



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL
EN EL RECINTO LA UNIÓN, CANTÓN DURÁN, PROVINCIA DEL
GUAYAS”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Gabriel Alfonso Gómez Estrada
Marilyn Esther Pacheco Mieleles

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

A mi madre Mariana.

Por siempre brindarme su cariño y velar por mi bienestar, darme la fuerza para seguir en mis objetivos.

A mi padre Alfonso.

Por ser mi ejemplo de coraje y sacrificio, para siempre salir delante de las adversidades.

A mi hermana Mariana.

Por ser mi mejor amiga y siempre cuidarme, a pesar de nuestras diferencias.

A mis tías Carmen y Marcela

Por estar presentes en mi vida de manera incondicional.

Gabriel Alfonso Gómez Estrada

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud para lograr mis objetivos.

A mis padres Elías Pacheco y María Mieles por ser la base fundamental y motivación constante para llegar a la meta propuesta.

A mis hermanos politécnicos, Xavier, Antonio y Janeth por el inmenso apoyo académico que me brindaron en mi vida universitaria.

A mi esposo Kevin Galán por mutuo apoyo brindado durante nuestra formación profesional.

Marilyn Esther Pacheco Mieles

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por ser el pilar de nuestra formación académica.

Al PhD. Miguel Ángel Chávez, por su guía en nuestra vida estudiantil.

Al MSc. Carlos Quishpe, por toda la ayuda a lo largo de nuestro proyecto de titulación.

A nuestra compañera María Auxiliadora, por todo el apoyo brindado.

Gabriel Alfonso Gómez Estrada

Marilyn Esther Pacheco Mieles

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Gabriel Alfonso Gómez Estrada y Marilyn Esther Pacheco Mieles y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Gabriel Alfonso Gómez Estrada

Marilyn Esther Pacheco Mieles

EVALUADORES

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

MSc. Carlos Paul Quishpe Otacoma
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo expone las necesidades habitacionales en el Recinto La Unión del cantón Durán, cuyo propósito es el diseño de viviendas con materiales tradicionales aplicando diseños técnicos con criterios sismo-resistentes con el fin de obtener seguridad a los pobladores y versatilidad arquitectónica a bajo costo.

En el proyecto, luego de realizar los estudios previos, se planteó el uso de materiales como la caña guadua, acero conformado en frío y en caliente, así como el hormigón, además de entrepisos y cubiertas livianas. Para el análisis de los sistemas estructurales, se aplicó normas y códigos AISC, la NEC 2015 y la norma americana ACI-314.

El recinto por su locación cerca de un estuario tiene suelos blandos. El cual fue clasificado como un limo elástico en estudios de laboratorio. Los diseños fueron trabajados en plataformas virtuales como Etabs de la compañía CSI y Revit de la compañía Autodesk, Revit fue una herramienta importante para el uso de secciones en tiempo real, y además fue la base de diseño arquitectónico.

Los diseños cumplieron todos los parámetros técnicos requeridos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Con los cuales se garantiza un sistema funcional de las viviendas propuestas en este proyecto.

Palabras Claves: Viviendas, Diseño, Sismo-resistente, Versatilidad

ABSTRACT

This project exposes the housing needs in the La Union of Durán district, whose purpose is the design of houses with traditional materials applying technical designs with seismic-resistant criteria in order to obtain security for the inhabitants and architectural versatility at low cost.

After carrying out the previous studies, in the project used of materials such as bamboo cane, cold and hot formed steel, as well as concrete, also mezzanines and light roofs was raised. For the analysis of the structural systems, standards and AISC codes were applied, the NEC 2015 and the American standard ACI-314.

La Union community is near an estuary, has soft soils. Which was classified as an elastic slime in laboratory studies. The designs were worked on virtual platforms such as Etabs of the company CSI and Revit of the company Autodesk, Revit was an important tool for the use of sections in real time and was also the basis of architectural design.

The designs met all the technical parameters required by the Ecuadorian Construction Standard. With which a functional system of the homes proposed in this project is guaranteed.

Keywords: Housing, Design, Seismic-resistant, Versatility

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Justificación del problema	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivos Generales	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.5.1.1.2. Posición Ocupacional y Economía.....	10
1.5.1.1.3. Condiciones de Vivienda	11
1.5.1.2. Servicios Básicos.....	14
1.5.1.3. Ubicación.....	14
1.5.2. Descripción Del Medio Físico	17
1.5.2.1. Topografía	17
2. TRABAJO DE CAMPO, LABORATORIO Y GABINETE.....	20
2.1. Estudio Topográfico	20
2.2. Estudio de Suelo	22
2.2.1. Granulometría.....	22
2.2.2. Límites de Atterberg.....	22
2.2.3. Contenido de humedad.....	25
2.2.5. Perforación – Tubo Shelby.....	27
2.2.5.1. Ensayo de compresión simple	27
2.3. Diseño Estructural de la Alternativa de Vivienda	29
2.3.1. Vivienda de Hormigón Armado	29
2.3.2. Vivienda de Caña Guadua	38
2.3.3. Vivienda de Estructura Metálica	44
2.3.3.1. <i>Códigos y normas de referencia</i>	44
2.3.3.2. <i>Descripción de materiales</i>	44
2.4. Estudio de Impacto Ambiental	58
2.4.1. Introducción	58
2.4.2. Objetivos.....	58
2.4.2.1. Objetivo General.....	58
2.4.2.2. Objetivo Específicos	58

2.4.3.	Línea Base Ambiental.....	58
2.4.4.	Actividades en las diferentes fases y recursos afectados	59
2.4.4.1.	Actividades en las diferentes fases.....	59
2.4.5.	Matriz de Impacto Ambiental.....	60
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	94
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
	APÉNDICE A	98
	MEMÓRIA TÉCNICA HORMIGÓN ARMADO	98
A.	MODELO UNIÓN 1.....	99
	APÉNDICE B	146
	MEMÓRIA TÉCNICA SISTEMA DE CAÑA GUADUA	146
B.	MODELO UNIÓN 2.....	147
	APÉNDICE C	173
	MEMÓRIA TÉCNICA ESTRUCTURA METÁLICA.....	173
C.	MODELO UNIÓN 3.....	174
	APÉNDICE D	215
	MEMÓRIA TÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN.....	215
D.	Diseño de cimentación.....	216
	APÉNDICE E	223
	MEMÓRIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	223
E.	Sistema Eléctrico	224
	BIBLIOGRAFÍA	226
	ANEXO	228
	MODELO DE ENCUESTA	228
	ANEXO	232
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	232

ABREVIATURAS

NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASTM	American Society of Testing Materials
AISC	American Institute of Steel Construction
ACI	American Concrete Institute
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
Art	Artículo
R.O	Registro Oficial
TULAS	Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria
SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
Gak	Guadua angustifolia Kunth
FCSH	Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas
CEDESA	Centro de Desarrollo Social Aplicado
NEC-SE-GUADÚA	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2016, Estructura de Caña Guadúa
BDH	Bono de Desarrollo Humano
CP	Cuenta Propia
SEMPLADES	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
AASS	Aguas Servidas
AAPP	Agua Potable
NEC-SE-CG	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, cargas no sísmicas
NEC-SE-CM	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, geotecnia y cimentación
NEC-SE-DS	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, peligro no sísmico
NEC-SE- VIVIENDA	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, vivienda de hasta dos pisos con luces de hasta 5m
H.A	Hormigón Armado
A.E	Acero Estructural
ETABS	Software de análisis y diseño estructural de edificios
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
KSI	Unidades de presión sistema inglés.

SIMBOLOGÍA

m	Metros
kg	Kilogramo
Mpa	MegaPascales
%	Porcentaje
N	Newton
mm	Milímetros
km	Kilómetro
Fa	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto
Fd	Desplazamiento para diseño en roca
Fs	Comportamiento no lineal de los suelos
b	Base
bf	Base del ala
tf	Espesor del ala
h	Espesor del alma
A	Altura
I	Momento de Inercia
S	Módulo de sección
Z	Módulo plástico de sección

E	Módulo de Elasticidad
r	Radio de giro
Pcr	Carga critica de pandeo de la columna
Fcr	Esfuerzo critico o de pandeo
$\phi_c P_n$	Resistencia de diseño para pandeo flexionante (Euler)
ϕ_c	Factor de resistencia debido al pandeo, 0.9
Pn	Resistencia teórica o nominal
s	Ancho de influencia
Cb	Factor de modificación para pandeo torsional lateral
Lp	Longitud entre soportes laterales
Lr	Longitud máxima sin soporte lateral para el estado límite de fluencia
Lb	Longitud máxima sin aporte lateral para el estado límite de pandeo
ho	Distancia entre centroides de las alas
J	Constante torsional
Cw	Constante de alabeo
Mn	Momento resistente nominal
Mp	Momento plástico

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Caña Guadúa entrelazada, Guadalajara, México	6
Figura 1-2 Paredes de Caña Guadua entrelazados, Guadalajara, México	6
Figura 1-3 Paredes de caña guadua entrelazados recubiertas de barro,	6
Figura 1-4 Vivienda de caña, Recinto La Unión.....	11
Figura 1-5 Trono o letrina comunitaria, recinto La Unión	12
Figura 1-6 Desechos en el estero de las letrinas, recinto La Unión	12
Figura 1-7 Poste de energía eléctrica, recinto La Unión	14
Figura 1-8 Mapa de ubicación del Cantón Durán en la Zona 8	15
Figura 1-9 Vista 2D del Recinto La Unión, Cantón Durán, Provincia del Guayas	16
Figura 1-10 Ruta de acceso hacia el recinto La Unión por la Vía Durán-Tambo, entrando por la Garita Produmar.	16
Figura 1-11 Ubicación de Estaciones Hidrometeorológicas por cuencas hidrográficas del Ecuador	18
Figura 2-1 Vista satelital Recinto La Unión con puntos de implantación	21
Figura 2-2 Área y Perímetro del lugar de implantación de las viviendas.....	21
Figura 2-3 Detalle de losa de entrepiso	31
Figura 2-4 Ejemplos de cortes para uniones en Gak.....	43
Figura 2-5 Método de vaciado de mortero en unión de culmos	43
Figura 2-6 Plano Arquitectónico PB - PA.....	48
Figura 2-7 Perfil G – Viga Secundaria	52
Figura 2-8 Perfil IPN 160	53
Figura 2-9 Perfil IPN 100.....	53
Figura 2-10 IPN 120	54
Figura 2-11 Perfil IPN 220	55
Figura 2-12 Placa de anclaje.....	56
Figura 2-13 Posiciones de soldadura	57
Figura 2-14 Símbolos de soldadura.....	57
Figura A-1 Detalle de losa de entrepiso.....	99
Figura A-2 Método del Portal.....	106
Figura A-3 Datos arquitectónicos en planta.....	114
Figura A-4 Especificación bc en columnas	117
Figura A-5 Representación de numero de vinchas en columnas	118

Figura A-6 Representación de correa simplemente apoyada	120
Figura A-7 Momentos actuantes en correas con inclinación.....	121
Figura A-8 Cuantía de vigas y columnas eje 2	136
Figura A-9 Acero requerido para corte vista en planta del nivel 1.....	137
Figura A-10 Separación de estribos	138
Figura A-11 Torsión - Modelo HA.....	139
Figura A-12 Torsión en viguetas - Modelo HA.....	140
Figura A-13 Análisis Estructural de refuerzo a corte. Eje 2.....	142
Figura A-14 capacidad de columna/capacidad viga	144
Figura A-15 Separación de estribos	145
Figura B-1 Esfuerzos Admisibles, FI (MPa), CH=12%.....	147
Figura B-2 Módulos de sección para algunas vigas compuestas	150
Figura B-3Propiedades de Gak 3 culmos	153
Figura B-4 Diagrama de tensión para viga de 3 culmos	157
Figura B-5 Coeficiente de longitud efectiva de columna ke	159
Figura B-6 Inercia de un culmo de GaK	160
Figura B-7 Inercia de 7 culmos de GaK.....	161
Figura B-8 Máximo esfuerzo a tensión axial en columnas de GaK.....	163
Figura B-9 Material GaK ingreso a Etabs	166
Figura B-10 Ingreso de material hormigon $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ingreso a Etabs	167
Figura B-11 Secciones ingresadas por medio de SD section a Etabs	167
Figura B-12 Patrones de cargas en estructura Gak.....	168
Figura B-13 Combinaciones de cargas, basadas en NEC-SE-CG	168
Figura B-14 Deflexiones de entrepiso, modelo Unión 2.....	169
Figura C-1 Condiciones de extremo, vista en elevación	193
Figura C-2 Condiciones de extremo, vista en planta.	194
Figura C-3 Longitudes de las vigas en el punto B	194
Figura C-4 Nomograma para ladeo no impedido o no arriostrado para eje X.....	195
Figura C-5 Nomograma para ladeo no impedido o no arriostrado para eje Y	198
Figura C-6 Valores de m	202
Figura C-7 Diagrama de soldaduras A y B	206
Figura C-8 Modelado en 3d – Estructura Metálica.....	210
Figura C-9 Vista en planta – Nivel 1	211
Figura C-10 Vista en planta – Nivel 2.....	211

Figura C-11 Análisis de esfuerzos en vigas y columnas.....	212
Figura C-12 Máximos desplazamientos por pisos	213
Figura C-13 Máximas derivas por pisos	214
Figura D-1 Descripción de proceso de prueba de resistencia.....	216
Figura D-2 Dimensiones propuestas para cimentación en suelo duro	217
Figura D-3 Dimensiones propuestas para cimentación en suelo compactado	217
Figura D-4 Dimensiones propuestas para cimentación en suelo blando	218
Figura D-5 Dimensión propuesta para cimentación, zapata corrida.....	218
Figura D-6 Nivelación de columna y vigas de amarre.....	219
Figura D-7 Detalles de piso y cimentación.	219
Figura D-8 Detalle de cimientado de Gak en sobrecimiento	221
Figura D-9 Detalle de conexión de cimientado y plinto, estructura GaK	222
Figura D-10 Anclaje mediante varillas de acero	222
Figura E-1 Diagrama Unifilar del Panel de Distribución	225

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Densidad Poblacional Recinto La Unión.....	9
Tabla 1-2 Ingresos de los habitantes del Recinto La Unión.....	10
Tabla 1-3 Pertenencia de Vivienda en el Recinto la Unión.....	12
Tabla 1-4 Tipo de Vivienda en el Recinto la Unión.....	13
Tabla 1-5. Datos de la Estación Meteorológica Guayaquil (U. ESTATAL), INAMHI.....	19
Tabla 1-6. Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm).....	19
Tabla 1-7. Valor pluviométrico total anual 2012 (mm).....	19
Tabla 2-1 Coordenadas UTM.....	21
Tabla 2-2 Granulometría.....	22
Tabla 2-3 Datos de ensayo - Límite Líquido.....	23
Tabla 2-4 Datos de ensayo – Límite Plástico.....	23
Tabla 2-5 Límites de Atterberg.....	23
Tabla 2-6 Datos Contenido de Humedad.....	25
Tabla 2-7 Resultado Contenido de Humedad.....	25
Tabla 2-8 Datos Peso Unitario.....	25
Tabla 2-9 Resultado Peso Unitario.....	25
Tabla 2-10 Ensayo de Consolidación.....	26
Tabla 2-11 Resumen de coeficiente de consolidación.....	27
Tabla 2-12 Curva Carga Y Descarga.....	28
Tabla 2-13 Resultados Compresión Simple.....	27
Tabla 2-14 Ensayo de Compresión Simple.....	28
Tabla 2-15 Determinación de cargas para losa nervada.....	31
Tabla 2-16 Resumen de cargas.....	32
Tabla 2-17 Factores de sismo.....	32
Tabla 2-18 Factores para Estructura de H.A.....	32
Tabla 2-19 Periodos sísmicos.....	33
Tabla 2-20 Resumen de cargas de diseño.....	33
Tabla 2-21 Distribución de fuerzas laterales en estructura.....	34
Tabla 2-22 Dimensiones y Armado de Columna Nivel 1.....	34
Tabla 2-23 Dimensión y Armado de Viga Nivel 1 eje 2 (central).....	35
Tabla 2-24 Dimensiones y Armado de Columna Nivel 2.....	35
Tabla 2-25 Dimensiones y Armado de Vigas Nivel 1 y 2.....	35

Tabla 2-26 Dimensiones de Columna Cubierta	35
Tabla 2-27 Dimensiones de Correas Cubierta.....	35
Tabla 2-28 Detalles para Diseño de Losa.....	36
Tabla 2-29 Cargas de Diseño de Losa	36
Tabla 2-30 Propiedades de los materiales, cuantías y áreas mínimas	36
Tabla 2-31 Resumen de cargas actuantes en la losa	36
Tabla 2-32 Acero de refuerzo Losa	37
Tabla 2-33 Refuerzo secundario por temperatura	37
Tabla 2-34 Separación para refuerzo secundario por temperatura.....	37
Tabla 2-35 Resumen de Cargas	39
Tabla 2-36 Resumen de cargas por piso.....	39
Tabla 2-37 Factores para Estructura GaK.....	40
Tabla 2-38 Periodos del Espectro	41
Tabla 2-39 Arreglo Estructural.....	42
Tabla 2-40 Cargas Vivas para la vivienda	45
Tabla 2-41 Cargas Muertas para la vivienda	45
Tabla 2-42 Cargas por piso.....	46
Tabla 2-43 Combinaciones de carga.....	46
Tabla 2-44 Factores aplicados para el diseño	47
Tabla 2-45 Fuerzas laterales sísmicas	48
Tabla 2-46 Factores Matriz Magnitud	63
Tabla 2-47 Factores de Matriz VIA	63
Tabla 2-48 Matriz Intensidad – Fase Construcción.....	64
Tabla 2-49 Matriz Extensión – Fase Construcción	65
Tabla 2-50 Matriz Duración – Fase Construcción.....	66
Tabla 2-51 Matriz Bondad De Impacto – Fase Construcción.....	67
Tabla 2-52 Matriz Magnitud de Impacto – Fase Construcción	68
Tabla 2-53 Matriz Reversibilidad – Fase Construcción.....	69
Tabla 2-54 Matriz Riesgo – Fase Construcción	70
Tabla 2-55 Matriz VIA – Fase Construcción	71
Tabla 2-56 Matriz Rango de Significancia – Fase Construcción.....	72
Tabla 2-57 Matriz Intensidad – Fase Operación.....	73
Tabla 2-58 Matriz Extensión – Fase Operación.....	74
Tabla 2-59 Matriz Duración – Fase Operación	75

Tabla 2-60 Matriz Bondad de Impacto – Fase Operación.....	76
Tabla 2-61 Matriz Magnitud de Impacto – Fase Operación	77
Tabla 2-62 Matriz Reversibilidad – Fase Operación	78
Tabla 2-63 Matriz Riesgo – Fase Operación	79
Tabla 2-64 Matriz VIA - Fase Operación	80
Tabla 2-65 Matriz Rango de Significancia - Fase Operación	81
Tabla 2-66 Matriz Intensidad - Fase Demolición.....	82
Tabla 2-67 Matriz Extensión - Fase Demolición	83
Tabla 2-68 Matriz Duración - Fase Demolición.....	84
Tabla 2-69 Matriz Bondad de Impacto - Fase Demolición	85
Tabla 2-70 Matriz Magnitud de Impacto - Fase Demolición	86
Tabla 2-71 Matriz de Reversibilidad - Fase Demolición.....	87
Tabla 2-72 Matriz de Riesgo - Fase Demolición	88
Tabla 2-73 Matriz VIA - Fase Demolición	89
Tabla 2-74 Matriz Rango de Significancia - Fase Demolición.....	90
Tabla 3-1 Ponderación de elección de alternativa	94
Tabla 3-2 Criterio de valoración de las viviendas	95
Tabla 3-3 Presupuesto Referencial	95
Tabla A-1 Resumen de Cargas Gravitacionales.....	100
Tabla A-2 Resumen de cargas de diseño.....	100
Tabla A-3 Distribución de fuerzas laterales en estructura.....	101
Tabla A-4 Altura mínima de viga no presforzada	102
Tabla A-5 Resumen de cargas sin Wdd	104
Tabla A-6 Cargas tributarias de Nivel 1	104
Tabla A-7 Momentos y Cortantes de Nivel 1	105
Tabla A-8 Cargas tributarias de Nivel 2.....	105
Tabla A-9 Momentos y Cortantes de Nivel 1	105
Tabla A-10 Resumen de Cortante y Momento Sísmico	106
Tabla A-11 Resumen de cortantes y momentos de la estructura	107
Tabla A-12 Resumen cortantes y momentos de diseño	107
Tabla A-13 Datos arquitectónicos de planta	114
Tabla A-14 Cargas de entre piso con wpp.....	115
Tabla A-15 Cargas de prediseño.....	115
Tabla A-16 Dimensiones y Armado de columna.....	116

Tabla A-17 Comprobación de cuantía y espaciamientos en columna 25x25	116
Tabla A-18 Confinamiento en columna 25x25	117
Tabla A-19 Dimensiones y Armado de columna 20x20	118
Tabla A-20 Comprobación de cuantía y espaciamientos en columna 20x20	119
Tabla A-21 Confinamiento en columna 25x25	119
Tabla A-22 Cargas de diseño de correas tipo G	120
Tabla A-23 Propiedades de Perfiles G	121
Tabla A-24 Selección de perfil G, por esfuerzo.	122
Tabla A-25 Cargas para diseño estructural con software, niveles	122
Tabla A-26 Cargas para diseño estructural con software, cubierta	122
Tabla A-27 Área de acero requerido y refuerzo de vigas en tramos 1 y 2, eje 2.....	135
Tabla B-1 Módulos de elasticidad, EI (MPa), CH=12%	147
Tabla B-2 Características de Gak.....	148
Tabla B-3 Esfuerzo a la flexión modificado vigas	151
Tabla B-4 Verificación de esfuerzos para culmos de GaK.....	151
Tabla B-5 Esfuerzo admisible para corte modificado.....	152
Tabla B-6 Verificación de corte para 2 culmos	152
Tabla B-7 Verificación de corte para 2 culmos	153
Tabla B-8 Esfuerzo admisible para aplastamiento modificado.....	155
Tabla B-9 Datos para evaluación del esfuerzo por aplastamiento	155
Tabla B-10 Esfuerzo de tensión modificado	156
Tabla B-11 Revisión de esfuerzo de tensión	157
Tabla B-12 Esfuerzo de compresión modificado	162
Tabla B-13 Revisión de esfuerzo de compresión	163
Tabla B-14 Esfuerzo de Flexión modificado columnas	164
Tabla B-15 Comprobación de deflexiones en Nivel 1	168
Tabla B-16 Comprobación de deflexiones en Cubierta.....	169
Tabla C-1 Datos VS Predimensionamiento	174
Tabla C-2 Datos Prediseño VPX-N1	175
Tabla C-3 Datos Prediseño VPX-N2	175
Tabla C-4 Datos Prediseño VPY-N1	176
Tabla C-5 Datos Prediseño VPY-N2	177
Tabla C-6 Valores de Factores de Fluencia y Tensión Probables para las planchas de los aceros ASTM A36, A572 Gr.50 y A588 Gr.50.....	178

Tabla C-7 Valores de Diseño de conexiones soldadas de doble ángulo	207
Tabla E-1 Planilla de Panel de Distribución	224
Tabla E-2 Cálculo de carga al Panel de Distribución	224

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1-1 Proceso del Proyecto.....	8
Gráfica 1-2 Densidad Poblacional en el Recinto La Unión	10
Gráfica 1-3 Ingresos de los habitantes del Recinto La Unión	11
Gráfica 1-4 Pertenencia de Vivienda en el Recinto La Unión	13
Gráfica 1-5 Tipo de Vivienda en el Recinto La Unión	13
Gráfica 2-1 Límite Líquido	24
Gráfica 2-2 Clasificación de Suelos Finos	24
Gráfica 2-3 Curvas en escala SemiLog Asentamiento vs Tiempo	27
Gráfica 2-4 Curva Carga y Descarga	28
Gráfica 2-5 Espectro de Respuesta Vivienda Hormigón.....	33
Gráfica 2-6 Espectro de Respuesta Vivienda Caña Guadua	41
Gráfica 2-7 Espectro de Respuesta Vivienda Metálica	47

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El cantón Durán cuenta con aproximadamente 235.800 habitantes; posee el 2.1% de zona rural, y presenta el 67.8% de pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), según Censo de Población y Vivienda, (2010). El Recinto La Unión se encuentra inmerso en las cifras anteriormente mencionadas, debido al déficit de vivienda.

Actualmente, los hogares del recinto presentan condiciones precarias, debido a falta de comodidades como servicios básicos y vías de acceso. Estas condiciones encarecen los proyectos habitacionales de ciudadanos con limitados recursos económicos cuyas viviendas construidas sin técnicas ni materiales adecuados presentan fallas estructurales que ponen en riesgo la integridad de los pobladores.

En este estudio se determina características físico-ambientales del área del proyecto para analizar alternativas de viviendas sismo-resistentes con materiales de calidad, siguiendo normas y métodos constructivos que garantizan seguridad y calidad de vida a los habitantes.

1.1. Descripción del problema

El sector denominado Recinto La Unión, área elegida para realizar el presente proyecto de diseño para la construcción de viviendas de interés social, se ubica en el cantón Durán, de la provincia del Guayas. La carencia de planes habitacionales y escasez de recursos económicos, impulsan a la población a realizar construcciones informales cuyas consecuencias presentan fallas estructurales debido al desconocimiento de buenos materiales de construcción y criterio sismo-resistente.

La situación de la población se agravó por el evento sísmico de abril del año 2016, la cual afectó principalmente a viviendas de hormigón, lo que motiva a los ciudadanos a emprender trabajos de reconstrucción y rediseño con la respectiva asesoría técnica.

1.2. Justificación del problema

La investigación tiene el propósito de entregar a la comunidad diseños técnicos de viviendas que cumplan con criterios sismo-resistentes con el fin de garantizar la seguridad de los pobladores del recinto y con ello el mejoramiento de la calidad de vida.

La trascendencia social de la ejecución del diseño propuesto tendrá un alcance de 601 ciudadanos que se beneficiarán del diseño técnico validado a través de una fundamentación teórico-práctica aplicada a un problema real.

En este proyecto se propondrá el uso de materiales como caña guadua, hormigón y perfiles metálicos, que han probado su eficacia en entornos similares. Con este diseño se puede lograr mejoras arquitectónicas y de infraestructuras apropiadas al clima de la región y de la comunidad que se encuentra ubicada en el estuario del Río Guayas.

Un aporte teórico del proyecto reside en la versatilidad del diseño y los materiales propuestos que podrán ser replicados a distintos contextos con similares condiciones climáticas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivos Generales

Diseñar viviendas sismo-resistentes a bajo costo para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Recinto La Unión.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características físico-ambientales del área de influencia del proyecto estableciendo parámetros para el diseño proyectado.
- Proponer un diseño de viviendas sismorresistentes garantizando la seguridad de los habitantes ante eventos telúricos.
- Proyectar tres alternativas de viviendas con materiales de caña guadua, hormigón y perfiles metálicos, estableciendo la propuesta más viable para la resolución del problema.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Base Conceptual

1.4.1.1. La Vivienda

Según el Arq. Haramoto E. (1994), expresa que la vivienda no es sólo la unidad que acoge a la familia, sino que es un sistema integrado por el suelo, la infraestructura y servicios. Su peculiaridad se basa aspectos ambientales, así como el ámbito funcional, espacio y uso de materiales.

La vivienda se entiende como un bien que satisface necesidades de la población, ya que contribuye ante eventos climáticos, interrelación social, desarrollo familiar y mejora de estándares sociales. Además, la vivienda debe interpretarse por dos

puntos de vista: a partir de la función que cumple como satisfactor de necesidades humanas y desde las características físicas que la adecúan.

1.4.1.2. Vivienda de interés social

En el Ecuador, según la Constitución de la República (2008), indica el art. 375 que se garantizará el derecho al hábitat y a la vivienda digna, para lo cual se desarrollará planes y programas de financiamiento para vivienda de interés social. Además, según el art. 376 establece que: *“Para hacer efectivo el derecho a la vivienda, al hábitat y a la conservación del ambiente, las municipalidades podrán expropiar, reservar y controlar áreas para el desarrollo futuro”*.

En este sentido se entiende por vivienda de interés social a aquellas que se fomentan con énfasis para ejercer el derecho a la vivienda en personas de escasos recursos económicos.

1.4.1.3. Déficit de Vivienda

El déficit de vivienda se orienta al conjunto de necesidades insatisfechas de la población en el ámbito habitacional. El déficit puede ser estimado por el crecimiento demográfico y el deterioro de las viviendas. Este efecto no es consecuencia del desajuste en la industria constructiva o de diseño en la producción de viviendas; sino más bien influye en indicadores económicos como el empleo y los niveles de ingreso que impiden a la población acceder a la adquisición de una vivienda y sus componentes: terreno, materiales de construcción, mano de obra, financiamiento.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo, clasifica el déficit habitacional en: Déficit Cualitativo y Déficit Cuantitativo.

- El déficit cualitativo hace referencia a las viviendas que poseen insuficiencia en materialidad, espacio y servicios, por lo cual se requiere mejorar las condiciones habitacionales de estas.
- El déficit cuantitativo estima la cantidad de viviendas que la sociedad debe construir o incrementar para que exista una relación uniforme entre las viviendas adecuadas y los hogares que las necesitan.

1.4.2. Marco Legal del Estudio Ambiental

El estudio de Impacto Ambiental correspondiente al Diseño para Construcción de Viviendas de Interés Social que se realizó acatando leyes, reglamentos y ordenanzas nacionales y municipales vigentes en el Ecuador aplicables a este proyecto ubicado en el Recinto La Unión del Cantón Durán. El marco legal comprende las siguientes normas:

Constitución de la República del Ecuador (R.O. N°449 publicada el 20 de octubre del año 2008)

La Constitución Política de la República del Ecuador, establece regulaciones y obligaciones sobre el medio ambiente, que tienen aplicación al proyecto. Se hará referencia a los siguientes artículos: art 14, art. 15, art. 71, art. 72, art. 73, art. 74, art. 88 y art. 396. En síntesis, estos artículos reconocen el derecho a las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice el buen vivir y no destrucción de ecosistemas. Además, el estado garantizará un modelo sustentable desarrollo que conserve la biodiversidad y la capacidad de generaciones presentes y futuras. (Constitución de la República del Ecuador, 2018).

Ley de Gestión Ambiental (R.O. N°245 publicada el 10 de julio del año 1999)

Esta presente ley se tomó como referencia los siguientes artículos: art.5, art. 19, art. 20 y art. 28, el cual determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores públicos y privados en la gestión ambiental además de señalar los límites permisibles, controles y sanciones ocasionados en el ambiente.

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria

El TULAS, en su LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL, reglamenta el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), y establece el Sub Sistema de Evaluación Ambiental, en donde se estipulan los lineamientos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental.

Anexos del LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL, “Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos”, establece las regulaciones para el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos, cuyas normas aportan en la prevención y control de la contaminación de los recursos aire, agua y suelo; y para la preservación, mejoramiento y restauración del ambiente.

Otras Leyes y Reglamentos

Ley Orgánica de Régimen Municipal

Ley de Tránsito y Transporte Terrestre

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores

Reglamento de Seguridad de la Construcción y Obras Públicas, Publicado en el Registro Oficial N°.253 de fecha 9 de febrero de 1998, tiene aplicación en la etapa de construcción del proyecto.

Instructivo para el Proceso de Licenciamiento Ambiental.

La Ley de Gestión Ambiental sobre la Participación Social se regula en el Decreto Ejecutivo 1040 establece según el artículo 6 lo siguiente:

“La participación social tiene por objetivo el conocimiento, la integración y la iniciativa de la ciudadanía para fortalecer la aplicación de un proceso de evaluación de impacto ambiental y disminuir sus márgenes de riesgo e impacto ambiental”.

1.4.3. Materiales

1.4.3.1. Caña Guadua

La caña Guadua angustifolia Kunth (Gak) es una especie de bambú que crece en regiones tropicales y sus tallos pueden alcanzar alturas de 30m. Posee propiedades estructurales, considerando la relación peso – resistencia, siendo este comparado con el acero favoreciendo la capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016).

La Gak es un material comúnmente utilizado por habitantes de asentamientos marginales debido a su bajo costo, fácil manejo y acceso asequible. Las construcciones de caña son realizadas en su mayoría de manera tradicional, sin supervisión técnica, desconociendo las bondades y beneficios del material, así como sus características físicas y mecánicas.

Este material tiene mucha versatilidad, la misma que se plasma en varias técnicas. Como, por ejemplo, marcos de caña entrelazados, formando paredes y recubiertos de una masa blanda compacta.

Las siguientes imágenes fueron tomadas José Tomás Franco, Arquitecto de la Pontificia Universidad Católica de Chile en un proyecto de un centro comunitario con caña guadua, desarrollado en Barranca de Huentitán, Guadalajara, México.



Figura 1-1 Caña Guadúa entrelazada, Guadalajara, México

Fuente: Franco, J. (2015). <https://www.archdaily.com>



Figura 1-2 Paredes de Caña Guadua entrelazados, Guadalajara, México

Fuente: Franco, J. (2015). <https://www.archdaily.com>



Figura 1-3 Paredes de caña guadua entrelazados recubiertas de barro, Guadalajara, México

Fuente: Franco, J. (2015). <https://www.archdaily.com>

1.4.3.2. Fibro-Cemento

Es un material prefabricado compuesto por la mezcla de cemento reforzado con fibras orgánicas y agregados naturales que no contienen fibras de asbesto, permitiendo ser un material estable y resistente. El fibrocemento se lo puede utilizar para fachadas, recubrimiento de fachadas, muros interiores, entrepiso con cargas vivas iguales o menores a 250kg/m² y cubiertas.

Ventajas

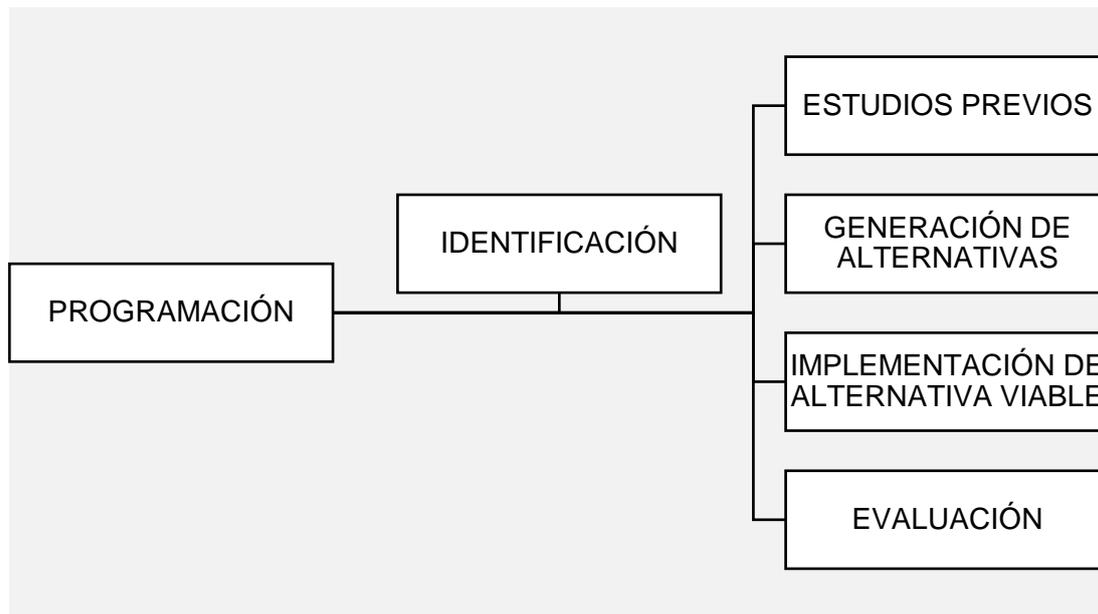
- Resistente a la humedad
- Resistente al impacto y a la flexión
- Fácil de trabajar, instalar y terminar
- Resistente a plagas y roedores
- No propaga llama ni humo
- No se deforma

1.5. Metodología

Según la metodología propuesta en el proyecto de Diseño para la Construcción de Viviendas de Interés Social, se estableció una serie de actividades encaminadas a alcanzar objetivos. En dicho proyecto se determinó lo que hay que hacer, como hacerlo y a su vez se ejecutó acciones específicas que conllevaron al producto final.

El proceso del proyecto se comprendió en 6 etapas:

- 1) Programación
- 2) Identificación
- 3) Estudios Previos
- 4) Generación de Alternativas
- 5) Implementación de Alternativa Viable
- 6) Evaluación



Gráfica 1-1 Proceso del Proyecto

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Para cada etapa se considera la siguiente definición:

1. Programación

En esta etapa se establecieron los objetivos que se esperó lograr con el proyecto, además se crearon áreas sectoriales y temáticas prioritarias.

2. Identificación

Se refiere a la etapa en la que se analizó los problemas, necesidades e intereses del lugar donde se implantó el proyecto. Asimismo, se identificaron posibles soluciones e ideas que permitan resolver la problemática.

3. Estudios Previos

Es la fase donde se realizaron los estudios pertinentes para la realización del proyecto, la cual abarcó el estudio de suelo, topografía y evaluación de impacto ambiental.

4. Generación de Alternativas

Al evaluarse el suelo y el entorno topográfico, se procedió a generar tres alternativas de diseño de viviendas de interés social, tomando en cuenta los materiales y arquitectura con parámetros sismorresistentes para garantizar seguridad a los pobladores. Cabe indicar que en esta fase se realizó un análisis de precio unitario para cada alternativa.

5. Implementación de Alternativa Viable

En este tema se adoptó la alternativa más viable que permita satisfacer las necesidades identificadas, fue elegida la opción que presentó una mejor factibilidad técnica y económica. Al finalizar esta etapa se desarrolló los planos estructurales y arquitectónicos pertinentes.

6. Evaluación

El objetivo de esta fase fue demostrar que los objetivos planteados al inicio del proyecto se cumplieron con exactitud y, además, se elaboró análisis de resultados y recomendaciones obtenidos del diseño.

1.5.1. Levantamiento de Información

1.5.1.1. Estudio Socioeconómico

Los siguientes datos fueron tomados del Estudio Socioeconómico del Recinto La Unión elaborado por la Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FCSH) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), fue llevado a cabo por Loretta Moreira Cuadros, Msc. Directora de CEDESA.

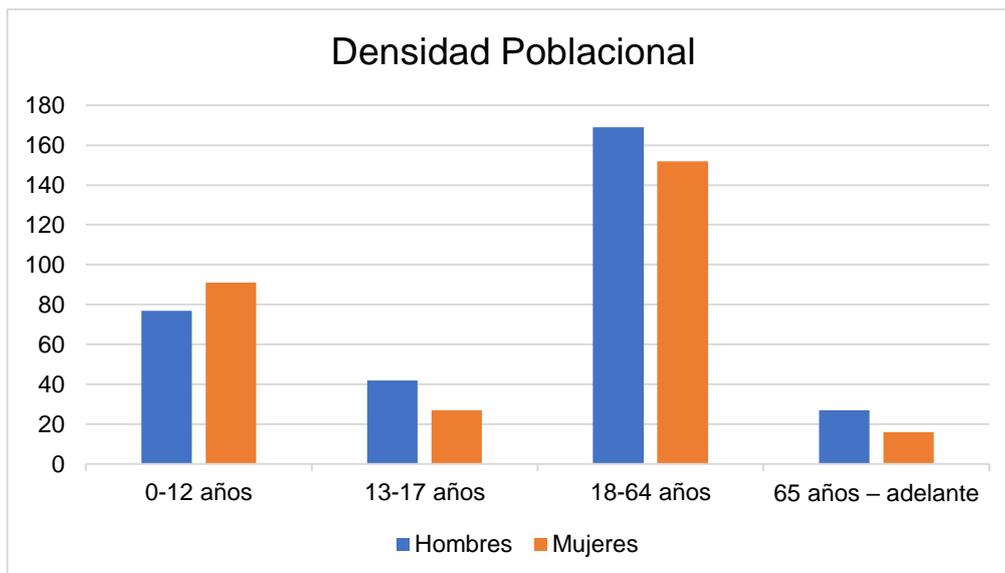
1.5.1.1.1. Datos Habitacionales

Según censo poblacional realizado el 11 de marzo del 2017, se determinó que el Recinto La Unión cuenta con 601 habitantes en 142 viviendas censadas.

Tabla 1-1 Densidad Poblacional Recinto La Unión

Población	Hombres	Mujeres	Total
0-12 años	77	91	168
13-17 años	42	27	69
18-64 años	169	152	321
65 años – adelante	27	16	43
Total	315	286	601

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017



Gráfica 1-2 Densidad Poblacional en el Recinto La Unión

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017

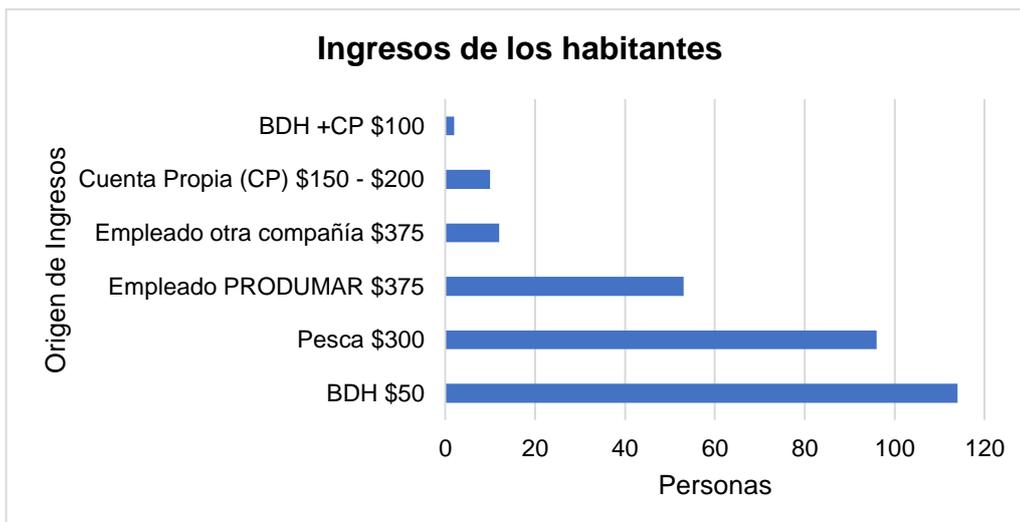
1.5.1.1.2. Posición Ocupacional y Economía

En cuanto a la posición ocupacional se estableció que, del total poblacional, 315 tienen una actividad incluyendo a trabajadoras del hogar sin remuneración. La población restante, 286 no realiza ninguna labor por ser adulto mayor, desempleado y menor de edad. Según la encuesta realizada 116 habitantes reciben el Bono de Desarrollo Humano, 10 trabajan por cuenta propia con microemprendimientos, 96 se dedican a la pesca, 12 laboran en otras compañías y 53 son empleados de Produmar S.A.

Tabla 1-2 Ingresos de los habitantes del Recinto La Unión

Ingresos	
Origen	Personas
BDH \$50	114
BDH +CP \$100	2
Cuenta Propia (CP) \$150 - \$200	10
Pesca \$300	96
Empleado otra compañía \$375	12
Empleado PRODUMAR \$375	53
Total	287

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017



Gráfica 1-3 Ingresos de los habitantes del Recinto La Unión

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017

1.5.1.1.3. Condiciones de Vivienda

Respecto a los hogares se dispuso que, de 142 unidades físicas de vivienda, el 69% corresponde a casas de cañas y de madera, utilizan letrinas comunitarias ecológicas denominadas “trono” con un sistema de separación para la orina y heces, por falta de mantenimiento de las letrinas se observó que los desperdicios son evacuados en el estero, lo cual es un punto de insalubridad para la comunidad. Además, los moradores del recinto poseen criaderos de aves de corral, cerdos, cabras y vacas sin ningún manejo de desechos.



Figura 1-4 Vivienda de caña, Recinto La Unión.

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Figura 1-5 Trono o letrina comunitaria, recinto La Unión

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Figura 1-6 Desechos en el estero de las letrinas, recinto La Unión

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

De acuerdo con el censo poblacional, en lo relacionado a vivienda, se destaca que 22 indicaron que las casas donde viven han sido cedidas y 120 son propietarios.

Tabla 1-3 Pertenencia de Vivienda en el Recinto la Unión

Pertenencia de la Vivienda	
Propia	120
Cedida	22
Total	142

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017



Gráfica 1-4 Pertenencia de Vivienda en el Recinto La Unión

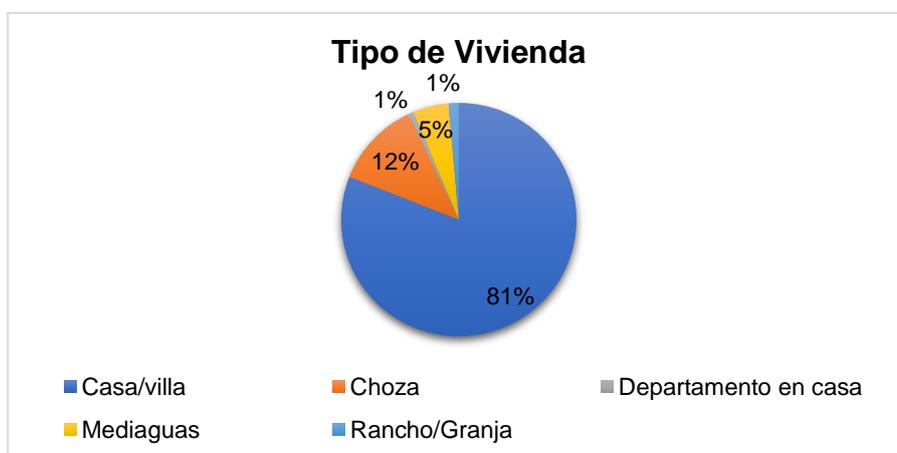
Fuente: FCSH - ESPOL, 2017

En lo referente al tipo de vivienda, de acuerdo con el estudio socioeconómico, se destacó que la mayoría son casas/villas de zinc, caña o tabla y además existen 7 viviendas que requiere reparación de manera urgente por problemas de inundación y asentamientos.

Tabla 1-4 Tipo de Vivienda en el Recinto la Unión

Tipo de Vivienda	
Casa/villa	115
Choza	17
Departamento en casa	1
Mediaguas	7
Rancho/Granja	2
Total	142

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017



Gráfica 1-5 Tipo de Vivienda en el Recinto La Unión

Fuente: FCSH - ESPOL, 2017

1.5.1.2. Servicios Básicos

En el Recinto por su condición de asentamiento irregular, no cuenta con los servicios básicos de agua potable, por lo cual los moradores se abastecen de tanqueros, asimismo no se benefician del alcantarillado pluvial y sanitario, no existe servicio de recolección de basura, motivo por el cual la incineran o arrojan los despojos en terrenos baldíos, esteros, manglares o canales. Cabe indicar que el único servicio básico que disponen los habitantes es la energía eléctrica con alumbrado público.



Figura 1-7 Poste de energía eléctrica, recinto La Unión

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

1.5.1.3. Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Provincia del Guayas, cantón Durán. El Recinto La Unión, se sitúa a 16 km al sur de la Cabecera Cantonal de la Parroquia Gral. Eloy Alfaro, ingresando por la garita Produmar en el km 8 vía Durán-Tambo y frente a Las Esclusas, sur de Guayaquil, separado por el Río Guayas, el Recinto tiene 8 km² de extensión y posee un área de topografía regular plana con pequeñas variaciones. El terreno se localiza vía fluvial a 8 km desde el Mercado de la Caraguay en Guayaquil y 10 km desde el Malecón Dr. Roberto Gilbert Pontón en Durán.

El Recinto La Unión tiene los siguientes límites:

- Norte: Campos productivos de la empresa PRODUMAR S.A y la ciudadela Brisas de PROCARSA del cantón Durán.
- Sur: Campos productivos de la empresa PRODUMAR S.A
- Este: Parroquia Taura, Cantón Naranjal
- Oeste: Río Guayas

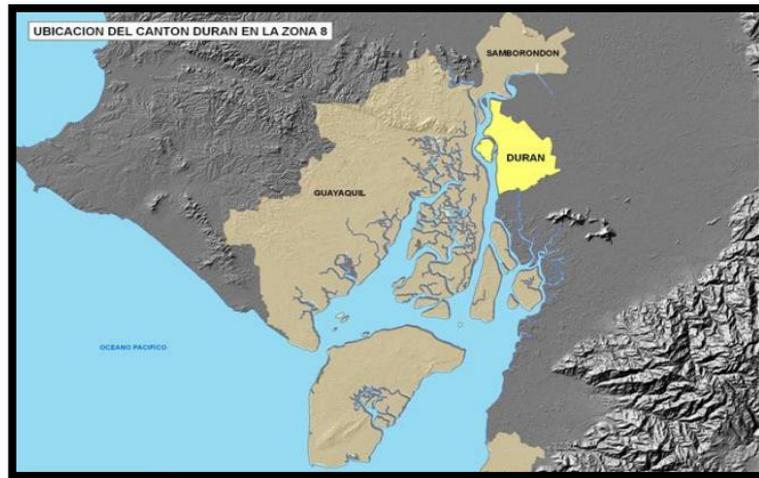


Figura 1-8 Mapa de ubicación del Cantón Durán en la Zona 8

Fuente: INEC, SEMPLADES, IGM 2007



Figura 1-9 Vista 2D del Recinto La Unión, Cantón Durán, Provincia del Guayas
Fuente: GeoPortal, 2017

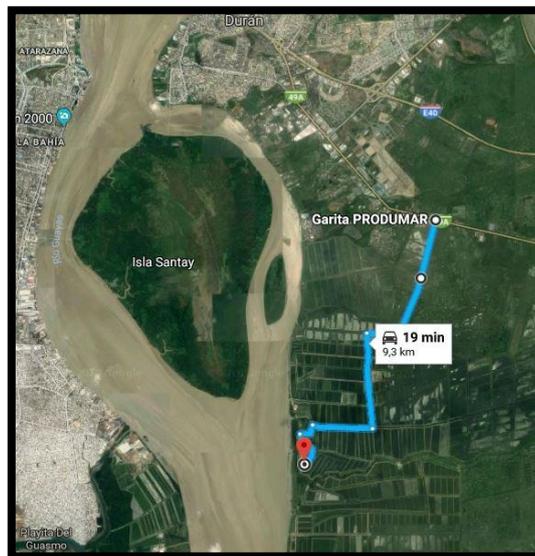


Figura 1-10 Ruta de acceso hacia el recinto La Unión por la Vía Durán-Tambo, entrando por la Garita Produmar.
Fuente: Google Maps, 2018

1.5.2. Descripción Del Medio Físico

1.5.2.1. Topografía

El levantamiento topográfico del sitio desempeñó pendientes mínimas entre 0-5%, predominando un terreno plano; cabe indicar que existe una parte alta, debidamente rellenada, mientras que la parte baja es susceptible a inundaciones, de manera que los habitantes construyen pequeños puentes artesanales de madera para trasladarse; el principal uso que tiene el suelo de la zona del proyecto es agrícola y acuícola.

1.5.2.2. Geología y Geomorfología

Según información bibliográfica a nivel regional de la geología de la cuenca del Río Guayas, está conformado por formaciones rocosas que pertenecen al Cretácico, Terciario y Cuaternario. El área de estudio se encuentra en el área de relieve plano, al sur de la cuenca, formada por depósitos aluviales recientes del periodo Cuaternario; además se encuentra en un lugar de arcillas marinas de estuario esto debido a que se encuentra cerca del Río Daule y Babahoyo.

1.5.2.3. Climatología

La información del clima del área de estudio proviene de los registros del año 2015 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de la estación meteorológica Cdl. Universitaria (UG), Provincia del Guayas, la cual se encuentra en la misma zona climática.

La estación más calurosa es la estación lluviosa (diciembre-mayo) con registros de temperaturas máximas de hasta 33.38°C, y mínimas de hasta 24.05°C, durante la estación seca (junio-noviembre), con un promedio anual alrededor de los 26.6°C. Cabe recalcar que durante el verano se presentan precipitaciones en forma de lloviznas ocasionales relacionadas con neblinas procedentes del mar, según lo muestran los registros desde el mes de enero a diciembre del 2015.

1.5.2.4. Hidrología

El proyecto pertenece a la Cuenca del Río Guayas, teniendo como principal efluente el estero Moja Huevo. Adicionalmente el sistema hidrológico del cantón Durán está compuesto por dos cuerpos hídricos principales que son los Ríos Guayas y Babahoyo, además posee gran cantidad de esteros con baja salinidad o de agua dulce, los cuales son: Estero Las Delicias, Las Alforjas, Hondo, La

Matanza, así como también los canales y brazos de Río Guayas que alimentan las camaroneras. La mayoría de la cuenca está sujeta a la marea.

1.5.2.5. Información meteorológica

Para conocer la precipitación anual en el área de implantación de la vivienda, se recopiló información Hidrometeorológica obtenida de la Estación Hidrometeorológica MA2V, cercana a la zona de influencia del proyecto, las cuales se detallarán a continuación.

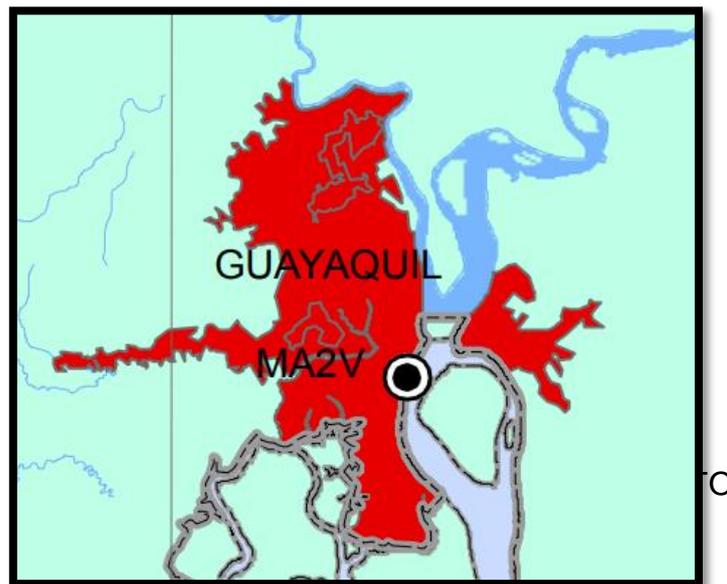


Figura 1-11 Ubicación de Estaciones Hidrometeorológicas por cuencas hidrográficas del Ecuador

Fuente: INAMHI, 2009

- **Datos de la Estación Meteorológica MA2V**

Esta es una estación del tipo pluviométrica, ubicada aproximadamente 9km de la implantación del proyecto de vivienda, perteneciente a la Zona Hidrográfica 130 de la Cuenca del Río Guayas.

Los siguientes datos son tomados del anuario meteorológico N° 52-2012 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Tabla 1-5. Datos de la Estación Meteorológica Guayaquil (U. ESTATAL), INAMHI

Cód	Estación	Tipo	Zona Hidro.	Lat.	Long.	Alt(m)	Prov.	Instit. Propiet.
MA2V	GUAYAQUIL U.ESTATAL (RADIO SONDA)	CP	130	2°12'0" S	79° 53'0" W	6	GUAYAS	INAMHI

Fuente: INAMHI, 2012

Tabla 1-6. Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm)

COD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MA2V	279.8	606.6	420.7	256.8	65.1	6.0	0.0	0.0	0.2	2.5	5.5	6.8

Fuente: INAMHI, 2012

Tabla 1-7. Valor pluviométrico total anual 2012 (mm)

TOTAL, ANUAL	MÁXIMA EN 24 HORAS	NÚMERO DE DÍAS
1650.0	145.1	25 FEB

Fuente: INAMHI, 2012

1.5.3. Generación de alternativas de Viviendas

1.5.3.1. Vivienda de Hormigón Armado

Esta primera alternativa consistió en un sistema hormigón armado, con resultados eficaces en zonas sísmicas, las paredes, losa alivianada en una dirección y cubierta de kubiteja.

1.5.3.2. Vivienda de caña guadua.

Como segunda opción se apoyó en el diseño de una vivienda unifamiliar de interés social de caña guadua revestidas de hormigón; además, de entepiso y cubierta de kubiteja.

1.5.3.3. Vivienda de estructura metálica.

En la tercera alternativa se realizó en el diseño de una vivienda unifamiliar de estructura metálica con paredes, entepiso y cubierta de kubiteja.

CAPITULO 2

2. TRABAJO DE CAMPO, LABORATORIO Y GABINETE

En el presente capítulo se describe los estudios realizados para poder determinar la capacidad portante del suelo y así diseñar la cimentación adecuada para el predio, además se diseñan tres diferentes diseños de vivienda con respectivos rubros y costos actualizados por la Cámara de la Construcción de Guayaquil, indicando un presupuesto de materiales y mano de obra.

2.1. Estudio Topográfico

Debido que el lugar de estudio carece de planos topográficos, se realizó un levantamiento del área por medio de un dron y GPS Diferencial marca Trimble. La metodología establecida para la elaboración del proyecto topográfico se conformó por tres fases debidamente detalladas a continuación.

- **I Fase: Análisis de la Información de Base**

Se emplearon vistas satelitales del área proporcionadas por Google Earth, además de fotos tomadas por visitas realizadas en el campo. Una vez analizadas las actividades previas se procede a esquematizar un mapa topográfico base que sirva para la planificación de las actividades dentro del lugar de estudio.

- **II Fase: Trabajo de Campo**

La actividad se llevó a cabo el día 26 de julio del 2018, se realizó un levantamiento con dron para tomar referencia de un punto base, se adoptan las coordenadas facilitadas por el equipo. Conjuntamente se procedió a realizar la altimetría utilizando cotas reales para el análisis de problemas de inundación del sitio.

- **III Fase: Trabajo de Oficina**

Se procede a migrar los datos topográficos al programa ARCGIS y GOOGLE EARTH para visualizar en la plataforma las coordenadas del sitio y así realizar una presentación preliminar del área a estudiar.

Una vez finalizada la planimetría y altimetría del sitio se agregan las leyendas correspondientes, escala, malla de coordenadas, así como el rotulado adecuado finalizando de esa manera el plano topográfico de la zona de estudio.



Figura 2-1 Vista satelital Recinto La Unión con puntos de implantación
Fuente: Google Earth Pro

Tabla 2-1 Coordenadas UTM

PUNTO	X	Y
P1	9749466.15	630637.5
P2	9749466.918	630544.082
P3	9749376.29	630598.47
P4	9749383.259	630524.483
P5	9749436.00	630647.00

Fuente: Google Earth Pro

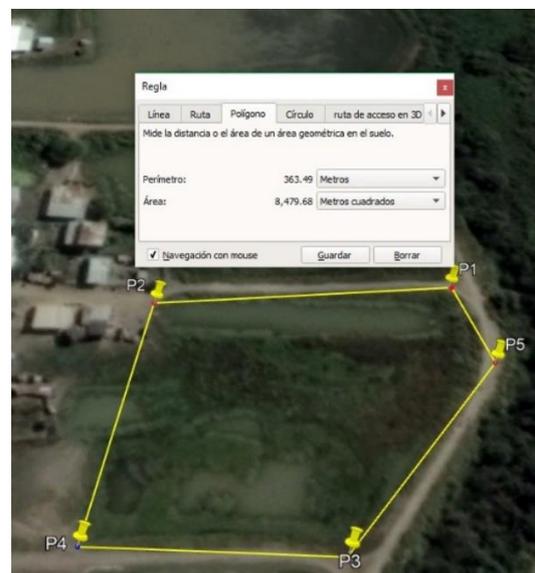


Figura 2-2 Área y Perímetro del lugar de implantación de las viviendas.

Fuente: Google Earth Pro

2.2. Estudio de Suelo

Para el estudio de suelos se tuvo en consideración trabajos de campo y ensayos geotécnicos de laboratorio, con los cuales se dio una interpretación del tipo de suelo dentro del área del proyecto. Se realizó los ensayos necesarios para determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Se excavó con pico y pala 60 cm en el área de estudio y posteriormente se tomó una muestra de suelo inalterada con el tubo shelby, el cual se efectuaron ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Rocas y Materiales de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra que determinaron las propiedades geomecánicas con la finalidad de determinar el comportamiento del suelo para así definir la cimentación adecuada.

2.2.1. Granulometría

La granulometría determinó cuantitativamente la distribución de tamaños de las partículas del suelo en estudio, se aplicó la norma ASTM D-4318-10. Los resultados se exponen a continuación:

Tabla 2-2 Granulometría

Antes del Lavado		Después del Lavado					
Precipiente + Muestra (gr)		176,98	Precipiente + Muestra (gr)		61,34		
Precipiente (gr)		58,32	Precipiente (gr)		58,32	fondo	116
Muestra (gr)		118,66	Muestra (gr)		3,02	%fino	97,4 5
# Tamiz	Abertura [mm]	Peso parcial [gr]. (1)	% Retenido (3)=((1)÷(2))x100	% Retenido acumulado (4)=Σ (3)	%Pasante acumulado (5) = 100-(4)	Espec	
No. 10	2,000	0,170	0,143	0,143	99,857		
No. 40	0,425	0,800	0,674	0,817	99,183		
No. 200	0,075	2,01	1,694	2,511	97,489		
Fondo		115,68	97,489	100			
Total (2)		118,66	100				

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.2.2. Límites de Atterberg

Con los Límites de Atterberg se caracterizó el comportamiento de los suelos finos, permitiendo obtener el rango de humedad en el cual el suelo se mantiene en estado plástico. Mediante los datos obtenidos se clasificó el suelo en la USCS.

Tabla 2-3 Datos de ensayo - Límite Líquido

LÍMITE LÍQUIDO				
No. Ensayo	1	2	3	4
No. Recipiente: [1]	4	35	23	48
Wh+r(gr) [2]	12,05	11,65	11,99	12,84
Ws+r(gr) [3]	9,81	9,6	9,67	10,35
r (recipiente gr.) [4]	6,09	6,3	6,13	6,41
Ww= [2]-[3] (gr) [5]	2,24	2,05	2,32	2,49
Ws= [3]- [4] (gr) [6]	3,72	3,3	3,54	3,94
w%= ([5]/ [6])x100 [7]	60,22	62,12	65,54	63,20
No. Golpes: [8]	30	27	15	19
log (No. Golpes)=log([8]) [9]	1,48	1,43	1,18	1,28

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-4 Datos de ensayo – Límite Plástico

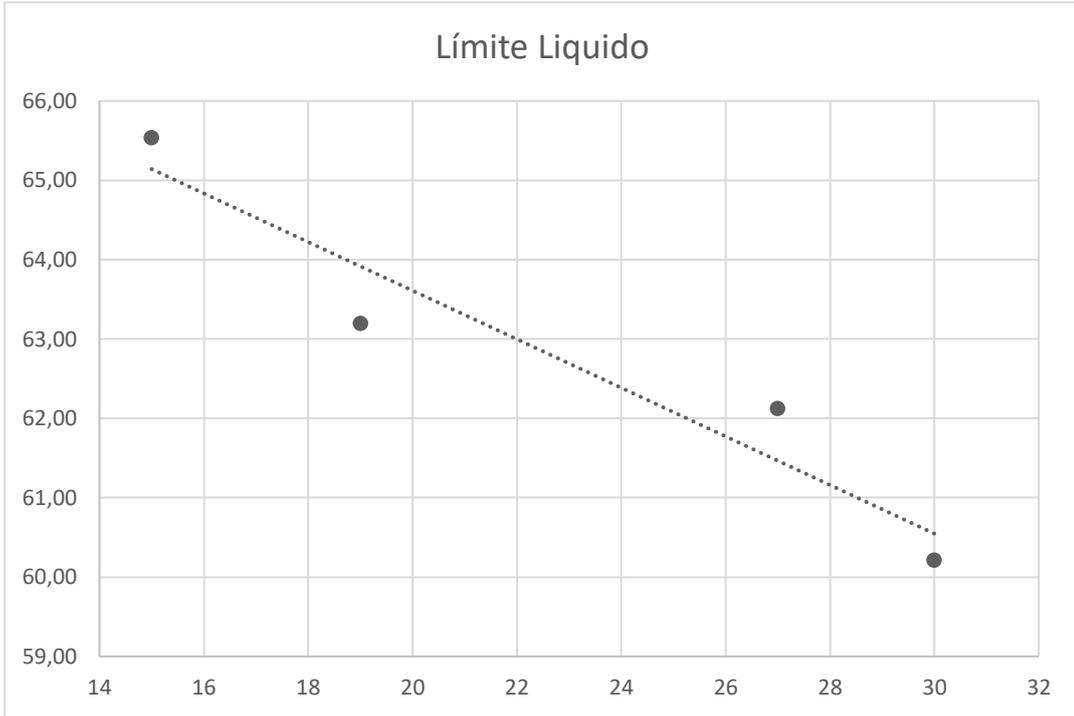
LÍMITE PLÁSTICO		
No. Ensayo	1	2
No. Recipiente: [1]	26	5
Wh+r(gr) [2]	11,08	8,71
Ws+r(gr) [3]	9,91	8,06
r (recipiente gr.) [4]	6,28	5,94
Ww= [2]-[3] (gr) [5]	1,17	0,65
Ws= [3]- [4] (gr) [6]	3,63	2,12
w%= ([5]/ [6])x100 [7]	32,23	30,66

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-5 Límites de Atterberg

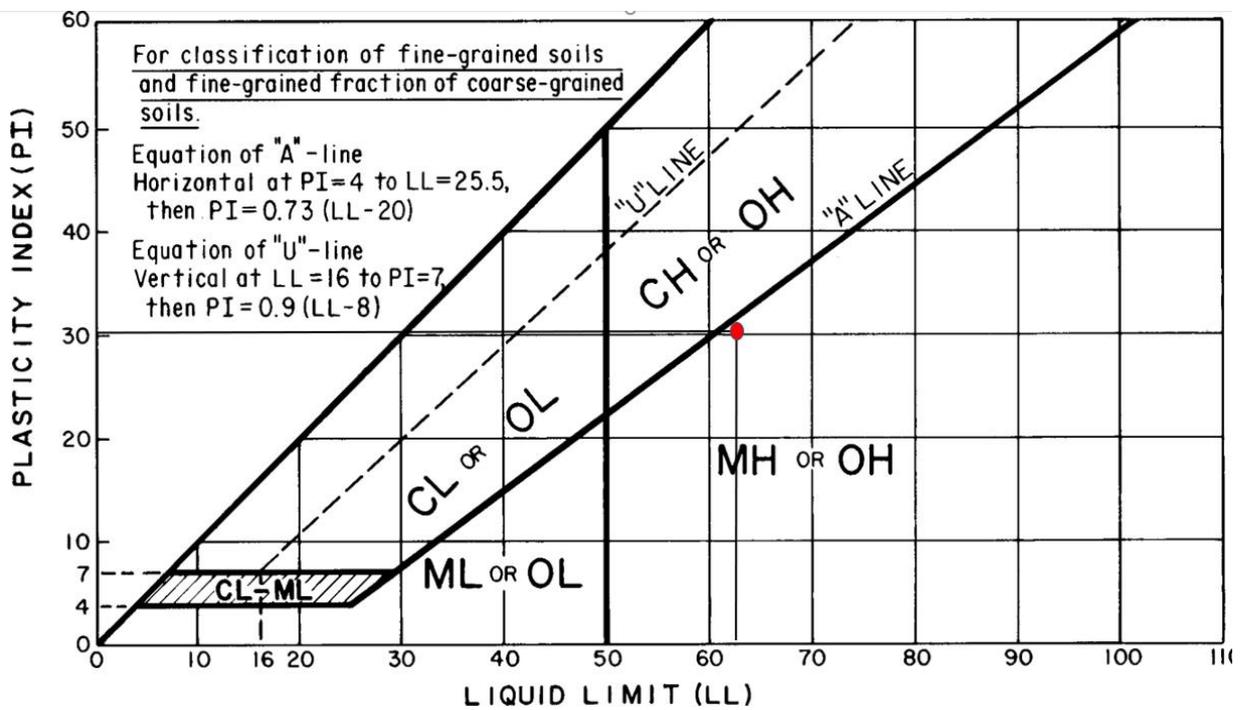
WL% [1]	62,00
WP% [2]	31,45
IP= [1]- [2] [3]	30,55
Tipo de suelo	MH
	Limo elástico

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Gráfica 2-1 Límite Líquido

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Gráfica 2-2 Clasificación de Suelos Finos

Fuente: ASTM D 2487

2.2.3. Contenido de humedad

En este ensayo se permitió conocer la cantidad de agua contenida en una muestra de suelo. Previamente se pesó la muestra, luego se la llevó al horno por 24 horas y luego se obtuvo el peso seco.

Tabla 2-6 Datos Contenido de Humedad

DATOS PARA EL CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD		
Peso suelo + Recipiente $W_{+R} =$	160,1	gramos
Peso del Recipiente $W_R =$	38,8	gramos
Peso seco + Recipiente $W_{S+R} =$	132,6	gramos

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-7 Resultado Contenido de Humedad

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD			
$W_{+R} =$	160,1	$W_O =$	132,6
$W_O =$	132,6	$W_R =$	38,8
$W_W =$	27,5	$W_S =$	93,8
$W =$	29,32		%

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-8 Datos Peso Unitario

DATOS DE LA MUESTRA ENSAYADA PARA EL PESO UNITARIO γ		
Peso de la muestra $W_m =$	123,6	gramos
Volumen de la muestra $V =$	67,3478925	cm ³

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-9 Resultado Peso Unitario

PESO UNITARIO		
$W_m =$	123,6	gramos
$V =$	67,34789251	cm ³
$Y =$	W_m / V	
$Y =$	1.835	Kg/m ³

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.2.4. Ensayo de Consolidación

Para el siguiente ensayo se colocó una masa de suelo saturado a un incremento de carga, iniciando desde ½ tsf hasta 16tsf. El propósito fundamental del ensayo de consolidación es determinar ciertos parámetros que se utilizan para predecir la velocidad y la magnitud del asentamiento de estructuras fundadas sobre arcillas.

Contenido de Humedad					
Antes del Ensayo			Después del Ensayo		
Wh+anillo	181,76	g	Wh+anillo	151,06	g
W anillo	66,4	g	W anillo	66,4	g
Wh	115,36	g	Ws	84,66	g

Datos anillo		
H anillo	19,9	mm
∅	63,5	mm
W anillo	66,4	g

Tabla 2-10 Ensayo de Consolidación

Periodo	Periodo	Carga 1/2 TSF			Carga 2 TSF			Carga 4 TSF			Periodo	Carga 8 TSF			Carga 8 TSF								
		Tiempo	Directa	Lectura Calculada(in) Calculada(mm)	Tiempo	Directa	Lectura Calculada(in) Calculada(mm)	Tiempo	Directa	Lectura Calculada(in) Calculada(mm)		Tiempo	Directa	Lectura Calculada(in) Calculada(mm)	Tiempo	Directa	Lectura Calculada(in) Calculada(mm)						
0 min	0 seg		4 + 110	0,09	2,31		5 + 79	0,11	2,74		6 + 57	0,13	3,19	0 seg		7 + 151	0,16	3,94		9 + 92	0,19	4,81	
0,1 min	6 seg		5 + 50	0,11	2,67		5 + 120	0,11	2,84		6 + 117	0,13	3,35	6 seg		7 + 195	0,16	4,05		9 + 135	0,19	4,91	
0,25 min	15 seg		5 + 55	0,11	2,68		5 + 126	0,11	2,86		6 + 125	0,13	3,37	15 seg		8 + 0	0,16	4,06		9 + 138	0,19	4,92	
0,5 min	30 seg		5 + 60	0,11	2,69		5 + 131	0,11	2,87		6 + 130	0,13	3,38	30 seg		8 + 6	0,16	4,08		9 + 140	0,19	4,93	
0,75 min	45 seg		5 + 62	0,11	2,70		5 + 135	0,11	2,88		6 + 133	0,13	3,39	45 seg		8 + 11	0,16	4,09		9 + 145	0,19	4,94	
1 min	1 min		5 + 63	0,11	2,70		5 + 139	0,11	2,89		6 + 139	0,13	3,40	1 min		8 + 14	0,16	4,10		9 + 147	0,19	4,95	
1,5 min	2 min		5 + 66	0,11	2,71		5 + 143	0,11	2,90		6 + 145	0,13	3,42	1,5 min		8 + 20	0,16	4,11		9 + 150	0,20	4,95	
2 min	2 min		5 + 67	0,11	2,71		5 + 146	0,11	2,91		6 + 159	0,14	3,45	2 min		8 + 25	0,16	4,13		9 + 158	0,20	4,97	
3 min	3 min		5 + 70	0,11	2,72		5 + 151	0,12	2,92		6 + 165	0,14	3,47	3 min		8 + 33	0,16	4,15		9 + 166	0,20	4,99	
5 min	5 min		5 + 72	0,11	2,72		5 + 159	0,12	2,94		6 + 178	0,14	3,50	5 min		8 + 45	0,16	4,18		9 + 179	0,20	5,03	
7 min	7 min		5 + 75	0,11	2,73		5 + 165	0,12	2,96		6 + 185	0,14	3,52	7 min		8 + 55	0,17	4,20		9 + 189	0,20	5,05	
10 min	10 min		5 + 76	0,11	2,73		5 + 171	0,12	2,97		6 + 195	0,14	3,54	10 min		8 + 68	0,17	4,24		10 + 1	0,20	5,08	
15 min	15 min		5 + 78	0,11	2,74		5 + 180	0,12	3,00		7 + 7	0,14	3,57	15 min		8 + 84	0,17	4,28		10 + 20	0,20	5,13	
20 min	20 min		5 + 80	0,11	2,74		5 + 186	0,12	3,01		7 + 17	0,14	3,60	20 min		8 + 98	0,17	4,31		10 + 35	0,20	5,17	
30 min	30 min		5 + 81	0,11	2,75		5 + 196	0,12	3,04		7 + 34	0,14	3,64	30 min		8 + 117	0,17	4,36		10 + 61	0,21	5,23	
45 min	45 min		5 + 81	0,11	2,75		6 + 6	0,12	3,06		7 + 50	0,15	3,68	45 min		8 + 141	0,17	4,42		10 + 91	0,21	5,31	
60 min	1 hora		5 + 81	0,11	2,75		6 + 12	0,12	3,08		7 + 65	0,15	3,72	1 hora		8 + 159	0,18	4,47		10 + 113	0,21	5,37	
90 min	2 horas		5 + 80	0,11	2,74		6 + 23	0,12	3,11		7 + 84	0,15	3,77	1,5 horas		8 + 188	0,18	4,54		10 + 147	0,21	5,45	
120 min	2 horas		5 + 80	0,11	2,74		6 + 28	0,12	3,12		7 + 97	0,15	3,80	2 horas		9 + 8	0,18	4,59		10 + 173	0,22	5,52	
180 min	3 horas		5 + 78	0,11	2,74		6 + 32	0,12	3,13		7 + 111	0,15	3,84	3 horas		9 + 35	0,18	4,66		10 + 197	0,22	5,58	
240 min	4 horas		5 + 78	0,11	2,74		6 + 35	0,12	3,14		7 + 119	0,15	3,86	4 horas		9 + 55	0,19	4,71		11 + 11	0,22	5,62	
300 min	5 horas		5 + 78	0,11	2,74		6 + 40	0,12	3,15		7 + 125	0,15	3,87	5 horas		9 + 59	0,19	4,72		11 + 20	0,22	5,64	
360 min	6 horas						6 + 42	0,12	3,15		7 + 128	0,15	3,88	6 horas		9 + 60	0,19	4,72		11 + 26	0,22	5,65	
420 min	7 horas						6 + 45	0,12	3,16		7 + 132	0,15	3,89	7 horas		9 + 65	0,19	4,74		11 + 31	0,22	5,67	
480 min	8 horas						6 + 46	0,12	3,16		7 + 135	0,15	3,90	8 horas		9 + 68	0,19	4,74		11 + 34	0,22	5,67	
540 min	9 horas												9 horas										
720 min	12 horas												12 horas										
1440 min	24 horas		5 + 79	0,11	2,74		6 + 57	0,13	3,19		7 + 151	0,16	3,94	24 horas		9 + 92	0,19	4,81		11 + 83	0,23	5,80	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

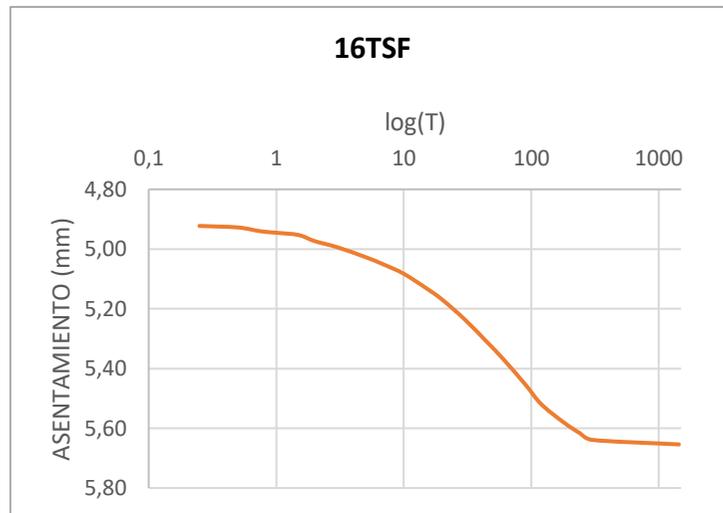
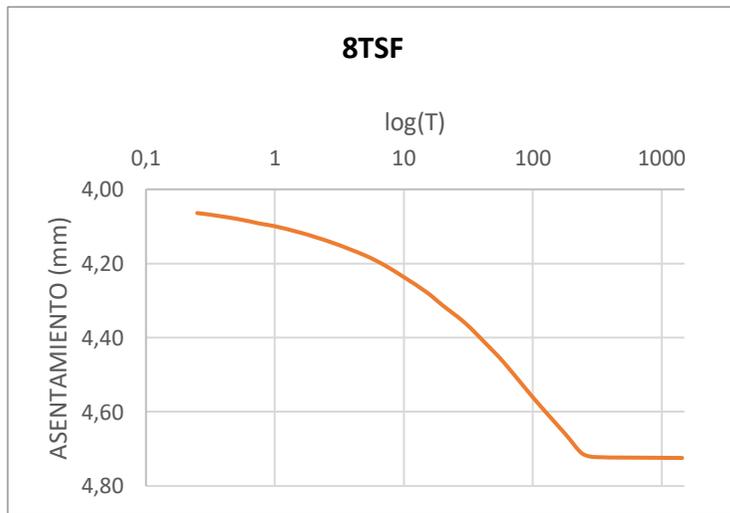
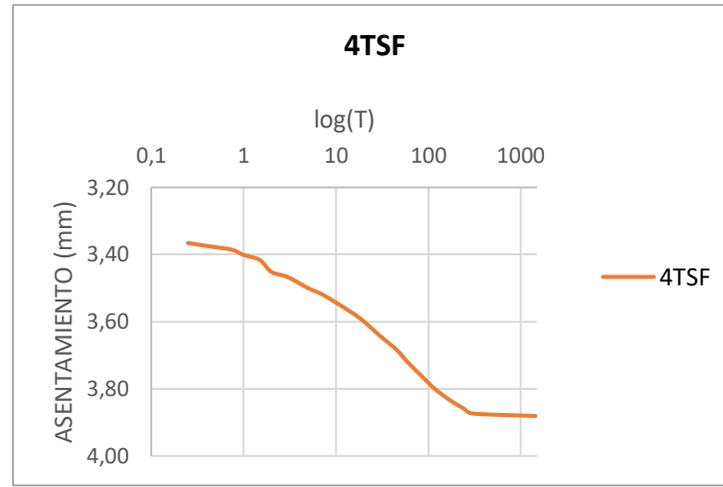
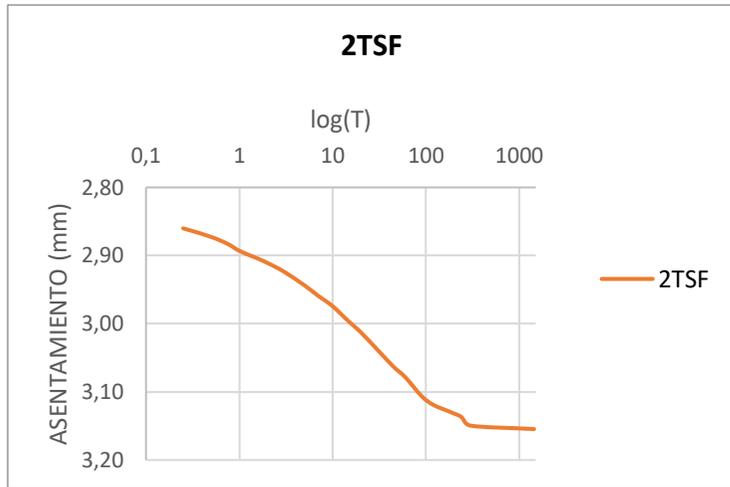


Tabla 2-11 Resumen de coeficiente de consolidación

2TSF	
t50	Cv
11.33 min	0.175 cm ² /min
4TSF	
t50	Cv
13.27 min	0.15 cm ² /min
8TSF	
t50	Cv
18.35 min	0.108 cm ² /min
16TSF	
t50	Cv
24.56 min	0.081 cm ² /min

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

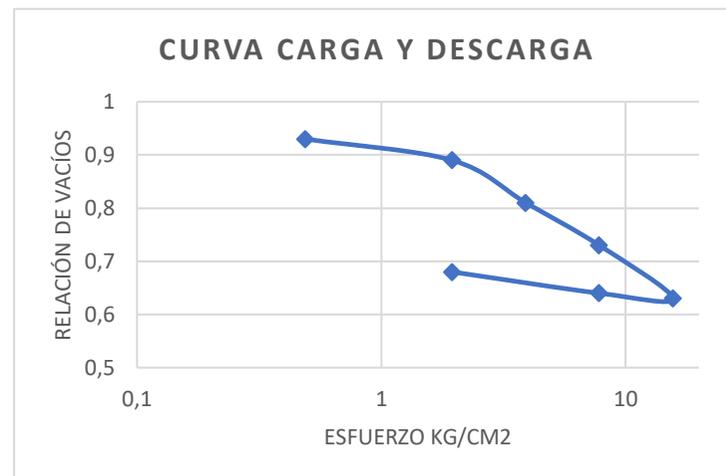
Gráfica 2-3 Curvas en escala SemiLog Asentamiento vs Tiempo

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-12 Curva Carga Y Descarga

Ciclo	Esfuerzo		ΔH			$\Delta H/H_s$	$e=e_0-\Delta H/H_s$
	Tsf	kg/cm ²	Hf-Hi	in	mm	mm	
CARGA							
1	0.5	0,49	5+79-4+110	0,0169	0,43	0,04	0,93
2	2	1,95	6+57-4+110	0,0347	0,88	0,09	0,89
3	4	3,91	7+151-4+110	0,0641	1,63	0,16	0,81
4	8	7,81	9+92-4+110	0,0982	2,49	0,25	0,73
5	16	15,62	11+83-4+110	0,1373	3,49	0,35	0,63
DESCARGA							
4	8	7,81	11+16-11+83	0,00670	0,17	0,02	0,64
2	2	1,95	10+73-11+83	0,021	0,53	0,05	0,68

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Gráfica 2-4 Curva Carga y Descarga

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.2.5. Perforación – Tubo Shelby

En el lugar de implantación del proyecto se realizó una perforación con tubo Shelby, con el fin de tomar una muestra inalterada y poder calcular la carga admisible del suelo.

En el sitio, el tubo fue hincado con gran fuerza constantemente hasta que todo el tubo haya sido penetrado en el suelo.

2.2.5.1. Ensayo de compresión simple

Por medio de este ensayo se calculó la capacidad de carga que tiene el suelo. Se realizó mediante una muestra inalterada en forma de cilindro (tubo Shelby), aplicando una carga axial midiendo la deformación producida mientras aumentó la carga.

Tabla 2-13 Resultados Compresión Simple

qu	1.23 kg/cm ²
Relación de vacíos (e)	0.61

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-14 Ensayo de Compresión Simple

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIN CONFINAR DEFORMACIÓN CONTROLADA								
PROYECTO		LABORATORIO DE SUELOS						
UBICACIÓN								
FECHA		Muestra #		1				
Perforación No.	1	Profundidad	0,7	mts.	Diámetro	3,5 cm		
Altura	7 cm	Area (A _o)	9,621127502	cm ²	Volumen	67,35 cm ³		
CARGA		DEFORMACIÓN VERTICAL		1 - E	AREA (cm ²)	ESFUERZO DE	NOTAS	
DIAL LC-2 0.0001"	K	DIAL LC-8 0.001"	E = AH / H		CORREGIDA A _o / (1 - E)	COMPRESIÓN Kg/cm ²		
0,0005	6,129	0,010	0,00363	0,99637	9,656	0,63472	ESQUEMA DE LA ROTURA	
0,0006	7,763	0,020	0,00726	0,99274	9,691	0,80106		
0,0007	8,989	0,030	0,01089	0,98911	9,727	0,92415		
0,0007	10,079	0,040	0,01451	0,98549	9,763	1,03236		
0,0008	10,896	0,050	0,01814	0,98186	9,799	1,11196		
0,0008	11,441	0,060	0,02177	0,97823	9,835	1,16324		
0,0009	12,122	0,070	0,02540	0,97460	9,872	1,22791		CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD W _{+R} = 160,1 W _O = 132,6 W _O = 132,6 W _R = 38,8 W _W = 27,5 W _S = 93,8 W = 29,32 %
0,0009	12,530	0,080	0,02903	0,97097	9,909	1,26458		
0,0009	12,803	0,090	0,03266	0,96734	9,946	1,28724		
0,0009	12,803	0,100	0,03629	0,96371	9,983	1,28241		
0,0009	12,803	0,110	0,03991	0,96009	10,021	1,27758		
0,0009	12,667	0,120	0,04354	0,95646	10,059	1,25921		
0,0009	12,394	0,130	0,04717	0,95283	10,097	1,22746		
							PESO UNITARIO W _m = 123,6 gramos V = 67,34789251 cm ³ Y = W _m / V Y = 1.835 Kg/m ³	
Operador :								
Calculado por :								
Verificado por :								
Observaciones :								
Limo Elástico								
consistencia blanda								

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.3. Diseño Estructural de la Alternativa de Vivienda

MODELOS UNIÓN

Las viviendas Unión son la alternativa de vivienda unifamiliar e interés social, que contempla un modelo fundamentado en la Norma Ecuatoriana de Construcción, la cual garantiza el comportamiento sismorresistente en un evento telúrico. La estética arquitectónica será otro parámetro estudiado en este trabajo. Las viviendas podrán ser replicadas en cualquier lugar del país con un factor $Z \leq 0,40$. Y la vivienda no supere los 2 niveles.

Para los diseños de las tres alternativas de vivienda se partió por planos arquitectónicos, lo cual se adaptó una casa de dos plantas, con este antecedente se determinará el número de vigas, columnas y viguetas necesarias para diseñar las viviendas propuestas.

Las estructuras muestran las siguientes características:

Se presenta el marco rígido con 2 claros de mayor longitud espaciados 3,5 metros y 2 claros de menor longitud espaciados 3,25 metros. Para el desarrollo del arreglo estructural se usó el programa ETAB'S 2016.

2.3.1. Vivienda de Hormigón Armado

MODELO UNIÓN 1

La vivienda Unión 1 cuenta con un sistema estructural basado en Pórticos de Hormigón Armado Resistente a Momento. Los cuales están configurados de elementos estructurales vigas y columnas, las cargas aplicadas a estos elementos provocan momentos flexionantes y esfuerzos cortantes, que serán soportados y disipados de una forma dúctil en la estructura. Tomando en cuenta los criterios de diseño sismorresistentes de la NEC2015.

1.- Estimar cargas muertas y vivas que se aplican a los elementos de la estructura. En este proceso se considerará la carga propia y el peso sísmico.

2.- Con el diseño en planta y elevación de la estructura, se define que cuenta con 2 pórticos en el eje x separados una distancia de 3.25 m y 2 pórticos en el eje y separados 3.5m, el modelo arquitectónico de la vivienda presenta irregularidades en planta y elevación.

3.- Con un cálculo de distribución de cargas en los elementos estructurales, se puede evaluar un prediseño inicial, elegido por los autores el cual será evaluado posteriormente.

4.- Este prediseño será evaluado en el programa de análisis estructural ETABS, diseñado por la compañía CSI Computers and Structures, Inc. El cual está fundamentado en la teoría de rigidez y elementos finitos para resolver estructuras determinadas e indeterminadas.

5.- Al terminar el modelo estructural en el programa, se corre el programa con el objetivo de obtener los datos relevantes de: periodos fundamentales, desplazamientos, derivas de entrepiso elásticas e inelásticas y fuerzas internas de la estructura.

6.- Al finalizar el proceso de ejecución del programa y con los datos obtenidos, se realiza una verificación de resultados entre el pre-dimensionamiento y los datos de ETABS. Para saber si los elementos cumplen un diseño sismorresistente.

- **Descripción de los materiales**

La estructura constara de elementos de hormigón armado, con una resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo ASTM A706 Gr60, con un esfuerzo a la fluencia $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Los estribos o barras de refuerzo serán formadas por acero A706, los cuales aportan resistencia a la tracción de los elementos estructurales como vigas principales, vigas secundarias con una geometría rectangular, columnas de planta baja y planta alta serán de sección cuadrada. El sistema de piso está compuesto de una losa nervada en una dirección.

- **Determinación de cargas**

Cargas Vivas

La determinación de cargas, fueron fundamentadas a partir de la norma NEC-SE-CG Cargas no sísmicas.

Cargas de Diseño

Losa nervada en una dirección

Propiedades

$L_n =$ Luz neta

hmín= Altura mínima de losa, aplicando coeficientes del ACI.

Ln= 350 cm

hmín= 18,92 cm

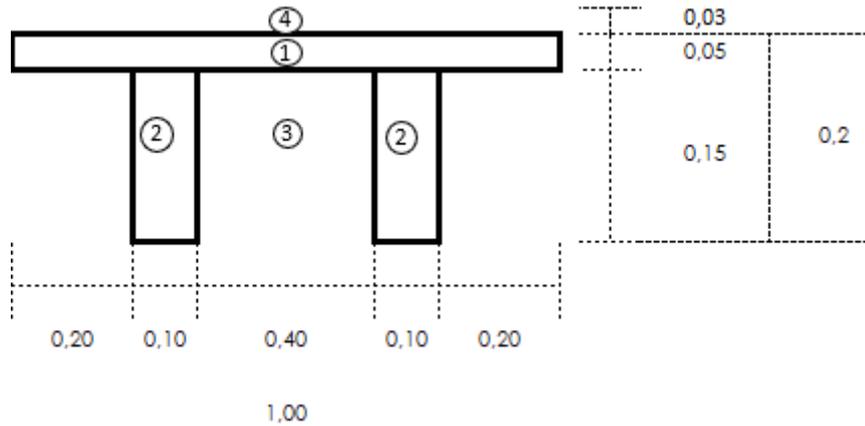


Figura 2-3 Detalle de losa de entrepiso

hlosa= 20 m

γ hormigón= 2,4 ton/m²

γ bloque= 0,07 ton/m²

Tabla 2-15 Determinación de cargas para losa nervada

1	LOSA COMPRESIÓN	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{hormigón}} =$	1,00	0,05	2,40	=	0,120	T/m^2
2	NERVIO	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{hormigón}}$	0,20	0,15	2,40	=	0,072	T/m^2
3	BLOQUE	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{bloque}}$	0,80	0,15	0,07	=	0,008	T/m^2
4	PISO	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{bloque}}$	1,00	0,03	2,40	=	0,072	T/m^2
w_{II}							0,272	T/m^2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Resumen de cargas Unión 1**

Tabla 2-16 Resumen de cargas

Resumen de cargas			
Nivel 1		Cubierta	
Carga muerta	T/m2	Carga muerta	T/m2
Elementos estructurales		Elementos estructurales	
Losa nivel 1	0,272	Losa nivel 2	0,000
Peso Propio (vigas, columnas)	0,240	Peso Propio (vigas, columnas)	0,070
Elementos no estructurales		Elementos no estructurales	
Paredes	0,200	Paredes	0,000
Baldosas	0,100	Baldosas	0,000
Enlucidos y ductos	0,040	Enlucidos y ductos techo	0,040
Carga Viva		Carga Viva	
	0,200		0,070
Wd	0,612	Wd	0,040
Wpp	0,240	Wpp	0,070
WI	0,200	WI	0,070

Fuente: Nec 2015

Tabla 2-17 Factores de sismo

Datos	
I	1,0
Øp	0,9
Øe	1,0
R	3

Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Tabla 2-18 Factores para Estructura de H.A

n	1,80
Z	0,40
Fa	1,20
Fd	1,19
Fs	1,28
r	1,00

Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Tabla 2-19 Periodos sísmicos

Tc	0,70
Ct	0,055
α	0,9
Hpb	3,00
Hi	3,00
Pisos	2
hn	6,0
T1	0,28
Sa	0,86
Coef	0,320
k	1,00
Vmin	32

Fuente: NEC-SE-DS, 2015



Gráfica 2-5 Espectro de Respuesta Vivienda Hormigón

Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Tabla 2-20 Resumen de cargas de diseño

Nivel 1			Cubierta		
Wd+ Wpp	0,852	ton/m2	Wd+Wpp	0,110	ton/m2
WI	0,200	ton/m2	WI	0,070	ton/m2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Calculo de Fuerzas Laterales**

Área de Influencia = 6,5x6x25, planta del modelo Unión 1

Área de Influencia= 45,5 m²

Peso sísmico efectivo= $\sum(Wd+Wdd)$ x Área de influencia

Peso sísmico efectivo = 43,79 ton

$$C_{vx} = \left(\frac{W_x h_x^k}{\sum W_i h_i^k} \right) \quad (A.1)$$

$$F_x = \left(\frac{W_x h_x^k}{\sum W_i h_i^k} \right) V \quad (A.2)$$

- **Cortante basal de diseño V**

$$V = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_p\phi_E} W \quad (A.3)$$

- **Cálculo de Fuerzas Laterales**

Tabla 2-21 Distribución de fuerzas laterales en estructura

Nivel	Altura	Wx	PCRM			
	m	ton	$W_x h_x^k$	C_{vx}	F_x	V_x
2	6	5,01	30,03	0,21	2,30	2,30
1	3	38,78	116,35	0,79	8,91	11,21
		Σ	146,38		Σ 11,21	ton

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Diseño de Vigas Principales**

Ver Apéndice A

2.3.1.1. Pre-dimensionamiento de Columnas

Ver Apéndice A

Armado de Vivienda

Tabla 2-22 Dimensiones y Armado de Columna Nivel 1

Nivel 1	Columnas Dimensiones			Refuerzo	
	Altura	25	cm	longitudinal	8ø12
	Base	25	cm	estribos	Ø10@10cm

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-23 Dimensión y Armado de Viga Nivel 1 eje 2 (central)

				Armado Longitudinal	Armado Transversal	
Viga Nivel 1 eje 2 (central)	Dimensiones			Apoyo exterior negativo	2φ12	Diámetro 10 mm 5cm en L/4 (extremos) y 10cm(centro)
	Altura	20	cm	Apoyo exterior positivo	2φ12	
				Positivo	2φ12+1φ10	
	Base	25	cm	Apoyo interior negativo	3φ12	
				Apoyo interior positivo	2φ12	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-24 Dimensiones y Armado de Columna Nivel 2

Nivel 2	Columnas Dimensiones			Refuerzo	
	Altura	20	cm	longitudinal	4ø12
	Base	20	cm	estribos	Ø10@10cm

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-25 Dimensiones y Armado de Vigas Nivel 1 y 2

				Armado Longitudinal	Armado Transversal	
Viga Nivel 1 y 2	Dimensiones			Apoyo exterior negativo	2φ12	Diámetro 10 mm 5cm en L/4 (extremos) y 10cm(centro)
	Altura	20	cm	Apoyo exterior positivo	2φ12	
				Positivo	2φ12	
	Base	25	cm	Apoyo interior negativo	2φ12	
				Apoyo interior positivo	2φ12	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

La cubierta tiene un diseño de con 3 columnas de 0.9 m dispuestas en el eje 2, para servir de base a las correas.

Tabla 2-26 Dimensiones de Columna Cubierta

Cubierta	Columnas Dimensiones			Refuerzo	
	Altura	20	cm	longitudinal	4ø12
	Base	20	cm	estribos	Ø10@10cm

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-27 Dimensiones de Correos Cubierta

Cubierta	Tipo de perfil	Wx(cm ³)	Wy(cm ³)
	G 80x40x15x3@115cm	12,26	4,27

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Diseño de losa

Para el diseño de losa en una dirección, se fundamentó en A.C.I 318-10 al igual que las vigas ya dimensionadas. Comenzamos tomando en cuenta la geometría de nuestra planta, descrita en la siguiente tabla:

Tabla 2-28 Detalles para Diseño de Losa

Lx	Ly	DIRECCIÓN	VIGA SECUNDARIA	TIPO	L(mm)	e_{min}	e
3,25	3,50	LONG. Y	No	DE EXTREMO CONTINUO	350	18,9189189	20

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Donde:

Lx= Longitud en el sentido X

Ly= Longitud en el sentido Y

e= espesor de losa

$e_{min} = L/18.5$

Tabla 2-29 Cargas de Diseño de Losa

NIVEL	VIVA	MUERTA	1.2D +1.6L
2	0,20	0,61	1,05
Cubierta			

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-30 Propiedades de los materiales, cuantías y áreas mínimas

rec.	2,5	ρ_{min}	0,0033
ϕ_{est}	1,0	ρ_{max}	0,021
f'c	280	A_{Smin}	0,196
fy	4200		
d	16,8 cm		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-31 Resumen de cargas actuantes en la losa

NIVEL	qu	M.max	V.max
2	0,53	0,05	0,30
Cubierta			

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Cortante

Tabla 2-32 Acero de refuerzo Losa

NIVEL	MOMENTOS	As _{req}	ϕ	As	#	As>As _{min}	
2	Apoyo Interior (-)	0,375	0.648	10	0,79	1	OK
	Control Vano (+)	0,356	0,615	10	0,79	1	OK
	Apoyo Exterior (-)	0,269	0,465	10	0,79	1	OK

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-33 Refuerzo secundario por temperatura

As2	0.0018*b*tf
	0,9

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Donde:

b= base el paño de losa, en nuestro caso se escogió 1 metro (100cm)

tf= Losa de compresión (1)

Tabla 2-34 Separación para refuerzo secundario por temperatura

ϕ	As	s	S _{max}
5,5	0,24	0,27	0,15

5,5c/0,27

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.3.2. Vivienda de Caña Guadua

MODELO UNIÓN 2

El modelo unión 2 tiene un sistema de pórticos formados por caña guadua angustifolia Kunth (Gak), con una estructura de cimentación y sobrecimiento para evitar la humedad en el material. El contrapiso es una combinación de caña chancada, malla hexagonal galvanizada y una losa de compresión de hormigón de 5cm de espesor, apoyada en las vigas principales y secundarias.

Las paredes se formaron a partir de paneles de GaK, los cuales no serán construidos de más de 3 metros de longitud según la NEC-SE-GUADUA. Los pernos para el anclaje y conexiones serán detallados al final del diseño.

- **Descripción de Materiales**

Caña guadua Angustifolia para vigas y columnas, con las siguientes características:

Diámetro exterior= 12 cm

Espesor= 1 cm

$E_{0.05} = 764787,15 \text{ ton/m}^2$

Losa: formada por una capa de hormigón de espesor 5 cm

Pernos de acero

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

Cubierta: Kubiteja Total

- **Determinación de Cargas**

Para la asignación de cargas se lo realizo mediante la norma NEC-SE-CG:

Tabla: Resumen de cargas de modelo Unión 2

Tabla 2-35 Resumen de Cargas

Resumen de cargas			
Nivel 1		Cubierta	
Carga muerta	T/m ²	Carga muerta	T/m ²
Elementos estructurales		Elementos estructurales	
Carga de entrepiso	0,120	Carga de entrepiso	0,000
Accesorios	0,020	Accesorios	0,020
Peso Propio (vigas, columnas)	0,010	Peso Propio (vigas, columnas)	0,010
Elementos no estructurales		Elementos no estructurales	
Paredes	0,020	Paredes	0,000
Enlucidos	0,020	Enlucidos	0,020
Ductos	0,020	Ductos	0,020
Carga Viva		Carga Viva	
	0,200		0,070

Fuente: NEC (2015)

Resumen de cargas por piso:

En la siguiente tabla se observa las cargas aplicadas a la estructura de GaK.

Tabla 2-36 Resumen de cargas por piso

Nivel 1			Cubierta		
Wd+ Wpp	0,210	ton/m ²	Wd+Wpp	0,070	ton/m ²
WI	0,200	ton/m ²	WI	0,010	ton/m ²

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Cargas Sísmicas

Para las cargas sísmicas se tomó las especificaciones de NEC-SE-DS, para el cálculo de espectro de respuesta de la estructura de GaK.

Se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 2-37 Factores para Estructura GaK

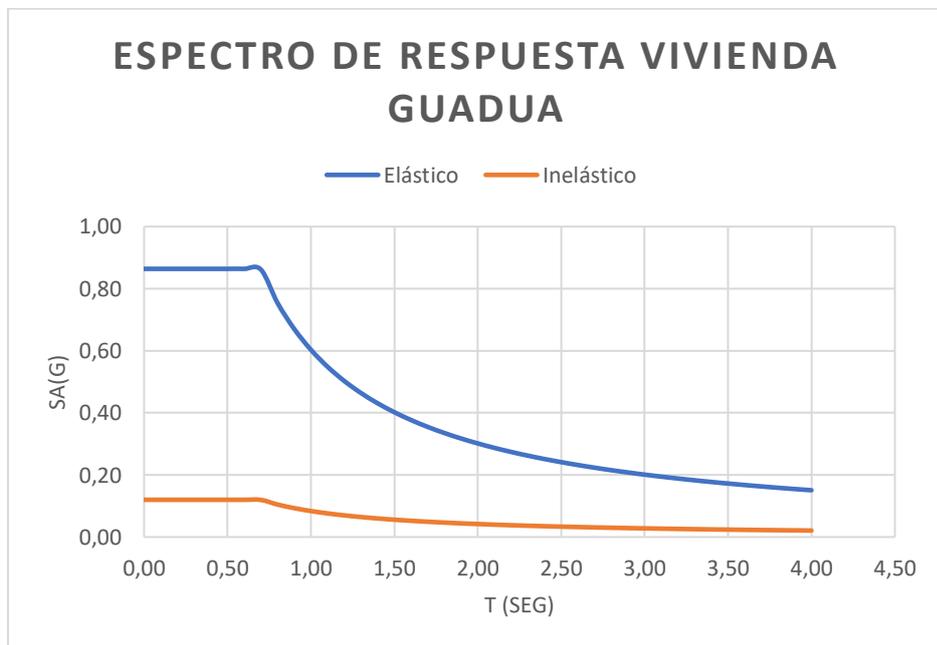
Dato	
I	1,0
$\emptyset p$	0,9
$\emptyset e$	1,0
R	2
n	1,80
Z	0,40
Fa	1,20
Fd	1,19
Fs	1,28
r	1,00
Tc	0,70
Ct	0,055
α	0,9
Hpb	3,00
Hi	3,00
Pisos	2
hn	6,0
T1	0,28
Sa	0,86
Coeficiente	0,480
k	1,00
Wr	51
Vmin	20

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-38 Periodos del Espectro

T	Sa	Sai
0,0	0,86	0,48
0,1	0,86	0,48
0,2	0,86	0,48
0,3	0,86	0,48
0,4	0,86	0,48
0,5	0,86	0,48
0,6	0,86	0,48
0,7	0,86	0,48
0,8	0,75	0,42
0,9	0,67	0,37
1,0	0,60	0,34
1,1	0,55	0,30
1,2	0,50	0,28
1,3	0,46	0,26
1,4	0,43	0,24
1,5	0,40	0,22
1,6	0,38	0,21

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Gráfica 2-6 Espectro de Respuesta Vivienda Caña Guadua

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Diseño de Vigas Principales**
Ver Apéndice B
- **Diseño de Columnas Principales**
Ver Apéndice B
- **Diseño de Pernos**
Ver Apéndice B

Armado de Vivienda

Tabla 2-39 Arreglo Estructural

Modelo Unión 2 Arreglo Estructural		
	Elemento	Culmos
Nivel 1	Columnas	7
	Vigas principales	3
	Vigas secundarias	2
	Elemento	Culmos
Nivel 2	Columnas	4
	Vigas principales	2
	Vigas secundarias	2
	Elemento	Culmos
Cubierta	Columnas	2
	Vigas principales	2
	Vigas secundarias	1
	Elemento	Culmos

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tipos de cortes para unión entre culmos, tomadas de NEC-SE-Guadua capítulo 5, sección 5.6.



Figura 2-4 Ejemplos de cortes para uniones en Gak

Fuente: NEC-SE-GUADUA, 2016.

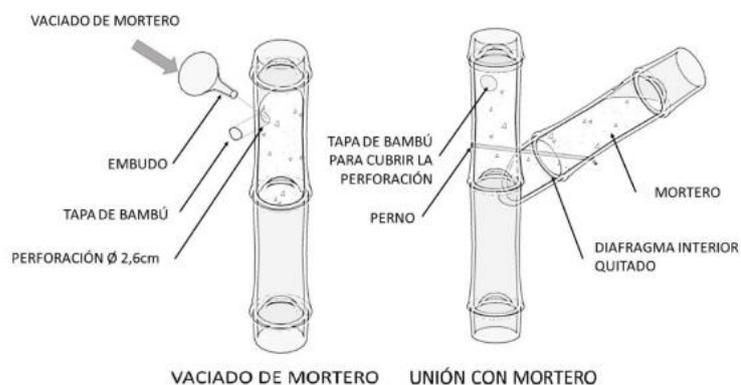


Figura 2-5 Método de vaciado de mortero en unión de culmos

Fuente: NEC-SE-GUADUA, 2016.

2.3.3. Vivienda de Estructura Metálica

MODELO UNIÓN 3

2.3.3.1. Códigos y normas de referencia

En este diseño estructural se tomó como referencia los siguientes códigos:

- Código AISC/AISC 360-10
- Código AISC ASD-89
- American Society for Testing Materials (ASTM A-36, ASTM A-325, ASTM A-500, ASTM A-563, ASTM A-572, ASTM A-706).
- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015).

2.3.3.2. Descripción de materiales

- Perfiles Principales

La estructura está constituida por acero estructural ASTM A36 ya que es el tipo de acero al carbono comúnmente utilizado en la construcción y manufactura de industrias ecuatorianas. Además de su bajo costo, ofrece excelente resistencia y fuerza para un acero bajo en carbono y aleación.

- ✓ $F_y = 36$ ksi
- ✓ $F_u = 58$ ksi
- ✓ $E = 29000$ ksi
- Los elementos estructurales como vigas y columnas estarán fabricados a partir de perfiles IPN del catálogo de IPAC.
- Las conexiones entre elementos estructurales serán soldadas.
- El sistema de piso consistirá en planchas de fibrolit compuesto de una losa fundida sobre correas.
- Resistencia del hormigón: 210 Kg/cm²
- Pernos y tuercas
 - ✓ Pernos ASTM A-325
 - ✓ Carga de prueba 85 ksi

2.3.3.3. *Determinación de cargas.*

- **Carga Viva**

La carga viva se estableció de acuerdo con la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015 (NEC-15) - CARGAS (NO SÍSMICAS) Sección 4.2, uso u ocupación, Residencias.

Tabla 2-40 Cargas Vivas para la vivienda

CARGA VIVA	
Descripción	Ton/m2
Viviendas unifamiliares y bifamiliares	0.2
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.07

Fuente: NEC (2015)

- **Carga Muerta**

Para el actual proyecto se usó entrepiso liviano (fibrolit) apoyado sobre vigas secundarias siendo estas correas y acero estructural en vigas y columnas. El peso propio de la estructura fue dato obtenido del programa ETABS V16. En lo que corresponde a elementos no estructurales, paredes, enlucido y baldosas, se tomó las siguientes cargas.

Tabla 2-41 Cargas Muertas para la vivienda

CARGAS MUERTAS	
Descripción	Ton/m2
Losa, e=5cm	0.19
Baldosas	0.10
Paredes	0.20
Enlucido y ductos	0.04
Wd	0.53

Fuente: NEC (2015)

- Resumen de cargas por piso:

En la tabla se detallarán las cargas que se aplicarán en la estructura.

Tabla 2-42 Cargas por piso

CARGAS POR PISOS			
PRIMER PISO	WD	0.53	Ton/m ²
	WL	0.2	Ton/m ²
CUBIERTA	WD	0.04	Ton/m ²
	WL	0.07	Ton/m ²

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- Combinaciones de cargas

Las combinaciones de cargas se tomaron de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, NEC_SE_CG, Sección 3.4.

Tabla 2-43 Combinaciones de carga

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5max (Lr; S; R)
Combinación 3	1.2 D + 1.6max (Lr; S; R) + max(L; 0.5W)
Combinación 4	1.2 D + 1.0W + L + 0.5max (Lr; S; R)
Combinación 5	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

Fuente: NEC (2015)

2.3.3.4. Cargas Sísmicas

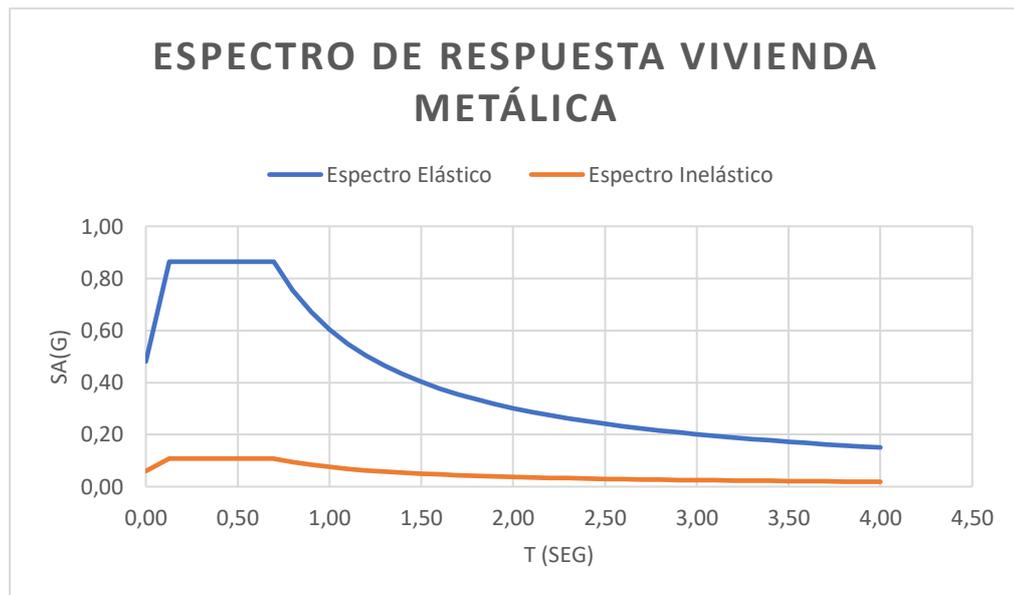
En lo que concierne a las cargas sísmicas, se considerará el tipo de suelo, coeficiente de respuesta sísmica, según el tipo de estructura y los factores de irregularidad.

La aceleración máxima para el sismo de diseño es $Z=0.4g$ para la ubicación de la ciudad de Guayaquil. El suelo rígido donde se construirá la estructura corresponde a un suelo tipo D. (NEC15-CARGAS SÍSMICAS).

Tabla 2-44 Factores aplicados para el diseño

Factor de Importancia I	1
Coefficiente de Respuesta Sísmica R	8
Factor de Irregularidad en Planta ϕ_p	1
Factor de Irregularidad en Elevación ϕ_e	0.9

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.



Gráfica 2-7 Espectro de Respuesta Vivienda Metálica

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Distribución Vertical de Fuerzas Laterales**

Las fuerzas laterales se aplican en cada nivel, mediante el análisis del coeficiente sísmico tomado del espectro inelástico, las cargas muertas de piso y el área de planta.

Donde:

V: Cortante total en la base de la estructura

Hi: Altura de cada piso

Wi: Peso asignado a cada nivel de la estructura

Fx: Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura

Vx: Cortante total en el piso x de la estructura

Tabla 2-45 Fuerzas laterales sísmicas

Nivel	Hi(m)	V= 4.13 T			
		Wx(T)	Wx*Hi^k	Cvx	Fx(T)
2	6,00	5,01	30,03	0,23	0,96
1	3,00	33,22	99,65	0,77	3,17

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.3.3.5. Pre-dimensionamiento y Diseño

El prediseño se partió desde los planos arquitectónicos, proponiendo elementos estructurales que resistan las cargas sobrepuestas hacia la estructura. En esta sección se determinó los perfiles más económicos, livianos y sismo-resistentes para la vivienda. Para observación de cálculos ver Apéndice C.

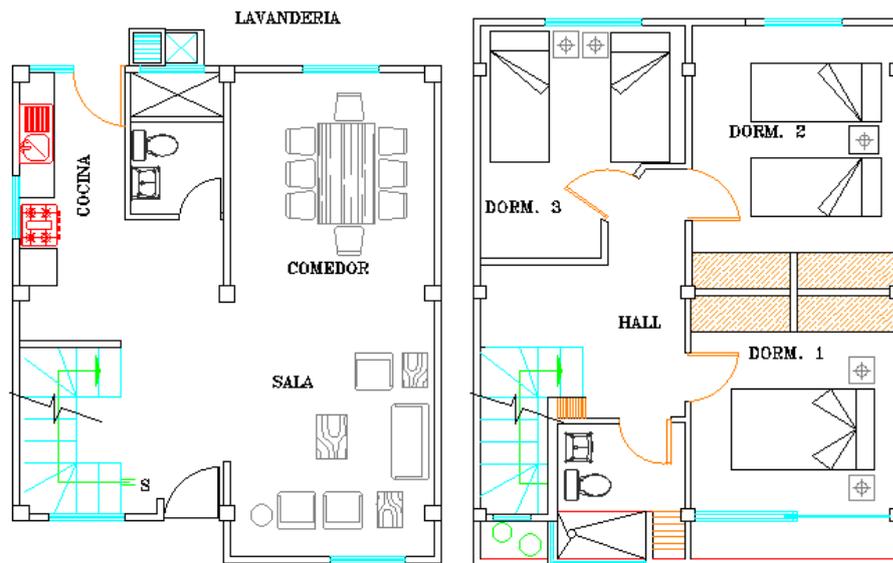


Figura 2-6 Plano Arquitectónico PB - PA

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.3.3.5.1. Vigas Secundarias

Las vigas secundarias resisten cargas gravitacionales. Para este proyecto se diseñó entrepiso liviano para la planta baja, la planta alta tendrá cubierta.

$$M_u \quad 556.2 \text{ kg.m}$$

$$Z_x \quad 24.379 \text{ cm}^3$$

Por medio del catálogo IPAC se adoptó un perfil: G100x50x25x4, por lo tanto:

$$Z_x = 25.95 \text{ cm}^3 > 24.40 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

2.3.3.5.2. Vigas Principales en X

Las vigas principales están diseñadas para resistir fuerzas sísmicas y demanda de las vigas secundarias. Para elegir la sección del perfil se tomó como momento último al momento sísmico de la viga por ser este el momento máximo en la combinación de carga.

- NIVEL 1

$$M_u \quad 2524 \text{ kg.m}$$

$$Z_x \quad 110.55 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 160, por lo tanto:

$$Z_x = 136 \text{ cm}^3 > 110.55 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

- NIVEL 2

$$M_u \quad 904 \text{ kg.m}$$

$$Z_x \quad 39.62 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 100, por lo tanto:

$$Z_x = 39.8 \text{ cm}^3 > 39.62 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

2.3.3.5.3. Vigas Principales en Y

- NIVEL 1

$$M_u = 1082 \text{ kg.m}$$

$$Z_x = 47.39 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 120, por lo tanto:

$$Z_x = 63.6 \text{ cm}^3 > 47.39 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

- NIVEL 2

$$M_u = 750 \text{ kg.m}$$

$$Z_x = 32.84 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 100, por lo tanto:

$$Z_x = 39.8 \text{ cm}^3 > 32.84 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

2.3.3.5.4. Columnas

Las columnas son elementos cargados axialmente a compresión, además son las responsables en transmitir las cargas que se aplican en su parte superior a través de su sección transversal hacia otros elementos de la estructura mediante conexiones. En este proyecto se aplicará el criterio columna fuerte – viga débil en el diseño. Los cálculos pertinentes se reflejan en el Apéndice C

- NIVEL 1

Por medio de la ecuación C.8 se procede a calcular el módulo plástico de la columna.

$$Z_c = 16.18 \text{ pulg}^3 = 265.20 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, se consideró un perfil IPE 220

$$Z_x = 324 \text{ cm}^3 > 265.20 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

- NIVEL 2

Así mismo por medio de la ecuación C.8 se procede a calcular el módulo plástico de la columna.

$$Z_c = 4.74 \text{ pulg}^3 = 77.61 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, se consideró un perfil IPE 140

$$Z_x = 95.4 \text{ cm}^3 > 77.61 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

2.3.3.5.5. Losa

Con el objetivo de soportar las cargas y esfuerzos requeridos, se elige realizar un entrepiso liviano, resistente y de fácil instalación.

Las losas de fibrolit, es un sistema de entrepiso que requiere soportes de vigas secundarias separadas hasta 1.15 metros en el sentido transversal del lado más corto de la losa. Además, se colocan planchas de fibrocemento perpendicular a las vigas secundarias y de forma alternada entre placas para garantizar mejor conexión en las juntas, se establecen medidas de 2440 mm por 1220 mm y 20mm de espesor.

Antes de colocar los tableros se deberá adaptar rigidizadores, cintas anti-vibratorias o sellador de poliuretano para de este modo evitar vibraciones.

Una vez realizado el pre-dimensionamiento se procedió a colocar las secciones en el Etabs para verificar si los perfiles están sobredimensionadas o con sobre-esfuerzo.

Por motivo de alivianar la estructura se sintetizó las secciones prediseñadas para garantizar un mejor ahorro del acero en la vivienda. Posteriormente se verificó la compacidad del perfil, así como deflexiones admisibles y el respectivo diseño por flexión y cortante. Los cálculos se detallan en el Apéndice C.

2.3.3.5.6. Diseño Viga Secundaria

PERFIL G 100x50x25x4

Ya que las vigas secundarias se diseñan para resistir cargas gravitacionales, estas no deberán ser sísmicamente compactas.

- **Diseño por flexión**

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x \quad (2.9)$$

$$\phi_b M_n = 51.308 \text{ Klb.pulg} \geq M_u = 48.205 \text{ Klb.pulg}$$

CUMPLE

$M_n = M_p$: Momento nominal

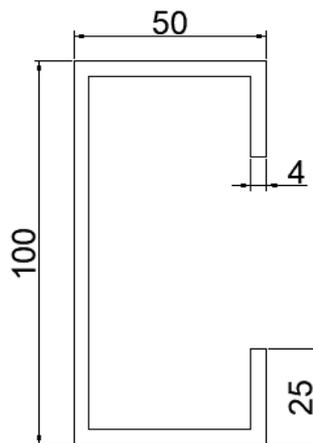


Figura 2-7 Perfil G – Viga Secundaria

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.3.3.5.7. Viga Principal en X

- NIVEL 1

PERFIL IPN 160

$I_x = 935 \text{ cm}^4 = 22.45 \text{ pulg}^4$

$I_y = 54.7 \text{ cm}^4 = 1.31 \text{ pulg}^4$

$S_x = 117 \text{ cm}^3 = 7.14 \text{ pulg}^3$

$S_y = 14.8 \text{ cm}^3 = 0.9 \text{ pulg}^3$

$r_x = 6.4 \text{ cm} = 2.52 \text{ pulg}$

$r_y = 1.55 \text{ cm} = 0.61 \text{ pulg}$

$Z_x = 136 \text{ cm}^3 = 8.30 \text{ pulg}^3$

$Z_y = 24.9 \text{ cm}^3 = 9.8 \text{ pulg}^3$

$J = 6.57 \text{ cm}^4 = 0.158 \text{ pulg}^4$

$C_w = 3096.22 \text{ cm}^6 = 11.53 \text{ pulg}^6$

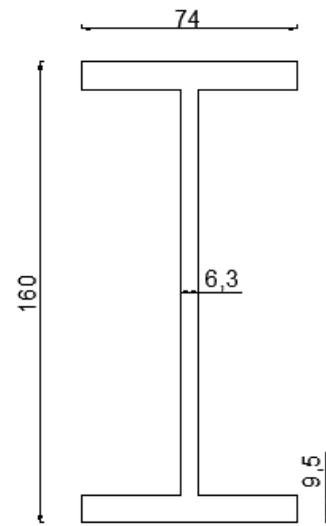


Figura 2-8 Perfil IPN 160

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- NIVEL 2

PERFIL IPN100

$I_x = 171 \text{ cm}^4 = 4.11 \text{ pulg}^4$

$I_y = 12.2 \text{ cm}^4 = 0.29 \text{ pulg}^4$

$S_x = 34.2 \text{ cm}^3 = 2.09 \text{ pulg}^3$

$S_y = 4.88 \text{ cm}^3 = 0.30 \text{ pulg}^3$

$r_x = 4.01 \text{ cm} = 1.58 \text{ pulg}$

$r_y = 1.07 \text{ cm} = 0.42 \text{ pulg}$

$Z_x = 39.8 \text{ cm}^3 = 2.43 \text{ pulg}^3$

$Z_y = 8.09 \text{ cm}^3 = 0.49 \text{ pulg}^3$

$J = 1.6 \text{ cm}^4 = 0.038 \text{ pulg}^4$

$C_w = 265.85 \text{ cm}^6 = 0.99 \text{ pulg}^6$

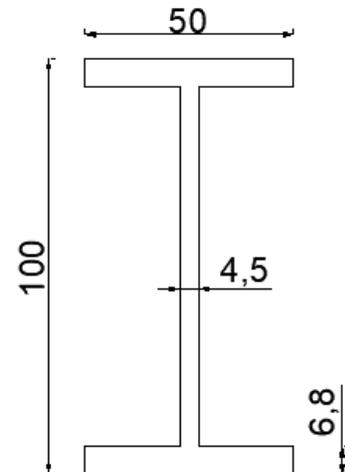


Figura 2-9 Perfil IPN 100

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Sísmicamente Compacto	CUMPLE
Diseño por Flexión	CUMPLE
Diseño por Cortante	CUMPLE
Deflexiones	CUMPLE

2.3.3.5.8. Viga Principal en Y

- NIVEL 1

En el prediseño para las vigas del nivel 1, se estableció perfil IPN 120, pero debido que el miembro central se encontraba en sobreesfuerzo, se procedió a colocar perfil IPN 160 en el centro del nivel 1.

Se diseñó la viga crítica $L=350$ cm del centro del vano en el nivel 1.

- NIVEL 2

En el prediseño para las vigas del nivel 2, se estableció perfil IPN 100, pero debido que el miembro central se encontraba en sobreesfuerzo, se procedió a colocar perfil IPN 120 en el centro del nivel 2.

Se diseñó la viga crítica $L=350$ cm del centro del vano del nivel 2.

PERFIL IPN 120

$$I_x = 328 \text{ cm}^4 = 7.88 \text{ pulg}^4$$

$$I_y = 21.5 \text{ cm}^4 = 0.52 \text{ pulg}^4$$

$$S_x = 54.7 \text{ cm}^3 = 3.34 \text{ pulg}^3$$

$$S_y = 7.41 \text{ cm}^3 = 0.45 \text{ pulg}^3$$

$$r_x = 4.81 \text{ cm} = 1.89 \text{ pulg}$$

$$r_y = 1.23 \text{ cm} = 0.48 \text{ pulg}$$

$$Z_x = 63.6 \text{ cm}^3 = 3.88 \text{ pulg}^3$$

$$Z_y = 12.3 \text{ cm}^3 = 0.75 \text{ pulg}^3$$

$$J = 2.71 \text{ cm}^4 = 0.065 \text{ pulg}^4$$

$$C_w = 667.78 \text{ cm}^6 = 2.524 \text{ pulg}^6$$

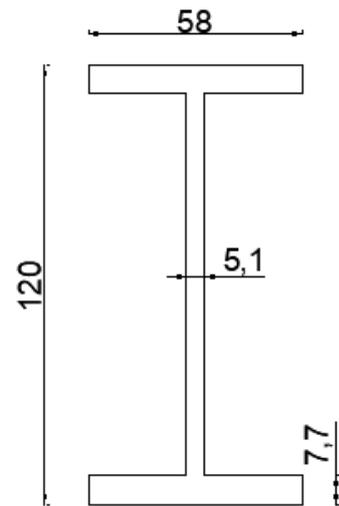


Figura 2-10 IPN 120

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M.,
2018.

Sísmicamente Compacto	CUMPLE
Diseño por Flexión	CUMPLE
Diseño por Cortante	CUMPLE
Deflexiones	CUMPLE

2.3.3.5.9. Diseño de Columnas

Diseño de columna crítica

El programa utilizado para el diseño de la estructura especifica que la columna crítica está ubicada en el primer piso C5. Además, el programa indica valores de las cargas actuantes en esta columna IPN 220.

Para conexiones rígidas de columnas a zapatas G teóricamente tiende a cero, pero desde un punto de vista práctico se recomienda un valor de 1 ya que ninguna conexión es perfectamente rígida.

COLUMNA IPN 220

$P_u = 17.86 \text{ Ton} = 39.29 \text{ klb}$ para facilidad

De cálculos se tomará 40 klb.

$M_{ux \text{ max}} = 25.441 \text{ ton.cm}$

$M_{ux \text{ min}} = 17.075 \text{ ton.cm}$

$M_{uy \text{ max}} = 3.162 \text{ ton.cm}$

$M_{uy \text{ min}} = 3.085 \text{ ton.cm}$

$L = 300 \text{ cm}$

$I_x = 3060 \text{ cm}^4$

$I_y = 162 \text{ cm}^4$

$r_x = 8.8 \text{ cm}$

$r_y = 2.02 \text{ cm}$

$A = 39.5 \text{ cm}^2 = 6.12 \text{ in}^2$

$Z_x = 324 \text{ cm}^3$

$Z_y = 55.7 \text{ cm}^3$

$S_x = 274 \text{ cm}^3$

$S_y = 33.1 \text{ cm}^3$

COLUMNA IPN 160

$I_x = 935 \text{ cm}^4$

$I_y = 54.7 \text{ cm}^4$

Diseño por Flexocompresión CUMPLE

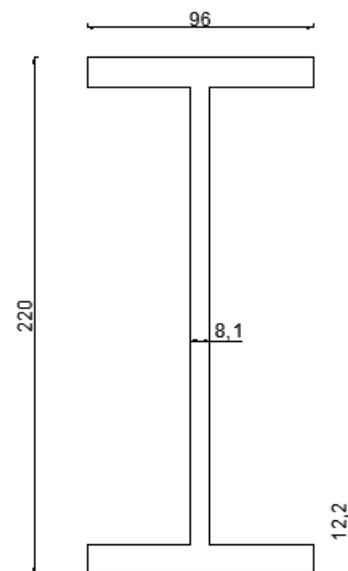


Figura 2-11 Perfil IPN 220

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.3.3.5.10. *Diseño de la placa base.*

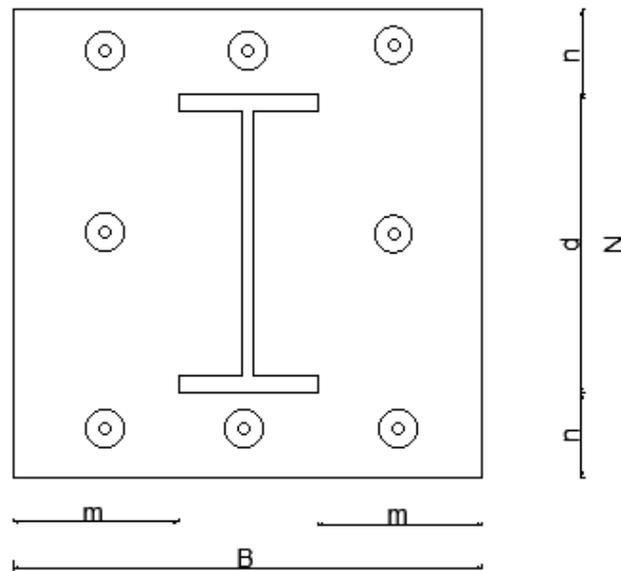


Figura 2-12 Placa de anclaje

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

N=B	10 pulg
m	0.89 pulg
n	3.49 pulg
espesor	5/8"
Pernos A325	5/8"
Resistencia al contacto del concreto	CUMPLE

2.3.3.5.11. *Soldadura*

Las conexiones de placa base – columna, columna-viga, viga-vigas secundarias se las realizará por medio de soldadura.

El proceso de soldadura utilizado será el SMAW que significa soldadura de arco metálico protegido, es la soldadura más utilizada para producción, mantenimiento, reparación y construcción en campo.

Ventajas:

- a) Equipo relativamente sencillo y económico
- b) Es menos sensible al viento y corrientes de aire

- c) Se puede usar en áreas de acceso limitado
- d) Sirve para la mayoría de los metales de uso común.

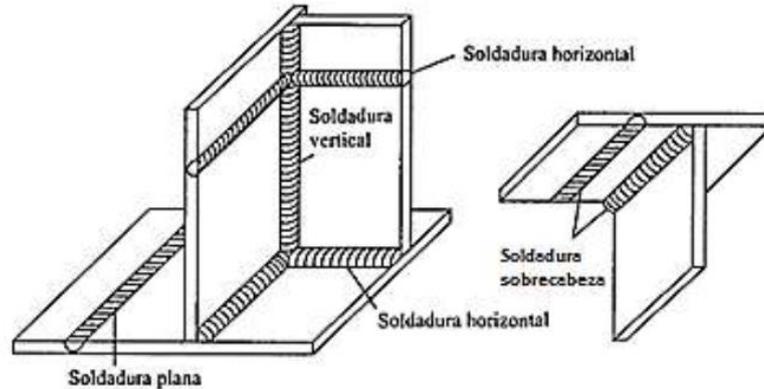


Figura 2-13 Posiciones de soldadura

Fuente: McCormac & Csernak, 2003

POSTERIOR	FILETE	TAPON O RANURA	RANURA O A TOPE						ENSAN- CHA- MIENTO	ENSAN- CHAMIENTO DE BISEL
			CUADRADO	V	BISEL	U	J			
SÍMBOLOS COMPLEMENTARIOS										
RESPALDO	ESPACIADO	SOLDADURA TODO ALREDEDOR	SOLDADURA DE CAMPO	CONTORNO		Véase la AWS A.2.4 para otros símbolos básicos y complementarios de soldadura				
				NIVELADO	CONVEXO					

Figura 2-14 Símbolos de soldadura

Fuente: McCormac & Csernak, 2003

Diseño de conexiones soldadas de doble ángulo

Una soldadura utilizada para conectar los ángulos al alma de la viga se la denomina soldadura A y una soldadura que sirve para conectar la viga a otro miembro se la denomina soldadura B.

1. Generalmente se utilizan ángulos de 4x3 ½ pulg con el lado de 3 ½ pulg conectado al alma de la viga.
2. El espesor del ángulo seleccionado es igual al tamaño de la soldadura más 1/16 pulg

Para detalle de los cálculos de la soldadura, ver Apéndice C.

2.4. Estudio de Impacto Ambiental

2.4.1. Introducción

En el siguiente escrito se presentará un estudio sobre el impacto ambiental en el Recinto La Unión, el cual se analizará los recursos que serán afectados según las actividades que se realicen en las fases de construcción, operación y demolición, con el objetivo de minimizar la afectación del entorno en el cual será realizado el proyecto. Finalmente se establece un plan de manejo ambiental el cual permitirá la remediación de los recursos afectados.

2.4.2. Objetivos

2.4.2.1. Objetivo General

- Diseñar un plan de manejo ambiental con sus respectivas medidas de prevención con el fin de garantizar la óptima gestión socioambiental del proyecto en el Recinto La Unión.

2.4.2.2. Objetivo Específicos

- Determinar los riesgos ambientales por las actividades realizadas en el proyecto para efectuar una remediación de los daños.
- Identificar el medio físico, biótico y sociocultural, en el cual se desarrollan las actividades garantizando una evaluación óptima del entorno.
- Analizar información del entorno ambiental del proyecto que van a ser aprovechados o afectados durante la fase de construcción, operación y demolición.

2.4.3. Línea Base Ambiental

La línea base ambiental cumple la función de describir elementos que pueden tener riesgos en el medio ambiente que se encuentren en el área de influencia del proyecto llamado “Diseño para la Construcción de Viviendas de Interés Social En El Recinto La Unión, Cantón Durán, Provincia Del Guayas”, se caracterizó considerando la situación actual, para proseguir con la evaluación de los impactos ambientales y la propuesta de medidas de mitigación de estos.

La línea base ambiental del medio físico se incluyó temas como el análisis de clima, geología, geomorfología, hidrología, uso del suelo; es decir, factores físicos del área del proyecto. (Ver Capítulo 1).

Respecto al medio biótico se abordará temas de flora y fauna que compone el ecosistema, además de actividades de pesca y acuicultura en la comunidad. Durante el recorrido en el área del proyecto no se identificó especies de flora y fauna, raras o en peligro de extinción. En cuanto al medio socioeconómico se evidenció actividades económicas como tiendas de víveres, así como Iglesia Católica y la Unidad Educativa Básica Daniel Torres Ponce.

2.4.4. Actividades en las diferentes fases y recursos afectados

2.4.4.1. Actividades en las diferentes fases

A continuación, se muestra distintas actividades procedentes de la fase de construcción, operación y demolición las cuales presentan afectaciones al medio ambiente.

- **Fase de construcción**
 - Limpieza y desbroce
 - Excavación y Relleno
 - Transporte de material
 - Construcción Estructura de Caña Guadua
 - Construcción de Estructura de Hormigón
 - Construcción de Estructura Metálica
 - Cimentación de Estructuras
 - Generación de desechos sólidos
 - Instalaciones Eléctricas
 - Instalaciones AASS y AAPP

- **Fase de operación**
 - Mantenimiento de infraestructura
 - Mantenimiento de fachada
 - Mantenimiento y reparación sistema eléctrico
 - Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP

- **Fase de demolición**
 - Construcción de botadero de desechos
 - Demolición de la infraestructura
 - Transporte de materiales de desechos

1.5.3.2. Recursos afectados

- **Medio Físico**
 - Agua
 - Suelo
 - Aire
- **Medio Biológico**
 - Flora
 - Fauna
- **Medio Socio Económico**
 - Económico
 - Social

2.4.5. Matriz de Impacto Ambiental

El método para la evaluación de impacto ambiental en el presente capítulo, fue elaborado sobre la base de Matrices de Leopold, dando como resultado el diseño de matrices que relacionan las acciones del proyecto, se permitió una identificación inmediata y sintética de los elementos críticos de impacto, que eventualmente demandará medidas de control.

Matriz Intensidad (I)

La matriz intensidad determina el efecto que la implantación del proyecto y cada una de sus acciones generan sobre factor ambiental. Se tiene la siguiente ponderación:

0 Impacto imperceptibles

1-5 Impacto de baja incidencia

10 Impacto de alta incidencia

Matriz Extensión (E)

Esta matriz corresponde a la extensión espacial y geográfica del impacto con relación al área de estudio. Se adoptan las siguientes escalas:

- 0 No aplica
- 1 Impacto puntual
- 5 Impacto local (parcial)
- 10 Impacto regional (extensa)

Matriz Duración (D)

Esta matriz indica el tiempo que va a permanecer el impacto sobre el factor ambiental evaluado. Su ponderación es:

- 0 No aplica
- 1 Impacto menor a 5 años
- 5 Impacto entre 5 a 10 años
- 10 Impacto mayor a 10 años

Matriz Bondad de Impacto

Corresponde a valorar si las actividades realizadas en obra producen impactos negativos, cuya ponderación es:

- 0 Actividad sin afectación
- +1 Actividad de impacto positivo
- 1 Actividad de impacto negativo

Matriz Magnitud de Impacto (M)

A través de la siguiente ecuación se calculará la magnitud de impacto de las actividades de los factores ambientales afectados, donde se intervienen las cuatro matrices: Intensidad, Extensión, Duración y Bondad de Impacto. Además, se deberá ponderar los tres factores los cuales dependerán de la importancia que se le de a cada una de las matrices de intensidad, extensión y duración.

$$M = \pm(I \times F_I + E \times F_E + D \times F_D) \quad (2.1)$$

$$F_I + F_E + F_D = 1 \quad (2.2)$$

Matriz Reversibilidad (Rv)

La matriz de reversibilidad está en función a su capacidad de recuperación de los factores ambientales afectados en el proyecto. Se tiene la siguiente ponderación:

- 0 Sin afectación
- 1 Impacto muy reversible
- 5 Impacto parcialmente reversible
- 8 Impacto reversible a largo plazo
- 10 Impacto irreversible

Matriz de Riesgo (Rg)

Se entiende como el efecto de ocurrencia del impacto y demuestra el grado de certidumbre sobre los factores ambientales, obteniéndose con los siguientes rangos.

- 0 Sin riesgo
- 1 Baja ocurrencia
- 5 Media ocurrencia
- 10 Alta ocurrencia

Matriz Valoración de Impacto Ambiental (VIA)

Mediante la siguiente ecuación se procede a calcular el impacto total provocado por cada actividad sobre cada factor ambiental, interviniendo las matrices de: Magnitud de impacto, Reversibilidad y de Riesgo; de igual manera se asignará un factor el cual pondera cada matriz dependiendo del proyecto que se realice.

$$VIA = |R_v|^{F_{Rv}} \times |R|^{F_{Rg}} \times |M|^{F_M} \quad (2.3)$$

$$F_M + F_{Rv} + F_{Rg} = 1 \quad (2.4)$$

Matriz Rango de Significancia

El rango de significancia indica una percepción de impacto en los valores obtenidos en la matriz de Valoración de Impacto Ambiental, se presentan con los siguientes rangos:

- 0 Impacto neutro (N)
- 1-4 Impacto bajo (B)
- 5-7 Impacto medio (M)
- 8-10 Impacto alto (A)

Para los factores de ponderación se tomó los valores detallados a continuación en todos los casos de las fases de construcción, operación y demolición.

Tabla 2-46 Factores Matriz Magnitud

FACTORES	
F. INTENSIDAD	0,3
F. EXTENSIÓN	0,3
F. DURACIÓN	0,4

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-47 Factores de Matriz VIA

FACTORES	
F. MAGNITUD	0,5
F. REVERSIBILIDAD	0,3
F. RIESGO	0,2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.4.5.1. Fase de Construcción

Tabla 2-48 Matriz Intensidad – Fase Construcción

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO			SOCIO-ECONÓMICO		
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA	EMPLEO	BENEFICIO	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA			TERRESTRE
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	5	0	7	0	2	3	0	5	5	5	8	9
	Excavación y Relleno	5	5	8	0	4	6	0	4	5	5	8	10
	Transporte de material	0	0	0	5	4	7	0	0	6	5	8	6
	Construcción Estructura de Caña Guadua	4	1	0	3	3	5	0	0	0	0	8	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	7	4	0	4	4	5	0	0	0	0	9	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	5	2	0	2	2	5	0	0	0	0	8	0
	Cimentación de Estructuras	5	7	6	0	5	5	0	0	0	0	9	0
	Generación de desechos sólidos	9	0	0	0	5	5	0	5	0	5	8	0
	Instalaciones Eléctricas	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9
	Instalaciones AASS y AAPP	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-49 Matriz Extensión – Fase Construcción

MATRIZ EXTENSIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	5	1	5	5	5	5	1	1	5	1	5	5
	Excavación y Relleno	5	5	5	5	5	5	1	1	5	1	5	5
	Transporte de material	5	1	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5
	Construcción Estructura de Caña Guadua	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	5	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	5	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	0
	Cimentación de Estructuras	1	5	0	0	1	1	0	0	0	0	5	0
	Generación de desechos sólidos	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	5	0
	Instalaciones Eléctricas	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5	0
	Instalaciones AASS y AAPP	5	0	0	0	5	0	0	5	0	5	5	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 201

Tabla 2-50 Matriz Duración – Fase Construcción

MATRIZ DURACIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BIENESTAR
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	Excavación y Relleno	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	Transporte de material	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	Construcción Estructura de Caña Guadua	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	Cimentación de Estructuras	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	Generación de desechos sólidos	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	Instalaciones Eléctricas	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
	Instalaciones AASS y AAPP	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-51 Matriz Bondad De Impacto – Fase Construcción

MATRIZ BONDAD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1
	Excavación y Relleno	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1
	Transporte de material	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1
	Construcción Estructura de Caña Guadua	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0
	Cimentación de Estructuras	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	0
	Generación de desechos sólidos	-1	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	0
	Instalaciones Eléctricas	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	-1	0
	Instalaciones AASS y AAPP	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	-1	-1	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-52 Matriz Magnitud de Impacto – Fase Construcción

MATRIZ MAGNITUD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	-3,4	0	-4	-1,9	-2,5	-2,8	0	-2,2	-3,4	-2,2	-4,3	-4,6
	Excavación y Relleno	-3,4	-3,4	-4,3	-1,9	-3,1	-3,7	0	-1,9	-3,4	-2,2	-4,3	-4,9
	Transporte de material	-1,9	0	-1,9	-3,4	-3,1	-4	0	-1,9	-3,7	-3,4	-4,3	-3,7
	Construcción Estructura de Caña Guadua	-1,9	0	0	0	-1,6	-2,2	0	0	0	0	-4,3	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	-4	-1,9	0	0	-1,9	-2,2	0	0	0	0	-4,6	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	-2,2	0	0	0	0	-2,2	0	0	0	0	-4,3	0
	Cimentación de Estructuras	0	-4	0	0	-2,2	-2,2	0	0	0	0	-4,6	0
	Generación de desechos sólidos	-3,4	0	-0,7	0	-1,9	-2,2	0	0	0	0	-4,3	0
	Instalaciones Eléctricas	0	0	0	0	-0,7	-0,7	0	0	0	0	-3,7	0
Instalaciones AASS y AAPP	-1,9	0	0	0	-1,9	0	0	-3,4	0	-3,4	-3,7	0	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-53 Matriz Reversibilidad – Fase Construcción

MATRIZ DE REVERSIBILIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	1	0	1	5	1	1	0	1	1	1	0	0
	Excavación y Relleno	1	1	1	5	1	1	0	1	1	1	0	0
	Transporte de material	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
	Construcción Estructura de Caña Guadua	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Cimentación de Estructuras	1	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Generación de desechos sólidos	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Instalaciones Eléctricas	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Instalaciones AASS y AAPP	5	0	0	0	1	0	0	5	0	5	0	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-54 Matriz Riesgo – Fase Construcción

MATRIZ DE RIESGO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	10	10
	Excavación y Relleno	5	5	10	5	5	5	0	5	5	5	10	10
	Transporte de material	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	5	10
	Construcción Estructura de Caña Guadua	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0
	Construcción de Estructuras de Hormigón	5	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0
	Construcción de Estructuras Metálicas	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0
	Cimentación de Estructuras	5	5	0	0	5	5	0	0	0	0	5	0
	Generación de desechos sólidos	5	0	5	0	5	5	0	0	0	0	10	0
	Instalaciones Eléctricas	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	10	0
	Instalaciones AASS y AAPP	5	0	0	0	5	0	0	5	0	5	5	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-55 Matriz VIA – Fase Construcción

MATRIZ VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (VIA)														
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO		
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE			
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	2,54	0,00	3,17	3,08	2,18	2,31	0,00	2,05	2,54	2,05	0,00	0,00	19,92
	Excavación y Relleno	2,54	2,54	3,29	3,08	2,43	2,65	0,00	1,90	2,54	2,05	0,00	0,00	23,03
	Transporte de material	1,90	0,00	2,18	2,54	2,43	2,76	0,00	1,90	2,65	2,54	0,00	0,00	18,92
	Construcción Estructura de Caña Guadua	1,90	0,00	0,00	0,00	1,75	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,69
	Construcción de Estructuras de Hormigón	2,76	1,90	0,00	0,00	1,90	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,61
	Construcción de Estructuras Metálicas	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,09
	Cimentación de Estructuras	0,00	4,47	0,00	0,00	2,05	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,57
	Generación de desechos sólidos	2,54	0,00	1,15	0,00	1,90	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,65
	Instalaciones Eléctricas	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15	1,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Instalaciones AASS y AAPP	3,08	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	0,00	4,12	0,00	4,12	0,00	0,00	0,00
	19,32	8,92	9,80	8,71	17,69	19,11	0,00	9,97	7,74	10,76	0,00	0,00		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-56 Matriz Rango de Significancia – Fase Construcción

MATRIZ RANGO DE SIGNIFICANCIA													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	Limpieza y desbroce	B	N	B	B	B	B	N	B	B	B	N	N
	Excavación y Relleno	B	B	B	B	B	B	N	B	B	B	N	N
	Transporte de material	B	N	B	B	B	B	N	B	B	B	N	N
	Construcción Estructura de Caña Guadua	B	N	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N
	Construcción de Estructuras de Hormigón	B	B	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N
	Construcción de Estructuras Metálicas	B	N	N	N	N	B	N	N	N	N	N	N
	Cimentación de Estructuras	N	B	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N
	Generación de desechos sólidos	B	N	B	N	B	B	N	N	N	N	N	N
	Instalaciones Eléctricas	N	N	N	N	B	B	N	N	N	N	N	N
	Instalaciones AASS y AAPP	B	N	N	N	B	N	N	B	N	B	N	N

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.4.5.2. Fase de Operación

Tabla 2-57 Matriz Intensidad – Fase Operación

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	5	0	0	0	5	8	0	0	0	0	8	10
	Mantenimiento de fachada	5	0	0	0	5	8	0	0	0	0	9	9
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	6	3	5	0	0	5	0	0	0	0	8	9
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	6	9	5	0	0	5	0	0	0	0	7	10

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-58 Matriz Extensión – Fase Operación

MATRIZ EXTENSIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
	Mantenimiento de fachada	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-59 Matriz Duración – Fase Operación

MATRIZ DURACIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BIENESTAR
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	10	0	0	0	10	10	0	0	0	0	10	10
	Mantenimiento de fachada	10	0	0	0	10	10	0	0	0	0	10	10
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	10	10	10	0	0	10	0	0	0	0	10	10
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	10	10	10	0	0	10	0	0	0	0	10	10

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-60 Matriz Bondad de Impacto – Fase Operación

MATRIZ BONDAD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1	1
	Mantenimiento de fachada	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1	1
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	1	1
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	1	1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-61 Matriz Magnitud de Impacto – Fase Operación

MATRIZ MAGNITUD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	-5,8	0	0	0	-5,8	-6,7	0	0	0	0	6,7	7,3
	Mantenimiento de fachada	-6,1	0	0	0	-4,3	-5,8	0	0	0	0	6,7	7
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	-6,1	-7	-5,8	0	0	-5,8	0	0	0	0	6,4	7,3
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	-4,3	-4,3	-4,3	0	0	-4,3	0	0	0	0	4,3	4,3

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-62 Matriz Reversibilidad – Fase Operación

MATRIZ DE REVERSIBILIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
	Mantenimiento de fachada	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	5	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	5	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-63 Matriz Riesgo – Fase Operación

MATRIZ DE RIESGO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	5	10
	Mantenimiento de fachada	5	0	0	0	5	5	0	0	0	0	10	10
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	5	5	5	0	0	5	0	0	0	0	5	10
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	5	5	5	0	0	5	0	0	0	0	5	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-64 Matriz VIA - Fase Operación

MATRIZ VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (VIA)															
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO			
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO		
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE				
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	5,39	0,00	0,00	0,00	5,39	5,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,56
	Mantenimiento de fachada	5,52	0,00	0,00	0,00	4,64	5,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,54
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	5,52	5,92	5,39	0,00	0,00	5,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,21
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	4,64	4,64	4,64	0,00	0,00	4,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,55
		21,07	10,55	10,02	0,00	10,02	21,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-65 Matriz Rango de Significancia - Fase Operación

MATRIZ RANGO DE SIGNIFICANCIA													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN	Mantenimiento de Infraestructura	M	N	N	N	M	M	N	N	N	N	N	N
	Mantenimiento de fachada	M	N	N	N	M	M	N	N	N	N	N	N
	Mantenimiento y reparación sistema eléctrico	M	M	M	N	N	M	N	N	N	N	N	N
	Mantenimiento y reparación sistema AASS y AAPP	M	M	M	N	N	M	N	N	N	N	N	N

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.4.5.3. Fase de Demolición

Tabla 2-66 Matriz Intensidad - Fase Demolición

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	10	10	10	10	10	0	0	0	8	5	8	10
	Demolición de la infraestructura	8	0	0	8	8	10	0	0	5	5	4	5
	Transporte de materiales de desechos	7	0	0	5	5	5	0	0	5	3	0	10

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-67 Matriz Extensión - Fase Demolición

MATRIZ EXTENSIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	5	5	5	5	5	0	0	0	1	1	1	5
	Demolición de la infraestructura	5	5	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	Transporte de materiales de desechos	5	0	0	1	1	1	0	0	5	1	1	1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-68 Matriz Duración - Fase Demolición

MATRIZ DURACIÓN													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BIENESTAR
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
	Demolición de la infraestructura	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	Transporte de materiales de desechos	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-69 Matriz Bondad de Impacto - Fase Demolición

MATRIZ BONDAD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	1	1
	Demolición de la infraestructura	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	1	1
	Transporte de materiales de desechos	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	1	1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-70 Matriz Magnitud de Impacto - Fase Demolición

MATRIZ MAGNITUD DE IMPACTO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN	Construcción de botadero de desechos	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9	-4,9	0	0	0	-3,1	-2,2	3,1	4,9
	Demolición de la infraestructura	-4	-1,9	0	-2,2	-2,2	-2,2	0	0	-2,2	-1,6	0,7	3,7
	Transporte de materiales de desechos	-1,9	0	0	-0,7	-0,7	-0,7	0	0	-1,9	-0,7	0,7	0,7

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-71 Matriz de Reversibilidad - Fase Demolición

MATRIZ DE REVERSIBILIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
	Demolición de la infraestructura	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
	Transporte de materiales de desechos	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-72 Matriz de Riesgo - Fase Demolición

MATRIZ DE RIESGO													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA			
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUÍDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	10	10	5	10	10	0	0	0	1	1	10	10
	Demolición de la infraestructura	1	0	0	5	10	10	0	0	1	1	1	1
	Transporte de materiales de desechos	0	0	0	5	5	1	0	0	1	1	1	5

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-73 Matriz VIA - Fase Demolición

MATRIZ VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (VIA)														
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO		
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE			
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	3,51	3,51	3,05	3,51	3,51	0,00	0,00	0,00	1,76	1,48	0,00	0,00	20,33
	Demolición de la infraestructura	2,00	0,00	0,00	2,05	2,35	2,35	0,00	0,00	1,48	1,26	0,00	0,00	11,50
	Transporte de materiales de desechos	0,00	0,00	0,00	1,15	1,15	0,84	0,00	0,00	1,38	0,84	0,00	0,00	5,36
		15,54	4,64	4,64	0,00	10,02	15,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla 2-74 Matriz Rango de Significancia - Fase Demolición

MATRIZ RANGO DE SIGNIFICANCIA													
FASE	ACTIVIDADES	FÍSICO						BIOLÓGICO				SOCIO-ECONÓMICO	
		AGUA		SUELO	AIRE			FLORA		FAUNA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	EROSIÓN	CALIDAD	POLVO	RUIDO/VIBRACIÓN	ACUÁTICA	TERRESTRE	ACUÁTICA	TERRESTRE		
DEMOLICIÓN	Construcción de botadero de desechos	B	B	B	B	B	N	N	N	B	B	N	N
	Demolición de la infraestructura	B	N	N	B	B	B	N	N	B	B	N	N
	Transporte de materiales de desechos	N	N	N	B	B	B	N	N	B	B	N	N

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

2.4.6. Plan de manejo ambiental

En el análisis de impacto ambiental se observó que en la fase de construcción la actividad ambiental más afectada fue de excavación y relleno con 23.03 puntos, de igual manera la fase de operación se mostró afectada con la actividad de mantenimiento eléctrico con 22.21 puntos y finalmente la fase de demolición se mostró afectada la actividad de construcción de botadero de desechos con 20.33 puntos. No obstante, en todas las fases descritas se mostró con alto riesgo a ser afectada el agua superficial y abundante ruido y vibraciones en la comunidad.

2.4.6.1. Manejo interno de los desechos sólidos

El proceso de identificación de los problemas existentes a lo largo de la construcción se tiene en cuenta aquellos inconvenientes asociados a la generación, recolección, segregación, almacenamiento, transportación, tratamiento y disposición final

Recolección: Cada actividad generará escombros de hormigón, madera, acero, plástico, aluminio y vidrio. Además, se producirá desechos por desbroce y desperdicios de las maquinarias.

Tratamiento: Con el objetivo de reducir la nocividad y controlar la agresividad ambiental para facilitar la gestión, se escoge diferentes tipos de tratamiento de los desechos sólidos.

Reciclaje: En este proceso se separará, recogerá, clasificará y almacenará para ser reincorporados como materia prima al ciclo productivo. Se reciclará el plástico, aluminio, vidrio, fundas de papel de los sacos de cemento, así como pedazos de acero para luego ser fundidos.

Relleno: Para excesos de escombros y dificultad en transporte de desperdicios, se realizará un lugar temporal para la disposición de desechos sólidos, que no cuente con la estructura propia de un relleno sanitario, pero donde se dan las condiciones mínimas para compactación y cobertura.

Disposición final: Se deberá solicitar a la entidad competente por el aseo y recolección de desperdicios finales, colocando los desechos no peligrosos a vertederos municipales que cuenten con condiciones higiénicas-sanitarias, ambientales, de protección y seguridad.

2.4.6.2. Plan de monitoreo ambiental

Ruido y Vibraciones: Pensando en la salud de los afectados del recinto, se deberá monitorear con frecuencia moderada el ruido generado en el área de construcción.

Recurso aire: Es importante hacer evaluaciones continuas sobre la cantidad de aire durante la etapa de construcción con ayuda de equipos especializados, se recomienda realizar un monitoreo con frecuencia.

Recurso agua: Ya que el área de estudio está rodeada de camaroneras, es importante evaluar el agua y dar un informe técnico con medidas de control y recomendaciones. Se deberá realizar controles para aguas residuales tales como coliformes fecales y totales cada mes.

2.4.6.3. Plan de Contingencias

Para el caso de incidentes, accidentes o estados de emergencia, se detallará lo siguiente:

Accidentes Laborales: Durante la etapa de construcción y demolición es importante el uso de equipos de protección personal, sea para actividades manuales o en ocupación de vehículos de transporte y maquinaria pesada. Para evitar accidentes personales se deberá realizar capacitaciones a los trabajadores. Se contará con el respectivo botiquín de emergencia.

Incendios: Para la prevención de incendios el personal de trabajo deberá tener una capacitación para que se tenga una respuesta rápida ante los flagelos.

Sismos: Debido a que el Ecuador se encuentra en zona sísmica, será necesario capacitar al personal de trabajo y realizar un recorrido del área para conocer con antelación de las vías de evacuación y zonas seguras.

2.4.6.4. Plan de educación ambiental

Moradores de la comunidad: Se capacitará a la comunidad informando medidas de prevención al estar rodeados de construcciones, además se invitará a los pobladores en actividades recreativas y sociales entre el personal de trabajo.

Señalética: Se instruirá al personal y a la comunidad sobre el significado de los colores y símbolos en el área de construcción, así como puntos de encuentro y señales de depósitos de basura y escombros, además de salidas de emergencia.

2.4.6.5. Medidas de mitigación

Construcción de un centro provisional para primeros auxilios en caso de emergencias.

Compra de medicinas e implementos médicos

Disponer de espacios adecuados para evacuación en caso de sismos.

CAPITULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para que la solución planteada deba ser económicamente viable y tecnológicamente factible se realizó una tabla de ponderación el cual muestra de manera resumida la mejor alternativa propuesta en el proyecto.

Para realizar la ponderación se basó en las siguientes características y limitaciones.

Tabla 3-1 Ponderación de elección de alternativa

Descripción		Puntaje
Durabilidad	Menor a 50 años	1
	Entre 50 y 100 años	5
	Mayor a 100 años	10
Comodidad	Baja	1
	Moderada	5
	Satisfactoria	10
Costo	Menor a \$21000	20
	Entre \$21000 a \$30000	10
	Mayor a \$30000	5
Aceptación Social	Marginable	1
	Aceptable	5
	Popular	10
Mantenimiento	Periódico	1
	Regular	5
	Casi Nulo	10

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Las alternativas a calificar son:

Alternativa 1: Vivienda de Hormigón Armado

Alternativa 2: Vivienda de Caña Guadua

Alternativa 3: Vivienda de Estructura Metálica

Tabla 3-2 Criterio de valoración de las viviendas

	Vivienda Hormigón Armado	Vivienda Caña Guadua	Vivienda Estructura Metálica
Durabilidad	5	5	5
Comodidad	5	10	5
Costo	5	20	10
Aceptación Social	10	5	1
Mantenimiento	10	5	5
TOTAL	35	45	26

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

La alternativa con la mejor ponderación es la vivienda de caña guadua con una calificación de 45 puntos. Este sistema constructivo es el más viable debido al presupuesto y comodidad.

Para determinar el presupuesto de la estructura se realizó el costo por fases de construcción. La primera fase consistió en la primera planta con indicios de construir un segundo nivel, los resultados son los siguientes:

Tabla 3-3 Presupuesto Referencial

Presupuesto de las viviendas	Fase 1	Fase 2	Total
Vivienda Hormigón Armado	\$ 21.192,73	\$ 9.584,11	\$ 30.776,84
Vivienda Estructura Metálica	\$ 15.327,41	\$ 8.271,76	\$ 23.599,17
Vivienda Caña Guadua	\$ 13.441,59	\$ 7.400,35	\$ 20.841,94

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Los estudios realizados indican que las estructuras diseñadas son sismo-resistentes, respecto a la caña guadua perteneciente a la familia de las gramíneas constituye un recurso renovable que no implica deforestación, además de la rapidez de construcción, se debe apreciar que este material aporta con mayor resistencia que el método constructivo de hormigón armado y metálico. Además, las secciones propuestas en el diseño de caña guadua indica que deben estar en un sobrecimiento para garantizar que

los elementos de caña no estén en contacto con la humedad. Otro punto por tomar en cuenta es el diseño de aplastamiento, el mismo que evita rellenar con hormigón los nudos que sirvan de conexión estructural.

Debido a las limitaciones de agua potable, aguas servidas, todas las viviendas fueron diseñadas con acceso a servicios básico sanitario con la colocación de un tanque bio digestor conectado a la vivienda mediante tuberías PVC, agua potable con tanques de almacenamiento adecuados y alcantarillado pluvial con pendientes que ofrece el terreno y caída de la cubierta.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las viviendas propuestas en este proyecto cumplieron satisfactoriamente los requisitos mínimos para una localización con eventos sísmicos, cumpliendo con deflexiones máximas, desplazamientos y derivas.

El criterio fundamental que se aplica es determinar viviendas seguras y económicamente factibles, un aspecto importante es el tipo de cimentación, se diseñó una zapata corrida, que garantiza una distribución uniforme en el terreno y así evitar asentamientos diferenciales y el posterior daño de la estructura.

Los diseños estructurales de cada vivienda se enfocaron en las necesidades actuales de la comunidad, para usuarios con pocos ingresos se diseñó viviendas planta baja y con proyección a la planta alta, aprovechando espacios para familias de 4 a más habitantes.

Es importante recomendar que se genere el conocimiento adecuado en el uso de la caña guadua para que este material no sea visto como vivienda de bajos recursos, con la finalidad de ser vistos como viviendas sustentables.

Se recomienda involucrar a los municipios a generar redes de alcantarillado y pluvial, así como agua potable en recintos aledaños a ciudades grandes como lo es el recinto la Unión en Durán, para lograr viviendas adecuadas a los habitantes de la comunidad.

Si el proceso llega a la fase constructiva se recomienda seleccionar manos de obra calificada ya que según el estudio de impacto ambiental existe mayor riesgo en el agua superficial esto es debido a las piscinas camaroneras ubicadas alrededor del recinto. Así como también exceso de ruido y vibraciones producto del suelo blando predominante en el sitio del proyecto.

APÉNDICE A

**MEMÓRIA TÉCNICA HORMIGÓN ARMADO
VIVIENDA UNIÓN 1**

A. MODELO UNIÓN 1

- **Determinación de cargas**

Cargas Vivas

La determinación de cargas fue fundamentada en la NEC-SE-CG Cargas no sísmicas.

Cargas de Diseño

Losa nervada en una dirección

Propiedades

L_n = Luz neta

$h_{mín}$ = Altura mínima de losa, aplicando coeficientes del ACI.

L_n = 350 cm

$h_{mín}$ = 18,92 cm

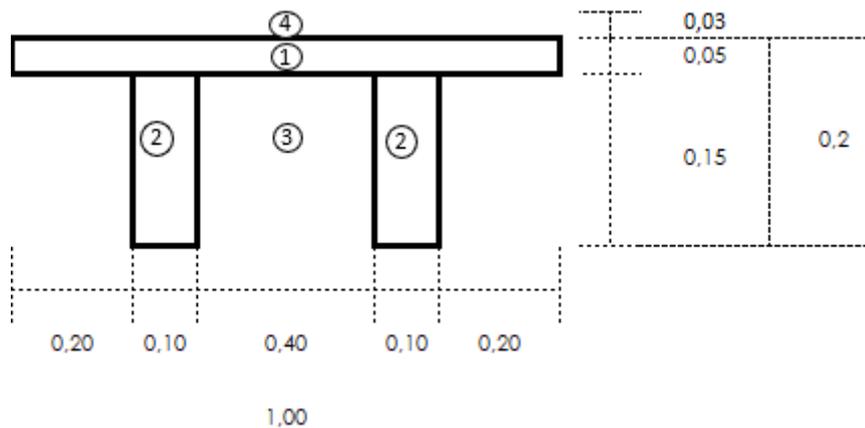


Figura A-1 Detalle de losa de entrepiso

h_{losa} = 20 m

γ hormigón= 2,4 ton/m²

γ bloque= 0,07 ton/m²

Tabla A-1 Resumen de Cargas Gravitacionales

1	LOSA COMPRESIÓN	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{hormigón}} =$	1,00	0,05	2,40	=	0,120	T/m^2
2	NERVIO	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{hormigón}}$	0,20	0,15	2,40	=	0,072	T/m^2
3	BLOQUE	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{bloque}}$	0,80	0,15	0,07	=	0,008	T/m^2
4	PISO	$b \cdot h \cdot \gamma_{\text{bloque}}$	1,00	0,03	2,40	=	0,072	T/m^2
w_u							0,272	T/m^2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

En base a la sección 4 de NEC-SE-CG se obtuvo el siguiente resumen de cargas gravitacionales, esto puede variar según la experiencia del diseñador.

Tabla A-2 Resumen de cargas de diseño

Nivel 1			Cubierta		
Wd+Wpp	0,852	ton/m2	Wd+Wpp	0,110	ton/m2
WI	0,200	ton/m2	WI	0,070	ton/m2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- Calculo de Fuerzas Laterales**

Área de Influencia = 6,5x6x25, planta del modelo Unión 1

Área de Influencia= 45,5 m2

Peso sísmico efectivo= $\sum(Wd+Wdd) \times \text{Área de influencia}$

Peso sísmico efectivo = 43,79 ton

$$C_{vx} = \left(\frac{W_x h_x^k}{\sum W_i h_i^k} \right) \quad (A.1)$$

$$F_x = \left(\frac{W_x h_x^k}{\sum W_i h_i^k} \right) V \quad (A.2)$$

- **Cortante basal de diseño V**

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi_p \phi_E} W \quad (A.3)$$

- **Cálculo de Fuerzas Laterales**

Tabla A-3 Distribución de fuerzas laterales en estructura

Nivel	Altura	Wx	PCRM			
	m	ton	$W_x h_x^k$	C_{vx}	F_x	V_x
2	6	5,01	30,03	0,21	2,30	2,30
1	3	38,78	116,35	0,79	8,91	11,21
		Σ	146,38		Σ 11,21	ton

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Diseño de Vigas Principales**

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}$

Módulo de elasticidad del acero E_s

$E_s = 2,039 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$\beta = \left(1,05 - \frac{f'c}{1400} \right) = \left(1,05 - \frac{210}{1400} \right) = 0,9 \quad (A.4)$$

$$\epsilon_{cu} = 0,003 \quad (A.5)$$

$$\epsilon_y = f_y / E_s \quad (A.6)$$

$$bd^2 = \frac{M_u}{\phi R_n} \quad (A.7)$$

Donde:

$\phi=0.9$ para flexión $\rho \leq \rho_{max}$

$$R_n = \rho f_y \left(1 - \frac{0.5 \rho f_y}{0.85 f'_c} \right) \quad (A.8)$$

$$M_u = 0.90 b d^2 f'_c w (1 - 0.59 w) \quad (A.9)$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d} \quad (A.10)$$

$$w = \frac{\rho f_y}{f'_c} \quad (A.11)$$

- **Altura del elemento**

Tabla A-4 Altura mínima de viga no presforzada

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

Fuente: ACI 318- 9.3.1.1.

$h = l/18,5$

$l = 350 \text{ cm}$

$h = 18,92 \text{ cm}$, altura mínima para una luz de 3,5 m

- **Cuantía de tracción**

$\rho \leq \rho_{max}$ pero $\rho > \rho_{min}$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b \quad (A.12)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c \beta_1}{f_y} \left(\frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \right) = \frac{0,85 f'_c \beta_1}{f_y} \left(\frac{\epsilon_{cu} * E_s}{\epsilon_{cu} * E_s + f_y} \right) \quad (A.13)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c \beta_1}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad (A.14)$$

$$\rho_b = \frac{0,85f_c\beta_1}{f_y} \left(\frac{6000}{6000+4200} \right) = 0,023 \quad (\text{A.15})$$

$$\rho_{\max} = 0,017 \quad (\text{A.16})$$

$$\rho_{\min}, \text{ el mayor entre} \quad (\text{A.17})$$

$$\frac{0,8\sqrt{f_c}}{f_y} \text{ y } \frac{14}{f_y} \quad (\text{A.18})$$

$$\frac{0,8\sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0,8\sqrt{210}}{4200} = 0,0028 ; \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0,0033 \quad (\text{A.19})$$

Se elegido un ρ para el diseño de $\rho=0,0125$, el cual está en el rango establecido para un elemento dúctil.

$$\rho = 0,012$$

$$\rho = 1,2\%$$

$$0,33\% < 1,2\% \leq 1,7\%$$

Cumple

Con el ρ seleccionado se calculó bd^2 con la ecuación A.8 y las propiedades de los materiales, $\phi=0.9$ para flexión.

Reemplazando los valores de los materiales en la formula A.8 se obtuvo:

$$R_n = 43,28$$

$$\phi R_n = 39,957$$

Combinaciones

$$M_u = 1,2M_d + M_E + M_L \quad (\text{A.20})$$

Donde:

Md= Momento por carga muerta

ME= Momento por sismo

ML= Momento por carga Viva

$$V_u = 1,2V_d + V_E + V_L \quad (A.21)$$

Donde:

Vd= Cortante por carga muerta

VE= Cortante por sismo

VL= Cortante por carga viva

Tabla A-5 Resumen de cargas sin Wdd

Nivel 1			Cubierta		
Wd sin Wpp	0,612	ton/m ²	Wd sin Wpp	0,040	ton/m ²
WI	0,200	ton/m ²	WI	0,070	ton/m ²

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Con las cargas sin peso propio de los elementos se obtuvo la carga tributaria para el elemento viga de cada nivel, para posteriormente socar sus momentos.

$$q_u = W_u * s$$

s= Área tributaria

- **Cálculo de momentos y cortantes para nivel 1**

Tabla A-6 Cargas tributarias de Nivel 1

Nivel 1		
qu	0,995	ton/m
ql	0,325	ton/m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

$$M_u = \frac{q_u * L_n^2}{10} \quad (A.22)$$

$$V=1,15 \frac{q \cdot L_n}{10} \quad (\text{A.23})$$

L_{neta} = Luz libre – (columna/2)izquierda-(columna/2)derecha

L_{neta} = 3,50-0,25

L_n = 3 m

Aplicando las ecuaciones A.24 y A.25 se obtiene:

Tabla A-7 Momentos y Cortantes de Nivel 1

Md	0,90	ton.m
ML	0,29	ton.m
Vd	0,34	ton.m
VL	0,11	ton.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Cálculo de momentos y cortantes para nivel 2 (cubierta)**

Se aplico el mismo método para el Nivel 2

Tabla A-8 Cargas tributarias de Nivel 2

Nivel 2		
qu	0,04	ton/m
ql	0,07	ton/m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla A-9 Momentos y Cortantes de Nivel 1

Md	0,07	ton.m
ML	0,12	ton.m
Vd	0,02	ton.m
VL	0,04	ton.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

De la distribución realizada anteriormente, en cálculo de fuerzas laterales de cada nivel, y aplicando el método del portal se obtuvo los siguientes resultados para momento y cortante sísmico.

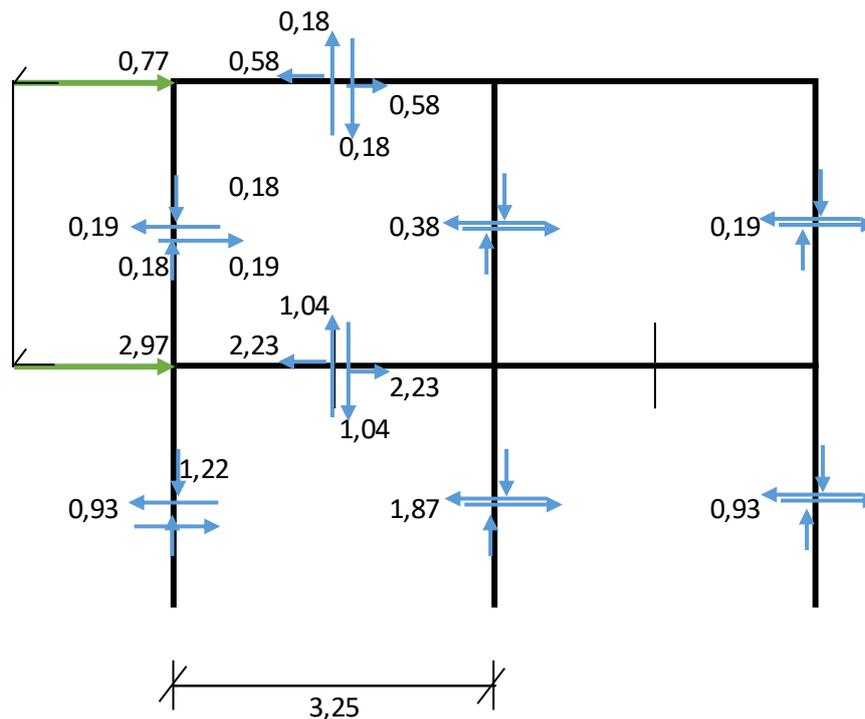


Figura A-2 Método del Portal

Con ayuda del gráfico anterior se calculará el cortante y momento para la distribución de fuerza sísmica en los pórticos de la estructura Unión 1.

Tabla A-10 Resumen de Cortante y Momento Sísmico

Cortante y Momento		
Nivel 1		
ME	1,69	ton/m
VE	1,04	ton
Nivel 2		
ME	0,29	ton/m
VE	0,18	ton

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Con las ecuaciones A.20 y A.21, se obtuvo el momento y cortante de diseño de los elementos vigas.

Tabla A-11 Resumen de cortantes y momentos de la estructura

Nivel 1			Nivel 2		
Md	0,90	ton.m	Md	0,07	ton.m
ML	0,29	ton.m	ML	0,12	ton.m
Vd	0,34	ton.m	Vd	0,02	ton.m
VL	0,11	ton.m	VL	0,04	ton.m
ME	1,69	ton/m	ME	0,29	ton/m
VE	1,04	ton	VE	0,18	ton

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla A-12 Resumen cortantes y momentos de diseño

Momento		
Nivel 1		
Mu	3,06	ton.m
Nivel 2		
Mu	0,50	ton.m
Cortante		
Nivel 1		
Vu	1,56	ton
Nivel 2		
Vu	0,25	ton

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Pre-dimensionamiento Vigas

Nivel 1

Con ayuda de la ecuación A.20 empezamos el predimensionamiento.

$$bd^2 = 7847,94$$

Se comprueba con una viga de $b=25\text{cm}$ basado en el manual de casas hasta 2 pisos y 5m de luces

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

$$d = \sqrt{\frac{7847,94}{20}}$$

$d = 19,81\text{ cm}$, $d_{\text{mín}}$ hasta la fibra de compresión, se tomará una altura de 25cm

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

$$d = 25 - \phi_{\text{estribo}} - \phi_{\text{long}}/2 - \text{recubrimiento}$$

$$d = 25 - 0,1 - 0,12/2 - 2,5$$

$$d = 21,8\text{ cm} \geq d_{\text{mín}}. \text{ Cumple}$$

Nivel 2

$$bd^2 = \frac{0,50 \times 10^5}{39,957}$$

$$bd^2 = 1270,75$$

Se comprueba con una viga de $b=20\text{cm}$ basado en el manual de casas hasta 2 pisos y 5m de luces.

$$b = 20\text{cm}$$
$$d = \sqrt{\frac{1270,75}{20}}$$

$d = 7,97\text{ cm}$, $d_{\text{mín}}$ hasta la fibra de compresión, se tomará una altura de 20cm

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

$$d = 20 - \phi_{\text{estribo}} - \phi_{\text{long}}/2 - \text{recubrimiento}$$

$d=20-0,1-0,12/2-2,5$

$d= 16,8 \text{ cm} \geq d_{\text{mín.}} \text{ Cumple}$

Revisión de dimensiones de viga en sistema de pórticos resistentes a momentos. Para esta sección se revisará las vigas de nivel 1 y nivel 2 por separado ya que constan de una geometría diferente, las revisiones serán para flexión y cortante.

Nivel 1

Al igualar $\frac{M_u}{f_y} = \frac{\rho f_y}{f'_c} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}} \right)$, se obtiene

$$\frac{M_u}{\phi f'_c b d^2} = \omega (1 - 0.59 \omega) \quad \text{A.24}$$

$$\omega = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4(0,59) \left(\frac{M_u}{0,90 b d^2 f'_c} \right)}}{2 \times 0,59}$$

Se seleccionará el menor del resultado de la ecuación A.24

$$\omega = 1,35$$

$\omega = 0,34$, valor seleccionado.

$$\rho = \frac{\omega f'_c}{f_y}$$

$$\rho = 0,0170$$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 6,74 \text{ cm}^2$$

Al obtener el área de refuerzo longitudinal de acero de la viga, se la comparo con el área mínima requerido a flexión, norma NEC-SE-HM 4.2.5

$$A_{s_{\min}} \text{ el mayor entre } \begin{cases} \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} bd \\ \frac{1,4bd}{f_y} \end{cases}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c}}{4f_y} bd \quad (A.25)$$

$$A_{s_{\min}} = 0,38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4bd}{f_y} \quad (A.26)$$

$$A_{s_{\min}} = 0,15$$

$$A_s > A_{s_{\min}}$$

$$6,74 > 0,38$$

Cumple

Si A_s es menor que $A_{s_{\min}}$ usar:

$$A_s = \frac{4}{3} bd \quad (A.27)$$

El chequeo del db^2 que se requiere, tiene que ser mayor al calculado.

Requerido	Calculado	Estado
9504,8 >	7847,94	ok

$$b > \text{mín entre } 0,3(h_{\text{viga}})$$

$$b > \text{mín entre } 0,3(25) = 7,5 \text{ cm y } 25 \text{ cm;}$$

$$b > 7,5 \text{ cm}$$

$$b = 20 > 7,5$$

Cumple

$b \leq c_2 + 2 \min(c_2, 0,75 c_1)$; siendo c_2 la dimensión corta de la columna del nivel 1 y c_1 la dimensión mayor de la columna. La columna tuvo hasta este punto valores tentativos de 25x25, así que $c_1 = c_2$.

$$b \leq C_1 + 2(0,75 * C_2)$$

$$b \leq 62,5 \text{ cm}$$

$$b = 20 \leq 62,5$$

Cumple

Nivel 2

Aplicando la formula A.24 y las secciones de la viga del nivel 2 se procedió a la revisión por flexión.

$$\omega = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4(0,59) \left(\frac{0,50 \times 10^5}{0,90(20)(16,8)^2(210)} \right)}}{2 \times 0,59}$$

$$\omega = 1,60$$

$$\omega = 0,09$$

$$\rho = \frac{\omega f' c}{f_y}$$

$$\rho = 0,005$$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 1,56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ m\u00edn}} \text{ el mayor entre } \begin{cases} \frac{\sqrt{f' c}}{4 f_y} b d \\ \frac{1,4 b d}{f_y} \end{cases}$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} bd$$

$$A_{s_{\min}} = 0,29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4bd}{f_y}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,11$$

$$A_s > A_{s_{\min}}$$

$$1,56 > 0,29$$

Cumple

Requerido	Calculado	Estado
5644,8 >	1270,75	ok

$b > \text{mín entre } 0,3(25) = 7,5\text{cm y } 25\text{cm};$

$$b > 7,5$$

$$b = 20 > 7,5$$

Cumple

$$b \leq C1 + 2(0,75 * C2)$$

$$b \leq 50 \text{ cm}$$

$$b = 20 \leq 50$$

Cumple

- **Revisión Cortante**

Nivel1

Con los datos obtenidos en Tabla A-12 se procede a la revisión por cortante del elemento viga.

$$V_u = 1,56 \text{ ton}$$

$$V_c = 0,53 \sqrt{f'_c} cbd \tag{A.28}$$

$$V_c = 4,19 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{V_c}{0,75} - V_c \quad (\text{A.29})$$

$$V_s = 1,40 \text{ ton}$$

$$V_s \leq 2,2 \sqrt{f'_c} b d \quad (\text{A.30})$$

$$V_s \leq 16,09$$

$$1,40 \leq 16,09$$

Cumple

Nivel 2

$$V_u = 0,25 \text{ ton}$$

$$V_c = 0,53 \sqrt{f'_c} b d$$

$$V_c = 3,07 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{V_c}{0,75} - V_c$$

$$V_s = 1,02 \text{ ton}$$

$$V_s \leq 2,2 \sqrt{f'_c} b d$$

$$V_s \leq 12,87$$

$$1,02 \leq 12,87$$

Cumple

CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Pre-dimensionamiento de columnas

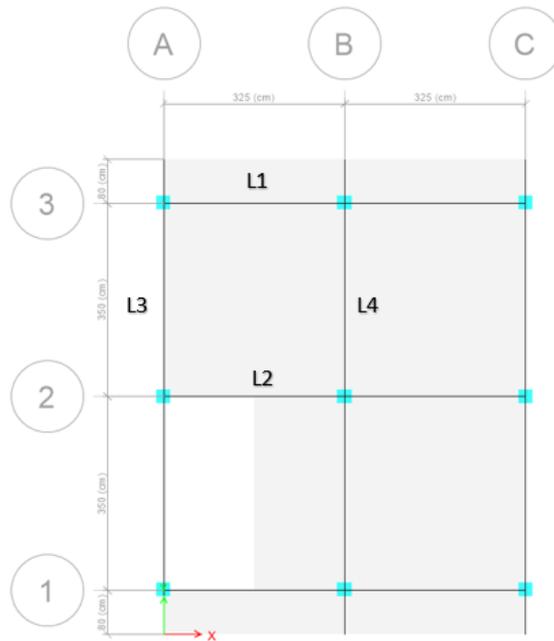


Figura A-3 Datos arquitectónicos en planta.

Fuente: Gómez, G., Pacheco, M., 2018.

Tabla A-13 Datos arquitectónicos de planta

<i>Datos Arquitectónicos</i>		
L1	3,25	m
L2	3,25	m
L3	3,50	m
L4	3,50	m
H	3,00	m

Fuente: Gómez, G., Pacheco, M., 2018.

Tabla A-14 Cargas de entre piso con wpp

Cargas		
Nivel 1		
WL1	0,20	t/m ²
Wd+Wpp1	0,85	t/m ²
Pisos	1	u
Nivel 2		
WL2	0,07	t/m ²
Wd+Wpp2	0,110	t/m ²
Pisos	1	u

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla A-15 Cargas de prediseño

Niveles	2	u
Área de col	11,38	m ²
qu ₁	1,34	t/m ²
qu ₂	0,26	t/m ²
Pu	18,2	t
Amin	310	cm²

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Donde:

Área de col= Área para tributaria para una columna central

Área col= 3,25 x 3,5

$$qu = 1,2(Wd+Wpp) + 1,6WL \quad (A.31)$$

$$Pu = qu \times \text{Área de col} \quad (A.32)$$

$\alpha = 0,2$ Para columna esquineras

$\alpha = 0,25$ Para columna borde

$\alpha = 0,28$ Para columnas interiores

$$A_{\min} = \frac{P_u}{\alpha f_c} \quad (\text{A.33})$$

Dimensiones

Con las secciones establecidas en el manual de vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m, se escogió una columna de nivel 1 de 25x25, y para el nivel 2 de 20x20.

Tabla A-16 Dimensiones y Armado de columna

<i>Dimensiones</i>		
ancho(C1)	25	cm
profundidad(C2)	25	cm
Ag	625	cm²
# varillas superiores	3	u
# varillas inferiores	3	u
fi longitudinal	12	mm
fi estribos	10	mm
recubrimiento	2,5	cm

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Donde

Ag= Área gruesa de la sección

Ag= 25 cm x 25 cm

El # de varillas fueron escogidas con el parámetro de cuantía para elementos sismorresistente a flexo-compresión, los cuales deben estar en el rango de 1% <p<3%

Tabla A-17 Comprobación de cuantía y espaciamientos en columna 25x25

bc	19	cm
Área de columna	400	cm ²
Numero de vararillas	8	u
Área de acero de refuerzo	9,04	cm ²
cuantía	1,45%	OK
separación sup/inf	6,7	OK
separación izq/der	7,2	OK

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

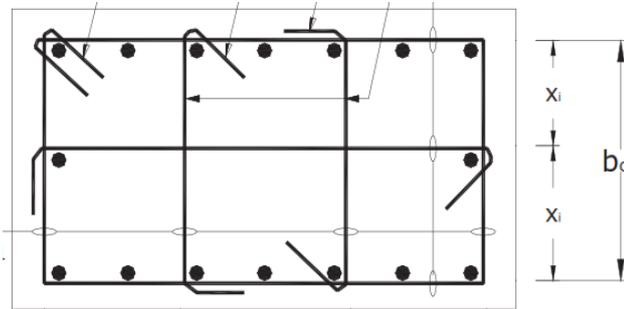


Figura A-4 Especificación bc en columnas

Fuente: NEC 2015

bc= distancia entre varillas longitudinales en su cara exterior.

sep sup/inf= separación en la parte superior e inferior de la columna.

sep izw/der= separación en la parte izquierda y derecha de la columna.

La separación entre varillas longitudinales no debe superar los 15 mm, para evitar agrietamiento del concreto.

En la tabla se puede observar que las distancias no superan 15 cm, y la cuantía cumple $1\% < 1.45 < 3\%$ ideal para un diseño sismo-resistente.

- **Confinamiento**

Tabla A-18 Confinamiento en columna 25x25

Confinamiento		
separación max	10,00	cm
Ash1	1,12	cm ²
Ash2	0,60	cm ²
Ash es el menor de Ash1 y Ash2	1,12	cm ²
As estribos	0,79	cm ²
vichas	1,76	u

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

$$A_{sh} = 0.3 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad (A.34)$$

$$A_{sh} = 0.09 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}} \quad (A.35)$$

Las vinchas son elementos de amarre, estas brindan un comportamiento dúctil al elemento y resisten el esfuerzo a corte. El resultado son 2 vinchas, las cuales serán las secciones de armado de estribos. Para tener una idea clara de cómo representar estos elementos ver imagen para tener una mayor comprensión de los elementos vinchas en columnas.

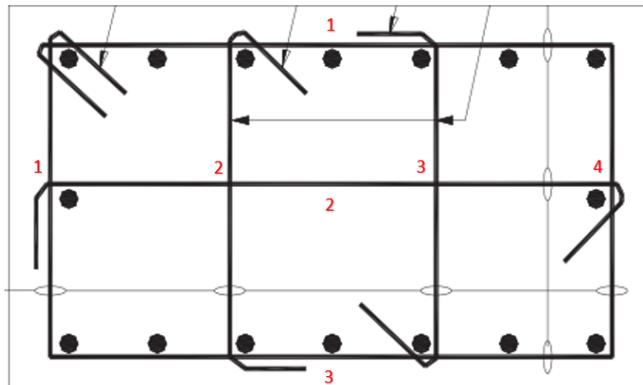


Figura A-5 Representación de numero de vinchas en columnas

Fuente: NEC 2015

En el sentido X, se tiene 4 elementos que resisten al corte.

Para Vigas Columnas de Nivel 2

Tabla A-19 Dimensiones y Armado de columna 20x20

Dimensiones		
ancho(C1)	20	cm
profundidad(C2)	20	cm
Ag	400	cm²
# varillas superiores	2	u
# varillas inferiores	2	u
fi longitudinal	12	mm
fi estribos	10	mm
recubrimiento	2,5	cm

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla A-20 Comprobación de cuantía y espaciamientos en columna 20x20

bc	14	cm
Área de columna	225	cm ²
Numero de vararillas	4	u
Área de acero de refuerzo	4,52	cm ²
cuantía	1,13%	OK
separación sup/inf	9,6	OK
separación izq/der	10,6	OK

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla A-21 Confinamiento en columna 25x25

Confinamiento		
separación max	10,00	cm
Ash1	1,55	cm ²
Ash2	0,60	cm ²
Ash es el menor de Ash1 y Ash2	1,55	cm ²
As estribos	0,79	cm ²
vichas	2,0	u

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- **Cubierta**

La cubierta se diseñó por correas de perfiles metálicos conformados en frío de sección G, además, se consideró una carga de mantenimiento para los cálculos, y el requisito mínimo para ser soldada de 3mm de espesor, este ayuda a ser soldado y no perder sus características moleculares del acero.

Tabla A-22 Cargas de diseño de correas tipo G

Correas		
Separación	0,115	m
Ancho colaborante	0,115	m
Cargas * Ancho colaborante		
Carga Mantenimiento	8,05	kg/m
Cubierta	8,05	kg/m
Instalaciones	4,6	kg/m
Peso Propio perfil		kg/m
Σw	20,7	kg/m
w	20	kg/m
Perfil G	Características	
L	3,25	m
G 80x40x15x3	3,95	kg/m
G 100x50x15x3	4,89	kg/m
G 100x50x15x4	6,29	kg/m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

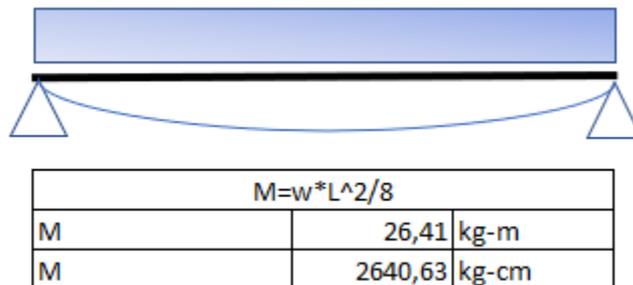
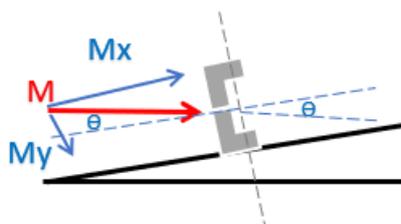


Figura A-6 Representación de correa simplemente apoyada

Resistencia de Materiales

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

Correa Inclinada



Correa Recta

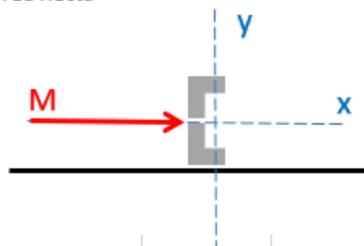


Figura A-7 Momentos actuantes en correas con inclinación

Tabla A-23 Propiedades de Perfiles G

θ	3,25	
Perfil	$W_x(\text{cm}^3)$	$W_y(\text{cm}^3)$
G 80x40x15x3	12,26	4,27
G 100x50x15x3	19,56	6,25
G 100x50x15x4	24,49	7,55

Fuente: Catalogo DIPAC

$$\sigma = \frac{M^* \cos \theta}{W_x} + \frac{M^* \sin \theta}{W_y} \quad (\text{A.36})$$

Tabla A-24 Selección de perfil G, por esfuerzo.

Selección de Perfil G		
	Wx(cm ³)	Wy(cm ³)
G 80x40x15x3	12,26	4,27
Carga servicio	8,05	kg/m
Cubierta	8,05	kg/m
Instalaciones	4,6	kg/m
Peso Propio perfil	3,95	kg/m
Σw	24,65	kg/m
w	24	kg-m
L	3,25	m
$M=w \cdot L^2/8$		
M	31,6875	kg-m
M	3168,75	kg-cm
Θ	15,00	grados
σ=	$M \cdot \cos\Theta/Wx$	$M \cdot \sen\Theta/Wy$
	kg/cm ²	kg/cm ²
σ	249,66	192,07
	X	Y
El esfuerzo que se admite es $f_t=1500$ kg/cm ²		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

- Ingreso de Cargas Etabs

Tabla A-25 Cargas para diseño estructural con software, niveles

Nivel 1	WD	0,34	ton/m ²
	WL	0,2	ton/m ²
Nivel 2	WD	0,04	ton/m ²
	WLR	0,07	ton/m ²

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla A-26 Cargas para diseño estructural con software, cubierta

Cubierta		
WD	0,046	ton/m
WLR	0,0805	ton/m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN ETABS

Antecedentes

El modelo Unión 1 consta de dos niveles y una cubierta, las características principales en el análisis estructural son: dos vanos de 3.25 metros en el eje X y de 3.50 metros en el eje Y, la altura de entre piso de 3.00 metros.

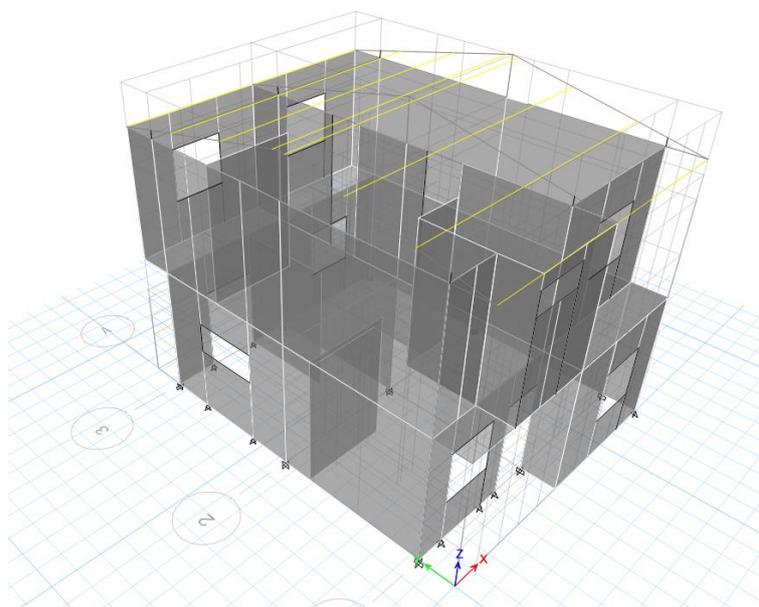


Figura A-8 Vista 3D - Modelo Estructural HA.

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

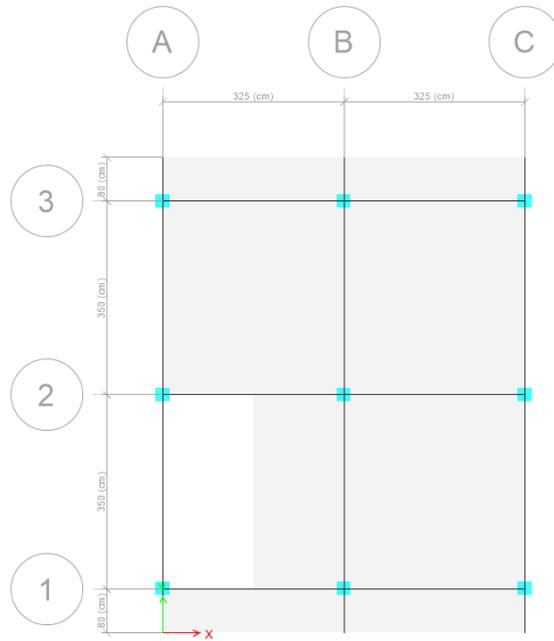


Figura A-9 Vista en planta - Estructura HA.

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

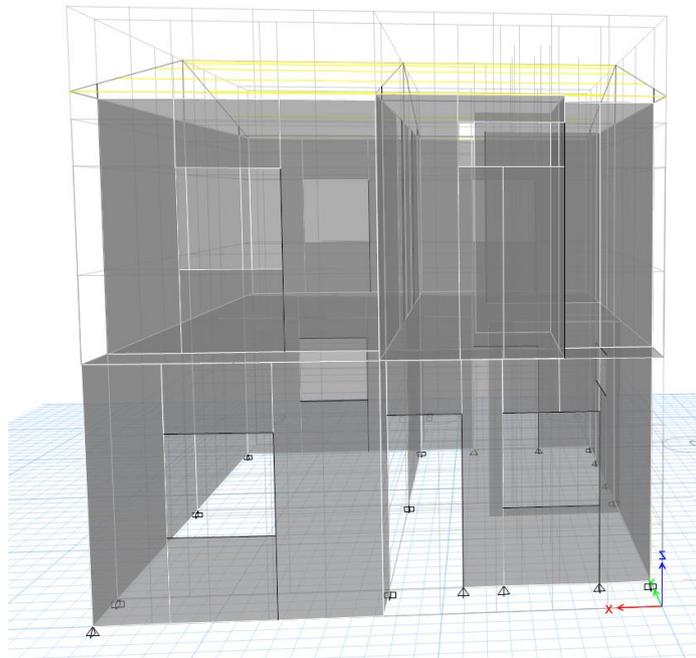


Figura A-10 Vista en elevación - Estructura HA.

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Propiedades de los materiales que se empleara los elementos principales de la estructura:

Hormigón con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Acero A706 Gr 60 con $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero A653SQGr33 laminado en frio

Mampostería, peso por metro cubico 1 ton/m³

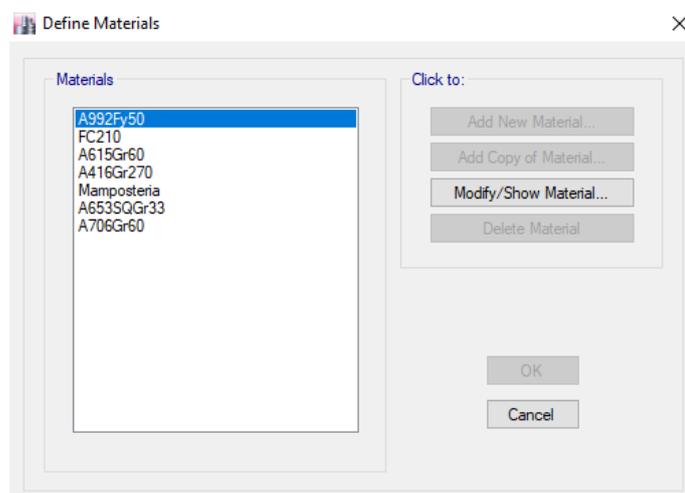


Figura A-11 Propiedades de materiales ingresados al Etabs

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

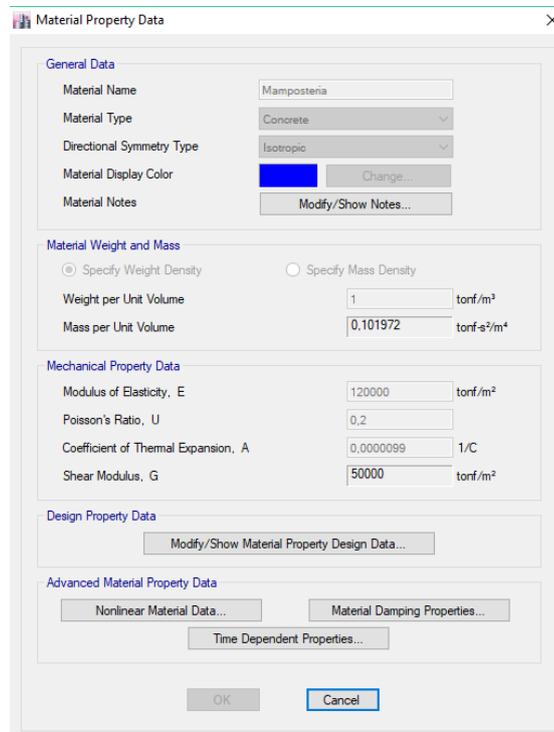


Figura A-12 Ingreso de mampostería

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

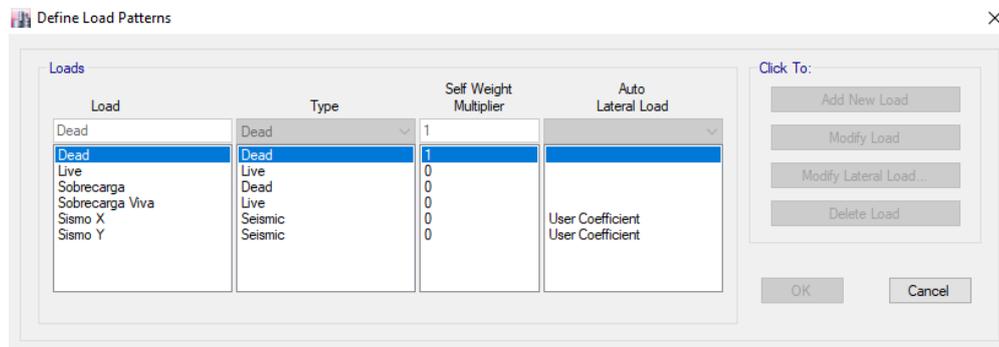


Figura A-13 Patrones de carga

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

El modelo Unión 1, se compuso de por un sistema de vigas de 20x25 cm en el nivel 1 y vigas de 20x20 cm en el nivel 2, columnas de 25x25 cm nivel 1 y 20x20 cm en nivel 2. Para la cubierta se colocó perfiles G.

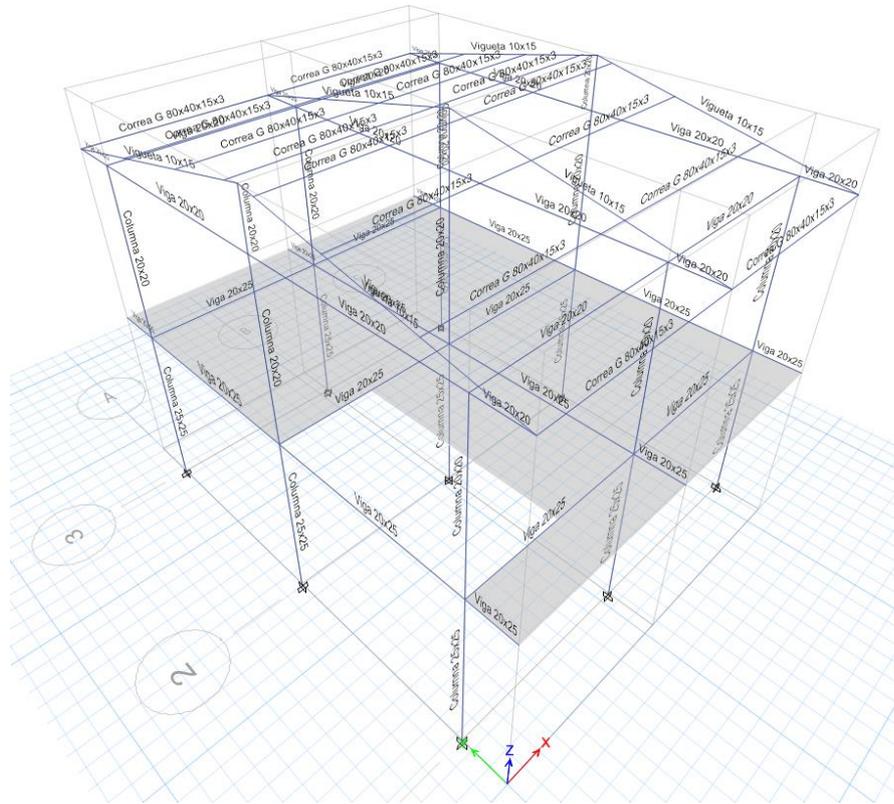


Figura A-14 Modelo estructural

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Las cargas se asignaron en la losa del nivel 1, sin tomar en cuenta el peso propio de los elementos (columnas, vigas, peso de losa).

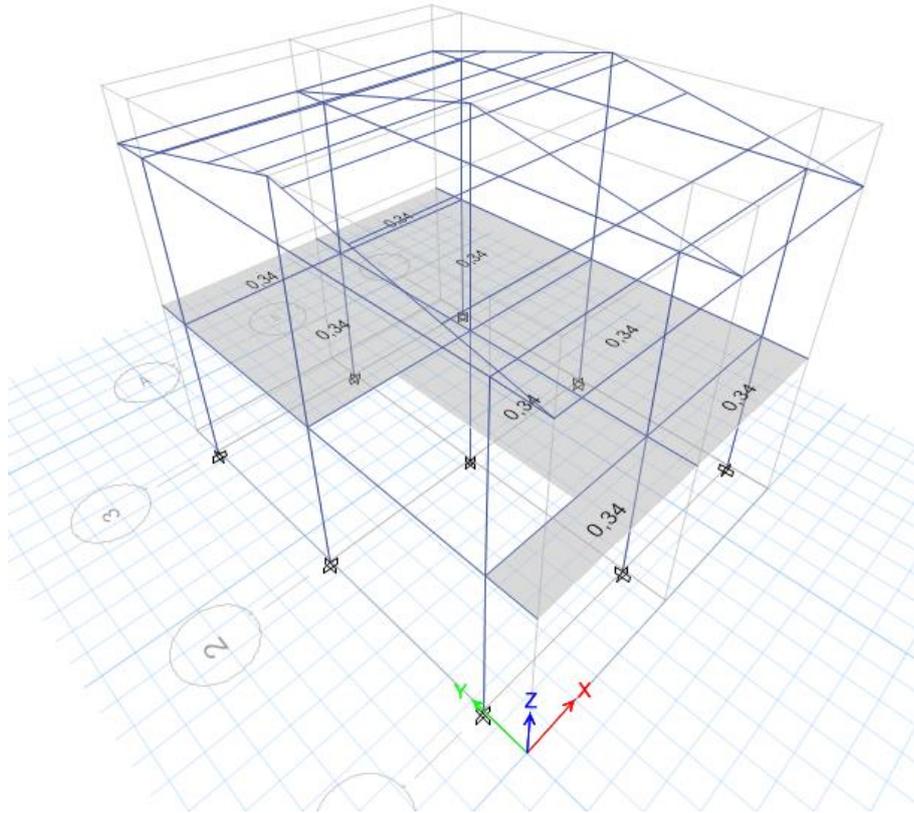


Figura A-15 Carga sobreimpuesta en losa

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

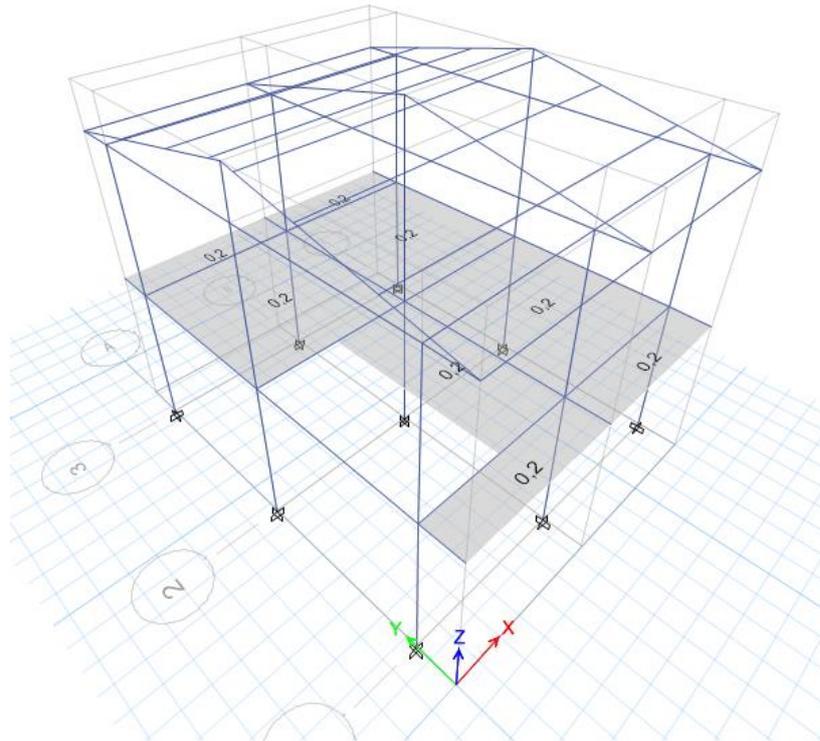


Figura A-16 Carga viva en losa

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

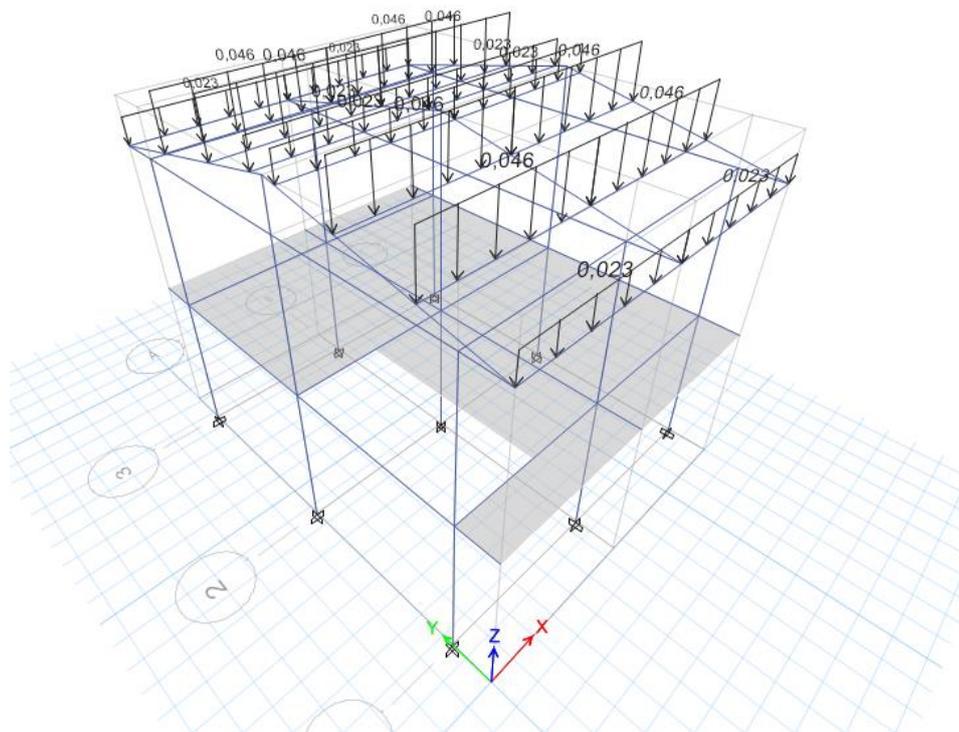


Figura A-17 Carga muerta en cubierta

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

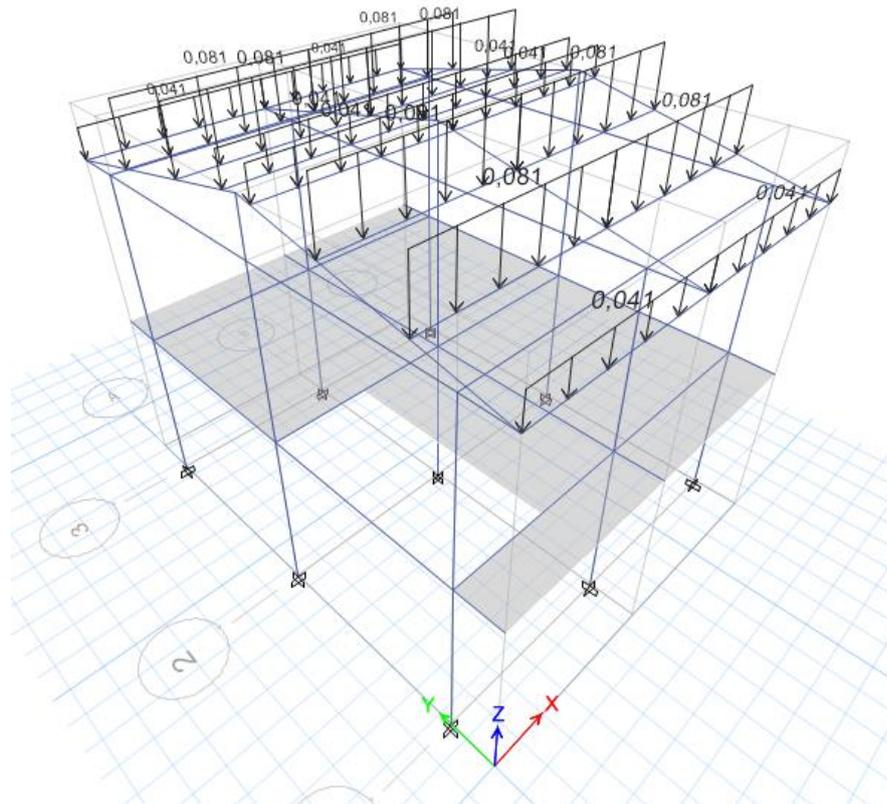


Figura A-18 Sobrecarga viva en cubierta

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Combinación de cargas

De acuerdo con la sección 3.4 Combinación de cargas de NEC-SE-CG, para la combinación de cargas 3,4 y 5; $L=0.5\text{kN/m}^2$ si $L_0 \leq 4.8\text{kN/m}^2$ (excepto para estacionamientos y espacios de reuniones públicas)

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

$1.2 D + 1.6 L + 0.5 \text{ máx } [L_r; S; R]$

Combinación 3

$1.2 D + 1.6 \text{ máx [Lr; S; R]} + \text{máx [L; 0.5W]}$

Combinación 4

$1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 \text{ máx [Lr; S; R]}$

Combinación 5

$1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S$

Combinación 6

$0.9 D + 1.0 W$

Combinación 7

$0.9 D + 1.0 E$

Donde:

D= Carga permanente

E= Carga de sismo

L= Sobrecarga (carga viva)

Lr= Sobrecarga cubierta (carga cubierta)

S= Carga de granizo

W= Carga de viento

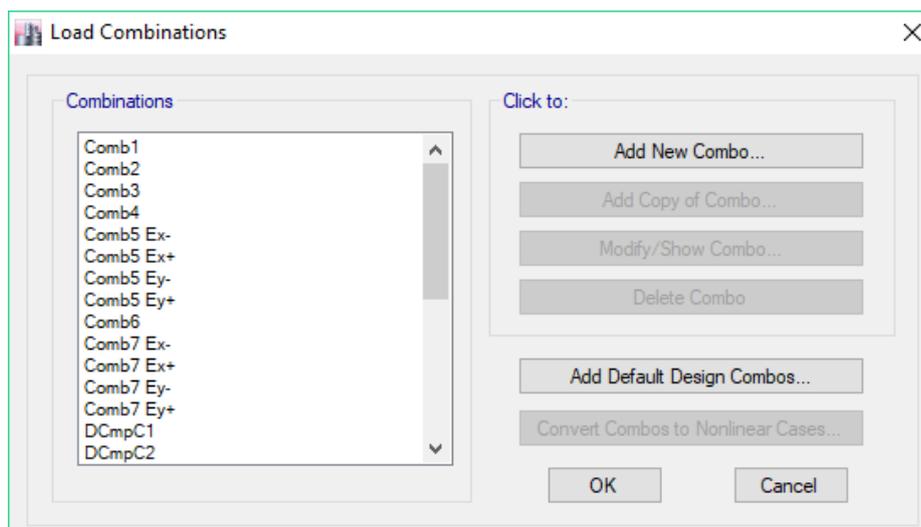


Figura A-19 Combinaciones de carga asignadas a la estructura

Fuente: Gómez, G., Pacheco, M., 2018.

DISEÑO DE FLEXIÓN DE VIGA

Para el análisis de la viga en la estructura, se tomó el nivel 1, pórtico eje 2 entre los ejes A y B

Se determina la cantidad de acero necesario para las vigas del pórtico 2, al tener un área tributaria mayor estas serán las más cargadas. Al ejecutar el programa ETABS se obtuvo los siguientes resultados.

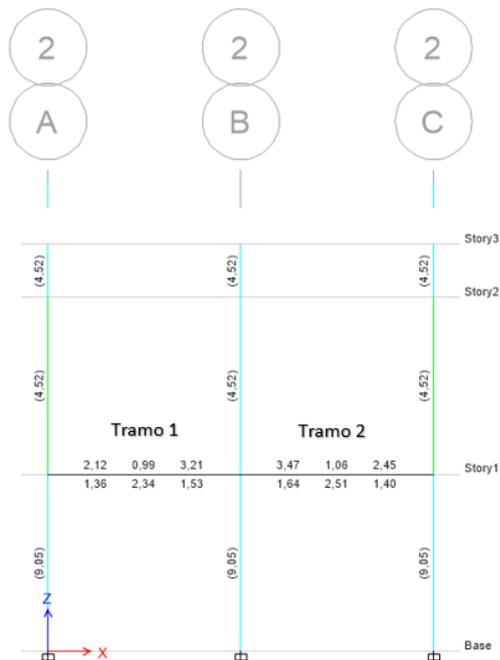


Figura A-20 Resultados de acero requerido en Eje 2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Figura: Resultados de acero requerido en eje 2, para los esfuerzos de flexión en Vigas y Columnas en el modelo.

Elaborado:

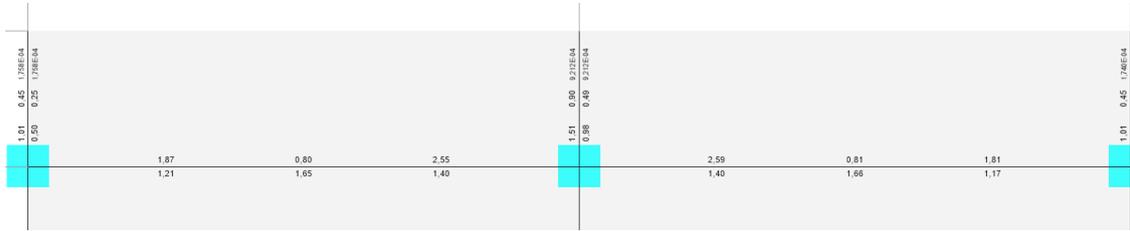
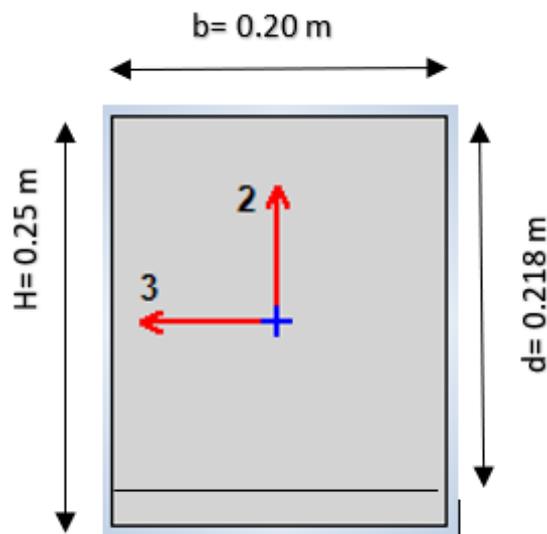


Figura A-21 Vista en planta nivel 1 - vigas en voladizo

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Se observa que para el eje 2 la viga entre el eje B y C, requiere la mayor cantidad de acero. Para el armado de los elementos vigas, se tomará referencia a la misma.



Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

b=base de la viga (cm)

H= altura de la viga (cm)

D= peralte efectivo (cm)

El peralte se lo obtiene de la diferencia entre la altura y el recubrimiento y los aceros longitudinales y transversales. Ver procedimiento de diseño de viga.

REVISIÓN POR FLEXIÓN

Con ayuda del programa se obtiene los momentos máximos para la viga, para así hallar la cantidad de acero de refuerzo.

Tabla: Área de acero requerido y refuerzo de vigas en tramos 1 y 2, eje 2

Tabla A-27 Área de acero requerido y refuerzo de vigas en tramos 1 y 2, eje 2

	Localización	As, requerido	Refuerzo	A	Armado	As, dispuesto	Chequeo
		cm2				cm2	
Tramo 1	Apoyo exterior negativo	2,12	1φ8	0,5	2φ12	2,26	2,26≥2,12, ok
	Apoyo exterior positivo	1,36	1φ10	0,79	2φ12	2,26	2,26≥1,36, ok
	Positivo	2,34	1φ12	1,13	2φ12 + 1φ10	3,05	3,05≥2,34, ok
	Apoyo interior negativo	3,21	2φ8	1,01	3φ12	3,39	3,29≥3,21, ok
	Apoyo interior positivo	1,53	2φ10	1,57	2φ12	2,26	2,26≥1,53, ok
Tramo 2	Apoyo exterior negativo	3,47	2φ12	2,26	2φ12 + 1φ10	3,83	3,83≥3,47, ok
	Apoyo exterior positivo	1,64	3φ8	1,51	2φ12	2,26	2,26≥1,64, ok
	Positivo	2,51	3φ10	2,36	2φ12 + 1φ10	3,05	2,26≥2,51, ok
	Apoyo interior negativo	2,45	3φ12	3,39	2φ12 + 1φ10	3,05	2,26≥2,45, ok
	Apoyo interior positivo	1,40	4φ12	4,52	2φ12	2,26	2,26≥1,40, ok

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Para todas las vigas del nivel 1 se realizará un armado de 2φ12 en la parte superior e inferior.

Acero mínimo para flexión

El acero mínimo longitudinal requerido para flexión se encuentra en NEC-SE-HM sección 4.2.5, en la que establece $A_{s,mín} = 1.27 \text{ cm}^2$.

$$A_{s,dispuesto} > A_{s,mín}$$

$$2.26 > 1.27 \text{ cm}^2 \text{ Cumple}$$

En zonas sísmicas la cuantía máxima permisible en vigas tiene que estar en el rango de 1%, para que el elemento tenga ductilidad.



Figura A-8 Cuantía de vigas y columnas eje 2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Se corrobora que el armado de vigas va a cumplir satisfactoriamente.

REVISIÓN POR CORTE EN VIGAS

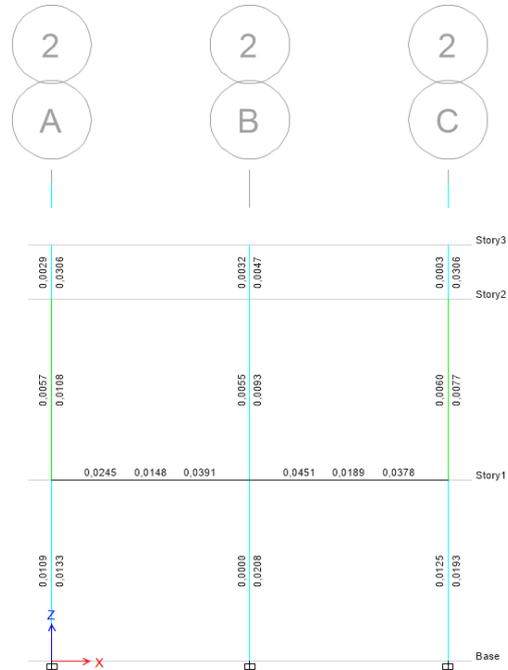


Figura A-9 Acero requerido para corte vista en planta del nivel 1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Para el diseño al corte se tomará las consideraciones descritas en el ACI 2014, capítulo 18, estructuras sismo resistentes o NEC-SE-HM, donde especifica la separación s , para el diseño a corte de una viga.

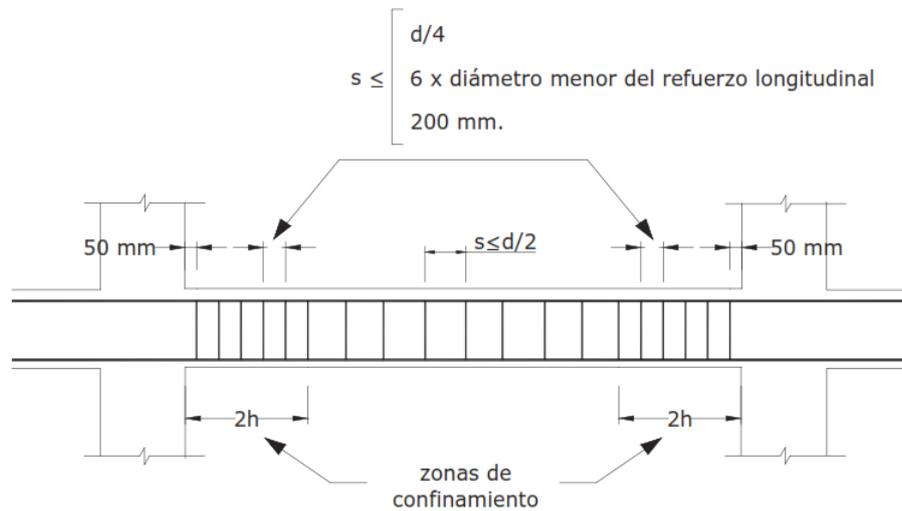


Figura A-10 Separación de estribos

Fuente: NEC, 2015

El primer estribo se colocó a 5 cm de la cara interna de la columna.

Zonas de confinamiento

$$2h = 2 \cdot 25\text{cm} = 50\text{ cm}$$

s para zonas de confinamiento

$$s \leq \begin{cases} d/4 \\ 6\phi_{\text{longitudinal}} \\ 200\text{ mm} \end{cases}$$

$$s \leq \begin{cases} 21,8/4 \\ 6 \cdot 1.2 \\ 200\text{ mm} \end{cases}$$

$$s \leq \begin{cases} 5,45\text{ cm} \\ 7.2\text{ cm} \\ 20\text{ cm} \end{cases}$$

s=5 cm, para traslapes y zona de confinamiento.

Zona no confinada o no traslapada

$$s \leq d/2$$

$$s = 21,8/2$$

$$s = 10,9$$

$s = 10$ cm, distancia seleccionada

Los valores seleccionados en la revisión de separaciones de zonas confinadas y no confinadas, se las tomó directamente de NEC-SE-VIVIENDA en la sección 5.2. Si se cumple las características específicas, en el caso del modelo Unión 1 se verificó que si cumple las separaciones.

REVISIÓN POR TORSIÓN EN VIGAS

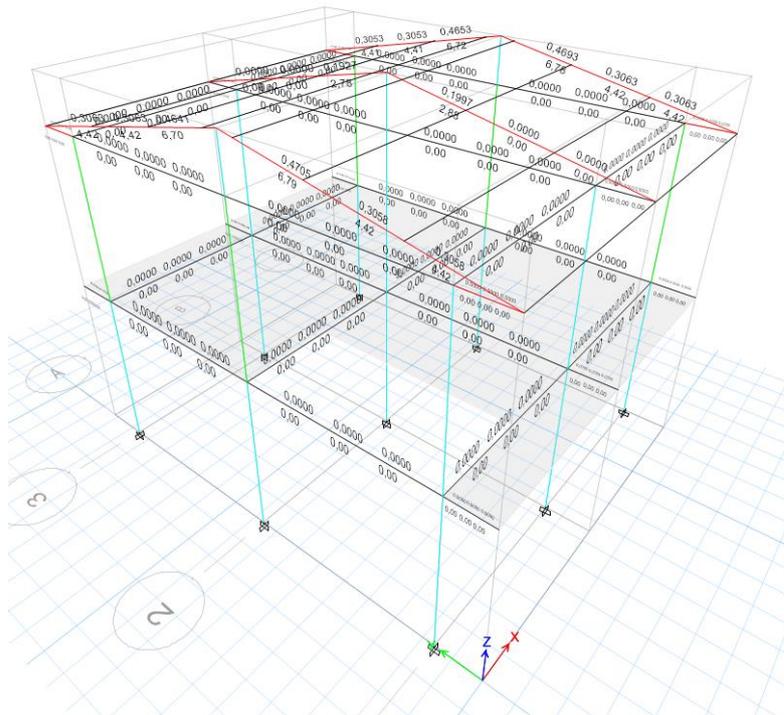


Figura A-11 Torsión - Modelo HA.

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

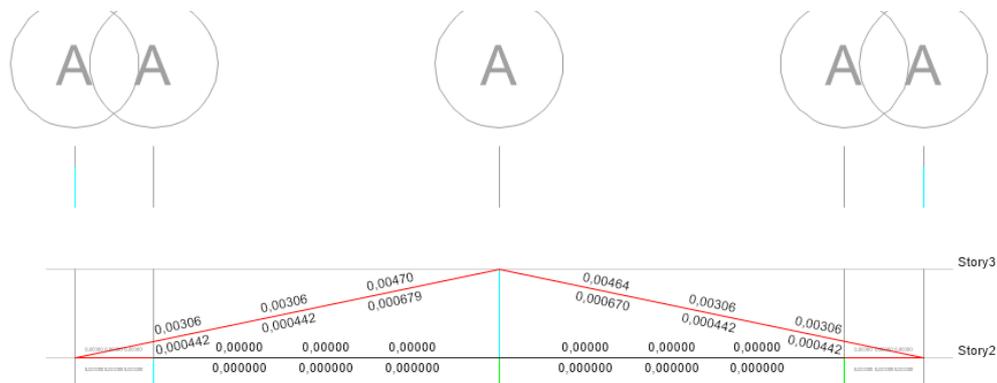


Figura A-12 Torsión en viguetas - Modelo HA

$$T_u < \phi T_{cr} \quad (A.37)$$

Siendo T_u la torsión obtenida por medio del programa, los efectos de torsión en la cubierta son los mayores, siendo 0.00464 el mayor valor.

ϕ definido en ACI 2014 capítulo 21, para torsión $\phi = 0.75$

T_{cr} = el umbral de torsión

T_u = resistencia a la torsión en condiciones últimas

Los valores de $\sqrt{f'_c}$ usados en el cálculo de T_u y T_{cr} no deberán exceder 8.3 MPa. En nuestro modelo $\sqrt{21} = 4.58 \text{ MPa}$.

ACI 2014 en su tabla 22.7.5.1 establece para miembros no pre-esforzados.

$$T_{cr} = 0.33 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad (A.38)$$

$$A_{oh} = (0.25 - 0.05) * (0.20 - 0.05) = 0.20 * 0.15 = 0.03 \text{ m}^2$$

$$A_o = 0.85 * 0.03 \text{ m}^2$$

$$A_{cp} = \left(\frac{3}{2} \right) * 0.026$$

$$P_{cp} = 2 * (0.20 + 0.15) = 0.70 \text{ m}$$

$$T_{ch}=0.0833\sqrt{f_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)=0.0833\sqrt{21\text{MPa}}\left(\frac{0.039^2}{0.7}\right)*100=0.829\text{ kN.m}$$

$$T_{ch}=0.08\text{ t.m} \quad (\text{A.39})$$

$$T_u < \phi T_{ch} \quad (\text{A.40})$$

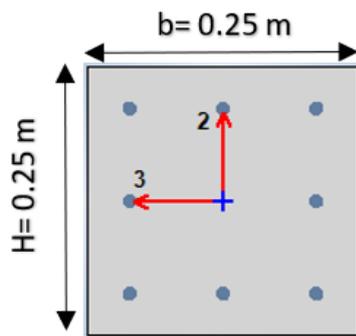
$$0.0046 < 0.08$$

Cumple

Al ejecutar el programa no se presentó valores de torsión, es decir los elementos viga no tienen efecto de torsión en nivel 1 y 2. En cubierta si existe torsión en las viguetas, el valor obtenido es menor al ϕT_{ch}

DISEÑO A FLEJO COMPRESIÓN

Tomando de referencia el eje 2 y A-C, al igual que vigas se diseñó las columnas. La cual tiene una geometría descrita a continuación.



En la Figura: Resultados de acero requerido en eje 2, para los esfuerzos de flexión en Vigas y Columnas en el modelo.

Se puede observar el refuerzo longitudinal en centímetros cuadrados.

Según NEC-SE-HM la cuantía de refuerzo debe cumplir:

$$0.01 \leq \frac{A_s}{b \cdot h} \leq 0.03$$

$$\frac{9.05}{25 \cdot 25} = 1.45\%$$

$$0.01 \leq 1.45 \leq 0.03$$

Cumple

Diseño de Corte en columnas

En el programa de análisis estructural ETABS para el diseño a corte, toma en consideración el cálculo ultimo de corte y la capacidad de los elementos. Pero no revisa la armadura para confinamiento, la cual seguirá el detallamiento; de la sección 4.3.4 Refuerzo transversal, confinamiento de NEC-SE-HM, el número de vinchas se tomó por los cálculos realizados en el prediseño "Confinamiento".



Figura A-13 Análisis Estructural de refuerzo a corte. Eje 2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Revisión Columna Fuerte-Viga Débil

Se revisa que la capacidad de las columnas sea 1.2 veces la capacidad de la viga

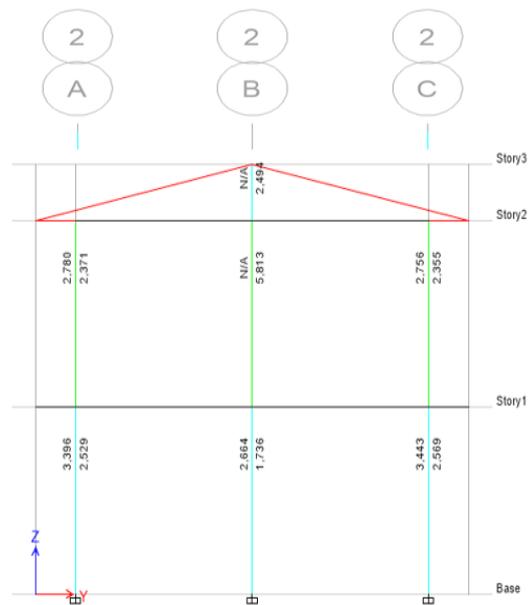


Figura A-14 capacidad de columna/capacidad viga

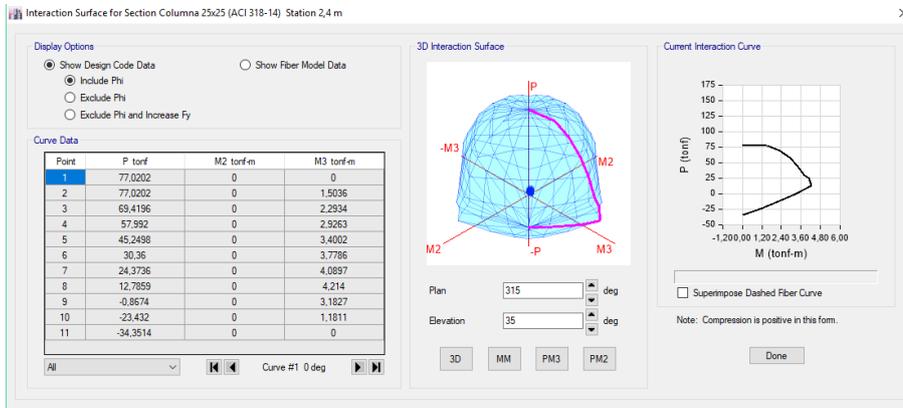
Fuente: Gómez, G., Pacheco, M., 2018.

$$\frac{\text{Capacidad de Columna}}{\text{Capacidad de viga}} \geq 1.20$$

$$1.73 \geq 1.20$$

Cumple

Diagrama de Interacción Nominal de columna 25x25 cm



El refuerzo transversal y su confinamiento se especifica en NEC-SE-HM en la sección 4.3.4, la representación esquemática a continuación será la seguida en el diseño.

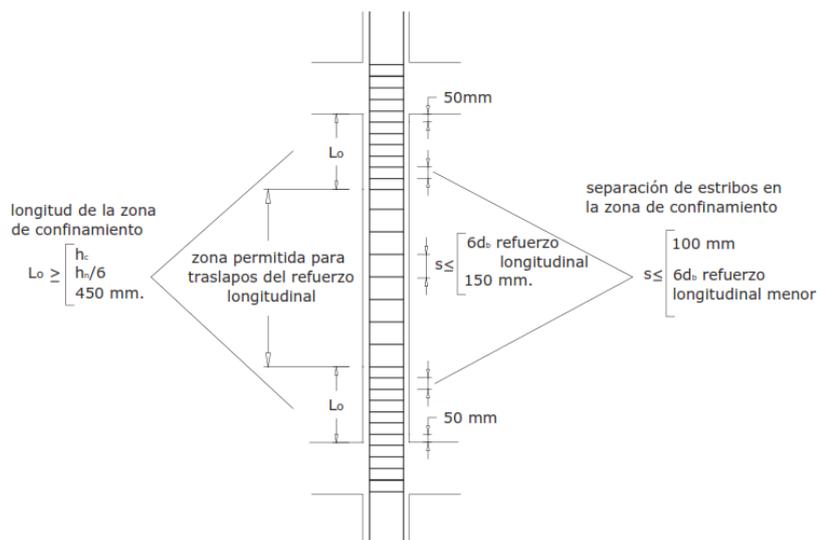


Figura A-15 Separación de estribos

Fuente: NEC, 2015

Para la separación de estribos se consideró la norma NEC-SE-VIVIENDA sección 5.2, la cual especifica una un diámetro mínimo de 8@10 cm. En el modelo Unión 1 se adoptó de $\phi 10@10\text{cm}$.

APÉNDICE B

**MEMÓRIA TÉCNICA SISTEMA DE CAÑA GUADUA
VIVIENDA UNIÓN 2**

B. MODELO UNIÓN 2

DISEÑO ESTRUCTURAL GAK

EL diseño de la estructura se fundamentó en la norma Ecuatoriana NEC-SE-GUADUA 2017, “ESTRUCTURAS DE GUADÚA”, el cual garantiza un comportamiento sismorresistente de la estructura en caso de ocurrir un evento telúrico. El control de vibraciones y el mantenimiento también son factores importantes en este estudio.

Los elementos estructurales se proyectaron mediante el método de esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad admitidos por la norma.

Tabla 4: Esfuerzos admisibles, FI (MPa), CH=12%

F_b Flexión	F_t Tracción	F_c Compresión	F_{p^*} Compresión ⊥	F_v Corte
15	19	14	1.4	1.2

Dónde:

|| Compresión paralela al eje longitudinal.

⊥ Compresión perpendicular al eje longitudinal.

*La resistencia a la compresión perpendicular está calculada para entrenudos rellenos con mortero de cemento.

Figura B-1 Esfuerzos Admisibles, FI (MPa), CH=12%

Tabla: Módulos de Elasticidad

Tabla B-1 Módulos de elasticidad, EI (MPa), CH=12%

Módulo percentil 5	Módulo percentil 5	Modulo mínimo
E0,5	E0,05	E _{min}
12000	7500	4000

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

$$F'_i = F_i C_D C_m C_t C_l C_f C_r C_p C_c \quad (B.1)$$

Donde:

i = Subíndice que depende del tipo de sollicitación (b para flexión, t para tracción paralela a las fibras, c para compresión paralela a las fibras, p para compresión perpendicular a las fibras, v para cortante paralelo a las fibras)

C_D = Coeficiente de modificación por duración de carga

C_m = Coeficiente de modificación por contenido de humedad

C_t = Coeficiente de modificación por temperatura

C_L = Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas

C_F = Coeficiente de modificación por forma

C_r = Coeficiente de modificación por redistribución de cargas, acción conjunta

C_P = Coeficiente de modificación por estabilidad de columnas

C_c = Coeficiente de modificación por cortante

C_i = Coeficiente de modificación por cortante

F_i = Esfuerzo admisible en la sollicitación

F'_i = Esfuerzo admisible modificado para la sollicitación

• Diseño de Vigas Principales

Diseño a flexión

Para los elementos sometidos a flexión se realizará una comprobación de deflexiones admisibles al terminar. El diseño será realizado en su eje longitudinal, al tomar la viga como simplemente apoyada en sus extremos. Podemos inferir que la mayor carga será recibida por los elementos centrales de la estructura.

Tabla B-2 Características de Gak

Diámetro exterior	12	cm	120	mm
espesor	1	cm	10	mm
E	7500	Mpa	764787,15	ton/m ²

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Área Neta para un culmo

$$A = \frac{\pi}{4} (D_e^2 - (D_e - 2t)^2) \quad (B.2)$$

Donde:

A= Área neta de la sección transversal de la guadua, mm²

De= Diámetro exterior de la guadua, mm

t= Espesor de la pared de la guadua, mm

A= 3455,75 mm²

Inercia para un culmo

$$I=0,049(D_e^4-(D_e-2t)^4) \quad (B.3)$$

Donde:

I= Momento de inercia del culmo, referido a su centroide, en mm⁴

De= Diámetro exterior de la guadua, mm

t= Espesor de la pared de la guadua, mm

I= 5260640 mm⁴

Momento resistente

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F'_b \quad (B.4)$$

Donde

fb= Esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

M= Momento actuante sobre el elemento, en N mm

F'b= Esfuerzo admisible modificado, en Mpa

S= Modulo de sección, en mm³

El módulo de sección S, para un culmo de GaK se expresa con la siguiente formula.

$$S = \frac{\pi(D_e^4 - (D_e - 2t)^2)}{32D_e} \quad (B.5)$$

Donde:

S= Modulo de sección, en mm³

De= Diámetro promedio exterior del culmo, en mm

t= Espesor promedio de la pared del culmo, en mm

Inercia de la sección compuesta

$$I = \sum I_i \quad (B.6)$$

Donde:

I= Inercia de la sección compuesta, en mm⁴

I_i= Inercia individual de cada culmo referida a su propio centroide, en mm⁴

Para una sección modificada

Sección	S (mm ³)
	$\frac{\pi \left(5D_e^4 - 4D_e^2 [D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4 \right)}{32D_e} \quad (G.12.8-6)$
	$\frac{\pi \left(35D_e^4 - 4D_e^2 [D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4 \right)}{96D_e} \quad (G.12.8-7)$

Figura B-2 Módulos de sección para algunas vigas compuestas

Esfuerzos vigas Principales

Con ayuda de las tablas de modificación de coeficientes se realizó el cálculo Fade modificación para todos los esfuerzos

F'b

$$F'_i = F_i C_D C_n C_t C_L C_F C_r C_p C_c$$

Tabla B-3 Esfuerzo a la flexión modificado vigas

Esfuerzo/Coeficiente	Valor
Fb	15,00
CD	1,00
Cn	0,79
Ct	0,85
CL	0,95
CF	1,00
Cr	1,10
Cp	1,00
Cc	1,00
F'b (MPa)	10,53

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Diseño de viga en sentido longitudinal

Tabla B-4 Verificación de esfuerzos para culmos de GaK

Esfuerzos Admisibles	# de cañas para conformación de viga		
	1	2	3
M (N.mm)	3226387,84	2156181,5	2307690,13
S (mm ³)	82667,01	295178,81	1794852,97
M/S (MPa)	39,03	7,30	1,29
F'b (Mpa)	10,53	10,53	10,53
	No cumple	Cumple	Cumple

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Para la viga se puede considerar una estructura conformada por 2 o 3 cañas (culmos).

Diseño de Viga a Corte

$$f_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e^2 - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 - 2D_e t + 2t^2} \right) \leq F'_v \quad (B.7)$$

Donde:

f_v = Esfuerzo cortante a las fibras actuantes, en Mpa

A = Área de la sección transversal del elemento de guadua rolliza, en mm²

De= Diámetro externo promedio de la sección de guadua rolliza, en mm

t= Espesor promedio de la sección de guadua rolliza, en mm

F'v= Esfuerzo admisible para corte paralelo a las fibras, modificado por los coeficientes que correspondan

v= Fuerza cortante en la sección considerada, en N

$$F'_i = F_i C_D C_n C_t C_L C_F C_r C_p C_c$$

Tabla B-5 Esfuerzo admisible para corte modificado

Esfuerzo/Coeficiente	Valor
Fv	1,20
CD	1,00
Cn	0,79
Ct	0,85
CL	0,95
CF	1,00
Cr	1,10
Cp	1,00
Cc	1,00
F'v (MPa)	0,84

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-6 Verificación de corte para 2 culmos

Datos	Valores	Unidades
V	4079,57	N
A	4837,3	mm ²
De	120	mm
t	10	mm
F'v	0,84	MPa
fv	1,79	MPa
No Cumple la sección para corte 2 culmos		
fv ≤ F'v		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Property Name	
Section Name	Viga 3 culmos
Base Material	GaK
Properties	
Item	Value
Area, mm2	26349,4
AS2, mm2	18168,2
AS3, mm2	17909,9
I33, mm4	292880302,7
I22, mm4	39925249,8
S33Pos, mm3	1627122,6
S33Neg, mm3	1627103
S22Pos, mm3	665423
S22Neg, mm3	665444
R33, mm	105,4
R22, mm	38,9
Z33, mm3	944227,2
Z22, mm3	360500,9
J, mm4	93120811,9

Figura B-3 Propiedades de GaK 3 culmos

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-7 Verificación de corte para 2 culmos

Datos	Valores	Unidades
V	4567,52	N
A	18168,2	mm ²
De	120	mm
t	10	mm
F'v	0,84	MPa
fv	0,53	MPa
Si Cumple la sección para corte 3 culmos		
$fv \leq F'v$		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Distribución de conectores en Vigas de sección compuesta

Si las vigas son construidas para dos o más culmos de GaK, se debe garantizar su estabilidad por medio de conectores transversales de acero, los cuales indiquen un trabajo conjunto. El espaciamiento se tomó el valor mínimo entre:

$3h$, siendo h = alto de la viga compuesta, en mm

$l/4$, siendo l = luz de la viga, en mm

$j=3h$

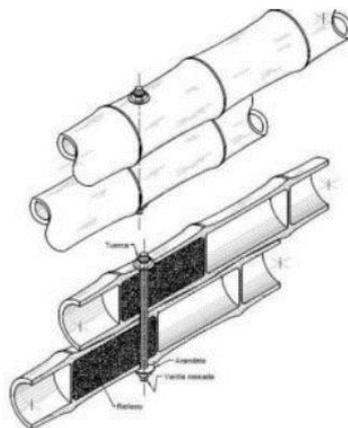
$j= 1080$ mm

$j=l/4$

$j= 875$ mm

Se escoge 850 mm

El primer conector se colocó a 50mm, medido desde la cara de apoyo. Los canutos (entrenudos) que sean atravesados por los conectores, tienen que estar rellenos de hormigón.



Diseño por Aplastamiento

$$f_p = \frac{3RD_e}{2t^2L} \leq F'_p \quad (B.8)$$

Donde:

F'_p = Esfuerzo admisible en compresión perpendicular a la fibra, modificado por los coeficientes que correspondan, en MPa

f_p = Esfuerzo actuante en compresión perpendicular a la fibra, en MPa

D_e = Diámetro extremo promedio de la sección de GaK rolliza, en mm

t = Espesor promedio de la sección de GaK rolliza, en mm

L = Longitud de apoyo, en mm

R = Fuerza aplicada en el sentido perpendicular a las fibras, en N

$$F'_i = F_i C_D C_n C_t C_L C_F C_r C_p C_c$$

Tabla B-8 Esfuerzo admisible para aplastamiento modificado

Esfuerzo/Coeficiente	Valor
F_p	1,40
C_D	1,00
C_n	0,79
C_t	0,85
C_L	0,95
C_F	1,00
C_r	1,10
C_p	1,00
C_c	1,00
F'_p (MPa)	0,98

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-9 Datos para evaluación del esfuerzo por aplastamiento

Datos	Valores	Unidades
R	4567,52	N
D_e	120	mm
t	18	mm
L	3500	mm
f_p	0,73	MPa
F'_p	0,98	MPa
Si Cumple la sección para aplastamiento		
$f_p \leq F'_p$		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Diseño a tensión axial

Los elementos solicitados en la misma dirección del eje longitudinal serán revisados.

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t \quad (\text{B.9})$$

Donde:

f_t = Esfuerzo a tensión actuante, en Mpa

T = Fuerza de tensión axial aplicada, en N

F'_t = Esfuerzo de tensión admisible, modificado por los coeficientes que haya en el lugar, en Mpa

A_n = Área neta del elemento, en mm^2

Tabla B-10 Esfuerzo de tensión modificado

Esfuerzo/Coeficiente	Valor
F_t	19,00
CD	1,00
C_n	0,79
C_t	0,85
CL	0,98
CF	1,00
C_r	1,10
C_p	1,00
C_c	1,00
F'_t (MPa)	13,75

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

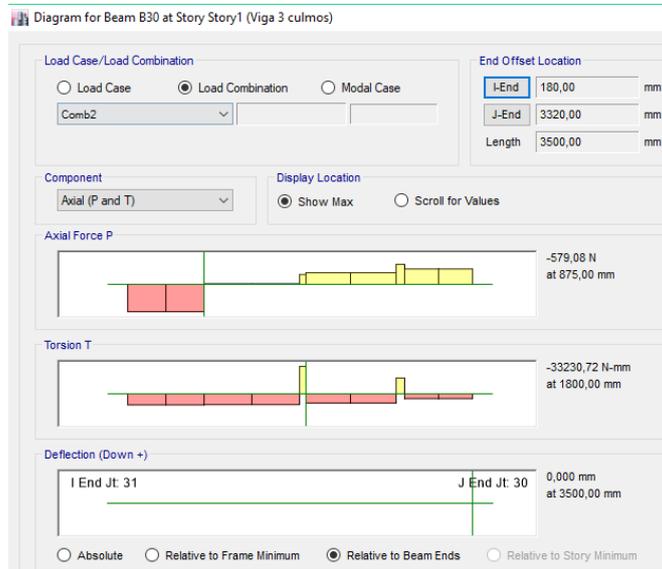


Figura B-4 Diagrama de tensión para viga de 3 culmos

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-11 Revisión de esfuerzo de tensión

Datos	Valores	Unidades
T	579,08	N
A	18168,2	mm ²
ft	0,032	MPa
F't	13,75	MPa
Si Cumple la sección para tensión axial		
ft ≤ F't, Cumple		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Diseño por flexión y carga axial

Verificar:

$$\frac{f_t}{F'_t} + \frac{f_b}{F'_b} \leq 1,0 \quad (B.10)$$

ft= 0,032

$$F't= 13,75$$

$$fb= 7,30$$

$$F'b= 10,53$$

$$ft/F't= 0,002$$

$$fb/F'b= 0,694$$

$$0.002 + 0.694 \leq 1$$

$$0.696 \leq 1$$

Si cumple

- **Diseño de columnas**

Diseño de elementos solicitados por fuerza axial

Longitud efectiva

$$l_e = l_u k \tag{B.11}$$

Donde:

l_u = Longitud no soportada lateralmente del elemento, en mm

k = Coeficiente de longitud efectiva, según las restricciones en los apoyos tabla

l_e = Longitud efectiva, en mm

CASO 2

Condición de los apoyos	Gráficos	k_{e1}	k_{e2}
Empotrados en ambos extremos ①		0.50	0.65
Impedido de desplazarse en ambos extremos y uno de ellos impedido de rotar ②		0.70	0.85
Articulado en ambos extremos ③		1.00	1.00
Empotrado en un extremo y el otro impedido de rotar pero libre de desplazamiento ④		1.00	1.20
Empotrado en un extremo y el otro parcialmente libre de rotar y libre de desplazamiento ⑤		1.50	1.50
Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar pero libre de desplazamiento ⑥		2.00	2.40
Empotrado en un extremo y el otro libre de rotar y libre de desplazamiento ⑦		2.00	2.10

Figura B-5 Coeficiente de longitud efectiva de columna k_e

k_{e1} = Teórico

k_{e2} = Recomendado cuando las condiciones ideales son apropiadas

k_{e1} = 0,7

k_{e2} = 0,85, Usar el valor recomendado

$l_u = 3000 \text{ mm}$

$k_e = 0,85$

$l_e = 2550 \text{ mm}$

Esbeltez

$$\lambda = \frac{l_e}{r} \tag{B.12}$$

Donde:

λ = Relación esbeltez del elemento

l_e = Longitud efectiva del elemento, en mm

r = Radio de giro de la sección, en mm

Radio de giro para elementos constituidos por dos o más cumulos

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \tag{B.13}$$

La inercia de un culmo se la verifico en el software Etabs

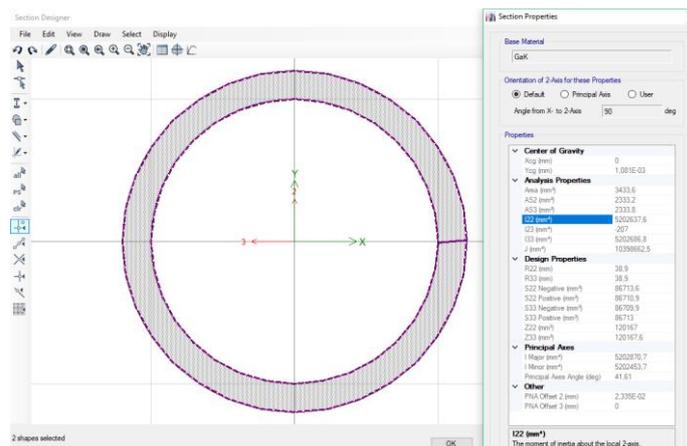


Figura B-6 Inercia de un culmo de GAK

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Al compararla sección..., de dimensionamiento de viga, se observa que tienen una pequeña variación para 1 culmo.

Para las columnas se tomó un diseño conformado por 7 culmos de GaK, el cual ayudó para el control de arriostramientos en las conexiones de vigas y columnas. Además, se obtuvo los valores de las propiedades usadas para las verificaciones en el diseño.

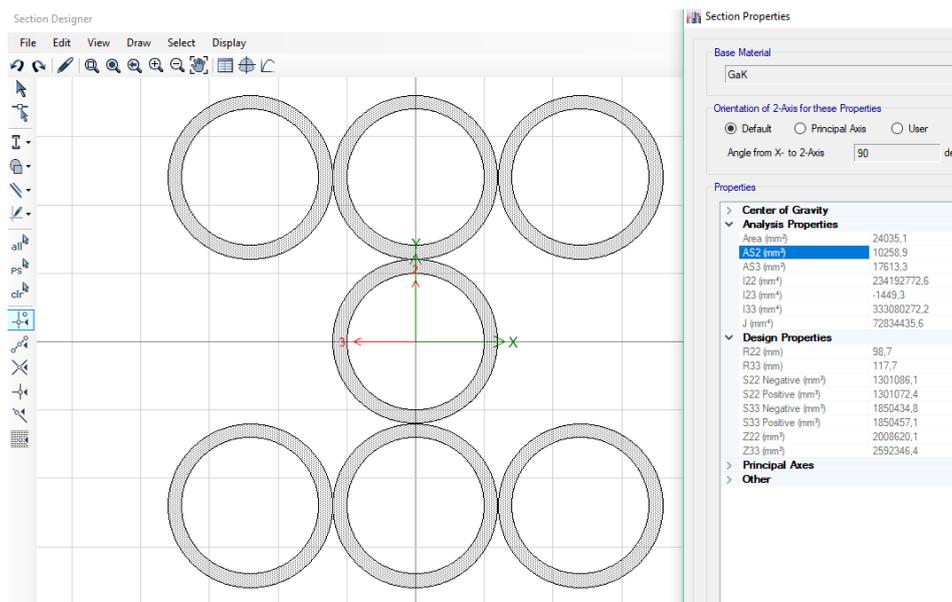


Figura B-7 Inercia de 7 culmos de GaK

Fuente: Gómez, G., Pacheco, M., 2018.

Propiedades

$$A= 10258,9 \text{ mm}^2$$

$$I= 36824480 \text{ mm}^4$$

$$r= 59,91 \text{ mm}$$

$$\lambda= 42,56, \text{ Columnas Intermedias}$$

Esbeltez C_k , límite entre las columnas intermedias y largas.

$$C_k=2,565 \sqrt{\frac{E_{0,05}}{F'_c}} \quad (B.14)$$

Donde:

F'_c = Esfuerzo admisible en compresión paralela a las fibras, modificado, Mpa

$E_{0,05}$ = Módulo de elasticidad percentil 5, Mpa

$$F'_i = F_i C_D C_m C_t C_L C_F C_r C_p C_c$$

Tabla B-12 Esfuerzo de compresión modificado

Esfuerzo/Coeficiente	Valor
F _c	14,00
C _D	1,00
C _m	0,79
C _t	0,85
C _L	1,00
C _F	1,00
C _r	1,00
C _p	1,00
C _c	1,00
F' _c (MPa)	9,40

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

$$f_c = \frac{N}{A_n \left(1 - \frac{2}{5} \left[\frac{\lambda}{C_k} \right]^3 \right)} \leq F'_c \quad (B.15)$$

Donde:

f_c= Esfuerzo de compresión paralela a la fibra actuante, Mpa

N= Fuerza de compresión paralela a la fibra actuante, en N

A_n= Área neta de la sección transversal, en mm²

F'_c= Esfuerzo de compresión paralela a la fibra admisible, modificado, Mpa

λ = Esbeltez, ecuación B.12

C_k= Esbeltez que marca el límite entre columnas intermedias y largas, ecuación B.14

Esfuerzo máximo de compresión paralela para columnas intermedias

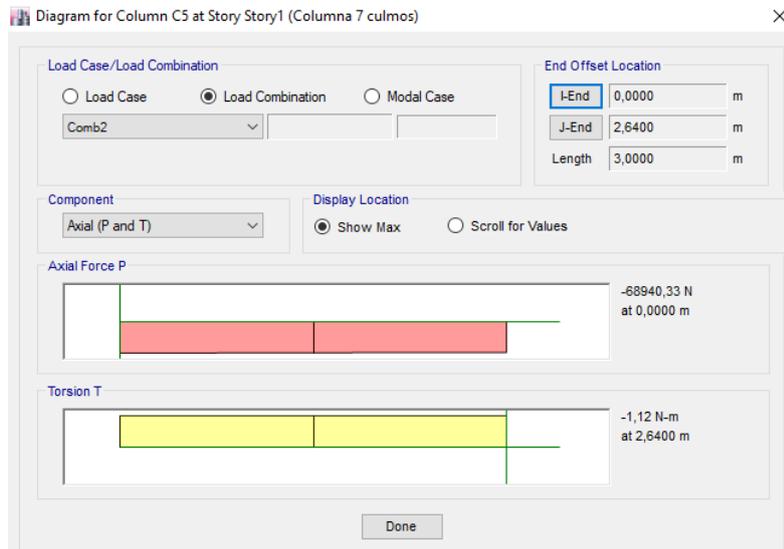


Figura B-8 Máximo esfuerzo a tensión axial en columnas de GaK

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-13 Revisión de esfuerzo de compresión

Ck	72,45	
N	68940,33	N
λ	42,56	
A	10258,9	mm ²
F' _c	9,40	Mpa
f _c	7,31	MPa
Si Cumple la sección para corte		
$f_c \leq F'_c$		

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Carga crítica de Euler

$$N_{er} = \frac{\pi^2 E_{0,05} I}{l_e^2} \quad (B.16)$$

Donde:

N_{er} = Carga crítica de Euler, en N

$E_{0,05}$ = Módulo de elasticidad de percentil 5, Mpa

I = Momento de inercia de la sección, mm⁴

l_e = Longitud efectiva, en mm

l_e = 2550 mm

$E_{0,05}$ = 7500 MPa

I = 36824480 mm⁴

N_{er} = 419196,136

$$K_m = \frac{1}{1 - 1,5 \left(\frac{N_a}{N_{er}} \right)} \quad (B.17)$$

Donde:

N_a = Carga de compresión actuante, en N

N_{er} = Carga critica de Euler, calculada con ecuación B.16

Tabla: Resumen factores N_a , N_{er}

N_a 68940,33 N

N_{er} 419196,136 N

K_m = 1,33

Elementos solicitados a Flexo Compresión

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{k_m f_b}{F'_b} \leq 1,0 \quad (B.18)$$

$$F'_i = F_i C_D C_n C_t C_L C_F C_r C_p C_c$$

Tabla B-14 Esfuerzo de Flexión modificado columnas

Esfuerzo/Coeficiente	Valor
Fb	15,00
CD	1,00
Cn	0,79
Ct	0,85
CL	0,95
CF	1,00
Cr	1,10
Cp	1,00
Cc	1,00

F'b(MPa)	10,53
----------	-------

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

$$f_b = \frac{M}{S} \leq F'_b$$

Esfuerzos Admisibles

Esfuerzos Admisibles	# de cañas
	7
M (N.mm)	1341710,5
S (mm ³)	3328160,7
M/S (MPa)	0,40
F'b (Mpa)	10,53
Si cumple $f_b \leq F'_b$	

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Con el programa Etabs se realiza el análisis de momento

Verificación de elementos sometidos a flexo compresión

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{k_m f_b}{F'_b} \leq 1,0 \quad (B.19)$$

$$f_c = 7,31$$

$$F'_c = 9,40$$

$$K_m = 1,33$$

$$f_b = 0,40$$

$$F'_b = 10,53$$

$$f_c / F'_c = 0,78$$

$$k_m \cdot f_b / F'_b = 0,05$$

$$0,78 + 0,05 \leq 1$$

$$0,83 \leq 1$$

Cumple

INGRESO DE SECCIONES Y MATERIALES A ETABS

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Includes fields for Material Name (GaK), Material Type (Other), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (green), and Material Notes.
- Material Weight and Mass:** Features radio buttons for 'Specify Weight Density' (selected) and 'Specify Mass Density'. It includes input fields for Weight per Unit Volume (0.6 tonf/m³) and Mass per Unit Volume (0.061183 tonf-s²/m⁴).
- Mechanical Property Data:** Contains input fields for Modulus of Elasticity, E (764787.15 tonf/m²), Poisson's Ratio, U (0.4), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000117 1/C), and Shear Modulus, G (273138.27 tonf/m²).
- Design Property Data:** Includes a button to 'Modify/Show Material Property Design Data...'.
Advanced Material Property Data: Includes buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties'.

At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura B-9 Material GaK ingreso a Etabs

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

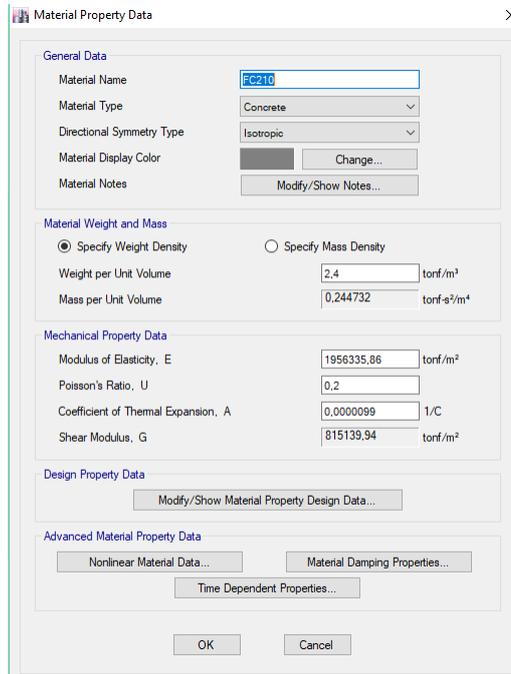


Figura B-10 Ingreso de material hormigon f'c= 210 kg/cm2 ingreso a Etabs

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

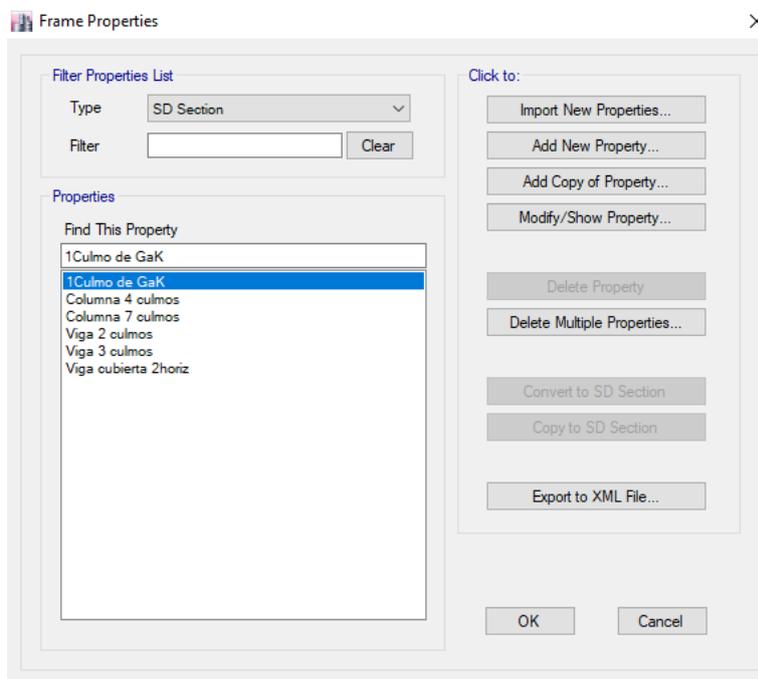


Figura B-11 Secciones ingresadas por medio de SD section a Etabs

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

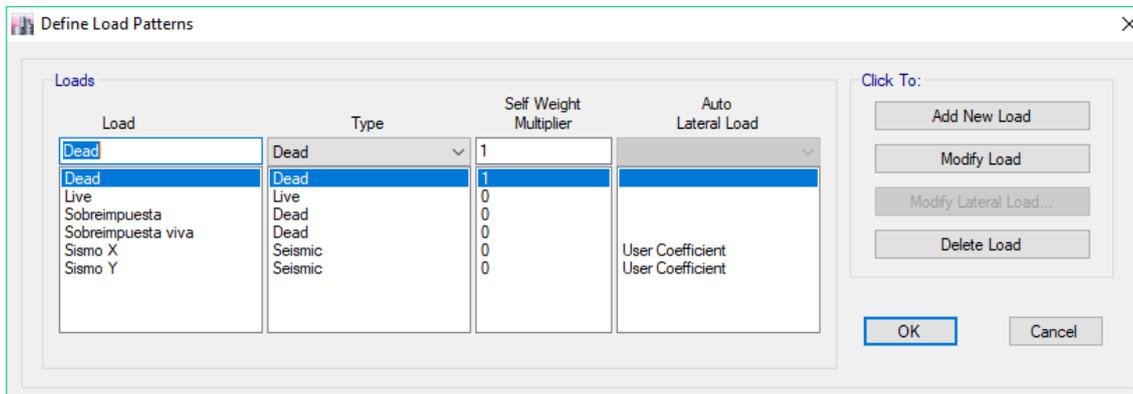


Figura B-12 Patrones de cargas en estructura Gak

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

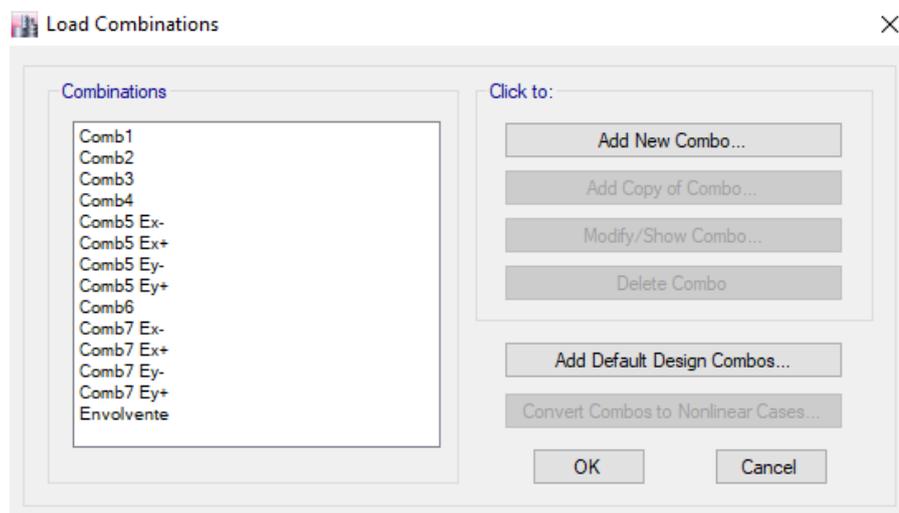


Figura B-13 Combinaciones de cargas, basadas en NEC-SE-CG

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-15 Comprobación de deflexiones en Nivel 1

Descripción	Valor	Unidad	Detalle
q	1,33	ton/m	Carga D+L en viga principal
L	3,25	m	Longitud entre apoyos
L ⁴	111,57	m ²	
E	764787,15	ton/m ²	Módulo de elasticidad
I	0,000293	mm ⁴	Momento de inercia viga 3 culmos
$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI}$	0,00864	m	Calculo de deflexiones

I/360	0,00903	m	Deflexiones admisibles en entrepisos
Etabs	0,00317	m	Cumple con la deflexión de entrepiso

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

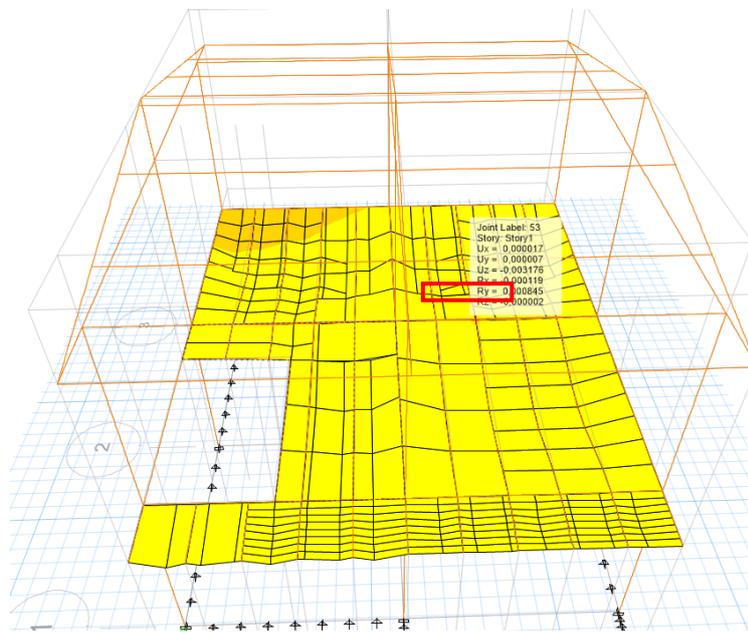


Figura B-14 Deflexiones de entrepiso, modelo Unión 2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tabla B-16 Comprobación de deflexiones en Cubierta

Descripción	Valor	Unidad	Detalle
q	0,13	ton/m	Carga sobre impuesta+ muerta cubierta
L	3,50	m	Longitud entre apoyos
L ⁴	150,06	m ²	
E	764787,15	ton/m ²	Módulo de elasticidad
I	0,000035	mm ⁴	Momento de inercia viga 3 culmos
$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI}$	0,00949	m	Calculo de deflexiones
I/180	0,01944	m	Deflexiones admisibles para techos

Etabs	0,0016	m	Cumple con la deflexión en techo
-------	--------	---	----------------------------------

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Diseño de pernos

Para el diseño de pernos se escogió el material ASTM A307, se tomó con el valor máximo de la tensión axial verificando el mismo, en las combinaciones de carga y patrones de carga. El valor de la figura B12, para el cálculo de esfuerzo máximo de compresión paralela para columnas intermedias se tomó el valor seleccionado para el diseño de conexión en cimentación y elementos en el nivel 1. Los pernos pueden disminuir su diámetro en los elementos de nivel 2 y cubierta con un análisis previo de sus esfuerzos, las características se describirán a continuación:

$f_y = 250 \text{ Mpa}$

$F_u = 400 \text{ MPa}$

$E = 200000 \text{ MPa}$

F_y = Esfuerzo de fluencia del acero, base de más baja resistencia.

F_u = Resistencia ultima de acero, a esfuerzo de fluencia mínima final.

Para Nivel 1

$$F_{V,sd} \leq F_{V,Rd} \quad (B.20)$$

$$F_{V,sd} = \frac{T}{\# \text{ pernos}} \quad (B.21)$$

$$F_{V,sd} = \frac{68940,33}{7}$$

$$F_{V,sd} = 9848,618 \text{ N}$$

$$F_{V,Rd} = n * F_u * \frac{A}{\gamma_{m2}} \quad (B.22)$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

n= número de planos de corte

$$n=0,5$$

$$F_{v,Rd} = 0,5 * 400N * \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right) d^2}{1,25}$$

$$F_{v,Rd} = 125,66 d^2 N$$

Entonces

$$F_{v,sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$9848,618 \leq 125,66 d^2$$

$$d \geq 8,85 \text{ mm}$$

$$d \geq \frac{3}{8} \text{ pulg}$$

Pernos nivel 2

$$F_{v,sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,sd} = \frac{T}{\# \text{ pernos}}$$

$$F_{v,sd} = \frac{23470,27}{4}$$

$$F_{v,sd} = 5867,56 N$$

$$F_{v,Rd} = n * F_u * \frac{A}{\gamma_{m2}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

n= numero de planos de corte

$$n=0,5$$

$$F_{v,Rd} = 0,5 * 400N * \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right) d^2}{1,25}$$

$$F_{v,Rd} = 125,66 d^2 N$$

Entonces

$$F_{v,sd} \leq F_{v,Rd}$$

$$5867,57 \leq 125,66 d^2$$

$$d \geq 6,83 \text{ mm}$$

$$d \geq \frac{3}{8} \text{ pulg}$$

Para todas las conexiones y anclajes se usará pernos de acero ASTM A307 con $d = \frac{3}{8} \text{ pulg}$.

APÉNDICE C

**MEMÓRIA TÉCNICA ESTRUTURA METÁLICA
VIVIENDA UNIÓN 3**

C. MODELO UNIÓN 3

PRE-DIMENSIONAMIENTO

Vigas Secundarias

Tabla C-1 Datos VS Predimensionamiento

S	0,54 m
Ln	3.5 m
Md	319.5 Kg.m
Ml	108.2 Kg.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Se calcula el momento ultimo por cargas de servicio en una viga con la ecuación C.1.

$$M_u = 1.2 M_d + 1.6 M_l \quad (C.1)$$

Donde:

M_D : Momento máximo por carga muerta

M_L : Momento máximo por carga viva

$$M_u = 556.2 \text{ kg. m} = 48.2 \text{ Klb. pulg}$$

Luego se calcula el módulo plástico de la viga con la ecuación C.2.

$$Z_x = \frac{M_p}{F_y} = \frac{M_u}{\phi_b * F_y} \quad (C.2)$$

$$Z_x = \frac{M_p}{F_y} = \frac{M_u}{\phi_b * F_y}$$

$$Z_x = 1.487 \text{ in}^3$$

$$Z_x = 24.379 \text{ cm}^3$$

Por medio del catálogo IPAC se adoptó un perfil: G100x50x25x4, por lo tanto:

$$Z_x = 25.95 \text{ cm}^3 > 24.40 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

Vigas Principales en X

NIVEL 1

Tabla C-2 Datos Prediseño VPX-N1

Ln	3.25 m
Md	1280.7 Kg.m
MI	455.3 Kg.m
E	531.43 Kg.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Se calcula el momento ultimo por sismo en vigas principales según ecuación C.3 (C.3)

$$M_u = 1.2 M_d + M_I + E$$

$$M_u = 2524 \text{ kg. m} = 218.58 \text{ Klb. pulg}$$

Así mismo se calcula el módulo plástico de la ecuación C.2

$$Z_x = 6.75 \text{ pulg}^3$$

$$Z_x = 110.55 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 160, por lo tanto:

$$Z_x = 136 \text{ cm}^3 > 110.55 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

NIVEL 2

Tabla C-3 Datos Prediseño VPX-N2

Ln	3.25 m
Md	189 Kg.m
MI	146.1 Kg.m
E	531.43 Kg.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tal como se mostró los cálculos en el nivel 1, se calcula el momento ultimo con la ecuación C.3

$$Mu = 904 \text{ kg.m} = 78.33 \text{ Klb.pulg}$$

Módulo plástico, ecuación C.2

$$Zx = 2.42 \text{ pulg}^3$$

$$Zx = 39.62 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 100, por lo tanto:

$$Zx = 39.8 \text{ cm}^3 > 39.62 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

Vigas Principales en Y

NIVEL 1

Tabla C-4 Datos Prediseño VPY-N1

Ln	3.50 m
Md	319.5 Kg.m
MI	108.2 Kg.m
E	590.07 Kg.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tal como se mostró los cálculos en las vigas principales en X, se calcula el momento ultimo con la ecuación C.3

$$Mu = 1082 \text{ kg.m} = 93.69 \text{ Klb.in}$$

Módulo plástico, ecuación C.2

$$Zx = 2.88 \text{ in}^3$$

$$Zx = 47.39 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 120, por lo tanto:

$$Zx = 63.6 \text{ cm}^3 > 47.39 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

NIVEL 2

Tabla C-5 Datos Prediseño VPY-N2

Ln	3.50 m
Md	72.6 Kg.m
MI	72.5 Kg.m
E	590.07 Kg.m

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Tal como se mostró los cálculos en las vigas principales en X, se calcula el momento ultimo con la ecuación C.3

$$Mu = 750 \text{ kg.m} = 64.93 \text{ Klb.pulg}$$

Módulo plástico, ecuación C.2

$$Zx = 2 \text{ pulg}^3$$

$$Zx = 32.84 \text{ cm}^3$$

Se adoptó perfil: IPE 100, por lo tanto:

$$Zx = 39.8 \text{ cm}^3 > 32.84 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

Columnas

En este proyecto se aplicará el criterio columna fuerte – viga débil en el diseño.

$$\sum M_{pc} = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right) \quad (C.4)$$

Momento aproximado en la columna

$$\sum M_{pv} \approx \sum 1.2 R_y F_{yv} Z_v \quad (C.5)$$

Momento aproximado en la cara de la viga

$$\sum M_{pc} = \sum M_{pv} \quad (C.6)$$

Relación columna fuerte viga débil

Donde:

A_g : Área de la columna

P_{uc} : Carga Axial en la Columna

F_{yc} : Esfuerzo de fluencia de la columna

F_{yv} : Esfuerzo de fluencia de la viga

Z_c : Módulo plástico de la columna

Z_v : Módulo plástico de la viga

R_y : 1.3 Factor de sobre-resistencia de las vigas.

Tabla C-6 Valores de Factores de Fluencia y Tensión Probables para las planchas de los aceros ASTM A36, A572 Gr.50 y A588 Gr.50

Especificación ASTM	Factor de Fluencia Probable (R_y)	Factor de Tensión Probable (R_t)
ASTM A36	1.3	1.15
ASTM A572 Gr. 50	1.1	1.25
ASTM A588 Gr. 50	1.15	1.15

Fuente: NEC (2015).

$$\text{Si } \frac{P_{uc}}{A_g} \cong (0.20-0.25) F_{yc} \quad (C.7)$$

Se adoptó $0.2 F_{yc}$

$$Z_c = \frac{1.5 R_y F_{yv} Z_v}{F_{yc}} \quad (C.8)$$

NIVEL 1

Por medio de la ecuación 2.8 se procede a calcular el módulo plástico de la columna.

$$Z_c = 16.18 \text{ pulg}^3 = 265.20 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, se consideró un perfil IPE 220

$$Z_x = 324 \text{ cm}^3 > 265.20 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

NIVEL 2

Así mismo por medio de la ecuación C.8 se procede a calcular el módulo plástico de la columna.

$$Z_c = 4.74 \text{ pulg}^3 = 77.61 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, se consideró un perfil IPE 140

$$Z_x = 95.4 \text{ cm}^3 > 77.61 \text{ cm}^3$$

CUMPLE.

DISEÑO

VIGA SECUNDARIA

PERFIL G 100x50x25x4

Diseño por flexión

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x \quad (C.9)$$

$$\phi_b M_n = 51.308 \text{ Klb.pulg} \geq M_u = 48.205 \text{ Klb.pulg}$$

CUMPLE

$$M_n = M_p: \text{Momento nominal}$$

Viga Principal en X

NIVEL 1

PERFIL IPN 160

$$I_x = 935 \text{ cm}^4 = 22.45 \text{ pulg}^4$$

$$I_y = 54.7 \text{ cm}^4 = 1.31 \text{ pulg}^4$$

$$S_x = 117 \text{ cm}^3 = 7.14 \text{ pulg}^3$$

$$S_y = 14.8 \text{ cm}^3 = 0.9 \text{ pulg}^3$$

$$r_x = 6.4 \text{ cm} = 2.52 \text{ pulg}$$

$$r_y = 1.55 \text{ cm} = 0.61 \text{ pulg}$$

$$Z_x = 136 \text{ cm}^3 = 8.30 \text{ pulg}^3$$

$$Z_y = 24.9 \text{ cm}^3 = 9.8 \text{ pulg}^3$$

$$J = 6.57 \text{ cm}^4 = 0.158 \text{ pulg}^4$$

$$C_w = 3096.22 \text{ cm}^6 = 11.53 \text{ pulg}^6$$

Dimensiones del perfil de la viga

$$H_o = 15.05 \text{ cm} = 5.925 \text{ pulg}$$

$$H = 16 \text{ cm}$$

$T_w = 0.63 \text{ cm}$

$D = 14.10 \text{ cm}$

Perfil sísmicamente compacto

Según el AISC en la Tabla B4.1b Width-to-Thickness Ratios: Compression Elements Members Subject to Flexure, la viga es sísmicamente compacta si cumple lo siguiente:

✓ ALAS

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{C.10})$$
$$\lambda_p = 10.785$$

$$\lambda_f = \frac{b_f}{2 t_f} \quad (\text{C.11})$$
$$\lambda_f = 3.895$$

$\lambda_p > \lambda_f$; Alas Compactas

✓ ALMA

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{C.12})$$
$$\lambda_p = 106.717$$

$$\lambda_f = \frac{h}{t_w} \quad (\text{C.13})$$

$$\lambda_f = 22.381$$

$\lambda_p > \lambda_f$; Alma Compacta

Diseño por flexión

Para los elementos sometidos a flexión se hará referencia al Capítulo F, pág. 44 del AISC

$L_b = 3.25 \text{ m} = 127.95 \text{ pulg}$

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (C.14)$$

$$L_p = 30.483 \text{ pulg}$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_o}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E}\right)^2}} \quad (C.15)$$

$$L_r = 110.085 \text{ pulg}$$

Pandeo Elástico, cuando $L_b > L_r$

Momento nominal, pandeo elástico

$$\phi_b M_n = \phi_b F_{CR} S_x \leq \phi_b M_p \quad (C.16)$$

Esfuerzo de pandeo elástico

$$F_{CR} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J_c}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \quad (C.17)$$

$$F_{CR} = 24.452 \frac{\text{Klb}}{\text{in}^2}$$

$$\phi_b M_n = 157.121 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_p = \phi_b F_y Z_x \quad (C.18)$$

$$\phi_b M_p = 268.895 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_n \leq \phi_b M_p$$

CUMPLE

Diseño al cortante

Según la norma AISC

$$\frac{h}{tw} \leq 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{C.19})$$

$$22.38 \leq 63.58$$

Usar:

Resistencia nominal al cortante de un alma sin rigidizar o rigidizada

$$\phi_v V_n = \phi_v (0.6 F_y A_w C_v) \quad (\text{C.20})$$

Donde:

ϕ_v : Factor de carga de corte (LRFD), $\phi_v = 0.9$

C_v : Coeficiente de pandeo; 1

A_w : Área del alma

V_n : Carga nominal de corte de una viga

$$\phi_v V_n = 13.383 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_u = 10.826 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u$$

CUMPLE

Deflexiones

$$\Delta_a = \frac{L}{240} \quad (\text{C.21})$$

Donde:

L: Largo de la viga; 325 cm

$$\Delta_a = 1.35 \text{ cm}$$

Deflexión máxima

Según el AISC, Tabla 3-23 (Shear, Moments and Deflections). Caso 1. Deflexión en el centro del claro de una viga simple con carga uniformemente distribuida.

$$\Delta_{\max} = \frac{5 w L^4}{384 E I} \quad (\text{C.22})$$

$$\Delta_{\max} = 0.30 \text{ cm} < \Delta_a$$

CUMPLE

NIVEL 2

PERFIL IPN100

$$I_x = 171 \text{ cm}^4 = 4.11 \text{ pulg}^4$$

$$I_y = 12.2 \text{ cm}^4 = 0.29 \text{ pulg}^4$$

$$S_x = 34.2 \text{ cm}^3 = 2.09 \text{ pulg}^3$$

$$S_y = 4.88 \text{ cm}^3 = 0.30 \text{ pulg}^3$$

$$r_x = 4.01 \text{ cm} = 1.58 \text{ pulg}$$

$$r_y = 1.07 \text{ cm} = 0.42 \text{ pulg}$$

$$Z_x = 39.8 \text{ cm}^3 = 2.43 \text{ pulg}$$

$$Z_y = 8.09 \text{ cm}^3 = 0.49 \text{ pulg}$$

$$J = 1.6 \text{ cm}^4 = 0.038 \text{ pulg}^4$$

$$C_w = 265.85 \text{ cm}^6 = 0.99 \text{ pulg}^6$$

Dimensiones del perfil de la viga

$$H_o = 9.32 \text{ cm} = 3.67 \text{ pulg}$$

$$H = 10 \text{ cm}$$

$$T_w = 0.45 \text{ cm}$$

$$D = 8.64 \text{ cm}$$

Perfil sísmicamente compacto

Según el AISC en la Tabla B4.1b Width-to-Thickness Ratios: Compression Elements Members Subject to Flexure, la viga es sísmicamente compacta si cumple lo siguiente:

✓ ALAS

Se aplica la ecuación C.10 y C.11 se indica el siguiente resultado:

$$\lambda_p = 10.785$$

$$\lambda_f = 3.68$$

$$\lambda_p > \lambda_f; \text{ Alas Compactas}$$

✓ ALMA

Se aplica la ecuación C.12 y C.13 se indica el siguiente resultado:

$$\lambda_p = 106.717$$

$$\lambda_f = 19.2$$

$$\lambda_p > \lambda_f; \text{Alma Compacta}$$

Diseño por flexión

Para los elementos sometidos a flexión se hará referencia al Capítulo F, pág. 44 del AISC

$$L_b = 3.25\text{m} = 127.95 \text{ pulg}$$

Se aplica la ecuación C.14 y C.15 se indica el siguiente resultado:

$$L_p = 21.043 \text{ pulg}$$

$$L_r = 59.32 \text{ pulg}$$

Pandeo Elástico, cuando $L_b > L_r$

Se aplica la ecuación C.16 , C.17 y C.18 lo cual se muestra el siguiente resultado:

Esfuerzo de pandeo elástico

$$F_{CR} = 13.069 \frac{Klb}{pulg^2}$$

Momento nominal, pandeo elástico

$$\phi_b M_n = 24.55 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_p = 78.69 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_n \leq \phi_b M_p$$

CUMPLE

Diseño al cortante

Según la norma AISC, ecuación C.19

$$\frac{h}{t_w} \leq 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$19.2 \leq 63.58$$

Usar ecuación C.20:

$$\phi_v V_n = 8.852 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_u = 2.575 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u$$

SI CUMPLE

Deflexión máxima

Según el AISC, Tabla 3-23 (Shear, Moments and Deflections). Caso 1. Ecuación C.21 y C.22

Donde:

L: Largo de la viga; 325 cm

$$\Delta_a = 1.35 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\max} = 0.25 \text{ cm} < \Delta_a$$

CUMPLE

DISEÑO

VIGA PRINCIPAL EN Y

NIVEL 1

Se diseñó la viga crítica $L=350$ cm del centro del vano en el nivel 1.

PERFIL IPN 160

$$I_x = 935 \text{ cm}^4 = 22.45 \text{ pulg}^4$$

$$I_y = 54.7 \text{ cm}^4 = 1.31 \text{ pulg}^4$$

$$S_x = 117 \text{ cm}^3 = 7.14 \text{ pulg}^3$$

$$S_y = 14.8 \text{ cm}^3 = 0.9 \text{ pulg}^3$$

$$r_x = 6.4 \text{ cm} = 2.52 \text{ pulg}$$

$$r_y = 1.55 \text{ cm} = 0.61 \text{ pulg}$$

$$Z_x = 136 \text{ cm}^3 = 8.30 \text{ pulg}$$

$$Z_y = 24.9 \text{ cm}^3 = 9.8 \text{ pulg}$$

$$J = 6.57 \text{ cm}^4 = 0.158 \text{ pulg}^4$$

$$C_w = 3096.22 \text{ cm}^6 = 11.53 \text{ pulg}^6$$

Dimensiones del perfil de la viga

$$H_o = 15.05 \text{ cm} = 5.925 \text{ pulg}$$

$$H = 16 \text{ cm}$$

$$T_w = 0.63 \text{ cm}$$

$$D = 14.10 \text{ cm}$$

Perfil sísmicamente compacto

Relación ancho espesor para la viga compacta

✓ ALAS

Se aplica la ecuación C.10 y C.11 se indica el siguiente resultado:

$$\lambda_p = 10.785$$

$$\lambda_f = 3.895$$

$$\lambda_p > \lambda_f; \text{ Alas Compactas}$$

✓ ALMA

Se aplica la ecuación C.12 y C.13 se indica el siguiente resultado:

$$\lambda_p = 106.717$$

$$\lambda_f = 22.381$$

$$\lambda_p > \lambda_f; \text{Alma Compacta}$$

Diseño por flexión

Para los elementos sometidos a flexión se hará referencia al Capítulo F, pág. 44 del AISC.

$$L_b = 3.25\text{m} = 127.95 \text{ pulg}$$

Se aplica la ecuación C.14 y C.15 se indica el siguiente resultado:

$$L_p = 30.483 \text{ pulg}$$

$$L_r = 110.085 \text{ pulg}$$

Pandeo Elástico, cuando $L_b > L_r$

Se aplica la ecuación C.16 , C.17 y C.18 lo cual se muestra el siguiente resultado:

Esfuerzo de pandeo elástico

$$F_{CR} = 22.613 \frac{\text{Klb}}{\text{in}^2}$$

Momento nominal, pandeo elástico

$$\phi_b M_n = 184.06 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_p = 268.895 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_n \leq \phi_b M_p$$

CUMPLE

Diseño al cortante

Según la norma AISC, ecuación C.19

$$\frac{h}{tw} \leq 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$22.38 \leq 63.58$$

Usar ecuación C.20:

$$\phi_v V_n = 13.383 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_u = 4.934 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u$$

CUMPLE

Deflexión máxima

Según el AISC, Tabla 3-23 (Shear, Moments and Deflections). Caso 1. Ecuación C.21 y C.22.

Donde:

L: Largo de la viga; 350 cm

$$\Delta_a = 1.45 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\max} = 0.40 \text{ cm} < \Delta_a$$

CUMPLE

NIVEL 2

Se diseñó la viga crítica L=350 cm del centro del vano del nivel 2.

PERFIL IPN 120

$$I_x = 328 \text{ cm}^4 = 7.88 \text{ pulg}^4$$

$$I_y = 21.5 \text{ cm}^4 = 0.52 \text{ pulg}^4$$

$$S_x = 54.7 \text{ cm}^3 = 3.34 \text{ pulg}^3$$

$$S_y = 7.41 \text{ cm}^3 = 0.45 \text{ pulg}^3$$

$$r_x = 4.81 \text{ cm} = 1.89 \text{ pulg}$$

$$r_y = 1.23 \text{ cm} = 0.48 \text{ pulg}$$

$$Z_x = 63.6 \text{ cm}^3 = 3.88 \text{ pulg}$$

$$Z_y = 12.3 \text{ cm}^3 = 0.75 \text{ pulg}$$

$$J = 2.71 \text{ cm}^4 = 0.065 \text{ pulg}^4$$

$$C_w = 667.78 \text{ cm}^6 = 2.524 \text{ pulg}^6$$

Dimensiones del perfil de la viga

$$H_o = 11.23 \text{ cm} = 4.421 \text{ pulg}$$

H= 12 cm

T_w= 0.51 cm

D= 10.46 cm

Perfil sísmicamente compacto

Según el AISC en la Tabla B4.1b Width-to-Thickness Ratios: Compression Elements Members Subject to Flexure, la viga es sísmicamente compacta si cumple lo siguiente:

✓ ALAS

Se aplica la ecuación C.10 y C.11 se indica el siguiente resultado:

$$\lambda_p = 10.785$$

$$\lambda_f = 3.77$$

$$\lambda_p > \lambda_f; \text{ Alas Compactas}$$

✓ ALMA

Se aplica la ecuación C.12 y C.13 se indica el siguiente resultado:

$$\lambda_p = 106.717$$

$$\lambda_f = 20.51$$

$$\lambda_p > \lambda_f; \text{ Alma Compacta}$$

Diseño por flexión

Para los elementos sometidos a flexión se hará referencia al Capítulo F, pág. 44 del AISC

L_b= 3.50m = 137.8 pulg

Se aplica la ecuación C.14 y C.15 se indica el siguiente resultado:

$$L_p = 24.19 \text{ pulg}$$

$$L_r = 74.30 \text{ pulg}$$

Pandeo Elástico, cuando L_b>L_r

Se aplica la ecuación C.16, C.17 y C.18 lo cual se muestra el siguiente resultado:

Esfuerzo de pandeo elástico

$$F_{CR} = 15.16 \frac{\text{Klb}}{\text{pulg}^2}$$

Momento nominal, pandeo elástico

$$\phi_b M_n = 57.69 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_p = 125.75 \text{ Klb.pulg}$$

$$\phi_b M_n \leq \phi_b M_p$$

CUMPLE

Diseño al cortante

Según la norma AISC, ecuación C.19

$$\frac{h}{tw} \leq 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$20.51 \leq 63.58$$

Usar ecuación C.20:

$$\phi_v V_n = 8.037 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_u = 4.934 \text{ Klb}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u$$

CUMPLE

Deflexión máxima

Según el AISC, Tabla 3-23 (Shear, Moments and Deflections). Caso 1. Ecuación C.21 y C.22

Donde:

L: Largo de la viga; 350 cm

$$\Delta_a = 1.45 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\max} = 1.15 \text{ cm} < \Delta_a$$

CUMPLE

DISEÑO

COLUMNAS

Diseño de columna critica

COLUMNA IPN 220

$P_u = 17.86 \text{ Ton} = 39.29 \text{ klb}$ para facilidad

De cálculos se tomará 40 klb.

$M_{ux \text{ max}} = 25.441 \text{ ton.cm}$

$M_{ux \text{ min}} = 17.075 \text{ ton.cm}$

$M_{uy \text{ max}} = 3.162 \text{ ton.cm}$

$M_{uy \text{ min}} = 3.085 \text{ ton.cm}$

$L = 300 \text{ cm}$

$I_x = 3060 \text{ cm}^4$

$I_y = 162 \text{ cm}^4$

$r_x = 8.8 \text{ cm}$

$r_y = 2.02 \text{ cm}$

$A = 39.5 \text{ cm}^2 = 6.12 \text{ in}^2$

$Z_x = 324 \text{ cm}^3$

$Z_y = 55.7 \text{ cm}^3$

$S_x = 274 \text{ cm}^3$

$S_y = 33.1 \text{ cm}^3$

COLUMNA IPN 160

$I_x = 935 \text{ cm}^4$

$I_y = 54.7 \text{ cm}^4$

Valor de la inercia de las vigas IPN 160

$I_x = 935 \text{ cm}^4$

$I_y = 54.7 \text{ cm}^4$

Valor de la inercia de las vigas IPN 120

$I_x = 328 \text{ cm}^4$

$I_y = 21.5 \text{ cm}^4$

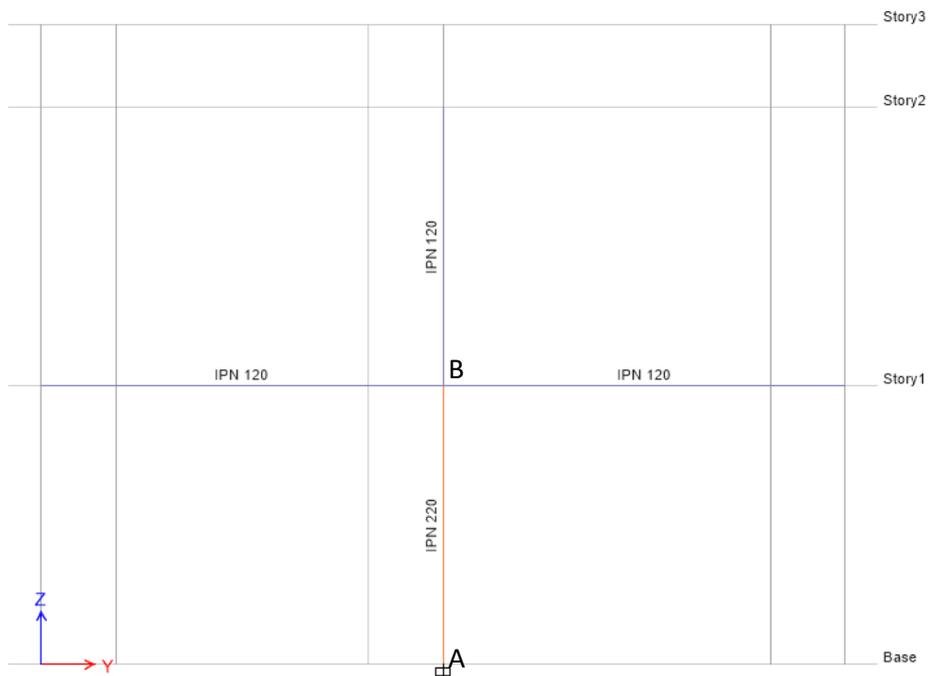


Figura C-1 Condiciones de extremo, vista en elevación

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

EJE X

Se procede a calcular el valor K con la siguiente ecuación.

$$G = \frac{\sum \left(\frac{I_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)} \quad (2.22)$$

Como la base de la columna está empotrada, $GA = 1$

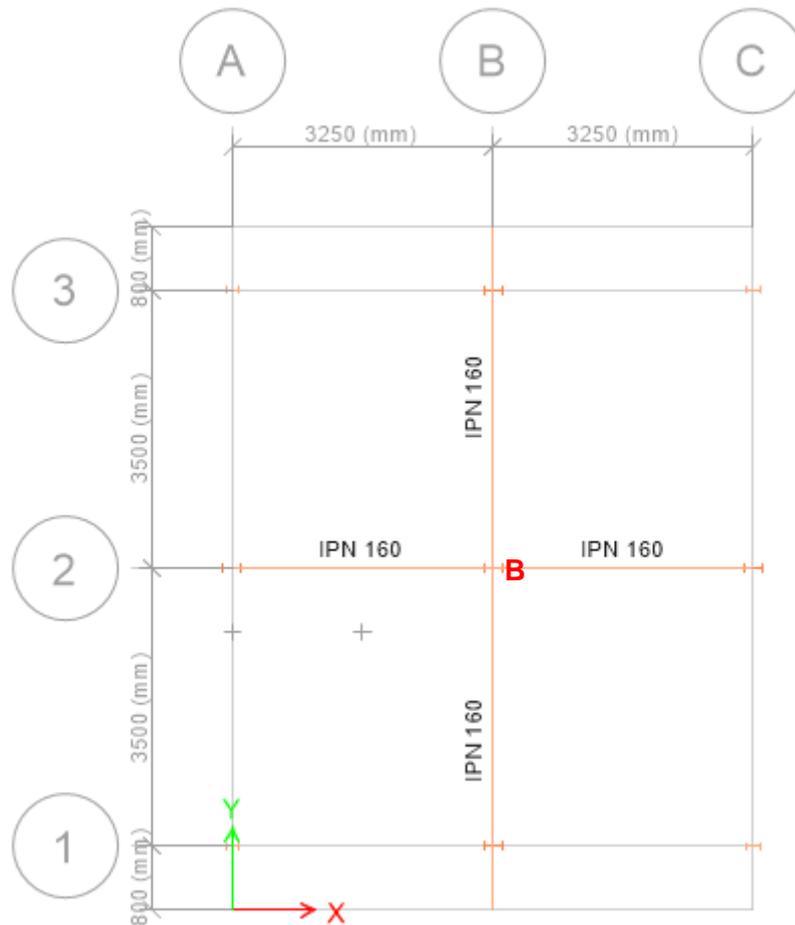


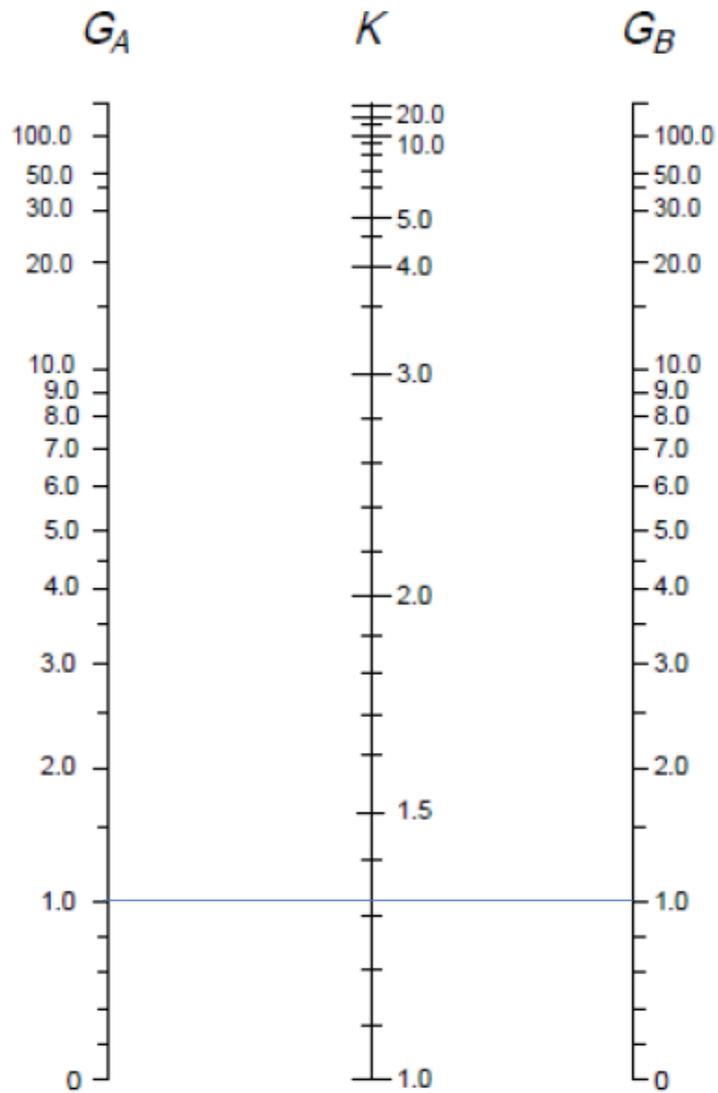
Figura C-2 Condiciones de extremo, vista en planta.

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

$$GB = \frac{\frac{3060}{300} + \frac{328}{300}}{4 * \frac{935}{325}}$$

GB= 0.98

Los valores de la inercia I y la longitud L están en cm⁴ respectivamente. Los valores GA y GB se ubican en el nomograma y se une con una línea recta los puntos y se esta manera se determina el valor K como se ve en la siguiente ilustración.



LADEO NO IMPEDIDO

Figura C-4 Nomograma para ladeo no impedido o no arriostrado para eje X

Fuente: McCormac & Csernak, 2003

Se aprecia que $K = 1.32$

Luego se determina el comportamiento de la columna

$$\frac{KL}{rx} = \frac{1.32 \cdot 300}{8.8} = 45 \quad (\text{C.23})$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.68 \quad (\text{C.24})$$

Como $\frac{KL}{rx} < 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ está en el rango inelástico

Por lo tanto, se utiliza la ecuación:

$$F_{cr} = \left(0.628 \sqrt{\frac{F_y}{F_e}}\right) F_y \quad (\text{C.25})$$

Donde:

$$\frac{P}{A} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = F_e \quad (\text{C.26})$$

Se aplica la ecuación C.26

$$F_e = \frac{\pi^2 29000}{(45)^2} = 141.34 \text{ ksi}$$

Entonces se aplica la ecuación C.25:

$$F_{cr} = \left(0.628 \sqrt{\frac{36}{141.34}}\right) 36 = 31.98 \text{ ksi}$$

La carga nominal de diseño de un elemento se representa de la siguiente ecuación:

$$P_n = A_g F_{cr} \quad (\text{C.27})$$

Y la carga de diseño se define en la siguiente ecuación:

$$P_d = \phi_c P_n \geq P_u = P_r \quad (\text{C.28})$$

$$\phi_c = 0.9$$

$$P_n = 6.12 \times 31.98 = 195.7 \text{ Klb}$$

$$P_d = 0.9 \times 195.7 = 176.13 \text{ Klb}$$

$$P_d > 40 \text{ Klb} = P_r$$

Como se cumple la condición de que la carga de diseño a compresión de la columna P_d sea mayor que la carga requerida a compresión, entonces la sección establecida en el prediseño resiste las cargas a la que está sometida.

Diseño a flexión

Según el AISC la combinación de cargas a compresión y momentos que provocan flexión son las siguientes:

Se calcula:

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} = \frac{40}{176.13} = 0.23 \quad (\text{C.29})$$

Como $\frac{P_u}{\phi_c P_n} > 0.2$; se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi_c M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_c M_{ny}} \right) \leq 1 \quad (\text{C.30})$$

Donde $M_n = ZF_y$ y $\phi_b = 0.9$

$$M_n = ZF_y$$

$$F_y = 36 \text{ ksi} = 2.53 \text{ ton/cm}^2$$

$$0.23 + \frac{8}{9} \left(\frac{25.441}{0.9 \times 324 \times 2.53} + \frac{17.075}{0.9 \times 324 \times 2.53} \right) \leq 1$$
$$0.28 \leq 1$$

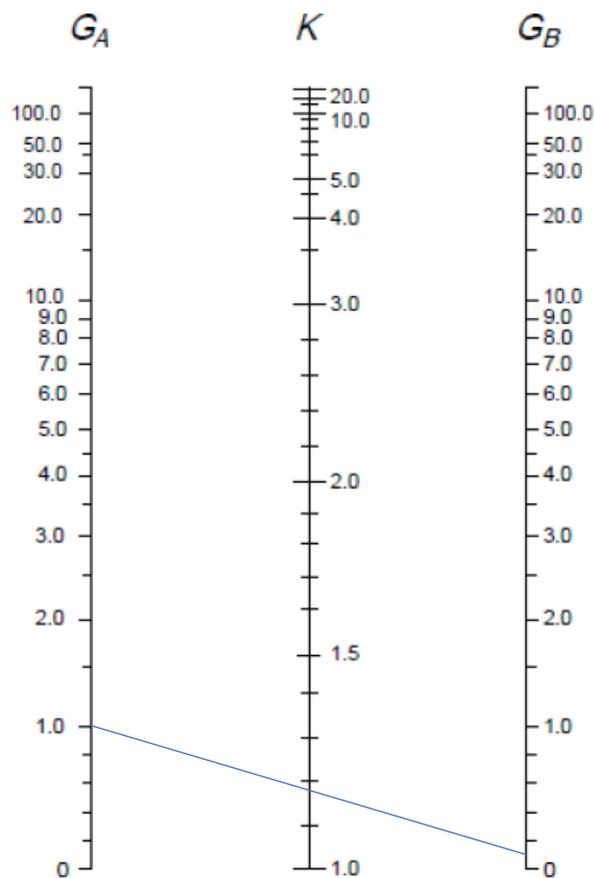
La sección escogida cumple con la condición para los esfuerzos combinados de carga axial y flexión.

EJE Y

$$GB = \frac{\frac{162}{300} + \frac{21.5}{300}}{4 * \frac{935}{325}}$$

$$GB = 0.05$$

Los valores de la inercia I y la longitud L están en cm⁴ respectivamente. Los valores GA y GB se ubican en el nomograma y se une con una línea recta los puntos y se esta manera se determina el valor K como se ve en la siguiente ilustración.



LADEO NO IMPEDIDO

Figura C-5 Nomograma para ladeo no impedido o no arriostrado para eje Y

Fuente: McCormac & Csernak, 2003

Se aprecia que $K= 1.18$

Luego se determina el comportamiento de la columna.

$$\frac{KL}{r_y} = \frac{1.18 \cdot 300}{2.02} = 175.25 \quad (C.31)$$

Posteriormente se calcula con la ecuación 2.24

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.68$$

Como $\frac{KL}{r_y} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ está en el rango elástico

Por lo tanto, se utiliza la ecuación:

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (C.32)$$

Se utiliza la ecuación C.26:

$$F_e = \frac{\pi^2 29000}{(175.25)^2} = 9.32 \text{ ksi}$$

Entonces se aplica la ecuación C.32:

$$F_{cr} = 0.877 \times 9.32 = 8.17 \text{ ksi}$$

La carga nominal de diseño de un elemento se representa de la ecuación C.27, y la carga de diseño se define en la ecuación C.28, dando los siguientes resultados:

$$\phi_c = 0.9$$

$$P_n = 6.12 \times 8.17 = 50.02 \text{ Klb}$$

$$P_d = 0.9 \times 50.02 = 45.02 \text{ Klb}$$

$$P_d > 40 \text{ Klb} = P_r$$

Como se cumple la condición de que la carga de diseño a compresión de la columna P_d sea mayor que la carga requerida a compresión, entonces la sección establecida en el prediseño resiste las cargas a la que está sometida.

Diseño a flexión

Según el AISC la combinación de cargas a compresión y momentos que provocan flexión son las siguientes:

Se calcula con la ecuación C.29:

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} = \frac{40}{45.02} = 0.89$$

Como $\frac{P_u}{\phi_c P_n} > 0.2$; se utiliza la ecuación C.30 entonces:

$$0.89 + \frac{8}{9} \left(\frac{3.162}{0.9 \times 55.7 \times 2.53} + \frac{3.085}{0.9 \times 55.7 \times 2.53} \right) \leq 1$$
$$0.93 \leq 1$$

La sección escogida cumple con la condición para los esfuerzos combinados de carga axial y flexión.

DISEÑO

PLACA BASE

Para la placa base se utilizó acero ASTM A-36. Además, se tomó para el diseño las cargas a la cual está sometida la columna crítica.

$$P_u = 17.85 \text{ Ton} = 40 \text{ klb}$$

$$M_{ux \text{ max}} = 25.441 \text{ ton.cm} = 1.84 \text{ klb.pie}$$

$$M_{uy \text{ max}} = 3.162 \text{ ton.cm} = 0.23 \text{ klb.pie}$$

El valor de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto

$$f'_c = 2.98 \text{ ksi} = 0.21 \text{ ton/cm}^2$$

Se debe calcular la carga de compresión ficticia equivalente, por el hecho de existir momentos actuantes en la columna crítica. La carga equivalente se la calcula con la siguiente expresión.

$$P_{ueq} = P_u + M_{ux} m + M_{uy} \mu \quad (C.33)$$

Donde el valor de m se lo toma de la siguiente tabla:

$$KL = 1.4 * 300 / 30.48 = 13.78 \text{ pies}$$

Valores de m														
F_y	36 ksi							50 ksi						
KL (ft)	10	12	14	16	18	20	22 y mayores	10	12	14	16	18	20	22 y mayores
Primera aproximación														
Todas las formas	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2
Subsecuente aproximación														
W4	3.1	2.3	1.7	1.4	1.1	1.0	0.8	2.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8
W6	3.2	2.7	2.1	1.7	1.4	1.2	1.0	2.8	2.2	1.7	1.4	1.1	1.0	0.9
W8	2.8	2.5	2.1	1.8	1.5	1.3	1.1	2.5	2.2	1.8	1.5	1.3	1.2	1.1
W8	2.5	2.3	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2
W10	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	2.0	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4	1.3
W12	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2
W14	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2

Figura C-6 Valores de m

Fuente: McCormac & Csernak, 2003

Se interpola el valor para encontrar el valor de m.

$$m = 1.811$$

$$u = 2$$

Se utiliza la ecuación C.33

$$P_{ueq} = 40 + 1.84 * 1.811 + 0.23 * 1.811 * 2 = 44.17 \text{ klb}$$

Posteriormente se procede a calcular el área total de la placa asumiendo que la misma estará totalmente apoyada sobre el concreto.

$$P_p = 0.85 f_c A_1 \tag{C.33}$$

Donde:

ϕ_c Según el método LRFD = 0.65

$$A_1 = \frac{P_{ueq}}{0.85 \phi_c f_c} = \frac{44.17}{0.85 * 0.65 * 2.98} \tag{C.34}$$

$$A_1 = 26.83 \text{ pulg}^2$$

La placa base debe estar por lo menos tan grande como la columna $bf \cdot d = (3.78 \cdot 8.66) = 32.74 \text{ pulg}^2$, ya que la estructura es liviana, el A_1 es menor al área requerida, por lo tanto, se escoge un área $A_1 = 33 \text{ pulg}^2$:

$$\Delta = \frac{0.95d - 0.8bf}{2} \quad (\text{C.35})$$

$$\Delta = \frac{0.95(8.66) - 0.8(3.78)}{2} = 2.6 \text{ pulg}$$

$$N = \sqrt{A_1} + \Delta = \sqrt{33} + 2.6 = 8.34 \text{ pulg} \quad (\text{C.36})$$

Se adopta $N = 10 \text{ pulg}$

$$B = \frac{A_1}{N} = \frac{33}{10} = 3.3 \text{ pulg} \quad (\text{C.37})$$

Se puede simplificar las placas haciéndolas cuadradas es decir placas de $10 \text{ pulg} \times 10 \text{ pulg}$.

Resistencia al contacto del concreto

$$\phi_c P_p = \phi_c 0.85 f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \quad (\text{C.38})$$

$$\phi_c P_p = 0.65 \times 0.85 \times 2.98 \times 10 \times 10 \times 2$$

$$329.29 \text{ klb} = 44.17 \text{ klb}$$

CUMPLE

Espesor requerido de la placa base

$$m = \frac{N - 0.95d}{2} = \frac{10 - 0.95 \times 8.66}{2} = 0.89 \text{ pulg} \quad (\text{C.39})$$

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} = \frac{10 - 0.8 \times 3.78}{2} = 3.49 \text{ pulg} \quad (\text{C.40})$$

$$n' = \frac{\sqrt{dbf}}{4} = \frac{\sqrt{8.66 \times 3.78}}{4} = 2.86 \text{ pulg} \quad (\text{C.41})$$

$\partial = \text{el mayor de } m, n \text{ o } n' = 3.49 \text{ pulg}$

$$T_{\text{req}} = \partial \sqrt{\frac{2P_u}{0.9 F_y B N}} \quad (\text{C.42})$$

$$T_{\text{req}} = 3.49 \sqrt{\frac{2 \times 44.17}{0.9 \times 36 \times 10 \times 10}} = 0.58 \text{ pulg}$$

Se conoce que los espesores de la placa base tienen intervalos de 1/8" a 1 1/4" en múltiplos de 1/8", por lo tanto se establece espesor de la placa base.

$$\tau = 5/8" = 0.625 \text{ pulg} = 16 \text{ mm}$$

DISEÑO

PERNOS DE ANCLAJE

En el diseño de los pernos de anclaje se calcula la fuerza de tensión F que provoca el momento de volteo en la base de la columna M .

$$M = nFdo \quad (C.43)$$

Despejando la fuerza F

Donde :

M = momento de volteo en la base de la columna, klb.pulg

F = Fuerza de tensión requerida para el perno de anclaje, klb

do = distancia entre los centros de los pernos de anclaje, pulg

$$F = \frac{M}{ndo} = \frac{1.84 \cdot 12}{2 \cdot 5} = 2.21 \text{ klb}$$

Finalmente se determina la carga requerida del perno de anclaje con la siguiente expresión. Se tiene que $F_u = 85$ ksi y el diámetro $d = 15$ mm, por lo tanto el área $A_g = 1.77$ cm².

$$F = T_u = 0.75 \phi_t F_u A_g \quad (C.44)$$

$F_u = 85$ ksi

$$F = T_u = 0.75 \times 0.9 \times 85 \times 0.274 = 15.72 \text{ klb}$$

Dado que $15.72 \text{ klb} > 2.21 \text{ klb}$ se verifica que el perno establecido resiste la carga de tensión provocada por el momento de volteo en la base de la columna.

Diseñar con pernos A325 de 5/8" con distancia mínima de borde de 7/8".

Diseño de conexiones soldadas de doble ángulo

Una soldadura utilizada para conectar los ángulos al alma de la viga se la denomina soldadura A y una soldadura que sirve para conectar la viga a otro miembro se la denomina soldadura B.

Generalmente se utilizan ángulos de $4 \times 3 \frac{1}{2}$ pulg con el lado de $3 \frac{1}{2}$ pulg conectado al alma de la viga y el espesor del ángulo seleccionado es igual al tamaño de la soldadura más $\frac{1}{16}$ pulg

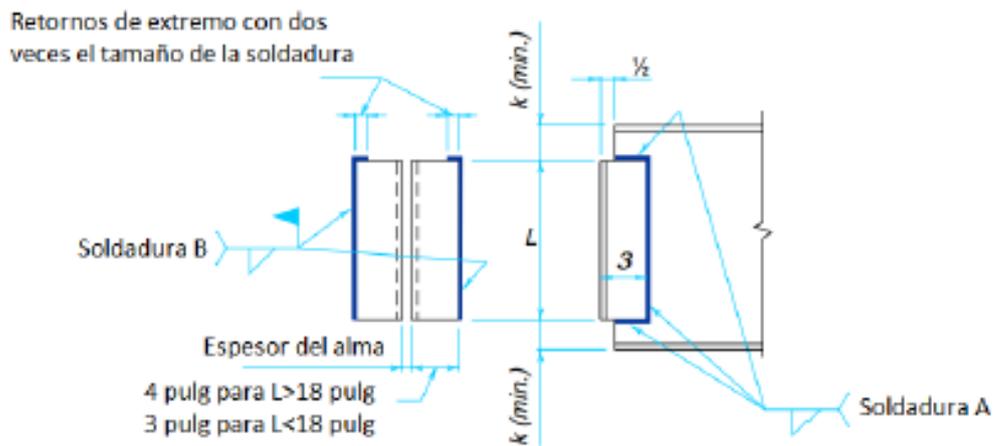


Figura C-7 Diagrama de soldaduras A y B

Fuente: (Pavón Torres & Pavón Torres, 2016)

L	Soldadura A (ksi)				Soldadura B (ksi)			
	Tamaño sold. pulg.	ϕR_n klb	Espesor mínimo del alma de la viga		Tamaño sold. pulg.	ϕR_n klb	Espesor mínimo del alma de la viga	
			Fy=36 ksi	Fy=50 ksi			Fy=36 ksi	Fy=50 ksi
16	5/16	318	0.72	0.52	3/8	222	0.43	0.31
	1/4	255	0.57	0.41	5/16	185	0.36	0.26
	3/16	191	0.43	0.31	1/2	148	0.29	0.21
14	5/16	546	0.72	0.52	3/8	185	0.43	0.31
	1/4	437	0.57	0.41	5/16	154	0.36	0.26
	3/16	328	0.43	0.31	1/2	123	0.29	0.21
12	5/16	516	0.72	0.52	3/8	149	0.43	0.31
	1/4	413	0.57	0.41	5/16	124	0.36	0.26
	3/16	310	0.43	0.31	1/2	99.3	0.29	0.21
10	5/16	487	0.72	0.52	3/8	113	0.43	0.31
	1/4	390	0.57	0.41	5/16	94.6	0.36	0.26
	3/16	292	0.43	0.31	1/2	75.7	0.29	0.21
9	5/16	459	0.72	0.52	3/8	96.2	0.43	0.31
	1/4	367	0.57	0.41	5/16	80.2	0.36	0.26
	3/16	275	0.43	0.31	1/2	64.2	0.29	0.21
8	5/16	432	0.72	0.52	3/8	79.5	0.43	0.31
	1/4	346	0.57	0.41	5/16	66.3	0.36	0.26
	3/16	259	0.43	0.31	1/2	53.0	0.29	0.21
7	5/16	404	0.72	0.52	3/8	63.6	0.43	0.31
	1/4	323	0.57	0.41	5/16	53.0	0.36	0.26
	3/16	242	0.43	0.31	1/2	42.4	0.29	0.21
6	5/16	376	0.72	0.52	3/8	48.7	0.43	0.31
	1/4	301	0.57	0.41	5/16	40.6	0.36	0.26
	3/16	226	0.43	0.31	1/2	32.4	0.29	0.21
5	5/16	348	0.72	0.52	3/8	35.1	0.43	0.31
	1/4	278	0.57	0.41	5/16	29.2	0.36	0.26
	3/16	209	0.43	0.31	1/2	23.4	0.29	0.21
4	5/16	318	0.72	0.52	3/8	23.2	0.43	0.31
	1/4	255	0.57	0.41	5/16	19.3	0.36	0.26
	3/16	191	0.43	0.31	1/2	15.5	0.29	0.21

Tabla C-7 Valores de Diseño de conexiones soldadas de doble ángulo

Fuente: AISC, (2010)

Para el diseño de la soldadura de doble ángulo se requiere el valor de la carga de corte que se encuentra en el extremo de la viga, proporcionado por el programa Etabs.

$$R_u = V_u = 3.975 \text{ Ton} = 8.75 \text{ klb}$$

Medida del perfil IPE 160

$$t_w = 6.3 \text{ mm} = 0.248 \text{ pulg}$$

$$d = 141 \text{ mm} = 5.55 \text{ pulg}$$

Diseño de la soldadura B

Cómo $L = 5$ pulg

En la Tabla B.8 se verifica el espesor mínimo del alma de la viga que es $t_{wmin} = 0.24$ pulg para un acero con $f_y = 36$ ksi y como $t_{wmin} < t_w$ entonces cumple con las condiciones y se procede a tomar los valores de carga de diseño R_d y tamaño de la soldadura w .

$$w = \frac{1}{4} \text{ pulg} = 6.4 \text{ mm} \quad (\text{C.45})$$

$$\phi R_n = 0.75 w \text{Sen} 45^\circ L 0.6 F_{EXX} \quad (\text{C.46})$$

$$\phi R_n = 0.75 \times \left(\frac{1}{4}\right) \times \text{Sen} 45^\circ \times 5 \times 0.6 \times 70 = 27.8 \text{ klb} > 8.75 \text{ klb}$$

Se observa que el tamaño de soldadura w se tomó de la tabla anterior, la cual indica que el tamaño mínimo de soldadura de filete es de $3/16$ pulg, como el espesor del alma de la viga está dentro del intervalo $t_w = 0.248$ pulg, y el tamaño de la soldadura $w = 1/4$ pulg es mayor que $3/16$ pulg entonces se cumple con las condiciones establecidas.

Se verifica que una soldadura de filete de tamaño $w = 1/4$ pulg resiste, por el hecho de cumplir la condición de que la carga última de corte sea menor que la carga de diseño.

Diseño de la soldadura A

Se despeja la siguiente ecuación:

$$t_{wb} \geq \frac{0.088 F_{EXX} D}{F_{ub}} \quad (\text{C.47})$$

Se despeja D

$$D = \frac{t_w F_{ub}}{0.088 F_{EXX}} \quad (\text{C.48})$$

Se tiene que el esfuerzo último $F_{ub} = 58$ ksi para el acero A-36 y $F_{EXX} = 70$ ksi

$$D = \frac{0.248 \times 58}{0.088 \times 70} = 2.34 \text{ dieciseisavos de pulg}$$

$$w=0.15 \text{ pulg}=3.68 \text{ mm}$$

Ya que el tamaño mínimo de soldadura de filete es 3/16 pulg, y el tamaño de soldadura es $w = 0.15$ pulg, no cumple ya que la soldadura es menor a 3/16 pulg, por lo tanto, se escoge el tamaño de $w = 0.2$ pulg que es mayor a 3/16 pulg.

$$W = 0.2 \text{ pulg} = 5.1 \text{ mm}$$

Carga de diseño Rd7

$$\phi R_n = 0.75w \text{Sen}45^\circ L 0.6 F_{EXX}$$

$$\phi R_n = 0.75 \times 0.2 \times \text{Sen}45^\circ \times 5 \times 0.6 \times 70 = 22.27 \text{ klb} > 8.75 \text{ klb}$$

CUMPLE

DISEÑO Y ANALISIS ESTRUCTURAL EN ETABS

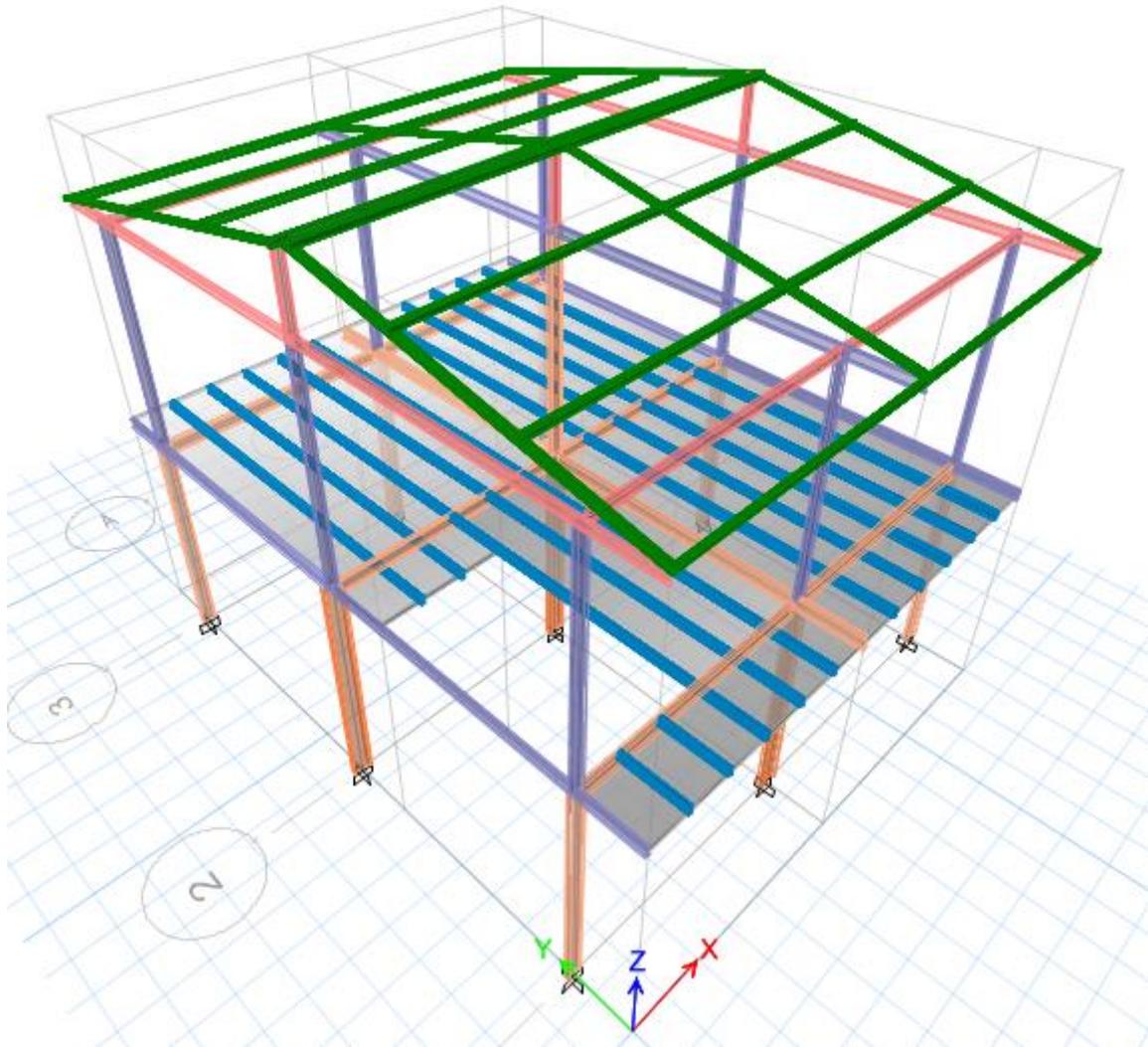


Figura C-8 Modelado en 3d – Estructura Metálica

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

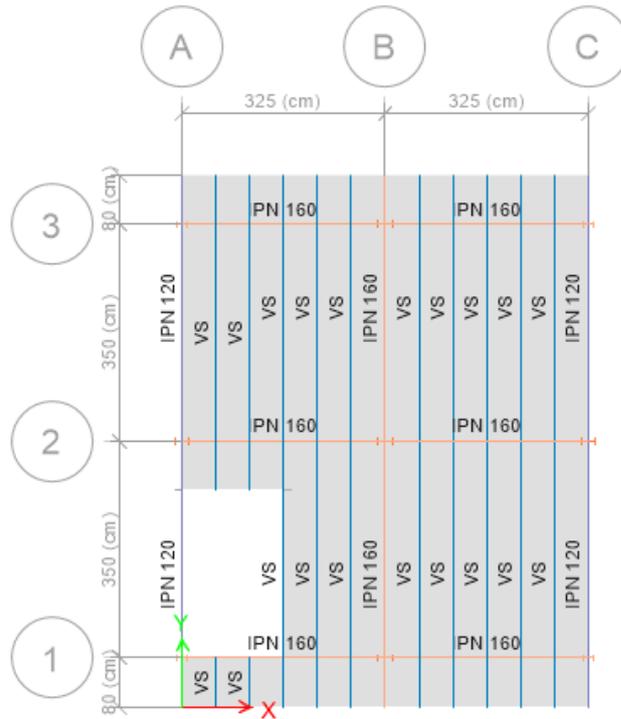


Figura C-9 Vista en planta – Nivel 1

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

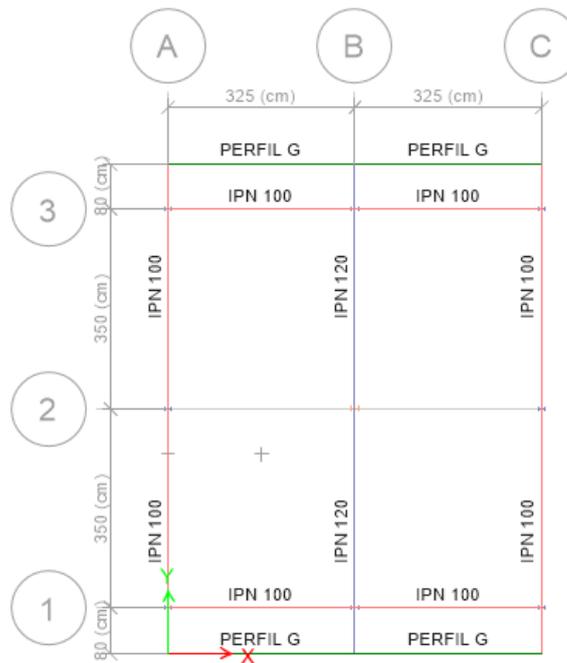


Figura C-10 Vista en planta – Nivel 2

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

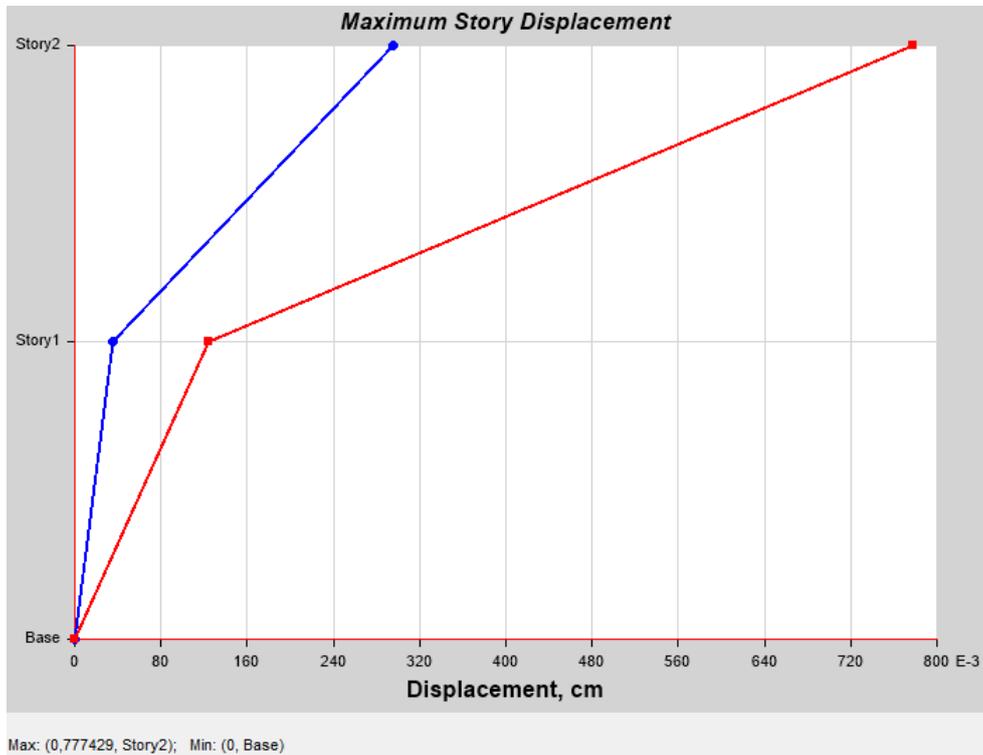


Figura C-12 Máximos desplazamientos por pisos

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

■ Dirección X
■ Dirección Y

Los máximos desplazamientos se dieron en el nivel 2 con 0.78 cm en dirección Y.

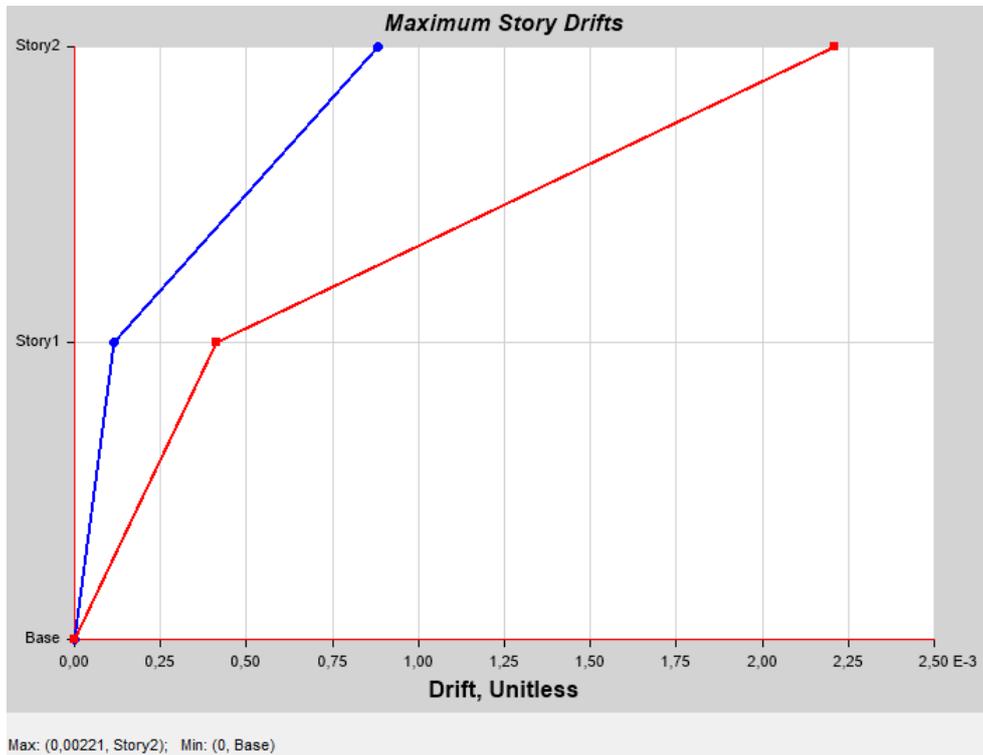


Figura C-13 Máximas derivas por pisos

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

■ Dirección X
■ Dirección Y

Las máximas derivas se dieron en el nivel 2 con 0.002 cm en dirección Y.

APÉNDICE D

MEMÓRIA TÉCNICA DE LA CIMENTACIÓN

D. Diseño de cimentación

La cimentación será diseñada en base a la Guía para la construcción de viviendas sismo-resistentes en mampostería confinada. En la sección de cimentación la guía describe como realizar una prueba rápida de la resistencia del suelo, donde le levantara la vivienda. El procedimiento consta de los siguientes pasos:

- 1.- Excavar un agujero de 60x60x60 cm.
- 2.- Colocar un cubo de 3x3x3 cm, en el fondo del agujero y sobre él se ubicará una persona con un peso 65 kg. Si el cubo no penetra el suelo es duro y si lo hace será blando.
- 3.- La prueba también constara de una verificación con una barra, tomándola en un brazo se la dejara caer en el agujero. Si la barra penetra y queda parada, el suelo es blando. Pero si la barra cae, será suelo duro.

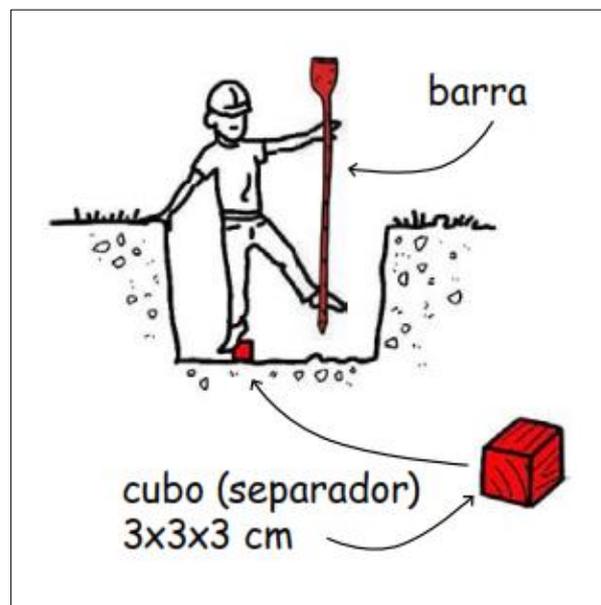


Figura D-1 Descripción de proceso de prueba de resistencia

Fuente: Guía para la construcción de viviendas sismo-resistentes en mampostería confinada

Después de realizar la prueba de resistencia del suelo por el método descrito anteriormente en campo, se realizó una perforación en el sitio, con ayuda de un tubo shelby para su posterior análisis.

Los ensayos a realizados a la muestra se especifican en el Capítulo 2.

Características de suelo

Dimensiones de cimentación según el tipo de suelo, tomadas de la Guía para la construcción de viviendas sismo-resistentes en mampostería confinada.

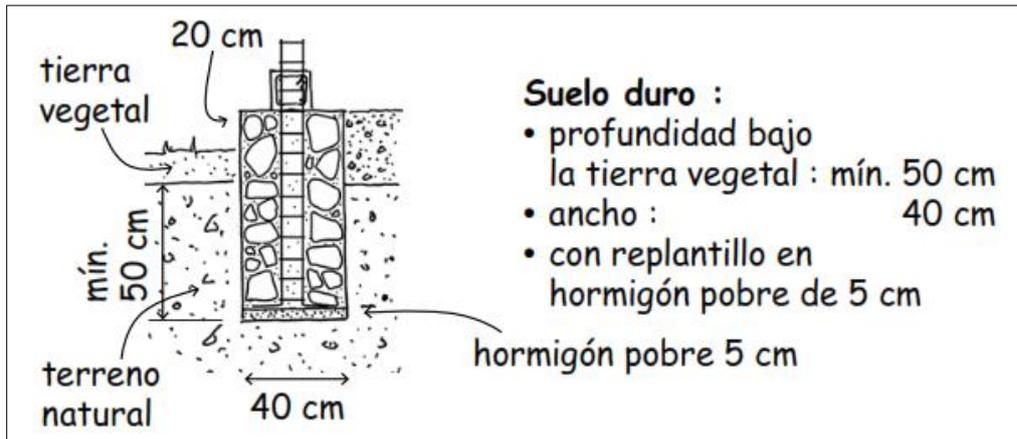


Figura D-2 Dimensiones propuestas para cimentación en suelo duro

Fuente: (COSUDE, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional, 2017)

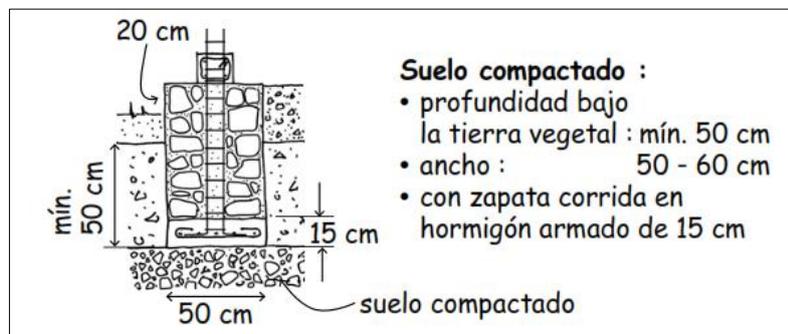


Figura D-3 Dimensiones propuestas para cimentación en suelo compactado

Fuente: (COSUDE, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional, 2017)

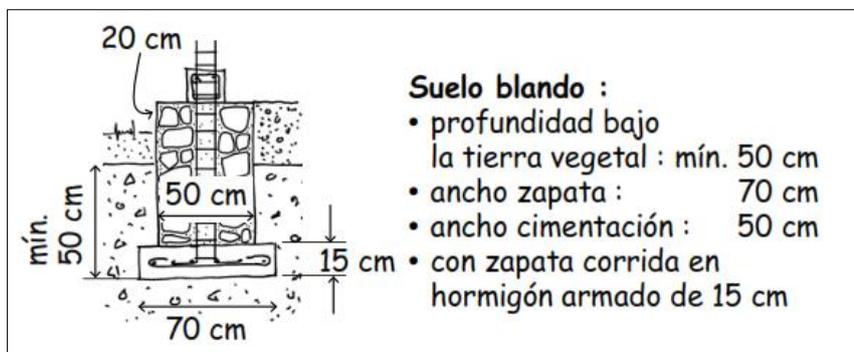


Figura D-4 Dimensiones propuestas para cimentación en suelo blando

Fuente: (COSUDE, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional, 2017)

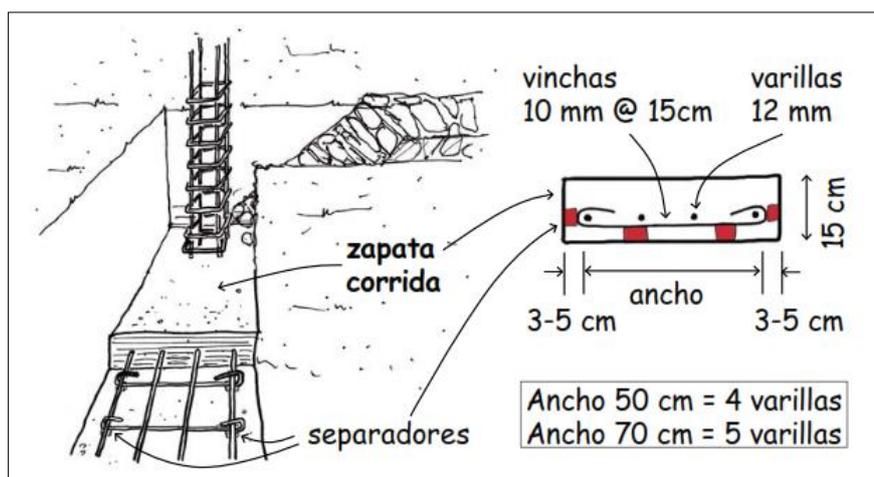


Figura D-5 Dimensión propuesta para cimentación, zapata corrida

Fuente: (COSUDE, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional, 2017)

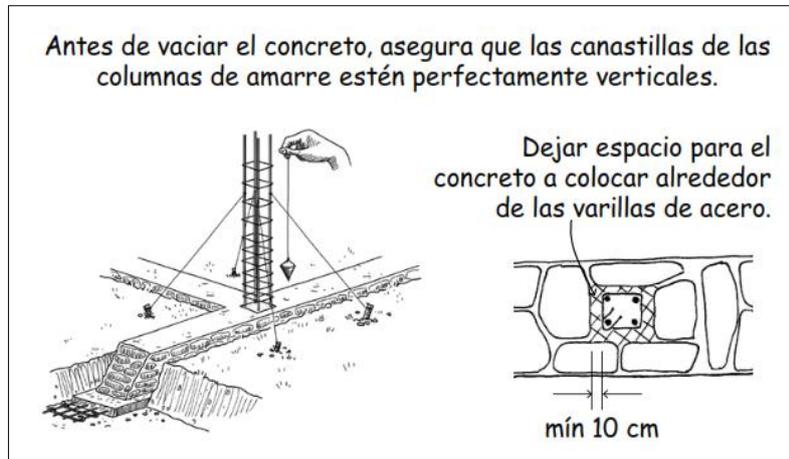


Figura D-6 Nivelación de columna y vigas de amarre

Fuente: (COSUDE, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional, 2017)

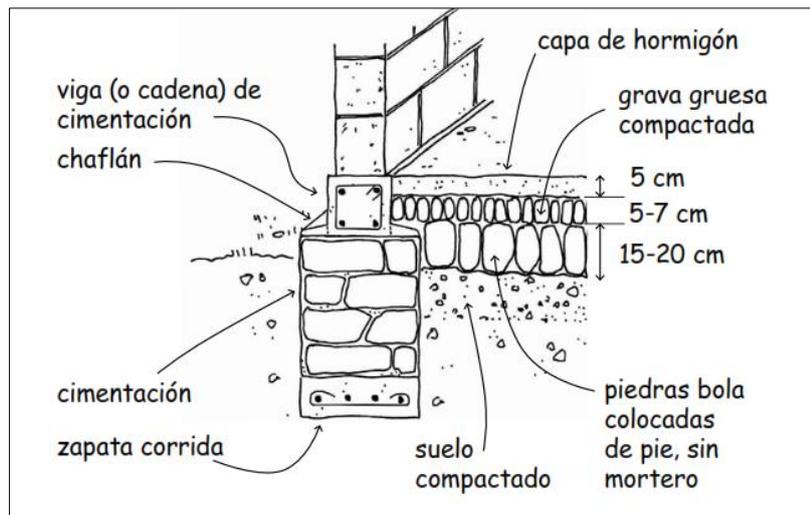


Figura D-7 Detalles de piso y cimentación.

Fuente: (COSUDE, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional, 2017)

Características de cimentación para modelos Unión

Tipo de cimentación: zapata corrida armada

Dimensiones:

Ancho de zapata= 70 cm

Altura de zapata= 15 cm

Profundidad bajo la tierra vegetal= 50 cm

Sobreancho= 20 cm

Viga

Ancho: 20

Alto: 20

Refuerzo Viga

Acero longitudinal: 4 \varnothing 12 mm

Estribos: \varnothing 10 @ 200 mm

Armado de viga de amarre tomado de NEC-SE-VIVIENDA, capítulo 4 sección 4.3

Requisitos mínimos para cimentaciones de muros portantes. ((NEC), 2014)

Zapata:

Para un ancho de 70 cm, usar 5 \varnothing 12 @12 cm

Vinchas = \varnothing 10 @15 cm

Viga de amarre

Zócalo de hormigón ciclópeo

Ancho: 50cm

Alto: 55 cm

Largo: En los ejes principales de la estructura.

Para estructura de GaK y Metálica, la cimentación tiene una pequeña variación, que es la colocación de pernos de corte. Para el armado de diferentes elementos, se toma los diseños planteados en (Construcción, 2016)

Estructura GaK

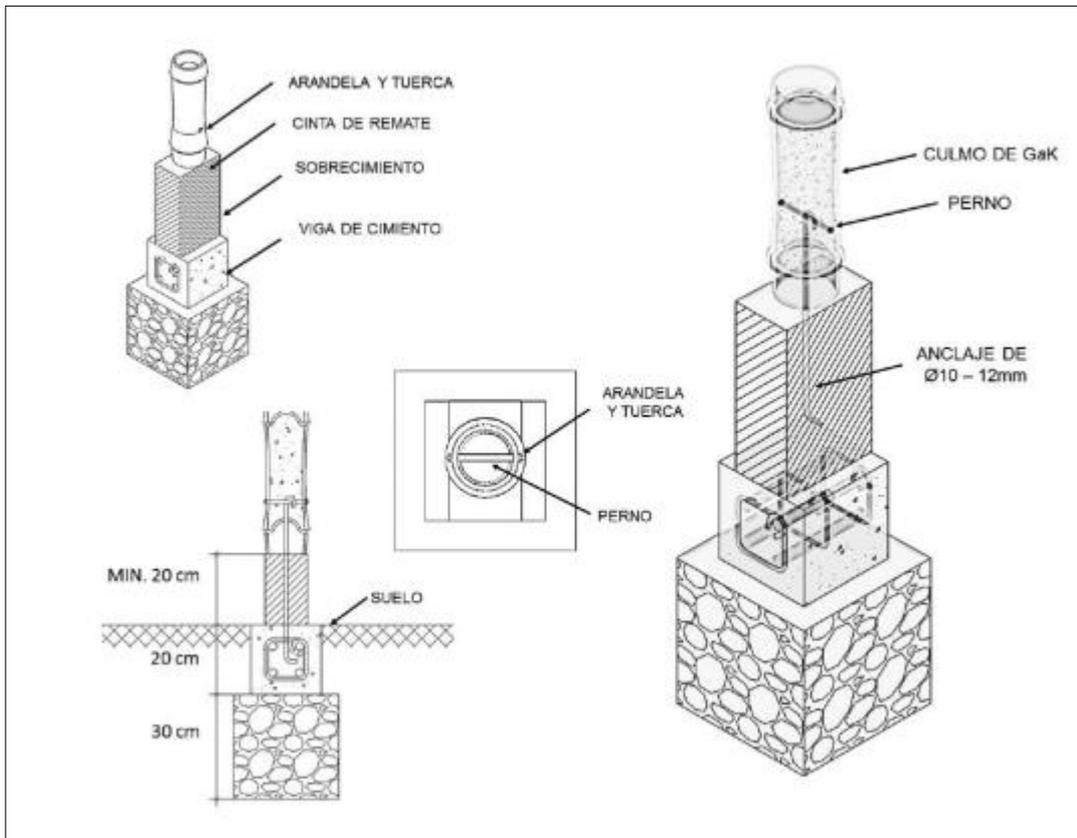


Figura D-8 Detalle de cimiento de GaK en sobrecimiento

Fuente: (Construcción, 2016)

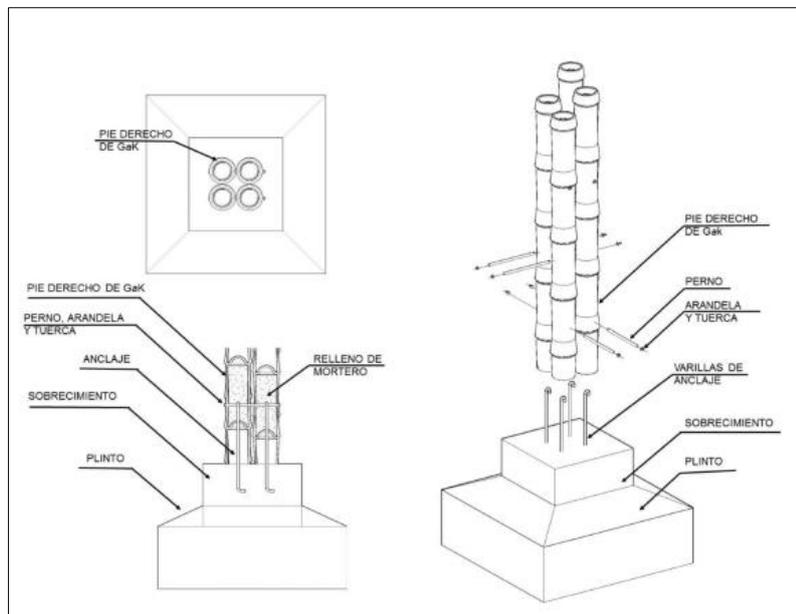


Figura D-9 Detalle de conexión de cimiento y plinto, estructura GaK

Fuente: (Construcción, 2016)

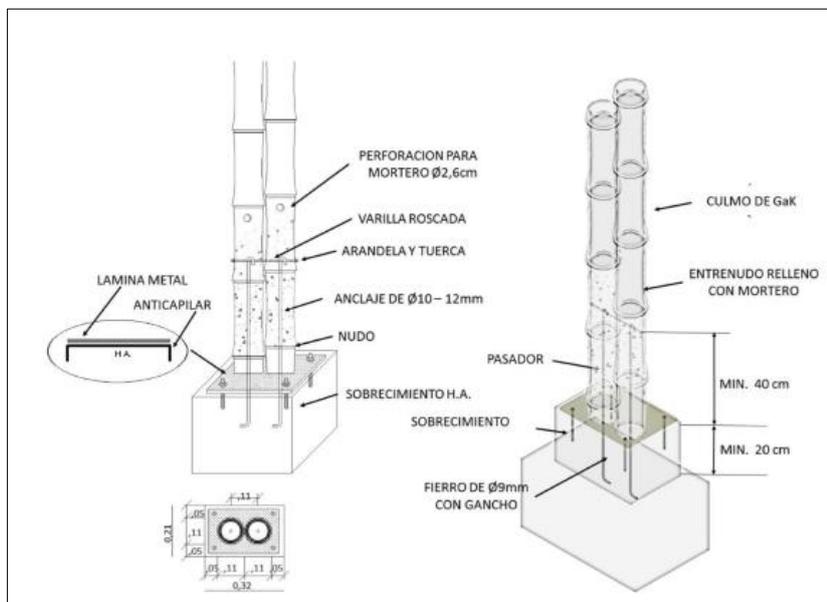


Figura D-10 Anclaje mediante varillas de acero

Fuente: (Construcción, 2016)

APÉNDICE E

MEMÓRIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA

E. Sistema Eléctrico

El trazado que se propuso para el sistema eléctrico de las viviendas de interés social se lo detalla en los planos correspondientes.

Tabla E-1 Planilla de Panel de Distribución

CIRCUITOS DE PANEL				DISYUNTOR		POTENCIA			DUCTO	PUNTOS	SERVICIOS - USOS
NOMBRE	CONDUCTORES	VOLTIOS	FASE	AMPERI	POLOS	F.P	W	WT			
A1	1#12 AWG + 1#14	110	A	10	1	1,25	600	750	1/2"	6	ILUM PB
A2	1#12 AWG + 1#14	110	A	10	1	1,25	500	625	1/2"	5	ILUM PA
T/C1	2#12 + 1#14	110	A	10	1	0,45	1500	675	1/2"	7	TOMAS PB
T/C 1-1	2#8 +1#10	220	A-B	10	2	1	1400	1400	3/4"	1	TOMA COCINA INDUCCIÓN
T/C2	2#12 + 1#14	110	B	30	1	0,45	1500	675	1/2"	7	TOMAS PA
								5500			

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Donde:

El nombre A1 corresponde al Alumbrado de la Planta Baja

El nombre A2 corresponde al Alumbrado de la Planta Alta

El nombre T/C1 corresponde a los tomacorrientes de la Planta Baja

El nombre T/C1-1 corresponde al tomacorriente de la cocina de inducción

El nombre T/C2 corresponde a los tomacorrientes de la Planta Alta

Tabla E-2 Cálculo de carga al Panel de Distribución

	ALUMBRADO	TOMA PB-PA	TOMA COCINA IND	TOTAL Amperaje
Carga Total (VA)	1375	1350	1400	
Carga Total del Alimentador (A)	12,5	12,3	6,36	31,14

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

Se realizó el sistema eléctrico tomando en cuenta la fase 2 para escoger un disyuntor con proyección futura.

El disyuntor principal es de 2 polos – 40 A

Alimentador 2 Fases#6 + Neutro#8 + Tierra#10

Ducto 1 ¼"

DIAGRAMA UNIFILIAR

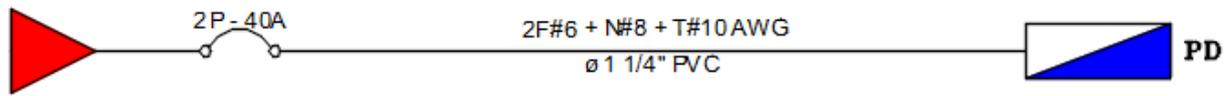


Figura E-1 Diagrama Unifilar del Panel de Distribución

Fuente: Gómez, G., Pacheco. M., 2018.

BIBLIOGRAFÍA

- (NEC), N. E. (Diciembre de 2014). Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m. (M. Dirección de Comunicación Social, Ed.)
- 14630, A. M. (1992). *Reglamento para el manejo de los desechos sólidos*. Obtenido de <http://www.pymservices.com/wp-content/uploads/2017/10/AM-14630-REGLAMENTO-PARA-EL-MANEJO-DE-LOS-DESECHOS-SOLIDOS.pdf>
- ACI. (s.f.). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Recuperado el 28 de Julio de 2018
- Construcción, N. E. (26 de Agosto de 2016). Estructuras de Guadúa (GaK). *NEC - SE - GUADÚA*. (M. d. (MIDUVI), Ed.)
- COSUDE, A. S., Pontificia Universidad Católica del Ecuador, & Escuela Politécnica Nacional. (Febrero de 2017). Guía para la construcción de viviendas sismo-resistentes en mampostería confinada. Ecuador: Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2009). *Metodología Déficit de Vivienda*. Bogotá: DANE. doi:0120-7423
- Desarrollo, S. -S. (2015). *Ficha de cifras generales. Cantón Durán*. Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf
- DS, N. -S. (2014). *Peligro Sísmico Diseño Sismoresistente*. Recuperado el Agosto 16 de 2018
- Ecuador., Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: & Ecuador (2008).
- FCSH - ESPOL. (2017). *Estudio Socioeconómico del Recinto La Unión*. Guayaquil.
- Franco, J. T. (9 de Mayo de 2015). *ArchDaily*. Obtenido de In 4 Days, 100 Volunteers Used Mud and Reeds To Build This Community Center in Mexico: <https://www.archdaily.com>
- Garcés, J. (2015). *Plan de Desarrollo Urbanístico de Viviendas Populares "Puerto del Río" en la Ciudad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Guayaquil.

Haramoto Nishikimoto, E. (Enero de 1994). Incentivo a la Calidad de la Vivienda Social. *Revista INVI N°20 Vol 8, Num 20.*

Hidrología, I. N. (2015). *Anuario Meteorológico*. Quito. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

Hidrología, I. N. (2015). *Boletín Climatológico Anual 2015*. Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf

HM, N. -S. (2014). *ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO*. Recuperado el 15 de Agosto de 2018

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2005). *Las Condiciones de Vida de los Ecuatorianos*. Quito.

IPAC. (2016). *Catálogo de Perfiles Laminados en Caliente*. Recuperado el 20 de Julio de 2018

McCormac, J., & Csernak, S. (2003). *Diseño de Estructuras de Acero 5ª Edición*. México: AlfaOmega.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016). *Estructuras de Guadúa (Gak)*. MIDUVI.

NEC-15. (2016). *Guía práctica para el diseño de estructuras de Hormigón Armado*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018

TULSMA. (s.f.). *Libro VI, De la Calidad Ambiental. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente*.

ANEXO

MODELO DE ENCUESTA

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA
PROYECTO INTEGRADORA “DISEÑO PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL RECINTO LA UNIÓN DEL CANTÓN DURÁN”

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): _____
 Fecha de Entrevista: ____/____/____ Hora _____
 Departamento: _____ Provincia: _____ Distrito: _____
 Dirección: _____
 Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()
- 2.- Tiempo que viven en la casa año(s) meses
- 3.- Tenencia de la vivienda
 Propia () ¿Cuánto vale su Vivienda?
 Alquilada () ¿Cuánto paga al mes? S/.
 Alquiler Venta () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 4.- Material predominante en la casa
 Adobe () Caña () Hormigón () Otro
- 5.- Posee energía eléctrica si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 6.- Red de agua si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 7.- Red de desagüe si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 8.- Pozo séptico/Letrina/Otro si () No ()
- 9.- Teléfono si () No () ¿Cuánto paga al mes? S/.

C. INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA

- 11.- ¿Cuántas personas habitan en la vivienda? _____
- 12.- ¿Cuántas familias viven en la vivienda? _____
- 13.- ¿Cuántos miembros tiene su familia? _____

D. INFORMACIÓN SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA

14. ¿Cómo obtiene el agua potable? _____

E. INFORMACIÓN ECONÓMICA DEL HOGAR

15. ¿Cuál es su oficio?
 Pesca ()
 Empleado de PRODUMAR ()
 Otro _____

F. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL HOGAR

- 16.- ¿Su vivienda ha sufrido daños por algún evento de la naturaleza?
 Sismo ()
 Lluvias o inundaciones ()
 Asentamientos ()
 Otros ()

G. APRECIACION DE SEGURIDAD DE VIVIENDAS

17 De las siguientes opciones cuál cree Ud que es una vivienda más segura



CAÑA GUADUA



METÁLICA



HORMIGÓN

H. OTRAS ALTERNATIVAS NO TRADICIONALES

18 De las siguientes opciones elija la que más le guste



PREFABRICADAS



MIXTAS



MAMPOSTERIA REFORZADA

ANEXO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS