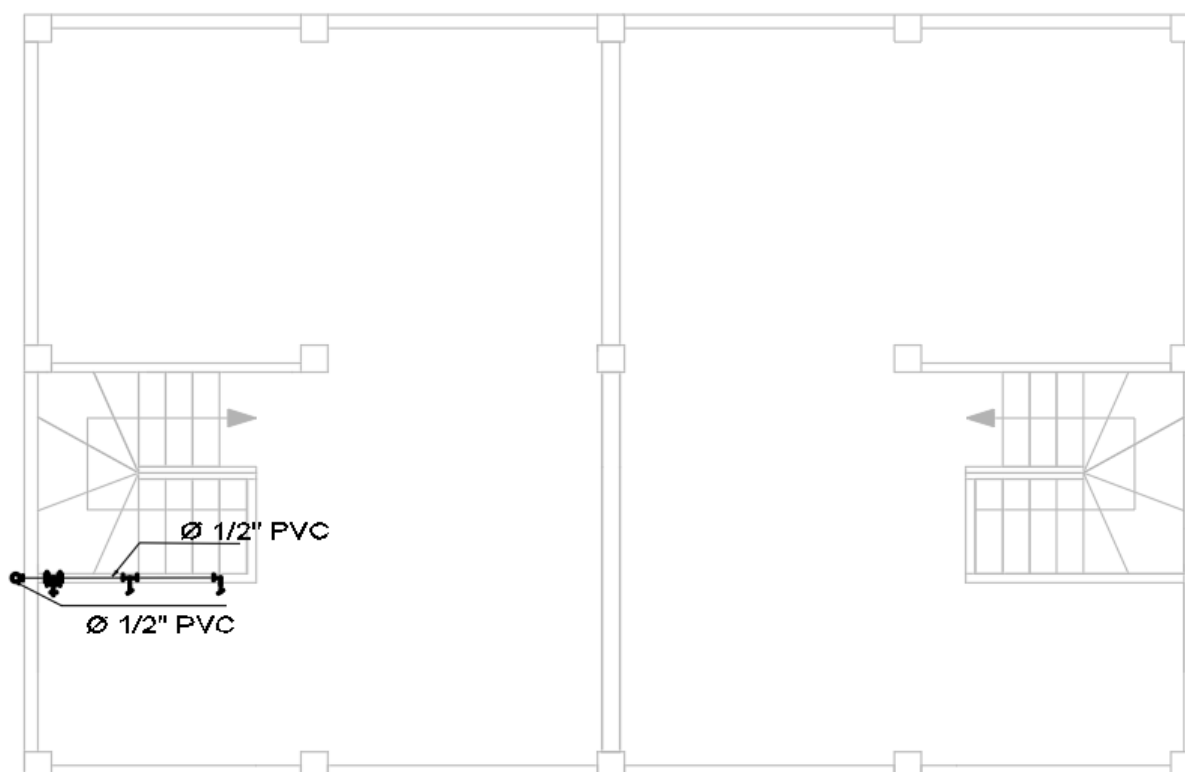


Figura 85*Simbología*

LEYENDA DE AGUA	
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	TEE DE SUBIDA
	CODO DE SUBIDA
	CODO DE 90°
	TEE
	VALVULA DE COMPUERTA
	PUNTO DE AGUA
	MEDIDOR
	VALVULA CHECK
	REDUCCION
	GRIFO DE REGO

Caudal máximo probable y simultaneidad.

El caudal máximo probable (QMP) lo obtenemos con la consideración de la simultaneidad en el uso de los aparatos sanitarios conectados a un mismo tramo. Para el cálculo se aplica un coeficiente de simultaneidad k_s que determina la reducción del caudal total teórico a uno más realista. Este coeficiente depende, a su vez, del número de aparatos conectados:

$$QMP = k_s * QI \text{ total}$$

Donde

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{\text{cantidad de accesorios} - 1}}$$

K_s = cantidad de accesorios

$$QMP = \frac{1}{\sqrt{12-1}} * 1.8 = 0.542 \frac{lt}{s}$$

Cálculo de velocidades

La velocidad optima por normativa estaría en 0.6 y 2.5 m/s por lo que se utiliza 1.5m/s

$$v = 1.5 \text{ m/s}$$

Diámetro de tubería

$$D = \sqrt{\frac{4 * QMP}{V * \pi * 1000}} * 1000 = 21.44mm$$

Tomando el inmediato superior del diámetro comercial tenemos que es 1 plg, este valor es un punto de referencia lo máximo que puede tener la tubería inicial ya que aún no se consideran las perdidas por accesorios.

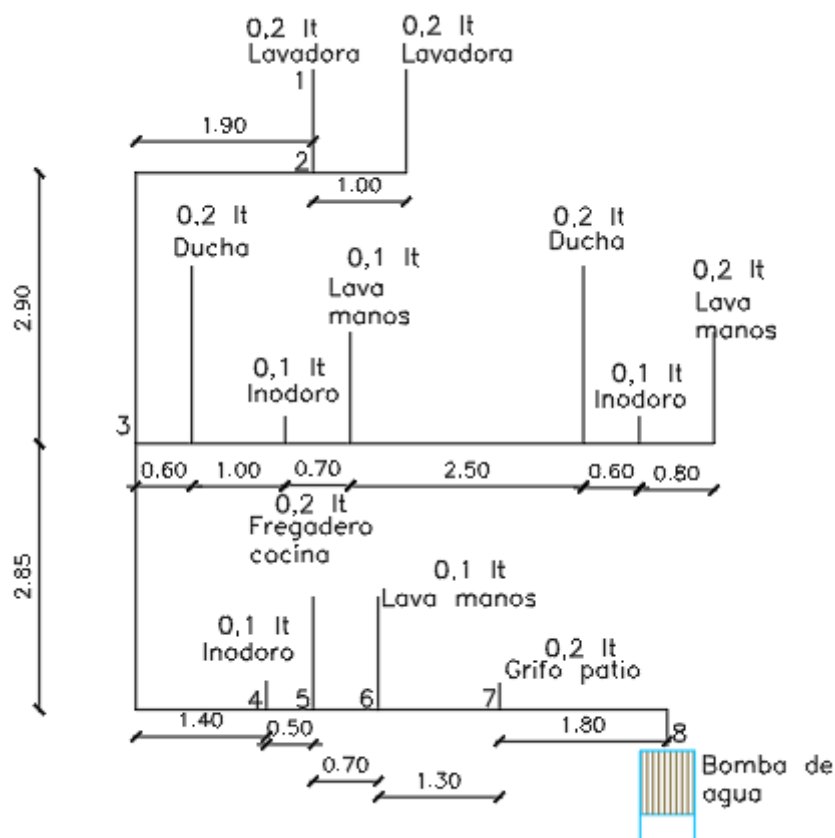
3.2.2.3 Dimensionamiento

Ruta crítica

De la ilustración 6 vemos que la ruta crítica esta dado por el accesorio de la lavadora en la tercera planta, obteniendo la rama principal y seccionarla por tramos en este proyecto se tomó 8 tramos de la trama principal

Figura 86

Diagrama de accesorios en el proyecto



Cálculo de pérdidas de presión.

Según la NEC si la lavadora es el punto crítico se debe considerar 2 unidades y una presión de 7 metros de columna de agua (m.c.a). para el inicio de los cálculos, en la tala 3.23 tenemos el caudal, velocidad, perdidas de cargas en metros normalmente para 1 m de tubería, perdidas de fricción en metros de cargar perdida por cada metro de tubería y el coeficiente de fricción del material de la tubería, que en este caso es PVC.

Tabla 71

Cálculo de presión por de agua considerando perdidas por accesorios

Descripción	Unidades	F	V	h _v	C	j	φ	Longitudes de tubería [m]	J	Presión
-------------	----------	---	---	----------------	---	---	---	---------------------------	---	---------

	[u]	[L/ s]	[m /s]	[m]	fricc ión	[m/ m]	[i n]	Hor iz.	Ve rt.	Fitti ngs	Tot al	[m]	[m]
Lavado ra													7,00
1-2	2,00	0,1 3	1,0 3	0, 05	0,00 01	0,1 0	1/ 2	0,00	1,9 0	0,36	2,2 6	0, 22	9,17
2-3	2,00	0,1 3	1,0 3	0, 05	0,00 01	0,1 0	1/ 2	1,90	2,9 0	1,12	5,9 2	0, 58	12,7 0
3-4	8,00	0,4 4	1,5 4	0, 12	0,00 01	0,1 2	3/ 4	1,40	2,8 5	0,86	5,1 1	0, 62	16,2 9
4-5	9,00	0,5 0	1,7 5	0, 16	0,00 01	0,1 5	3/ 4	0,50	0,3 0	0,29	1,0 9	0, 16	16,9 1
5-6	10,00	0,5 0	1,7 5	0, 16	0,00 01	0,1 5	3/ 4	0,70	1,2 0	0,29	2,1 9	0, 33	18,6 1
6-7	11,00	0,5 7	1,9 9	0, 20	0,00 01	0,1 9	3/ 4	1,30	1,2 0	0,29	2,7 9	0, 53	20,5 3
7-8	12,00	0,5 7	1,9 9	0, 20	0,00 01	0,1 9	3/ 4	1,80	0,4 0	0,78	2,9 8	0, 56	21,7 0

Fittings por tramos

Tabla 72

Accesorios del Tramo 1-2

SEGMENT:		1-2	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total
Codo radio corto 90° 1/2"	1	0,36	0,36
			0,36

Tabla 73

Accesorios del Tramo 2-3

SEGMENT:		2-3	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total

Tee paso directo normal de 1/2"	1	0,76	0,76
Codo radio corto 90° 1/2"	1	0,36	0,36
			1,12

Tabla 74*Accesorios del Tramo 3-4*

SEGMENT:		3-4	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0,29	0,29
Reductor 3/4"	1	0,08	0,08
Codo radio corto 90° 3/4"	1	0,49	0,49
			0,86

Tabla 75*Accesorios del Tramo 4-5*

SEGMENT:		4-5	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0,29	0,29
			0,29

Tabla 76*Accesorios del Tramo 5-6*

SEGMENT:		5-6	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total
Tee paso directo	1	0,29	0,29

normal de 3/4"	
	0,29

Tabla 77*Accesorios del Tramo 6-7*

SEGMENT:		6-7	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0,29	0,29
			0,29

Tabla 78*Accesorios del Tramo 7-8*

SEGMENT:		7-8	
Descripción	Cantidad	Longitud equivalente	Total
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0,29	0,29
Codo radio corto 90° 3/4"	1	0,49	0,49
			0,78

3.2.3 Sistema de Bombeo

3.2.3.1 Cálculo de altura manométrica

En la tabla 35 tenemos la altura requerida del sistema que es de 21.70 m, la cisterna tiene una altura de 2 m por lo tanto la altura total es de 23.70m

3.2.3.2 Selección de caudal requerido

La tabla 35 en el tramo 7-8 tenemos el caudal requerido que es de 0,57 lt/s que es igual a 34.2 lt/min

3.2.3.3 Elección del modelo de bomba

Utilizando el catálogo de Modelos de bombas PK obtenemos que la bomba requerida es el modelo PK 65

Figura 87

Modelos de bomba PK catalogo general

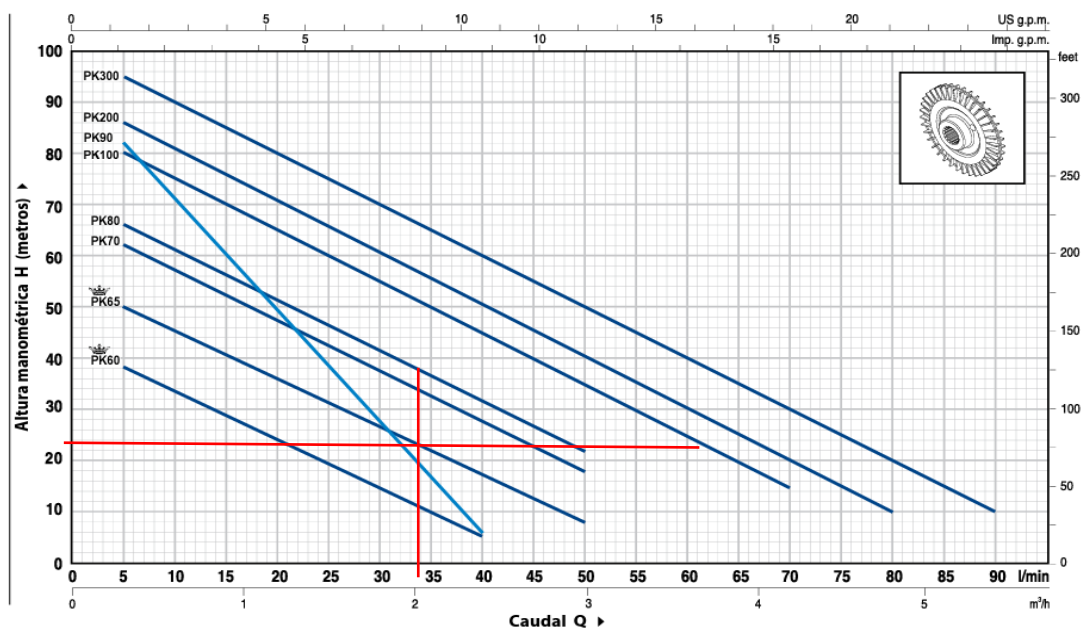


Figura 88

Bomba modelo PK 65 marca 65 marca Pedrollo



Tabla 79

Especificaciones técnicas de la bomba modelo PK 65 marca Pedrollo

Característica	Valor
Conexión del motor	Trifásico
Potencia	0,55 kW
Voltaje	230 V
Corriente	3:00 a. m.
Caudal	5 – 50 l/min
Altura manométrica	8 – 50 m

3.2.4 Sistema de Aguas Servidas (AASS)

3.2.4.1 Identificación de aparatos y unidades de descarga

Determinamos las unidades de descargar utilizando la tabla 79 donde tenemos el nombre de los aparatos, también tenemos el diámetro recomendado por aparato y las unidades de descargar por aparato.

Tabla 80

Diámetro mínimo de descarga

Aparato	Diámetro	UD
Bañera/tina	50	2-3
Bidet	50	2
Ducha privada	75	2
Ducha pública	75	4
Fregadero de ropa	50	2
Inodoro	110	1-3
Inodoro con fluxómetro	110	6
Lavaplatos	50	2
Lavadora	50	2
Lavaplatos con trituradora	50	3
Fuente de agua potable	50	1-2
Lavamanos	50	1-2
Urinario	50	2
Urinario con fluxómetro	75	10
Urinario de pared	50	5

Tabla 81*Unidad de descargar de los aparatos sanitarios*

Piso	Aparatos Sanitarios	D (in)	Unidades de Descarga	Cantidad	Total
1	Inodoro	4	3	1	3
	Fregadero cocina	2	2	1	2
	Lava manos	2	2	1	2
2	Inodoro	4	3	2	6
	Ducha	2	2	2	4
	Lava manos	2	2	2	4
3	Lavadora	2	2	2	4
Total					25

3.2.4.2 Diseño de bajantes

Existe una bajante y ya que en la planta alta tenemos inodoros el diámetro mínimo es de 4", la tabla 81, determina que para un diámetro de 4" tendremos un máximo de descargar de 240 unidades, porque es suficiente para las unidades de descargar de la planta alta que son 18 unidades

Tabla 82*Diámetro de la tubería según el máximo número de unidades de descargas*

Diámetro de la descarga (mm)	Máximo de U.E.H. en toda la descarga
50	18
75	48
100	240
125	540
150	960
200	2240
250	3000
300	4200

Nota: Obtenido del libro Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para edificaciones,

6ta Edición

Caudal de diseño

Las unidades de descargas son 18 en la planta nivel 1 por lo que tendremos un caudal de 2,09 l/s.

Tabla 83

Caudales para fluxometro

unidades	caudal l/s
10	1,69
18	2,09
20	2,19

Nota: Obtenido del libro Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para edificaciones, 6ta Edición

Tabla 84

Resumen de bajante para agua servidas

Bajantes							
Puntos #	Pisos servidos	unidades		Dimensiones			
	Units	Por piso Units	Total Units	Max Units	Q L/s	L m	Diámetro Pulgadas
1	planta alta	18	18	240	2,09	2,9	4

3.2.4.3 Diseño de colectores horizontales

Determinamos las secciones y las unidades de descargar por aparatos en cada piso, obtenido el siguiente resultado.

Tabla 85

Unidades de descargarg por por pisos

# Planta	Aparato	Diámetro UD	Cantidad	Total	Total, de UD por piso
Planta Baja	Inodoro	110	3	1	3
	Lavamanos/fregadero	50	2	1	2
	Lavaplatos	50	2	1	2
Planta Alta	Inodoro	110	3	2	6
	Lavamanos/fregadero	50	2	2	4

Ducha privada	50	2	2	4
Lavadora	50	2	2	4

3.2.4.4 Caudal de diseño

Utilizando la tabla 85 determinamos el caudal de diseño para los ramales horizontales ya que mínimo se utilizará tubería de 4" tendremos máximo 160 unidades de descargas

Tabla 86

Máximo para ramales horizontales

Ø	Un.	Q l/s
3	20	2,19
4	160	5,16
6	620	10,3
8	1400	23,4

El caudal lo obtendremos de la tabla 82, en el primer tramo tenemos 7 unidades y como el mínimo en la tabla es 10 utilizaremos un caudal de 1,69 l/s y para 18 unidades el caudal es 2,09 l/s

3.2.4.5 Caudal de tubo lleno

Utilizando la tabla 86 y suponiendo una pendiente de 2% obtenemos velocidad de 1,36 m/s y caudal de 11,01 m/s

Tabla 87

Colectores horizontales de tubería 4 pulgadas

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

Relaciones hidráulicas

De la relación entre caudal de diseño y tubo lleno obtenemos 0,15 para el primero tramo, de la tabla 87 obtendremos los valores de profundidad laminar y velocidad real.

Tabla 88*Relaciones hidraulicas*

Q/Q_0	Y/ϕ	V/V_0	D/ϕ	A/A_0
.010	.061	.272	.041	.025
.020	.099	.327	.067	.051
.030	.126	.366	.086	.073
.040	.148	.398	.102	.092
.050	.168	.426	.116	.110
.060	.185	.450	.128	.127
.070	.200	.473	.140	.143
.080	.215	.495	.151	.157
.090	.228	.515	.161	.172
.100	.241	.534	.170	.185
.110	.253	.553	.179	.199
.120	.264	.564	.180	.211
.130	.275	.575	.197	.224
.140	.286	.586	.205	.236
.150	.296	.596	.213	.248
.160	.306	.606	.221	.259
.170	.316	.616	.229	.271
.180	.325	.626	.236	.282
.190	.334	.636	.244	.293
.200	.343	.645	.251	.304

Como resultado obtendremos la siguiente tabla.

Tabla 89*Resumen de diseño colectores horizontales*

SE G.	Flujo			Dimensiones		Pen diente	Diseño							
	Unidades			Q	L	θ	S	Qo	Vo	Q/Qo	Y/p _{hi}	V/Vo	V	delta H
	Propio	Acum.	Max.	L/s	m	inch	%	L/s	m/s				m/s	m
A-B	7	7	160	1,69	7,05	4	2	11,01	1,36	0,15	0,31	0,61	0,84	0,14
B-C	18	18	160	2,09	2,88	4	2	11,01	1,36	0,19	0,33	0,63	0,86	0,05

Revisamos que cumpla las siguientes condiciones de profundidad de lámina y velocidad real

$$Y < 0,75\theta$$

$$V < 0,6V_0$$

Tabla 90

Comprobación de la de las relaciones hidráulicas

TRAMO A-B			TRAMO C-D		
Ø	110	mm	Ø	110	mm
UD	7	-	UD	18	-
S	2	%	S	2	%
Q	1,69	L/s	Q	2,09	L/s
Q _o	11,01	L/s	Q _o	11,01	L/s
V _o	1,36	m/s	V _o	1,36	m/s
Q/Q _o	0,15	-	Q/Q _o	0,19	-
Y/Ø	0,316	-	Y/Ø	0,334	-
Y/Ø<0.75	CUMPLE		Y/Ø<0.75	CUMPLE	
V/V _o	0,616	-	V/V _o	0,636	-
V	0,84	m/s	V	0,86	m/s
V>0.6*V _o	CUMPLE		V>0.6*V _o	CUMPLE	

3.2.4.6 Ubicación de bajantes y colectores

Realizamos un bosquejo del sistema de aguas servidas donde se pueda ver las bajantes y red de conexión.

Figura 89

Aguas Servidas primer piso

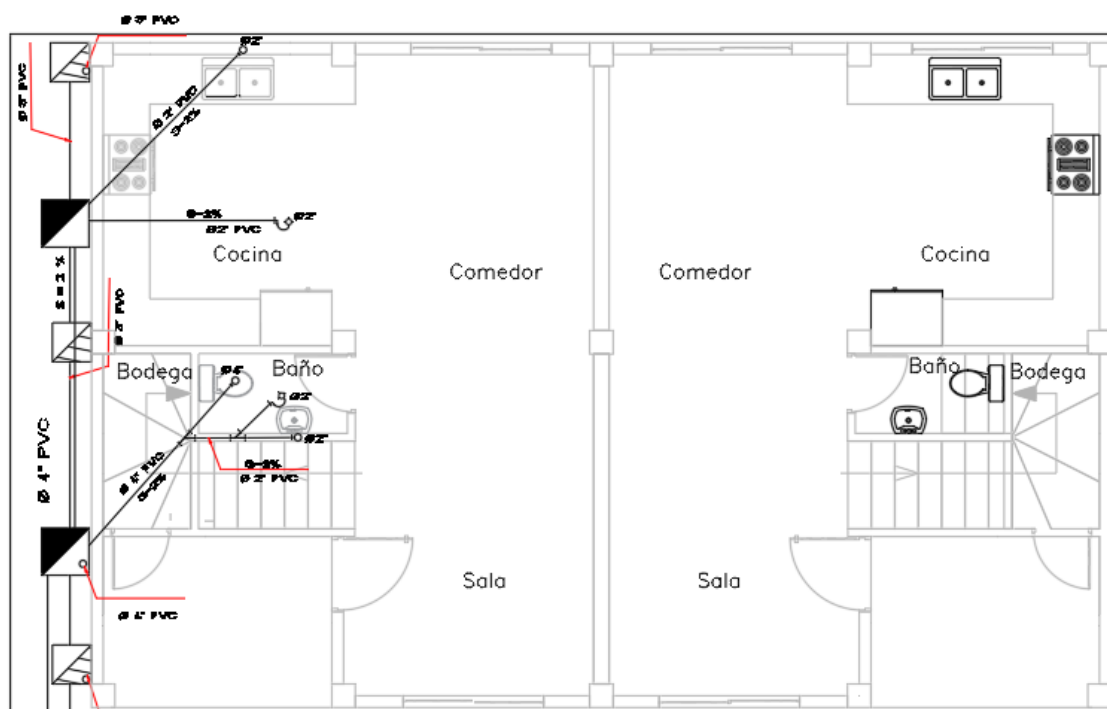


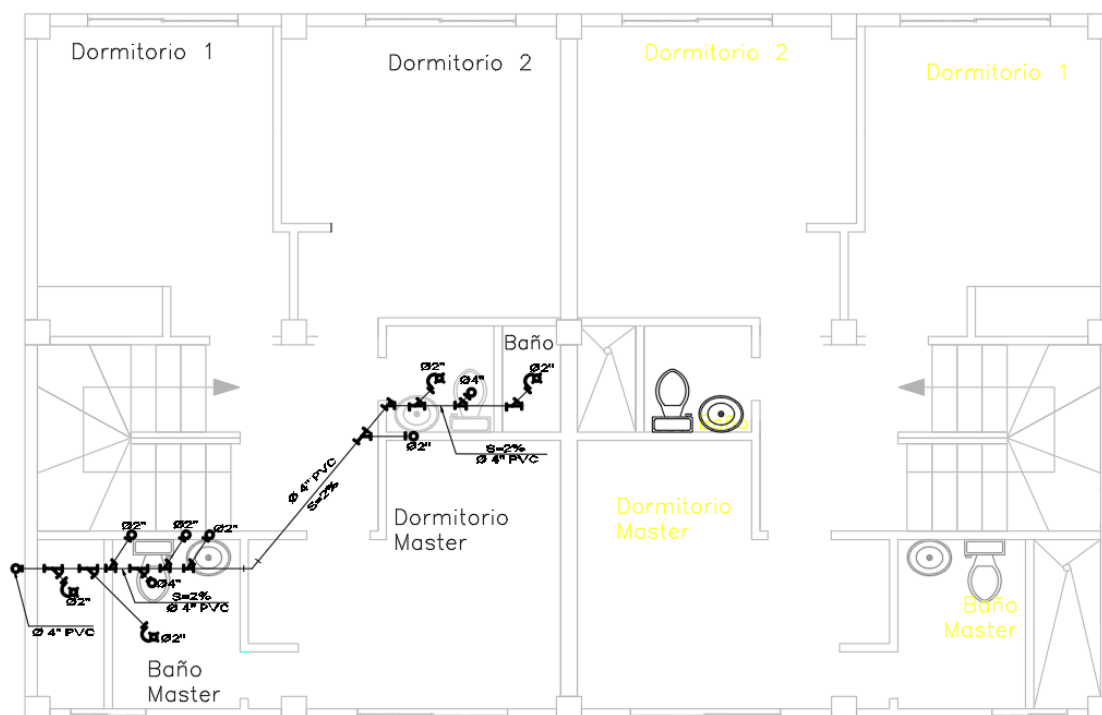
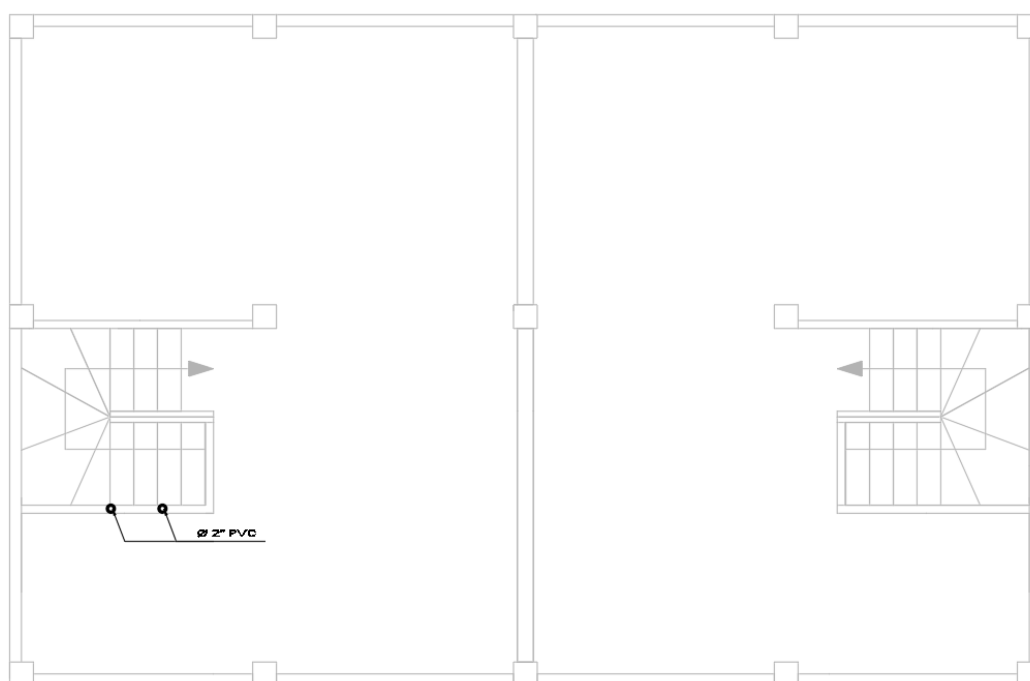
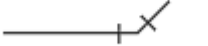
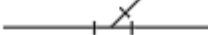
Figura 90*Aguas Servidas segundo piso***Figura 91***Aguas Servidas tercer piso*

Figura 92*Simbología desagüe*

LEYENDA DE DESAGUE	
	TUBERIA DE DESAGUE
	CAJA DE REGISTRO AASB
	CODO DE 45°
	CODO DE 90°
	YEE SANITARIA
	TEE
	REDUCTOR 4 A 2
	SUMIDERO
	CAJA DE REGISTRO AALL

3.3 Diseño del sistema eléctrico

3.3.1 Estimación de la demanda eléctrica

Par el cálculo de la demanda eléctrica del Sistema se toman los circuitos correspondientes al tomacorriente, iluminación y las cargas especiales (lavadora - aire acondicionado). Ya que el edificio se encuentra dividido en dos Unidades de Uso Familiar verticalmente, el cálculo se realiza sobre una sola Unidad y se duplica para la otra. Cada Unidad de Uso Familiar tendrá su propio tablero de general y su medidor independiente. La distribución arquitectónica tiene tres plantas, por lo que existen tableros de general por Unidad de Uso Familiar. Se consideran los lineamientos de la normativa NEC-SB-IE para el tipo de clasificación y cálculo de los circuitos que se requieren.

3.3.2 Estimación de Mínimo número de circuitos

Las normas NEC-SB-IE especifican que el número mínimo de circuitos se determina en función del área construida de la vivienda. En el caso del presente proyecto, cada núcleo de vivienda cuenta con una superficie aproximada de 150 m², por lo que lo consideramos como una vivienda de tipo mediano, cualquiera que sea la realidad de la comunicación social, así como el tipo de vivencia de forma armonizada. Según la tabla de cargas correspondiente, esta vivienda requiere un mínimo de 2 circuitos de iluminación y de 2 circuitos de tomacorrientes de uso general.

Tabla 91

Clasificación de viviendas según área construida y número mínimo de circuitos

Tipo de vivienda	Área de construcción m ²	Número mínimo de circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A<80	1	1
Mediana	80<A<200	2	2
Mediana	201<A<300	3	3
grande	301<A<400	4	4
Grande	A>400	1 por cada 100 m ² o fracción de 100m ²	1 por cada 100m ² o fracción de 100m ²
Especiales	A>400	1 por cada 100 m ² o fracción de 100m ²	1 por cada 100m ² o fracción de 100m ²

Nota: obtenido de la NEC-SB-IE

3.3.3 Cargas

3.3.3.1 Cargas en Tomacorrientes y luminarias

Para el caso del cálculo de la carga de diseño se utilizan los valores marcados en el código NEC-SB-IE. En el caso de las salidas de iluminación se considera una carga de 100 W como carga máxima para cada luminaria a instalar, y para los tomacorrientes se propone una carga de 200 W por cada salida. Estos valores se utilizan para evaluar la potencia total por circuito y asegurar que no se superen los límites establecidos por la normativa en lo que respecta a la capacidad y número de salidas por circuito.

3.3.3.2 Cargas especiales

Existen las cargas de iluminación y tomacorrientes junto con algunas cargas especiales de la vivienda para este punto. Entre las cargas especiales se consideran los aires acondicionados en los dormitorios, las potencias a tener en cuenta para éstas son aquellas que se consideran en la tabla final del NEC-SB-IE. Este tipo de carga requiere circuitos independientes por su propia naturaleza y por su propia potencia a disposición.

Tabla 92

Cargas especiales

Artefactos	Potencia estimada
Cocina eléctrica	6000W
Duchas	3500W
Hornos eléctricos	3000W
Calefón eléctrico	8000W
Aire acondicionado	2500W
Cargador vehículo	7500W

Nota: obtenido de la NEC-SB-IE

3.3.4 Circuitos

3.3.4.1 Circuitos de iluminación

Los circuitos de iluminación deben ser diseñados para una carga máxima de 15 amperios, con un límite de 15 puntos de iluminación por circuito. En esta vivienda los puntos de luz tendrán una ubicación determinada en cada planta, que consideren el interior de los espacios, así como del exterior. Las determinaciones del NEC-SB-IE para los circuitos de iluminación son tenidas en cuenta para evitar sobrecargas y garantizar el buen funcionamiento del sistema eléctrico.

Figura 93

Distribución de circuitos de iluminación primera planta

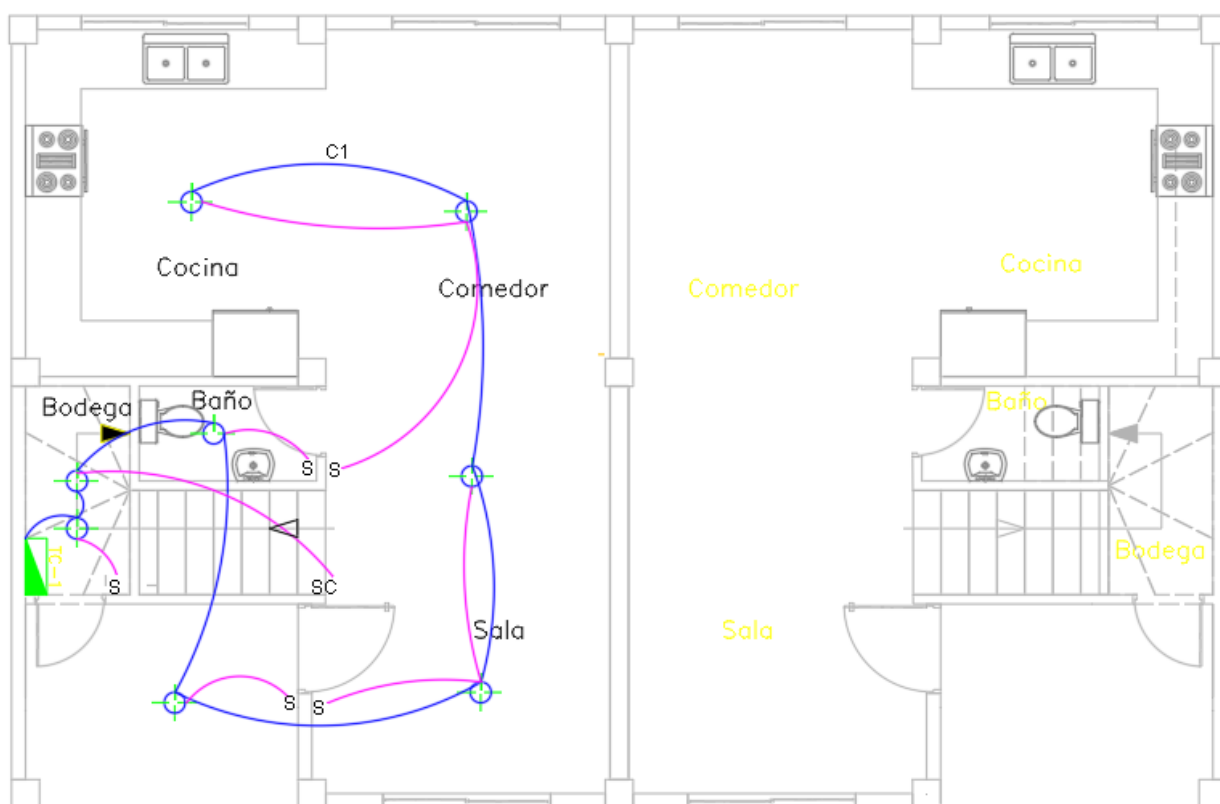
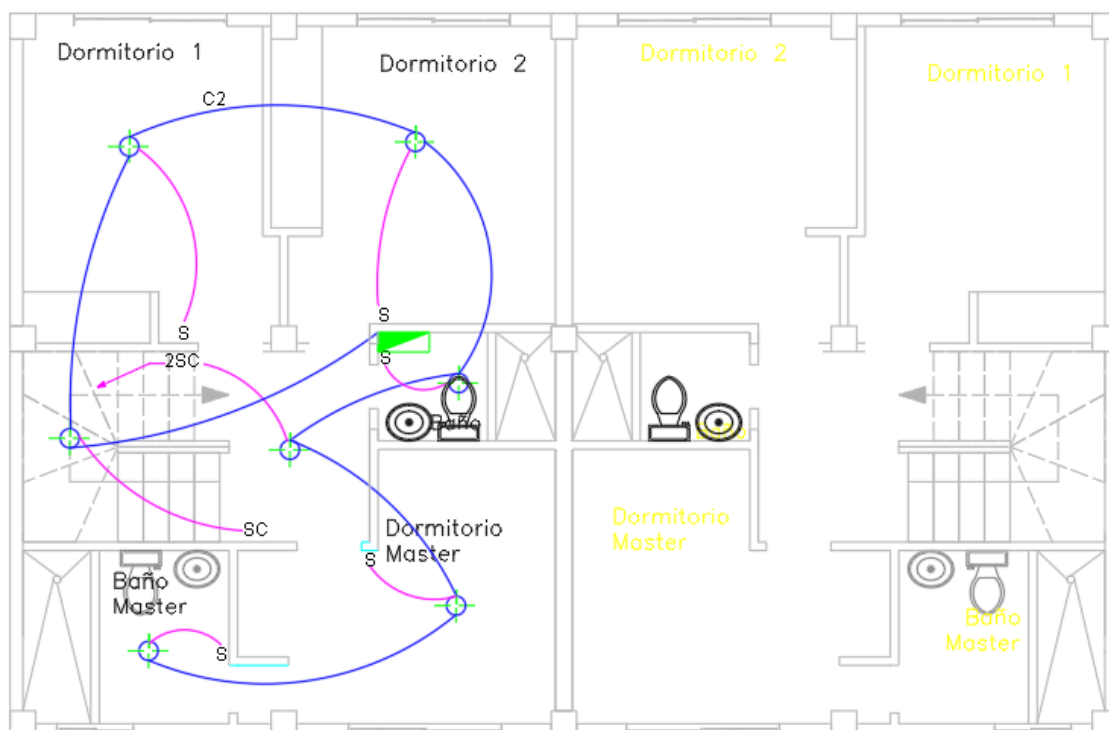
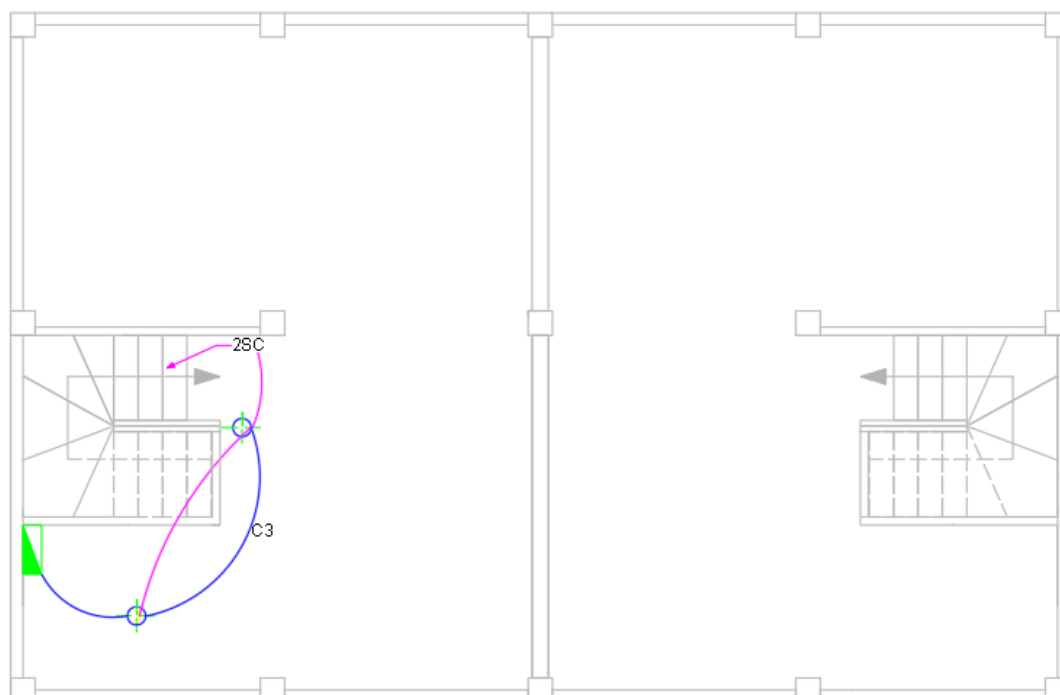


Figura 94

Distribución de circuitos de iluminación segunda planta

**Figura 95**

Distribución de circuitos de iluminación tercera planta



3.3.4.2 Circuitos de tomacorrientes

De acuerdo con el NEC-SB-IE los circuitos de tomacorrientes deben ser diseñados para una carga máxima de 20 amperios y con una aparición máxima de 10 salidas por circuito, para esta vivienda se estima una carga de 200 W a calcular por cada salida o tomacorriente. Las salidas de tomacorrientes deben ser polarizadas, o sea se debe tener en cuenta que hay fase, neutro y tierra se debe hacer el cálculo por planta y la distribución de los tomacorrientes será acorde a la cantidad y tipos de espacios habitacionales.

Figura 96

Distribución de circuitos de tomacorriente primera planta

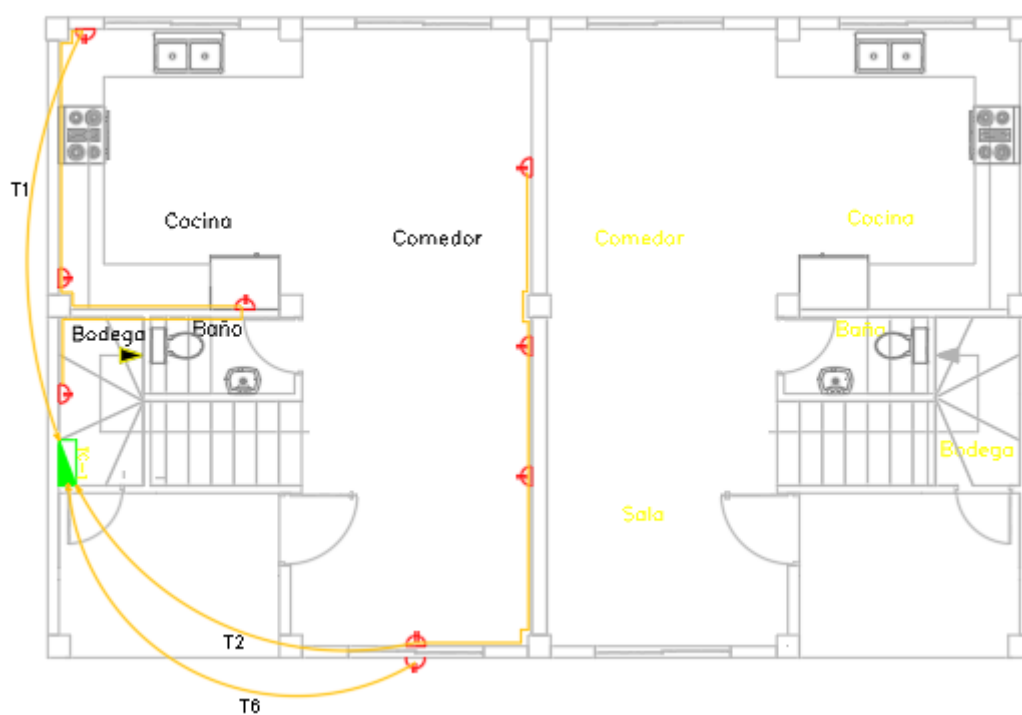
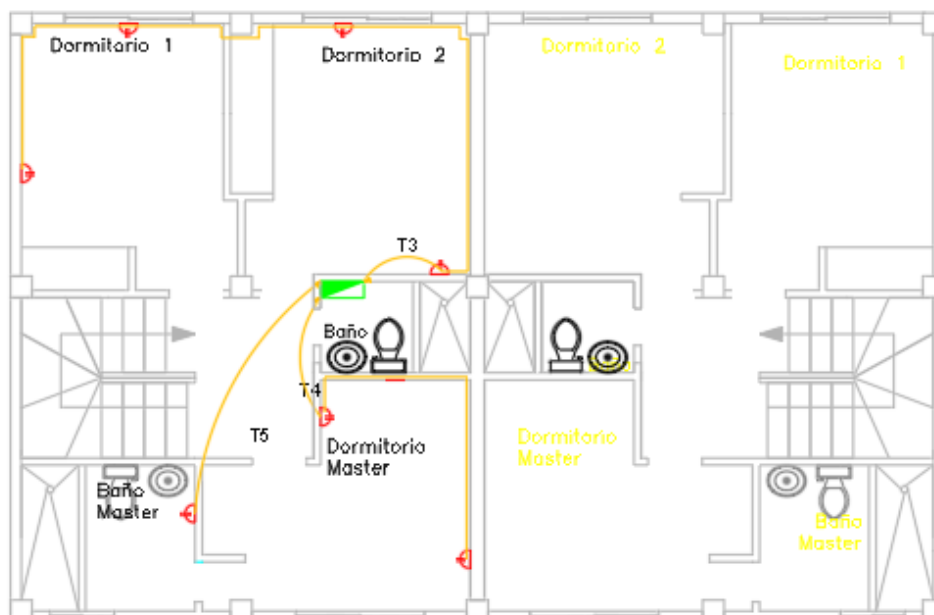


Figura 97

Distribución de circuitos de tomacorriente segunda planta

**Figura 98**

Distribución de circuitos de tomacorriente tercera planta

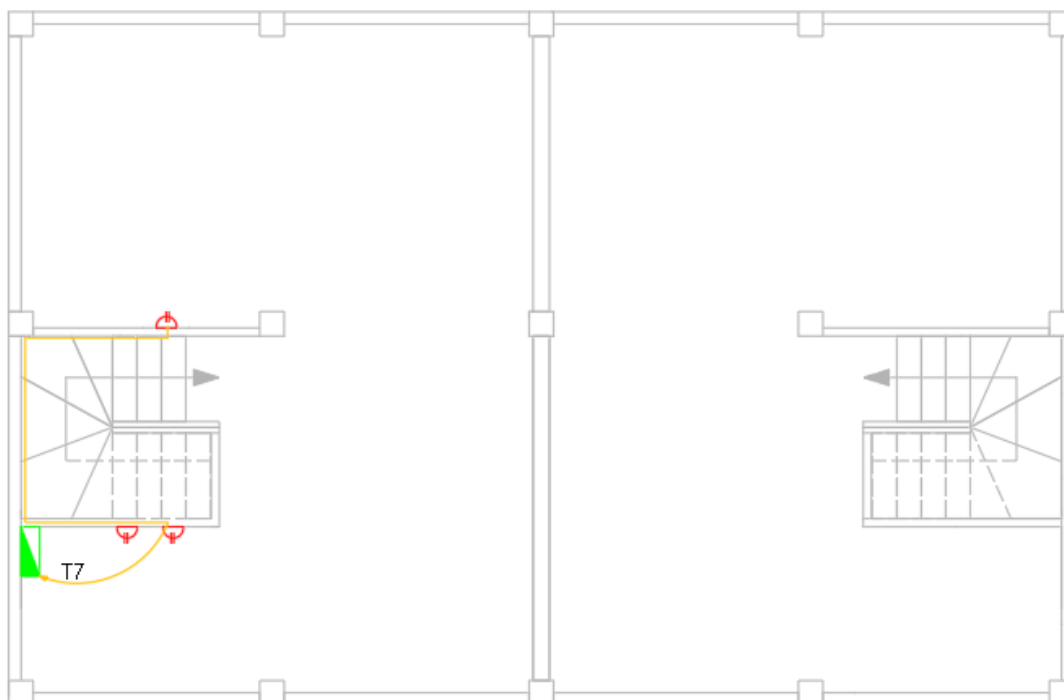


Figura 99*Simbología Eléctrico*

SIMBOLOS ELECTRICOS	
	LUMINARIA TIPO FOCO AHORRADOR
	TOMA CORRIENTE 110W
	TOMA CORRIENTE 220W
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR CONMUTADOR
	CIRCUITO LUMINARIA
	CIRCUITO TOMA CORRIENTE
	CIRCUITO INTERRUPTOR SIMPLE Y DOBLE
	TABLERO DE CONTROL Breaker (TC)

3.3.5 Asignación de fases

Consideramos la utilización de dos fases A y B, la fase A destinada a los circuitos de iluminación, la fase B para el circuito de tomacorrientes y los circuitos especiales dispondrán de las dos fases AB.

3.3.6 Potencia por fases

El potencial de las fases dependerá de la cantidad de circuitos que depende de dicha fase y del potencial individual de cada circuito.

Para cada circuito consideramos la cantidad puntos por la carga correspondiente de la iluminación, tomacorrientes y especiales (W):

$$P = \#puntos * carga$$

Tabla 93*Potencial por fases*

Piso	Circuito	POTENCIA (W)	
		FASE A	FASE B
PISO 1	C1	800	0
	T1	0	800
	T2	0	800
PISO 2	C2	700	0
	T3	0	800
	T4	0	400
	T5	0	200
	T6	1250	1250
PISO 3	C3	200	0
	T7	0	600
Total (W)		2950	4850

3.3.7 Factor demanda (FD)

El factor demanda asegura el uso de la demanda eléctrica en del circuito sin producir sobrecargas estos factores serán distintos para iluminación, tomacorriente y especiales.

Tabla 94*Factor demanda según el tipo de vivienda*

Vivienda Tipo	FD Iluminación	FD Tomacorriente
Pequeña-Mediana	0,7	0,5
Mediana Grande -Grande	0,55	0,4
Especiales	0,53	0,3

*Nota: obtenido de la NEC-SB-IE***Tabla 95***Factor demanda para cargas especiales*

Para 1 carga	para 2 o más cargas	para 2 o más cargas	para 2 o más cargas
	CE<10kW	10kW<CE<20kW	CE>20kW
1	0,8	0,75	0,65

Nota: obtenido de la NEC-SB-IE

3.3.8 Demanda máxima unitario (DMU)

Es la demanda requerida por cada circuito por el factor de seguridad:

$$DMU = potencial * FD$$

Tabla 96

Resumen de DMU

Piso	Circuito	FACTOR DEMANDA	DMU(W)
PISO 1	C1	0,7	560
	T1	0,5	400
	T2	0,5	400
PISO 2	C2	0,7	490
	T3	0,5	400
	T4	0,5	200
	T5	0,5	100
	T6	1	2500
PISO 3	C3	0,7	140
	T7	0,5	300
Total			5490

3.3.9 Selección del cable

En la norma NEC SB EI se establece que la selección del calibre debe soportar un 125% de la corriente del circuito entonces:

$$A = 1,25 * \frac{DMU}{Voltaje}$$

En la tabla 27 se muestra la corriente de cada circuito y en el ámbito comercial podemos en cortar cables con amperajes des 15 A,20 A y 30 A

Tabla 97

Corriente requerido por circuito

Piso	Circuito	Corriente Aparente
------	----------	-----------------------

		VOLTAJE	(A)	Corriente Comercial (A)
PISO 1	C1	110	6	15
	T1	110	5	20
	T2	110	5	20
PISO 2	C2	110	6	15
	T3	110	5	20
	T4	110	2	20
	T5	110	1	20
	T6	220	14	30
PISO 3	C3	120	1	15
	T7	110	3	20

Según la norma NEC el calibre mínimo para circuitos de iluminación, tomacorriente y especiales son 14,12 y 10 respectivamente y además los cables correspondientes al neutro o tierra tendrán que ser iguales al de la fase y debe ser de cobre asilado tipo THHN

Tabla 98

Capacidad de protección 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

Por lo tanto, la selección de los cables queda de la siguiente forma:

Tabla 99

Selección de cables

Iluminación	1F14+1N14 AWG THHN
Tomacorrientes	1F12+1N12+1T12 AWG THHN
Especiales	2F10+1T10 AWG THHN

3.3.10 Selección del diámetro del conducto

Estos conductos serán de tubería de polietileno flexible de alta resistencia mecánica (tubería negra), de la tabla 31 obtenemos que el conducto de 16mm RH será para las iluminaciones y tomacorrientes, para los especiales de utilizar conductos de 21mm RH

Tabla 100

Número máximo de conductores

Letras de tipo	Tamaño nominal del cable		Diámetro nominal en mm					
	mm ²	AWG	16 mm	21 mm	27 mm	35 mm	41 mm	53 mm
RH	2,08	14	4	8	15	27	37	61
	3,3	12	3	7	12	21	29	49
RHH, RHW	2,08	14	3	6	10	19	26	43
RHW-2	3,3	12	2	5	9	16	26	36
RH, RHH, RHW	5,36	10	1	4	7	13	9	29

3.3.11 Dimensionamiento de los tableros de distribución

3.3.11.1 Potencia instalada

La potencia de instalación requerida es el mayor de las dos fases en este caso como vemos en la tabla 23 la fase mayor es la B con 4850 W

3.3.11.2 Demanda total del sistema

La demanda total requería para la instalación en el sistema es de 5490 W como se muestra en la tabla 26.

3.3.11.3 Factor de potencia

Según lo establecido en la norma NATSIM el factor de potencia no debe ser menor a 0,92

3.3.11.4 Carga requerida y elección de breaker

La demanda se obtiene multiplicando el factor potencia y la demanda total del sistema y dividido para el voltaje mayor del circuito:

$$C_{requerido} = 0,92 * \frac{Demanda\ total}{\max(Voltaje)}$$

Tabla 101

Carga requerida

Demanda total	5490,00 W
Factor potencia	0,92
Demanda (W)	5050,80 W
Carga requerida (A)	22,96 A

Según la norma debemos considerar un factor de seguridad de 1,25 entonces:

$$Carga\ real = 22,96 * 1,25 = 28,7 \approx 30\ A$$

Como resultado requerimos un Breaker de 2 fases y 30 amperios

3.3.12 Diagrama unifilar.

El cable desde el table de control o breaker al medidor es #10 AWG según la tabla 3.15 pero por norma el cable debe tener un recubrimiento tipo THHN y ser como mínimo 8 AWG para las fases 10 AWG para el neutro como se muestra en la tabla 33.

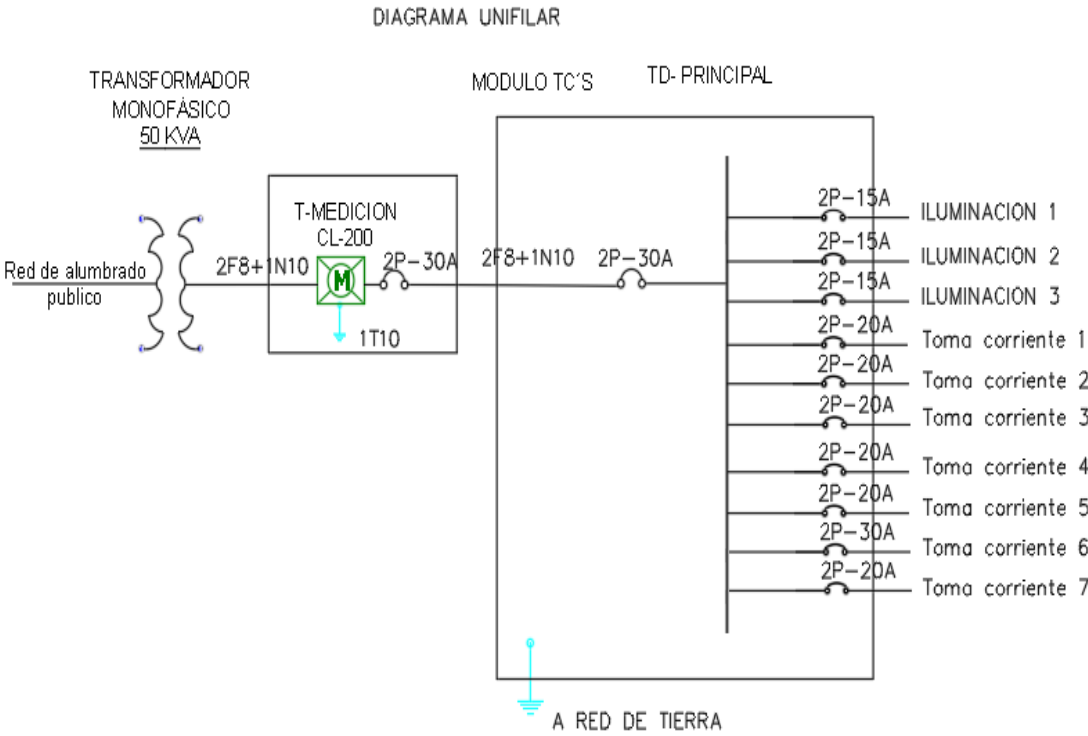
Tabla 102

Capacidad de corriente permisible en conductores

Sección Transversal	Temperatura nominal del conductor						Calibre
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C	
	Tipo S, TW, UF	Tipos FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-E, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	Tipos TW*, UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS, SA, SIS, THHN*, THW-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm2	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	....	....	14	....	....	....	18
1,31	....	....	18	....	....	....	16
2,08	20*	20*	25	....	....	....	14
3,3	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8

Figura 100

Diagrama unifilar



Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El presente trabajo tiene como objeto de estudio el diseño estructural, hidrosanitario y eléctrico de una vivienda unifamiliar bifamiliar de tres plantas en hormigón armado para personal militar en la Base Naval de Jambelí, en la provincia de El Oro, ver figura 2.3 para la ubicación de la zona de estudio. Este capítulo presenta un pseudo -estudio de impacto ambiental en la fase de planificación y ejecución de la obra de construcción, identificando los posibles impactos que podrían generarse (Kumar Abhishek Anand, 2023).

Desde la vertiente ambiental, se explicitan impactos vinculados al uso intensivo de hormigón, consumo de agua y energía, y generación de residuos sólidos como escombros, plásticos y restos de tubos (Guggemos & Horvath, 2005).

La investigación se encuentra enmarcada también dentro de los (ODS):

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, a través de una propuesta apta para la replicación y eficaz en la integración de los sistemas constructivos.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, al ofrecer soluciones habitacionales dignas, y de acceso a servicios básicos y eficiencia energética (António Guterres, 2025).

Las acciones puestas en evaluación incluyen:

Demanda de recursos empleados: materiales pétreos, agua potable para la obra, energía eléctrica para la maquinaria.

Permisos requeridos: coordinación con el Ministerio del Ambiente y SENAGUA para el uso responsable de los recursos.

Desde la perspectiva física, la Configuración del área de construcción es un plano con características edáficas que permiten la construcción, así como posee unas condiciones climáticas de temperatura cálido húmedo del litoral ecuatoriano. Estas características, pues, permiten una planificación constructiva segura y de riesgos ambientales manejables, en el supuesto de que se implementen las medidas de control de partículas, de manejo de residuos y de mitigación de ruidos en la obra.

4.2 Línea base ambiental

La línea base ambiental es la descripción del estado del medio físico, biológico y socioeconómico, existente en la zona de operación del proyecto antes de la intervención. Dicha descripción tiene el objetivo de establecer el nivel del medio ambiental al que se podrá llegar y permite detectar e identificar los impactos ambientales que el proyecto puede generar en su desarrollo.

4.2.1 Caracterización del Área de Proyecto

Uso actual del suelo

Dicho lote sobre el cual se llevará a cabo el proyecto no tiene edificios o estructuras construidas. El lote que se encuentra sin contacto por actividades de agricultura, cría de animales o industria alguna. Se encuentra libre con vegetación baja y no interrumpida. Este espacio en particular ha sido dispuesto por la institución militar para la construcción de viviendas habitacionales de personal militar.(Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

Condiciones de acceso y limitación del área de proyecto

El acceso a la superficie del área del proyecto se efectúa mediante las vías internas de la Base Naval, que se conectan con la red vial urbana del sector de Puerto Bolívar; el lote está

delimitado mediante cercas perimetrales institucionales que permiten tener un control y una seguridad del área; no existen cursos híbridos y en el lote no hay pendiente pronunciada, lo que favorece el desarrollo constructivo del lote (GAD Municipal de Machala, 2022).

4.2.2 Medio Físico

Clima y condiciones meteorológicas

El clima del área de Machala donde se encuentra situada la Base Naval de Jambelí es un clima tropical húmedo, ya que las temperaturas son muy cíclicas a lo largo del año. Las lluvias se concentran en los primeros meses del año, o sea desde enero a abril, el resto del año registra un clima más seco; esta es la causa de que la canalización de la lluvia se realice en el periodo entre enero y abril. Tal como se puede observar en el apartado del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, el promedio de temperaturas en la región de Puerto Bolívar - El Oro, en base a los datos de la estación de medición del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), gira entre los 23,2 °C y 24 °C como se muestra en la tabla 4, con un porcentaje de humedad relativa alto. Esta condición climática define la formulación de estrategias tanto constructivas como de ventilación pasiva en la vivienda, determinando el modo de afrontarlo (GAD Municipal de Machala, 2022).

Tabla 103

Principales parámetros climáticos del cantón Machala

Parámetros climáticos	
Precipitación media mensual	102 mm
Precipitación media multianual	621,8mm
Evaporación promedio mensual	94mm
Humedad relativa Nubosidad	75%
Temperatura media mensual	24,0 ° C
Temperatura mínima mensual	23,20 ° C

Nota: la tabla proviene del Programa de reducción de desastres para el desarrollo sostenible en las ciudades de Piura y Machala, 2009 y fue elaborado por GADMM PDOT 2015

4.2.3 Medio Biótico

Vegetación

No se han identificado especies arbóreas ni cultivos de ningún tipo, ya que la parcela no había sido empleada históricamente, para fines agrícolas ni productivos.

La vegetación que en el momento se presenta es escasa y está formada preferentemente por pastos secos, hierbas bajas y algún pequeño arbusto disperso de crecimiento natural.

No obstante, se recomienda realizar el desbroce de la parcela de forma ordenada, evitando la degradación superficial del suelo o el arrastre de sedimentos con el agua de lluvia.

Fauna

No se ha documentado presencia de fauna silvestre significativa en el área del proyecto. Estando dentro de una instalación militar y rodeado por el asfalto de la infraestructura ya urbana. La fauna está constituida por las comunes especies del entorno urbano costero tales como aves (palomas, gorriones), los pequeños insectos o los reptiles menores como lagartijas, sin que el lote ni su entorno inmediato presente indicios de especies protegidas, endémicas o en peligro de extinción. Sin embargo, se recomienda efectuar una revisión superficial antes de iniciar las actividades de construcción para verificar que no haya nidos u otras formas de refugio temporal para la fauna menor.

4.2.4 Medio Socioeconómico y Cultural

Población aledaña

El proyecto se sitúa dentro de la Base Naval de Jambelí, en la zona de Puerto Bolívar, cantón de Machala, provincia de El Oro. En el entorno más cercano se pueden encontrar zonas urbanas consolidadas, así como zonas portuarias y residenciales. La población del cantón de Machala, al amparo del censo del INEC 2022, supera los 250.000 habitantes como se ve en la tabla 4.2, lo que la convierte en una de las ciudades más importantes de la región litoral (GAD Municipal de Machala, 2022).

Servicios disponibles

El área cuenta con acceso a servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, alcantarillado sanitario, recolección de residuos sólidos, y vías pavimentadas. Esas condiciones propician el cumplimiento del proyecto y la garantía de contar con recursos e infraestructura para las familias que residirán en la vivienda (GAD Municipal de Machala, 2022).

Tabla 104:

Población cantón Machala

Sexo	Área urbana	Área rural	Total
Hombre	136234	5676	141910
Mujer	141341	5889	147230
Total	277575	11565	289140

Nota: La Tabla tiene datos de la SNI – INEC 2010 / Proyecciones 2020 y fue elaborado por SCC 2020 – PDOT 2015

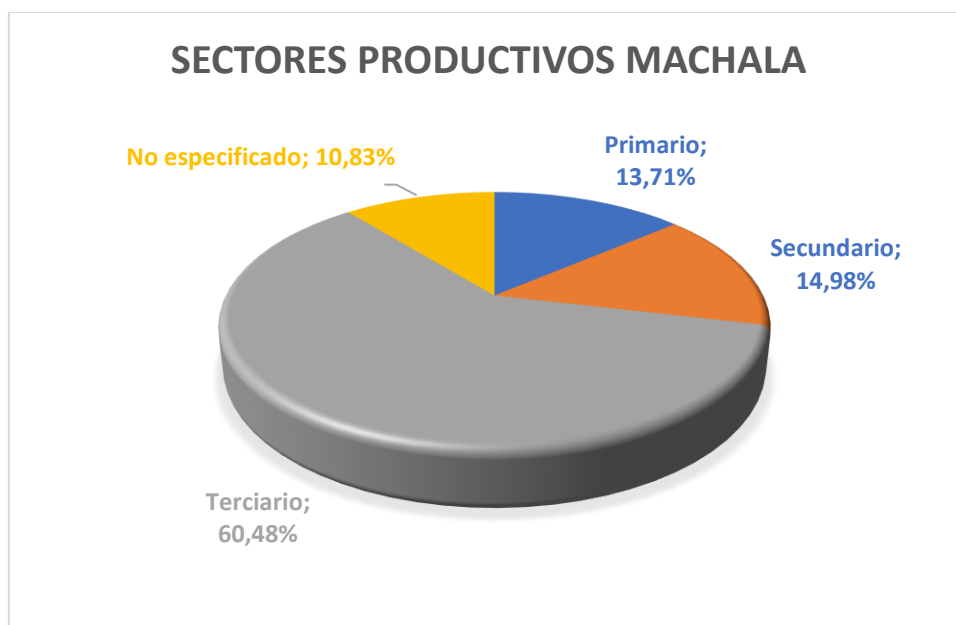
Actividades económicas

La actividad económica más relevante del área del sector de Machala está asociada al comercio, los servicios portuarios y la pesca. En el componente institucional donde se

encuentra la base naval, las actividades que predominan son de carácter logístico, militar y ejecutivo; el terreno donde se localiza el proyecto no se encuentra en explotación ni tampoco acoge actividades productivas propias, por lo que puede ser intervenido sin que afecte a procesos productivos ni sociales existentes (GAD Municipal de Machala, 2022).

En la ilustración 21 podemos apreciar que se clasifico en 4 sectores productivos siendo el Terciario la mayor actividad económica representada por el comercio al por mayor y menor con un porcentaje de 60,48%, la segunda mayor actividad es el sector secundario con 14,98%, seguida por el primario con 13,71% y finalmente el no especificado con 10,83% (GAD Municipal de Machala, 2022).

En el sector Terciario la mayor cantidad está en el comercio al por mayor y menor con un 24,97% del total de la población, y las actividades de alojamiento y servicios de comida con 4,65%, del PEA total según el Censo del 2010 (GAD Municipal de Machala, 2022).

Figura 101**Sectores Productivos Machala**

Nota: El grafico tiene datos del INEC 2010 y fue elaborado por SCC 2020 – PDOT 2015

4.3 Actividades del proyecto

El terreno destinado a este proyecto presenta un considerable bajo nivel de intervención humana y ausencia de construcciones anteriores, actividades agrícolas o industriales. El área se encuentra cubierta de vegetación baja no significativa y no dispone de fauna silvestre significativa, por lo que el impacto ecológico directo ocasionado por el proyecto en el área que se utiliza es mínimo.

4.3.1 Preparación del Terreno

Consiste en eliminar la vegetación baja, restos de materia orgánica, escombros y cualquier tipo de objetos que dificulten el modo de proceder. Implica el desbroce del terreno y la nivelación de su superficie para facilitar las operaciones de replanteo. Para la ejecución

en esta parte del proceso de preparación del terreno se pueden utilizar herramientas manuales o maquinaria ligera en función del volumen del material a quitar. Esta fase asegura que el terreno queda limpiado de manera que esté en condiciones para poder comenzar la ejecución de las labores a realizar con posterioridad a la preparación del terreno.

4.3.2 Replanteo y Trazado de Obra

Consiste en marcar sobre el terreno los ejes y límites de la obra tal como están indicados en los planos técnicos. En esta fase de la ejecución de la obra se utilizan estacas, cuerdas, cal y equipos de topografía con el fin de poder marcar físicamente la ejecución de las cimentaciones, muros o elementos estructurales. Esta fase del proceso es fundamental para garantizar que la obra ejecutada esté correctamente alineada y se respete las dimensiones de la obra indicadas con anterioridad en la fase de entrega de planos, ya que, si se cometen errores, se justificará corregirlas a posteriori.

4.3.3 Movimiento de Tierra y Excavación

Se recoge o separa la tierra natural o suelo de manera directa o indirecta hasta alcanzar el fondo de excavación correspondiente a la cimentación indicada. Para facilitar esta fase se utilizan retroexcavadoras, herramientas manuales o maquinaria adecuada o exigida en función de la magnitud de la obra a ejecutar. Se acumula en el área de la obra o se transporta para su disposición final si no es reutilizable. Esta fase es un paso fundamental para la configuración de la base estructural del proyecto.

4.3.4 Relleno, Compactación y Nivelación

Se inyecta aquí material de relleno como grava o material de mejoramiento apta para cubrir los vacíos generados por la excavación. Se compacta mecánicamente para lograr una

determinada estabilidad/resistencia, y se logra entre otras cuestiones, el nivel óptimo hasta lograr la cota necesaria.

Se debe dejar evaluada la base de la vivienda para que, una vez construido la estructura, no pueda haber asentamientos indeseados de rodadura.

4.3.5 Construcción de la Estructura de Hormigón Armado

Se conforma con el armado, encofrado, fundición y curado de cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc. de acuerdo con lo que estipule el diseño estructural. Se requiere acero de refuerzo, moldajes y hormigón preparado en obra o premezclado. Se considera importante la correcta ejecución de esta etapa, para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad de la edificación.

4.3.6 Instalaciones Hidrosanitarias y Eléctricas

Se refiere a la instalación de tuberías para agua potable, aguas residuales y pluviales, la colocación de canalizaciones eléctricas y cableado, accesorios, válvulas, cajas de registro y tableros de distribución de acuerdo con las especificaciones técnicas que le corresponde y la normativa vigente. Se dejan los sistemas internos listos para conectarse a sus principales redes.

4.3.7 Acabados Finales y Equipos

Es a la colocación de revestimientos y terminaciones, pintura, carpintería, cerámica, etc. junto a la instalación de equipos y accesorios como griferías, luminarias y medios de fijación. Esto tiene por objetivo dejar la vivienda en condiciones de habitabilidad y con la presentación final que guarda relación con el diseño arquitectónico.

4.3.8 Limpieza y entrega del Proyecto

Retirada de residuos, escombros, polvo y restos de materiales generados durante la ejecución de la obra, limpieza general de todas las áreas tanto internas como externas, dejando las instalaciones listas para su uso. En esta etapa se termina con la limpieza final y la entrega formal de la vivienda a su usuario o institución que corresponda.

4.4 Identificación de impactos ambientales

En esta sección veremos lo impactos producidos por las actividades ejecutadas por el proyecto.

Tabla 105

Impactos ambientales por actividad

Actividad	Impacto Ambiental
Preparación del terreno	Alteración superficial del suelo y pérdida de vegetación menor.
Replanteo y trazado de obra	Uso de materiales temporales y mínima alteración del suelo.
Movimiento de tierra y excavación	Generación de polvo, ruido y modificación del perfil natural del suelo.
Relleno, compactación y nivelación	Emisión de polvo, consumo de combustible y cambio en la estructura del terreno.
Construcción de estructura de hormigón armado	Consumo de materiales de alto impacto (cemento y acero) y generación de residuos sólidos.
Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas	Residuos plásticos y metálicos, riesgo de fugas o derrames en sistemas de agua.
Acabados finales y equipamiento	Generación de residuos de embalajes, polvo y uso de pinturas.
Limpieza y entrega del proyecto	Producción de desechos sólidos y polvo en el ambiente.

Nota: Elaborado por los autores

4.4.1 Impactos Directos e Indirectos

Impactos Directos: son los que se manifiestan de forma directa e inmediatamente en el contexto del proyecto de estudio. Se refieren al ruido o sonido de la maquinaria, emisión de

polvo, producción de residuos sólidos, alteración de la edificación del suelo como su forma y su perfil (Marín, 2024).

Impactos indirectos: Están constituidos por aquellas consecuencias adicionales o colaterales que resultan del desarrollo de la obra. Dentro de este apartado se incluyen la intensidad del tráfico interno, la tensión a la que se somete el sistema de recogida de residuos de la base, y el consumo adicional de agua o potencia eléctrica durante la ejecución de la obra (Marín, 2024).

La existencia de los dos tipos de impactos debe ser considerada en la propuesta de medidas de mitigar sus efectos.

4.4.2 Impactos Temporales / Permanentes

Temporales: son aquellos que solo tendrán lugar durante el periodo de construcción de la obra como, por ejemplo, ruidos, polvo, vibraciones del terreno y residuos de obra. Podrán ser eliminados o como mínimo reducidos a la finalización de la obra (Ding, 2008).

Permanentes: estas son las relacionadas a la ocupación del terreno, a la impermeabilización del suelo por las losas de fundación, a la alteración del paisaje urbano y al incremento continuado del consumo de recursos durante la fase operativa de la vivienda. Estos impactos requieren de estrategias de compensación o de una reconsideración del diseño para alcanzar su efecto acumulativo (Ding, 2008).

4.4.3 Clasificación de Impactos por el Nivel de Significatividad

En definitiva, los impactos descritos se clasifican en tres niveles:

Significativos: aquellos de magnitud alta, de larga duración y de baja reversibilidad; por ejemplo, la emisión de CO₂ asociada al uso de hormigón.

Moderados: aquellos que están caracterizados por la existencia de efectos evidentes, si bien son mitigables, como por ejemplo la generación de residuos plásticos o el ruido en las jornadas diurnas.

Bajos: impactos puntuales y cortos, tal y como el uso de herramientas manuales o la primera parte de la operación de desbroce.

La anterior categorización permite priorizar la implementación de las medidas correctoras y preventivas resultado del riesgo ambiental que representan.

4.5 Valoración de impactos ambientales

La valoración de impactos clasifica los efectos negativos o positivos que pueden producirse en el transcurso de la obra. Para el caso de la valoración, se adopta una metodología de tipo cualitativa y que pondera los impactos en base a una serie de criterios - magnitud, duración y reversibilidad- que consideramos los más representativos para este tipo de obra y entorno institucional.

4.5.1 Parámetros de Evaluación

La evaluación de las incidencias ambientales del presente análisis se realiza con un método semicuantitativo, método de evaluación de impactos ambientales propuesto por Vicente Conesa Fernández-Vitora y frecuentemente usado en estudios de impacto ambiental. Este método permite valorar la significancia de las incidencias de forma ordenada, atribuyendo puntuaciones a los diversos criterios anotados e integrándolos en un índice de significancia del impacto (ISI) (Mag. Ing. Alejandro R. RUBERTO, 2006).

Magnitud (M): grado de impacto que puede tener el medio ambiente (bajo, medio, alto).

Duración (D): duración del impacto (temporal, intermitente, permanente).

Reversibilidad (R): capacidad del medio de recuperarse tras la detención de la actividad (reversible, parcialmente reversible, irreversible).

Estos criterios obtienen una puntuación de entre 1 y 5, de tal manera que la puntuación 1 significa una incidencia leve o reversible y la puntuación 5, una incidencia grave o permanente. La puntuación total de los parámetros permite presentar un índice de significancia del impacto (ISI):

$$ISI = (0.4 * M) + (0.3 * D) + (0.3 * R)$$

Tabla 106

Evaluación de la Significancia del Impacto Ambiental por Actividad del Proyecto

Nº	Actividad del Proyecto	M	D	R	ISI = $(0.4 \cdot M + 0.3 \cdot D + 0.3 \cdot R)$	Clasificación
1	Preparación del terreno	2	2	4	2,6	Bajo
2	Replanteo y trazado de obra	2	1	3	2	Bajo
3	Movimiento de tierras y excavación	5	4	3	4,1	Alto
4	Relleno, compactación y nivelación	4	3	3	3,4	Medio
5	Construcción de estructura de hormigón armado	5	5	2	4,1	Alto
6	Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas	3	3	3	3	Medio
7	Acabados finales y equipamiento	3	2	3	2,7	Medio
8	Limpieza y entrega del proyecto	2	2	4	2,6	Bajo

Nota: La tabla resume la clasificación de impactos ambientales por actividad del proyecto según su índice de significancia (ISI).

Tabla 107

Clasificación del ISI

Índice de Significancia (ISI)	Clasificación del Impacto
4.0 – 5.0	Alto
2.7 – 3.9	Medio
1.0 – 2.6	Bajo

Nota: Rango de la clasificación del ISI

4.5.2 Resultados de la Valoración

Mediante el análisis de las ocho actividades definidas del desarrollo del proyecto, se concluyen los siguientes índices de significancia ambiental:

Impactos de valor alto (Significativos)

En el movimiento de tierras y excavación (ISI = 4.1) y en la construcción de la estructura de hormigón armado (ISI = 4.1; la magnitud y duración son altas y el impacto tiene poca posibilidad de reversibilidad; la cual estará relacionada específicamente con la alteración física del terreno, emisión de partículas en el aire, generación de ruidos e intensivo uso de materiales con elevada huella de carbono, como el cemento).

Impactos de valor medio (Moderados)

Con algún valor medio en actividades como el relleno y compactado del terreno (ISI = 3.4), instalaciones hidrosanitarias y eléctricas (ISI = 3.0) y acabados finales (ISI = 2.7). Se trata de acciones generadoras de residuos sólidos no peligrosos, emisiones acústicas moderadas y un consumo de recursos plásticos, evidenciando efectos de un alcance local y una duración temporal limitada, pero cobrando una acumulación si no van controladas.

Impactos de escaso valor (Bajos)

A la preparación del terreno, el replanteo y la limpieza final (ISI entre 2.0 y 2.6). Estas prácticas son eminentemente transitorias, con un impacto leve y generalmente reversible sobre el entorno natural, siempre que se aplican buenas prácticas constructivas y de gestión de residuos.

4.5.3 Propuesta de control

El análisis efectuado sobre los impactos pone en evidencia que el proyecto presenta mayoritariamente actividades que evidencian impactos ambientales de tipo bajo a medio, y por tanto pueden ser controlados a través de la propuesta de medidas preventivas y correctivas. Sólo alcanzan una significatividad alta, y son específicamente el uso de maquinaria pesada y el uso de materiales estructurales, el primero de los cuales es propio de las obras de este tipo, pero susceptible de ser mitigado mediante la aplicación de tecnologías limpias, la mejora de la eficiencia operativa y mediante un adecuado control de las emisiones.

La caracterización de los impactos permite establecer las prioridades del diseño del plan de manejo ambiental, que debería orientarse a la fase de movimiento de tierras y a la de cimentación de estructura, sin descuidar el manejo de los residuos, la eficiencia en el uso de los recursos y la protección del medio físico inmediato.

4.5.3.1 Medidas de la prevención

Las medidas de la prevención tienen como objetivo evitar que los impactos se produzcan o disminuir en su intensidad los impactos antes de aplicar cada actividad. Para el proyecto en sí, las medidas que se proponen son las siguientes:

Movimiento de tierras: realizar riegos periódicos en la obra y con agua no potable, controlar el material particulado, delimitar la zona de trabajo y evitar la remoción innecesaria de suelo.

Hormigonado: dar prioridad al uso de un tipo de cemento, el cual incorpora aditivos reductores de agua y emisiones, mantener en condiciones óptimas los moldajes reutilizables y evitar el derrame de hormigón en zonas no autorizadas.

Para todas las fases de la obra: realizar charlas técnicas de las buenas prácticas ambientales y los protocolos de manejo de residuos al personal.

4.5.3.2 Medidas Correctivas

Estas medidas se implementan cuando ya ha tenido lugar un impacto durante la ejecución, llevando a una corrección o mitigación del efecto producido:

Ruido y vibraciones: rige un horario de trabajo previsto en aquellas actividades que son ruidosas, así como maquinarias en condiciones de evitar la sobrecarga acústica.

Residuos sólidos: se llevará a cabo un plan de clasificación en obra (orgánicos, plásticos, metálicos, peligrosos), donde estos se disponen en diversos contenedores etiquetados y su recambio lo efectúan los gestores autorizados.

Contaminación por materiales químicos: las pinturas, los adhesivos, los disolventes, los lubricantes se almacenan en espacios cubiertos por contención secundaria. Evitar derrames y mezclas.

4.5.3.3 Medidas compensatorias

Cuando un impacto tiene lugar, y no se puede evitar ni corregir totalmente, se aplicará una acción compensatoria para mitigar sus efectos:

Impermeabilización del suelo: debido a la realización de losas de cimentación se sugiere a las zonas verdes perimetrales y jardines de uso mínimo que facilitan la infiltración de aguas lluvia.

Generación de CO₂ en fundición: parcialmente compensable mediante una reforestación institucional, o bien por la plantación de especies nativas en las zonas determinadas por la Base Naval.

Impacto visual final: hay que continuar el diseño arquitectónico armónico con el entorno militar urbano, y que contemple criterios de iluminación natural y ventilación pasiva.

4.5.4 Recomendaciones generales

Contar con un responsable ambiental en obra que supervise la ejecución de las medidas y registre la implementación mediante una sistemática fotográfica y técnica.

Coordinación con las autoridades ambientales locales (MAATE o dirección ambiental institucional) para la correcta disposición de los residuos y la aprobación de las prácticas compensatorias.

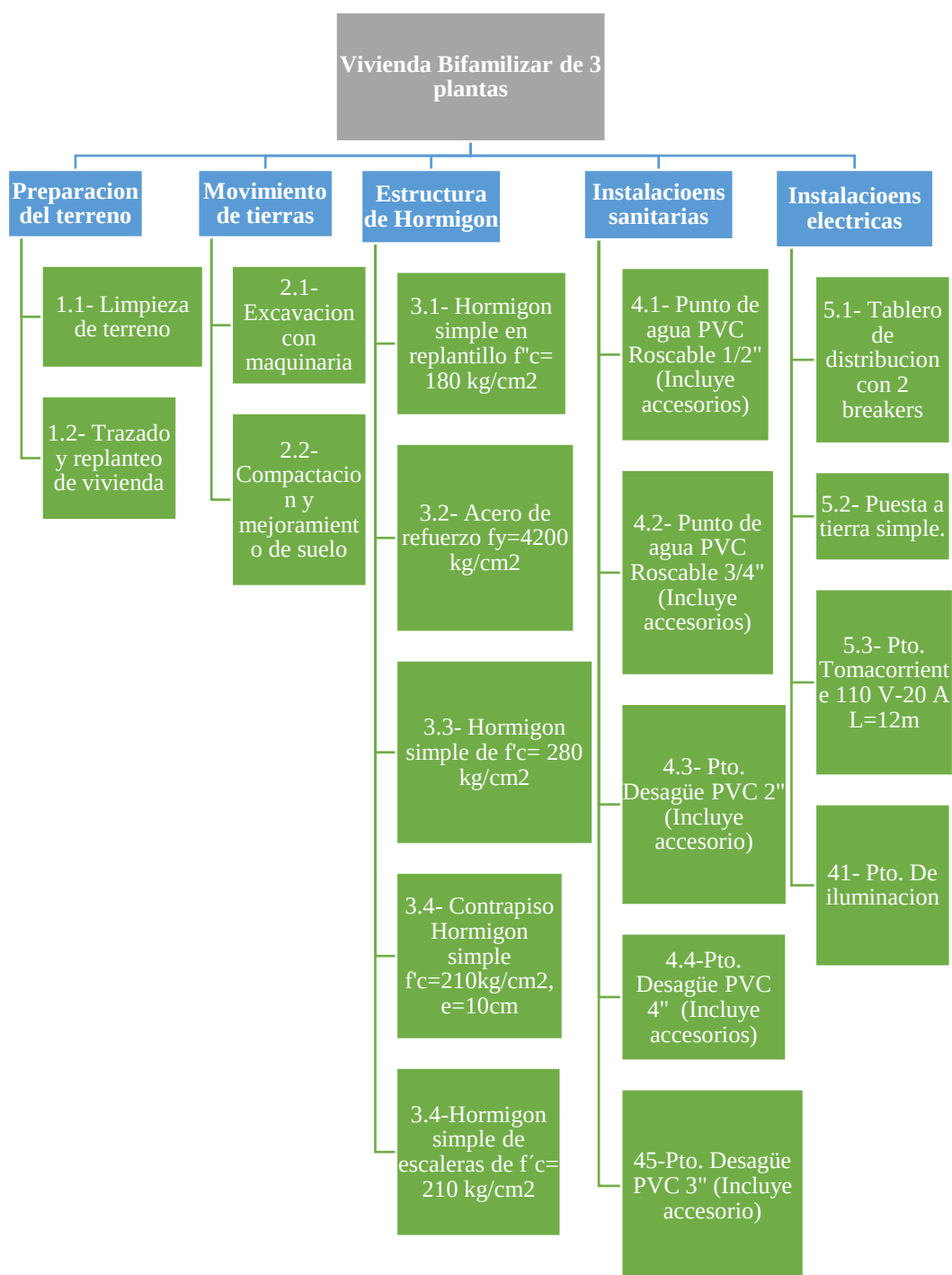
Realizar auditorías internas y revisiones periódicas durante la ejecución de la obra, registrando los hallazgos y las oportunidades de mejora ambiental.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

La estructura de desglose de trabajo nos permitirá visualizar de manera jerárquica las actividades que se ejecutaran durante el proyecto, facilitando la planificación del cronograma y presupuesto para el proyecto. El siguiente esquema muestra las fases del proyecto.



5.2 Especificaciones Técnicas

5.2.1 Preparación del terreno

1.1- Limpieza de terreno

Rubro:1

UNIDAD:M2

DESCRIPCIÓN

La limpieza de terreno implica la retirada de basura, escombros, maleza y restos vegetales o cualquier material que pueda obstaculizar la ejecución de la obra. Se ejecutará sobre la totalidad del área de implantación de la edificación, dejándola completamente libre y lista para que se inicien las tareas de trazo y replanteo de la obra. Quedará así el terreno desprovisto de obstáculos y con el material retirado hasta el lugar diseñado con fines de acopio o para su disposición final, el cual ha sido previamente autorizado.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Delimitar el área a limpiar de acuerdo a los planos de implantación.
- Retirar manualmente o con herramientas menores toda la vegetación, basura o restos que se encuentren en la superficie.
- Cargar y transportar los desechos al sitio de acopio o botadero autorizado por la Supervisión.
- Nivelar de manera preliminar el área intervenida para garantizar la continuidad de las siguientes actividades constructivas.
- Entregar el área limpia para la ejecución del trazado y replanteo de la obra.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será **metro cuadrado (m²)**, considerando el área realmente ejecutada según los planos de arquitectura.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se realizará para los **metros cuadrados (m²)** de superficie limpiada, a precio unitario concertado en el contrato. Este precio unitario incluye toda la mano de obra, herramientas, los residuos recogidos y transportados y todos los gastos indirectos para la correcta ejecución de la partida.

MATERIALES MÍNIMOS

- Estacas
- Clavos de 2" a 3 ½"
- Tiras de madera

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Albañil
- Ayudante de albañil

EQUIPO MÍNIMO

- Herramientas manuales (palas, machetes, picos, barretas, etc.)
- Herramienta menor equivalente al 5% de la mano de obra

1.2- Trazado y replanteo de vivienda**Rubro:2****UNIDAD:M2****DESCRIPCIÓN**

El trazado y replanteo es el proceso donde se muestran las ubicaciones de los ejes en el terreno de la obra, según los planos de arquitectura y estructuras. Esta actividad garantiza que las fundaciones, muros y otros elementos constructivos se ejecuten en la posición y las dimensiones adecuadas. Esto incluye la utilización de estacas, hilos de referencia y niveles de control.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Verificar que el terreno se encuentre limpio y libre de obstáculos.
- Establecer puntos de referencia y niveles base de acuerdo al plano topográfico y las cotas del proyecto.
- Colocar estacas, reglas y cordeles en los ejes principales y secundarios, asegurando su correcta alineación.
- Marcar con precisión los perímetros y anchos de zapatas, cimentaciones y demás elementos estructurales.
- Revisar y comprobar medidas mediante diagonales y cotejo con planos antes de iniciar la excavación.
- El replanteo deberá ser aprobado por el Supervisor antes de continuar con las siguientes etapas constructivas.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será **metro cuadrado (m²)**, considerándose el área total de replanteo efectivamente ejecutada conforme a los planos del proyecto.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se realizará por **metro cuadrado (m²)** de trazado y replanteo ejecutado, al precio unitario estipulado en el contrato. Este valor incluye mano de obra, herramientas, materiales de apoyo (estacas, clavos, hilos), equipos de medición y control, así como todos los gastos indirectos necesarios para la correcta ejecución de la partida.

MATERIALES MÍNIMOS

- Estacas de madera
- Hilos o cordeles de replanteo
- Clavos de 2" a 3 ½"
- Tiras de madera

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Albañil
- Ayudante de albañil

EQUIPO MÍNIMO

- Herramientas manuales (martillos, plomadas, cintas métricas, jalones)
- Herramienta menor equivalente al 5% de la mano de obra
- Nivel de manguera o nivel óptico/topográfico

5.2.2 Movimiento de tierras

2.1- Excavación con maquinaria

Rubro:3

UNIDAD:M3

DESCRIPCIÓN

La excavación con maquinaria es la que consiste en la remoción de tierra de las áreas de cimentación, trinchera o pozo, y se realizará de acuerdo con los planos de las estructuras más las especificaciones técnicas. El trabajo se ejecutará mediante el uso de retroexcavadora u otro equipo mecánico apropiado y cumpliendo con las profundidades, pendientes y dimensiones que establezca el proyecto. Queda incluido el acopio del material excavado, la carga y el transporte interno hacia el lugar de acopio o disposición que indique la Supervisión.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Verificar los puntos de trazado y replanteo aprobados.
- Delimitar el área de excavación con estacas y cordeles.
- Ejecutar la excavación mecánica utilizando retroexcavadora, respetando las dimensiones y cotas de diseño.
- En los bordes de cimentación dejar un margen de aproximación, completando manualmente los últimos centímetros para evitar daños al terreno natural de apoyo.
- Mantener las paredes de la excavación estables y sin socavaciones, implementando apuntalamientos cuando sea necesario.
- Trasladar el material excedente al sitio de depósito aprobado.
- Solicitar la inspección y aprobación de la Supervisión antes de colocar cualquier material de relleno o iniciar cimentaciones.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será **metro cúbico (m³)**, considerando el volumen real de excavación ejecutado conforme a las dimensiones establecidas en los planos de proyecto.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se realizará por **metro cúbico (m³)** de excavación ejecutada, al precio unitario establecido en el contrato. El valor incluye el uso de maquinaria, operador, mano de obra de apoyo, herramientas, carga y acarreo del material excavado hasta el sitio autorizado.

MATERIALES MÍNIMOS

No aplica (actividad de carácter mecánico y de retiro de material).

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Operador de equipo
- Albañil
- Ayudante de albañil

EQUIPO MÍNIMO

- Retroexcavadora (75 HP o similar)
- Herramienta menor equivalente al 5% de la mano de obra

2.2- Compactación y mejoramiento de suelo**Rubro:4****UNIDAD M3****DESCRIPCIÓN**

Las tareas de compactación y mejoramiento de suelo corresponden a la colocación y compactación de material de relleno seleccionado en el área de cimentación, trincheras u otras plataformas, con la finalidad de garantizar la resistencia y estabilidad necesarias para soportar la obra. El proceso se llevará a cabo mediante una sucesión de capas de espesor uniforme, mediante el proceso de compactación hasta la densidad y el grado de compactación que puede especificarse por planos y/o normas técnicas.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Verificar que la excavación haya sido ejecutada y aprobada por la Supervisión.
- Colocar el material de relleno previamente seleccionado y autorizado, libre de materia orgánica o elementos no aptos.
- Distribuir el material en capas sucesivas de espesor uniforme.
- Compactar cada capa con equipo mecánico (compactador mecánico o rodillo), asegurando la densidad especificada.
- Humedecer el material, de ser necesario, para obtener la humedad óptima de compactación.
- Controlar niveles y cotas en cada capa, verificando la uniformidad y planeidad de la superficie compactada.
- La Supervisión deberá aprobar la compactación antes de la colocación de concreto u otros elementos estructurales.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será **metro cúbico (m³)**, considerando el volumen de material realmente colocado y compactado de acuerdo a las especificaciones y planos.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se realizará por **metro cúbico (m³)** de material compactado, al precio unitario del contrato. Este valor incluye el suministro del material de relleno, transporte, colocación, humedecimiento, compactación, mano de obra, equipos y herramientas menores.

MATERIALES MÍNIMOS

- Material de relleno seleccionado (granular, libre de materia orgánica)

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Albañil
- Ayudante de albañil
- Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO

- Compactador mecánico
- Herramientas manuales (palas, carretillas, picos)
- Herramienta menor equivalente al 5% de la mano de obra

5.2.3 Estructura de Hormigón

3.1- Hormigón simple en replantillo $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ Rubro:5 UNIDAD:M3

DESCRIPCIÓN

El replantillo de hormigón simple consiste en una capa de concreto de baja resistencia la que se coloca en el fondo de las excavaciones de cimentación, con el objetivo de regularizar la superficie de apoyo, ofrecer un asiento uniforme y amparar el acero de refuerzo de la humedad y de los agentes agresivos del suelo. Se ejecuta con hormigón premezclado de resistencia característica $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ y un espesor según planos

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Verificar que la excavación y la compactación del terreno hayan sido aprobadas por la Supervisión.
- Humedecer ligeramente la superficie antes del vaciado.
- Colocar el hormigón simple en el fondo de la excavación, extendiéndolo de manera uniforme sobre toda el área proyectada.
- Compactar manualmente con reglas o vibrador de aguja ligera para evitar segregaciones y obtener una superficie pareja.
- Nivelar la superficie de acuerdo con la cota establecida en planos.
- Curar el hormigón durante al menos 3 días, manteniéndolo húmedo para garantizar el fraguado adecuado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será **metro cúbico (m^3)**, considerando el volumen de hormigón realmente colocado de acuerdo con planos y especificaciones.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se realizará por **metro cúbico (m³)** de hormigón colocado, al precio unitario establecido en el contrato. Este valor incluye el suministro de hormigón premezclado, transporte, colocación, compactación, curado, herramientas y mano de obra.

MATERIALES MÍNIMOS

- Hormigón premezclado $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Albañil
- Ayudante de albañil
- Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO

- Herramientas manuales (palas, reglas, carretillas)
- Concretera (en caso de mezcla en obra)
- Herramienta menor equivalente al 5% de la mano de obra

**3.2- Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ Rubro: 6, 8, 11, 13, 15, 17, 19, UNIDAD:KG
21, 23, 25, 27**

DESCRIPCIÓN

El acero de refuerzo será utilizado en se utilizará en cimentaciones, columnas, vigas y losas de la edificación, conforme a lo establecido en los planos estructurales. Se suministrará, cortará, doblará y figurará de conformidad con las longitudes que aparecen en los detalles constructivos. La colocación del acero de refuerzo se hará limpia, sin óxidos, aceites ni grasas, asegurando el recubrimiento mínimo de hormigón especificado. Se realizarán los amarres con alambre recocido, asegurando la rigidez de la estructura antes del hormigonado.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Verificar el acero de refuerzo, su diámetro, calidad y certificaciones.
- Cortar y doblar las varillas en obra con equipo adecuado, siguiendo estrictamente los planos de estructuras.
- Figurar las piezas de refuerzo (estribos, ganchos, traslapes) respetando las dimensiones normadas.
- Armar las parrillas, mallas y elementos estructurales mediante alambre de amarre, asegurando rigidez.
- Colocar el acero en cimentaciones, columnas, vigas y losa, garantizando el recubrimiento mínimo con separadores.
- Revisar alineaciones, traslapes y fijaciones antes del vaciado de hormigón.
- El armado será aprobado por la Supervisión previo al hormigonado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será **kilogramo (Kg)**, considerando el peso real del acero colocado en obra, de acuerdo con planos estructurales y especificaciones.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se efectuará por **kilogramo (Kg)** de acero colocado, al precio unitario del contrato.

MATERIALES MÍNIMOS

- Acero de refuerzo $FY=4200 \text{ kg/cm}^2$
- Alambre de amarre
- Disco de corte

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Fierro
- Albañil
- Ayudante de albañil
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

EQUIPO MÍNIMO

- Amoladora eléctrica
- Herramientas manuales (5% de M.O.)

3.3- Hormigón simple $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ Rubro: 7,9,12,14 UNIDAD: M3
,18,20,22,26,28

DESCRIPCIÓN

El hormigón estructural se utilizará en cimentaciones, columnas, vigas y losas de la futura edificación, de acuerdo con lo detallado en los planos estructurales. Se trata de un hormigón premezclado con resistencia característica **$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$** , elaborado bajo control de calidad, con los aditivos necesarios para garantizar trabajabilidad y durabilidad. El vaciado se ejecutará por capas continuas, garantizando el correcto compactado y monolítico de los elementos estructurales.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

- Preparación: Verificar limpieza de la superficie de apoyo, encofrados firmes, recubrimientos adecuados y correcta ubicación del acero de refuerzo. Aplicar agente desmoldante en el encofrado.
- Suministro: Recepcionar el hormigón premezclado, verificando resistencia, asentamiento y homogeneidad antes de su colocación.
- Colocación: Vaciar el hormigón en capas sucesivas de espesor adecuado, evitando segregaciones y caídas libres mayores a 1.5 m.
- Compactación: Vibrar el hormigón con vibrador de aguja para eliminar vacíos y asegurar adherencia con el acero de refuerzo.
- Nivelación y acabado: Reglar y alisar la superficie en vigas y losas, asegurando cotas y pendientes según planos.

- Curado: Iniciar el curado húmedo inmediatamente después del fraguado inicial, manteniéndolo durante al menos 7 días para asegurar el desarrollo de resistencia.
- Desencofrado: Retirar los encofrados respetando los plazos mínimos normativos y bajo autorización de la Supervisión.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el **metro cúbico (m³)**, considerando el volumen real de hormigón colocado en cimentaciones, columnas, vigas y losas, de acuerdo a los planos estructurales y cubicaciones aprobadas por la Supervisión.

CONDICIONES DE PAGO

El pago se realizará por **m³ de hormigón colocado**, al precio unitario del contrato. El valor incluye el suministro del hormigón premezclado, transporte, colocación, vibrado, curado, encofrados asociados al vaciado, mano de obra, herramientas y equipo menor. No se reconocerán pagos adicionales por desperdicios.

MATERIALES MÍNIMOS

- Hormigón premezclado $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Tablas duras de encofrado de 0.30 m
- Clavos de 2" a 3½"
- Cuartones y pings de encofrado
- Aceite quemado (desmoldante)

MANO DE OBRA MÍNIMA

- Albañil
- Ayudante de albañil
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

EQUIPO MÍNIMO

- Vibrador de aguja
- Herramientas manuales (palas, reglas, carretillas)
- Concretera (en caso de preparación en obra, no aplicable si se utiliza hormigón premezclado)
- Herramienta menor equivalente al 5% de la mano de obra

3.4- Contrapiso Hormigón simple**Rubro:10****UNIDAD:M2** **$f'c=210\text{kg/cm}^2$, $e=10\text{cm}$** **DESCRIPCIÓN:**

Este contrapiso de hormigón simple se ejecutará en los ambientes donde tenga lugar una base sólida y nivelada para la colocación de los pisos cerámicos, vinílicos, terrazo u otros. Su función es la de una base sólida, que apoye de forma uniforme y resistente el piso definitivo, asegurando la planeidad y nivelación de este. El contrapiso se ejecutará a partir de un hormigón común $F'C=210\text{ kg/cm}^2$, con un espesor medio de 5 cm, que se colocará en el sitio de forma directa sobre la losa o sobre la superficie base anteriormente preparada. El acabado superficial será rugoso para favorecer la adherencia del piso de acabado final.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificación de niveles de la superficie base y limpieza de restos de polvo, escombros o materiales sueltos.
- Humedecer la superficie base antes de la colocación del hormigón.
- Determinar el nivel del contrapiso considerando el espesor del piso terminado.
- Colocar el hormigón simple $F'C=210\text{ kg/cm}^2$ sobre la superficie humedecida, distribuyéndolo uniformemente con reglas para garantizar un espesor de 5 cm y nivelación precisa.
- Compactar el hormigón con pisones o vibradores manuales, evitando agregar agua sobre la superficie ya colocada.
- Terminar la superficie con un acabado rugoso para asegurar la adherencia del piso final.

- Proteger el contrapiso hasta que alcance la resistencia suficiente antes de colocar el piso final.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²). Se medirá el área realmente ejecutada de acuerdo con los planos de arquitectura y niveles establecidos por el Supervisor de obra.

CONDICIONES DE PAGO:

Esta partida se pagará, previa autorización del Supervisor, por metro cuadrado (m²) de contrapiso ejecutado de acuerdo con las especificaciones descritas. El pago incluirá todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte necesarios para su correcta ejecución.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Hormigón premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Inspector de obra, Albañil, Ayudante de Albañil, Peón

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales (5% M.O.)
- Concretera (1 saco)
- Pisones o vibradores manuales

3.5- Hormigón simple de escaleras**Rubro:16,24****UNIDAD M3** **$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$** **DESCRIPCIÓN:**

Este rubro contempla la construcción de escaleras de hormigón simple con una resistencia de $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$. Las escaleras constituyen elementos estructurales y de circulación vertical, por lo que requieren un soporte firme, uniforme y correctamente nivelado. El hormigón se colocará sobre encofrados previamente preparados y lubricados, y la superficie del escalón deberá permitir un acabado seguro y adherente para pisos finales o revestimientos. El espesor y dimensiones se ejecutarán según planos de arquitectura y estructura.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificación de niveles y alineación de los ejes de las escaleras de acuerdo a los planos.
- Limpieza y humedecimiento de la superficie base antes del vaciado de hormigón.
- Colocación de encofrados de tablas duras y cuartones, asegurando firmeza y alineación con reglas y niveles.
- Aplicación de aceite quemado o pingo en los encofrados para facilitar el desencofrado.
- Colocación del hormigón simple $F'C=210 \text{ kg/cm}^2$ en los encofrados, compactando adecuadamente con pisones o vibradores manuales para eliminar vacíos y burbujas de aire.

- Nivelación y acabado de la superficie del escalón, procurando un acabado rugoso que asegure la adherencia de revestimientos o pisos finales.
- Desencofrado una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente, evitando deformaciones o daños.
- Protección de las escaleras durante el fraguado hasta lograr la resistencia requerida.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el metro cúbico (m³). Se medirá el volumen de hormigón realmente ejecutado, conforme a los planos y niveles aprobados por el Supervisor de obra.

CONDICIONES DE PAGO:

Esta partida se pagará, previa autorización del Supervisor, por metro cúbico (m³) de hormigón colocado en escaleras, ejecutado de acuerdo con las especificaciones descritas. El pago incluirá todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte necesarios.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Hormigón premezclado F'C=210 kg/cm²
- Tablas duras de encofrado 0.30 m
- Clavos 2 a 3 ½ pulg.
- Cuartones de encofrado
- Pingo y aceite quemado para encofrado

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Inspector de obra, Albañil, Ayudante de Albañil, Carpintero, Ayudante de Carpintero, Peón

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales (5% M.O.)
- Concretera (1 saco)
- Pisones o vibradores manuales

5.2.4 Instalaciones sanitarias

4.1- Punto de agua PVC Roscable 1/2"

Rubro: 29, 31, 32

UNIDAD: PTO

(Incluye accesorios)

DESCRIPCIÓN:

Este rubro incluye la instalación de los puntos de agua mediante tubería PVC roscable 1/2", incluyendo todos los accesorios posibles como codos, tees, uniones, nepplos flexibles, etc. Cada punto de agua constituye por sí mismo una unión funcional para el suministro sanitario en la vivienda, asegurando durabilidad, estanqueidad y fácil mantenimiento. La instalación se ejecutará de acuerdo con los planos de distribución hidráulica a fin de cumplir las normas de presión y seguridad del lugar.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificar la ubicación de los puntos de agua según planos de arquitectura e hidráulica.
- Preparar la superficie y herramientas necesarias para la instalación.
- Cortar y ensamblar la tubería PVC roscable 1/2" de acuerdo a las dimensiones requeridas.
- Instalar accesorios: codos, tees, uniones y nepplos flexibles, aplicando teflón en las roscas para garantizar estanqueidad.
- Hay que asegurar que todas las conexiones estén firmes y correctamente alineadas.
- Probar la red hidráulica con presión de agua para verificar fugas y funcionamiento adecuado de cada punto de agua.
- Corregir cualquier fuga o ajuste antes de la puesta en servicio.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el **punto de agua (pto)**. Se contará cada punto efectivamente instalado y funcional, incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarias según los planos aprobados.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada punto de agua instalado de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte requeridos.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Tubería PVC presión roscable 1/2" <420 PSI>
- Codos PVC 90° CED 40 roscables 1/2"
- Tee PVC CED presión roscable 1/2"
- Unión PVC CED 40 roscable 1/2"
- Nepplos flexibles 1/2"
- Teflón para roscas
- Universal PVC CED 40 roscable 1/2"

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Plomero, Ayudante de Plomero, Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de fontanería (5% M.O.)

- Llaves ajustables, cortatubos y otras herramientas necesarias para instalación de PVC

4.2- Punto de agua PVC Roscable 3/4"**Rubro:30****UNIDAD: PTO****(Incluye accesorios)****DESCRIPCIÓN:**

Este rubro incluye la instalación de puntos de agua a partir de la tubería PVC Roscable de 3/4", incluyendo todos los accesorios necesarios como ser codos, tees, uniones, nepplos, flexibles y universal PVC. Los puntos de agua constituyen conexiones funcionales de las instalaciones para el suministro sanitario en el segundo piso garantizando estanqueidad, durabilidad y fácil mantenimiento. La instalación se desarrollará conducido por las distribuciones hidráulicas, y cumpliendo con las disposiciones locales en materia de presión y seguridad.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificar la ubicación de los puntos de agua en el primer piso según planos de arquitectura e hidráulica.
- Preparar la superficie y herramientas necesarias para la instalación.
- Cortar y ensamblar la tubería PVC roscable de 3/4" según las longitudes y trazados requeridos.
- Instalar accesorios: codos, tees, uniones, nepplos flexibles y universal PVC, aplicando teflón en las roscas para garantizar estanqueidad.
- Asegurar que todas las conexiones estén firmes, alineadas y con la pendiente correcta para el flujo de agua.
- Probar la red hidráulica con presión de agua para verificar fugas y correcto funcionamiento del punto de agua.
- Corregir cualquier fuga o ajuste antes de la puesta en servicio.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el **punto de agua (pto)**. Se contará cada punto efectivamente instalado y funcional, incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarias según los planos aprobados.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada punto de agua instalado de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte requeridos.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Tubería PVC presión roscable 3/4" <420 PSI>
- Codos PVC 90° CED 40 roscables 3/4"
- Tee PVC CED presión roscable 3/4"
- Unión PVC roscable 3/4"
- Nepplos flexibles 3/4"
- Universal PVC CED 40 roscable 3/4"
- Teflón para roscas

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Plomero, Ayudante de Plomero, Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de fontanería (5% M.O.)

- Llaves ajustables, cortatubos y demás herramientas necesarias para instalación de PVC

4.3- Pto. Desagüe PVC 2"**Rubro:33,35****UNIDAD: PTO****(Incluye accesorio)****DESCRIPCIÓN:**

Este renglón recoge la instalación de los puntos de desagüe mediante tubería PVC de 2" tipo B, habida cuenta de los accesorios necesarios (codos, tees [Yee], sifones y adhesivos [polipega y polilimpia]). Cada punto de desagüe constituye una conexión funcional para la evacuación de aguas residuales, asegurando que se dispongas de estanqueidad, durabilidad y correcto flujo hidráulico. La instalación se ejecutará conforme a los planos de distribución sanitaria y, a su vez, de acuerdo con normativa local de desagüe.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificar la ubicación de los puntos de desagüe según planos de arquitectura e hidráulica.
- Preparar la superficie y herramientas necesarias para la instalación.
- Cortar y ensamblar los tubos PVC de 2" según longitudes y trazados requeridos.
- Instalar accesorios: codos de 90° y 45°, tees (Yee), sifones y uniones, aplicando polipega y polilimpia para garantizar estanqueidad.
- Hay que asegurar que todas las conexiones estén firmes, alineadas y con la pendiente adecuada para el correcto flujo de aguas residuales.
- Probar la red de desagüe para verificar fugas y correcto funcionamiento del punto de desagüe.
- Corregir cualquier fuga o ajuste antes de la puesta en servicio.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el **punto (pto)**. Se contará cada punto efectivamente instalado y funcional, incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarias según los planos aprobados.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada punto de desagüe instalado de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte requeridos.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Tubería PVC 2" Tipo B
- Codos PVC 2" 90° y 45°
- Tee PVC (Yee) 2"
- Sifón PVC 2"
- Polipega y polilimpia para unión de tuberías

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Plomero, Ayudante de Plomero, Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de fontanería (5% M.O.)
- Llaves, cortatubos y demás herramientas necesarias para instalación de PVC

4.4-Pto. Desagüe PVC 4" (Incluye accesorios)**Rubro:34,36****UNIDAD: PTO****DESCRIPCIÓN:**

Este rubro prevé la instalación de puntos de desagüe mediante tubería PVC de 4" Tipo B, incluyendo todos los accesorios necesarios como codos, tees (Yee), sifones y adhesivos (polipega). Cada uno de los puntos de desagüe constituye una conexión que desarrolla la evacuación de aguas del primer piso, lo que permite garantizar estanqueidad, durabilidad y correcto flujo hidráulico. La instalación se realizará de acuerdo con los planos de distribución sanitaria y cumpliendo las normativas locales de desagüe.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificar la ubicación de los puntos de desagüe en el primer piso según planos de arquitectura e hidráulica.
- Preparar la superficie y herramientas necesarias para la instalación.
- Cortar y ensamblar los tubos PVC de 4" según longitudes y trazados requeridos.
- Instalar accesorios: codos de 45°, tees (Yee), sifones y uniones, aplicando polipega para garantizar estanqueidad.
- Hay que asegurar que todas las conexiones estén firmes, alineadas y con la pendiente adecuada para el correcto flujo de aguas residuales.
- Probar la red de desagüe para verificar fugas y correcto funcionamiento del punto de desagüe.
- Corregir cualquier fuga o ajuste antes de la puesta en servicio.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el **punto (pto)**. Se contará cada punto efectivamente instalado y funcional, incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarias según los planos aprobados.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada punto de desagüe instalado de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte requeridos.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Tubería PVC 4" Tipo B
- Codos PVC 4" 45°
- Tee PVC (Yee) 4"
- Sifón PVC 4"
- Polipega para unión de tuberías

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Plomero, Ayudante de Plomero, Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de fontanería (5% M.O.)
- Llaves, cortatubos y demás herramientas necesarias para instalación de PVC

4.5-Pto. Desagüe PVC 3". (Incluye accesorio)**Rubro:37****UNIDAD: PTO****DESCRIPCIÓN:**

Este rubro contempla la ejecución de puntos de desagüe a través de tubería de PVC de 3" Tipo B, incluyendo todos los accesorios necesarios para su ejecución (codos, tees (Yee), sifones, adhesivo (polipega), etc.). Cada punto de desagüe constituye cada una de las conexiones funcionales para la evacuación de las aguas residuales del tercer piso de la edificación, garantizando estanqueidad, durabilidad y correcta evacuación hidráulica. Su ejecución se desarrollará conforme a los planos de distribución sanitaria y respetando las normas locales vigentes en materia de desagüe.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificar la ubicación de los puntos de desagüe en el tercer piso según planos de arquitectura e hidráulica.
- Preparar la superficie y herramientas necesarias para la instalación.
- Cortar y ensamblar los tubos PVC de 3" según longitudes y trazados requeridos.
- Instalar accesorios: codos de 45°, tees (Yee), sifones y uniones, aplicando polipega para garantizar estanqueidad.
- Hay que asegurar que todas las conexiones estén firmes, alineadas y con la pendiente adecuada para el correcto flujo de aguas residuales.
- Probar la red de desagüe para verificar fugas y correcto funcionamiento del punto de desagüe.
- Corregir cualquier fuga o ajuste antes de la puesta en servicio.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será el **punto (pto)**. Se contará cada punto efectivamente instalado y funcional, incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarias según los planos aprobados.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada punto de desagüe instalado de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte requeridos.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Tubería PVC 3" Tipo B
- Codos PVC 3" 45°
- Tee PVC (Yee) 3"
- Sifón PVC 3"
- Polipega para unión de tuberías

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Plomero, Ayudante de Plomero, Inspector de obra

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de fontanería (5% M.O.)
- Llaves, cortatubos y demás herramientas necesarias para instalación de PVC

5.2.5 Instalaciones eléctricas

5.1- Tablero de distribución con 2 breakers

Rubro:38

UNIDAD: U

DESCRIPCIÓN:

Este rubro contempla la instalación de un tablero de distribución eléctrica que cuente con 2 breakers monopoles de 15 a 50 A. La finalidad del tablero es la protección y la distribución de los circuitos eléctricos de la vivienda, garantizando el correcto suministro y la protección de los equipos conectados. Incluye la caja térmica, los breakers que aplican el tipo más adecuado para la intervención y todos los elementos necesarios para la fijación en el abastecimiento de las correspondientes conexiones, cumpliendo obviamente con la normativa local que aplique en cuanto a la instalación eléctrica.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Verificar la ubicación del tablero de distribución según planos eléctricos y de arquitectura.
- Preparar la superficie de fijación y las herramientas necesarias para la instalación.
- Fijar la caja térmica al soporte de pared, asegurando correcta alineación y nivelación.
- Instalar los breakers dentro de la caja y realizar las conexiones según la distribución de circuitos aprobada.
- Verificar que las conexiones sean firmes y que los breakers funcionen correctamente.
- Realizar pruebas de funcionamiento y aislamiento eléctrico para garantizar seguridad y cumplimiento de normas.

- Corregir cualquier defecto o ajuste antes de la entrega final.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será la **unidad (U)**. Se contará cada tablero de distribución instalado y funcional, incluyendo todos los breakers y accesorios, de acuerdo con los planos aprobados.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada tablero instalado de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte requeridos.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Caja térmica para 2 breakers
- 2 breakers monopoles de 15 a 50 A
- Accesorios de fijación y conexión eléctrica

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Electricista, Ayudante de electricista

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de instalación eléctrica (5% M.O.)
- Taladros, destornilladores, multímetro y demás herramientas necesarias para montaje y prueba

5.2- Puesta a tierra simple.**Rubro:39****UNIDAD: U****DESCRIPCIÓN:**

En este rubro queda contemplada la producción de un sistema de puesta a tierra simple para la vivienda, permitiendo así la seguridad eléctrica y también la protección de personas y equipos para evitar descargas, así como fallas eléctricas. El sistema está diseñado con varilla Copperweld de 5/8" x 1,80 m, un cable No. 8 de cobre de 7 hilos, conectores de puesta a tierra tipo francés y también un mejorador de suelo eléctrico (GEM), lo que permite lograr baja resistividad y la conductividad correcta frente al terreno.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Determinar la ubicación del sistema de puesta a tierra según planos eléctricos y normas locales.
- Clavar la varilla Copperweld verticalmente hasta alcanzar la profundidad requerida para un buen contacto con el suelo.
- Conectar el cable de cobre No. 8 al extremo de la varilla mediante el conector de puesta a tierra tipo francés, asegurando firmeza y continuidad eléctrica.
- Distribuir y enterrar el cable según trazado aprobado, cuidando su integridad y evitando daños mecánicos.
- Aplicar GEM (mejorador de suelo eléctrico) alrededor de la varilla para reducir la resistividad del terreno y mejorar la eficiencia del sistema.
- Medir la resistencia a tierra para verificar que cumpla con los valores normativos.
- Ajustar o añadir elementos si la resistencia medida excede los límites permitidos.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será la **unidad (U)**. Se contará cada puesta a tierra efectivamente instalada, probada y funcional, incluyendo varilla, cable, conectores y mejorador de suelo.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada unidad instalada de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte necesarios para su ejecución.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Varilla Copperweld 5/8" x 1,80 m
- Cable de cobre 7 hilos No. 8
- Conector de puesta a tierra tipo francés
- GEM (mejorador de suelo eléctrico)

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Electricista, Ayudante de electricista

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de instalación eléctrica (5% M.O.)
- Martillo, pinzas, pelacables y multímetro para medición de resistencia a tierra

5.3- Pto. Tomacorriente 110 V-20 A L=12m**Rubro:40 UNIDAD: PTO****DESCRIPCIÓN:**

El presente rubro incluye la instalación de los puntos de tomacorriente doble 110 V 20A con cableado incluido a los efectos de suministrar energía para la habilitación de los distintos equipos eléctricos de la vivienda. Cada punto incluirá manguera de protección, la caja Dexon y los elementos de fijación y acoplamiento relevantes para una correcta fijación y acoplamiento, garantizando en todos los casos la seguridad (continuidad eléctrica) y la facilidad de utilización (uso por parte de sus usuarios).

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Determinar la ubicación del tomacorriente según planos eléctricos y normativa vigente.
- Instalar la caja Dexon en la pared o superficie designada, asegurando nivelación y firmeza.
- Colocar el tomacorriente doble Veto dentro de la caja y fijarlo con tornillos.
- Instalar la manguera para protección del cableado, cortando y ajustando según la longitud requerida.
- Conectar los cables TW sólidos No. 10 al tomacorriente siguiendo la polaridad correcta, utilizando cinta aislante, tacos Fisher y alambres de amarre para asegurar conexiones mecánicas.
- Verificar continuidad y funcionalidad mediante pruebas eléctricas antes de dejar el punto operativo.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será la **unidad (U)**. Se contará cada tomacorriente doble efectivamente instalado, probado y funcional, incluyendo todos los accesorios y cableado según especificaciones.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se realizará, previa autorización del Supervisor, por cada unidad instalada de acuerdo con las especificaciones descritas. Incluye todos los costos de mano de obra, materiales, herramientas y transporte necesarios para su correcta instalación.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Tomacorriente doble Veto
- Caja Dexon
- Tornillos y tacos Fisher
- Cable TW sólido No. 10
- Manguera de cableado eléctrico PVC 1/2"
- Cinta aislante 20 YDS
- Alambre de amarre

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Electricista, Ayudante de electricista

EQUIPO MÍNIMO:

- Herramientas manuales de instalación eléctrica (5% M.O.)
- Destornilladores, pelacables, pinzas y multímetro

5.4- Pto. De iluminación**Rubro:41****UNIDAD: PTO****DESCRIPCIÓN:**

Este epígrafe comprende la instalación de puntos de luz de 2x12 V que incluye la manguera de protección de 1/2" y todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento de estos. Cada punto incluye el cableado, plafón Veto, cajetín octogonal y elementos de sujeción, lo que garantiza una adecuada seguridad, durabilidad y facilidad de mantenimiento.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO:

- Determinar la ubicación del punto de iluminación según planos eléctricos.
- Montar los andamios metálicos si es necesario para alcanzar la altura de instalación.
- Instalar el cajetín octogonal en la posición establecida, asegurando nivelación y firmeza.
- Colocar la manguera de protección y el cableado TW sólido No. 12 dentro de la misma.
- Conectar el plafón Veto al cableado, asegurando polaridad correcta y fijación segura con alambre de amarre y funda Dexon.
- Verificar funcionamiento mediante prueba de encendido antes de entregar el punto operativo.

MÉTODO DE MEDICIÓN:

La unidad de medición será la **unidad (PTO)**. Se contabilizará cada punto de iluminación instalado y funcional, incluyendo todos los materiales, accesorios y mano de obra conforme a las especificaciones descritas.

CONDICIONES DE PAGO:

El pago se efectuará por cada punto de iluminación instalado y probado, previa aceptación del Supervisor de Obra, e incluye todos los costos directos de mano de obra, materiales y herramientas.

MATERIALES MÍNIMOS:

- Cable TW sólido No. 12
- Manguera PVC 1/2" para cableado
- Cajetín octogonal
- Plafón Veto
- Tape grande
- Alambre de amarre y funda de amarre Dexon 55 cm

MANO DE OBRA MÍNIMA:

- Electricista
- Ayudante de electricista

EQUIPO MÍNIMO:

- Andamios metálicos
- Herramientas manuales de instalación eléctrica (5% M.O.)

5.3 Rubros y análisis de precios unitarios

En esta sección se mostrar los detalles del análisis de precios unitarios.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO: Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO: 1
 DETALLE: Limpieza de terreno

HOJA 1 DE 18
 UNIDAD: M2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,02
SUBTOTAL M					0,02
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN TO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1,00	4,19	4,19	0,025	0,10
AYUDANTE DE ALBAÑIL	3,00	4,14	12,42	0,025	0,31
SUBTOTAL N					0,42
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
TIRAS DE MADERA	U.	0,03	0,80	0,02	
CLAVOS DE 2 PULG. A 31/2PULG.	KG.	0,02	2,00	0,04	
ESTACAS	U.	0,60	0,40	0,24	
SUBTOTAL O					0,30
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,74
INDIRECTOS (%)					18,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0,873
VALOR UNITARIO					0,87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO: Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

HOJA 2 DE 18

RUBRO: 2

UNIDAD: M2

DETALLE: Trazado y replanteo de vivienda

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIE NTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,08
SUBTOTAL M					0,08
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIE NTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	5	4,19	20,95	0,035	0,73
AYUDANTE DE ALBAÑIL	8	4,14	33,12	0,024	0,78
SUBTOTAL N					1,51
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,59
INDIRECTOS (%)					18,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,87
VALOR UNITARIO					1,87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO: Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO: 3

DETALL: Excavación con maquinaria

HOJA 3 DE 18

UNIDAD: M3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIE NTO R	COSTO D=CxR
Retroexcavadora 75 HP	1	35	35	0,05	1,75
Volqueta	1	7	7	0,03	0,21
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,23
SUBTOTAL M					2,19
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIE NTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	4,00	4,19	16,76	0,180	3,02
OPERADOR DE EQUICO	2,00	4,65	9,3	0,180	1,67
SUBTOTAL N					4,69
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,89
INDIRECTOS (%) 18,00%					1,24
UTILIDAD (%) 0,00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8,12
VALOR UNITARIO					8,12

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO: 4
 DETALLE: Compactación y mejoramiento de suelo

HOJA 4 DE 18

UNIDAD: M3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIE NTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,08
COMPACTADOR MECANICO	1	4	4	1	4
SUBTOTAL M					4,08
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIE NTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1	4,19	4,19	0,08	0,34
AYUDANTE DE ALBAÑIL	4	4,14	16,56	0,08	1,32
INSPECTOR DE OBRA	0,1	4,65	0,465	0,08	0,04
SUBTOTAL N					1,7
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Material de relleno		M3	1,25	7,5	9,38
					0
SUBTOTAL O					9,38
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15,16
INDIRECTOS (%) 18,00%					2,73
UTILIDAD (%) 0,00%					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17,89
VALOR UNITARIO					17,89

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO : 5
 DETALLE : Hormigón simple en replantillo f'c= 180 kg/cm2

HOJA 5 DE 18
 UNIDAD: M3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CXR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					1,7
SUBTOTAL M					1,7

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CXR
ALBAÑIL	1	4,19	4,19	2,7	11,31
AYUDANTE DE ALBAÑIL	2	4,14	8,28	2,7	22,36
INSPECTOR DE OBRA	0,3	4,65	1,395	0,27	0,38
SUBTOTAL N					34,05

MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AXB
Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm²		M3	1	110	110
SUBTOTAL O					110

TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AXB
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	145,75
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	171,98
VALOR UNITARIO	171,98

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

HOJA 6 DE 18

RUBRO : 6,8,11,13,15,17,19,21,23,25,27

UNIDAD:
KG

DETALLE : Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,02
AMOLADORA ELÉCTRICA	1	2,5	2,5	0,05	0,13
SUBTOTAL M					0,15

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
FIERRERO	1	4,19	4,19	0,03	0,13
ALBAÑIL	1	4,19	4,19	0,03	0,13
AYUDANTE DE ALBAÑIL	1	4,14	4,14	0,03	0,12
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBREAS CIVILES	0,3	4,65	1,395	0,03	0,04
SUBTOTAL N					0,42

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2	KG	1,05	1,31	1,38
DISCO DE CORTE	U	0,01	4,5	0,05
ALAMBRE DE AMARRE	LBS.	0,5	1,25	0,63
SUBTOTAL O				2,05

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,61
INDIRECTOS (%) 18,00%	0,47
UTILIDAD (%) 0,00%	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,08
VALOR UNITARIO	3,08

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

HOJA 7 DE 18

RUBRO : 7,9,12,14,18,20,22,26
,28

UNIDAD:

M3

DETALLE : Hormigón simple f'c= 280 kg/cm2

EQUIPO	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO O R	COSTO D=CXR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					2,43
SUBTOTAL M					2,43

MANO DE OBRA	CANTIDAD A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO O R	COSTO D=CXR
ALBAÑIL	1	4,19	4,19	2,5	10,48
AYUDANTE DE ALBAÑIL	3	4,14	12,42	2,6	32,29
MAESTRO MAYOR EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES	0,5	4,65	2,325	2,5	5,81
SUBTOTAL N					48,58

MATERIALES		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AXB
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm²		M3	1	130	130
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 MTS.		U.	6	4	24
CLAVOS DE 2 PULG. A 31/2PULG.		KG.	1,5	2	3
CUARTONES DE ENCOFRADO		U.	1,5	2,81	4,22
PINGOS		M.	1	0,6	0,6
ACEITE QUEMADO		GL	0,55	0,44	0,24
SUBTOTAL O					162,06

TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AXB
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	213,07
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	251,42
VALOR UNITARIO	251,42

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYEC TO: Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO: 1
0

DETALLE: Contrapiso Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$, $e=10\text{cm}$

HOJA 8 DE 18

UNIDAD: M2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,16
SUBTOTAL M					0,16

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1	4,19	4,19	0,229	0,96
AYUDANTE DE ALBAÑIL	2	4,14	8,28	0,229	1,89
INSPECTOR DE OBRA	0,3	4,65	1,395	0,229	0,32
SUBTOTAL N					3,17

MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Hormigón premezclado $f'c=210\text{ kg/cm}^2$		M2.	1	6,05	6,05
SUBTOTAL O					6,05

TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9,38
INDIRECTOS (%)	18,00%
UTILIDAD (%)	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,07
VALOR UNITARIO	11,07

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

HOJA 9 DE 18

RUBRO : 16,24

UNIDAD: M3

DETALLE : Hormigón simple de escaleras f'c= 210 kg/cm2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					2,11
SUBTOTAL M					2,11
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
ALBAÑIL	1	4,19	4,19	1,6	6,7
AYUDANTE DE ALBAÑIL	2	4,14	8,28	1,6	13,25
INSPECTOR DE OBRA	0,3	4,65	1,395	1,6	2,23
CARPINTERO	1	4,19	4,19	1,6	6,7
AYUDANTE CARPINTERO	2	4,14	8,28	1,6	13,25
SUBTOTAL N					42,14
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Hormigón premezclado f'c=210 kg/cm²		M3.	1	115	115
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 MTS.		U.	6	4	24
CLAVOS DE 2 PULG. A 31/2PULG.		KG.	1,5	2	3
CUARTONES DE ENCOFRADO		U.	1,5	2,81	4,22
PINGOS		M.	1	0,6	0,6
ACEITE QUEMADO		GL	0,55	0,44	0,24
SUBTOTAL O					147,06
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					191,3
INDIRECTOS (%) 18,00%					34,43
UTILIDAD (%) 0,00%					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					225,73
VALOR UNITARIO					225,73

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO : 29,31,32

DETALLE : Punto de agua PVC Roscable 1/2" (Incluye accesorios)

HOJA 10 DE 18

UNIDAD: PTO

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AXB	R	D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,72
SUBTOTAL M					0,72
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AXB	R	D=CxR
PLOMERO	4	4,19	16,76	0,43	7,16
AYUDANTE DE PLOMERO	4	4,14	16,56	0,43	7,08
INSPECTOR DE OBRA	0,1	4,65	0,465	0,43	0,2
SUBTOTAL N					14,44
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION			A	B	C=AxB
TUBERÍA PVC <PRESIÓN ROSCABLE> 1/2" <420 PSI>		M	7	1,7	11,9
CODO PVC 90 CED 40 <P/PRESIÓN> ROSCABLE 1/2"		U	2	0,55	1,1
TEE PVC CED <P/PRESIÓN> ROSCABLE 1/2"		U	1	1	1
TEFLÓN		U	0,8	0,52	0,42
UNIÓN PVC CED 40 ROSCABLE 1/2"		U	1	1	1
NEPLO FLEX 1/2PULG.		U	1	0,21	0,21
UNIVERSAL PVC CED 40 ROSCABLE 1/2"		U	0,5	1,35	0,68
SUBTOTAL O					16,3
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
DESCRIPCION			A	B	C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					31,47
INDIRECTOS (%)					18,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					37,13
VALOR UNITARIO					37,13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO : 30

DETALLE : Punto de agua PVC Roscable 3/4" (Incluye accesorios)

HOJA 11 DE 18

UNIDAD: PTO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,72
SUBTOTAL M					0,72
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PLOMERO	4	4,19	16,76	0,43	7,16
AYUDANTE DE PLOMERO	4	4,14	16,56	0,43	7,08
INSPECTOR DE OBRA	0,1	4,65	0,465	0,43	0,2
SUBTOTAL N					14,44
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TUBERÍA PVC <PRESIÓN ROSCABLE> 3/4" <420 PSI>		M	6	2,11	12,66
CODO PVC 90 CED 40 <P/PRESIÓN> ROSCABLE 1/2"		U	2	0,42	0,84
TEE PVC CED <P/PRESIÓN> ROSCABLE 3/4"		U	1	6,18	6,18
TEFLÓN		U	0,8	0,52	0,42
UNIÓN PVC ROSCABLE 3/4"		U	1	0,68	0,68
NEPLO FLEX 3/4PULG.		U	1	0,21	0,21
UNIVERSAL PVC CED 40 ROSCABLE 3/4"		U	1	6,18	6,18
SUBTOTAL O					27,17
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					42,33
INDIRECTOS (%)					18,00% 7,62
UTILIDAD (%)					0,00% 0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					49,95
VALOR UNITARIO					49,95

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO : 33,35

DETALLE : Pto. Desagüe PVC 2". (Incluye accesorio)

HOJA 12 DE 18

UNIDAD: PTO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,47
SUBTOTAL M					0,47
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PLOMERO	4	4,19	16,76	0,28	4,69
AYUDANTE DE PLOMERO	4	4,14	16,56	0,28	4,64
INSPECTOR DE OBRA	0,1	4,65	0,465	0,28	0,13
SUBTOTAL N					9,46
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TUBO PVC 2" X 3 MTS. DE DESAGÜE		U	1	5,51	5,51
CODO PVC 2" X 90 GRADOS DESAGÜE		U	2	0,89	1,78
CODO PVC 2" X 45 GRADOS DESAGÜE		U	1	0,89	0,89
YEE PVC 2" DESAGÜE		U	1	1,43	1,43
POLIPEGA		GLN	0,01	44,89	0,45
POLILIMPIA		GLN	0,01	22	0,22
SIFÓN PVC 2"		U	1	1,92	1,92
SUBTOTAL O					12,2
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22,13
INDIRECTOS (%) 18,00%					3,98
UTILIDAD (%) 0,00%					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,12
VALOR UNITARIO					26,12

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO : 34,36

DETALLE : Pto. Desagüe PVC 4". (Incluye accesorios)

HOJA 13 DE 18

UNIDAD: PTO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,47
SUBTOTAL M					0,47
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PLOMERO	4	4,19	16,76	0,28	4,69
AYUDANTE DE PLOMERO	4	4,14	16,56	0,28	4,64
INSPECTOR DE OBRA	0,1	4,65	0,465	0,28	0,13
SUBTOTAL N					9,46
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TUBO PVC 4" X 3 MTS. DE DESAGÜE		U	1	14,75	14,75
CODO PVC 4" X 45 GRADOS DESAGÜE		U	1	2,56	2,56
YEE PVC 4" DESAGÜE		U	1	4,12	4,12
POLIPEGA		GLN	0,015	44,89	0,67
SIFÓN PVC 4"		U	1	4,58	4,58
SUBTOTAL O					26,68
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					36,62
INDIRECTOS (%) 18,00%					6,59
UTILIDAD (%) 0,00%					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					43,21
VALOR UNITARIO					43,21

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO : 37
 DETALLE : Pto. Desagüe PVC 3". (Incluye accesorio)

HOJA 14 DE 18
 UNIDAD: PTO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,47
SUBTOTAL M					0,47
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
PLOMERO	4	4,19	16,76	0,28	4,69
AYUDANTE DE PLOMERO	4	4,14	16,56	0,28	4,64
INSPECTOR DE OBRA	0,1	4,65	0,465	0,28	0,13
SUBTOTAL N					9,46
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TUBO PVC 3" X 3 MTS. DE DESAGÜE		U	1	9,1	9,1
CODO PVC 3" X 45 GRADOS DESAGÜE		U	1	3,2	3,2
YEE PVC 3" DESAGÜE		U	1	5,59	5,59
POLIPEGA		GLN	0,015	44,89	0,67
SIFÓN PVC 3"		U	1	8,49	8,49
SUBTOTAL O					27,05
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					36,99
INDIRECTOS (%)					18,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					43,64
VALOR UNITARIO					43,64

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO : 38
 DETALLE : Tablero de distribución con 2 breakers

HOJA 15 DE 18
 UNIDAD: U

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					1,35
SUBTOTAL M					1,35
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	1	4,14	4,14	3,246	13,44
ELECTRICISTA	1	4,19	4,19	3,246	13,6
SUBTOTAL N					27,04
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CAJA TERMICA 2P		U.	1	21,5	21,5
BRAKER 1 POLO 15-50 A		U.	2	5,5	11
SUBTOTAL O					32,5
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					60,89
INDIRECTOS (%) 18,00%					10,96
UTILIDAD (%) 0,00%					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					71,86
VALOR UNITARIO					71,86

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO : 39
 DETALLE : Puesta a tierra simple.

HOJA 16 DE 18
 UNIDAD: U

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,87
SUBTOTAL M					0,87
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	1	4,14	4,14	2,1	8,69
ELECTRICISTA	1	4,19	4,19	2,1	8,8
SUBTOTAL N					17,49
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
VARILLA COPERWELD 5/8PULG.X1.80M		U.	1	15,75	15,75
CABLE 7 HILOS NO.8		ML.	5	1,4	7
CONECTOR DE PUESTA A TIERRA <FRANCES>		U.	1	4,36	4,36
GEM < MEJORAR SUELO ELECTRICO> 25LB		SACO.	1	44,95	44,95
SUBTOTAL O					72,06
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					90,43
INDIRECTOS (%)					18,00%
UTILIDAD (%)					0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					106,7
VALOR UNITARIO					106,7

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas
 RUBRO : 40
 DETALLE : Pto. Tomacorriente 110 V-20 A
 L=12m

HOJA 17 DE 18
 UNIDAD: PTO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.					0,68
SUBTOTAL M					0,68
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	1	4,14	4,14	1,634	6,76
ELECTRICISTA	1	4,19	4,19	1,634	6,85
SUBTOTAL N					13,61
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TOMACORRIENTE DOBLE VETO		U.	1	3	3
CAJA DEXON		U.	1	2,5	2,5
TORNILLOS		U.	2	0,01	0,02
CABLE TW SÓLIDO NO. 10		M.	20	0,54	10,8
MANGUERA CABLEADO ELÉCTRICO PVC REF. 1/2"		M.	10	0,4	4
TACO FISHER		U.	2	0,03	0,06
CINTA AISLANTE <20 YDS>		ROLLO.	0,02	0,84	0,02
ALAMBRE DE AMARRE		LBS.	0,5	1,25	0,63
SUBTOTAL O					21,02
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					35,31
INDIRECTOS (%)					18,00% 6,36
UTILIDAD (%)					0,00% 0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					41,67
VALOR UNITARIO					41,67

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRPYECTO : Vivienda Bifamiliar de 3 plantas

RUBRO : 41

DETALLE : Pto. De iluminación

HOJA 18 DE 18

UNIDAD: PTO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
ANDAMIOS METALICOS	1	0,3	0,3	1,5	0,45
HERRAMIENTA MENOR 5% DE M.O.	0,94				
SUBTOTAL M					1,38525
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AXB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	2	4,14	8,28	1,5	12,42
ELECTRICISTA	1	4,19	4,19	1,5	6,29
SUBTOTAL N					18,71
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CABLE TW SÓLIDO NO. 12		M.	15	0,4	6
MANGUERA CABLEADO ELÉCTRIVO PVC REF. 1/2”		M.	7,5	0,4	3
CAJETIN OCTOGONAL		U.	1	0,9	0,9
TAYPE GRANDE		U.	0,25	1,34	0,34
PLAFON VETO		U.	1	1,75	1,75
ALAMBRE DE AMARRE		LBS.	0,25	1,25	0,31
FUNDA DE AMARRE DEXON 55CM		U.	0,25	33,5	8,38
SUBTOTAL O					20,67
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					40,76
INDIRECTOS (%) 18,00%					7,34
UTILIDAD (%) 0,00%					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					48,1
VALOR UNITARIO					48,1

Tabla 108

Resumen de los precios unitarios

Nº	Proyecto	Diseño de Vivienda Bifamiliar de 3 Plantas				
		Unidad	Precio \$	Cantidad	total	
1. Preparación del terreno						
1	1.1- Limpieza de terreno	Rubro:1	M2	0,87	188,75	\$164,21
2	1.2- Trazado y replanteo de vivienda	Rubro:2	M2	1,87	104,96	\$196,57
2. Movimiento de tierras						
3	2.1- Excavación con maquinaria	Rubro:3	M3	8,12	219,34	\$1.782,04
4	2.2- Compactación y mejoramiento de suelo	Rubro:4	M3	17,89	127,95	\$2.288,36
3. Estructura de Hormigón						
5	3.1- Hormigón simple en replantillo f'c= 180 kg/cm2	Rubro:5	M3	171,98	9,14	\$1.571,75
6	3.2- Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Rubro: 6, 8, 11, 13, 15, 17, 19, 21 ,23, 25, 27	KG	3,08	14225,1	\$43.790,71
7	3.3- Hormigón simple f'c= 280 kg/cm2	Rubro: 7, 9, 12, 14, 18, 20, 22, 26, 28	M3	251,42	101,74	\$25.577,93
8	3.4- Contrapiso Hormigón simple f'c=210kg/cm2, e=10cm	Rubro:10	M2	11,07	104,96	\$1.161,44
9	3.5- Hormigón simple de escaleras f'c= 210 kg/cm2	Rubro:16,24	M3	225,73	2,98	\$672,69
4. Instalaciones sanitarias						
10	4.1- Punto de agua PVC Roscable 1/2" (Incluye accesorios)	Rubro:29,31,32	PTO	37,13	24	\$891,12
11	4.2- Punto de agua PVC Roscable 3/4"	Rubro:30	PTO	49,95	4	\$199,80

	(Incluye accesorios)					
12	4.3- Pto. Desagüe PVC 2" (Incluye accesorio)	Rubro:33,35	PTO	26,12	24	\$626,77
13	4.4-Pto. Desagüe PVC 4" (Incluye accesorios)	Rubro:34,36	PTO	43,21	10	\$432,07
14	4.5-Pto. Desagüe PVC 3". (Incluye accesorio)	Rubro:37	PTO	43,64	4	\$174,57
5. Instalaciones eléctricas						
15	5.1- Tablero de distribución con 2 breakers	Rubro:38	U	71,86	3	\$215,57
16	5.2- Puesta a tierra simple.	Rubro:39	U	106,7	1	\$106,70
17	5.3- Pto. Tomacorriente 110 V-20 A L=12m	Rubro:40	PTO	41,67	38	\$1.583,39
18	5.4- Pto. De iluminación	Rubro:41	PTO	48,1	32	\$1.539,20
Total						\$82.974,90

5.4 Cantidades de obra

5.4.1 Preparación del terreno

Rubro 1 Limpieza de terreno

El análisis de los APUS de este rubro está en m2 por loque se calcula el área del terreno

DESCRIPCION	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	AREA(m2)
1- LIMPIEZA DE TERRENO	15,1	12,5	188,75

Rubro 2 Trazado y replanteo de vivienda

El análisis de los APUS de este rubro está en m2 por loque se calcula el área de construcción del proyecto

DESCRIPCION	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	AREA(m2)
2- TRAZADO Y REPLANTEO DE VIVIENDA	12,8	8,2	104,96

5.4.2 Movimiento de tierras

Rubro 3 Excavación con maquinaria

El análisis de los APUS de este rubro está en m3 por lo que se calcula el volumen de excavación del proyecto para la cimentación.

DESCRIPCION 3- EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA	NUMERO	LARGO(m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
SECC. HORIZONTALES	3	14,1	1,3	2,4	131,98
SECC. VERTICALES	5	1,3	5,6	2,4	87,36
TOTAL					219,34

Rubro 4 Compactación y mejoramiento de suelo

El análisis de los APUS de este rubro está en m3 por lo que se calcula el volumen de relleno y mejoramiento del proyecto

DESCRIPCION 4- COMPACTACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELO	NUMERO	ANCHO (m)	LARGO(m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
SECC. HORIZONTALES	3	14,1	1,3	1,4	76,99
SECC. VERTICALES	5	1,3	5,6	1,4	50,96
TOTAL					127,95

5.4.3 Estructura de Hormigón

Rubro 5 Hormigón simple en replantillo f'c= 180 kg/cm2

El análisis de los APUS de este rubro está en m3 por lo que se calcula el volumen del replantillo para la cimentación, en este rubro se utilizará un replantillo de 10 cm.

DESCRIPCION 5- HORMIGÓN SIMPLE EN REPLANTILLO F 'C= 180 KG/CM2	NUMERO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA(m)	VOLUMEN(m3)
SECC. HORIZONTALES	3	14,1	1,3	0,1	5,5
SECC. VERTICALES	5	1,3	5,6	0,1	3,64
TOTAL					9,14

Rubros 6,8,11,13,15,17,19,21,23,25,27- Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2

El análisis de los APUS de este rubro está en KG por lo que se calcula el peso en Kg del acero utilizando el peso unitario de las varillas requerías en cada elemento, se consideró un 5% de desperdicio

DESCRIPCION	NUMERO	LONGITUD (m)	LONG. TOTAL (m)	Varillas	PESO UNITARIO (Kg/m)	PESO TOTAL (Kg)
Zapata base H.	3	214,67	676,22			
Zapata base H.	5	144,64	759,35			
zapata viga hor.	3	94,08	296,35	16	1,578	3232,28
zapata viga ver.	5	60,27	316,42			
TOTAL			2048,34			
zapata viga hor. Est	3	235,4	741,51			
zapata viga ver. Est	5	158,6	832,66	10	0,62	975,99
TOTAL			1574,17			
Losa 1	1	3072,51	3226,14			
Losa 2	1	3072,51	3226,14			
Losa esc	1	706,6773	742,01			
Vigas eje 1,2,3 piso 1	3	60,96	192,02			
Vigas eje A,B,C,D,E piso 1	5	47,3	248,34	12	0,888	9865,79
Vigas eje 1,2,3 piso 2	3	58,56	184,46			
Vigas eje A,B,C,D,E piso 2	5	43,7	229,44			
Columnas p1	15	85,9	1352,9			
Columnas p2	15	85,9	1352,9			

columnas p3	8	22,1	185,67	
Escaleras p1	2	81	170,1	
Escaleras p2	2	81	170,1	
TOTAL			11110,12	
TOTAL				14074,06

Rubros 7,9,12,14,18,20,22,26,28- Hormigón simple $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

El análisis de los APUS de este rubro está en m³ por lo que se calcula el volumen total de los elementos de hormigón que requieren una resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION	NUMERO	LONGITUD (m)	ANCHURA (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN(m ³)
CIMENTACIÓN					
BASE					
SECC. HORIZONTALES	3	13,8	1	0,3	12,42
SECC. VERTICALES	5	1	9,2	0,3	13,8
TOTAL					26,22
VIGA					
SECC. HORIZONTALES	3	13,1	0,25	0,5	4,91
SECC. VERTICALES	5	0,25	8,5	0,5	5,31
TOTAL					10,23
COLUMNAS					
COLUMNAS P1	15	0,3	0,3	2,88	3,89
COLUMNAS P2	15	0,3	0,3	2,9	3,92
COLUMNAS P3	8	0,25	0,25	2,3	1,15
TOTAL					8,96
VIGAS					
VIGAS EJE 1,2,3	6	12,8	0,3	0,25	5,76
VIGAS EJE A,B,C,D Y E	10	8,2	0,3	0,25	6,15
TOTAL					11,91
LOSAS					
LOSA P1,P2	2	12,8	8,2	0,2	41,98
LOSA P3	1	4,4	3,7	0,15	2,44
TOTAL					44,42
TOTAL					101,74

Rubro 10 Contrapiso Hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $E = 10 \text{ cm}$

El análisis de los APUS de este rubro está en m² por lo que se calcula el área de construcción del proyecto

DESCRIPCION	NUMERO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m)
10- Contrapiso Hormigón simple f'c=210kg/cm2, E=10CM	1	12,8	8,2	104,96
TOTAL				104,96

Rubros 16,24 Hormigón simple de escaleras de f'c= 210 kg/cm2

El análisis de los APUS de este rubro está en m3 por lo que se calcula el volumen del elemento, en este caso particular para la escalera se asumió como si fuera una losa maciza.

DESCRIPCION	NUMERO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTUR A(m)	VOLUMEN (m3)
16,24- Hormigón simple de escaleras de f'c= 210kg/cm2	4	6,9	1,2	0,18	5,96

5.4.4 Instalaciones sanitarias

Rubros 29,31,32- Punto de agua PVC Roscable 1/2" (Incluye accesorios)

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
29,31,32- Punto de agua PVC Roscable 1/2" (Incluye accesorios)	24

Rubros 30 Punto de agua PVC Roscable 3/4" (Incluye accesorios)

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
30- Punto de agua PVC Roscable 3/4" (Incluye accesorios)	4

Rubro 33,35- Pto. Desagüe PVC 2" (Incluye accesorio)

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
33,35- Desagüe PVC 2" (Incluye accesorio)	24

Rubro 34,36-Pto. Desagüe PVC 4" (Incluye accesorios)

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
34,36- Desagüe PVC 4" (Incluye accesorios)	10

Rubro 37-Pto. Desagüe PVC 3" (Incluye accesorio)

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
37- Desagüe PVC 3" (Incluye accesorio) tercer piso	4

5.4.5 Instalaciones eléctricas**Rubro 38- Tablero de distribución con 2 breakers**

El análisis de los APUS de este rubro está por unidad y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	BREAKERS
38- Tablero de distribución con 2 breakers	3

Rubro 39- Puesta a tierra simple.

El análisis de los APUS de este rubro está por unidad y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	UNIDADES
39- Puesta a tierra simple.	1

Rubro 40- Pto. Tomacorriente 110 V-20 A L=12m

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
40- Pto. Tomacorriente 110 V-20 A L=12M	38

Rubro 41- Pto. De iluminación

El análisis de los APUS de este rubro está por puntos y se contarán los puntos en los planos

DESCRIPCION	PUNTOS
-------------	--------

5.5 Costo del proyecto

El costo del proyecto se obtiene a partir de los precios unitarios y cantidades, este presupuesto considera materiales, mano de obra, equipos y costos indirectos, este monto es un presupuesto referencial de obra que servirá como punto de partida para la planificación financiera y control de presupuesto

Tabla 109 Resumen presupuesto

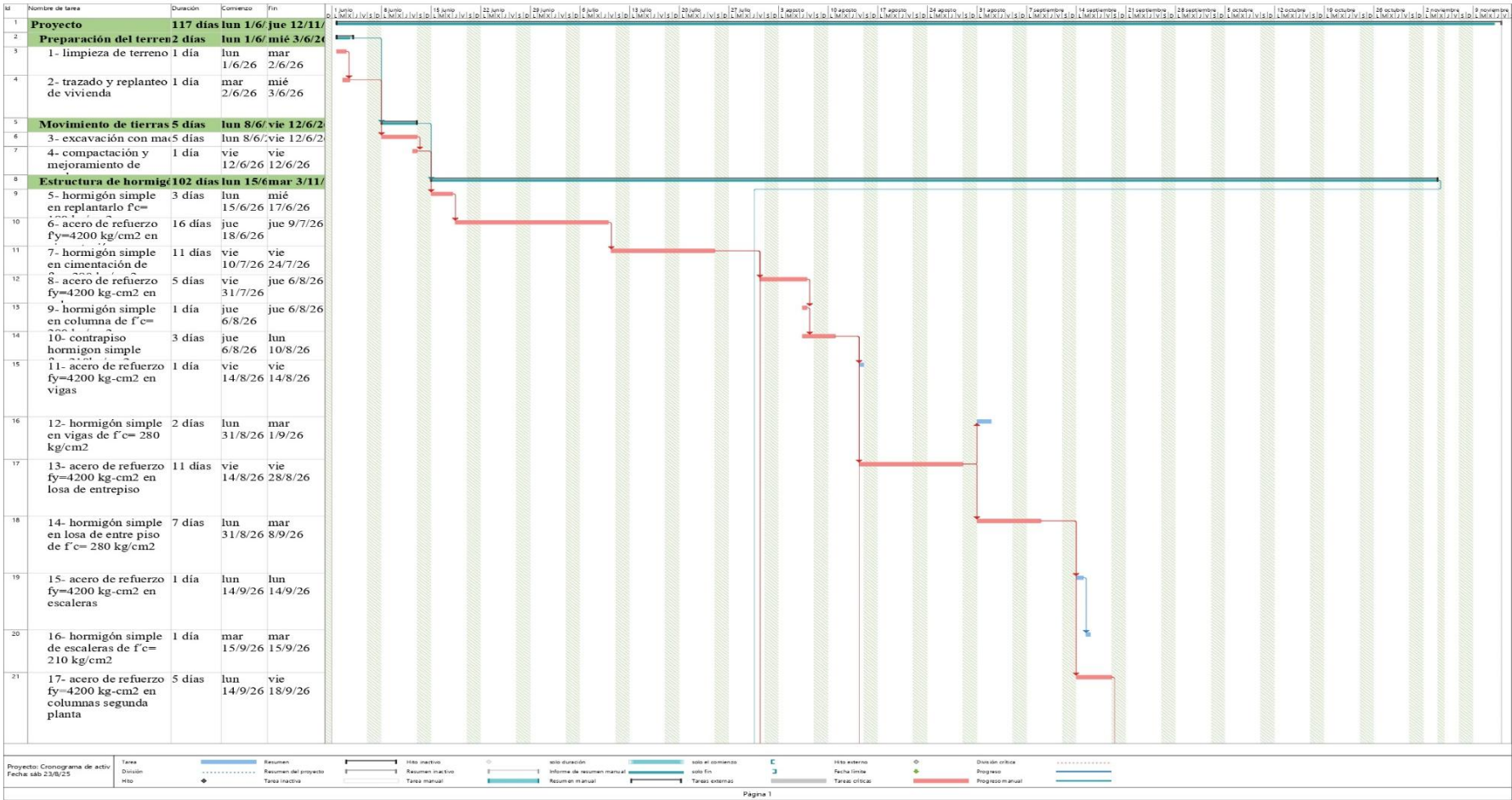
Nº	Proyecto	Diseño de Vivienda Bifamiliar de 3 Plantas				
		Unidad	Precio \$	Cantidad	Total	
1. Preparación del terreno						
1	1.1- Limpieza de terreno	Rubro:1	M2	0,87	188,75	\$164,21
2	1.2- Trazado y replanteo de vivienda	Rubro:2	M2	1,87	104,96	\$196,57
2. Movimiento de tierras						
3	2.1- Excavación con maquinaria	Rubro:3	M3	8,12	219,34	\$1.782,04
4	2.2- Compactación y mejoramiento de suelo	Rubro:4	M3	17,89	127,95	\$2.288,36
3. Estructura de Hormigón						
5	3.1- Hormigón simple en replantillo f'c= 180 kg/cm2	Rubro:5	M3	171,98	9,14	\$1.571,75
6	3.2- Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Rubro: 6, 8, 11, 13, 15, 17, 19, 21 ,23, 25, 27	KG	3,08	14074,06	\$43.325,72
7	3.3- Hormigón simple f'c= 280 kg/cm2	Rubro: 7, 9, 12, 14, 18, 20, 22, 26, 28	M3	251,42	101,74	\$25.577,93
8	3.4- Contrapiso Hormigón simple f'c=210kg/cm2, e=10cm	Rubro:10	M2	11,07	104,96	\$1.161,44

9	3.5- Hormigón simple de escaleras f'c= 210 kg/cm2	Rubro:16,24	M3	225,73	5,96	\$1.345,37
4. Instalaciones sanitarias						
10	4.1- Punto de agua PVC Roscable 1/2" (Incluye accesorios)	Rubro:29,31,32	PTO	37,13	24	\$891,12
11	4.2- Punto de agua PVC Roscable 3/4" (Incluye accesorios)	Rubro:30	PTO	49,95	4	\$199,80
12	4.3- Pto. Desagüe PVC 2" (Incluye accesorio)	Rubro:33,35	PTO	26,12	24	\$626,77
13	4.4-Pto. Desagüe PVC 4" (Incluye accesorios)	Rubro:34,36	PTO	43,21	10	\$432,07
14	4.5-Pto. Desagüe PVC 3". (Incluye accesorio)	Rubro:37	PTO	43,64	4	\$174,57
5. Instalaciones eléctricas						
15	5.1- Tablero de distribución con 2 breakers	Rubro:38	U	71,86	3	\$215,57
16	5.2- Puesta a tierra simple.	Rubro:39	U	106,7	1	\$106,70
17	5.3- Pto. Tomacorriente 110 V-20 A L=12m	Rubro:40	PTO	41,67	38	\$1.583,39
18	5.4- Pto. De iluminación	Rubro:41	PTO	48,1	32	\$1.539,20
Total						\$83.182,60

Finalmente obtenemos un presupuesto de **Ochenta y tres mil ciento ochenta y dos dólares con sesenta centavos.** (83.182,60 \$), como área total de contrición tenemos 253,92 m2, por lo tanto, el presupuesto por metro cuadrado de construcción es de **Trescientos veintisiete dólares con cincuenta y nueve centavos.** (327,59 \$/m2).

5.6 Cronograma de obra

El cronograma nos permite visualizar la secuencia de ejecución de actividades con sus respectivas fechas de inicio y fin. Este proyecto tendrá una duración total de 117 días.







Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El planteamiento del diseño de la unidad habitacional bifamiliar de tres plantas, de estructura en hormigón armado, responde adecuadamente la necesidad de viviendas para el personal militar casados en la Base Naval de Jambelí. Se planteo como una solución a la convivencia familiar en el interior de un ambiente militar, lo que se traduce en una mejora en las condiciones de vida de los usuarios, favoreciendo la estabilidad del personal en la institución y beneficiando la integración social y laboral en el interior de la Armada en el Ecuador.

La estructura propuesta, cimentada en zapatas corridas en doble dirección, columnas de 30x30 cm, vigas de 30x25 cm y losa de hormigón armado en una dirección, fue calculada a partir de cargas gravitatorias y cargas sísmicas. Con esto, podemos lograr estabilidad y también seguridad estructural de la construcción, cumpliendo los parámetros que establecen en la norma ecuatoriana NEC - 15 y el reglamento internacional ACI-318. De este modo la construcción calculada asegura un comportamiento adecuado para oscilaciones telúricas, que es una característica imperativa para la ubicación geográfica de este país.

La elección del hormigón armado como material principal de la construcción se justifica en función a las condiciones medioambientales del lugar, donde la alta salinidad avanza en los procesos de deterioro de edificios convencionales. La alternativa tiene una estructura que realiza bien el disponer de resistencia mecánica, de durabilidad en el tiempo y de bajo mantenimiento, factores que contribuyen a la optimización de recursos económicos y a la prolongación de la vida útil del edificio antecedente a ambientes agresivos.

El diseño de las instalaciones referidas a las redes de las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, que considera tuberías de agua potable de 1/2" y 3/4", desagües de 2" y 4", un tablero de control A30 bifásico, una bomba de agua PK65 de un tanque de presión. Estos sistemas aseguran la provisión de servicios básicos y cumplen con los parámetros técnicos actuales y

eficiente, de funcionalidad y de fiabilidad operacional, incorporándose a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 9 y 11 como elementos necesarios para alcanzar el fortalecimiento de infraestructuras resilientes y de comunidades sostenibles. La adecuada integración de esos sistemas en la propuesta permite alcanzar una vivienda autosuficiente en lo que respecta a la obra gris, válida para posteriores etapas de acabados. El valor del proyecto llegó a un presupuesto determinado (el de 83.182,60 USD) y a un costo por m² (218,40 USD), demuestra viabilidad tanto técnica como económica, ubicándose en valores de inversión razonables para construcciones de similares características. A su vez, el esquema de obra gris es una buena base para ejecutar etapas posteriores incrementando las posibilidades del modelo a diferentes rangos de presupuesto, convirtiéndola en una propuesta válida y replicable en otras bases navales del país, fomentando de este modo la homogeneización de soluciones habitacionales de tipo institucional.

El diseño vertical en tres plantas resuelve la optimización del uso del suelo, aspecto importante en instalaciones militares donde carecen de superficies y requieren ser aprovechadas al máximo. La propuesta distribuye las distintas áreas de habitabilidad en distintos niveles, logrando la comodidad, intimidad, ventilación e iluminación natural para las familias militares. De esa forma, se potencia la integración familiar y se asegura un equilibrio entre comodidad, funcionalidad y densificación habitacional sin menoscabar la calidad arquitectónica ni las exigencias normativas.

6.2 Recomendaciones

Para llevar a cabo en fases posteriores el proyecto, se deben incluir acabados y equipamiento y para garantizar el confort habitacional, así como del bienestar de cada una de las familias militares, estas consideraciones deben ser calculadas en nuevos rubros para para estimar el presupuesto final de construcción.

Considerar la instalación de sistemas de eficiencia energética y ahorro de agua (paneles, luminarias, dispositivos ahorradores), para acoplar la propuesta dentro de prácticas de sostenibilidad y los ODS propuestos por la Agenda 2030.

Realizar un mantenimiento preventivo del sistema hidrosanitario (bomba PK65, tanque de presión y tuberías) y del sistema eléctrico (tablero A30), garantizando así la continuidad y la confianza en servicios de las bases.

Considerar el desarrollo de estudios complementarios a la investigación presentada, la viabilidad de otros materiales de construcción más sostenibles (bloques ecológicos, aditivos anticorrosivos) que propicien la eficiencia constructiva en entornos salinos.

Implementar el fortalecimiento de la planificación institucional de proyectos habitacionales similares, que resuelvan no solo la necesidad habitacional, sino que también fomente la integración permanente de los integrantes de las fuerzas navales y aseguren la permanencia de sus miembros y sus familias en la Armada del Ecuador.

Referencias

- Álvarez-Deulofeu, E. R. (2019). Influencia de las cargas muertas y el tipo de suelo en el diseño de cimentaciones aisladas en zonas sísmicas. *Ciencia En Su PC*, 1(4).
- António Guterres. (2025, July 14). *SDG Indicators*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/>
- Barrera Arenas, V. A. (2017). DURABILIDAD Y PATOLOGÍA DEL CONCRETO. *CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO*.
- Bermeo, C., Sánchez, D., & Placencia, P. (2020). Comportamiento de Conexión Losa-Columna en Nudos Interiores de Pórticos con Losas Planas y Vigas Embebidas. *Revista Politécnica*, 45(1). <https://doi.org/10.33333/rp.vol45n1.02>
- Brenes, L. E., Gómez, D., Tobella, B., Ruiz, A., & Llorca, M. (2018). Tuberías, válvulas y accesorios. *Escola Técnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals*.
- Cabrera, P., Ordoñez, J., Carrión, L., & Lima, R. (2020). Geotecnia enfocada a cimentaciones de edificaciones de 3 pisos en la ciudad de Machala. *Conference Proceedings (Machala)*, 4(1). <https://doi.org/10.48190/cp.v4n1a6>
- Carphio Martínez, & Esteban Gabriel. (2017). *Análisis comparativo técnico-económico entre el sistema de acero estructural y hormigón armado. caso de estudio: proyecto inmobiliario "Ukumary."* <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:123456789-1436972/Description#tabnav>
- Colque Romero, A. G. (2021). Concreto reforzado con textil para el refuerzo y rehabilitación de columnas de hormigón armado. *Revista Ingeniería*, 5(11). <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v5i11.74>
- Crisafulli, F. J. (2018). Diseño sismorresistente de construcciones de acero. In *Marzo*.
- Ding, G. K. C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451–464. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2006.12.025>

Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. (1995). *Choice Reviews Online*, 33(02). <https://doi.org/10.5860/choice.33-0948>

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA FISCAL PARA EL BATALLÓN DE INFANTERIA JAMBELÍ CANTON MACHALA - PROVINCIA DE EL ORO. (2011).

GAD Municipal de Machala. (2022). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTÓN MACHALA.*

https://www.machala.gob.ec/documentosGAD/rendicionCuentas/2024/A1.%20PDOT_CANTON%20MACHALA%202019%20Alineado%20al%20PND%202021-2025.pdf

Guggemos, A. A., & Horvath, A. (2005). Comparison of Environmental Effects of Steel- and Concrete-Framed Buildings. *Journal of Infrastructure Systems*, 11(2), 93–101.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2005\)11:2\(93\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2005)11:2(93))

Gutiérrez, L. F. M., Arango, F. O. D., & Zapata, Á. M. O. (2023). Tuberías. In *Maquinarias y equipos para la industria de alimentos*. <https://doi.org/10.2307/jj.3715988.8>

James. (n.d.). *Steel Structure VS Concrete Structure:Key Differences*. Retrieved June 16, 2025, from https://globalsteelconstruction.com/steel-structure-vs-concrete-structure/?utm_source=chatgpt.com

Kumar Abhishek Anand. (2023, October 11). *¿Qué es la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para Proyectos de Construcción?* <https://www.getpowerplay.in/resources/blogs/what-is-environmental-impact-assessment-eia-for-construction-projects/>

Mag. Ing. Alejandro R. RUBERTO. (2006). *GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.*

<https://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archivo1.5036.pdf>

- Marín, E. N. (2024). Manejo de residuos sólidos en zonas urbanas en América Latina. *Revista Científica Visión de Futuro*, 28(2).
<https://visiondefuturo.fce.unam.edu.ar/index.php/visiondefuturo/article/view/844>
- Márquez-Peñaranda, J. F. (2011). Variabilidad estadística de cargas vivas en edificios. *Eco Matemático*, 2(1). <https://doi.org/10.22463/17948231.980>
- Metaldeza. (2018). *Las ventajas de las estructuras metálicas*. MEMORIAL CLASS.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014a). *ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014b). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016, July 5). *LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, USO Y GESTIÓN DE SUELO*.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/LOOTUGS-Registro-Oficial.pdf>
- Morante-Carballo, F., Santos-Baquerizo, E., Pinto-Ponce, B., Chacón-Montero, E., Briones-Bitar, J., & Carrión-Mero, P. (2024). Proposal for the Rehabilitation of Houseshold in Seismic Vulnerability Zones. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 14(3), 701–716. <https://doi.org/10.18280/IJSSE.140304>
- Pau Seguí. (n.d.). *Impacto ambiental del hormigón ¡Un material destructivo!* Retrieved June 16, 2025, from <https://ovacen.com/hormigon-material-destructivo-tierra/>
- Quinde Martínez, P. D., & Reinoso Angulo, E. (2016). ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 94. <https://doi.org/10.18867/ris.94.274>

REPORT ACERO. (2022). *Representa producción de acero hasta/% de emisiones de CO2 – Reportacero – Economía, Política, Minería, Acero y Construcción.*

<https://reportacero.com/representa-produccion-de-acero-hasta-de-emisiones-de-co2/>

Reyes, O., Díaz, I. del C., Ramos, A., & Martínez, J. O. (2021). Losa curva de hormigón armado para Centro de Convenciones. *Obras y Proyectos*, 29. <https://doi.org/10.4067/s0718-28132021000100042>

Robles Quijano, & Marco Antonio. (2015). *Comparativa de análisis y diseño estructural, en un edificio de acero con dos diferentes tipos de estructuración.*

<https://repositorio.unam.mx/contenidos/216470>

Rodríguez Suesca, Á. (2007). Modelación estructural para cargas sísmicas. *Facultad de Ingeniería*, 16(23).

Rofifah, D. (2020). Valvulas. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 55(21).

Santamaría, J. L., & Morales, L. W. (2019). Diseño a Flexión de Vigas de Hormigón Simplemente Apoyadas Utilizando Lógica Difusa. *INGENIO*, 2(1).

<https://doi.org/10.29166/ingenio.v2i1.1634>

Shannon Molloy. (n.d.). *Jaw-dropping timelapse shows seven-storey unit block being built in just 11 days | news.com.au — Australia's leading news site for latest headlines.* Retrieved June 16, 2025, from https://www.news.com.au/finance/real-estate/jawdropping-timelapse-shows-sevenstorey-unit-block-being-built-in-just-11-days/news-story/411d77291e5802fd4f57d2a38b86bc6f?utm_source=chatgpt.com

Vielma, J. C., & Cando, M. A. (2017). Evaluación del factor de comportamiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras metálicas porticadas. *Revista Internacional de Metodos Numericos Para Calculo y Diseno En Ingenieria*, 33(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2016.09.001>

PLANOS Y ANEXOS

Espectro Elástico e Inelástico de respuesta sísmica

Coeficiente Cs Espectro Elastico e Inelastico

DATOS	
Z(g)	0,40
Fa	1,00
Fd	1,60
Fs	1,90
n	1,80
r	1,50
n	1,80
Tof(s)	0,30
Tcf(s)	1,67

$$T_0 = 0.10 F_0 \frac{f_d}{f_0}$$

$$T_C = 0.55P_s \frac{F_d}{F}$$

© 1997 Blackwell Science Ltd *Journal of Internal Medicine* 241: 395–402

gr 248 / *Procedimientos de la Banca, Comercio y Calles*

an 200: *Chloroceryle alpestris*

$$S_0 = xFa/[1 - (\eta - 1)T/T_0]$$

$$S_s = \eta Z F_u \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_s = \eta Z F_a \left(\frac{T_s}{T} \right)^r \quad \text{para } T \geq T_c$$

T[s]	5a [g]	Cox	Coy
0,00	0,400	0,05	0,05
0,05	0,453	0,06579	0,06579
0,10	0,505	0,06158	0,06158
0,15	0,558	0,06973	0,06973
0,20	0,611	0,07316	0,07316
0,25	0,663	0,08295	0,08295
0,30	0,716	0,09474	0,09474
0,35	0,720	0,09	0,09
0,40	0,720	0,09	0,09
0,45	0,720	0,09	0,09
0,50	0,720	0,09	0,09
0,55	0,720	0,09	0,09
0,60	0,720	0,09	0,09
0,65	0,720	0,09	0,09
0,70	0,720	0,09	0,09
0,75	0,720	0,09	0,09
0,80	0,720	0,09	0,09
0,85	0,720	0,09	0,09
0,90	0,720	0,09	0,09
0,95	0,720	0,09	0,09
1,00	0,720	0,09	0,09
1,05	0,720	0,09	0,09
1,10	0,720	0,09	0,09
1,15	0,720	0,09	0,09
1,20	0,720	0,09	0,09
1,25	0,720	0,09	0,09
1,30	0,720	0,09	0,09
1,35	0,720	0,09	0,09
1,40	0,720	0,09	0,09
1,45	0,720	0,09	0,09
1,50	0,720	0,09	0,09
1,55	0,720	0,09	0,09
1,60	0,720	0,09	0,09
1,67	0,720	0,09	0,09
1,70	0,702	0,08786	0,08786
1,75	0,672	0,08405	0,08405
1,80	0,645	0,08073	0,08073
1,85	0,619	0,07728	0,07728
1,90	0,594	0,07496	0,07496
1,95	0,572	0,071457	0,071457
2,00	0,550	0,06794	0,06794
2,05	0,530	0,06293	0,06293
2,10	0,512	0,063939	0,063939
2,15	0,494	0,061722	0,061722
2,20	0,477	0,05963	0,05963
2,25	0,461	0,057653	0,057653
2,30	0,446	0,055783	0,055783
2,35	0,432	0,054013	0,054013
2,40	0,419	0,052334	0,052334
2,45	0,406	0,05074	0,05074
2,50	0,394	0,049225	0,049225

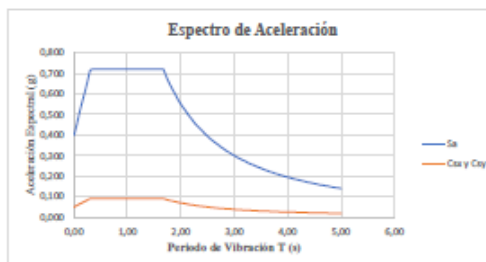
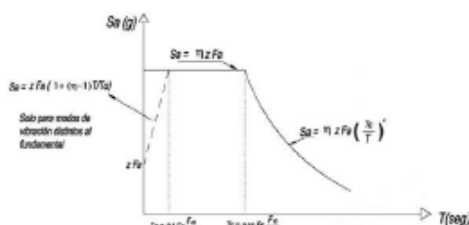
	X	Y
I	1	1
R	8	8
Phi P	1	
Phi E	1	

ParaX		ParaY	
Ct	0,055	Ct	0,055
x	0,9	x	0,9
hn	8,1	hn	8,1
Tlx	0,361409	Tly	0,361409202
SaX	0,72	SaY	0,72
CsX	0,09	CsY	0,09
Vv	17,0793	Vv	17,0793

Masa Sismica	189,77
--------------	--------

Obtenido del Programa

$$C_S(T) = \frac{S_a * I}{\mu * \theta_1 * \theta_2}(T)$$



Sistemas Estructurales de Bodega		SI
Partes especiales como revestimientos, de hormigón armado con vigas bande, con muros de cimiento como hormigón o en el diagonales aplicados		
Partes resistentes a momentos		
Hormigón especializado acero resistentes, de hormigón armado con vigas desviadas		
Hormigón especializado acero resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de acero		
Partes con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente		
Otros sistemas estructurales para edificaciones		
Edificios de recursos estructurales débiles de hormigón armado		
Partes especiales acero resistentes de hormigón armado con vigas bande		

Sistema Estrutural de Decisão Unificada	
Políticas restritivas a momento	
Herramienta formada por indicadores que determinan menor o la implementación en la SEC-38-115 iniciada a vivienda de hasta 2 piezas con lucro de hasta 5 metros.	3
Herramienta formada por indicadores de dimensión menor a la implementada en la SEC-38-115 con atractivo estructural de alta resistencia	3
Los edificios de mayor conformidad en los planos, muros, techos, iniciados a la construcción.	3
Muros estructurales portantes	
Los muros de no refuerzo, iniciados a la construcción.	5
Desarrollados la refuerzo, iniciados a la construcción.	3
Desarrollados la confusión, iniciados a la construcción.	3
Los muros de refuerzo armado, iniciados a la construcción.	3

Consideración de cargas permanentes superficiales y lineales

CARGA MUERTA SOBRE LOSA (kg/m²)

1. Datos

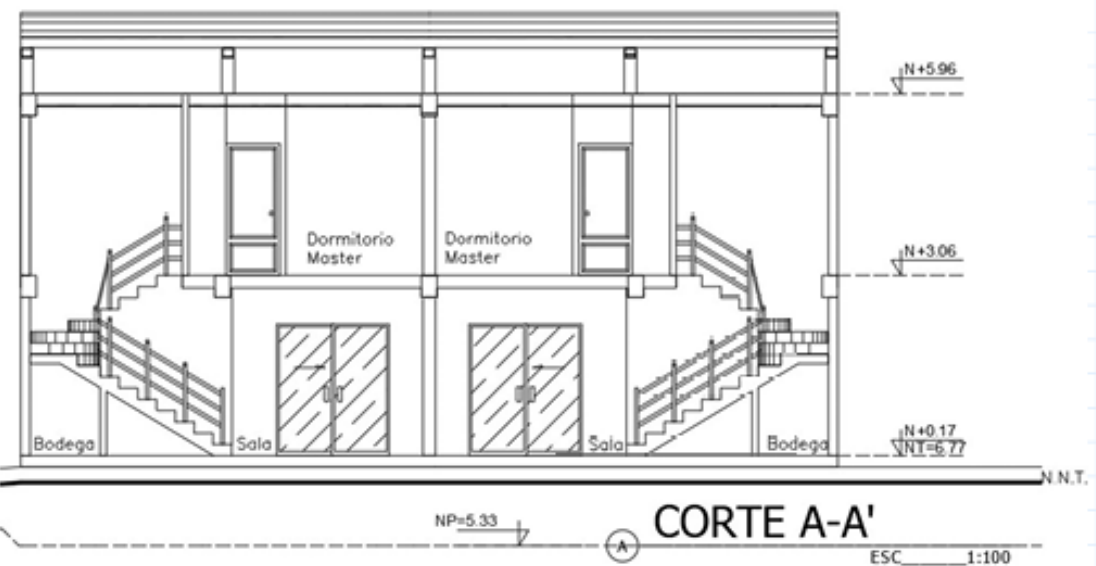
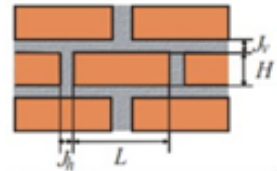
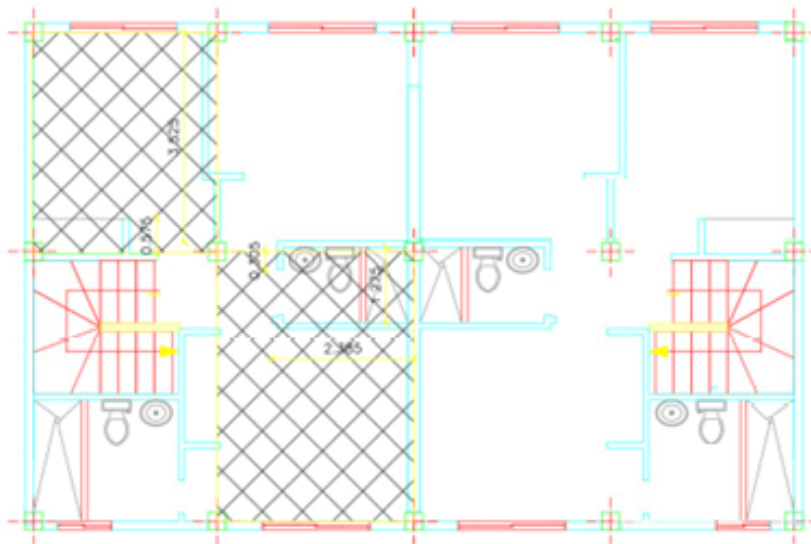
$L = 39 \text{ cm}$ Largo del Bloque
 $H = 19 \text{ cm}$ Altura del Bloque
 $B = 9 \text{ cm}$ Espesor del Bloque
 $J_h = 1.5 \text{ cm}$ Junta horizontal
 $J_v = 1.5 \text{ cm}$ Junta vertical

PL-9

Largo : 39 cm
 Altura : 19 cm
 Espesor : 9 cm
 Peso Saco : 7 Kg
 Resistencia MPa : 3
 Requerimiento : 12.5 / m³
 Descripción : Bloque de hormigón liviano.
 Utilización : Paredes livianas de 9 cm de espesor en exteriores, interiores y en pisos altos
 Producción en : Plantas Guayaquil y Machala
 Unid. x paletas 1.22x1.22 : 180



Bloque Rocafuerte para paredes



$$P_{un_bloque} := 7 \text{ kgf} \quad \text{Peso de Bloque de hormigón}$$

$$\gamma_{mortero} := 2000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad \text{Cemento compuesto y arena 1:3 a 1: 5 NEC-SE-CG}$$

2. Cantidad de Bloques en un m2 de pared

$$CL := \frac{1 \text{ m}^2}{(L + J_h) \cdot (H + J_v)} = 12.045$$

3. Peso de los Bloques en un m2 de pared

$$P_{bloques} := CL \cdot P_{un_bloque} \quad P_{bloques} = 84.312 \text{ kgf}$$

4. Peso del mortero en un m2 de pared

$$V_{mortero_un_bloque} := J_v \cdot L \cdot B + B \cdot (H + J_v) \cdot J_h = 0.001 \text{ m}^3 \quad \text{V. de mortero en un bloque}$$

$$V_{mortero} := V_{mortero_un_bloque} \cdot CL = 0.0097 \text{ m}^3 \quad \text{V. de mortero en un m2 de pared}$$

$$P_{mortero} := V_{mortero} \cdot \gamma_{mortero} = 19.35 \text{ kgf} \quad \text{Peso del mortero en un m2 de pared}$$

4. Peso total en un m2 de pared

$$P_T := P_{mortero} + P_{bloques} \quad P_T := \frac{P_T}{1 \text{ m}^2}$$

$$P_T = 103.662 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad \text{Peso de bloques por un m2 de pared}$$

5. Distribución de la carga de bloques sobre losa

$$A_{losa} := 11.47 \text{ m}^2 \quad L_{pared} := 4.10 \text{ m} \quad H_{pared} := 2.90 \text{ m}$$

$$A_{pared} := L_{pared} \cdot H_{pared} = 11.89 \text{ m}^2 \quad \text{Alosa} = \text{área total del paño critico}$$

$$q_{paredes} := \frac{A_{pared} \cdot P_T}{A_{losa}} = 107.457 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad \text{Lmuro} = \text{Longitud total bloques considerados}$$

$$\text{Hmuro} = \text{Altura de la pared}$$

6. Carga del enlucido de pared sobre la losa

$$\gamma_{enlucido} := 1600 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad e_{enlucido} := 1.5 \text{ cm}$$

$$P_{enlucido} := \gamma_{enlucido} \cdot e_{enlucido} \cdot 2$$

$$P_{enlucido} = 48 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{entucido} := \frac{P_{entucido} \cdot A_{pared}}{A_{losa}} = 49.758 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

7. Carga de instalaciones y piso

$$q_{instalaciones} := 10 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{piso_terminado} := 20 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

G. Contrapisos y recubrimientos	kN/m ²
Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.22
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.20
Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0.16
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0.22

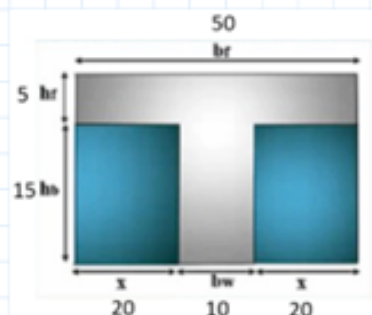
8. Carga de Losa Aligerada Y Bloque Aligerante

$$\gamma_{hormigon} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad h_f := 5 \text{ cm} \quad h_b := 15 \text{ cm}$$

$$x := 20 \text{ cm}$$

$$b_w := 10 \text{ cm}$$

$$b_f := 2 \cdot x + b_w = 50 \text{ cm}$$



$$q_{losa} := \frac{(b_w \cdot h_b + h_f \cdot (2 \cdot x + b_w))}{2 \cdot x + b_w} \cdot \gamma_{hormigon} = 192 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$A := 40 \text{ cm} \quad L := 20 \text{ cm}$$

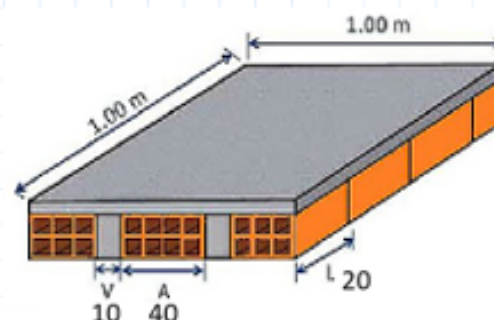
$$V := 10 \text{ cm}$$

$$CL := \frac{1 \text{ m}^2}{(A + V) \cdot L} = 10 \quad \text{Cantidad de bloques en m2 de Losa}$$

$$P_{bloque_aligerante} := 9.1 \text{ kgf}$$

$$PT_{bloque_aligerante} := CL \cdot P_{bloque_aligerante} = 91 \text{ kgf}$$

$$q_{bloques_aligerantes} := \frac{PT_{bloque_aligerante}}{\text{m}^2} = 91 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$



$$CL = \frac{1}{(V + A)(L)}$$

$$q_{losa_aligerada} := q_{losa} + q_{bloques_aligerantes} = 283 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Bloque Rocafuerte para losa alivianada

LL-14

Largo	: 39 cm
Altura	: 19 cm
Espesor	: 14 cm
Peso Seco	: 9,1 Kg.
Resistencia MPa	: 2
Requerimiento	: 12,5 / m ²
Descripción	: Bloque de hormigón liviano
Utilización	: Cajonetas para losas alivianadas con cinco caras tapadas
Producido en	: Planta Guayaquil
Unid. x paletas 1.22x1.22	: 120



9. Carga total

$$q_{total_losa} := q_{paredes} + q_{enlucido} + q_{instalaciones} + q_{piso_terminado} + q_{losa_aligerada}$$

$$q_{total_losa} = 470.215 \frac{kgf}{m^2}$$

Carga total uniformemente distribuida sobre la losa

CARGA MUERTA SOBRE VIGAS PERIMETRALES (kg/m)

1. Datos

$L := 39 \text{ cm}$	Largo del Bloque
$H := 19 \text{ cm}$	Altura del Bloque
$B := 9 \text{ cm}$	Espesor del Bloque
$J_h := 1.5 \text{ cm}$	Junta horizontal
$J_v := 1.5 \text{ cm}$	Junta vertical

$$P_{un_bloque} := 7 \text{ kgf} \quad \text{Peso de Bloque de hormigón}$$

$$\gamma_{mortero} := 2000 \frac{kgf}{m^3} \quad \text{Cemento compuesto y arena 1:3 a 1: 5 NEC-SE-CG}$$

2. Cantidad de Bloques en un m2 de pared

$$CL := \frac{1 \text{ m}^2}{(L + J_h) \cdot (H + J_v)} = 12.045$$

3. Peso de los Bloques en un m2 de pared

$$P_{bloques} := CL \cdot P_{un_bloque} \quad P_{bloques} = 84.312 \text{ kgf}$$

4. Peso del mortero en un m2 de pared

$$V_{mortero_un_bloque} := J_v \cdot L \cdot B + B \cdot (H + J_v) \cdot J_h = 0.001 \text{ m}^3 \quad \text{V. de mortero en un bloque}$$

$$V_{\text{mortero}} := V_{\text{mortero_un_bloque}} \cdot CL = 0.0097 \text{ m}^3$$

V. de mortero en un m2 de pared

$$P_{\text{mortero}} := V_{\text{mortero}} \cdot \gamma_{\text{mortero}} = 19.35 \text{ kgf}$$

Peso del mortero en un m2 de pared

4. Peso total en un m2 de pared

$$P_T := P_{\text{mortero}} + P_{\text{bloques}} \quad P_T := \frac{P_T}{1 \text{ m}^2}$$

$$P_T = 103.662 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Peso de bloques por un m2 de pared

5. Distribución lineal de la carga de bloques sobre vigas perimetrales

$$H_{\text{pared}} := 2.30 \text{ m} - 0.25 \text{ m} = 2.05 \text{ m}$$

$$q_{\text{paredes}} := H_{\text{pared}} \cdot P_T = 212.506 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Vigas Perimetrales de Entrepiso

6. Carga del enlucido de pared sobre la losa

$$\gamma_{\text{enlucido}} := 1600 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad e_{\text{enlucido}} := 1.5 \text{ cm}$$

$$P_{\text{enlucido}} := \gamma_{\text{enlucido}} \cdot e_{\text{enlucido}} \cdot 2$$

$$P_{\text{enlucido}} = 48 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{enlucido}} := P_{\text{enlucido}} \cdot H_{\text{pared}} = 98.4 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Vigas Perimetrales de Entrepiso

$$q_{\text{paredes}} := 1.20 \text{ m} \quad P_T = 124.394 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Vigas Perimetrales de Terraza

$$q_{\text{enlucido}} := P_{\text{enlucido}} \cdot 1.20 \text{ m} = 57.6 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Vigas Perimetrales de Terraza

Diseño de vigas y comprobación de sección y armado de columnas

Piso 2			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	30	cm	
f _c	280	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec	4	cm	
d	24,2	cm	
L	34,28	cm	
Luz libre (ln)	2,80	m	
As min	2,0106667	cm ²	
As max	15,125	cm ²	
As	0,79	cm ²	
# Ramas	2,00	unidades	
As Total	1,5707963	cm ²	

VARIABLES		
φ [mm]	A [cm ²]	
6	0,283	
8	0,503	
10	0,785	
12	1,13	
14	1,54	
16	2,01	
18	2,54	
20	3,14	
22	3,80	
25	4,91	
32	8,04	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0,6	1,80	0,6	m
6,05		6,05	s1 [cm]
7,2	12,1	7,2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,005	12,005	6,005	s4 [cm]

FORMULAS			
----------	--	--	--

$$p_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$p_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

EJE 1

TRAMO A-B					
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos [T-m]					
Top	1,780	0,000	1,780	2,060	0,000
Bottom	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Momentos (Min) [T-m]					
Top	1,780	0,445	1,780	2,060	0,515
Bottom	0,890	0,890	1,000	2,180	1,000
Hestimado > Hcalculado					
Acero Requerido [cm ²]					
Top	2,00	0,45	2,00	3,33	0,57
Bottom	0,99	0,98	0,99	1,15	2,47
Acero Requerido (Min) [cm ²]					
Top	2,02	2,02	2,02	2,33	2,33
Bottom	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
Acero Colocado [cm ²]					
Top	2012	2012	3012	3012	2012
Bottom	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado [cm ²]					
Top	2,26	2,26	3,39	3,39	3,39
Bottom	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]					
Top	112%	168%	149%	112%	149%
Bottom	112%	112%	112%	112%	112%
a [cm]					
Top	1,904	2,991	2,991	a [cm]	2,991
Bottom	1,904	1,904	1,904		1,904
Mpr [T-m]					
Top	2,753	4,041	4,041	Mpr [T-m]	4,041
Bottom	2,753	2,753	2,753		2,753
Vpr [T]					
Probables	1,966	2,426	2,426	Vpr [T]	2,426
Vpr Max		2,426			2,426
Vpr [T]					
Vpr		2,426			2,426
Vu [T]					
Vu		4,856			5,156
Vc [T]					
Vc		4,156			4,156
Vs [T]					
Vs		1,110			1,110
S [cm]					
S		143,878			105,756

EJE 1

TRAMO C-D			TRAMO D-E		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos [T-m]					
	0,000	2,060	1,780	0,000	1,780
	2,180	0,000	0,000	0,890	0,000
Momentos (Min) [T-m]					
	0,515	2,060	1,780	0,445	1,780
	2,180	0,890	0,890	0,890	0,890
Hestimado > Hcalculado					
Acero Requerido [cm ²]					
	0,57	2,33	2,00	0,45	2,00
	1,15	2,47	0,99	0,98	0,99
Acero Requerido (Min) [cm ²]					
	2,33	2,02	2,02	2,02	2,02
	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
Acero Colocado [cm ²]					
	3012	3012	3012	2012	2012
	2012	3012	2012	2012	2012
Acero Colocado [cm ²]					
	3,39	2,26	3,39	2,26	2,26
	2,26	3,39	2,26	2,26	2,26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]					
	149%	112%	149%	112%	112%
	112%	112%	112%	112%	112%
a [cm]					
	2,991	2,991	2,991		1,904
	1,904	1,904	1,904		1,904
Mpr [T-m]					
	4,041	4,041	4,041		2,753
	2,753	2,753	2,753		2,753
Vpr [T]					
	2,426	2,426	2,426		1,966
Vpr [T]					
	2,370		2,430		
Vu [T]					
	4,796		4,856		
Vc [T]					
	0,000		5,396		
Vs [T]					
	6,395		1,110		
S [cm]					
	24,965		143,878		

Is	68,033605	cm
Isot	14,4	cm
Isb	17,638342	cm
Empleame S	68,443687	cm

#	3	
φ Long.	12	mm
S	6,7	cm
Smin	2,5	cm
CUMPLE		

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (ln)	3,00	m	B-C
0,6	1,80	0,6	m
6,05		6,05	s1 [cm]
7,2	12,1	7,2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,005	12,005	6,005	s4 [cm]

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (ln)	3,00	m	C-D
0,6	1,80	0,6	m
6,05		6,05	s1 [cm]
7,2	12,1	7,2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,005	12,005	6,005	s4 [cm]

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (ln)	2,80	m	D-E
0,6	1,60	0,6	m
6,05		6,05	s1 [cm]
7,2	12,1	7,2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,005	12,005	6,005	s4 [cm]

Piso 1		
DATOS DE LA VIGA		
b	25	cm
h	20	cm
f _c	280	kg/cm ²
f _y	4200	kg/cm ²
φ Estribos	10	mm
φ Long.	16	mm
h _{ec}	4	cm
a	24.2	cm
h	34.28	cm ²
Luz libre (ln)	2.80	m
As mín	2.01688667	cm ²
As max	15.125	cm ²
As	5.79	cm ²
# Ramallas	2.00	unidades
As Total	1.57079633	cm ²

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
4	0.251
6	0.283
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.8	1.60	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1 [cm]
7.2		7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6.005	12.000	6.000	s val [cm]

FORMULAS	
----------	--

$$p_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$p_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

EJE 1

TRAMO A-B					
	Inicio	Centro	Fin		
	Momentos [T-m]				
Top	2.180	0.000	2.380	0.000	2.730
Bottom	0.000	1.060	0.000	0.000	0.000
	Momentos (Min) [T-m]				
Top	2.180	0.545	2.380	2.730	0.683
Bottom	1.000	1.060	1.000	2.690	1.365
Hestimado > Hcalculado		20.455	CUMPLE	Hestimado > Hcalculado	22.200
	Acero Requerido [cm ²]				
Top	2.47	0.60	2.47	3.13	0.75
Bottom	1.21	1.18	1.21	1.53	3.58
	Acero Requerido (Min) [cm ²]				
Top	2.47	2.02	2.47	3.13	2.02
Bottom	2.02	2.02	2.02	2.02	3.08
	Acero Colocado [cm ²]				
Top	3D12	2D12	3D12	3D12	3D12
Bottom	2D12	2D12	2D12	2D12	2D12
	Acero Colocado [cm ²]				
Top	3.39	2.26	3.39	3.39	2.26
Bottom	2.26	2.26	2.26	3.39	2.26
	Acero Colocado / Acero Requerido [%]				
Top	137%	112%	137%	108%	112%
Bottom	112%	112%	112%	112%	112%
	a [cm]				
Top	2.991		2.991	2.991	
Bottom	1.994		1.994	1.994	
	Mpr [T-m]				
Top	4.041		4.041		4.041
Bottom	2.753		2.753		2.753
	Vpr [T]				
Probabilis	2.426		2.426	2.426	
Vpr Max		2.426			2.426
	Vpr [T]				
Vpr	2.730		2.730		3.090
	Vu [T]				
Vu	5.146		5.146		5.516
	Vc [T]				
Vc	5.366		5.366		5.366
	Vs [T]				
Vs	1.496		1.496		1.990
	S [cm]				
S	106.698				80.243

EJE 1

TRAMO C-D			TRAMO D-E		
	Inicio	Centro	Fin		
	Momentos [T-m]				
	2.730	0.000	2.730	2.180	0.000
	0.000	2.690	0.000	0.000	1.060
	Momentos (Min) [T-m]				
	2.730	0.683	2.730	2.180	0.545
	1.365	2.690	1.365	1.000	1.060
Hestimado > Hcalculado		22.200	CUMPLE	Hestimado > Hcalculado	20.455
	Acero Requerido [cm ²]				
	3.13	0.75	3.13	2.47	0.60
	1.53	0.08	1.53	1.21	1.18
	Acero Requerido (Min) [cm ²]				
	3.13	2.02	3.13	2.47	2.02
	2.02	3.08	2.02	2.02	3.08
	Acero Colocado [cm ²]				
	3D12	2D12	3D12	3D12	2D12
	2D12	3D12	2D12	2D12	3D12
	Acero Colocado [cm ²]				
	3.39	2.26	3.39	3.39	2.26
	2.26	3.39	2.26	2.26	3.39
	Acero Colocado / Acero Requerido [%]				
	108%	112%	108%	137%	112%
	112%	110%	112%	112%	112%
	a [cm]				
	2.991		2.991	2.991	
	1.994		1.994	1.994	
	Mpr [T-m]				
	4.041		4.041	4.041	
	2.753		2.753	2.753	
	Vpr [T]				
	2.426		2.426	2.426	
	Vpr [T]				
		2.426			2.426
	Vpr [T]				
		3.090			2.730
	Vu [T]				
		5.516			5.146
	Vc [T]				
		5.366			5.366
	Vs [T]				
		1.990			1.496
	S [cm]				
		80.243			106.698

Id	68,033605	cm
Id tot	14,4	cm
Id tot	17,638342	cm
Empalmes. B	88,443687	cm

#	3	
φ Long.	12	mm
S	6,7	cm
S mín	2,5	cm
CUMPLE		

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.8	1.60	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1 [cm]
7.2		7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6.005	12.000	6.000	s val [cm]

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.8	1.60	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1 [cm]
7.2		7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6.005	12.000	6.000	s val [cm]

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.8	1.60	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1 [cm]
7.2		7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6.005	12.000	6.000	s val [cm]

Fase 2			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	30	cm	
f _c	280	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec	4	cm	
d	24,2	cm	
k	34,28	cm ²	
Luz libre (m)	2,80	m	
A _o (m ²)	2,01666667	cm ²	
A _o max	15,125	cm ²	
A _o	0,79	cm ²	
# Barras	2,00	unidades	
A _o Total	1,57033333	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0,6	1,00	0,6	m
6,05		0,05	s1 [cm]
0,6	12,1	0,6	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

FORMULAS			
----------	--	--	--

$$P_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$P_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0,283
8	0,503
10	0,785
12	1,13
14	1,54
16	2,01
18	2,54
20	3,14
22	3,81
25	4,91
32	8,04

EJE 2

TRAMO A-B						TRAMO B-C					
	Inicio	Centro	Fin				Inicio	Centro	Fin		
	Momentos [T-m]						Momentos [T-m]				
Top	2,330	0,000	2,330	3,100	0,000	3,100	0,000	3,100	0,000	3,100	0,000
Bottom	0,000	1,510	0,000	0,000	2,430	0,000	2,430	0,000	0,000	2,430	0,000
	Momentos (Min) [T-m]						Momentos (Min) [T-m]				
Top	2,330	0,583	2,330	3,100	0,775	3,100	0,775	3,100	0,775	3,100	0,775
Bottom	1,955	1,520	1,955	1,550	3,620	1,550	3,620	1,550	1,550	3,620	1,550
	Hestimado > Hcalculado						Hestimado > Hcalculado				
	20,951						24,183				
	CUMPLE						CUMPLE				
	Acero Requerido [cm ²]						Acero Requerido [cm ²]				
Top	2,65	0,64	2,65	3,58	0,86	3,58	0,86	3,58	0,86	3,58	0,86
Bottom	1,20	1,70	1,20	1,74	3,59	1,74	3,59	1,74	3,59	1,74	3,59
	Acero Requerido (Min) [cm ²]						Acero Requerido (Min) [cm ²]				
Top	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
Bottom	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03
	Acero Colocado [cm ²]						Acero Colocado [cm ²]				
Top	2012	2012	2012	4012	2012	4012	2012	2012	4012	2012	4012
Bottom	2012	2012	2012	2012	4012	2012	2012	2012	4012	2012	4012
	Acero Colocado [cm ²]						Acero Colocado [cm ²]				
Top	3,39	2,26	4,52	4,52	2,26	4,52	2,26	2,26	4,52	2,26	4,52
Bottom	2,26	2,26	2,26	2,26	4,52	2,26	4,52	2,26	2,26	2,26	2,26
	Acero Colocado / Acero Requerido [%]						Acero Colocado / Acero Requerido [%]				
Top	126%	112%	177%	126%	112%	126%	112%	114%	126%	112%	126%
Bottom	112%	112%	112%	112%	114%	112%	114%	112%	112%	112%	112%
	a [cm]						a [cm]				
Top	3,981		3,981	3,981		3,981		3,981		3,981	
Bottom	1,994		1,994	1,994		1,994		1,994		1,994	
	Mpr [T-m]						Mpr [T-m]				
Top	4,041		5,269	5,269		5,269		5,269		5,269	
Bottom	2,753		2,753	2,753		2,753		2,753		2,753	
	Vpr [T]						Vpr [T]				
Probables	2,426		2,865	2,865		2,865		2,865		2,865	
Vpr Max			2,865	2,865		2,865		2,865		2,865	
	Vpr [T]						Vpr [T]				
Vpr			2,865	2,865		2,865		2,865		2,865	
	Vu [T]						Vu [T]				
Vu			5,345	5,345		5,345		5,345		5,345	
	Vc [T]						Vc [T]				
Vc			5,369	5,369		5,369		5,369		5,369	
	Vs [T]						Vs [T]				
Vs			7,367	7,367		7,367		7,367		7,367	
	S [cm]						S [cm]				
S			21,672	21,672		21,672		21,672		21,672	

EJE 2

TRAMO C-D						TRAMO D-E					
	Inicio	Centro	Fin				Inicio	Centro	Fin		
	Momentos [T-m]						Momentos [T-m]				
	3,100	0,000	3,100	2,340	0,000	2,340	0,000	2,340	0,000	2,340	0,000
	0,000	3,430	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Momentos (Min) [T-m]						Momentos (Min) [T-m]				
	3,100	0,775	3,100	2,340	0,585	2,340	0,585	2,340	0,585	2,340	0,585
	1,550	3,430	1,550	1,120	1,520	1,120	1,520	1,120	1,520	1,120	1,520
	Hestimado > Hcalculado						Hestimado > Hcalculado				
	24,183						20,984				
	CUMPLE						CUMPLE				
	Acero Requerido [cm ²]						Acero Requerido [cm ²]				
	3,58	0,86	3,58	2,66	0,65	2,66	0,65	2,66	0,65	2,66	0,65
	1,74	3,98	1,74	1,30	1,70	1,30	1,70	1,30	1,70	1,30	1,70
	Acero Requerido (Min) [cm ²]						Acero Requerido (Min) [cm ²]				
	3,58	2,02	3,58	2,66	2,02	2,66	2,02	2,66	2,02	2,66	2,02
	2,02	3,98	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02	2,02
	Acero Colocado [cm ²]						Acero Colocado [cm ²]				
	4012	2012	4012	4012	2012	3012	2012	2012	4012	2012	3012
	2012	4012	2012	2012	4012	2012	2012	2012	4012	2012	2012
	Acero Colocado [cm ²]						Acero Colocado [cm ²]				
	4,52	2,26	4,52	4,52	2,26	3,39	2,26	2,26	4,52	2,26	3,39
	2,26	4,52	2,26	2,26	4,52	2,26	4,52	2,26	2,26	2,26	2,26
	Acero Colocado / Acero Requerido [%]						Acero Colocado / Acero Requerido [%]				
	126%	112%	126%	126%	112%	126%	112%	112%	126%	112%	126%
	112%	114%	112%	112%	112%	112%	112%	112%	112%	112%	112%
	a [cm]						a [cm]				
	3,981		3,981	3,981		3,981		3,981		3,981	
	1,994		1,994	1,994		1,994		1,994		1,994	
	Mpr [T-m]						Mpr [T-m]				
	5,269		5,269	5,269		4,041		5,269		5,269	
	2,753		2,753	2,753		2,753		2,753		2,753	
	Vpr [T]						Vpr [T]				
	2,865		2,865	2,865		2,865		2,865		2,865	
	Vpr [T]						Vpr [T]				
			2,865	2,865		2,865		2,865		2,865	
	Vu [T]						Vu [T]				
			5,345	5,345		5,345		5,345		5,345	
	Vc [T]						Vc [T]				
			5,369	5,369		5,369		5,369		5,369	
	Vs [T]						Vs [T]				
			7,367	7,367		7,367		7,367		7,367	
	S [cm]						S [cm]				
			21,672	21,672		21,672		21,672		21,672	

Id	68,033605	cm
Id ₁	14,4	cm
Id ₂	17,638342	cm
Entregado	88,443687	cm

#	4	
φ Long.	12	mm
S	4,06666667	cm
S _{min}	2,5	cm
CUMPLE		

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (m)	3,00	m	B-C
0,6	1,80	0,6	m
6,05		6,05	s1 [cm]
7,2	12,1	7,2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (m)	3,00	m	C-D
0,6	1,80	0,6	m
6,05		6,05	s1 [cm]

Fase 1			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	30	cm	
f _c	280	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec.	4	cm	
d	24.2	cm	
A	34.28	cm ²	
Luz libre (m)	1.80	m	
A _s mín	2.01605667	cm ²	
A _s max	15.125	cm ²	
A _r	0.79	cm ²	
# Burellas	2.00	unidades	
A _r Total	1.57079633	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1[cm]
7.2		7.2	s2[cm]
20		20	s3[cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

FORMULAS	
----------	--

$$p_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$p_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.503
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.80
25	4.91
32	8.04

EJE 2

TRAMO A-B					
	Inicio	Centro	Fin		
Top	2.350	2.020	2.350		
Bottom	0.000	1.180	0.000		
Momentos (T-m)					
Top	2.350	0.540	2.350		
Bottom	1.080	1.180	1.080		
Momentos (Min) (T-m)					
Top	2.350	0.540	2.350		
Bottom	1.080	1.180	1.080		
Hestimado > Hcalculado					
Top	2.350	0.540	2.350		
Bottom	1.080	1.180	1.080		
Acero Requerido [cm ²]					
Top	2.45	2.45	2.45		
Bottom	1.20	1.20	1.20		
Acero Requerido (Min) [cm ²]					
Top	2.45	2.45	2.45		
Bottom	1.20	1.20	1.20		
Acero Colocado [cm ²]					
Top	3D12	2D12	4D12		
Bottom	2D12	2D12	2D12		
Acero Colocado [cm ²]					
Top	3.29	2.26	4.52		
Bottom	3.29	2.26	2.26		
Acero Colocado / Acero Requerido [%]					
Top	133%	112%	185%		
Bottom	112%	112%	112%		
a [cm]					
Top	2.991	3.988	3.988		
Bottom	1.994	1.994	1.994		
Mpr (T-m)					
Top	4.041	5.269	5.269		
Bottom	2.753	2.753	2.753		
Vpr (T)					
Top	2.426	2.865	2.865		
Bottom	2.426	2.865	2.865		
Vpr (T)					
Top	3.490	1.590	1.590		
Bottom	3.490	1.590	1.590		
Vu (T)					
Top	6.355	4.445	4.445		
Bottom	6.355	4.445	4.445		
Vc (T)					
Top	5.366	5.366	5.366		
Bottom	5.366	5.366	5.366		
Vs (T)					
Top	5.366	5.366	5.366		
Bottom	5.366	5.366	5.366		
S [cm]					
Top	54.903	54.903	54.903		
Bottom	54.903	54.903	54.903		

EJE 2

TRAMO C-D			TRAMO D-E		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
3.470	0.000	3.470	2.160	0.000	2.160
0.000	3.420	0.000	0.000	1.180	0.000
Momentos (Min) (T-m)			Momentos (Min) (T-m)		
3.470	0.868	3.470	2.160	0.540	2.160
1.735	1.735	1.735	1.080	1.180	1.080
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
Top	24.290	CUMPLE	Top	20.388	CUMPLE
Acero Requerido [cm ²]			Acero Requerido [cm ²]		
Top	4.03	4.03	Top	2.45	2.45
Bottom	1.95	1.95	Bottom	1.20	1.20
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
Top	4.03	4.03	Top	2.45	2.45
Bottom	1.95	1.95	Bottom	1.20	1.20
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	4D12	4D12	Top	4D12	4D12
Bottom	2D12	2D12	Bottom	2D12	2D12
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	4.52	4.52	Top	2.26	2.26
Bottom	2.26	2.26	Bottom	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
Top	112%	112%	Top	112%	112%
Bottom	112%	112%	Bottom	112%	112%
a [cm]			a [cm]		
Top	3.988	3.988	Top	3.988	3.988
Bottom	1.994	1.994	Bottom	1.994	1.994
Mpr (T-m)			Mpr (T-m)		
Top	5.269	5.269	Top	5.269	5.269
Bottom	2.753	2.753	Bottom	2.753	2.753
Vpr (T)			Vpr (T)		
Top	2.865	2.865	Top	2.865	2.865
Bottom	2.865	2.865	Bottom	2.865	2.865
Vpr (T)			Vpr (T)		
Top	3.490	1.590	Top	3.490	1.590
Bottom	3.490	1.590	Bottom	3.490	1.590
Vu (T)			Vu (T)		
Top	6.355	4.445	Top	6.355	4.445
Bottom	6.355	4.445	Bottom	6.355	4.445
Vc (T)			Vc (T)		
Top	5.366	5.366	Top	5.366	5.366
Bottom	5.366	5.366	Bottom	5.366	5.366
Vs (T)			Vs (T)		
Top	5.366	5.366	Top	5.366	5.366
Bottom	5.366	5.366	Bottom	5.366	5.366
S [cm]			S [cm]		
Top	51.368	51.368	Top	51.368	51.368
Bottom	51.368	51.368	Bottom	51.368	51.368

16	68.033605	cm
10x16	14.4	cm
16x16	17.638342	cm
Empicame 8	68.443687	cm

#	4	
φ Long.	12	mm
S	4.06666667	cm
Smin	2.5	cm
CUMPLE		

Luz libre (m)	3.00	m	B-C
0.6	1.80	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1[cm]
7.2		7.2	s2[cm]
20		20	s3[cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

Luz libre (m)	3.00	m	C-D
0.6	1.80	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1[cm]
7.2		7.2	s2[cm]
20		20	s3[cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

Luz libre (m)	2.80	m	D-E
0.6	1.80	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1[cm]
7.2		7.2	s2[cm]
20		20	s3[cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

Piso 3			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	30	cm	
f _c	210	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec	4	cm	
e	24.2	cm	
h	34.28	cm	
Luz libre (ln)	2.50	m	
As mín	2.0166667	cm ²	
As max	15.125	cm ²	
As	0.79	cm ²	
# Varillas	2.50	unidades	
As Total	1.57079633	cm ²	

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
8	0.385
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
0.6	12.1	0.6	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

FORMULAS	
----------	--

$$p_{min} = 0.8\sqrt{f_c} / f_y \geq 14/f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$p_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

EJE 3

TRAMO A-B					
Inicio		Centro	Fin		
Momentos [T-m]			Momentos [T-m]		
Top	1.800	0.000	1.800	1.500	0.000
Bottom	0.000	2.000	0.000	1.570	0.000
Momentos (Min) [T-m]			Momentos (Min) [T-m]		
Top	1.800	0.450	1.800	1.500	1.500
Bottom	0.000	2.000	0.000	1.570	0.795
Hestimado > Hcalculado		19.837	Hestimado > Hcalculado		18.316
Acero Requerido [cm ²]		0.50	Acero Requerido [cm ²]		0.44
Top	2.03	0.50	2.03	1.78	1.78
Bottom	1.09	2.26	1.00	0.88	0.88
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
Top	2.03	2.02	2.03	2.02	2.02
Bottom	2.02	2.26	2.02	2.02	2.02
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	2012	2012	2012	2012	2012
Bottom	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Bottom	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
Top	112%	112%	112%	112%	112%
Bottom	112%	100%	112%	112%	112%
a [cm]			a [cm]		
Top	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
Bottom	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
Mpr [T-m]			Mpr [T-m]		
Top	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
Bottom	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
Vpr [T]			Vpr [T]		
Probables	1.966	1.966	1.966	1.966	1.966
Vpr Max	1.966	1.966	1.966	1.966	1.966
Vpr [T]			Vpr [T]		
Vu	2.300	2.300	2.300	2.300	2.300
Vu	4.266	4.266	4.266	4.266	4.266
Vc	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366
Vs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Vc	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366
S	494.140	494.140	494.140	494.140	494.140

EJE 3

TRAMO C-D			TRAMO D-E		
Inicio		Centro	Inicio		Centro
Momentos [T-m]			Momentos [T-m]		
1.500	0.000	1.500	1.800	0.000	1.800
0.000	1.570	0.000	0.000	2.000	0.000
Momentos (Min) [T-m]			Momentos (Min) [T-m]		
1.500	0.398	1.500	1.800	0.450	1.800
0.795	1.570	0.795	0.900	2.000	0.900
Hestimado > Hcalculado		18.316	Hestimado > Hcalculado		19.837
Acero Requerido [cm ²]		0.44	Acero Requerido [cm ²]		0.50
1.78	0.44	1.78	2.03	0.50	2.03
0.88	1.78	0.88	1.00	2.26	1.00
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
2.02	2.02	2.02	2.03	2.02	2.03
2.02	2.02	2.02	2.02	2.26	2.02
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
2012	2012	2012	2012	2012	2012
2012	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
112%	112%	112%	111%	112%	111%
112%	112%	112%	112%	150%	112%
a [cm]			a [cm]		
1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
1.004	1.004	1.004	1.004	1.004	1.004
Mpr [T-m]			Mpr [T-m]		
2.753	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
2.753	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
Vpr [T]			Vpr [T]		
1.966	1.966	1.966	1.966	1.966	1.966
1.966	1.966	1.966	1.966	1.966	1.966
Vpr [T]			Vpr [T]		
Vu	2.300	2.300	Vu	2.300	2.300
Vu	4.266	4.266	Vu	4.266	4.266
Vc	5.366	5.366	Vc	5.366	5.366
Vs	0.000	0.000	Vs	0.000	0.000
Vc	5.366	5.366	Vs	0.323	0.323
S	30.496	30.496	S	494.140	494.140

Id	68,033605	cm
locat	14.4	cm
lab	17,638342	cm
Empicamas B	88,443687	cm

#	3	
φ Long.	12	mm
S	6.7	cm
Smin	2.5	cm
CUMPLE		

Luz libre (ln)			
3.00	m	B-C	
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
7.2	12.1	7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

Luz libre (ln)			
3.00	m	C-D	
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
7.2	12.1	7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

Luz libre (ln)			
2.80	m	D-E	
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
7.2	12.1	7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]

Fila 1		
DATOS DE LA VIGA		
b	23	cm
h	30	cm
f _c	280	kg/cm ²
f _y	6200	kg/cm ²
g Continuos	10	mm
φ Long.	16	mm
Ruc	4	cm
d	26.2	cm
k	34.28	cm ²
Luz Libre (ln)	2.80	m
As mín	2.0166667	cm ²
As máx	15.125	cm ²
As	0.79	cm ²
# Barras	2.00	unidades
As Total	1.57076633	cm ²
ZONAS DE CONFINAMIENTO		
0.0	1.80	0.6 m
6.05		6.05 s1 [cm]
9.0	12.1	9.0 s2 [cm]
20		20 s3 [cm]
6,000	12,000	6,000 s s4 [cm]
FORMULAS		

$$p_{min} = 0.8\sqrt{f_c} / f_y \geq 14/f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$p_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.503
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
30	6.94

EJE 3

TRAMO A-B			TRAMO B-C		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Top	2.000	0.000	2.270	0.000	2.270
Bottom	0.000	2.500	0.000	2.110	0.000
Momentos (Min) [T-m]			Momentos (Min) [T-m]		
Top	2.500	0.625	2.270	0.550	2.270
Bottom	1.250	2.500	1.120	2.110	1.120
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
	21.774	CUMPLE		20.755	CUMPLE
Acero Requerido [cm ²]			Acero Requerido [cm ²]		
Top	2.05	0.69	2.05	0.63	2.05
Bottom	1.39	2.95	1.39	2.39	1.39
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
Top	2.05	2.02	2.05	2.02	2.05
Bottom	2.02	2.95	2.02	2.39	2.02
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	3D12	2D12	3D12	3D12	3D12
Bottom	2D12	2D12	2D12	2D12	2D12
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	3.39	2.39	3.39	3.39	3.39
Bottom	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
Top	159%	112%	159%	112%	159%
Bottom	112%	112%	112%	142%	112%
a [cm]			a [cm]		
Top	2.001	2.001	2.001	2.001	2.001
Bottom	1.994	1.994	1.994	1.994	1.994
Mpr [T-m]			Mpr [T-m]		
Top	4.041	4.041	4.041	4.041	4.041
Bottom	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
Vpr [T]			Vpr [T]		
Prohibidas	2.426	2.426	2.426	2.426	2.426
Vpr Max		2.426		2.426	
Vpr		Vpr [T]		Vpr [T]	
Vu		Vu [T]		Vu [T]	
Vu		5.406		5.116	
Vc		Vc [T]		Vc [T]	
Vc		5.366		5.366	
Vs		Vs [T]		Vs [T]	
Vs		1.843		1.456	
S		S [cm]		S [cm]	
S		86.628		109.629	

EJE 3

TRAMO C-D			TRAMO D-E		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
2.270	0.000	2.270	2.500	0.000	2.500
0.000	2.110	0.000	0.000	2.580	0.000
Momentos (Min) [T-m]			Momentos (Min) [T-m]		
2.270	0.568	2.270	2.500	0.625	2.500
1.136	2.110	1.136	1.250	2.580	1.250
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
	20.755	CUMPLE		21.743	CUMPLE
Acero Requerido [cm ²]			Acero Requerido [cm ²]		
2.58	0.69	2.58	2.85	0.69	2.85
1.36	2.39	1.36	1.39	2.95	1.39
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
2.58	2.02	2.58	2.85	2.02	2.85
2.02	2.39	2.02	2.95	2.02	2.02
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
3D12	2D12	3D12	3D12	2D12	3D12
2D12	3D12	2D12	2D12	3D12	2D12
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
3.39	2.26	3.39	2.26	3.39	3.39
2.26	3.39	2.26	3.39	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
131%	112%	131%	112%	112%	119%
112%	142%	112%	112%	119%	112%
a [cm]			a [cm]		
2.991		2.991	2.991		2.991
1.994		1.994	1.994		1.994
Mpr [T-m]			Mpr [T-m]		
4.041		4.041	4.041		4.041
2.753		2.753	2.753		2.753
Vpr [T]			Vpr [T]		
2.426		2.426	2.426		2.426
	2.426			2.426	
Vpr [T]		Vpr [T]		Vpr [T]	
Vu [T]		Vu [T]		Vu [T]	
Vu		5.406		5.406	
Vc [T]		Vc [T]		Vc [T]	
Vc		5.366		5.366	
Vs [T]		Vs [T]		Vs [T]	
Vs		1.843		1.843	
S [cm]		S [cm]		S [cm]	
109.629		86.628			

nl	68.033605	cm
nlh	14.4	cm
Empleados	88.443687	cm

#	3	
φ Long.	12	mm
S	6.7	cm
Smin	2.5	cm
CUMPLE		

Luz libre (ln)	3.00	m	B-C
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
7.2	12.1	7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s s4 [cm]

Luz libre (ln)	3.00	m	C-D
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
7.2	12.1	7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s s4 [cm]

Luz libre (ln)	2.80	m	D-E
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	1.80	0.6	m
6.05		6.05	s1 [cm]
7.2	12.1	7.2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s s4 [cm]

Paso 1			VARILLAS		
DATOS DE LA VIGA			Φ [mm] A [cm²]		
b	25	cm	6	0.283	
h	25	cm	6	0.283	
Fc	280	kg/cm²	10	0.785	
fy	4200	kg/cm²	12	1.13	
Φ Estribos	10	mm	14	1.54	
Φ Long.	16	mm	18	2.01	
Rec	4	cm	18	2.01	
κ	34.28	cm²	20	3.14	
Los libre (ln)	4.20	m	22	3.81	
As min	2.01860687	cm²	25	4.91	
As max	15.125	cm²	32	8.04	
Ar	0.79	cm²			
# Romeros	2.00	unidades			
Ar Total	1.57070633	cm²			

ZONAS DE CONFINAMIENTO		
0.6	3.00	0.6 m
4.6	6.06	s1 [cm]
9.6	12.1	s2 [cm]
20	20	s3 [cm]
6.000	12.000	6.000 s vel [cm]

FÓRMULAS		
$P_{min} = 0.8\sqrt{F_c} / f_y \geq 14 / f_y$ en 21.3.2.1		
$P_{max} = 0.025$		
Mínimo 2 varillas continuas		

EJES A Y E						
TRAMO 1-2			TRAMO 2-3			
	Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T-m)						
Top	2.220	0.000	3.000	2.000	2.800	2.000
Bottom	2.220	-0.783	3.000	2.000	2.800	-0.000
Momentos (Min) (T-m)						
Top	2.220	0.000	3.000	2.000	2.800	2.000
Bottom	2.220	-0.783	3.000	2.000	2.800	-0.000
Hestimado > Hcalculado			23.556	Hestimado > Hcalculado		19.027
Acero Requerido [cm²]						
Top	2.75	3.75	3.75	2.26	3.06	2.26
Bottom	3.80	3.00	3.80	3.11	3.08	3.11
Acero Requerido (Min) [cm²]						
Top	2.75	3.75	3.75	2.26	3.06	2.26
Bottom	3.80	3.00	3.80	3.11	3.08	3.11
Acero Colocado [cm²]						
Top	4012	4012	4012	4012	4012	4012
Bottom	4012	4012	4012	4012	4012	4012
Acero Colocado [cm²]						
Top	4.52	2.25	4.52	3.50	2.25	3.39
Bottom	2.29	3.39	2.29	2.29	3.39	2.29
Acero Colocado / Acero Requerido (%)						
Top	120%	120%	120%	120%	120%	120%
Bottom	113%	113%	113%	113%	113%	113%
a [cm]						
Top	3.98		3.98	3.98		3.98
Bottom	3.98		3.98	3.98		3.98
Mpr (T-m)						
Top	3.269		3.269	3.269		3.269
Bottom	2.753		2.753	2.753		2.753
Vpr (T)						
Probables	3.010		3.010	3.010		3.010
Vpr Max	1.013		1.013			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top	0.000		0.000			
Bottom	0.000		0.000			
Vr (T)						
Top						

Piso 2			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	25	cm	
f _c	280	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec	4	cm	
d	24.2	cm	
k	34.28	cm ²	
Luz libre (ln)	3.30	m	
Ac arm	2.0166667	cm ²	
As max	15.125	cm ²	
Av	0.79	cm ²	
# Ramales	2.00	unidades	
Av Total	1.5779633	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.5	2.10	0.5	m
6.05	12.1	6.05	s3 [cm]
20		20	s3 [cm]
4.000	12.000	6.000	s vel [cm]
Cumple	Cumple	CUMPLE	Verificación

FORMULAS			
----------	--	--	--

$$\rho_{min} = 0.8\sqrt{f_c}/f_y \geq 14/f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$\rho_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.503
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

EJES B y D					
TRAMO 1-2			TRAMO 2-3		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Top	2.940	0.000	2.940	0.000	2.220
Bottom	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Momentos (Min) (T-m)			Momentos (Min) (T-m)		
Top	2.940	0.739	2.940	0.000	2.220
Bottom	1.470	1.470	1.470	1.170	1.170
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
Acero Requerido (cm ²)			Acero Requerido (cm ²)		
Top	3.38	0.61	3.38	0.61	2.52
Bottom	1.85	2.15	1.85	1.54	1.24
Acero Requerido (Min) (cm ²)			Acero Requerido (Min) (cm ²)		
Top	3.38	2.02	3.38	2.02	2.02
Bottom	3.02	2.15	3.02	2.02	2.02
Acero Colocado (cm ²)			Acero Colocado (cm ²)		
Top	2012	2012	2012	2012	2012
Bottom	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado (cm ²)			Acero Colocado (cm ²)		
Top	3.38	2.26	3.38	2.26	3.38
Bottom	3.26	2.26	3.26	2.26	3.26
Acero Colocado / Acero Requerido (%)			Acero Colocado / Acero Requerido (%)		
Top	100%	112%	100%	112%	133%
Bottom	112%	107%	112%	112%	112%
a [cm]			a [cm]		
Top	2.891	2.891	2.891	2.891	2.891
Bottom	1.894	1.894	1.894	1.894	1.894
M _{gr} (T-m)			M _{gr} (T-m)		
Top	4.541	4.041	4.541	4.041	4.541
Bottom	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
V _{gr} (T)			V _{gr} (T)		
Probables	2.059	2.059	2.059	2.059	2.059
V _{gr} Max	2.059	2.059	2.059	2.059	2.059
V _{gr} (T)			V _{gr} (T)		
V _{gr}	3.705	3.705	3.705	3.705	3.705
V _u			V _u		
V _u	4.409	4.409	4.409	4.409	4.409
V _c			V _c		
V _c	5.366	5.366	5.366	5.366	5.366
V _s			V _s		
V _s	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079
S [cm]			S [cm]		
S	275.512	275.512	275.512	275.512	275.512

ln	68.033605	cm
ln ₁	14.4	cm
ln ₂	17.638342	cm
Equivalente S	88.443867	cm

#	5	
φ Long.	12	mm
S	2,75	cm
Smin	2,5	cm
CUMPLE		

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (ln)	3.40	m	
0.5	2.20	0.5	m
6.05	12.1	6.05	s3 [cm]
20		20	s3 [cm]
4.000	12.000	6.000	s vel [cm]

Piso 1			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	25	cm	
f _c	280	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec	4	cm	
d	24.2	cm	
k	34.28	cm ²	
Luz libre (ln)	3.30	m	
Ac arm	2.0166667	cm ²	
As max	15.125	cm ²	
Av	0.79	cm ²	
# Ramales	2.00	unidades	
Av Total	1.5779633	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.5	2.10	0.5	m
6.05	12.1	6.05	s3 [cm]
20		20	s3 [cm]
4.000	12.000	6.000	s vel [cm]

FORMULAS			
----------	--	--	--

$$\rho_{min} = 0.8\sqrt{f_c}/f_y \geq 14/f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$\rho_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.503
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

EJES B y D					
TRAMO 1-2			TRAMO 2-3		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T-m)			Momentos (T-m)		
Top	3.040	0.000	3.040	0.000	2.650
Bottom	0.000	1.910	0.000	1.170	0.000
Momentos (Min) (T-m)			Momentos (Min) (T-m)		
Top	3.040	0.760	3.040	0.000	2.650
Bottom	1.520	1.910	1.520	1.170	1.320
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
Acero Requerido (cm ²)			Acero Requerido (cm ²)		
Top	3.58	0.84	3.58	0.73	3.03
Bottom	1.70	2.18	1.70	1.49	1.48
Acero Requerido (Min) (cm ²)			Acero Requerido (Min) (cm ²)		
Top	3.58	2.02	3.58	2.02	3.03
Bottom	2.02	2.18	2.02	2.02	2.02
Acero Colocado (cm ²)			Acero Colocado (cm ²)		
Top	4012	2012	4012	2012	2012
Bottom	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado (cm ²)			Acero Colocado (cm ²)		
Top	4.52	4.52	4.52	4.52	3.39
Bottom	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido (%)			Acero Colocado / Acero Requerido (%)		
Top	129%	112%	129%	148%	112%
Bottom	112%	105%	112%	112%	112%
a [cm]			a [cm]		
Top	3.888	3.888	3.888	3.888	2.891
Bottom	1.894	1.894	1.894	1.894	1.894
M _{gr} (T-m)			M _{gr} (T-m)		
Top	5.265	5.265	5.265	5.265	4.541
Bottom	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
V _{gr} (T)			V _{gr} (T)		
Probables	2.431	2.431	2.431	2.431	2.059
V _{gr} Max	2.431	2.431	2.431	2.431	2.059
V _{gr} (T)			V _{gr} (T)		
V _{gr}	2.431	2.431	2.431	2.431	2.431
V _u			V _u		
V _u	4.761	4.761	4.761	4.761	4.761
V _c			V _c		
V _c	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V _s			V _s		
V _s	4.761	4.761	4.761	4.761	4.761
S [cm]			S [cm]		
S	25.046	25.046	25.046	25.046	25.046

ln	68.033605	cm
ln ₁	14.4	cm
ln ₂	17.638342	cm
Equivalente S	88.443867	cm

#	5	
φ Long.	12	mm
S	2,75	cm
Smin	2,5	cm
CUMPLE		

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
Luz libre (ln)	3.40	m	
0.5	2.20	0.5	m
6.05	12.1	6.05	s3 [cm]
20		20	s3 [cm]
4.000	12.000	6.000	s vel [cm]

Techo Escalera			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	25	cm	
f _c	280	kg/cm ²	
f _y	4200	kg/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	16	mm	
Rec	4	cm	
d	19.2	cm	
k	27.20	cm ²	
Luz libre (ln)	3.30	m	
Ac arm	1.6	cm ²	
As max	12	cm ²	
Av	0.79	cm ²	
# Ramales	2.00	unidades	
Av Total	1.5779633	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.5	2.30	0.5	m
4.8		4.8	s3 [cm]
9.6	9.6	9.6	s3 [cm]
20		20	s3 [cm]
4.000	9.000	3.000	s vel [cm]

FORMULAS			
----------	--	--	--

$$\rho_{min} = 0.8\sqrt{f_c}/f_y \geq 14/f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$\rho_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.503
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

EJES B y D					
TRAMO 1-2					
	Inicio	Centro		Fin	
Momentos (T-m)					
Top	1.630	0.000		1.630	
Bottom	0.000	1.340		0.000	
Momentos (Min) (T-m)					
Top	1.630	0.458		1.630	
Bottom	0.815	1.340		0.815	
Hestimado + Hcalculado				CUMPLIR	
Acero Requerido (cm2)					
Top	1.83	0.45		1.83	
Bottom	0.90	1.50		0.90	
Acero Requerido (Min) (cm2)					
Top	2.02	2.02		2.02	
Bottom	2.02	2.02		2.02	
Acero Colocado (cm2)					
Top	2012	2012		2012	
Bottom	2012	2012		2012	
Acero Colocado (cm2)					
Top	2.26	2.26		2.26	
Bottom	2.26	2.26		2.26	
Acero Colocado / Acero Requerido (%)					
Top	112%	112%		112%	
Bottom	112%	112%		112%	
a (cm)					
Top	1.994			1.994	
Bottom	1.994			1.994	
Mp (T-m)					
Top	2.753			2.753	
Bottom	2.753			2.753	
Vpr (T)					
Probables	1.609			1.609	
Vpr Max		1.609			
Vpr (T)					
1.993					
Vu (T)					
3.579					
Vc (T)					
5.356					
Vs (T)					
-0.594					
S (cm)					
-					

Piso 1		
DATOS DE LA VIGA		
b	25	cm
h	30	cm
f _{cd}	280	kg/cm ²
f _{ty}	4200	kg/cm ²
φ Escribas	10	mm
φ Long.	16	mm
Rec	4	cm
d	24.2	cm
s	24.28	cm
Los libre (m)	4.20	m
A _s min	2.01866667	cm ²
A _s max	15.125	cm ²
A _s	0.79	cm ²
# Remates	2.00	unidades
A _s Total	1.51703333	cm ²

VARIABLES	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.503
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

ZONAS DE COMPLEMENTO			
0.6	3.00	0.6	m
6.05	12.1	6.05	13 [cm]
7.2		7.2	12 [cm]
20		20	13 [cm]
6.000	10.000	6.000	10.000
Cumple	Cumple	Cumple	Verificación

FORMULAS		
$\rho_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$		
$\rho_{max} = 0.025$		
Mínimo 2 varillas continuas		

EJES C					
TRAMO 1-2			TRAMO 2-3		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T.m)			Momentos (T.m)		
Top	3.820	0.000	3.820	3.250	0.000
Bottom	0.000	2.430	0.000	1.680	0.000
Momentos (Mm) [T.m]			Momentos (Mm) [T.m]		
Top	3.820	0.000	3.820	3.250	0.000
Bottom	1.860	2.430	1.820	1.680	0.000
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
Acero Requerido [cm²]			Acero Requerido [cm²]		
Top	4.03	4.08	4.03	3.75	3.75
Bottom	2.21	2.77	2.21	1.82	1.82
Acero Colocado [cm²]			Acero Colocado [cm²]		
Top	4.08	2.02	4.08	3.76	2.02
Bottom	2.21	2.77	2.21	2.02	2.02
Acero Colocado [cm²]			Acero Colocado [cm²]		
Top	4012	4012	4012	4012	4012
Bottom	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado [cm²]			Acero Colocado [cm²]		
Top	0.65	2.26	0.65	2.26	4.32
Bottom	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido (%)			Acero Colocado / Acero Requerido (%)		
Top	122%	112%	122%	121%	121%
Bottom	122%	122%	122%	122%	122%
a [cm]			a [cm]		
Top	4.585	4.585	4.585	4.585	3.988
Bottom	1.994	1.994	1.994	1.994	1.994
M _{pr} [T.m]			M _{pr} [T.m]		
Top	0.439	0.439	0.439	0.269	0.269
Bottom	2.753	2.753	2.753	2.753	2.753
V _{pr} [T]			V _{pr} [T]		
Probables	2.189	2.189	2.189	2.189	1.810
V _{pr} Max	2.189	2.189	2.189	2.189	1.810
V _{pr} [T]			V _{pr} [T]		
V _{pr} [T]			V _{pr} [T]		
V _u	0.709	0.000	0.000	0.000	
V _u [T]	0.709	0.000	0.000	0.000	
V _u	0.398	0.398	0.398	0.398	
V _u [T]	0.398	0.398	0.398	0.398	
V _u	0.000	0.000	0.000	0.000	
V _u [T]	0.000	0.000	0.000	0.000	
S	45.139		58.570		

M	68.033605	cm
W _{el}	14.4	cm
W _{pl}	17.638343	cm
Excentro e	88.443687	cm

#	5	
φ Long.	12	mm
S	2.75	cm
S _{min}	2.5	cm
Cumple		

Los libre (m)	3,40	m	
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0,6	2,20	0,6	m
6,05	12,1	6,05	s1 [cm]
7,2		7,2	s2 [cm]
20		20	s3 [cm]
6,000	12,000	6,000	s sel [cm]
Cumple	Cumple	Cumple	Verificación

Piso 1		
DATOS DE LA VIGA		
b	25	cm
h	30	cm
f _{cd}	280	kg/cm ²
f _{ty}	4200	kg/cm ²
φ Escribas	10	mm
φ Long.	16	mm
Rec.	4	cm
d	24.2	cm
s	24.28	cm
Los libre (m)	4.20	m
A _s min	2.01866667	cm ²
A _s max	15.125	cm ²
A _s	0.79	cm ²
# Remates	2.00	unidades
A _s Total	1.51703333	cm ²

VARIABLES	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.505
10	0.785
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.81
25	4.91
32	8.04

ZONAS DE COMPLEMENTO			
0.6	3.00	0.6	m
0.65	12.1	6.05	13 [cm]
0.6		0.6	12 [cm]
20		20	13 [cm]
6.000	10.000	6.000	10.000
Cumple	Cumple	Cumple	Verificación

FORMULAS		
$\rho_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$		
$\rho_{max} = 0.025$		
Mínimo 2 varillas continuas		

EJES C					
TRAMO 1-2			TRAMO 2-3		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T.m)			Momentos (T.m)		
Top	4.420	0.000	4.420	5.570	0.000
Bottom	0.000	2.380	0.000	1.630	0.000
Momentos (Mm) [T.m]			Momentos (Mm) [T.m]		
Top	4.420	1.180	4.420	5.570	0.000
Bottom	0.210	2.380	0.210	1.780	0.000
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
Acero Requerido [cm²]			Acero Requerido [cm²]		
Top	5.23	5.23	5.23	4.15	4.15
Bottom	2.61	2.75	2.61	1.83	2.01
Acero Colocado [cm²]			Acero Colocado [cm²]		
Top	5.23	2.02	5.23	4.15	4.15
Bottom	2.61	2.75	2.61	2.02	2.02
Acero Colocado [cm²]			Acero Colocado [cm²]		
Top	4012	4012	4012	4012	4012
Bottom	2012	2012	2012	2012	2012
Acero Colocado [cm²]			Acero Colocado [cm²]		
Top	0.65	2.26	0.65	2.26	4.52
Bottom	3.39	3.39	3.39	2.26	2.26
Acero Colocado / Acero Requerido (%)			Acero Colocado / Acero Requerido (%)		
Top	108%	112%	108%	112%	109%
Bottom	108%	120%	108%	112%	112%
a [cm]			a [cm]		
Top	4.585	4.585	4.585	4.585	3.988
Bottom	2.091	2.091	2.091	2.091	1.994
M _{pr} [T.m]			M _{pr} [T.m]		
Top	0.439	0.439	0.439	0.269	0.269
Bottom	4.041	4.041	4.041	2.753	2.753
V _{pr} [T]			V _{pr} [T]		
Probables	2.485	2.485	2.485	2.188	2.217
V _{pr} Max	2.485	2.485	2.485	2.217	2.217
V _{pr} [T]			V _{pr} [T]		
V _{pr} [T]			V _{pr} [T]		
V _u	0.900	0.900	0.900	0.900	
V _u [T]	0.900	0.900	0.900	0.900	
V _u	0.398	0.398	0.398	0.398	
V _u [T]	0.398	0.398	0.398	0.398	
V _u	0.000	0.000	0.000	0.000	
V _u [T]	0.000	0.000	0.000	0.000	
S	39.523		54.832		

M	68.033605	cm
W _{el}	14.4	cm
W _{pl}	23.517789	cm
Excentro e	88.443687	cm

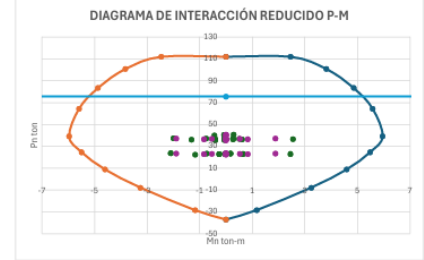
#	5	
φ Long.	12	mm
S	2.75	cm
S _{min}	2.5	cm
Cumple		

Los libre (m)	3.40	m	
ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.6	2.20	0.6	m
6.05	12.1	6.05	s1 (cm)
7.2		7.2	s2 (cm)
20		20	s3 (cm)
6.000	12.000	6.000	s set (cm)
Cumple	Cumple	Cumple	Verificación

CENTRAL

DEMANDAS PISO 1					DEMANDAS PISO 2				
	NAME	PU	MUX	MUY		NAME	PU	MUX	MUY
0	1.2D+1.6L	40.696	0.2972	0	1.2D+1.6L	20.1343	0.9703	0	0
1.3	1.2D+1.6L	40.359	-0.0689	0	1.2D+1.6L	19.7973	0.012	0	0
2.6	1.2D+1.6L	40.022	-0.435	0	1.2D+1.6L	19.4604	-0.9462	0	0
0	1.4D	36.226	0.2751	0	1.4D	17.7989	0.8758	0	0
1.3	1.4D	35.833	-0.0627	0	1.4D	17.4058	0.0153	0	0
2.6	1.4D	35.440	-0.4005	0	1.4D	17.0127	-0.8453	0	0
0	0.9D+Sx	23.288	0.1769	1.8871	0.9D+Sx	11.4422	0.563	0.8889	0
1.3	0.9D+Sx	23.035	-0.0403	0.5296	0.9D+Sx	11.1896	0.0098	-0.0609	0
2.6	0.9D+Sx	22.783	-0.2575	-0.8279	0.9D+Sx	10.9367	-0.5434	-1.0108	0
0	0.9D-Sx	23.288	0.1769	-1.8871	0.9D-Sx	11.4422	0.563	-0.8889	0
1.3	0.9D-Sx	23.035	-0.0403	-0.5296	0.9D-Sx	11.1896	0.0098	0.0609	0
2.6	0.9D-Sx	22.783	-0.2575	0.8279	0.9D-Sx	10.9367	-0.5434	1.0108	0
0	0.9D+Sy	22.911	2.4524	-0.0034	0.9D+Sy	11.2983	1.8794	0.0005	0
1.3	0.9D+Sy	22.658	0.645	-0.0008	0.9D+Sy	11.0456	-0.0211	0.0012	0
2.6	0.9D+Sy	22.406	-1.1623	0.0017	0.9D+Sy	10.7928	-1.9217	0.002	0
0	0.9D-Sy	23.665	-2.0987	0.0034	0.9D-Sy	11.5861	-0.7533	-0.0005	0
1.3	0.9D-Sy	23.412	-0.7256	0.0008	0.9D-Sy	11.3333	0.0408	-0.0012	0
2.6	0.9D-Sy	23.160	0.6474	-0.0017	0.9D-Sy	11.0806	0.8349	-0.002	0
0	1.2D+L+Sx	37.079	0.2742	1.8871	1.2D+L+Sx	18.305	0.8879	0.8889	0
1.3	1.2D+L+Sx	36.742	-0.0632	0.5296	1.2D+L+Sx	17.9681	0.0124	-0.0609	0
2.6	1.2D+L+Sx	36.405	-0.4006	-0.8279	1.2D+L+Sx	17.6311	-0.8631	-1.0108	0
0	1.2D+L-Sx	37.079	0.2742	-1.8871	1.2D+L-Sx	18.305	0.8879	-0.8889	0
1.3	1.2D+L-Sx	36.742	-0.0632	-0.5296	1.2D+L-Sx	17.9681	0.0124	0.0609	0
2.6	1.2D+L-Sx	36.405	-0.4006	0.8279	1.2D+L-Sx	17.6311	-0.8631	1.0108	0
0	1.2D+L+Sy	36.702	2.5497	-0.0034	1.2D+L+Sy	18.1611	2.2043	0.0005	0
1.3	1.2D+L+Sy	36.365	0.6221	-0.0008	1.2D+L+Sy	17.8242	-0.0186	0.0012	0
2.6	1.2D+L+Sy	36.028	-1.3055	0.0017	1.2D+L+Sy	17.4872	-2.2414	0.002	0
0	1.2D+L-Sy	37.456	-2.0013	0.0034	1.2D+L-Sy	18.4489	-0.4284	-0.0005	0
1.3	1.2D+L-Sy	37.119	-0.7486	0.0008	1.2D+L-Sy	18.1119	0.0434	-0.0012	0
2.6	1.2D+L-Sy	36.782	0.5042	-0.0017	1.2D+L-Sy	17.775	0.5152	-0.002	0

C30X30	P	M	-M	ΦP	ΦM	-ΦM
1	172.1838	0	0	111.91947	0	0
2	172.1838	3.7873	-3.7873	111.91947	2.461745	-2.461745
3	154.9416	5.8761	-5.8761	100.71204	3.819465	-3.819465
4	128.4445	7.4786	-7.4786	83.488925	4.86109	-4.86109
5	98.9934	8.5885	-8.5885	64.34571	5.582525	-5.582525
6	60.325	9.1733	-9.1733	39.21125	5.962645	-5.962645
7	37.6382	8.4482	-8.4482	24.46483	5.49133	-5.49133
8	13.5619	7.076	-7.076	8.815235	4.5994	-4.5994
9	-12.1713	5.0024	-5.0024	-7.911345	3.25156	-3.25156
10	-43.9407	1.8	-1.8	-28.561455	1.17	-1.17
11	-57.0024	0	0	-37.06156	0	0



Comprobacion de secciones

	b (cm)	h (cm)	b/h	b/h > 0,4
PISO # 1	30	30	1	CUMPLE

Refuerzo longitudinal requerido

PISO #1	Ast cm2	pas	0.01<p.Ast<0.03
	9,05	0,01005556	CUMPLE

Limite axial (P) ton	C 30x30	f _c
	75,6	280

LIMITE AXIAL

-50	75,6
0	75,6
50	75,6

CONFINAMIENTO COLUMNAS		
f _c	280	kg/cm ²
f _y	4200	kg/cm ²
s	5	cm
b	30	cm
h	30	cm
rec	4	cm
phi estribo	10	mm
phi long	12	mm

Análisis en la dimension "b" = "h"		
bc1	21	cm
Ag	900	cm ²
Ach	441	cm ²

Ash1	2,185714286	cm ²
Ash2	0,63	cm ²
Ash Max	2,185714286	cm ²
Area estribo	0,785398163	cm ²
# Ramales	2	

d	24,4	cm
db	1,2	cm

Determinar la fuerza cortante por capacidad		
Mpr1 = Mpr2		
Mpr1=Mpr2	10,5	T-m

Ve=Vu		
Vu	8,076923077	T

Nu=Pu		
Nu	37,5	T
Vc	8,423899525	T
Vs	2,345331244	T

Separación por demanda		
S	167,35	cm

hc	30	cm
hn	260	cm
Dentro zona lo		
lo	45	cm
s	7,2	cm
Fuera de la zona Lo		
s	7,2	cm

Análisis en la dimension "h"		
bc1	21	cm
Ag	900	cm ²
Ach	441	cm ²

Ash1	2,185714286	cm ²
Ash2	0,63	cm ²
Ash Max	2,185714286	cm ²

Area estribo	0,785398163	cm ²
# Ramales	2	

Calcular la longitud de anclaje		
ld	68,03360514	cm
l _{ext}	14,40	cm
ldh	17,64	cm

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s b_c f_c}{f_{yt}} \left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s b_c f_c}{f_{yt}}$$

VARILLAS	
Ø (mm)	A (cm ²)
6	0,283
8	0,503
10	0,785
12	1,13
14	1,54
16	2,01
18	2,54
20	3,14
22	3,81
25	4,91
32	8,04
40	12,6

Criterio columna fuerte viga debil

PISO 1

EJE X

COLUMNA central

H	30	cm
ln	300	cm
	8h	240 cm
ANCHO	sw/2	25 cm
	ln/8	37,5 cm

ancho minimo	25	cm
--------------	----	----

se condideran 20 cm a cada lado

Arriba compresión, abajo tracción		
d	24,2	cm
b	75	cm
As	2,26	cm ²
a	0,673	
Mpr1	2,831	T*m

Arriba tracción, abajo compresion		
d	24,2	cm
b	25	cm
As	4,52	cm ²
a	4,036	cm
Mpr2	5,264	T*m

ΣM_{nb}	8,095	T*m
-----------------	-------	-----

Pu1 (ton)	18,44	Mpr1	7,2	T*m
Pu2 (ton)	37,5	Mpr2	8,4	T*m
		ΣM_{nc}	15,600	T*m

$\Sigma M_{nc} / \Sigma M_{nb}$	1,92705614	>1,2
---------------------------------	------------	------

CUMPLE

EJE Y		
H	30	cm
ln	420	cm
	8h	240 cm
ANCHO	sw/2	25 cm
	ln/8	52,5 cm

ancho minimo	25	cm
--------------	----	----

se condideran 20 cm a cada lado

Arriba compresión, abajo tracción		
d	24,2	cm
b	75	cm
As	3,39	cm ²
a	1,009	
Mpr1	4,217	T*m

Arriba tracción, abajo compresion		
d	24,2	cm
b	25	cm
As	5,65	cm ²
a	5,045	
Mpr2	6,430	T*m

ΣM_{nb}	10,647	T*m
-----------------	--------	-----

Pu1 (ton)	18,44	Mpr1	7,2	T*m
Pu2 (ton)	37,5	Mpr2	8,4	T*m
		ΣM_{nc}	15,6	T*m

$\Sigma M_{nc} / \Sigma M_{nb}$	1,4651527	>1,2
---------------------------------	-----------	------

CUMPLE

Vigas Secundarias

Fig. 2

DATOS DE LA VIGA		
b	25	cm
h	25	cm
F _{cd}	200	kg/cm ²
f _y	4200	kg/cm ²
φ Estribos	10	mm
φ Long.	12	mm
Rec.	4	cm
d	19.4	cm
Long libre (m)	4.20	m
A _s min	1.41666667	cm ²
A _s max	12.125	cm ²

A _s	0.76	cm ²
# Barras	2.01	unidades
A _s Total	1.51977663	cm ²

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0.5	0.20	0.5	m
4.85	4.85	43 [cm]	
7.2	9.7	7.2	42 [cm]
20	20	20	43 [cm]
4.000	9.000	4.000	9.000 [cm]
Cumple	Cumple	Cumple	Verificación

FORMULAS

$$\rho_{min} = 0.8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$\rho_{max} = 0.025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARIABLES	
φ [mm]	A [cm ²]
8	0.263
10	0.349
12	0.785
14	1.53
16	1.54
18	2.01
20	2.04
22	2.14
25	4.91
32	8.04

EJES ENTRE B-C

TRANS 2-2			TRANS 2-3		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos (T.m)			Momentos (T.m)		
Top	0.100	0.000	Top	2.000	0.000
Bottom	0.000	2.100	Bottom	0.000	0.000
Momentos (Min) (T.m)			Momentos (Min) (T.m)		
Top	0.100	0.708	Top	2.000	0.723
Bottom	0.075	0.100	Bottom	0.075	0.100
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
Top	23.217	CUMPLE	Top	22.474	CUMPLE
Acero Requerido (cm ²)			Acero Requerido (cm ²)		
Top	4.70	1.00	Top	4.27	1.00
Bottom	0.04	0.03	Bottom	0.04	0.03
Acero Requerido (Min) (cm ²)			Acero Requerido (Min) (cm ²)		
Top	4.70	1.00	Top	4.27	1.00
Bottom	0.04	0.03	Bottom	0.04	0.03
Acero Colocado (cm ²)			Acero Colocado (cm ²)		
Top	5012	5012	Top	5012	5012
Bottom	2012	2012	Bottom	2012	2012
Acero Colocado (cm ²)			Acero Colocado (cm ²)		
Top	5.65	0.06	Top	5.65	0.06
Bottom	0.20	0.10	Bottom	0.20	0.10
Acero Colocado / Acero Requerido (%)			Acero Colocado / Acero Requerido (%)		
Top	120%	140%	Top	132%	140%
Bottom	101%	112%	Bottom	105%	110%
Δ (cm)			Δ (cm)		
Top	4.685	4.685	Top	4.685	4.685
Bottom	1.004	1.004	Bottom	1.004	1.004
Max (T.m)			Max (T.m)		
Top	0.015	0.015	Top	0.015	0.015
Bottom	0.184	0.184	Bottom	0.184	0.184
Vier (T)			Vier (T)		
Probables	1.714	1.714	Probables	1.714	1.714
Vier Max	1.714	1.714	Vier Max	1.714	1.714
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		
Top	0.000	0.000	Top	0.000	0.000
Bottom	0.000	0.000	Bottom	0.000	0.000
Vier (T)			Vier (T)		

Piso 3			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	25	cm	
f _c	263	kgf/cm ²	
f _y	4200	kgf/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	12	mm	
Rec	4	cm	
d	19,4	cm	
k	27,48	cm ²	
Los Bares (m)	4,20	m	
As mín	1,6169667	cm ²	
As máx	12,125	cm ²	
Av	0,79	cm ²	
# Ramales	2,80	unidades	
As Total	1,57679633	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0,5	3,20	8,5	m
4,65		4,65	a1 [cm]
7,2	9,7	7,2	a2 [cm]
20		20	a3 [cm]
4,65	9,06	4,65	a val [cm]
Cumple	Cumple	# REPT	Verificación

FÓRMULAS			
----------	--	--	--

$$\rho_{min} = 0,8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$\rho_{max} = 0,025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0,283
8	0,503
10	0,785
12	1,13
14	1,54
16	2,01
18	2,54
20	3,14
22	3,83
25	4,91
32	8,04

EJES ENTRE A-B Y D-E

TRAMO 3-2			
	Inicio	Centro	Fin
Momentos (Tm)			
Top	1,060	0,693	1,060
Bottom	0,000	1,783	0,000
Momentos (Min) (Tm)			
Top	1,060	0,265	1,060
Bottom	0,526	1,783	0,526
Hestimado > Hcalculado			
Acero Requerido [cm ²]			
Top	1,49	0,36	1,49
Bottom	0,73	2,55	0,73
Acero Requerido (Min) [cm ²]			
Top	1,62	1,62	1,62
Bottom	1,62	2,55	1,62
Acero Colocado [cm ²]			
Top	2013	2012	2013
Bottom	2013	2012	2012
Acero Colocado [cm ²]			
Top	2,30	2,30	2,30
Bottom	2,30	3,39	2,30
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			
Top	148%	149%	149%
Bottom	148%	133%	149%
a [cm]			
Top	1,064		1,064
Bottom	1,064		1,064
M _{gr} (Tm)			
Top	2,184		2,184
Bottom	2,184		2,184
V _{gr} (T)			
Probables	1,040		1,040
V _{gr} Max	1,040		1,040
V _{gr} (T)			
V _{gr}	2,330		2,330
V _u (T)			
V _u	3,370		3,370
V _c (T)			
V _c	6,301		6,301
V _s (T)			
V _s	0,292		0,292
S [cm]			
S	667,468		667,468

b	68,0236035	cm
h	14,4	cm
h ₀	17,636342	cm
Requerido S	88,443687	cm

#	5	
φ Long.	12	mm
S	2,75	cm
S _{min}	2,5	cm
CUMPLE		

Los Bares (m)			
0,5	2,40	8,5	m
4,65		4,65	a1 [cm]
7,2	9,7	7,2	a2 [cm]
20		20	a3 [cm]
# REPT	# REPT	# REPT	a val [cm]
# REPT	# REPT	# REPT	Verificación

Piso 4			
DATOS DE LA VIGA			
b	25	cm	
h	25	cm	
f _c	263	kgf/cm ²	
f _y	4200	kgf/cm ²	
φ Estribos	10	mm	
φ Long.	12	mm	
Rec	4	cm	
d	19,4	cm	
k	27,48	cm ²	
Los Bares (m)	4,20	m	
As mín	1,6169667	cm ²	
As máx	12,125	cm ²	
Av	0,79	cm ²	
# Ramales	2,80	unidades	
As Total	1,57679633	cm ²	

ZONAS DE CONFINAMIENTO			
0,5	3,20	8,5	m
4,65		4,65	a1 [cm]
7,2	9,7	7,2	a2 [cm]
20		20	a3 [cm]
4,65	9,06	4,65	a val [cm]
Cumple	Cumple	# REPT	Verificación

FÓRMULAS			
----------	--	--	--

$$\rho_{min} = 0,8 \sqrt{f_c} / f_y \geq 14 / f_y \text{ en 21.3.2.1}$$

$$\rho_{max} = 0,025$$

Mínimo 2 varillas continuas

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0,283
8	0,503
10	0,785
12	1,13
14	1,54
16	2,01
18	2,54
20	3,14
22	3,83
25	4,91
32	8,04

EJES ENTRE A-B Y D-E

TRAMO 3-2			
	Inicio	Centro	Fin
Momentos (Tm)			
Top	1,146	0,693	1,146
Bottom	0,000	1,783	0,000
Momentos (Min) (Tm)			
Top	1,146	0,265	1,146
Bottom	0,576	1,783	0,576
Hestimado > Hcalculado			
Acero Requerido [cm ²]			
Top	1,40	0,36	1,40
Bottom	0,79	2,52	0,79
Acero Requerido (Min) [cm ²]			
Top	1,62	1,62	1,62
Bottom	1,62	2,52	1,62
Acero Colocado [cm ²]			
Top	2013	2012	2013
Bottom	2013	2012	2012
Acero Colocado [cm ²]			
Top	2,30	2,30	2,30
Bottom	2,30	3,39	2,30
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			
Top	148%	149%	149%
Bottom	148%	133%	149%
a [cm]			
Top	1,064		1,064
Bottom	1,064		1,064
M _{gr} (Tm)			
Top	2,184		2,184
Bottom	2,184		2,184
V _{gr} (T)			
Probables	1,040		1,040
V _{gr} Max	1,040		1,040
V _{gr} (T)			
V _{gr}	2,330		2,330
V _u (T)			
V _u	3,370		3,370
V _c (T)			
V _c	6,301		6,301
V _s (T)			
V _s	0,292		0,292
S [cm]			
S	667,468		667,468

b	68,0236035	cm
h	14,4	cm
h ₀	23,517769	cm
Requerido S	88,443687	cm

#	5	
φ Long.	12	mm
S	2,75	cm
S _{min}	2,5	cm
CUMPLE		

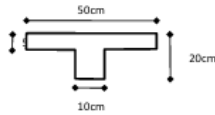
Los Bares (m)			
0,5	2,40	8,5	m
4,65		4,65	a1 [cm]
7,2	9,7	7,2	a2 [cm]
20		20	a3 [cm]
# REPT	# REPT	# REPT	a val [cm]
# REPT	# REPT	# REPT	Verificación

Diseño de Losa Aligerada

DISEÑO DE ALIGERADO - METODO DE LOS COEFICIENTES

1. DATOS

$f_c =$	280,00	kg/cm ²	Resistencia del concreto
$f_y =$	4200,00	kg/cm ²	Fluencia del acero
$L_1 =$	1,55	m	Longitud tramo 1
$L_2 =$	1,55	m	Longitud tramo 2
$L_3 =$	1,65	m	Longitud tramo 3
$L_4 =$	1,65	m	Longitud tramo 4
$b =$	50,00	cm	Ancho ala
$bw =$	10,00	cm	Ancho alma
$hf =$	5,00	cm	Espesor del ala
$H =$	20,00	cm	Peralte aligerado
$WD =$	0,24	ton/m	Carga muerta
$WL =$	0,10	ton/m	Carga viva
$Re =$	2,50	cm	Recubrimiento
$La =$	40,00	cm	Medida ladrillo cuadrado

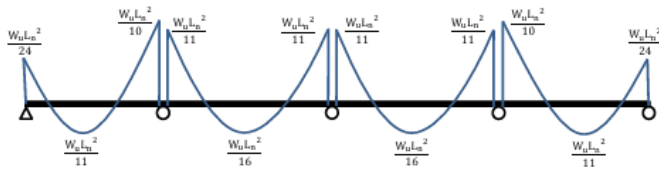


WL = 0,1ton/m

WD = 0,235ton/m

2. SOLUCIÓN

2.1. Valores de los coeficientes



2.2. Carga ultima por viga

$$W_u = 1.2WD + 1.6WL$$

$$W_u = 0,442 \text{ ton/m}$$

2.3. Momentos positivos y negativos usando los coeficientes

Momentos positivos

$$M + = \frac{W_u L_n^2}{11} \quad M + = \frac{W_u L_n^2}{16}$$

tramo 1 $\rightarrow$ M+ =	0,097	ton-m
tramo 2 $\rightarrow$ M+ =	0,066	ton-m
tramo 3 $\rightarrow$ M+ =	0,075	ton-m
tramo 4 $\rightarrow$ M+ =	0,109	ton-m

Momentos negativos

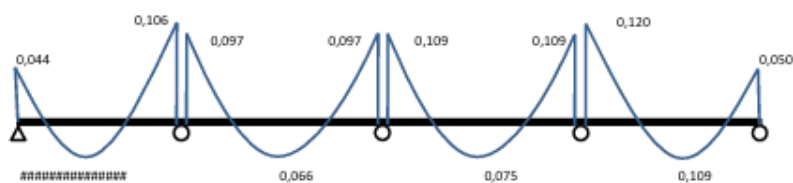
$$M - = \frac{W_u L_n^2}{11} \quad M - = \frac{W_u L_n^2}{16} \quad M - = \frac{W_u L_n^2}{24}$$

tramo 1 $\rightarrow$ M- =	0,044	ton-m
M- =	0,106	ton-m
tramo 2 $\rightarrow$ M- =	0,097	ton-m
tramo 3 $\rightarrow$ M- =	0,109	ton-m
tramo 4 $\rightarrow$ M- =	0,120	ton-m
M- =	0,050	ton-m

Momentos positivos

TABLA 1			
ACERO DISPONIBLES EN cm ²			
N°	DIAMETRO	DIAMETRO	AREA
	mm	cm	cm ²
3	10	0,50	0,785
4	12	0,60	1,13
5	14	0,70	1,54
6	16	0,80	2,01
7	18	0,90	2,54
8	20	1,00	3,14
9	22	1,10	3,81
10	25	1,25	4,91
11	32	1,60	8,04

TABLA 2	
Coeficientes ϕ para Diseño	
Factores ϕ	ACI 318S-08
Flexión	0,90
Compresión	0,65
Cortante	0,75
Columnas estribadas	
Columnas zunchadas	



Ahora analizamos el comportamiento de la sección, si se trabajará como sección T o simplemente como sección rectangular. Para esto se tomará en cuenta la sección más crítica para el momento positivo que en este caso es para el momento ultimo.

Mu+ = 0,109 ton-m
 b = 50,000 cm Ancho momento positivo
 bw = 10,000 cm Ancho momento negativo
 d = H - Re
 d = 17,500 cm Peralte efectivo
 ϕ = 0,90 Flexión. Ver tabla 2.

Para las iteraciones usaremos las siguientes formulas de As y a:

$$As = \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})} \quad a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc \cdot b}$$

Primera iteración:

Suponiendo valor de :

a = d/5 = 3,500 cm
 Mu = 0,109 ton-m
 As = 0,184 cm²
 a = 0,065 cm

Realizado las iteraciones se tiene:

Usar: As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm

Comparando y evaluando:

a = 0,058 cm
 hf = 5,00 cm

a = 0,058 < hf = 5,00 Se trabaja como una sección rectangular o viga rectangular

$$As = \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})} \quad a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc \cdot b}$$

a = d/5 = 3,500 cm

2.4. Cálculo de acero negativo

Primer tramo

Mu - = 0,044 ton-m

Iteraciones

As = 0,074 cm²
 a = 0,131 cm
 As = 0,067 cm²
 a = 0,118 cm
 As = 0,067 cm²
 a = 0,118 cm
 As = 0,067 cm²
 a = 0,118 cm
 As = 0,067 cm²
 a = 0,118 cm
 As = 0,067 cm²
 a = 0,118 cm

Usar: As = 0,558 cm²

Usamos acero # 12

Diam. = 12 cm
 Area = 1,130 cm²

Cantidad aceros = 1
 Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm²)

Mu - = 0,106 ton-m

Iteraciones

As = 0,178 cm²
 a = 0,315 cm
 As = 0,162 cm²
 a = 0,286 cm
 As = 0,162 cm²
 a = 0,286 cm
 As = 0,162 cm²
 a = 0,286 cm
 As = 0,162 cm²
 a = 0,286 cm
 As = 0,162 cm²
 a = 0,286 cm

Usar: As = 0,558 cm²

Usamos acero # 12

Diam. = 12 cm
 Area = 1,130 cm²

Cantidad aceros = 1
 Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm²)

Iteraciones

As = 0,184 cm²
 a = 0,065 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm

Primera iteración:

Segunda iteración:

Tercera iteración:

Cuarta iteración:

Quinta iteración:

Sexta iteración:

Segundo tramo

Mu - = 0,097 ton-m

iteraciones

As = 0,162 cm2
a = 0,286 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,260 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm

Usar: As = 0,558 cm2

Usamos acero # 12

Diam. = 0,600 cm
Area = 1,130 cm2

Cantidad aceros = 1
Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm2)

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Mu - = 0,097 ton-m

iteraciones

As = 0,162 cm2
a = 0,286 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,260 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm
As = 0,147 cm2
a = 0,259 cm

Usar: As = 0,558 cm2

Usamos acero # 12

Diam. = 0,600 cm
Area = 1,130 cm2

Cantidad aceros = 1
Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm2)

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Tercer tramo

Mu - = 0,109 ton-m

iteraciones

As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,295 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm

Usar: As = 0,558 cm2

Usamos acero # 12

Diam. = 0,600 cm
Area = 1,130 cm2

Cantidad aceros = 1
Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm2)

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Mu - = 0,109 ton-m

iteraciones

As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,295 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm
As = 0,167 cm2
a = 0,294 cm

Usar: As = 0,558 cm2

Usamos acero # 12

Diam. = 0,600 cm
Area = 1,130 cm2

Cantidad aceros = 1
Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm2)

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Cuarto tramo

Mu - = 0,120 ton-m

iteraciones

As = 0,202 cm2
a = 0,357 cm
As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm
As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm
As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm
As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm
As = 0,184 cm2
a = 0,324 cm

Usar: As = 0,558 cm2

Usamos acero # 12

Diam. = 0,600 cm
Area = 1,130 cm2

Cantidad aceros = 1
Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm2)

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Mu - = 0,050 ton-m

iteraciones

As = 0,084 cm2
a = 0,149 cm
As = 0,076 cm2
a = 0,134 cm
As = 0,076 cm2
a = 0,134 cm
As = 0,076 cm2
a = 0,134 cm
As = 0,076 cm2
a = 0,134 cm
As = 0,076 cm2
a = 0,134 cm

Usar: As = 0,558 cm2

Usamos acero # 12

Diam. = 0,600 cm
Area = 1,130 cm2

Cantidad aceros = 1
Usamos: 1 Ø 12 (1,13cm2)

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Usamos acero # = **4** 12
 Diam. = 0,600 cm
 Area = 1,130 cm²
 Cantidad aceros = 1
 Usamos: **1 Ø 12 (1,13cm²)**

Usamos acero # = **4** 12
 Diam. = 0,600 cm
 Area = 1,130 cm²
 Cantidad aceros = 1
 Usamos: **1 Ø 12 (1,13cm²)**

2.5. Calculo de acero positivo

Primer tramo

Mu + = 0,097 ton-m

iteraciones

As = 0,162 cm²
 a = 0,057 cm
 As = 0,146 cm²
 a = 0,052 cm
 As = 0,146 cm²
 a = 0,052 cm
 As = 0,146 cm²
 a = 0,052 cm
 As = 0,146 cm²
 a = 0,052 cm
 As = 0,146 cm²
 a = 0,052 cm

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Usar: As = 0,558 cm²

Usamos acero # = **4** 12
 Diam. = 0,600 cm
 Area = 1,130 cm²
 Cantidad aceros = 1
 Usamos: **1 Ø 12 (1,13cm²)**

Tercer tramo

Mu + = 0,075 ton-m

iteraciones

As = 0,126 cm²
 a = 0,045 cm
 As = 0,114 cm²
 a = 0,040 cm
 As = 0,114 cm²
 a = 0,040 cm
 As = 0,114 cm²
 a = 0,040 cm
 As = 0,114 cm²
 a = 0,040 cm
 As = 0,114 cm²
 a = 0,040 cm

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Usar: As = 0,558 cm²

Usamos acero # = **4** 12
 Diam. = 0,600 cm
 Area = 1,130 cm²
 Cantidad aceros = 1
 Usamos: **1 Ø 12 (1,13cm²)**

Segundo tramo

Mu + = 0,066 ton-m

iteraciones

As = 0,111 cm²
 a = 0,039 cm
 As = 0,100 cm²
 a = 0,035 cm
 As = 0,100 cm²
 a = 0,035 cm
 As = 0,100 cm²
 a = 0,035 cm
 As = 0,100 cm²
 a = 0,035 cm
 As = 0,100 cm²
 a = 0,035 cm

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

Usar: As = 0,558 cm²

Usamos acero # = **4** 12
 Diam. = 0,600 cm
 Area = 1,130 cm²
 Cantidad aceros = 1
 Usamos: **1 Ø 12 (1,13cm²)**

Cuarto tramo

Mu + = 0,109 ton-m

iteraciones

As = 0,184 cm²
 a = 0,065 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm
 As = 0,166 cm²
 a = 0,058 cm

Primera Iteración:

Segunda Iteración:

Tercera Iteración:

Cuarta Iteración:

Quinta Iteración:

Sexta Iteración:

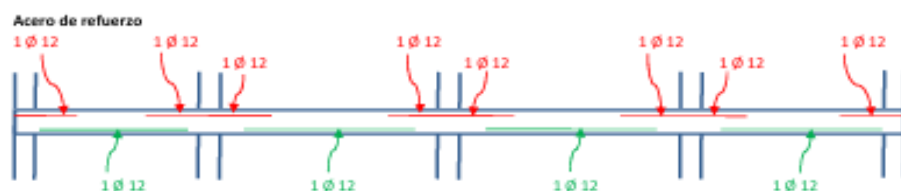
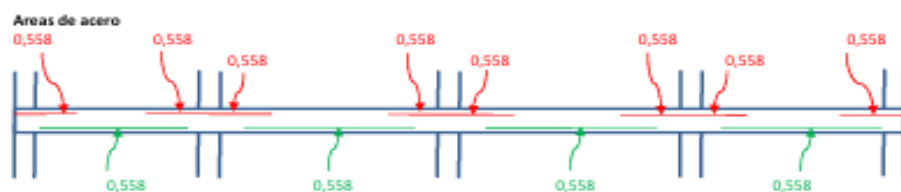
Usar: As = 0,558 cm²

Usamos acero # = **4** 12
 Diam. = 0,600 cm
 Area = 1,130 cm²
 Cantidad aceros = 1
 Usamos: **1 Ø 12 (1,13cm²)**

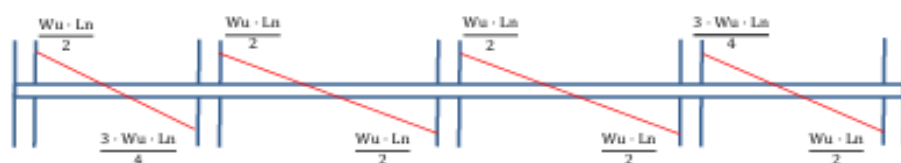
2.6. Calculo de acero minimo

$$As_{min} = 0.80 \cdot \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} \cdot bw \cdot d$$

As min = 0,558 cm²



2.7. Diseño por corte

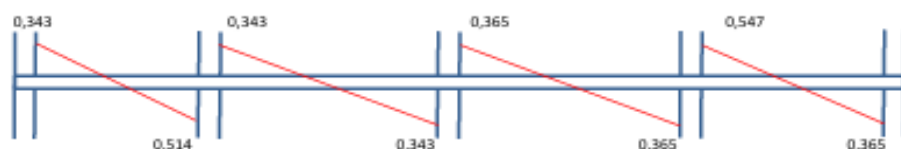


Fuerzas cortantes

$$V_c = \frac{W_u \cdot L_n}{2}$$

$$V_c = \frac{3 \cdot W_u \cdot L_n}{4}$$

tramo 1 →	$V_c =$	0,343	ton
	$V_c =$	0,514	ton
tramo 2 →	$V_c =$	0,343	ton
	$V_c =$	0,343	ton
tramo 3 →	$V_c =$	0,365	ton
	$V_c =$	0,365	ton
tramo 4 →	$V_c =$	0,547	ton
	$V_c =$	0,365	ton



Para nuestro aligerado, la resistencia al cortante proporcionada por el concreto del alma de las viguetas será:

$h =$	20,00	cm
$b_w =$	10,00	cm
$f_c =$	280,0	kg/cm ²
$d =$	17,5	cm
$\phi =$	0,75	Cortante. Ver tabla 2.

$$V_c = 0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 1,552 \text{ ton}$$

Para aligerados de acuerdo a la norma E.060 - 2009, podemos incrementar el valor en un 10%.

$$V_c = 1,1 \cdot (0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d)$$

$$V_c = 1,707 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 1,280 \text{ ton}$$

Tramo 1 →	$V_c =$	0,343	ton	No requiere ensanche
	$V_c =$	0,514	ton	No requiere ensanche
Tramo 2 →	$V_c =$	0,343	ton	No requiere ensanche
	$V_c =$	0,343	ton	No requiere ensanche
Tramo 3 →	$V_c =$	0,365	ton	No requiere ensanche
	$V_c =$	0,365	ton	No requiere ensanche
Tramo 4 →	$V_c =$	0,547	ton	No requiere ensanche
	$V_c =$	0,365	ton	No requiere ensanche

$$V_c V_c \leq 1,1 \cdot (0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d)$$

Diseño de Losa Maciza

DISEÑO DE LOSA MACIZA - METODO DE LOS COEFICIENTES

1. DATOS

$f_c =$	210,00	kg/cm ²	Resistencia a la compresión del concreto
$f_y =$	4200,00	kg/cm ²	Acero de fluencia
$\gamma_c =$	2400,00	kg/m ³	Peso unitario del concreto
A =	3,10	m	Luz libre del tramo en la dirección corta
B =	4,50	m	Luz libre del tramo en la dirección larga
e =	0,15	m	Espesor de la losa
Re =	2,50	cm	Recubrimiento

2. ESQUEMA LOSA MACIZA EN 2 DIRECCIONES - 1 PAÑO



3. METRADO DE CARGAS POR METRO CUADRADO

CARGAS EN SERVICIO

Peso propio de losa:		360	kg/m ²
Peso de tabiquería:		0	kg/m ²
Peso de acabados:		0	kg/m ²
CARGA MUERTA	CM =	360	kg/m²
CARGA VIVA	CV =	60	kg/m²
CARGA EN SERVICIO	CM+CV =	420	kg/m²

CARGAS ULTIMAS

CARGA MUERTA	1.2 · CM =	432,00	kg/m²
CARGA VIVA	1.6 · CV =	96,00	kg/m²
CARGA ULTIMA	1.2 · CM + 1.6 · CV =	528,00	kg/m²

$$W_u = 1.2 \cdot CM + 1.6 \cdot CV$$

$$W_u = 528,00 \text{ kg/m}^2$$

4. DETERMINACIÓN DE LOS MOMENTOS POR FLEXIÓN

$$m = \frac{A}{B}$$

$$m = 0,689$$

Coefficiente del ACI (Según RNE - E.060)

Coef.	CM		CV	M
	Mu (-)	Mud (+)	Mul (+)	
0,70	0,0740	0,0300	0,0490	Ca
	0,0170	0,0070	0,0120	Cb
0,689	0,0747	0,0304	0,0499	Ca
	0,0163	0,0068	0,0116	Cb
0,65	0,0770	0,0320	0,0530	Ca
	0,0140	0,0060	0,0100	Cb

Momentos Negativos:

$$\begin{aligned}
 Ma \text{ neg} &= Ca \cdot Wu \cdot A^2 & Mb \text{ neg} &= Cb \cdot Wu \cdot B^2 \\
 Ma \text{ neg} &= 0,379 \text{ ton-m} & Mb \text{ neg} &= 0,175 \text{ ton-m}
 \end{aligned}$$

Momentos Positivos Debidos a la Carga Muerta:

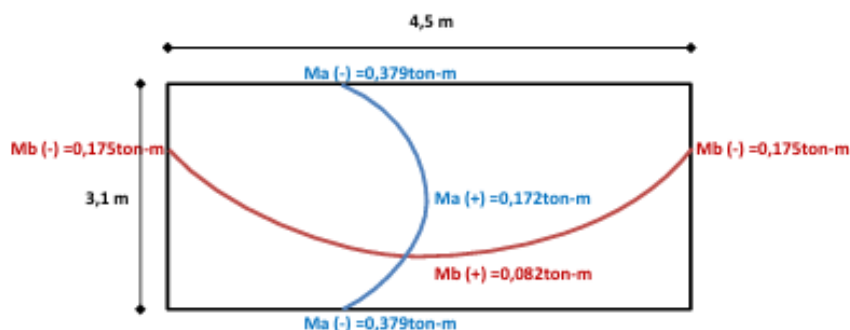
$$\begin{aligned}
 Mad \text{ pos} &= Ca \cdot Wud \cdot A^2 & Mbd \text{ pos} &= Cb \cdot Wud \cdot B^2 \\
 Mad \text{ pos} &= 0,126 \text{ ton-m} & Mbd \text{ pos} &= 0,059 \text{ ton-m}
 \end{aligned}$$

Momentos Positivos Debidos a la Carga Viva:

$$\begin{aligned}
 Mal \text{ pos} &= Ca \cdot Wul \cdot A^2 & Mbl \text{ pos} &= Cb \cdot Wul \cdot B^2 \\
 Mal \text{ pos} &= 0,046 \text{ ton-m} & Mbl \text{ pos} &= 0,022 \text{ ton-m}
 \end{aligned}$$

RESUMEN DE MOMENTOS PARA DISEÑO LOSA MACIZA

Momentos Negativos:	Ma (-) =	0,379	ton-m
	Mb (-) =	0,175	ton-m
Momentos Positivos:	Ma (+) =	0,172	ton-m
	Mb (+) =	0,082	ton-m

**4. DISEÑO POR CORTE**

Las fuerzas cortantes en la losa se calcularán suponiendo que la sección crítica se encuentra ubicada a una distancia d (peralte efectivo) de la cara de apoyo. Cuando exista un borde continuo opuesto a uno discontinuo, la fuerza cortante se incrementa en 15%.

$$V_a = w \cdot \left(\frac{A}{2} - d \right) \cdot \left(1,0 - 0,5 \cdot \frac{A}{B} \right) \quad V_b = w \cdot \left(\frac{B}{2} - d \right) \cdot \left(1,0 - 0,5 \cdot \frac{B}{A} \right)$$

Verificación del Cortante ultimo en la Losa

$d =$	0,125	m
$V_{uda} =$	0,493	ton
$V_{udb} =$	0,308	ton
$V_{ud} =$	0,801	ton

Resistencia al Corte del Concreto

$b =$	100	cm	Análisis en un 100 centímetros de ancho
$d =$	0,13	m	

$$\begin{aligned}
 V_c &= (0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d) \\
 V_c &= 9,601 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= 1,1 \cdot (0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d) \\
 V_c &= 10,561 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\phi = 0,75 \text{ Cortante. Ver tabla 2.}$$

$$\phi V_c = 7,920 \text{ ton}$$

$$\phi V_c > V_{ud} \quad \dots \text{OK, La losa cumple por cortante}$$

5. CALCULO DEL ACERO DE REFUERZO

Ma (-) =	0,379	ton-m
Mb (-) =	0,175	ton-m
Ma (+) =	0,172	ton-m
Mb (+) =	0,082	ton-m

b =	100,00	cm
d =	12,50	cm

$\phi = 0,9$ Flexión. Ver tabla 2.

Para las iteraciones usaremos las siguientes formulas de As y a:

$$As = \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})} \quad a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc \cdot b}$$

Momento de flexión para el calculo del area de acero en la dirección corta - LADO A

Ma (-) =	0,379	ton-m	Ma (+) =	0,172	ton-m
----------	-------	-------	----------	-------	-------

Suponiendo valor de :

a = d/5 =	2,500	cm
-----------	-------	----

iteraciones

As =	0,891	cm2
a =	0,210	cm
As =	0,809	cm2
a =	0,190	cm
As =	0,808	cm2
a =	0,190	cm
As =	0,808	cm2
a =	0,190	cm
As =	0,808	cm2
a =	0,190	cm
As =	0,808	cm2
a =	0,190	cm

Usar: As (-) = 0,808 cm2

Suponiendo valor de :

a = d/5 =	2,500	cm
-----------	-------	----

iteraciones

As =	0,405	cm2
a =	0,095	cm
As =	0,366	cm2
a =	0,086	cm
As =	0,366	cm2
a =	0,086	cm
As =	0,366	cm2
a =	0,086	cm
As =	0,366	cm2
a =	0,086	cm
As =	0,366	cm2
a =	0,086	cm

Usar: As (+) = 0,366 cm2

Momento de flexión para el calculo del area de acero en la dirección larga - LADO B

Mb (-) =	0,175	ton-m	Mb (+) =	0,082	ton-m
----------	-------	-------	----------	-------	-------

Suponiendo valor de :

a = d/5 =	2,500	cm
-----------	-------	----

iteraciones

As =	0,411	cm2
a =	0,097	cm
As =	0,371	cm2
a =	0,087	cm
As =	0,371	cm2
a =	0,087	cm
As =	0,371	cm2
a =	0,087	cm
As =	0,371	cm2
a =	0,087	cm
As =	0,371	cm2
a =	0,087	cm

Usar: As (-) = 0,371 cm2

Suponiendo valor de :

a = d/5 =	2,500	cm
-----------	-------	----

iteraciones

As =	0,192	cm2
a =	0,045	cm
As =	0,173	cm2
a =	0,041	cm
As =	0,173	cm2
a =	0,041	cm
As =	0,173	cm2
a =	0,041	cm
As =	0,173	cm2
a =	0,041	cm
As =	0,173	cm2
a =	0,041	cm

Usar: As (+) = 0,173 cm2

Calculo de acero minimo positivo

As mín = 0,0018 · b · e

As mín =	2,700	cm2
----------	-------	-----

Diseño del acero de refuerzo

Espaciamiento maximo losas

S max ≤ 3 · t

Smax =	0,450	m
--------	-------	---

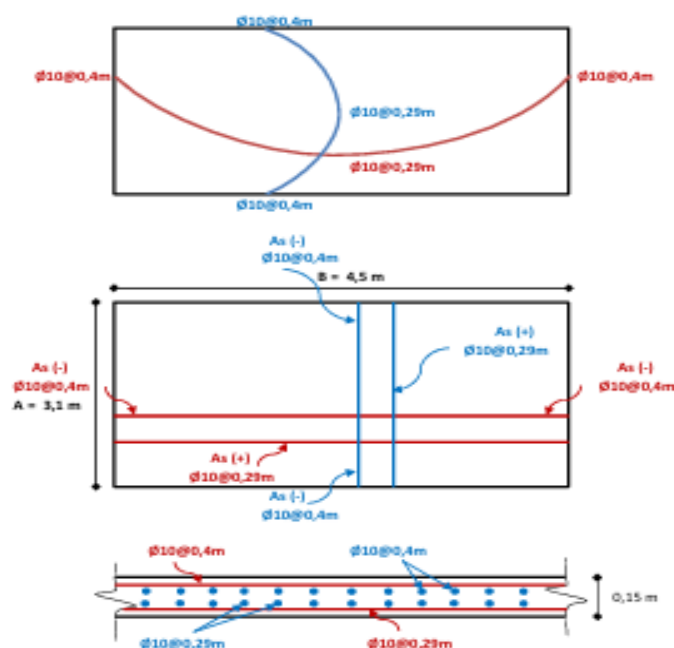
S max ≤ 0,40 m

Smax =	0,400	m
--------	-------	---

Usar: S max = 0,400 m

	Mu [ton-m]	As [cm2]	Acero	φ	S [m]	S final [m]
Ma (-)	0,379	0,808	10	10	0,972	0,40
Ma (+)	0,172	2,700	10	10	0,291	0,29
Mb (-)	0,379	0,808	10	10	0,972	0,40
Mb (+)	0,175	0,371	10	10	2,117	0,40
Mb (+)	0,082	2,700	10	10	0,291	0,29
Mb (-)	0,175	0,371	10	10	2,117	0,40

6. ESQUEMA DEL COLOCADO DEL ACERO



7. VERIFICACIÓN DE DEFLEXIONES

$$\Delta = \frac{S \cdot W \cdot L^4}{384 \cdot E_s \cdot I}$$

W: Carga repartida
L: Luz libre
E_s: Módulo de elasticidad del concreto
I: Inercia de la viga T

Cargas en servicio

Carga Muerta	CM =	360	kg/m ²
Carga Viva	CV =	60	kg/m ²

Módulo de elasticidad

$$E_s = 15000 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$E_s = 217370,651 \text{ kg/cm}^2$$

Inercia

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I = 28125,000 \text{ cm}^4$$

Deflexión

$$\Delta_D = \frac{S \cdot W_D \cdot L_a^4}{384 \cdot E_s \cdot I}$$

$$L_a = 310,00 \text{ cm} \quad \text{Luz libre de la dirección corta - lado A}$$

$$\Delta_D = 0,708 \text{ mm} \quad \text{Deflexión por carga muerta de la dirección corta - lado A}$$

$$\Delta_L = \frac{S \cdot W_L \cdot L_a^4}{384 \cdot E_s \cdot I}$$

$$\Delta_L = 0,118 \text{ mm} \quad \text{Deflexión por carga viva de la dirección corta - lado A}$$

Deflexión diferida

$$\Delta_{LP} = \Delta_D \cdot \frac{\xi}{1 + 50 \cdot p'}$$

$$\xi = 2,0 \quad \text{Ver tabla 3}$$

$$p' = 0,0018 \quad \text{Cantidad del acero en compresión}$$

$$\Delta_{LP} = 1,299 \text{ mm}$$

Deflexión máxima

$$L_b = 450,00 \text{ cm} \quad \text{Luz libre de la dirección larga - lado B}$$

$$\Delta_{MAX} \leq \frac{L}{480}$$

$$\Delta_{MAX} = 9,375 \text{ mm}$$

$$\Delta_{MAX} = \Delta_{LP} + \Delta_L$$

$$\Delta_{MAX} = 1,417 \text{ mm}$$

$$\Delta_{MAX} = \Delta_{LP} + \Delta_L \quad \Delta_{MAX} = 1,417 \text{ mm} < \Delta_{MAX} = 9,375 \text{ mm}$$

OK, PASA VERIFICACIÓN POR DEFLEXIÓN

DISEÑO DE ESCALERAS 2 TRAMOS

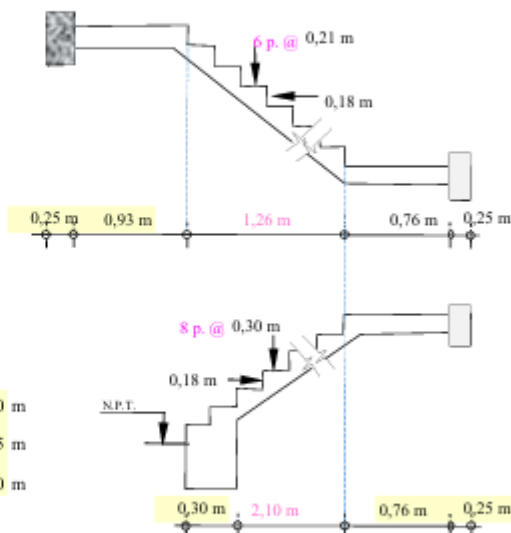
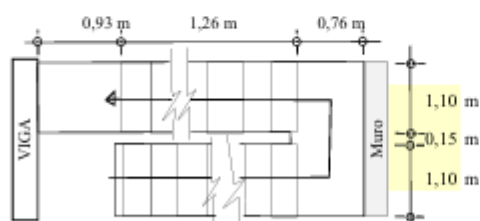
I. Datos Iniciales

Paso
Contrapaso
Ancho de análisis

P =	30	cm
Cp =	18	cm
b =	1,00	m

Peso específico del concreto
Resistencia de concreto
Fluencia de Acero
Peso Acabados
Sobrecarga

γc =	2400,0	kg/m ³
f'c =	210,0	kg/cm ²
fy =	4200,0	kg/cm ²
W acabados =	20,0	kg/m ²
s/c =	200,0	kg/m ²



II. Dimensionamiento

2.1 Dimensionamiento del primer tramo

Espesor de escalera

$$t_1 = \frac{L_n}{20} = 0,143 \text{ m}$$

$$t_1 = \frac{L_n}{25} = 0,114 \text{ m}$$

Adoptamos $t_1 = 0,12 \text{ m}$

2.2 Dimensionamiento del segundo tramo

Espesor de escalera

$$t_2 = \frac{L_n}{20} = 0,148 \text{ m}$$

$$t_2 = \frac{L_n}{25} = 0,118 \text{ m}$$

Adoptamos $t_2 = 0,12 \text{ m}$

III. Diseño del 1er. TRAMO

3.1 Cálculo de altura promedio (h m)

$$\cos\theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Cp^2}}$$

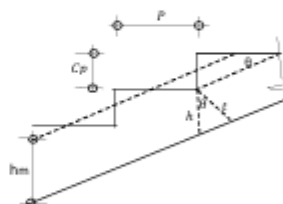
$$h = \frac{t_1}{\cos\theta}$$

$$hm = h + \frac{Cp}{2}$$

$$\cos\theta = 0,8575$$

$$h = 13,99 \text{ cm}$$

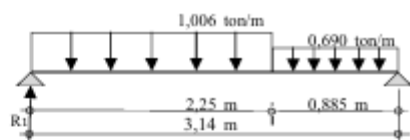
$$hm = 22,99 \text{ cm}$$



3.2 Metrado de cargas

para un ancho de escalera 1m

Tramo 1	Peso propio:	0,23 x	1,00 x	2,40 x	1,20	=	0,662	ton/m
	Acabados:		1,00 x	0,02 x	1,20	=	0,024	ton/m
	Sobrecarga:		1,00 x	0,20 x	1,60	=	0,320	ton/m
						Wu1 =	1,006	ton/m
Descanso 1	Peso propio:	0,12 x	1,00 x	2,40 x	1,20	=	0,346	ton/m
	Acabados:		1,00 x	0,02 x	1,20	=	0,024	ton/m
	Sobrecarga:		1,00 x	0,20 x	1,60	=	0,320	ton/m
						Wu2 =	0,690	ton/m



Cálculo de la reacción

$$3,14 \quad R_1 = 2,25 \times 1,006 \times (3,135 - 2,25/2) + 0,885 \times 0,69 \times (0,885/2) \quad R_1 = 1,538 \text{ ton}$$

$$V_x = R_1 - W_{u1} \times X_o = 0 \quad \Rightarrow \quad X_o = \frac{R_1}{W_{u1}} \quad X_o = 1,5282 \text{ m}$$

Cálculo de momento máximo

$$M_{umax} = R_1 \times X_o - W_{u1} \times \frac{X_o^2}{2} \quad M_{umax} = 1,175 \text{ ton-m}$$

3.3 Refuerzo positivo

$$0,9 M_{umax} = 1,057 \text{ ton-m} \quad t_1 = 12 \text{ cm}$$

$$p_{min} = 0,0018 \quad \text{recubrim.} = 2,00 \text{ cm}$$

$$0,59 w^2 + w + \frac{M_u}{f'_c \times b \times d^2} \quad w_1 = 1,6319 \quad \rho = w \times f'_c / f_y$$

$$w_2 = 0,0631 \quad A_s = \rho \times b \times d$$

$A_s = 0,79$ $d_b \varnothing = 0,80$	$M(Tn-m)$	$b \text{ (cm)}$	$d \text{ (cm)}$	ρ	$A_s+ \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s \text{ min}$	$A_s \text{ diseño}$	$\varnothing$	Disposición
	1,057	100,00	9,60	0,00315	3,03	1,73	3,03	$\varnothing 10$	@ 0,26 m

Espaciamiento máximo 1	$3 \times t_1$	$S_{est1} = 36$ cm	0,36 m
Espaciamiento máximo 2		$S_{est2} = 45$ cm	0,45 m
Verificación de espaciamento:	0,26 m	<	0,36 m
			Conforme @ 0,26 m

3.4 Refuerzo negativo

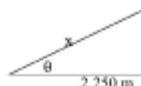
$$A_s = 0,79$$

$$d_b \varnothing = 0,80$$

$b \text{ (cm)}$	$d \text{ (cm)}$	$A_s+ / 2 \text{ (cm}^2\text{)}$	$A_s \text{ min}$	$A_s \text{ diseño}$	$\varnothing$	Disposición
100,00	9,60	1,51	1,73	1,73	$\varnothing 10$	@ 0,45 m

Espaciamiento máximo 1	$3 \times t_1$	$S_{est1} = 36$ cm	0,36 m
Espaciamiento máximo 2		$S_{est2} = 45$ cm	0,45 m
Verificación de espaciamento:	0,45 m	>	0,36 m
			Recomendado @ 0,36 m

3.4.1. Longitud del refuerzo negativo



$$x = \frac{2,250 \text{ m}}{\cos \theta} = 2,624 \text{ m}$$

$$x / 3 = 0,87 \text{ m} \quad \text{Longitud del gancho de refuerzo tramo I}$$

3.5 Refuerzo transversal

$$A_s = 0,79$$

$$d_b \varnothing = 0,80$$

$b \text{ (cm)}$	$t \text{ (cm)}$	ρ	$A_s \text{ temp.}$	$\varnothing$	$A_{st} = \rho \times b \times t$	Disposición
100,00	12,00	0,0018	2,16	$\varnothing 10$	$\varnothing 10$	@ 0,36 m

IV. Diseño del 2do. TRAMO

4.1 Cálculo de altura promedio (h m)

$$\cos \theta = \frac{p}{\sqrt{p^2 + C_p^2}}$$

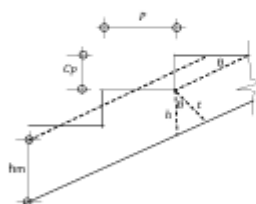
$$h = \frac{t_2}{\cos \theta}$$

$$h_m = h + \frac{C_p}{2}$$

$$\cos \theta = 0,7593$$

$$h = 15,80 \text{ cm}$$

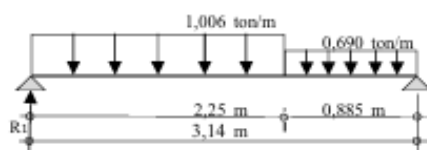
$$h_m = 24,80 \text{ cm}$$



4.2 Metrado de cargas

para un ancho de escalera 1 m

Tramo II	Peso propio:	0,25 x	1,00 x	2,40 x	1,20	=	0,714	ton/m
	Acabados:	1,00 x	0,02 x		1,20	=	0,024	ton/m
	Sobrecarga:	1,00 x	0,20 x		1,60	=	0,320	ton/m
						Wu1 =	1,058	ton/m
Descanso II	Peso propio:	0,12 x	1,00 x	2,40 x	1,20	=	0,346	ton/m
	Acabados:	1,00 x	0,02 x		1,20	=	0,024	ton/m
	Sobrecarga:	1,00 x	0,20 x		1,60	=	0,320	ton/m
						Wu2 =	0,690	ton/m



Cálculo de la reacción

$$3,14 \quad R_1 = 2,25 \times 1,006 \times (3,135 - 2,25/2) + 0,885 \times 0,69 \times (0,885/2) \quad R_1 = 1,538 \text{ ton}$$

$$V_x = R_1 - W_{u1} \times X_o = 0 \quad \Rightarrow \quad X_o = \frac{R_1}{W_{u1}} \quad X_o = 1,5282 \text{ m}$$

Cálculo de momento máximo

$$M_{umax} = R_1 \times X_o - W_{u1} \times \frac{X_o^2}{2} \quad M_{umax} = 1,175 \text{ ton-m}$$

3.3 Refuerzo positivo

$$0,9 M_{umax} = 1,057 \text{ ton-m} \quad t_1 = 12 \text{ cm} \\ p_{min} = 0,0018 \quad \text{recubrim.} = 2,00 \text{ cm}$$

$$0,59 \times w^2 \times w + \frac{M_u}{f'_c \times b \times d^2} \quad w_1 = 1,6319 \quad \rho = w \times f'_c / f_y \\ w_2 = 0,0631 \quad A_s = \rho \times b \times d$$

M (Ton-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	A_s^+ (cm ²)	A_s min	A_s diseño	ϕ	Disposición
1,057	100,00	9,60	0,00315	3,03	1,73	3,03	ϕ 10	ϕ 10 @ 0,26 m

Espaciamento máximo 1 $3 \times t_1 \quad s_{pas1} = 36 \text{ cm} \quad 0,36 \text{ m}$

Espaciamento máximo 2 $s_{pas2} = 45 \text{ cm} \quad 0,45 \text{ m}$

Verificación de espaciamento: $0,26 \text{ m} < 0,36 \text{ m} \quad \text{Conforme @ } 0,26 \text{ m}$

3.4 Refuerzo negativo

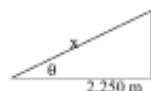
b (cm)	d (cm)	$A_s^- / 2$ (cm ²)	A_s min	A_s diseño	ϕ	Disposición
100,00	9,60	1,51	1,73	1,73	ϕ 10	ϕ 10 @ 0,45 m

Espaciamento máximo 1 $3 \times t_1 \quad s_{pas1} = 36 \text{ cm} \quad 0,36 \text{ m}$

Espaciamento máximo 2 $s_{pas2} = 45 \text{ cm} \quad 0,45 \text{ m}$

Verificación de espaciamento: $0,45 \text{ m} > 0,36 \text{ m} \quad \text{Recomendado @ } 0,36 \text{ m}$

3.4.1. Longitud del refuerzo negativo



$$x = \frac{2,250 \text{ m}}{\cos \theta} = 2,624 \text{ m}$$

$$x/3 = 0,87 \text{ m} \quad \text{Longitud del gancho de refuerzo tramo I}$$

3.5 Refuerzo transversal

$A_s = 0,79$	$A_s = \rho \cdot b \cdot t$					
$\phi_b \phi = 0,80$	b (cm)	t (cm)	ρ	A_s temp.	ϕ	Disposición
	100,00	12,00	0,0018	2,16	ϕ 10	ϕ 10 @ 0,36 m

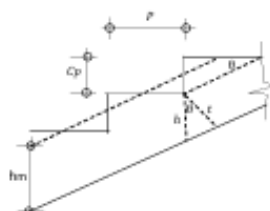
IV. Diseño del 2do. TRAMO

4.1 Cálculo de altura promedio (h m)

$$\cos \theta = \frac{p}{\sqrt{p^2 + Cp^2}} \quad \cos \theta = 0,7593$$

$$h = \frac{t_2}{\cos \theta} \quad h = 15,80 \text{ cm}$$

$$h_m = h + \frac{C_p}{2} \quad h_m = 24,80 \text{ cm}$$



4.2 Metrado de cargas para un ancho de escalera 1 m

Tramo II	Peso propio:	0,25 x	1,00 x	2,40 x	1,20	=	0,714 ton/m
	Acabados:		1,00 x	0,02 x	1,20	=	0,024 ton/m
	Sobrecarga:		1,00 x	0,20 x	1,60	=	0,320 ton/m
						Wu1 =	1,058 ton/m
Descanso II	Peso propio:	0,12 x	1,00 x	2,40 x	1,20	=	0,346 ton/m
	Acabados:		1,00 x	0,02 x	1,20	=	0,024 ton/m
	Sobrecarga:		1,00 x	0,20 x	1,60	=	0,320 ton/m
						Wu2 =	0,690 ton/m

Diseño de Zapata Corrida

VIGA DE CIMENTACIÓN		
DATOS DE LA VIGA		
b	25	cm
h	50	cm
f _c	288	kg/cm ²
f _y	4200	kg/cm ²
φ Estribos	10	mm
φ Long.	16	mm
Rec	7.5	cm
d	46.7	cm
s	17.66	cm ²
Los. libre (s)	3.18	m
As mín	3.32166867	cm ²
As max	21.4375	cm ²
Av	0.79	cm ²
# Ramales	2.05	unidades
As Total	1.57179633	cm ²

VARIABLES	
φ [mm]	A [cm ²]
6	0.283
8	0.582
10	0.785
12	1.13
14	1.56
16	2.01
18	2.56
20	3.14
22	3.80
25	4.91
32	8.04

EJE 2

TRAMO A-B			TRAMO B-C		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos [T-m]			Momentos [T-m]		
Top	0.560	0.560	0.000	3.718	0.000
Bottom	0.000	0.000	0.000	0.000	7.610
Momentos (Min) [T-m]			Momentos (Min) [T-m]		
Top	0.560	0.560	0.000	3.718	0.000
Bottom	3.280	2.458	0.830	2.458	7.610
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
41.220			40.420		
CUMPLE			CUMPLE		
Acero Requerido [cm ²]			Acero Requerido [cm ²]		
Top	4.43	4.43	0.00	2.46	0.00
Bottom	2.17	1.62	6.79	1.62	5.18
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
Top	4.43	4.43	3.39	3.39	3.39
Bottom	3.39	3.39	6.79	3.39	5.18
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	2D16	2D16	2D36	2D16	2D16
Bottom	2D16	2D16	2D16+2D20	2D16	2D16+2D20
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
Top	6.03	6.03	4.02	4.02	4.02
Bottom	4.02	4.02	10.3	4.02	10.3
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
Top	136%	136%	159%	159%	159%
Bottom	119%	119%	152%	119%	159%
Vu [T]			Vu [T]		
Top	17.400	17.400			
Vc [T]			Vc [T]		
Top	9.024	9.024			
Vs [T]			Vs [T]		
Top	14.176	14.176			
S [cm]			S [cm]		
Top	18.941	18.941			
S			S		
Top	18.941	18.941			

EJE 2

TRAMO C-D			TRAMO D-E		
Inicio	Centro	Fin	Inicio	Centro	Fin
Momentos [T-m]			Momentos [T-m]		
0.000	3.710	0.000	0.000	6.560	6.560
7.610	0.000	9.830	9.830	0.000	0.000
Momentos (Min) [T-m]			Momentos (Min) [T-m]		
0.000	3.710	0.000	0.000	6.560	6.560
7.610	2.458	9.830	9.830	2.458	3.280
Hestimado > Hcalculado			Hestimado > Hcalculado		
40.420			40.420		
CUMPLE			CUMPLE		
Acero Requerido [cm ²]			Acero Requerido [cm ²]		
0.00	2.46	0.00	0.00	4.43	4.43
5.18	1.62	6.79	6.79	1.62	2.17
Acero Requerido (Min) [cm ²]			Acero Requerido (Min) [cm ²]		
3.39	3.39	3.39	3.39	4.43	4.43
5.18	3.39	6.79	6.79	3.39	3.39
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
2D16	2D16	2D16	2D16	3D16	3D16
2D16+2D20	2D16	2D16+2D20	2D16+2D20	2D16	2D16
Acero Colocado [cm ²]			Acero Colocado [cm ²]		
4.02	4.02	4.02	4.02	6.03	6.03
10.3	4.02	10.3	10.3	4.02	4.02
Acero Colocado / Acero Requerido [%]			Acero Colocado / Acero Requerido [%]		
119%	119%	119%	119%	136%	136%
199%	119%	152%	152%	119%	119%
Vu [T]			Vu [T]		
16.860	16.860	17.400			
Vc [T]			Vc [T]		
9.024	9.024	9.024			
Vs [T]			Vs [T]		
12.123	12.123	14.176			
S [cm]			S [cm]		
22.149	22.149	18.941			

Id	68,033605	cm
Iext	14.4	cm
Ish	17.638342	cm
Emplama. B	88,443687	cm

#	4	
φ Long.	20	mm
S	3	cm
Smin	2.5	cm
CUMPLE		

PLACA DE ZAPATA		
DATOS DE LA VIGA		
b	1310	cm
h	35	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
φ Estribos	0	mm
φ Long.	36	mm
Rec	7,5	cm
d	25,9	cm
k	1922,64	cm2
Luz libre (ln)	3,10	m
As min	113,096667	cm2
As max	848,225	cm2
Av	0,00	cm2
# Ramales	2,00	unidades
Av Total	0	cm2

VARILLAS	
φ [mm]	A [cm2]
6	0,283
8	0,503
10	0,785
12	1,13
14	1,54
16	2,01
18	2,54
20	3,14
22	3,81
25	4,91
32	8,04

EJE 2		
Momentos [T-m]		
Top	0,000	
Bottom	0,000	
Momentos (Min) [T-m]		
Top	0,000	
Bottom	13,920	
Hestimado > Hcalculado		13,416 CUMPLE
Acero Requerido [cm2]		
Top	0,00	
Bottom	8,90	
Acero Requerido (Min) [cm2]		
Top	0,00	
Bottom	113,10	
Acero Colocado Cantidad [u]		
Top	0	
Bottom	56,26699834	
Acero Colocado [cm2]		
Top	0	
Bottom	114,57	
Acero Colocado / Acero Requerido [%]		Separación cm
Top	0%	0
Bottom	101%	23
Vu [T]		
Vgr	68,700	
Vc [T]		
Vc	300,903	
Vs [T]		
Vs	-209,303	
S [cm]		
S	-1,283	

Diseño de AASS: diseño de bajantes y horizontal

minimo siempre 4" debido a los inodoros

Bajantes							
Puntos #	Pisos servidos	unidades				Dimensions	
		Por piso	Total	Max	Q	L	Diametro
	Units	Units	Units	Units	L/s	m	Pulgadas
1	planta alta	18	18	18	240	2,09	2,9

Identificar las unidades de descarga

Aparato	Diametro	UD
Bañera/tua	50	2-3
Bidet	50	2
Ducha privada	75	2
Ducha pública	75	4
Fregadero de ropa	50	2
Inodoro	110	1-3
Inodoro con fluxómetro	110	5
Lavaplatos	50	2
Lavadora	50	2
Lavaplatos con trituradora	50	3
Fuente de agua potable	50	1-2
Lavamanos	50	1-2
Urinario	50	2
Urinario con fluxómetro	75	10
Urinario de pared	50	5

Diámetro de la descarga (mm)	Máximo de U.E.H. en toda la descarga
50	18
75	48
100	240
125	540
150	900
200	2240
250	3000
300	4200

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	240.25	911.0	15.19
12	28.6	108.3	1.81	600	288.30	1093.2	18.22
14	30.3	114.3	1.91	700	337.24	1273.0	21.22
16	31.8	120.4	2.01	800	387.50	1462.0	24.37
18	33.4	126.6	2.10	900	438.00	1659.0	27.65
20	35.0	132.5	2.19	1,000	497.66	1884.0	31.40
25	38.0	143.8	2.38	1,100	557.54	2104.0	35.07
30	41.0	155.2	2.50	1,200	617.60	2340.0	39.00
35	43.8	165.0	2.74	1,300	677.71	2550.0	42.50

# Planta	Aparato	Diámetro	UD	Cantidad	Total	Total de UD por piso
Planta Baja	Inodoro	110	3	1	3	7
	Lavamanos/fregadero	50	2	1	2	
	Lavaplatos	50	2	1	2	
Planta Alta	Inodoro	110	3	2	6	18
	Lavamanos/fregadero	50	2	2	4	
	Ducha privada	50	2	2	4	
	Lavadora	50	2	2	4	

Diseño de AAPP

CALCULO DE PERDIDAS

Recordar: verificar la velocidad al momento de usar tabla flammant

Descripción	Unid. [m]	F [L/s]	V [m/s]	h _v [m]	C friction	J [m/m]	φ [in]	Horiz.	Vert.	Fittings	Total	J [m]	Presión [m]
Lavadora	2	0.13	1.03	0.05	0.0001	0.095	1/2	0	1.9	0.36	2.26	0.22148	9.17148
1-2	2	0.13	1.03	0.05	0.0001	0.095	1/2	1.9	2.9	1.12	5.92	0.58016	12.70164
2-3	8	0.44	1.54	0.12	0.0001	0.121	3/4	1.4	2.85	0.86	5.11	0.61831	16.28959
3-4	9	0.5	1.75	0.16	0.0001	0.151	3/4	0.5	0.3	0.29	1.09	0.16459	16.91454
4-5	10	0.5	1.75	0.16	0.0001	0.151	3/4	0.7	1.2	0.29	2.19	0.33069	18.60523
5-6	11	0.57	1.99	0.2	0.0001	0.189	3/4	1.3	1.2	0.29	2.79	0.52791	20.53254
6-7	12	0.57	1.99	0.2	0.0001	0.189	3/4	1.8	0.4	0.78	2.98	0.56322	21.69576
7-8													

SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Codo radio corto 90° 1/2"	1	0.36	0.36
			0.36

SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Tee paso directo normal de 1/2"	1	0.76	0.76
Codo radio corto 90° 1/2"	1	0.36	0.36
			1.12

SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0.29	0.29
Reductor 3/4"	1	0.08	0.08
Codo radio corto 90° 3/4"	1	0.49	0.49
			0.86

Tabla 3.17

Codo radio corto 90°
Longitudes equivalentes (m)
L_e = (1.508 - 0.37) (1.508 / C)^{1.41}

φ	100	120	130	140	150
1/2	0.77	0.55	0.47	0.41	0.35
3/4	1.04	0.74	0.64	0.55	0.49

Tabla 3.18

Tee paso de lado y salida lateral
Longitudes equivalentes (m)
L_e = (1.508 - 0.37) (1.508 / C)^{1.41}

φ	100	120	130	140	150
1/2	0.51	0.37	0.32	0.28	0.25
3/4	0.70	0.51	0.43	0.37	0.32

Tabla 3.27

Tee paso directo normal
Longitudes equivalentes (m)
L_e = (0.528 - 0.04) (1.508 / C)^{1.41}

φ	100	120	130	140	150
1/2	0.43	0.31	0.27	0.23	0.20

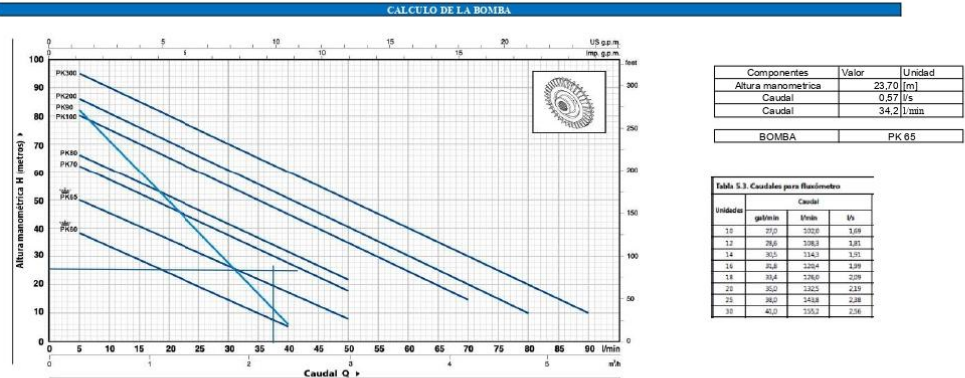
SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0.29	0.29
			0.29

SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0.29	0.29
			0.29

SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0.29	0.29
Codo radio corto 90° 3/4"	1	0.49	0.49
			0.78

SEGMENT:	Amount	Length	Total
Description			
Tee paso directo normal de 3/4"	1	0.29	0.29
			0.29

Aperturas Sanitarias	Cantidad	Q _i (l/s)	Q _i total (l/s)
Inodoro	3	0.1	0.3
Ducha	2	0.2	0.4
Fregadero cocina	1	0.2	0.2
Lava manos	3	0.1	0.3
Lavadora	2	0.2	0.4
Grifo patio	1	0.2	0.2
total			1.8

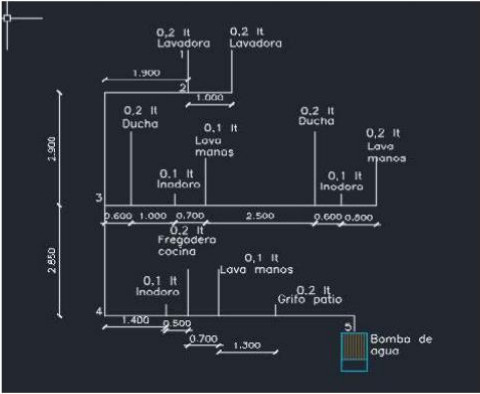


1/2"

$j = 4C (V^{1.75} / D^{4.75})$
 $Q = AV$
 $j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m					
							Coeficiente de fricción C				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00031	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010	
1	3.79	0.06	0.47	0.01	0.079	0.058	0.046	0.030	0.025		
2	2	7.57	0.13	1.03	0.05	0.304	0.226	0.177	0.118	0.098	
3	3	11.35	0.19	1.50	0.11	0.591	0.439	0.343	0.229	0.191	
5	4	15.14	0.25	1.97	0.20	0.956	0.709	0.555	0.370	0.308	
6	5	18.92	0.32	2.53	0.33	1.472	1.092	0.855	0.570	0.475	
7	6	22.71	0.38	3.00	0.46	1.989	1.475	1.155	0.770	0.642	
8	7	26.50	0.44	3.49	0.62	2.587	1.919	1.502	1.001	0.834	
10	8	30.28	0.50	3.98	0.81	3.267	2.424	1.897	1.265	1.054	
12	9	34.07	0.57	4.48	1.02	4.015	2.979	2.331	1.554	1.295	
14	10	37.85	0.63	4.98	1.26	4.828	3.582	2.804	1.869	1.558	
16	12	45.42	0.76	5.98	1.82	6.643	4.929	3.857	2.571	2.143	
20	14	52.99	0.88	6.97	2.48	8.700	6.455	5.052	3.368	2.806	

Aplicación	Público			Privado		
	Fila	Caliente	Total	Fila	Caliente	Total
Ducha o fregadero	200	200	400	150	150	300
Bañe o vestuario				100	100	200
Lavaplatos	300	300	600	200	200	400
Lavadora	200	200	400	200	200	400
Inodoro con Flushing	1000		1000	600		600
Inodoro sin Flushing	500		500	300		300
Orinal de Flushing	1000		1000			
Orinal de Noe	200		200			
Lavamanos de Noe	400		400			
Fregadero con fregadero	400		400	10		10
Lavadero				20		20



3/4"

$j = 4C (V^{1.75} / D^{4.75})$
 $Q = AV$
 $j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q				V	hv	Pérdidas por fricción en m/m					
							Coeficiente de fricción C					
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m		Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010	
2	2	7.57	0.13	0.46	0.01	0.044	0.033	0.026	0.017	0.014		
3	3	11.35	0.19	0.67	0.02	0.086	0.064	0.050	0.033	0.028		
5	4	15.14	0.25	0.88	0.04	0.139	0.103	0.081	0.054	0.045		
6	5	18.92	0.32	1.12	0.06	0.215	0.159	0.125	0.083	0.069		
7	6	22.71	0.38	1.33	0.09	0.290	0.215	0.168	0.112	0.093		
8	7	26.46	0.44	1.54	0.12	0.375	0.278	0.218	0.145	0.121		
10	8	30.24	0.50	1.75	0.16	0.469	0.348	0.272	0.181	0.151		
12	9	34.07	0.57	1.99	0.20	0.585	0.434	0.340	0.227	0.189		
14	10	37.80	0.63	2.21	0.25	0.702	0.521	0.408	0.272	0.226		
16	12	45.36	0.76	2.67	0.36	0.975	0.723	0.566	0.377	0.314		
20	14	52.92	0.88	3.09	0.49	1.260	0.935	0.732	0.488	0.406		
23	16	60.48	1.01	3.54	0.64	1.604	1.190	0.931	0.621	0.517		
27	18	68.04	1.13	3.96	0.80	1.952	1.448	1.133	0.755	0.630		

Diseño Eléctrico

La demanda de los cargos especiales se determina en función de la carga instalada al igual que los taberos de demora especificados en la Tabla No. 4.

TABLA No. 4 Factores de demanda para cargos especiales (en kVA)

Carga Especial	Factor de carga	Factor de demanda	Factor de corrección
1. Elevadores	0.75	0.75	0.95
2. Bombas	0.75	0.75	0.95
3. Motores eléctricos	0.75	0.75	0.95
4. Aire acondicionado	0.75	0.75	0.95
5. Iluminación	0.75	0.75	0.95
6. Otros	0.75	0.75	0.95

El Factor de Demanda (FD) se calcula de la siguiente manera:

$$FD = \frac{\sum (Carga \times Factor \text{ de carga})}{\sum Carga}$$

El Factor de Corrección (FC) se calcula de la siguiente manera:

$$FC = \frac{\sum (Carga \times Factor \text{ de corrección})}{\sum Carga}$$

El Factor de Demanda (FD) y el Factor de Corrección (FC) se aplican a la carga total para determinar la carga especial.

TABLA No. 5 Capacidad de generación en función del voltaje del sistema

Voltaje (V)	Capacidad (kW)	Capacidad (kVA)
120	1.5	1.8
240	3.0	3.6
480	6.0	7.2
960	12.0	14.4
1920	24.0	28.8
3840	48.0	57.6
7680	96.0	115.2
15360	192.0	230.4
30720	384.0	460.8
61440	768.0	921.6
122880	1536.0	1843.2
245760	3072.0	3686.4
491520	6144.0	7372.8
983040	12288.0	14745.6
1966080	24576.0	29491.2
3932160	49152.0	58982.4
7864320	98304.0	117964.8
15728640	196608.0	235929.6
31457280	393216.0	471859.2
62914560	786432.0	943718.4
125829120	1572864.0	1887436.8
251658240	3145728.0	3774873.6
503316480	6291456.0	7549747.2
1006632960	12582912.0	15099494.4
2013265920	25165824.0	30198988.8
4026531840	50331648.0	60397977.6
8053063680	100663296.0	120795955.2
16106127360	201326592.0	241591910.4
32212254720	402653184.0	483183820.8
64424509440	805306368.0	966367641.6
128849018880	1610612736.0	1932735283.2
257698037760	3221225472.0	3865470566.4
515396075520	6442450944.0	7730941132.8
1030792151040	12884901888.0	15461882265.6
2061584302080	25769803776.0	30923764531.2
4123168604160	51539607552.0	60397977562.4
8246337208320	103079215104.0	120795955124.8
16492674416640	206158430208.0	241591910249.6
32985348833280	412316860416.0	483183820499.2
65970697666560	824633720832.0	966367640998.4
131941395333120	1649267441664.0	1932735281996.8
263882790666240	3298534883328.0	3865470563993.6
527765581332480	6597069766656.0	7730941127987.2
1055531162664960	13194139533312.0	15461882259974.4
2111062325329920	26388279066624.0	30923764519948.8
4222124650659840	52776558133248.0	60397977539897.6
8444249301319680	105553116266496.0	120795955079795.2
16888498602639360	211106232532992.0	241591910159590.4
33776997205278720	422212465065984.0	483183820319180.8
67553994410557440	844424930131968.0	966367640638361.6
135107988821114880	1688849860263936.0	1932735281276723.2
270215977642229760	3377699720527872.0	3865470562553446.4
540431955284459520	6755399441055744.0	7730941125106892.8
1080863910568919040	13510798882111488.0	15461882250213785.6
2161727821137838080	27021597764222976.0	30923764500427571.2
4323455642275676160	54043195528445952.0	60397977500855142.4
8646911284551352320	108086391056891904.0	120795955001710284.8
17293822569102704640	216172782113783808.0	241591910003420569.6
34587645138205409280	432345564227567616.0	483183820006841139.2
69175290276410818560	864691128455135232.0	966367640013682278.4
138350580552821637120	1729382256910270464.0	1932735280027364556.8
276701161105643274240	3458764513820540928.0	3865470560054729113.6
553402322211286548480	6917529027641081856.0	7730941120109458227.2
1106804644422573096960	13835058055282163712.0	15461882240218916454.4
2213609288845146193920	27670116110564327424.0	30923764480437832908.8
4427218577690292387840	55340232221128654848.0	60397977560875665817.6
8854437155380584775680	110680464442257309696.0	120795955121751331635.2
17708874310761169551360	221360928884514619392.0	241591910243502663270.4
35417748621522339102720	442721857769029238784.0	483183820487005326540.8
70835497243044678205440	885443715538058477568.0	966367640974010653081.6
141670994486089356410880	1770887431076116955136.0	1932735281948021306163.2
283341988972178712821760	3541774862152233910272.0	3865470563896042612326.4
566683977944357425643520	7083549724304467820544.0	7730941127792085224652.8
1133367955888714851287040	14167099448608935641088.0	15461882255584170449305.6
2266735911777429702574080	28334198897217871282176.0	30923764511168340898611.2
4533471823554859405148160	56668397794435742564352.0	60397977522336681797222.4
9066943647109718810296320	113336795588871485128704.0	120795955044673363594444.8
18133887294219437620592640	226673591177742970257408.0	241591910089346727188889.6
36267774588438875241185280	453347182355485940514816.0	483183820178693454377779.2
72535549176877750482370560	906694364710971881029632.0	966367640357386908755558.4
145071098353755500964741120	1813388729421943762059264.0	1932735280714773817511116.8
290142196707511001929482240	3626777458843887524118528.0	3865470561429547635022233.6
580284393415022003858964480	7253554917687775048237056.0	7730941122859095270044467.2
1160568786830044007717928960	14507109835375550096474112.0	15461882257718190540088934.4
2321137573660088015435857920	29014219670751100192948224.0	30923764515436381080177868.8
4642275147320176030871715840	58028439341502200385896448.0	60397977530872762160355737.6
9284550294640352061743431680	116056878683004400771792896.0	120795955061745524320711475.2
18569100589280704123486863360	232113757366008801543585792.0	241591910123491048641422950.4
37138201178561408246973726720	464227514732017603087171584.0	483183820246982097282845900.8
74276402357122816493947453440	928455029464035206174343168.0	966367640493964194565691801.6
148552804714245632987894906880	1856910058928070412348686336.0	1932735280987928389131383603.2
297105609428491265975789813760	3713820117856140824697372672.0	3865470561975856778262767206.4
594211218856982531951579627520	7427640235712281649394745344.0	7730941123951713556525534412.8
1188422437713965063903159255040	14855280471424563298789490688.0	15461882279833427113051068825.6
2376844875427930127806318510080	29710560942849126597578981376.0	30923764559666854226102137651.2
4753689750855860255612637020160	59421121885698253195157962752.0	60397977519333708452204275302.4
9507379501711720511225274040320	118842243771396506390315925504.0	120795955038667416904408550604.8
19014759003423441022450548080640	237684487542793012780631851008.0	241591910077334833808817101209.6
38029518006846882044901096161280	475368975085586025561263702016.0	483183820154669667617634202419.2
76059036013693764089802192322560	950737950171172051122527404032.0	966367640309339335235268404838.4
152118072027387528179604384645120	1901475900342344102245054808064.0	1932735280618678670470536809676.8
304236144054775056359208769290240	3802951800684688204490109616128.0	3865470561237357340941073619353.6
608472288109550112718417538580480	7605903601369376408980219232256.0	7730941122474714681882147238707.2
1216944576219100225436835077160960	15211807202738752817960438464512.0	15461882249491428735764294477414.4
2433889152438200450873670154321920	30423614405477505635920876929024.0	30923764508982857471528588954828.8
4867778304876400901747340308643840	60847228810955011271841753858048.0	60397977517965714943057177909657.6
9735556609752801803494680617287680	121694457621910022543683507716096.0	120795955035931429886114355819315.2
19471113219505603606989361234575360	243388915243820045087367015432192.0	241591910071862859772228711638630.4
38942226439011207213978722469150720	486777830487640090174734030864384.0	483183820143725719544457423277260.8
77884452878022414427957444938301440	973555660975280180349468061728768.0	966367640287451439088914846554521.6
155768905756044828855914889876602880	1947111321950560360698936123457536.0	1932735280574902878177829693109043.2
311537811512089657711829779753205760	3894222643901120721397872246915072.0	3865470561149805756355659386218086.4
623075623024179315423659559506411520	7788445287802241442795744493830144.0	7730941122299611512711318772436172.8
1246151246048358630847319119012823040	15576890575604482885591488987660288.0	15461882245599223025422637544832457.6
2492302492096717261694638238025646080	31153781151208965771182977975320576.0	30923764501198446050845275089664915.2
4984604984193434523389276476051292160	62307562302417931542365955950641152.0	60397977502396892101690550179329830.4
9969209968386869046778552952102584320	124615124604835863084731911901282304.0	120795955004793784203381100358659660.8
19938419936773738093557105904205168640	249230249209671726169463823802564608.0	241591910009587568406762200717319321.6
39876839873547476187114211808410337280	498460498419343452338927647605129216.0	483183820019175136813524401434638643.2
79753679747094952374228423616820674560	996920993677373809355710590420516864.0	966367640038350273627048802869277286.4
159507359494189904748456847233641349120	1993841993677373809355710590420516864.0	1932735280076700547254097605738554572.8
319014718988379809496913694467282698240	3987683987354747618711421180841033728.0	3865470560153401094508195211477109145.6
638029437976759618993827388934565396480	7975367974709495237422842361682067456.0	773094112030680218901639042295421831.2
1276058875953519237987654777869130792960	15950735949418990474845684723364134912.0	1546188220621360437803278084590843662.4
2552117751907038475975309555738261585920	31901471898837980949691369446728269824.0	3092376450242720875606556169181687324.8
5104235503814076951950619111476523171840	63802943797675961899382738893456539648.0	6039797750485441751213112338363374649.6
10208471007628153903901238222953046343680	127605887595351923798765477786913079296.0	12079595500970883502426224676726749299.2
20416942015256307807802476445906092687360	255211775190703847597530955573826158592.0	24159191001941767004852449353453498598.4
40833884030512615615604952891812185374720	510423550381407695195061911147652317184.0	48318382003883534009704898706906997196.8
81667768061025231231209905783624370749440	1020847100762815390390123822295304634368.0	96636764007767068019409797413813994393.6
163335536122050462462419811567248741498880	2041694201525630780780247644590609268736.0	193273528015534136038819594827627988787.2
326671072244100924924839623134497482997760	4083388403051261561560495289181218537472.0	

		VOLTAJE	FASE	POLOS	CANTIDAD
PISO 1	A1	Iluminacion	110	A	1 8
	T1	Toma	110	B	1 4
	T2	Toma	110	B	1 4
PISO 2	A2	Iluminacion	110	A	1 7
	T3	Toma	110	B	1 4
	T4	Toma	110	B	1 2
	T5	Toma	110	B	1 1
	T6	Air	220	AB	2 1
PISO 3	A3	Iluminacion	120	A	1 2
	T7	Toma	110	R	1 3

OTENÇA TOTA			FACTOR	COME APARE			WTRESNDUTT(π
POTEN FASE A	FASE B	FASE C	DEMANDA	DMU(W)	CURRRE	CURRRE	CURREN
100	800	0	0,7	560	5	15	19 1F14+ :16 RHH
200	0	800	0,5	400	4	20	25 1F12+ :16 RH
200	0	800	0,5	400	4	20	25 1F12+ :16 RH
100	700	0	0,7	490	4	15	19 1F14+ :16 RHH
200	0	800	0,5	400	4	20	25 1F12+ :16 RH
200	0	400	0,5	200	2	20	25 1F12+ :16 RH
200	0	200	0,5	100	1	20	25 1F12+ :16 RH
2500	1250	1250	1	2500	11	30	38 2F10+ :21 RHH
100	200	0	0,7	140	1	15	19 1F14+ :16 RHH
200	0	600	0,5	300	3	20	25 1F12+ :16 RH
TOTAL	2950	4850	TOTAL	5490			

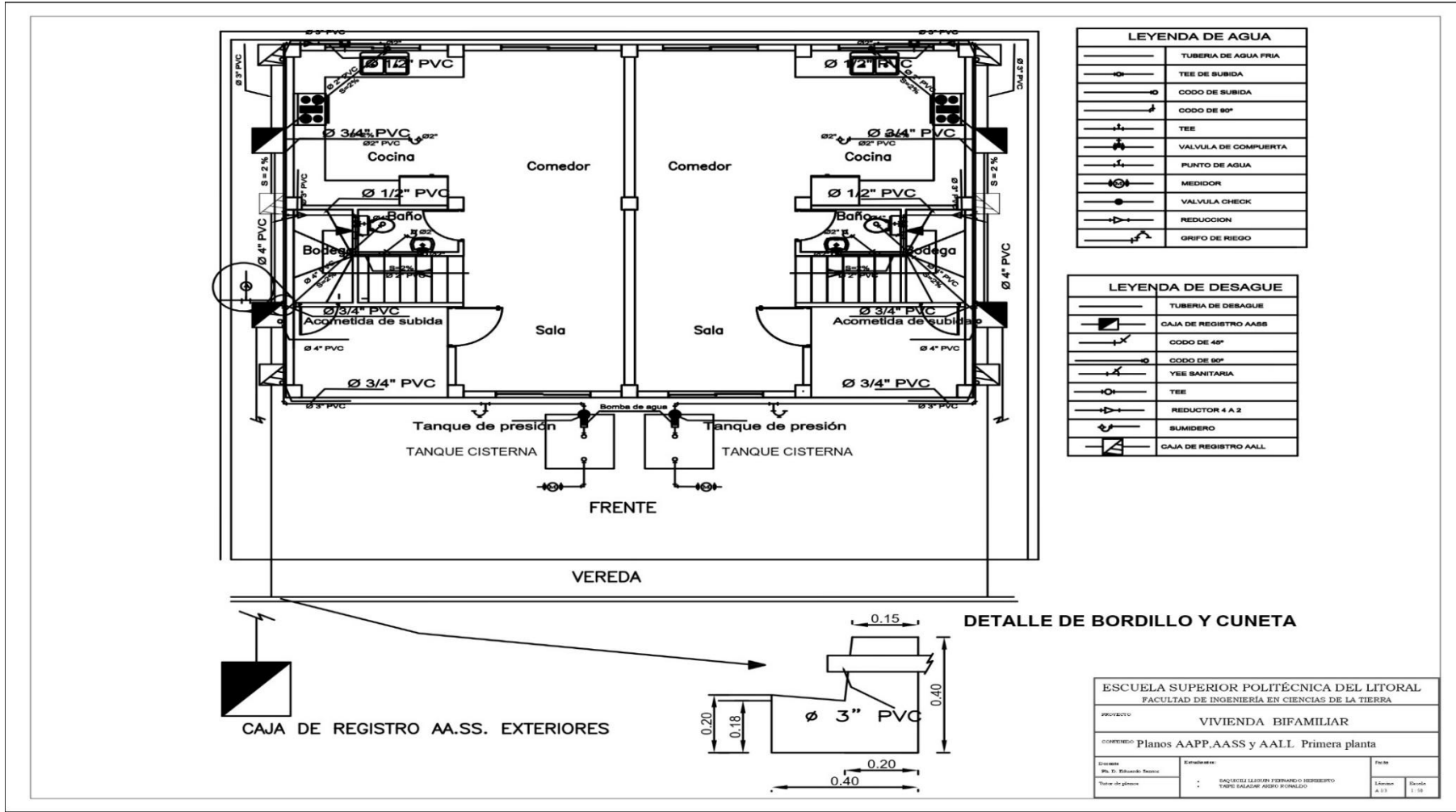
POTEN	4850,00	MAYOR DE LAS FASES
FACTO	1,13	
DMU(V	5490,00	
DEMAI	5490,00	
FACTO	0,92	POR NORMA
DEMAI	5050,80	
I CARG	22,96	VOLTAJE MAYOR
UMBR,	28,70	
I BREA	2P-30A	

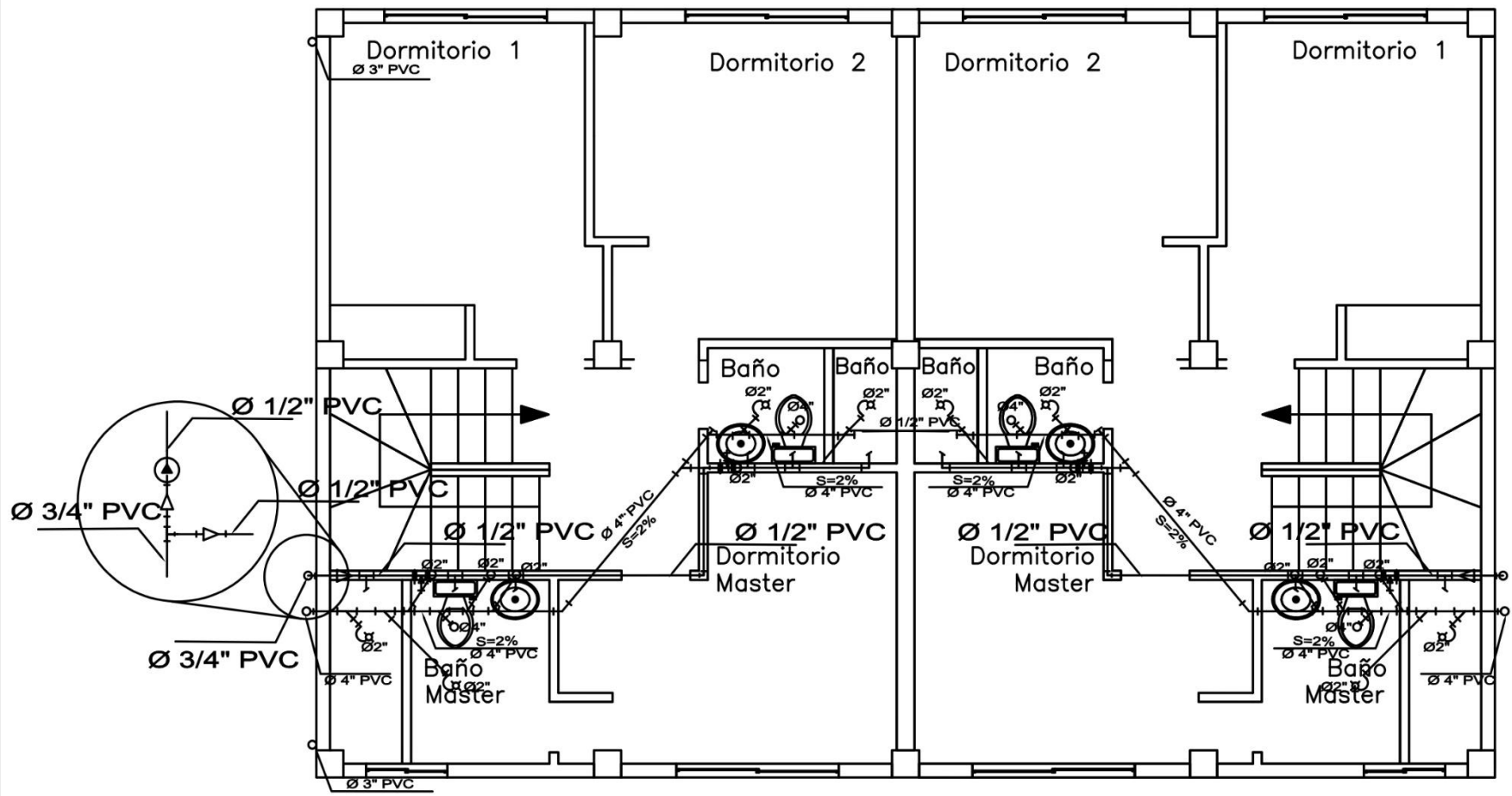
ilumin: 1F14+1N14 AWG THHN
tomac: 1F12+1N12+1T12 AWG THHN
especi: 2F10+1T10 AWG THHN

Tabla No. 1 Clasificación de las viviendas según el área de construcción			
TIPO DE VIVIENDA	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m ²)	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tenacescorrientes
Pequeña	A = 80	1	1
Mediana	80 < A ≤ 200	2	2
Mediana grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m ² de fracción de 100 m ²	1 por cada 100 m ² de fracción de 100 m ²

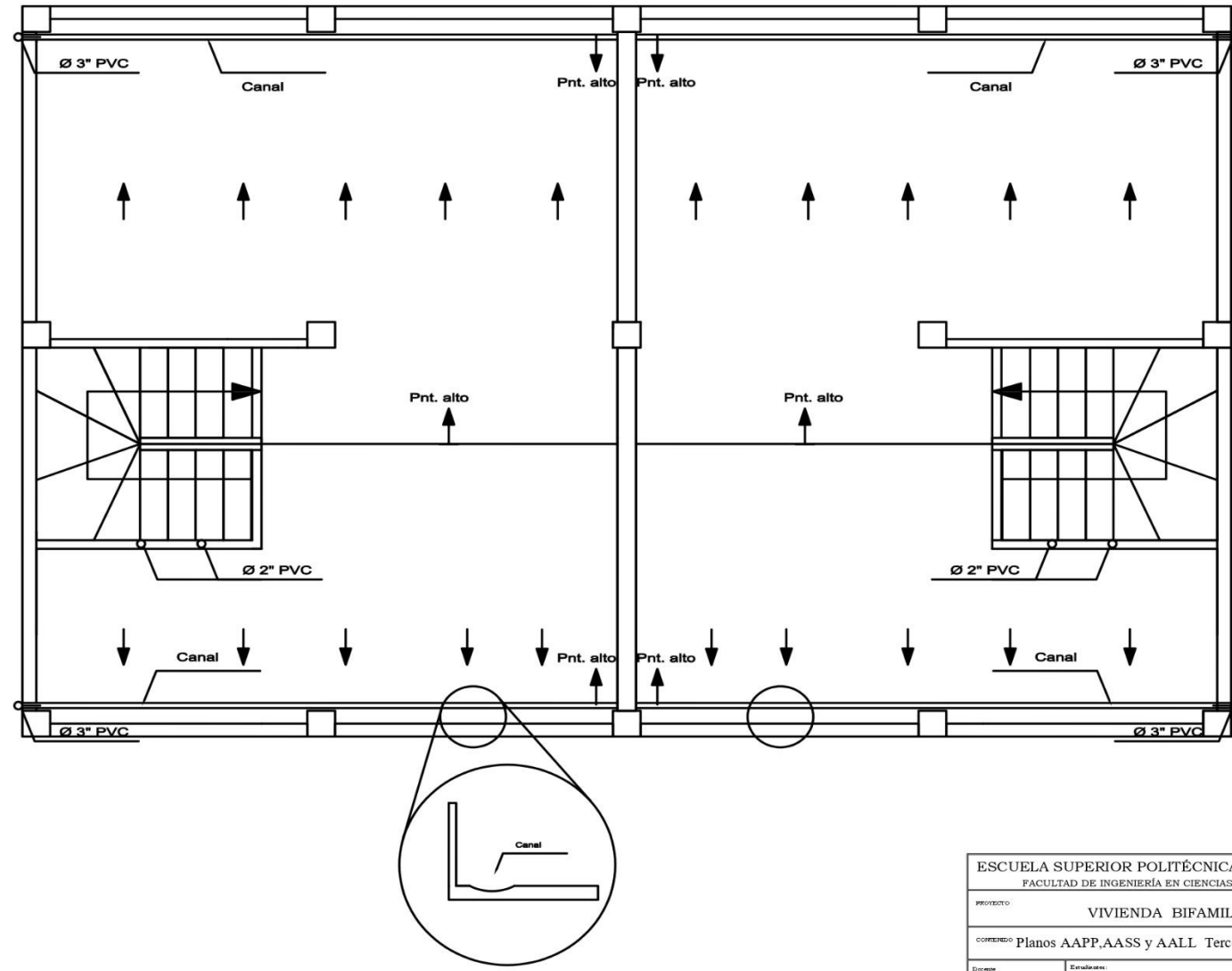
PLANOS

Plano 1 Panos AAPP, AASS y AALL



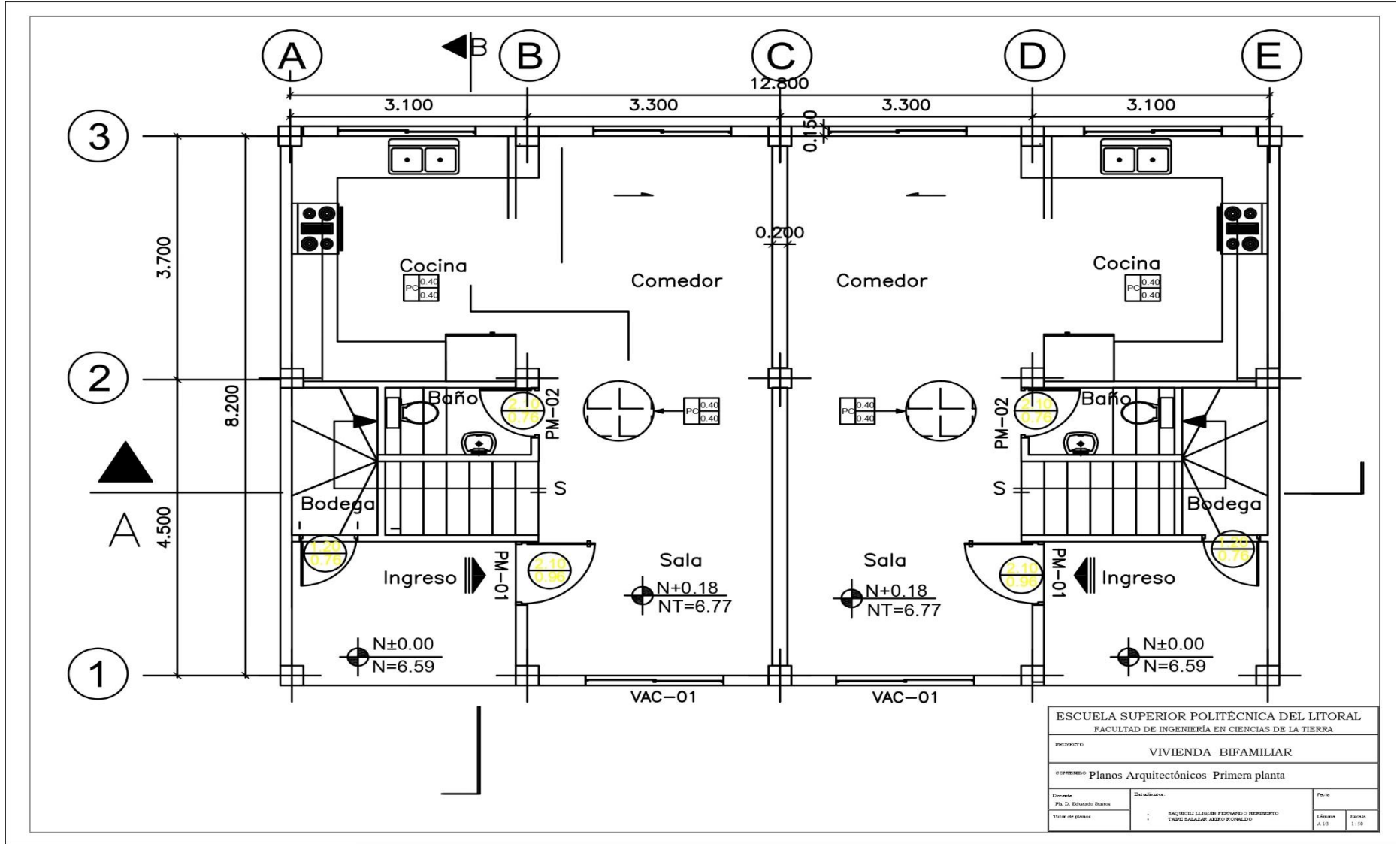


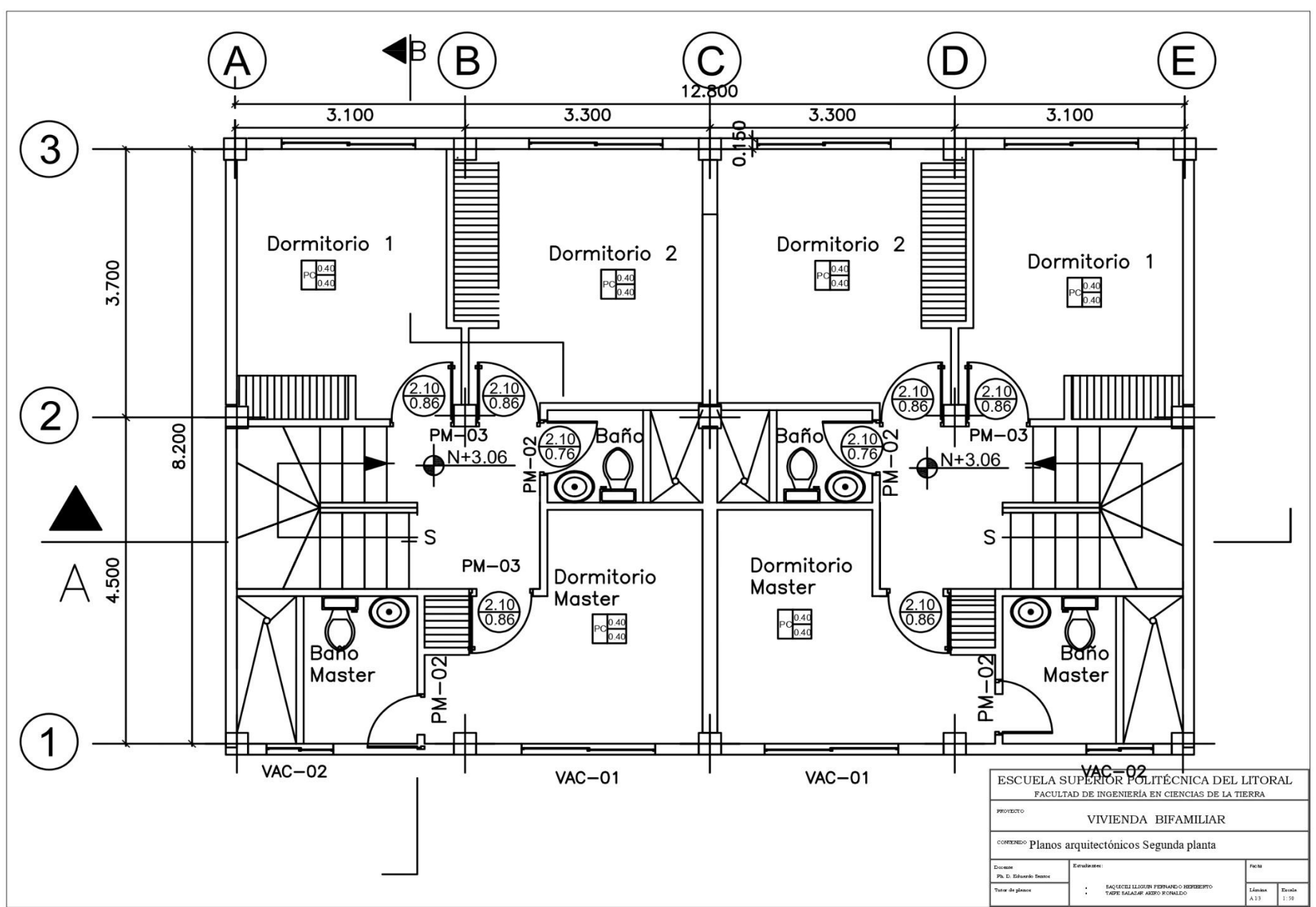
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CONTENIDO		Planos AAPP.AASS y AALL Segunda planta	
Docente	Evaluado por:		Fecha
Pl. D. Eduardo Sotoca	• SAGUCELILLO JUAN FERNANDO HERRERO • YAPE SALAZAR ANDRÉS FOMENTO		
Tutor de planta:			
		Líneas	Escala
		A 31	1:50

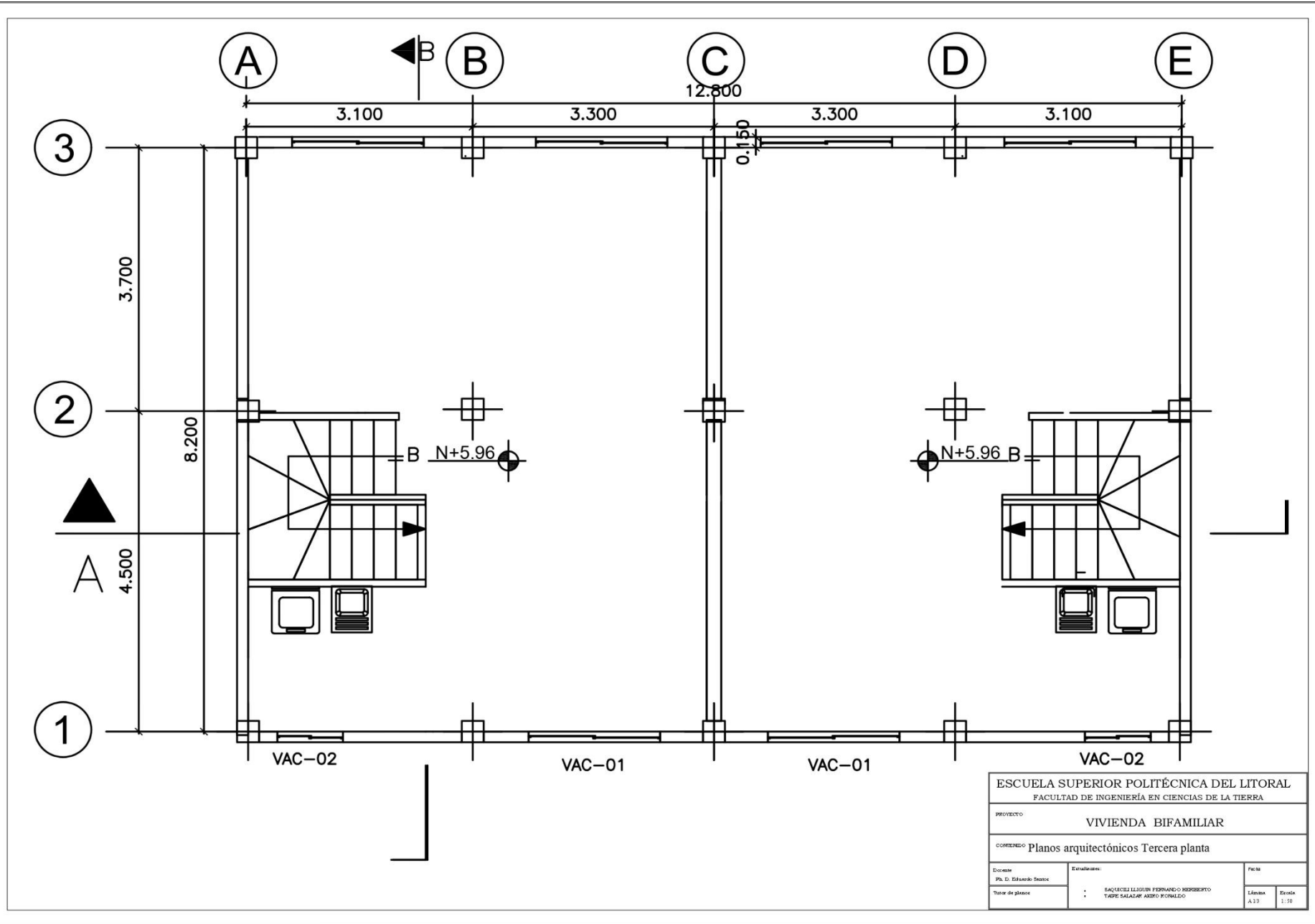


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: VIVIENDA BIFAMILIAR			
CONTENIDO: Planos AAPP,AASS y AALL Tercera planta			
Elaboró:	Evaluó:		Fecha:
Pls. D. Eduardo Baeza	EAC/SC/CELL/JOHN FERNANDO MENDOZA		
Tutor de planta:	TAPPE SALAZAR ANDRÉS ROMERO		
	A33		Escala: 1:75

Plano 2 Planos Arquitectonicos







Architectural floor plan of a three-story building. The plan includes the following rooms and dimensions:

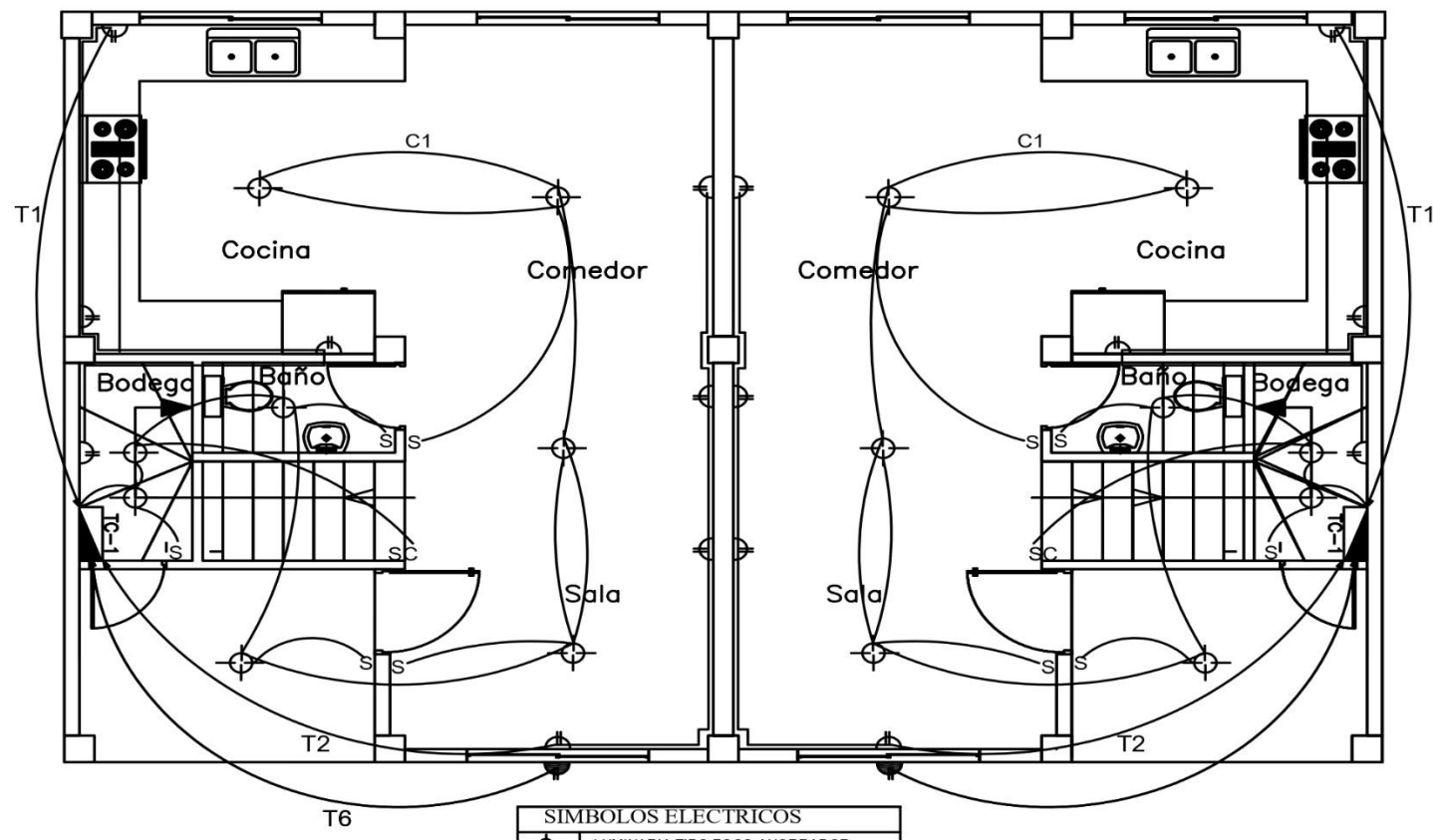
- Sala:** 1.400 x 1.800
- Dormitorio Mayor:** 1.400 x 1.800
- Dormitorio 1:** 1.400 x 1.800
- Cocina:** 1.400 x 1.800
- Area de Lavado:** 1.400 x 1.800

Overall dimensions and other features:

- Building Footprint:** 1.400 x 1.800
- Scale:** 2.00m
- Wind Direction:** N=5.90, N=3.00, N=8.20, N=6.33
- North Arrow:** Indicated at the top right.
- Tree and Figure:** A tree and a person are shown on the left side of the plan.

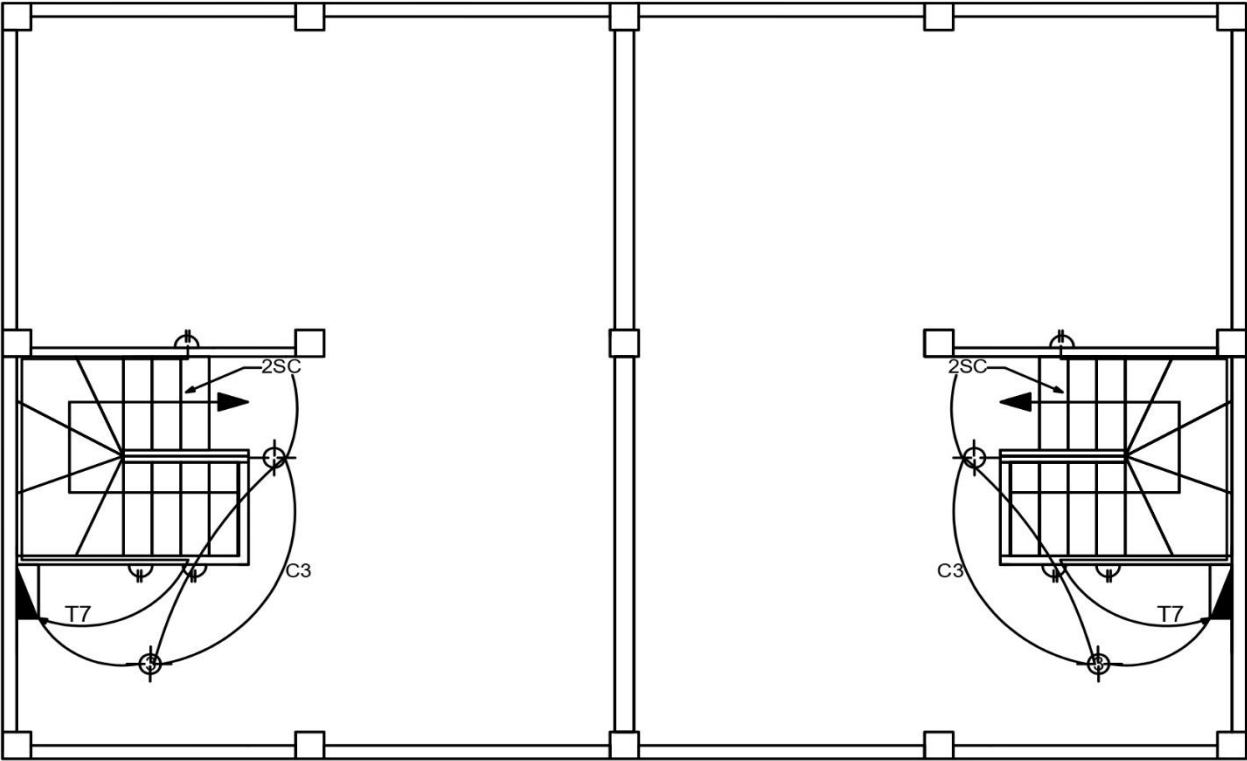
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
VIVIENDA BIFAMILIAR			
CONTENERO Planos arquitectónicos Cortes y Fachadas			
Docente: Ph. D. Eduardo Sauter	Estudiantes: - SACACOMA LLAYAN, FORTIANO HERNÁNDEZ - TAPIE SALAZAR, ALEJO FERNÁNDEZ	Fecha:	
Tutor de planes:		Léxico: A. 3.1	Examen:

Plano 3 Planos Electricos



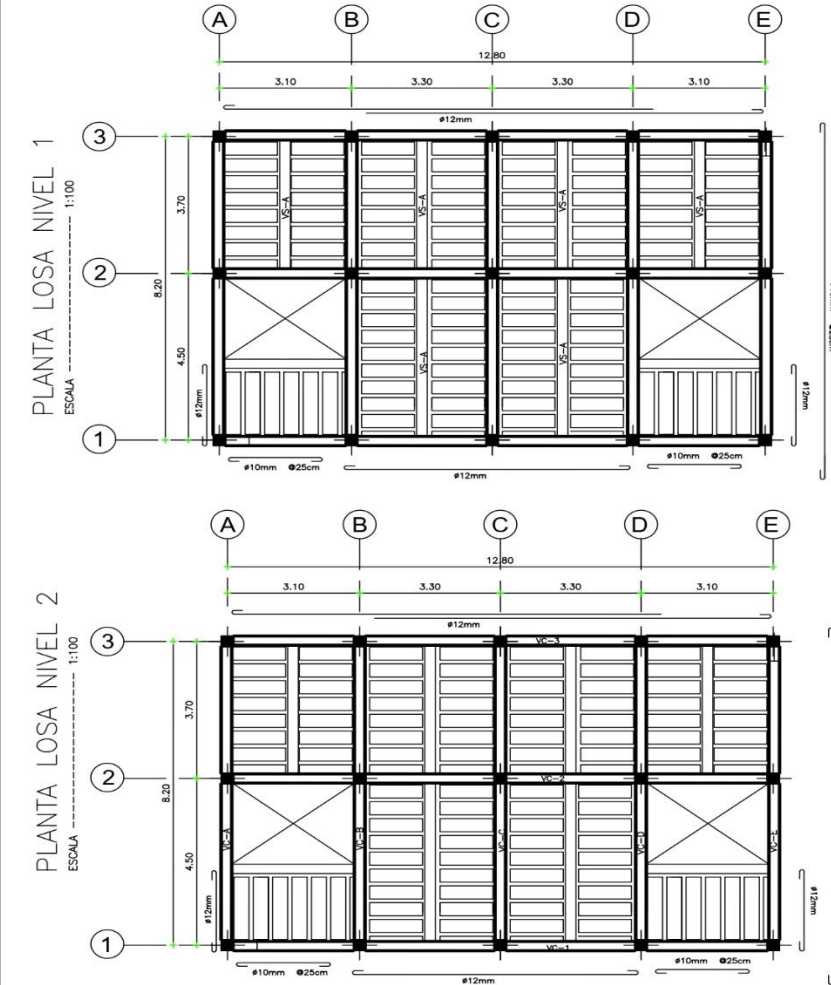
SIMBOLOS ELECTRICOS	
	LUMINARIA TIPO FOCO AHORRADOR
	TOMA CORRIENTE 120W
	TOMA CORRIENTE 220W
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR CONMUTADOR
	CIRCUITO LUMINARIA
	CIRCUITO TOMA CORRIENTE 2#12
	CIRCUITO INTERRUPTOR SIMPLE Y DOBLE
	TABLERO DE CONTROL Breaker (TC)

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CONTENIDO:		Planos Eléctricos Primera planta	
Docente:	Estudiante:	Fecha:	
M. D. Eduardo Neira			
Tutor de planes:	SAUCILLI LUIS OTTE FERRARIS ROBERTO TUTOR SALAS DE ASESORÍA TÉCNICA	Línea:	Hoja:
		A-12	1-18

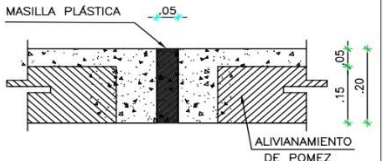


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO			
VIVIENDA BIFAMILIAR			
CORRECCIÓN			
Planos Eléctricos Tercera planta			
DISEÑADO	ELABORADO:		FECHA
Ing. D. Eduardo Soto	• RAQUEL LILIANA FERNANDO RODRIGUEZ		
Título de planes	• YARE SALAS ARISTO FORALDO		
		Láminas	Hoja
		A 33	1 de 58

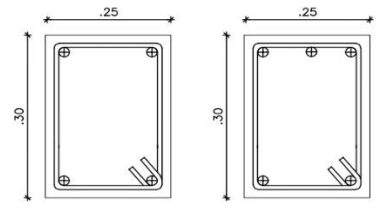
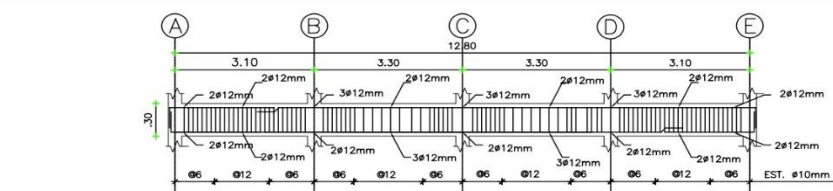
Plano 4 Planos Estructurales



CUADRO DE COLUMNAS		
ESC. 1:100		
TIPO	PRIMER Y SEGUNDO PISO	TERCER PISO
NUMERO	30	8
EJES	A1-B1-C1-D1-E1 A2-B2-C2-D2-E2 A3-B3-C3-D3-E3	A2-B2-D2-E2 A3-B3-D3-E3
NIVEL		
Nr. = +8.26		
Nv. = +5.96		
Nv. = +3.16		
Nv. = 0.16		
SECCION	0.30x0.30	0.25x0.25
ARMADURA VERTICAL	12#16mm	8#16mm
ESTRIBOS	1Est. #10 12cm	1Est. #10 12cm



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO VIVIENDA BIFAMILIAR			
CONTRIBUCIÓN Planos de losa y columnas			
Excmo. Pda. D. Eduardo Quintero	Elaborado por: SACWOLLI ILLIQUIN FERRANDO O REYES YAFER SALAZAR ANDRÉS FERNÁNDEZ	Fecha A 11	Hoja 1 de 1



VIGA EJE1 (P2)
ESCALA ----- H. 1:100
V. 1:50
EL GANCHO EXTREMO DE LAS VARRILLAS DE REFUERZO DOBLAR A 135°

Id	68	cm
l _{ext}	14	cm
l _{dh}	18	cm
Emplame B	88	cm

4#12mm
1EST.#10mm@12cm

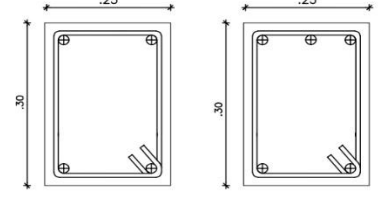
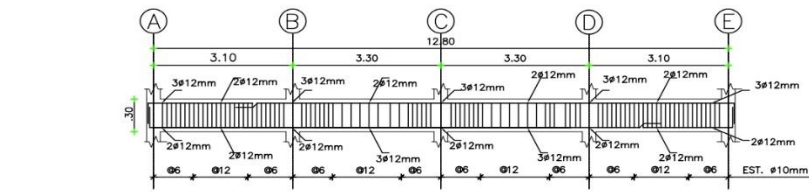
SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10

5#12mm
1EST.#10mm@12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10

5#12mm
1EST.#10mm@12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



VIGA EJE1 (P1)
ESCALA ----- H. 1:100
V. 1:50
EL GANCHO EXTREMO DE LAS VARRILLAS DE REFUERZO DOBLAR A 135°

4#12mm
1EST.#10mm@12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x35
ESCALA-----1:10

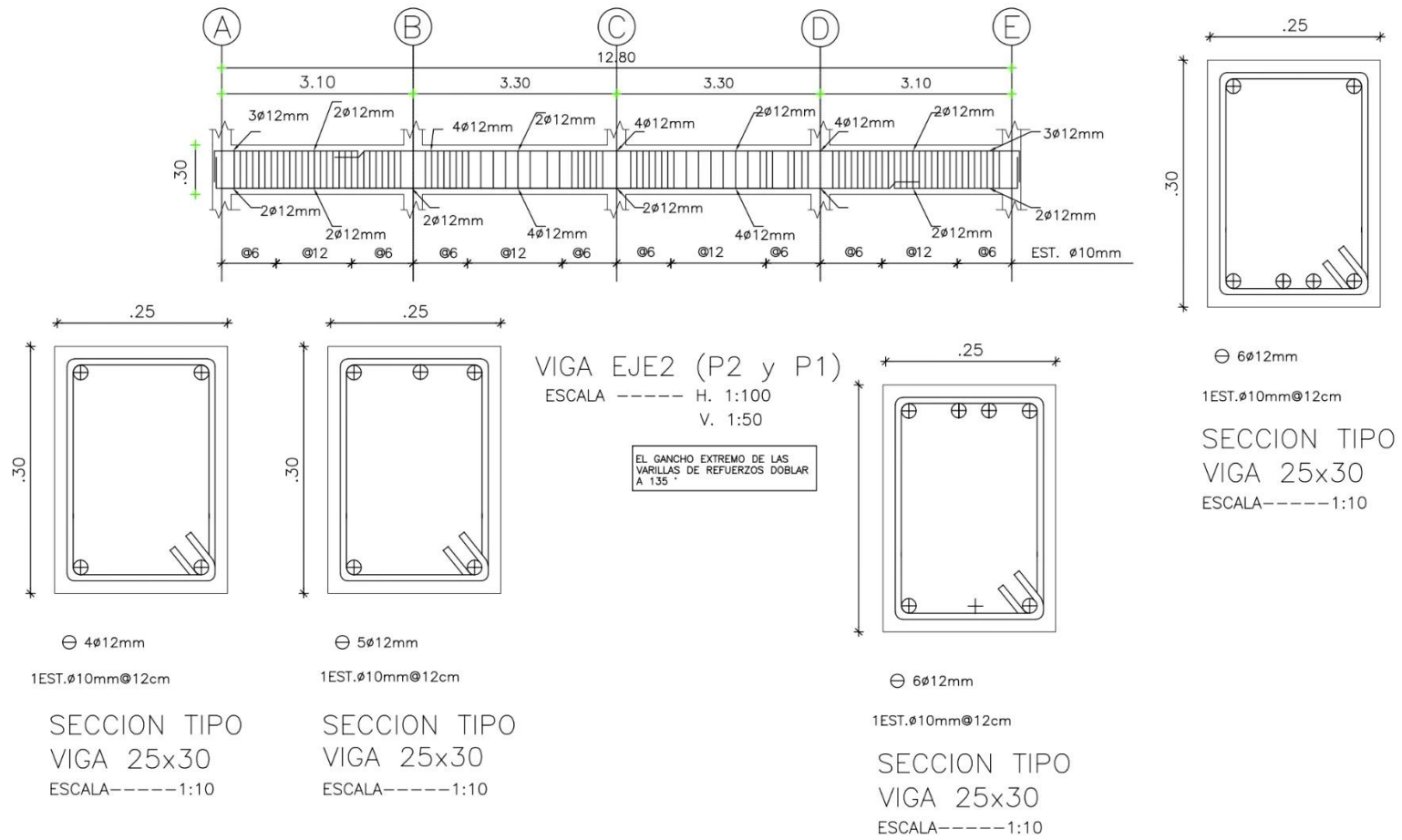
5#12mm
1EST.#10mm@12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x35
ESCALA-----1:10

5#12mm
1EST.#10mm@12cm

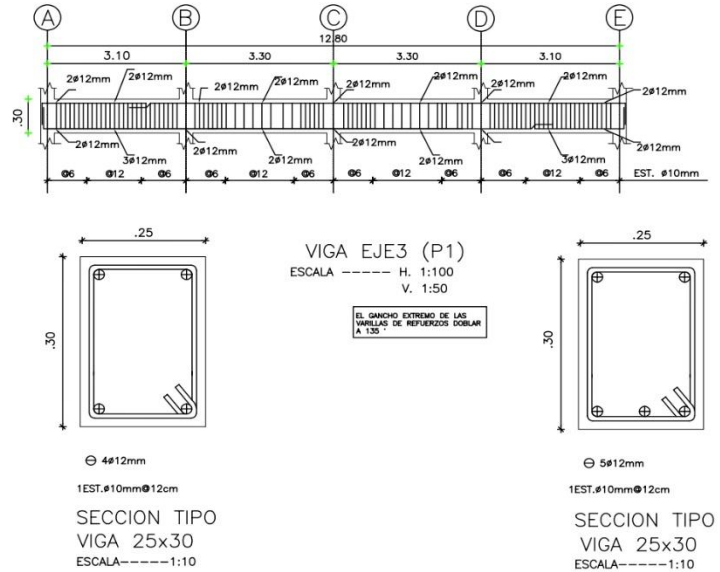
SECCION TIPO
VIGA 25x35
ESCALA-----1:10

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CONTENIDO		Planos Vigas Eje 1 planta 1 y 2	
Diseño	Elaboración	Fecha	
Por: D. Eduardo Sandoz	Por: DAVIDEY LLONCH FERRANDEZ HERNANDEZ	Línea	
Valor de plan	TAPE SALAZAR ASFO RONALDO	A 13	1:100

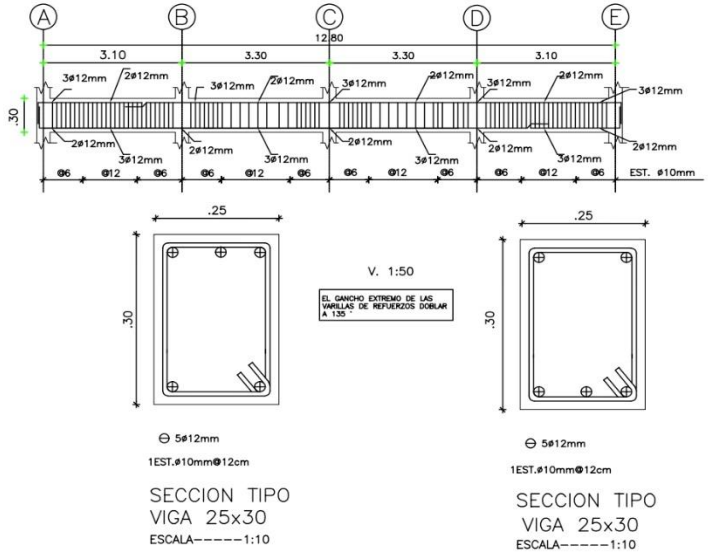


Id	68	cm
l _{ext}	14	cm
l _{dh}	18	cm
Emplame B	88	cm

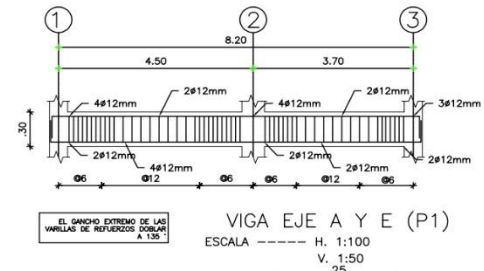
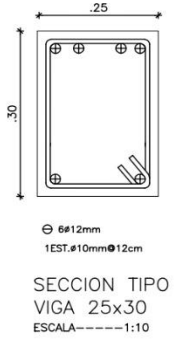
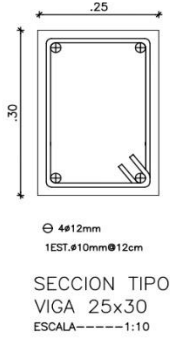
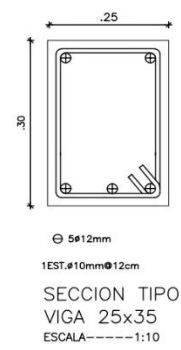
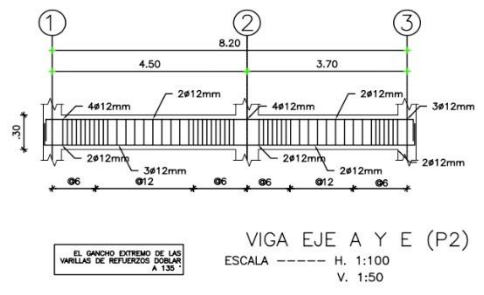
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CONTEENIDO		Planos Vigas Eje 2 planta 1 y 2	
Docente	Estudiante	Fecha	
Ph. D. Eduardo Sotelo	SAUL ESTEBAN ILLIGUIN FERNANDO HERRERO TAYSE SALAS DE ALDO FOMALDO	Lámina A.23	Hoja 1.100



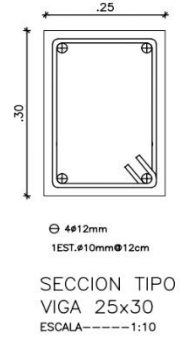
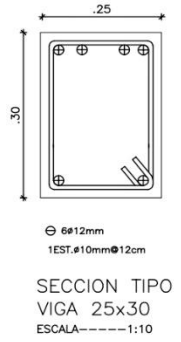
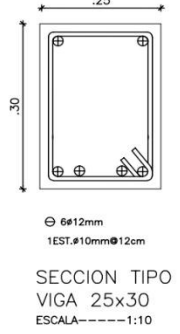
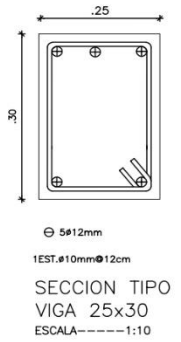
Id	68	cm
l _{ext}	14	cm
ld _h	18	cm
Emplame B	88	cm



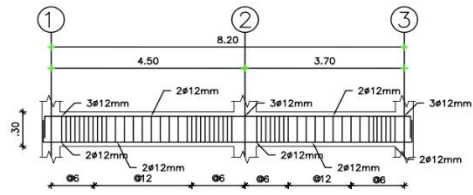
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CONTENIDO		Planos Vigas Eje 3 planta 1 y 2	
Director	Elaborados:	BAQUERILLO LUIS FERNANDO HERRERO YADE SALAZAR ARDO FORALDO	Fecha
Pla. D. Estudio Datos			
Tutor de planta			Láminas A33
			Hoja 1:100



Id	68	cm
Iext	14	cm
Idh	18	cm
Emplame B	88	cm

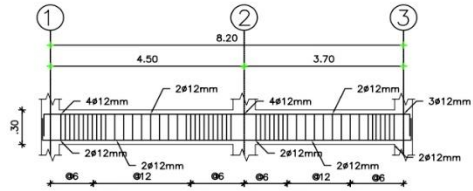


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: VIVIENDA BIFAMILIAR			
CONTENIDO: Planos Vigas Eje A y E planta 1 y 2			
Docente: Ph. D. Eduardo Sosa	Estudiantes: SACUBEL LLORIN FERRANDO ROBERTO TAYE SALASAR ANDRÉ FOMALDO	Fecha:	
Tutor de planta:		Lámina: A 33	Escala: 1:100



EL GANCHO EXTREMO DE LAS VARRILLAS DE REFUERZO DOBLAR A 135°

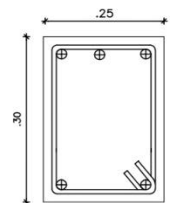
VIGA EJE B Y D (P2)
ESCALA ----- H. 1:100



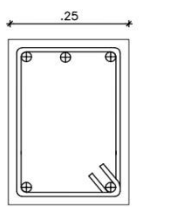
EL GANCHO EXTREMO DE LAS VARRILLAS DE REFUERZO DOBLAR A 135°

VIGA EJE B Y D (P1)
ESCALA ----- H. 1:100
V. 1:50

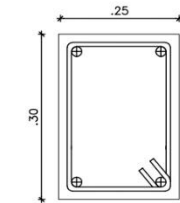
ld	68	cm
l _{ext}	14	cm
ld _h	18	cm
Emplame B	88	cm



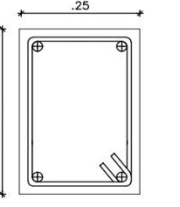
SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



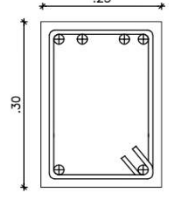
SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10

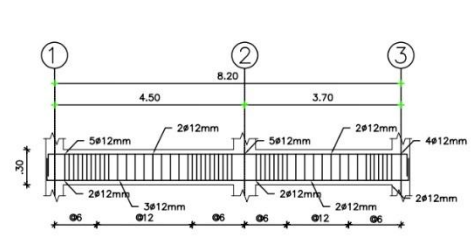


SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



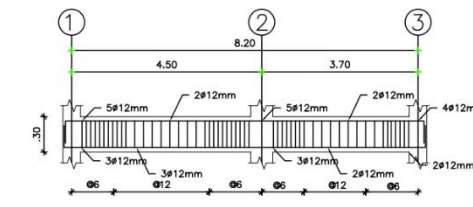
SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO VIVIENDA BIFAMILIAR			
CORRENDIO Planos Vigas Eje B y D planta 1 y 2			
Diseño Pls. D. Eduardo Sotelo	Elaboración: • RAQUEL LLASUN FERRANDO HERRERO • TATY SALAZAR ARDO RONALDO	Folios Láminas A 53	
Tutor de planos		Escala 1:100	



EL GANCHO EXTREMO DE LAS
VARILLAS DE REFUERZO DOBLAR
A 135°

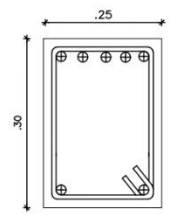
VIGA EJE C (P2)
ESCALA ----- H. 1:100
V. 1:50



EL GANCHO EXTREMO DE LAS
VARILLAS DE REFUERZO DOBLAR
A 135°

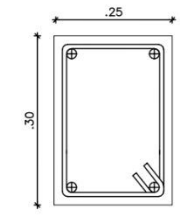
VIGA EJE C (P1)
ESCALA ----- H. 1:100
V. 1:50

Id	68	cm
l _{ext}	14	cm
l _{dh}	18	cm
Emplame B	88	cm



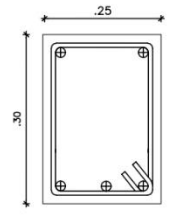
7ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



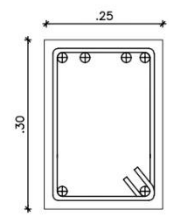
4ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



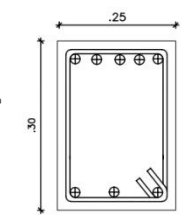
5ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x35
ESCALA-----1:10



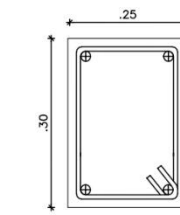
6ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



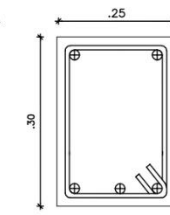
8ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



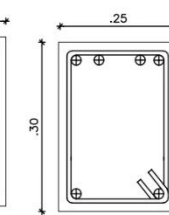
4ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10



5ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

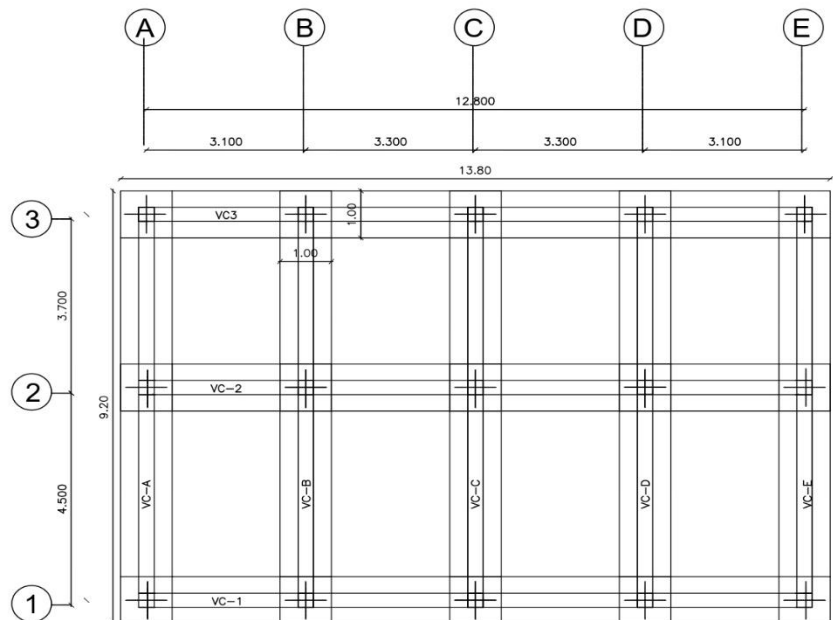
SECCION TIPO
VIGA 25x35
ESCALA-----1:10



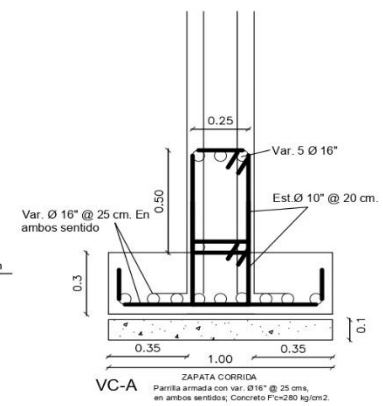
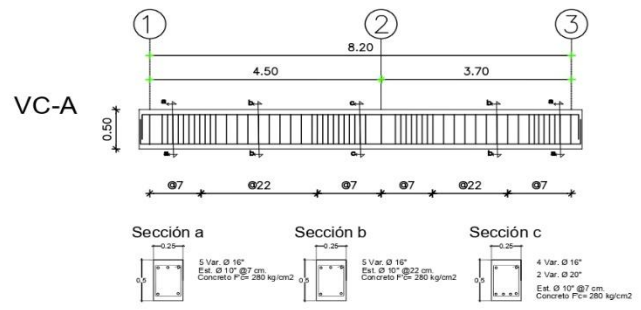
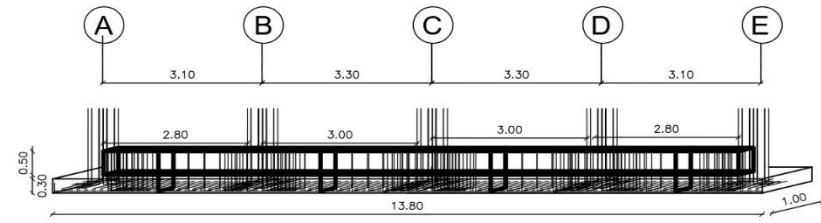
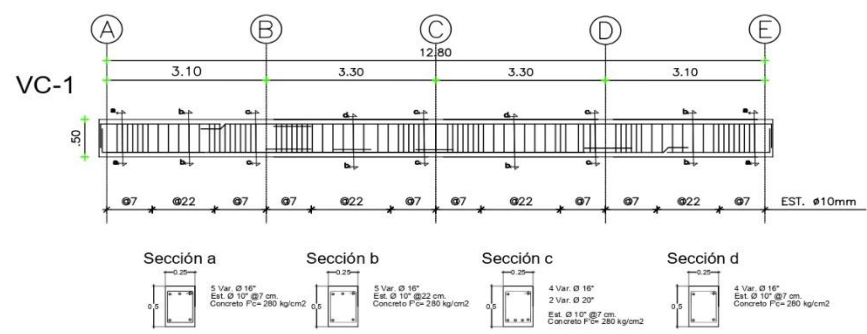
6ø12mm
1EST.ø10mmØ12cm

SECCION TIPO
VIGA 25x30
ESCALA-----1:10

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CONTENIDO:		Planos Vigas Eje C planta 1 y 2	
Diseño:	Elaboración:	Fecha:	
Pls. D. Eduardo Baeza	• SACULLES LEONOR FERNANDO HERIBERTO	Láminas	
Título de planeo	• TAFE SALAZAR ANDRÉS FERNANDO	A.13	Escala 1:100



Zapata corrida



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		VIVIENDA BIFAMILIAR	
CORREND: Planos de Cimentación			
Diseño:	Elaboración:	Fecha:	
Ing. D. Eduardo Sotelo	• DAVID LLOREN FERNANDEZ REINERIO • YARE SALAZAR ARBO ROLDANO	Línea A.11	Escala 1 : 50
Tutor de plaza:			