



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“DISEÑO DE FACTIBILIDAD DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL  
SISMO RESISTENTE, CON DIFERENTES SISTEMAS  
ESTRUCTURALES EN EL CANTÓN SANTA LUCIA  
DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**HENRY PAUL PONCE PINEDA**

**KATHERINE JULIANA RODRÍGUEZ CHÁVEZ**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2017**

## DEDICATORIA

A Dios, por darme salud e inteligencia.

A mi padre Iván Ponce por enseñarme el significado de que el trabajo honesto es el mejor pagado; a mi madre Estela Pineda por enseñarme a nunca desistir a medio camino de un proyecto; a mi hermano Kelvin por ser el mejor ejemplo de un hermano mayor; a mi hermana Fátima por la motivación constante que me ha infundado siempre.

A mis amigos por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y mantener nuestra amistad luego de muchos años.

Henry Paul Ponce Pineda

## DEDICATORIA

A Dios.

A mi madre Patricia Chávez por siempre creer en mí y enseñarme a no rendirme a pesar de las circunstancias. A mi hijo Julián Murrieta por ser mi inspiración para ser mejor cada día.

A mis hermanos Evelyn y Joel por cuidarme y ser mi apoyo incondicional.

A mis amigos Gabriela Cevallos y Johnny Vasconez por apoyarme y enseñarme que con esfuerzo podemos lograr todos los objetivos.

Katherine Juliana Rodríguez Chávez

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a todos los profesores que nos han formado como seres humanos y profesionales responsables y en especial al Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo por ser nuestro guía en este proceso de titulación.

A nuestros jefes el Ing. Carlos Borbor y al Arq. Carlos Tello por confiar en nosotros y brindarnos la ayuda necesaria durante este proceso.

Henry Paul Ponce Pineda

Katherine Juliana Rodríguez Chávez

## **TRIBUNAL DE EVALUACIÓN**

---

**PhD. Miguel Ángel Chávez M.  
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.”

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

---

**Henry Paul Ponce Pineda**

---

**Katherine Juliana Rodríguez Chávez**

## RESUMEN

El sismo ocurrido en abril del año 2016 afectó a numerosas viviendas ubicadas en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas, por lo que existe una gran preocupación por mejorar la seguridad de las casas campesinas frente a la presencia de sismos y al mismo tiempo formular una solución de vivienda que permita mejorar las condiciones de vida.

El presente trabajo de diseño y selección se desarrolló para encontrar la mejor propuesta de diseño estructural que se acople a las condiciones sísmicas del terreno, así como también encontrar una solución a la falta de servicios básicos.

Dentro de las diferentes propuestas de sistemas estructurales tenemos: estructura de hormigón armado, estructura metálica y estructura de caña guadua.

Para conocer la respuesta del suelo frente a un sismo, la empresa consultora en geotecnia GEOCON realizó una serie de ensayos a 0.85m y 1 m de profundidad, entre los cuales comprendían: Límites de Atterberg, contenido de Humedad, granulometría y el ensayo de compresión simple.

Con los resultados de los ensayos y aplicando la norma NEC 2015 se obtuvo la respuesta máxima de aceleraciones producidas por una acción dinámica en una estructura.

Para el diseño y análisis de los diferentes sistemas estructurales sometidos a movimientos sísmicos se aplicaron las normas: norma americana ACI-314, norma Ecuatoriana NEC 2015 y la norma colombiana NSR-10 capítulo G-12.

Para la selección de la mejor alternativa de diseño estructural se aplicaron diferentes criterios de valoración como: Durabilidad de la estructura, tiempo de construcción, comodidad, costo, Impacto Ambiental, Aceptación Social y Mantenimiento.

***Palabras claves:*** *Diseño estructural, movimientos sísmicos, servicios básicos, hormigón armado, estructura metálica, caña guadua, impacto ambiental, tiempo de construcción, costo.*



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	IV
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS.....	XIV
SIMBOLOGÍA.....	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XX

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XXIV</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>28</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>28</b>
1.1 Introducción .....	29
1.2 Objetivos.....	30
1.2.1 Objetivo general.....	30
1.2.2 Objetivos específicos .....	30
1.3 Justificación .....	30
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>32</b>
<b>ESTUDIO DEL TERRENO .....</b>	<b>32</b>
2.1 Medio Físico .....	33
2.1.1 Ubicación Geográfica. ....	33
2.2 Topografía del terreno .....	36
2.2.1 Desnivel de terreno.....	37
2.2.2 Dirección del flujo de agua lluvia .....	38
2.3 Información meteorológica.....	38
2.3.1 Datos de la estación meteorológica M476 La Capilla. ....	40
2.3.2 Datos de la estación Hidrológica Automática Daule en Capilla H365. .....	41
2.3.2.1 Parámetros físicos Morfométricos de la Estación Hidrológica Automática H365. ....	42
2.3.2.2 Niveles medios Diarios .....	42
2.3.2.3 Caudales Medios Diarios.....	43
2.3.3 Datos de Temperatura .....	44
2.4 Geología del Terreno .....	45
2.5 Geotecnia del terreno .....	46
2.5.1 Granulometría.....	48

2.5.2 Límites de Atterberg .....	50
2.5.3 Contenido de humedad .....	50
2.5.4 Perforación – Tubo Shelby .....	51
2.5.4.1 Ensayo de compresión simple .....	52
2.6 Aspecto económico y social.....	53
2.7 Limitaciones del Proyecto. ....	54
2.7.1 Aceptación social.....	54
2.7.2 Acceso a Servicios Básicos .....	54
2.7.3 Derecho de Vía.....	55
2.7.4 Afectación por ruido .....	55
2.7.4.1 Ruido ocasionado por Tráfico.....	55
2.7.4.2 Disipación del Ruido debido a los Materiales Estructurales. ....	57
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>59</b>
<b>CONSIDERACIONES PARA UNA ESTRUCTURA SISMO RESISTENTE .</b>	<b>59</b>
3.1 Descripción de la estructura .....	60
3.2 Bases de diseño .....	60
3.2.1 Zonificación sísmica .....	61
3.2.2 Tipo de suelo – Geología del lugar .....	62
3.2.3 Tipo de uso .....	64
3.3 Espectro de Respuesta – Elástico .....	65
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>66</b>
<b>PRE DIMENSIONAMIENTO, DISEÑOS, PRESUPUESTOS Y MATRICES</b>	
<b>AMBIENTALES DE LAS TRES ALTERNATIVAS .....</b>	<b>66</b>
4.1 Vivienda con sistema estructural de Hormigón Armado. ....	67
4.1.1 Arreglo Estructural .....	67
4.1.1.1 Descripción de los materiales.....	68
4.1.2 Determinación de Cargas .....	69

4.1.2.1 Cargas Vivas .....	69
4.1.2.2 Cargas Muertas .....	71
4.1.2.3 Peso Propio de los Elementos.....	72
4.1.2.4 Resumen de cargas por Niveles.....	72
4.1.3 Cargas Sísmicas.....	73
4.1.3.1 Cortante Basal de Diseño V. ....	76
4.1.3.2 Fuerzas Laterales Sísmicas. ....	77
4.1.4 Predimensionamiento. ....	77
4.1.5 Diseño y Análisis Estructural en ETABS.....	78
4.1.6 Presupuesto Estructura de Hormigón Armado. ....	95
4.1.7 Matriz de Impacto Ambiental .....	96
4.2 Vivienda de estructura metálica.....	99
4.2.1 Arreglo Estructural .....	99
4.2.1.1 Descripción de los materiales.....	99
4.2.1.2 Determinación de Cargas .....	100
4.2.1.3 Cargas sísmicas .....	101
4.2.2 Predimensionamiento. ....	103
4.2.3 Calculo de secciones de losa .....	106
4.2.4 Diseño a flexión .....	110
4.2.5 Diseño a cortante.....	111
4.2.6 Vigas principales en X .....	113
4.2.7 Análisis sísmico, modelado en ETABS.....	126
4.2.8 Presupuesto de Estructura Metálica .....	130
4.2.9 Matriz de Impacto Ambiental .....	132
4.3 Vivienda con sistema estructural de caña guadua.....	134
4.3.1 Arreglo Estructural .....	134
4.3.2 Consideraciones de diseño.....	135
4.3.3 Descripción de los materiales.....	135
4.3.4 Determinación de Cargas .....	136
4.3.5 Cargas sísmicas .....	137

4.3.6 Diseño y Análisis Estructural. ....	137
4.3.7 Diseño de vigas principales .....	138
4.3.8 Diseño de columnas .....	142
4.3.9 Diseño de pernos.....	142
4.3.10 Análisis Estructural en SAP200 .....	144
4.3.10.1 Análisis en Vigas y Columnas .....	144
4.3.11 Presupuesto de Estructura de Caña Guadua .....	148
4.3.12 Matriz de Impacto Ambiental .....	149
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>151</b>
<b>ALTERNATIVA DE DISEÑO RECOMENDADA .....</b>	<b>151</b>
5.1 Selección .....	152
5.1.1 Ponderación de los Criterios de Selección. ....	152
5.2 Mejor Alternativa de Sistema Estructural .....	153
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>154</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>154</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	155
6.2 RECOMENDACIONES.....	156
<b>ANEXO A .....</b>	<b>157</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>166</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>196</b>
<b>APÉNDICE A.....</b>	<b>197</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>210</b>

## ABREVIATURAS

ACI	Instituto Americano del Concreto
AISC	Instituto Americano de construcción en acero.
Art	Articulo
ASTER GDEM	Mapa digital de Elevación Global
CELEC	Corporación Eléctrica del Ecuador
Db	Decibeles
EHA	Estaciones Hidrológicas Automáticas
ETABS	Software de análisis y diseño estructural de edificios.
GIS	Sistema de Información Geográfica
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
IGM	Instituto geográfico militar
Inst	Institución

KSI	UNIDADES DE PRESIÓN SISTEMA INGLÉS
NEC	Norma Ecuatoriana de la construcción.
NSR	Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente.
Max	Máxima
Propiet	Propietaria
SEMPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
Shp	Formato de archivo de Global Mapper (Shape File)
UTM	Universal Transversal de Mercador

## SIMBOLOGÍA

Fa	Coeficiente 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
tw	Espesor del alma
h	altura
A	Área
I	Momento de Inercia
S	Módulo de sección
Z	Módulo plástico de sección
E	Módulo de Elasticidad
Le	Longitud efectiva
K	Factor de longitud efectiva
l	Longitud del miembro



Le	Longitud efectiva
r	Radio de giro alrededor del eje de pandeo
Pcr	Carga crítica de pandeo de la columna
Fcr	Esfuerzo crítico o de pandeo
$\phi_c P_n$	Resistencia de diseño para pandeo flexionante (Euler)
$\phi_c$	Factor de resistencia debido al pandeo, 0.90
Pn	Resistencia teórica o nominal
RE	Relación de esbeltez
Ec	Ecuación.
f	Factor de consideración para peso propio de la viga
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 soporte lateral para el estado límite de pandeo
ho	distancia entre centroides de las alas

J	Constante torsional
Cw	Constante de alabeo
Kv	Coeficiente de pandeo
Mn	Momento resistente nominal
Mp	Momento plástico
$\Delta$	Deformación
C	Capacidad admisible del suelo
De	Diámetro exterior de la Caña Guadua
fb	Esfuerzo por flexión
Fb	Esfuerzo admisible a Flexión
Fc	Esfuerzo admisible a compresión paralela al eje longitudinal
fp	Esfuerzo de Aplastamiento actuante
Fp	Esfuerzo admisible a compresión perpendicular al eje longitudinal o Esfuerzo de Aplastamiento
Ft	Esfuerzo admisible a Tracción
Fv	Esfuerzo admisible al Corte
fv	Esfuerzo al corte actuante
msnm	Metros sobre nivel del mar.

°C	Grados Centígrados.
km	Kilómetros
mm	Milímetros
m <sup>2</sup>	Metros Cuadrados
Ton	Toneladas
KN	Kilonewton
PA	Pascal
MPA	Mega Pascal

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Ubicación del Cantón Santa Lucia.....	33
Figura 2-2 Cartografía del Recinto Barbasco del Rio.....	34
Figura 2-3 Vía de acceso al recinto Barbasco del Rio .....	35
Figura 2-4 Vivienda ubicada en el lugar de estudio .....	35
Figura 2-5 Vivienda ubicada en el lugar de estudio .....	36
Figura 2-6 Implantación del Terreno.....	37
Figura 2-7 Curvas de Nivel y pendiente del terreno estudiado .....	37
Figura 2-8 Cuadrícula de Elevación del terreno y Líneas de Flujo de Agua .	38
Figura 2-9 Ubicación de las estaciones Hidrometeorológicas .....	40
Figura 2-10 Caudal mensual vs Tiempo Estación H365 .....	44
Figura 2-11 Isotermas Normal Temperatura Media Mensual 1981-2010.....	45
Figura 2-12 Vista del terreno en estudio .....	47
Figura 2-13 Vista 2 del terreno en estudio .....	47
Figura 2-14 Calicata de 1m de profundidad.....	47
Figura 2-15 Muestras alteradas en diferentes estratos.....	48
Figura 2-16 Curva de distribución granulométrica para la muestra 1.....	49
Figura 2-17 Curva de distribución granulométrica para la muestra 2.....	49
Figura 2-18 Tubo Shelby usado en el sitio.....	51
Figura 2-19 Perforación realizada.....	52
Figura 2-20 Niveles de Intensidad de Sonido .....	56
Figura 2-21 Índice de directividad (ID).....	57
Figura 3-1 Mapa de Zona Sísmica del Ecuador.....	61
Figura 3-2 Espectro de respuesta elástico para la vivienda en Santa Lucia.	65

Figura 4-1 Características Físicas de la lámina de acero galvanizada Novalosa .....	72
Figura 4-2 Espectro de respuesta para estructura de hormigón.....	74
Figura 4-3 Coeficiente para hallar el periodo de vibración.....	75
Figura 4-4 coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura.....	77
Figura 4-5 Vista 3D del modelo Estructural de Hormigón Armado.....	78
Figura 4-6 Vista de Planta de la estructura de hormigón armado.....	79
Figura 4-7 Vista de elevación de la estructura de hormigón armado.....	79
Figura 4-8 Propiedades de los materiales ingresados al ETABS.....	80
Figura 4-9 Vigas y Columnas asignadas a la estructura de hormigón armado .....	80
Figura 4-10 Cargas muertas asignadas a los diferentes niveles de la estructura de hormigón armado.....	81
Figura 4-11 Carga Viva sobreimpuesta asignadas al primer nivel de la estructura de hormigón armado.....	82
Figura 4-12 Carga viva de cubierta asignadas a la estructura de hormigón armado.....	82
Figura 4-13 Combinaciones de carga asignadas a la estructura de hormigón armado.....	83
Figura 4-14 Acero requerido para resistir los esfuerzos de flexión en Vigas y Columnas Ejes 2 “Estructura de Hormigón Armado” .....	84
Figura 4-15 Cuantía en Vigas y Columnas Ejes 2 “Estructura de Hormigón Armado” .....	86
Figura 4-16 Acero requerido para resistir los esfuerzos de cortante en Vigas y Columnas Ejes 2 “Estructura de Hormigón Armado” .....	87
Figura 4-17 Acero de refuerzo columnas pórtico eje 2 .....	91
Figura 4-18 Cuantía requerida vigas y columnas pórtico eje 2 .....	92
Figura 4-19 Resultados del Análisis Estructural para el Diseño a Corte.....	93
Figura 4-20 Revisión de: Capacidad de Columna/Capacidad de viga.....	94

Figura 4-21 Diagrama de Interacción Nominal Columna B, Pórtico eje 2. ....	94
Figura 4-22 Cargas aplicadas en el programa .....	101
Figura 4-23 Espectro de respuesta inelástico.....	102
Figura 4-24 Dimensiones de la columna analizada en el programa .....	106
Figura 4-25 Sección tipo para la losa.....	107
Figura 4-26 Dimensiones consideradas para la losa. ....	107
Figura 4-27 Dimensiones de la viga secundaria, primer piso. ....	112
Figura 4-28 Dimensiones de la viga secundaria, segundo piso.....	112
Figura 4-29 Análisis de fuerzas internas en el segmento ABC. ....	113
Figura 4-30 Análisis de fuerzas internas en el segmento CKLJ.....	113
Figura 4-31 Análisis de fuerzas internas en el segmento AEDF.....	114
Figura 4-32 Análisis de fuerzas internas en el segmento JNMFO. ....	114
Figura 4-33 Cortante para la viga principal en X.....	117
Figura 4-34 Momentos para la viga principal en X.....	117
Figura 4-35 Dimensiones de la viga principal en X, primer piso. ....	120
Figura 4-36 Dimensiones de la viga principal en X, segundo piso.....	120
Figura 4-37 Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo ABC ...	121
Figura 4-38 Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo CKLJ..	121
Figura 4-39 Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo AEFD.	122
Figura 4-40 Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo JNFOM. .....	122
Figura 4-41 Dimensiones de la viga principal en Y, primer piso. ....	125
Figura 4-42 Dimensiones de la viga principal en Y, segundo piso.....	126
Figura 4-43 Modal 1: $T = 0.532$ seg .....	128
Figura 4-44 Modal 2: $T = 0.495$ seg .....	129
Figura 4-45 Vigas y columnas seleccionadas para estructura metálica.....	129
Figura 4-46 Corte transversal de columna diseñada .....	142
Figura 4-47 Conexiones entre caña con pernos. ....	144
Figura 4-48 Diagrama de momentos debido a la envolvente de la combinación de cargas .....	145

Figura 4-49 Diagrama de Cortante debido a la envolvente de la combinación de cargas .....	145
Figura 4-50 Diagrama de Torsión debido a la envolvente de la combinación de cargas .....	146
Figura 4-51 Diagrama de Fuerzas axiales debido a la envolvente de la combinación de Cargas .....	146
Figura 4-52 Esfuerzo de compresión y momento admisible para una caña	147
Figura 6-1 Analisis de fuerzas internas para la viga BC .....	205
Figura 6-2 Analisis de fuerzas internas para la viga EF .....	205

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Coordenadas UTM de los Puntos que delimitan el Terreno estudiado .....	36
Tabla II. Datos de la estación Meteorológica La Capilla INAMHI.....	40
Tabla III. Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm) .....	41
Tabla IV. Valor pluviométrico total anual 2012 (mm) .....	41
Tabla V. Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm) .....	41
Tabla VI. Parámetros físicos Morfométricos de la Estación Hidrológica Automática H365 .....	42
Tabla VII. Niveles medios Diarios Año 2015 Estación H365.....	43
Tabla VIII. Caudales Medios Diarios Año 2015 Estación H365 .....	44
Tabla IX. Cálculo granulométrico para la muestra 1 .....	48
Tabla X. Cálculo granulométrico para la muestra 2 .....	49
Tabla XI. Límites de Atterberg de la muestra 1.....	50
Tabla XII. Límites de Atterberg de la muestra 2.....	50
Tabla XIII. Contenido de humedad de la muestra 1 .....	50
Tabla XIV. Contenido de humedad de la muestra 2 .....	51
Tabla XV. Resultados obtenidos en el ensayo, sometiendo la muestra a distintas cargas .....	52
Tabla XVI. Capacidad de carga obtenida. ....	53
Tabla XVII. Hoja estratigráfica y resultados obtenidos.....	53
Tabla XVIII. Hoja estratigráfica y resultados obtenidos.....	61
Tabla XIX. Clasificación según el tipo de suelo. ....	62
Tabla XX. Fa: Coeficiente de ampliación de suelo en la zona de periodo corto.....	63
Tabla XXI. Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.....	63
Tabla XXII. Fs: Comportamiento no lineal de los suelos.....	64



Tabla XXIII. Coeficientes del perfil se suelo en estudio .....	64
Tabla XXIV. Coeficiente I, según el tipo de uso de la estructura. ....	64
Tabla XXV. Cargas vivas para la vivienda de Hormigón Armado .....	69
Tabla XXVI. Factor de sobrecarga del elemento de soporte K_LL .....	70
Tabla XXVII. Cargas muertas para la vivienda de Hormigón Armado .....	72
Tabla XXVIII. Peso propio de los elementos estructurales. ....	72
Tabla XXIX. Carga Muerta para la Cubierta. ....	73
Tabla XXX. Carga Muerta para la Cubierta .....	73
Tabla XXXI. Factores aplicados para el diseño de la estructura de hormigón Armado .....	73
Tabla XXXII. Calculo de Fuerzas Laterales (Sísmicas) para estructura de hormigón.....	77
Tabla XXXIII. Cargas vivas y muertas por niveles de la estructura de Hormigón Armado.....	81
Tabla XXXIV. Momentos y acero de refuerzo a flexión en la viga .....	85
Tabla XXXV. Aceros de refuerzo y acero de refuerzo mínimo a flexión en la viga .....	85
Tabla XXXVI. Diseño de Cortante y Torsión en la viga.....	88
Tabla XXXVII. Fuerza de Torsión y Refuerzo de Torsión. ....	90
Tabla XXXVIII. Presupuesto de obra civil de la vivienda con sistema estructural de Hormigón Armado .....	95
Tabla XXXIX. Presupuesto de los acabados y total del presupuesto de la estructura de Hormigón Armado. ....	96
Tabla XL. Matriz de Impacto Ambiental de la estructura de hormigón armado. ....	97
Tabla XLI. Calificación final de la matriz de Impacto Ambiental de la estructura de hormigón armado.....	98
Tabla XLII. Cargas vivas para la vivienda.....	100
Tabla XLIII. Cargas muertas para la vivienda .....	100
Tabla XLIV. Peso propio de la vivienda. ....	100

Tabla XLV. Cargas por pisos. ....	101
Tabla XLVI. Factores aplicados para el diseño de la estructura metálica. ...	102
Tabla XLVII. Calculo de Fuerzas Laterales (Sísmicas). ....	102
Tabla XLVIII. Predimensionamiento considerando un perfil HSS 8*8*1/8 ..	103
Tabla XLIX. Dimensiones perfil laminado en frio O 200*200*5.....	104
Tabla L. Cálculo de esfuerzos en la columna. ....	105
Tabla LI. Cálculo de esfuerzos en la columna. ....	108
Tabla LII. Secciones de la viga secundaria.....	109
Tabla LIII. Secciones de la viga secundaria.....	110
Tabla LIV. Valores para determinar Cv.....	111
Tabla LV. Distribución de fuerzas sísmicas, vigas principales X .....	113
Tabla LVI. Propiedades de la viga principal en X en análisis.....	115
Tabla LVII. Cálculos realizados para la viga. ....	116
Tabla LVIII. Determinación de Cb para la viga principal. ....	118
Tabla LIX. Calculo de momento de demanda.....	118
Tabla LX. Determinación de Cv. ....	119
Tabla LXI. Determinación de Cv. ....	121
Tabla LXII. Propiedades de la sección.....	123
Tabla LXIII. Calculo de momento nominal para la viga principal en Y. ....	124
Tabla LXIV. Valores para determinar Cv .....	124
Tabla LXV. Fuerzas laterales aplicadas a la estructura metálica.....	127
Tabla LXVI. Derivas máximas en la estructura metálica.....	127
Tabla LXVII. Máximos desplazamientos en la estructura metálica, sismo en X. ....	127
Tabla LXVIII. Máximos desplazamientos en la estructura metálica, sismo en Y. ....	127
Tabla LXIX. Análisis por torsión.....	128
Tabla LXX. Presupuesto del diseño de estructura metálica.....	130
Tabla LXXI. Matriz de impacto ambiental del sistema de Estructura Metálica .....	132

Tabla LXXII. Cargas vivas de la estructura de caña guadua. ....	136
Tabla LXXIII. Cargas muertas en estructura de caña guadua. ....	136
Tabla LXXIV. Peso propio de la estructura en estructura de caña guadua.	136
Tabla LXXV. Resumen de cargas por piso de la estructura de caña guadua. .....	136
Tabla LXXVI. Factores considerados para análisis sísmico. ....	137
Tabla LXXVII. Esfuerzos admisibles $F_i$ (MPa), $CH=12\%$ . ....	138
Tabla LXXVIII. Módulos de elasticidad, $E_i$ (MPa), $CH=12\%$ .....	138
Tabla LXXIX. Deflexiones. ....	138
Tabla LXXX. Deflexiones admisibles. ....	139
Tabla LXXXI. Verificación de esfuerzos, vigas principales. ....	139
Tabla LXXXII. Verificación de esfuerzos, vigas principales. ....	140
Tabla LXXXIII. Cálculos para hallar el esfuerzo por aplastamiento. ....	140
Tabla LXXXIV. Cálculos para hallar el esfuerzo de tensión axial.....	141
Tabla LXXXV. Cálculos para hallar el esfuerzo a la flexión y carga axial. .	141
Tabla LXXXVI. Cálculos para hallar la tensión axial de la columna. ....	142
Tabla LXXXVII. Presupuesto de la Estructura de Caña Guadua .....	148
Tabla LXXXVIII. Matriz de impacto ambiental de la estructura de caña guadua.....	150
Tabla LXXXIX. Bases de la calificación Ponderada.....	152
Tabla XC. Criterio de Valoración de las Propuestas .....	153
Tabla XCI Tabla ACI 9.3.1.1 – Altura mínima de viga no preesforzada.....	201
Tabla XCII Distribución de Fuerza Sísmica en la estructura de hormigón Armado. ....	204

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Introducción**

El sector denominado recinto Barbasco del Rio, área elegida para realizar el presente diseño de factibilidad se ubica en el cantón Santa Lucia de la provincia del Guayas, en este sector prevalece el monocultivo del arroz.

Por lo general, las viviendas en el recinto presentan condiciones precarias de salubridad, carencia de servicios básicos, falta de comodidades y afectación de ruido ocasionada por el tráfico de la carretera aledaña.

La falta de planes habitacionales y sobretodo la falta de recursos económicos produce que la población habite en construcciones que presentan fallas estructurales debido a la carencia de buenos materiales de construcción, mano de obra calificada y criterio de diseño sismo resistente.

La ocurrencia del sismo de abril del año 2016 afecto a numerosas viviendas ubicadas en el cantón Santa Lucia de la provincia del Guayas, por lo que existe una gran preocupación por mejorar la seguridad de las casas campesinas frente a la presencia de sismos y al mismo tiempo formular una solución de vivienda que permita mejorar las condiciones de vida de los habitantes del recinto.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar un diseño de vivienda de interés social sismo resistente.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Recolectar información física, ambiental y social del lugar en donde se implantará la propuesta de vivienda.
- Analizar la factibilidad del desarrollo de un proyecto de vivienda en el lugar escogido.
- Plantear, diseñar y analizar 3 modelos de viviendas de interés social sismo resistente con diferentes sistemas estructurales.
- Escoger el modelo idóneo y conveniente para el interés de la comunidad.

## **1.3 Justificación**

Según el censo realizado en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) evidencia una tasa de crecimiento promedio anual de 1.95%. (INEC, 2010)

El 45 % de los hogares ecuatorianos habitan en viviendas inadecuadas, este déficit cualitativo y cuantitativo se debe a que residen en lugares inseguros, sea esto por estar en lugares de riesgo, construidas con materiales inadecuados y sin la supervisión de profesionales, carecen de servicios básicos; las viviendas en muchos casos por el déficit existente son compartidas con uno o más hogares.

Ecuador es un país que en los últimos años el sector de la construcción ha ido creciendo siendo uno de los mayores sectores económicos, sin embargo, se debe tener en consideración que todos y cada uno de los ecuatorianos deben tener el derecho a una vivienda digna.

En el Art. 30, de La Constitución se establece: “Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.” (Asamblea nacional, 2012)

El Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, tiene como Objetivo 3 – Mejorar la calidad de vida de la población. Esto implica el pleno derecho del acceso a: agua, alimentación, salud, educación, y vivienda. (SEMPLEDES, 2013)

Es por esto que, el desarrollo de este proyecto tiene como base fundamental el dar una alternativa económica, con un correcto diseño estructural de vivienda que cumpla con todos los requerimientos dispuestos por la ley y que sea accesible para estratos sociales de bajos recursos económicos.

# **CAPÍTULO 2**

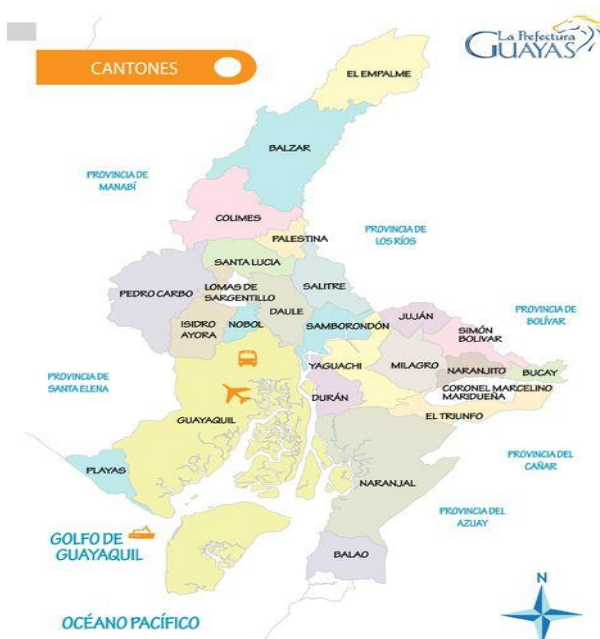
## **ESTUDIO DEL TERRENO**



## 2.1 Medio Físico

### 2.1.1 Ubicación Geográfica.

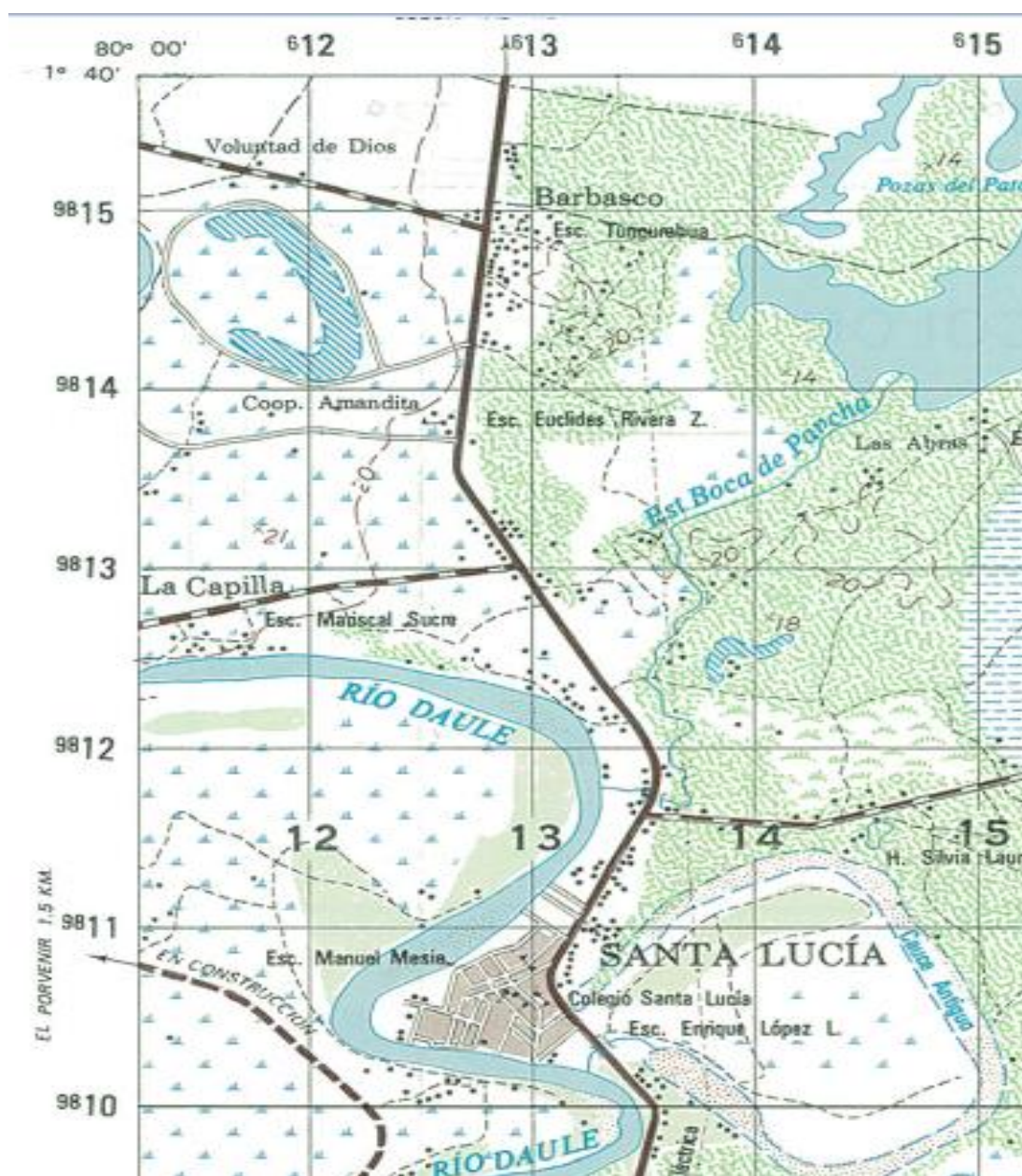
Santa Lucía es uno de los 25 cantones pertenecientes a la provincia del Guayas, se encuentra rodeado por las poblaciones de: Daule, Lomas de Sargentillo, Pedro Carbo, Colimes, Palestina y Salitre. (Santa Lucía, 2017) Ver figura 2.1.



**Figura 2-1** Ubicación del Cantón Santa Lucía  
**Fuente:** Gobierno Provincial del Guayas  
**Elaboración:** Gobierno Provincial del Guayas.

Su cabecera cantonal se encuentra aproximadamente a 63 km de la ciudad de Guayaquil, Santa Lucía se encuentra a 15 msnm, su temperatura promedio es de 25 °C y su precipitación promedio anual esta entre 1500 y 2500 mm.

El río Daule atraviesa el territorio, tal como se observa en la figura 2.2



**Figura 2-2** Cartografía del Recinto Barbasco del Río

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar IGM, 1990

**Elaboración:** Instituto Geográfico Militar IGM

El área de estudio, ubicada en el recinto Barbasco del Rio bordea la carretera asfaltada que se dirige al cantón el Empalme, como se observa en la Figura 2.3.



**Figura 2-3** Vía de acceso al recinto Barbasco del Rio  
**Fuente:** Ponce y Rodríguez, 2016

En el sitio donde se realiza el diseño, se tiene actualmente una vivienda fabricada con materiales de caña y zinc, la misma que se observa en la figura 2.4.



**Figura 2-4** Vivienda ubicada en el lugar de estudio  
**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

## 2.2 Topografía del terreno

Se realizó el levantamiento topográfico del terreno con la ayuda de un GPS marca Garmin modelo Oregon 650, se determinó las coordenadas geográficas del sitio, que en general presenta un relieve plano.

Las coordenadas obtenidas, fueron las siguientes:

**Tabla I.** Coordenadas UTM de los Puntos que delimitan el Terreno estudiado

UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W				
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>Sur</b>	9813692.00 m	9813663.00 m	9813593.00 m	9813602.00 m
<b>Este</b>	612472.00 m	612586.00 m	612573.00 m	612453.00 m

**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Los cuatro puntos con coordenadas se visualizan en la Figura 2.5



**Figura 2-5** Vivienda ubicada en el lugar de estudio

**Fuente:** Google Earth

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

A partir de las coordenadas se calculó el área de implantación la cual es de 9664 m<sup>2</sup>, lo que se muestra en la figura 2.6.



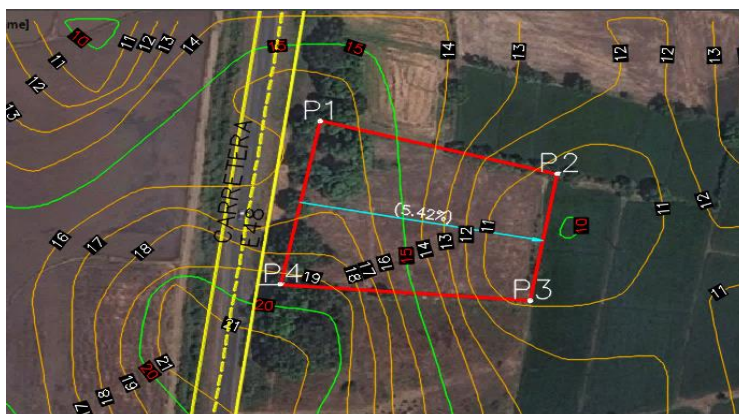
**Figura 2-6** Implantación del Terreno.

**Fuente:** Google Earth, Civil 3D

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.2.1 Desnivel de terreno.

Mediante el programa Global Mapper y la base de datos ASTER GDEM, se determinaron curvas de nivel en el área de interés. En la Figura 2.7 se muestran las curvas de nivel del terreno, las mismas que varían entre las cotas 11 y 17. El sitio elegido para implantar la vivienda esta aproximadamente en la cota 15 msnm.



**Figura 2-7** Curvas de Nivel y pendiente del terreno estudiado

**Fuente:** Google Earth, Civil 3D

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.2.2 Dirección del flujo de agua lluvia

En la Figura 2.8, se observa el plano del recorrido que sigue el flujo de agua lluvia sobre el terreno de implantación.



**Figura 2-8** Cuadrícula de Elevación del terreno y Líneas de Flujo de Agua  
**Fuente:** Google Earth, Civil 3D  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

De acuerdo al plano de la Figura 2.8 y las características topográficas del terreno, se establece que el área donde se ubicara la vivienda, no presenta problemas de inundación, lo cual ha sido corroborado por los habitantes del sector.

### 2.3 Información meteorológica

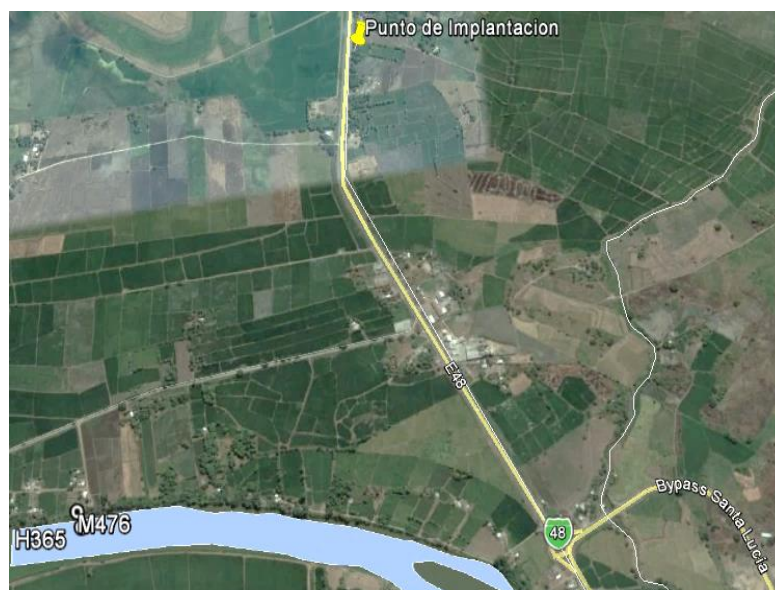
Para establecer la red hidrográfica de la cual forma parte el Proyecto de vivienda, se empleó las cartas proporcionadas por el Instituto Geográfico militar IGM, así como también la información proporcionada por el INAMHI.

El INAMHI cuenta con 35 estaciones hidrológicas automáticas (EHA) adquiridas dentro del proceso SIE-INAMHI-114-2013. (INAMHI I. N., 2016).

La zona de estudio pertenece a la cuenca del río Guayas, que comprende la captación del sistema fluvial que conforman los ríos: Daule, Vinces, Babahoyo y Guayas. La conforman seis subcuencas a saber: Daule, Macul, Vinces, Babahoyo, Jujan, Yaguachi y drenajes menores.

El escurrimiento anual en la cuenca es de 5,2 millones de metros cúbicos con afluencia de tipo estacional: 79% de enero a mayo. (CELEC EP HIDRONACION, 2014)

Para conocer la precipitación anual en el área de implantación de la vivienda, se recopiló información Hidrometeorológica obtenida de la estación meteorológica M476 y la estación Hidrológica H365 cercanas a la zona de implantación, las cuales se detallarán a continuación. Ver Anexo B y Figura 2.9.



**Figura 2-9** Ubicación de las estaciones Hidrometeorológicas

Fuente: Google Earth, INAMHI

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.3.1 Datos de la estación meteorológica M476 La Capilla.

Esta es una estación del tipo pluviométrica, ubicada a 1.86 km de la implantación del proyecto de vivienda, perteneciente a la Zona Hidrográfica 130 de la Cuenca el Guayas.

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

**Tabla II.** Datos de la estación Meteorológica La Capilla INAMHI

Código	Nombre de la estación	Tipo	Zona Hidrográfica	Latitud	Longitud	Altitud(m)	Provincia	Instit. Propiet
M0476	LA CAPILLA INAMHI	PV	130	1°41'46" S	79°59'45" W	7	GUAYAS	INAMHI

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Tabla III.** Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm)

CÓDIGO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
M0476	254.8	348.5	391.5	254.8	226.8	4.1	0.0	0.0	1.8	0.8	1.7	48.8

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla IV.** Valor pluviométrico total anual 2012 (mm)

TOTAL, ANUAL	MÁXIMA EN 24 HORAS	NUMERO DE DÍAS
1533.6	67.5 21 DE FEB	97

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.3.2 Datos de la estación Hidrológica Automática Daule en Capilla H365.

La estación H365, la numero 14 entre las 35 estaciones hidrológicas automáticas (EHA) es una estación con un tipo de sensor de radar, ubicada a 1.86 km de la implantación del proyecto de vivienda.

**Tabla V.** Valores pluviométricos mensuales 2012 (mm)

N°	Cuenca Hidrológica	Código	Nombre de la Estación	Tipo de sensor	Latitud	Longitud	Altitud(msnm)
14	Guayas	H0365	Daule en la Capilla	Radar	1°41'46" S	79°59'43" W	13

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.3.2.1 Parámetros físicos Morfométricos de la Estación Hidrológica Automática H365.

**Tabla VI.** Parámetros físicos Morfométricos de la Estación Hidrológica Automática H365

Código Estación	Área(km <sup>2</sup> )	Perímetro(km)	Lr(km)	L(km)	Cotas msnm	Ir(%)	Ic	Ip(%)	Tc(horas)	Relieve	
H0365	9809	980	223.16	176	426	13	0.19	2.77165	0.24	48.09	Plano

**Fuente:** INAMHI

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

En donde:

**Lr:** longitud del río hasta el punto de cierre del cauce.

**L:** Longitud en línea recta hasta el punto del cierre del cauce.

**Cota SUP:** Altura superior del río.

**Cota INF:** Altura del punto del cierre del río (EHA).

**Ir:** Pendiente del río.

**Lc:** Índice de compacidad.

**Ip:** Pendiente media de la cuenca.

**Tc:** Tiempo de concentración promedio.

**Relieve:** Tipo de terreno en función de Ip.

### 2.3.2.2 Niveles medios Diarios

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), para la obtención de los niveles medios diarios, utiliza un promedio ponderado de las lecturas limnigráficas registradas en 24 horas.

Para la aplicación dentro del área de influencia se considerarán los registros de la estación hidrológica Daule en la Capilla (H365) por considerarse la más cercana a la zona de implantación de la vivienda. (CELEC EP HIDRONACION, 2014). Los datos se presentan a continuación:

**Tabla VII.** Niveles medios Diarios Año 2015 Estación H365

Parámetro	enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Medio(m)	347	419	440	634	615	535	364	362	318	400	411	431
Mínimo(m)	277	306	310	460	412	396	312	303	300	330	282	281
Máximo(m)	475	566	546	732	801	739	409	463	356	472	479	477

**Fuente:** INAMHI

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.3.2.3 Caudales Medios Diarios

La metodología empleada por el INAMHI para el cálculo de los caudales medios diarios, es mediante un promedio aritmético ponderado de los valores parciales de caudales generados en base de los niveles observados, a través de su respectiva curva de gasto líquido. (CELEC EP HIDRONACION, 2014).

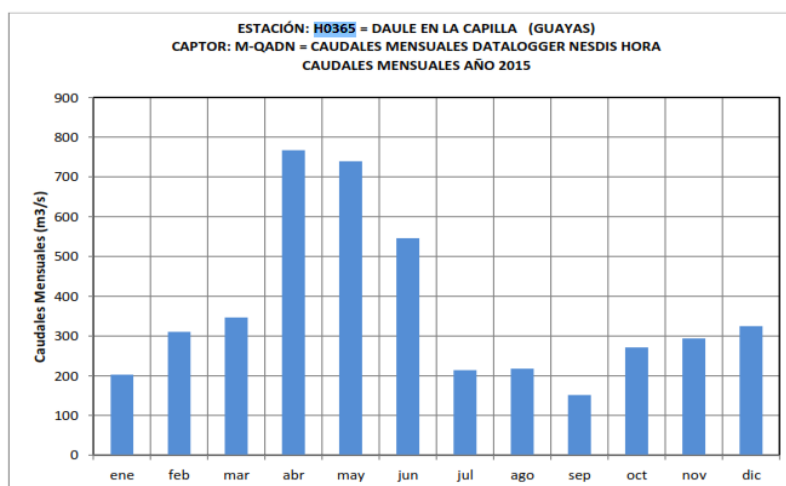
Para la estación H365 los mayores caudales se registran en el periodo de abril a mayo, posteriormente los valores descienden y se mantienen prácticamente constantes con leves variaciones. Ver Figura 2.10. Los datos compilados de la estación se presentan a continuación:

**Tabla VIII.** Caudales Medios Diarios Año 2015 Estación H365

Parámetro	enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Medio(m)	202.5	310.4	346.1	767.3	739.4	545.6	214.3	217.4	151.8	271.4	293.9	324.6
Minimo(m)	105.5	137.8	142.1	370.5	286.8	260.4	145.3	134.2	131.2	167.2	110.8	110.6
Maximo(m)	398.4	593.1	545.9	1037	1256	1057	281	375.9	201.9	392.1	405.3	403.2

**Fuente:** INAMHI

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 2-10** Caudal mensual vs Tiempo Estación H365

**Fuente:** INAMHI

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.3.3 Datos de Temperatura

De acuerdo a la base de Geoinformación Hidrometeorológica del INAMHI en el área de implantación de la vivienda se presentan valores mínimos y máximos de temperatura. Ver Figura 2.11.

- Valor mínimo 30.96 °
- Valor máximo 32.49 °



**Figura 2-11** Isothermas Normal Temperatura Media Mensual 1981-2010

**Fuente:** INAMHI

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

## 2.4 Geología del Terreno

El área de estudio se encuentra emplazada en una gran planicie aluvial, típica de la cuenca baja del Guayas, en el Valle del río Daule.

En proyectos ya construidos se ha establecido que los suelos aluviales que ahí se encuentran, han sido el producto del depósito de sedimentos mediante las corrientes de agua (ríos) que se han desplazado en ese amplio valle.

Mediante perforaciones se ha establecido que se tienen por lo menos un espesor de 200 m de suelos con diferentes estados de consolidación.

El depósito superficial de dicho suelo está conformado por granulometrías por lo general de limos y arenas finas y únicamente en las partes más bajas se tienen depósitos de arcillas.

De acuerdo a estudios regionales se ha establecido que debajo del depósito de suelos aluviales se tiene formación geológica Piñón constituidas por rocas basálticas.

Es importante reiterar que en el área de interés solo existe una gruesa capa de suelos.

## **2.5 Geotecnia del terreno**

La prospección geotécnica es fundamental para determinar las características del terreno, para poder muestrear y efectuar los correspondientes ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

Se realizaron dos calicatas la primera a 0.85 m y la segunda a 1 m de profundidad, en las que se efectuó una descripción estratigráfica además de tomar muestras alteradas con pico y pala e inalteradas mediante el uso del tubo Shelby. Ver figuras 2.12, 2.13, 2.14.

En los laboratorios de GEOCON se efectuaron ensayos de caracterización física y se determinaron propiedades geo mecánicas con la finalidad de determinar el comportamiento de dichos suelos a la carga y así definir el tipo de cimentación.



**Figura 2-12** Vista del terreno en estudio  
**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 2-13** Vista 2 del terreno en estudio  
**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 2-14** Calicata de 1m de profundidad  
**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

En la Figura 2.15 se observa las muestras alteradas tomadas en el terreno, se identifican de derecha a izquierda de acuerdo a la profundidad a las que fueron extraídas: 0.50 m, 0.65 m, 0.85 m y 1 m.



**Figura 2-15** Muestras alteradas en diferentes estratos

**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 2.5.1 Granulometría

Este ensayo permite determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de las partículas del suelo en estudio. Con las muestras alteradas se efectuaron los ensayos granulométricos en un laboratorio geotécnico privado GEOCON para la cual se aplicó la norma ASTM D-422.

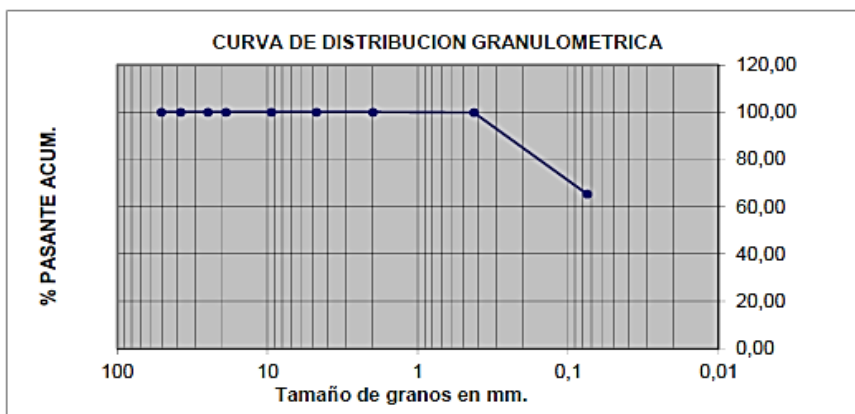
Los resultados se exponen a continuación:

**Tabla IX.** Cálculo granulométrico para la muestra 1

CALCULO GRANULOMETRICO: Norma ASTM D 422 / AASHTO T 88-00				
Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.
INEN (mm)	ASTM			
51	2"			100,00
38	1 1/2"			100,00
25	1"			100,00
19	3/4"			100,00
9,5	3/8"			100,00
4,75	# 4			100,00
2	# 10			100,00
0,425	# 40		0,20	99,82
0,075	# 200		37,70	65,37

**Elaborado por:** GEOCON 2016.



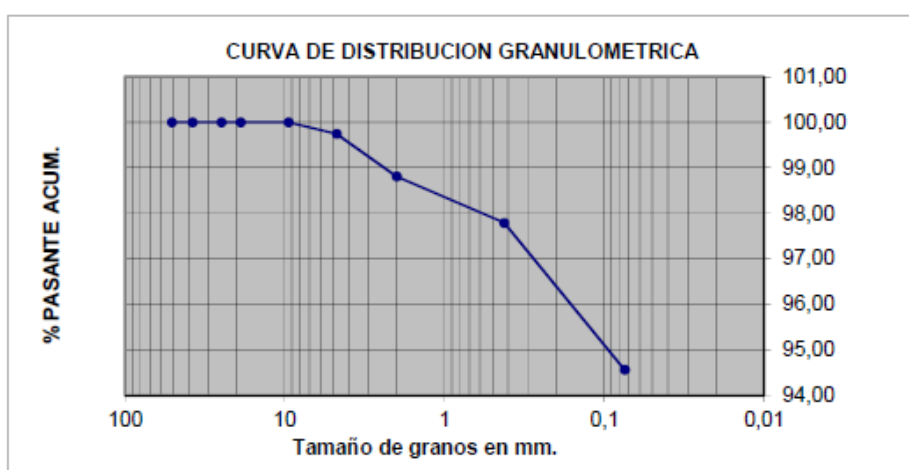


**Figura 2-16** Curva de distribución granulométrica para la muestra 1  
**Fuente:** GEOCON 2016.

**Tabla X.** Cálculo granulométrico para la muestra 2

CALCULO GRANULOMETRICO: Norma ASTM D 422 / AASHTO T 88-00				
Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.
INEN (mm)	ASTM			
51	2"			100,00
38	1 1/2"			100,00
25	1"			100,00
19	3/4"			100,00
9,5	3/8"			100,00
4,75	# 4		0,3	99,75
2	# 10		1,4	98,81
0,425	# 40		2,60	97,79
0,075	# 200		6,40	94,56

**Elaborado por:** GEOCON 2016.



**Figura 2-17** Curva de distribución granulométrica para la muestra 2  
**Fuente:** GEOCON 2016.

### 2.5.2 Límites de Atterberg

También llamado límites de consistencia, es un ensayo realizado para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Permite obtener el rango de humedad en el cual el suelo se mantiene en estado plástico.

Mediante los datos obtenidos es posible clasificar el suelo en la USCS.

**Tabla XI.** Límites de Atterberg de la muestra 1

LÍMITES DE ATTERBERG			
MUESTRA No.	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
1	48,7	47,1	1,6

**Elaborado por:** GEOCON 2016.

**Tabla XII.** Límites de Atterberg de la muestra 2

LÍMITES DE ATTERBERG			
MUESTRA No.	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
2	46,2	31,0	15,2

**Elaborado por:** GEOCON 2016.

### 2.5.3 Contenido de humedad

Este ensayo permite conocer la cantidad de agua contenida en una muestra de suelo. El ensayo se realiza pesando la muestra, luego llevarla al horno por 24 horas y luego poder tener el peso seco, así se calcula el contenido de humedad en base a los pesos obtenidos.

**Tabla XIII.** Contenido de humedad de la muestra 1

CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD: Norma ASTM D 2216 / AASHTO T 265-93 (2000)

Peso Húm. + tara	89,80
Peso Seco + tara	84,80
Peso Agua	5,00
Peso Tara	23,80
Peso Seco	61,00
% de Humedad	8,20

Peso Húm.+ tara	152,10
Peso Tara	34,30
Peso Seco	108,88

**Elaborado por:** GEOCON 2016.

**Tabla XIV.** Contenido de humedad de la muestra 2

CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD: Norma ASTM D 2216 / AASHTO T 265-93 (2000)

Peso Húm. + tara	139,50
Peso Seco + tara	122,80
Peso Agua	16,70
<b>Peso Tara</b>	<b>34,04</b>
Peso Seco	88,76
<b>% de Humedad</b>	<b>18,81</b>

Peso Húm.+ tara	174,70
<b>Peso Tara</b>	<b>34,80</b>
Peso Seco	117,75

Elaborado por: GEOCON 2016.

### 2.5.4 Perforación – Tubo Shelby

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



**Figura 2-18** Tubo Shelby usado en el sitio.  
**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

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



**Figura 2-19** Perforación realizada.  
**Fuente:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Del tubo Shelby se realizó el siguiente ensayo:

#### 2.5.4.1 Ensayo de compresión simple

Este ensayo permite obtener el valor de 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 aumenta la carga.

**Tabla XV.** Resultados obtenidos en el ensayo, sometiendo la muestra a distintas cargas

Deformación	Dial de carga	Carga Kg	Deformación total (pulg.)	Deformación Unitaria %	Area Corregida	Esfuerzo Kg/cm2
10	7	0,70	0,01	0,357	9,52	0,0735
20	18	1,80	0,02	0,714	9,56	0,1883
30	36	3,60	0,03	1,072	9,59	0,3753
40	58	5,80	0,04	1,429	9,63	0,6025
50	89	8,90	0,05	1,786	9,66	0,9211
60	146	14,60	0,06	2,143	9,70	1,5055
70	189	18,90	0,07	2,501	9,73	1,9418
80	204	20,40	0,08	2,858	9,77	2,0883
90	216	21,60	0,09	3,215	9,80	2,2030
100	218	21,80	0,1	3,572	9,84	2,2152
120	218	21,80	0,12	4,287	9,91	2,1988
140						
160						
180						
200						
220						
240						
260						
280						

**Elaborado por:** GEOCON 2016.


**Tabla XVI.** Capacidad de carga obtenida.

<b>Resultados</b>	
qu:	2,20 Kg/cm <sup>2</sup>
e %	4,29


Elaborado por: GEOCON 2016.

Interpretando los resultados se define que el valor de la resistencia a la compresión del suelo (qu) es de 2.20 kg/cm<sup>2</sup> y la relación de vacíos (e) en la muestra es de 4.29 %.

**Tabla XVII.** Hoja estratigráfica y resultados obtenidos

<b>HOJA ESTRATIGRÁFICA Y RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO</b>													
		<b>Proyecto:</b> Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Familia Ponce"											
		<b>Contratista:</b> Ing. Henry Ponce											
		<b>Localización:</b> Santa Lucía											
		<b>Inicio:</b> 05 de Diciembre de 2016 <b>Terminación:</b> 05 de Diciembre de 2016											
N° muestra	Prof. (m.) muestras	# Golpes (N)	Estratigrafía SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Muestreador	ENSAYOS DE LABORATORIO							
						Wn %	LL% %	IP %	% pas # 4	% pas # 200	qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	e %	γ <sub>v</sub> Kg/m <sup>3</sup>
1	0,00-0,85		ML	Limo de baja plasticidad color café claro	FUNDA	8,20	48,67	1,57	100,00	65,37			
2	0,85-1,00		ML	Limo de baja plasticidad color gris	SHELBY	18,81	46,19	15,18	99,75	94,56	2,20	4,29	1563

<b>Simbología:</b>		<b>Wn</b> Contenido de Humedad <b>% pas # 4</b> Pasante Tamiz N°4 <b>% pas # 200</b> Pasante Tamiz N°200 <b>LP</b> Límite Plástico <b>IP</b> Índice de Plasticidad <b>Rev.</b> Revestimiento
--------------------	---	---

Elaborado por: GEOCON 2016.

## 2.6 Aspecto económico y social

Los recintos pertenecientes a Santa Lucía dan cabida a personas de escasos recursos que según el Censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en el año 2010, son 33330 aproximadamente.

El terreno se encuentra en una zona fértil que admite cultivar diferentes productos tropicales. Mayormente se caracteriza por la producción arroceras, aunque también se aprecian sembríos de cacao, caña de azúcar, banano, maíz, mango, entre otros. En las haciendas se puede observar la cría de ganado vacuno, porcino y caballar.

Otra fuente de ingreso de dinero son las piladoras de arroz y elaboración de artículos artesanales.

## **2.7 Limitaciones del Proyecto.**

### **2.7.1 Aceptación social**

Para este proyecto se tomarán en cuenta la capacidad económica de la población del sector, así como la aceptación social del tipo de vivienda, por lo que se realizarán los respectivos análisis para 3 tipos de viviendas: estructura de hormigón, metálica y de caña guadua.

Las personas generalmente consideran la caña como sinónimo de pobreza, pero en este proyecto se busca erradicar ese concepto. Dando a conocer las ventajas de esta, así como sus propiedades, logrando un diseño sismo resistente y en óptimas condiciones para el uso de cualquier familia de cualquier estrato social a bajo costo.

### **2.7.2 Acceso a Servicios Básicos**

El recinto Barbasco del Rio no cuenta con una red de agua potable, tampoco cuenta con una red de alcantarillado tanto pluvial como sanitario. La vivienda

estudiada obtiene el agua potable a través de un pozo de 23 m de profundidad, las alternativas de diseño buscaran mejorar el acceso con soluciones ingenieriles a estos servicios básicos que son indispensables.

### **2.7.3 Derecho de Vía.**

Se realizó la implantación estructural de la vivienda de interés social, respetando el derecho de vía el cual de acuerdo al artículo 4 del reglamento Aplicativo de la Ley de Caminos, establece que, de manera general, se permite construir cerramientos a partir de los 25 metros contados desde el centro de la vía, y edificar viviendas al margen de los 30 metros desde el eje de la carretera hacia cada uno de los lados. (MTO, 2012). Ver Figura 2.8.

### **2.7.4 Afectación por ruido**

#### *2.7.4.1 Ruido ocasionado por Tráfico*

La estructura de vivienda que se propone tendría una leve contaminación por ruido, debido a que se localiza al costado de una carretera, dicha contaminación se verá mitigada por la distancia a la que se encuentra la vivienda de la vía y por los materiales de construcción usados en las alternativas de diseño.

Podemos categorizar los niveles de intensidad del sonido por actividad o maquinaria, y la afectación que tienen cada una de ellos en la salud de los seres humanos (verde es tolerable, amarillo es molesto y rojo es doloroso) en la siguiente figura. Ver Figura 2.20.

Nivel de intensidad del sonido.	
200 dB	Bomba atómica similar a Hiroshima y Nagasaki
180 dB	Explosión del Volcan Krakatoa. Cohete en Despegue
140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión en despegue
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto / acto cívico
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición

**Figura 2-20** Niveles de Intensidad de Sonido  
**Fuente:** La contaminación acústica Blogspot

En nuestro proyecto entramos al rango de molesto, con una intensidad de sonido de 90 db correspondiente al ruido ocasionado en un tráfico, este ruido disminuye a medida que nos alejamos de la fuente del sonido (carretera) de acuerdo a la ecuación de Nivel de Intensidad Sonora (L) de una Fuente puntal Unidireccional.

$$L = L_W - 20 \log d - 11 + ID$$

Donde:

- L= nivel de intensidad sonora para una fuente puntal unidireccional con ID(db).



- $L_W$  = nivel de potencia Sonora de la Fuente(db).
- $d$  = distancia a la fuente desde el punto considerado (m).
- $ID$  = índice de directividad de la fuente.

Para el cálculo del índice de directividad tenemos que ver la Figura 13.

$ID = 10 \log ( l_{ij} / l_0 )$		
<i>ID = índice de directividad</i>		
<i><math>l_{ij}</math> = intensidad sonora en la dirección considerada (<math>W/m^2</math>)</i>		
<i><math>l_0</math> = intensidad sonora de referencia (<math>10^{-12} W/m^2</math>)</i>		
$Q_d = 2$	$Q_d = 4$	$Q_d = 8$
$ID = 3$	$ID = 6$	$ID = 9$
fuente ubicada en plano	fuente ubicada en diedro recto	fuente ubicada en triedro recto

**Figura 2-21** Índice de directividad (ID)

**Fuente:** Acústica Arquitectónica Definiciones, Formulas y Tablas

**Elaborado por:** Arq. Ricardo Estelles

Con un  $ID = 9$  procedemos a calcular el Nivel de Intensidad Sonora.

$$L = 90 - 20 \log 30 - 11 + 9 = 58.5 \text{ db}$$

Con una intensidad sonora de 58.5 db estamos en la zona de un ruido por aglomeración de gente, en un rango tolerable de ruido.

#### 2.7.4.2 Disipación del Ruido debido a los Materiales Estructurales.

En general, la velocidad del sonido se propaga con mayor velocidad en los sólidos que en los líquidos y gases.

La velocidad del sonido en el aire es de 343 m/s (a una temperatura de 20 °C) y de 331,5 m/s (a una temperatura de 0 °C); en el agua es de 1,593 m/s (a 25

°C); en la madera es de 3,700 m/s; en el hormigón es de 4,000 m/s; en el acero es de 6,100 m/s y en el aluminio es de 6,400 m/s. (Tips, 2016)

De acuerdo a la velocidad de propagación del sonido, una alternativa de vivienda con material de construcción a base de madera es la más indicada para reducir la propagación del ruido ocasionado por el tráfico en la carretera.

# **CAPÍTULO 3**

## **CONSIDERACIONES PARA UNA ESTRUCTURA SISMO RESISTENTE**

### **3.1 Descripción de la estructura**

La vivienda a diseñar será una estructura de dos plantas, en la cual la planta baja estará destinada a sala, comedor, cocina y baño social; la planta alta tendrá 3 dormitorios y un baño común.

La estructura de la vivienda estará conformada por pórticos resistentes a momentos, los cuales estarán diseñados con 3 diferentes alternativas estructurales:

- Diseño estructural en hormigón armado.
- Diseño en estructura metálica.
- Diseño estructural con caña guadua.

El pórtico resistente a momento es un mecanismo dúctil que permite una adecuada disipación de la energía sin colapso, es una estructura continua en donde las vigas y columnas están unidas rígidamente. Las cargas aplicadas provocan momentos y esfuerzos cortantes, es estáticamente indeterminada.

El área de cada planta es de 56 m<sup>2</sup>.

### **3.2 Bases de diseño**

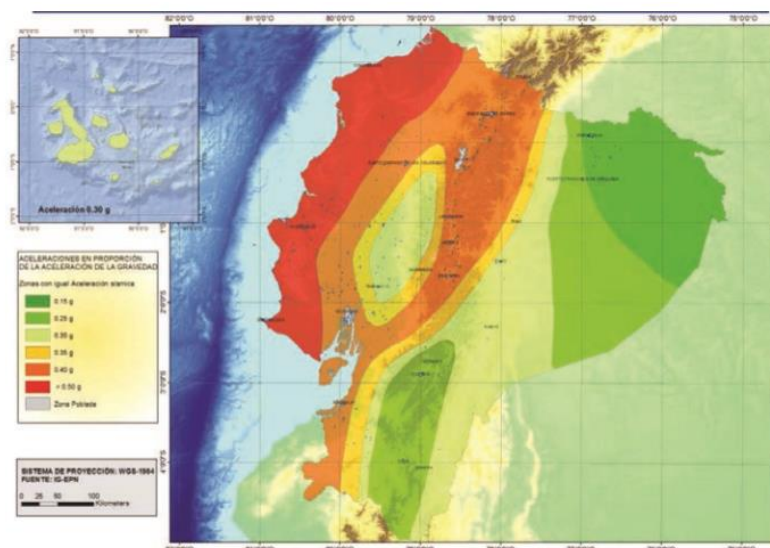
La filosofía de diseño utilizada se basará en el desempeño, de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015. El principal objetivo es evitar la pérdida de vidas ocasionadas en colapsos de las diferentes estructuras.

Los procedimientos se realizarán considerando los siguientes factores:

- Tipo de suelo
- Zona sísmica en la que se emplaza la obra
- Tipo de uso de la estructura

### 3.2.1 Zonificación sísmica

La zona sísmica se caracteriza por el valor del factor de zona Z, el cual está dado de acuerdo a la NEC, 2015; en el siguiente mapa:



**Figura 3-1** Mapa de Zona Sísmica del Ecuador.

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** NEC (2015)

La zona sísmica se determinará según el sitio donde estará ubicada la estructura:

**Tabla XVIII.** Hoja estratigráfica y resultados obtenidos

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
<b>Factor Z</b>	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	≥0,5
<b>Caracterización</b>	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** NEC (2015)

La estructura estará implantada en la zona costera, en el cantón Santa Lucía, ubicada en la Zona V con un **Factor Z igual a 0.4** considerándose una zona de riesgo sísmico alto.

### 3.2.2 Tipo de suelo – Geología del lugar

Mediante los ensayos realizados se obtuvieron los siguientes resultados:

Clasificación del suelo: **ML, Limo de baja plasticidad**

$$Q_u: 2.20 \text{ Kg/cm}^2 = 220 \text{ KPa}$$

$$S_u = \frac{Q_u}{2}$$

$$S_u = 110 \text{ KPa}$$

**Tabla XIX.** Clasificación según el tipo de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 380 \text{ m/s}$
D	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$380 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
E	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
	Perfil que cumple el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
F	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$
	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
F	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia a ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: NEC (2015)

De acuerdo a la NEC 2015 indica que, para suelos con resistencia de corte no drenado,  $S_u$ , mayor a 100 KPa se debe considerar el suelo **TIPO C**.

**Tabla XX.** Fa: Coeficiente de ampliación de suelo en la zona de periodo corto.

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

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: NEC (2015)

**Tabla XXI.** Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

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

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: NEC (2015)

**Tabla XXII.** Fs: Comportamiento no lineal de los suelos

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

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: NEC (2015)

Los coeficientes del perfil del suelo según el tipo de suelo y la zona sísmica son los siguientes:

**Tabla XXIII.** Coeficientes del perfil se suelo en estudio

Suelo tipo C	Fa	1,20
	Fd	1,11
	Fs	1,11

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### 3.2.3 Tipo de uso

La estructura de vivienda que se analizara no corresponde a la categoría de esencial ni especial; por lo que el **factor de importancia, I es igual a 1.0.**

**Tabla XXIV.** Coeficiente I, según el tipo de uso de la estructura.

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

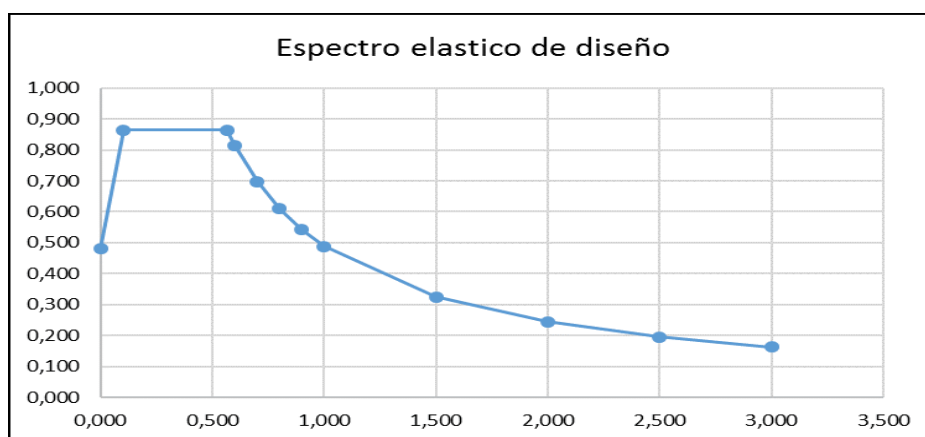
Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: NEC (2015)



### 3.3 Espectro de Respuesta – Elástico

El espectro de respuesta elástico es un gráfico de la respuesta máxima de aceleraciones producido por una acción dinámica en una estructura. En las abscisas representa el periodo de la estructura y en las ordenadas las aceleraciones máximas.



**Figura 3-2** Espectro de respuesta elástico para la vivienda en Santa Lucia.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

## **CAPÍTULO 4**

**PRE DIMENSIONAMIENTO, DISEÑOS,  
PRESUPUESTOS Y MATRICES AMBIENTALES DE  
LAS TRES ALTERNATIVAS**

## **4.1 Vivienda con sistema estructural de Hormigón Armado.**

### **4.1.1 Arreglo Estructural**

Esta alternativa consiste en el diseño de una vivienda unifamiliar de interés social, el sistema estructural a considerar es el de Pórticos de Hormigón Armado Resistente a Momento. La norma que rige este diseño es la NEC 2015.

El pórtico resistente a momento es una estructura continua en donde las vigas y columnas están unidas rígidamente. Las cargas aplicadas provocan momentos y esfuerzos cortantes, es estáticamente indeterminada.

Para el respectivo análisis de predimensionamiento y diseño de los elementos de nuestra estructura se pretende seguir los siguientes pasos:

1. Estimar las cargas de servicio, las cuales son cargas muertas y cargas vivas que se aplicarán en cada elemento de la estructura. Así mismo se estimará la carga y el peso sísmico.
2. Con las dimensiones de la estructura y el diseño arquitectónico de 2 pórticos en el eje x separados una distancia de 3.50 m y 2 pórticos en el eje y separados 4 m, podremos determinar si la vivienda presenta irregularidades, tanto de elevación como de planta.

3. Con la distribución de las cargas en los diferentes elementos estructurales podemos entrar al pre diseño, tanto de vigas principales, vigas secundarias, losas y columnas.
4. Teniendo el prediseño de los elementos estructurales procedemos a ingresar los datos en un programa de análisis estructural ETABS de la familia de programas del CSI (Computers & Structures), el cual utiliza el método de rigidez y elementos finitos para resolver estructuras determinadas e indeterminadas.
5. Después de modelar la estructura se procede a correr el programa con el fin de obtener los periodos fundamentales, los desplazamientos, derivas de entrepiso elásticas e inelásticas y sus respectivas fuerzas internas de la estructura, debido a los diferentes tipos de esfuerzos que se ejercen sobre la edificación.
6. Una vez hecha la comparación y comprobación de los resultados y viendo que todo cumpla las normas, procedemos al respectivo diseño definitivo de nuestros elementos. Tanto de dimensiones y áreas de acero.

#### *4.1.1.1 Descripción de los materiales*

Los materiales a usarse y especificaciones técnicas para el diseño de los elementos estructurales como columnas, losa, vigas y cimentación de la vivienda, se detallarán a continuación:

La estructura estará constituida por elementos de hormigón armado, con una resistencia del hormigón  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y con un acero de refuerzo ASTM A615 Gr 60, con un esfuerzo de fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Las barras de refuerzo A615 aumentan la resistencia a la tracción del hormigón, y se puede utilizar tanto para el refuerzo primario y secundario.

Las vigas principales, vigas secundarias serán de sección rectangular, columnas de planta baja y planta alta serán de sección cuadrada.

El sistema de piso consistirá en un tablero compuesto de una losa fundida sobre paneles metálicos (NOVALOSA).

Asumiendo que cada piso es infinitamente rígido; esto es, todos los nudos de un mismo piso se desplazan la misma cantidad, se debe definir diafragmas rígidos en el modelo del software ETABS.

|

#### 4.1.2 Determinación de Cargas

A continuación, se detallan las cargas consideradas:

##### 4.1.2.1 Cargas Vivas

**Tabla XXV.** Cargas vivas para la vivienda de Hormigón Armado

<b>CARGAS VIVAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>	<b>Ton/m<sup>2</sup></b>
Viviendas unifamiliares y bifamiliares	2.00	0.2
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	0.07

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para el caso de las cargas vivas hay que tomar en cuenta una reducción, esta reducción no se considera para el caso de las cubiertas, se calculara la carga reducida de los elementos estructurales como se detalla a continuación:

$$Si K_{LL} A_t \geq 35m^2 ; L = L_o \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{k_{LL} * A_t}} \right)$$

En donde:

- L: Carga viva reducida
- L: Carga viva
- $K_{LL}$ : Factor de Sobrecarga
- $A_t$  : Área Tributaria

**Tabla XXVI.** Factor de sobrecarga del elemento de soporte  $K_{LL}$

Elemento	$K_{LL}$ <sup>a</sup>
<b>Columnas</b>	
Columnas interiores	4
Columnas exteriores sin losas en volado	4
Columnas de borde con losas en volado	3
Columnas esquineras con losas en volado	2
<b>Vigas de borde sin losas en volado</b>	2
Vigas interiores	2
<b>Todos los demás elementos no identificados incluyendo:</b>	
Vigas de borde con losas en volado	
Vigas en volado	
Losas en una dirección	1
Losas en dos direcciones	
Elementos que no tengan mecanismos de transferencia de cortante normal a la dirección de la luz	

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Se realiza el análisis para los elementos interiores los cuales son los más críticos.

## Losa

En la losa no se realiza la comprobación porque se está usando NOVALOSA.

### **Vigas Interiores**

$$A_t = 3.5 \times 4 = 14 \text{ m}^2$$

$$K_{II} = 2$$

$K_{II} \times A_t = 2 \times 14 = 28 \text{ m}^2 < 35 \text{ m}^2$ , por lo tanto, no se hace una reducción de la carga viva a este elemento.

### **Columnas Interiores**

$$A_t = 3.5 \times 4 = 14 \text{ m}^2$$

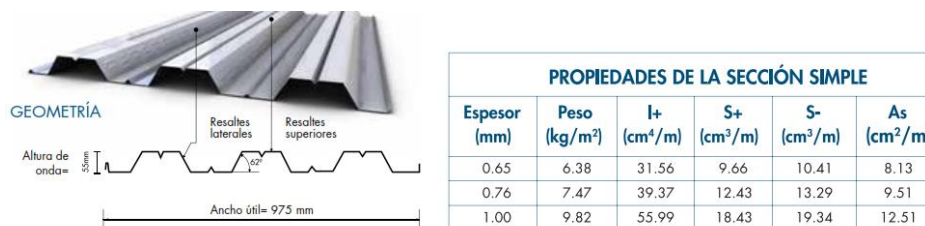
$$K_{II} = 4$$

$K_{II} \times A_t = 4 \times 14 = 56 \text{ m}^2 > 35 \text{ m}^2$ , por lo tanto, se realiza una reducción de la carga viva a este elemento de acuerdo a Figura 13.

$$L = L_o \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{k_{LL} * A_t}} \right) = 0.20 \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{56}} \right) = 0.172 \text{ Ton/m}^2$$

#### *4.1.2.2 Cargas Muertas*

Este análisis se realizará en base a las cargas que actúan permanentemente en la estructura, las cuales son: losa, recubrimientos, enlucidos, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y el peso propio de los elementos (vigas, columnas, etc.). Estas cargas serán repartidas uniformemente a cada uno de los elementos que componen la estructura. Para el armado de la losa se usó Novalosa. Ver Figura 12.



**Figura 4-1** Características Físicas de la lámina de acero galvanizada Novalosa

**Fuente:** Novacero

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla XXVII.** Cargas muertas para la vivienda de Hormigón Armado

CARGAS MUERTAS	
Descripción	Ton/m <sup>2</sup>
Novalosa, e=0.65 mm	0.006
Losa, h=5 cm	0.18
Baldosas	0.1
Paredes	0.2
Enlucido, instalaciones, etc	0.04
<b>Wd</b>	<b>0.526</b>

**Fuente:** Catálogos Novacero

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.1.2.3 Peso Propio de los Elementos.

**Tabla XXVIII.** Peso propio de los elementos estructurales.

PESO PROPIO	
Descripción	ton/m <sup>2</sup>
Vigas y columnas	0.07

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.1.2.4 Resumen de cargas por Niveles

### Carga Muerta WD para el Primer piso



Para el primer piso se considera la carga muerta de la tabla 26 y el peso propio de los elementos de la tabla 27.

$$WD = \text{Carga Muerta}(Wd) + \text{Peso propio} = 0.526 + 0.07 = 0.596 \text{ ton/m}^2$$

### Carga Muerta $W_{Dc}$ para la Cubierta

**Tabla XXIX.** Carga Muerta para la Cubierta.

<b>CARGAS MUERTAS CUBIERTA</b>	
Descripción	Ton/m <sup>2</sup>
Novalosa, e=0.65 mm	0.006
Enlucido, instalaciones, etc	0.04
Peso Propio Vigas y columnas	0.07
<b><math>W_{Dc}</math></b>	<b>0.116</b>

**Fuente:** Catálogos Novacero

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

A continuación, se realiza un resumen detallando las cargas muertas (inc.

Peso propio) y vivas por niveles.

**Tabla XXX.** Carga Muerta para la Cubierta

<b>Primer Piso</b>	<b><math>WD</math></b>	0,596 ton/m <sup>2</sup>
	<b><math>WL</math></b>	0,172 ton/m <sup>2</sup>
<b>Cubierta</b>	<b><math>W_{Dc}</math></b>	0,116 ton/m <sup>2</sup>
	<b><math>WL</math></b>	0,070 ton/m <sup>2</sup>

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

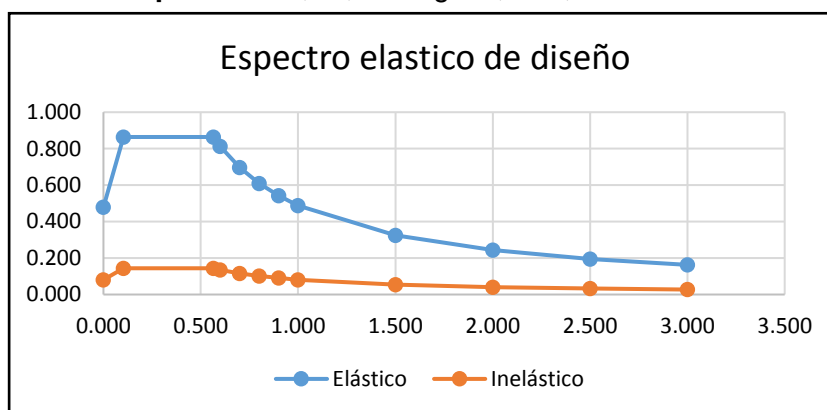
### 4.1.3 Cargas Sísmicas

Para el cálculo de las cargas sísmicas, se considerará el tipo de suelo, el coeficiente de respuesta sísmica elástico. Ver capítulo 3, sección 3.2 del Documento, el coeficiente de respuesta sísmica inelástico según el tipo de estructura y los factores de irregularidad., Ver Tabla 31 y figura 4.2 del Documento.

**Tabla XXXI.** Factores aplicados para el diseño de la estructura de hormigón Armado

<b>Factor de Importancia I</b>	1,00
<b>Coef. Resp. Sísmica R</b>	8,00
<b>Factor Irreg. Planta <math>\phi_p</math></b>	1,00
<b>Factor Irreg. Elevación <math>\phi_e</math></b>	1,00

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-2** Espectro de respuesta para estructura de hormigón.  
Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para calcular el cálculo de coeficiente de respuesta sísmica inelástico, primero debemos conocer el periodo de vibración de la estructura T.

### Periodo de Vibración T

Según la NEC-SE-DS (Peligro Sísmico), el periodo de vibración aproximativo de la estructura T, nos da dos métodos. El valor T obtenido al utilizar estos métodos es una estimación inicial razonable del periodo estructural que permite el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicar sobre la estructura y realizar su dimensionamiento. (NE-SE-DS, 2014)

**Para nuestro análisis utilizamos el Método 1.**

El Método 1 dice que, para estructuras de edificación, el valor T puede determinarse de manera aproximada mediante la expresión:

$$T = Ct hn^{\alpha}$$

- Ct: Coeficiente que depende del tipo de edificio
- hn: Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.
- T: Periodo de vibración.

**Para nuestra vivienda tenemos:**

De la tabla del Cap NEC-SE-DS 6.3.3 Ver Figura 15.

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

**Figura 4-3** Coeficiente para hallar el periodo de vibración

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para Pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras, se tiene:

- Ct= 0.055
- α = 0.9
- hn= 6 m

**Por lo tanto:**

$$T = Ct hn^{\alpha} = 0.055 * 6^{0.9}$$

$$T = 0.28 \text{ seg.}$$

Las cargas laterales aplicadas en la estructura se las calcula mediante el análisis del cortante basal, el cual integra el coeficiente sísmico tomado del

espectro de respuesta inelástico, las cargas muertas de piso y el área de planta.

#### 4.1.3.1 Cortante Basal de Diseño V.

Basándonos en la NEC\_SE\_DS\_(Peligro Sísmico) sección 6.3.2, el cortante basal total de diseño V, a nivel de cargas últimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{I Sa(Ta)}{R \emptyset P \emptyset E}$$

- Sa(Ta): Espectro de diseño en aceleración.
- $\emptyset P$  y  $\emptyset E$ : Coeficientes de configuración en planta y elevación.
- I: Coeficiente de importancia.
- R: Factor de reducción de resistencia sísmica.
- V: Cortante Basal total de diseño.
- W: Carga sísmica reactiva.
- Tn: Periodo de vibración.

#### Calculo de la Carga Sísmica reactiva.

- Peso muerto del 1 piso (Inc. Peso propio de los elementos) = 0.596 ton/m<sup>2</sup>
- Peso muerto de la cubierta (Inc. Peso propio de los elementos) = 0.116 ton/m<sup>2</sup>.
- Área de influencia = 7.00 x 8.00 = 56 m<sup>2</sup>.
- Peso sísmico Efectivo = [0.596 + 0.116] x 56 = 39.872 ton.
- Para un periodo de vibración T= 28 seg, el coeficiente de respuesta elástico de aceleraciones correspondiente es Sa(28)= 0.864
- Para los valores de I, R,  $\emptyset P$ ,  $\emptyset E$  Ver Tabla 29 del Documento.

$$V = \frac{I Sa(Ta)}{R \emptyset P \emptyset E} W = \frac{1 * 0.864 * 39.872}{8 * 1 * 1}$$

$$V = 4.31 \text{ Ton.}$$

Para el Valor K coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura usamos la figura

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

**Figura 4-4** coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Dado que el valor de T = 0.28 seg es menor a 0.5 usamos un K=1

#### 4.1.3.2 Fuerzas Laterales Sísmicas.

Para la carga sísmica en x y en y utilizamos la siguiente ecuación, siendo:

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

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

**Tabla XXXII.** Calculo de Fuerzas Laterales (Sísmicas) para estructura de hormigón.

Nivel	Altura	Wx	PCRM	V =4.31 ton		
	(m)	(ton)	$W_x h_x^k$	$C_{vx}$	$F_x$	$V_x$
2	6	6.52	39.1	0.28	1.21	1.21
1	3	33.4	100.19	0.72	3.1	4.31
			<b>139.3</b>	<b>1</b>		

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.1.4 Predimensionamiento.

##### Predimensionamiento de columnas

Se escoge para el análisis las columnas centrales, por ser las más críticas, del predimensionamiento se obtuvo columnas de 30 x 30 cm. revisar Apéndice A

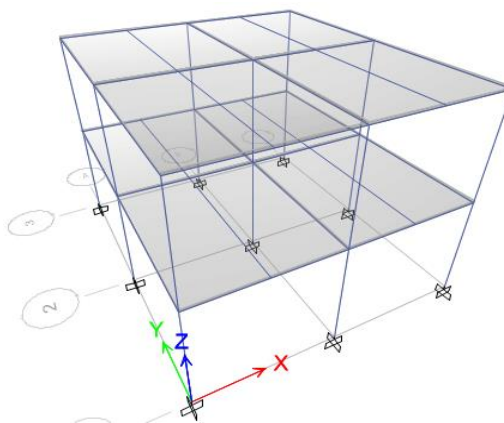
### **Predimensionamiento de Vigas**

Se escoge para el análisis las vigas centrales, por ser las más críticas, del predimensionamiento se obtuvo vigas de 20 x 25 cm revisar Apéndice A

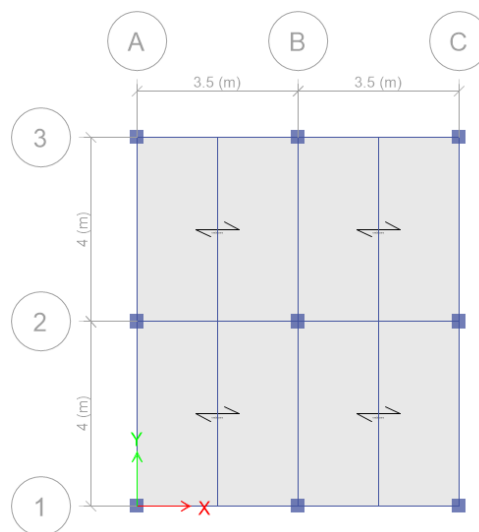
### **4.1.5 Diseño y Análisis Estructural en ETABS.**

#### **Antecedentes**

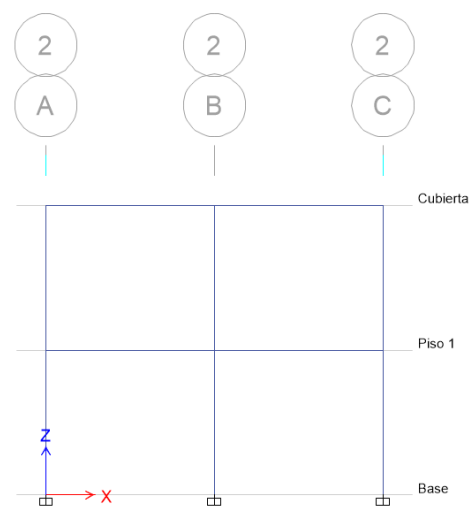
Se diseñará un edificio destinado a vivienda de dos pisos, la última losa se propone para cubierta no accesible. La edificación consta de dos vanos de 3.5 metros en la dirección X y de 4.00 metros en la dirección Y, y una altura de entrepiso de 3.00 metros.



**Figura 4-5** Vista 3D del modelo Estructural de Hormigón Armado.  
Elaborado por: **Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.**

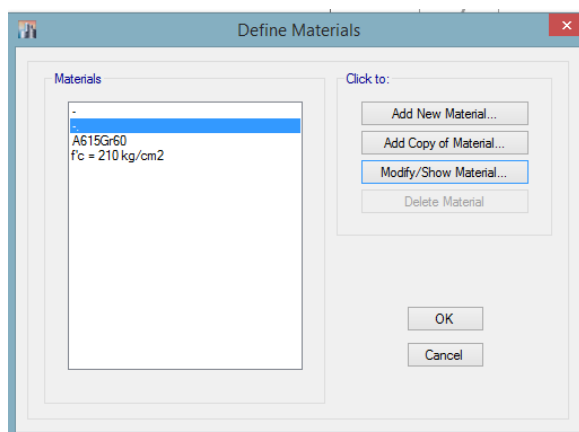


**Figura 4-6** Vista de Planta de la estructura de hormigón armado.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-7** Vista de elevación de la estructura de hormigón armado.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

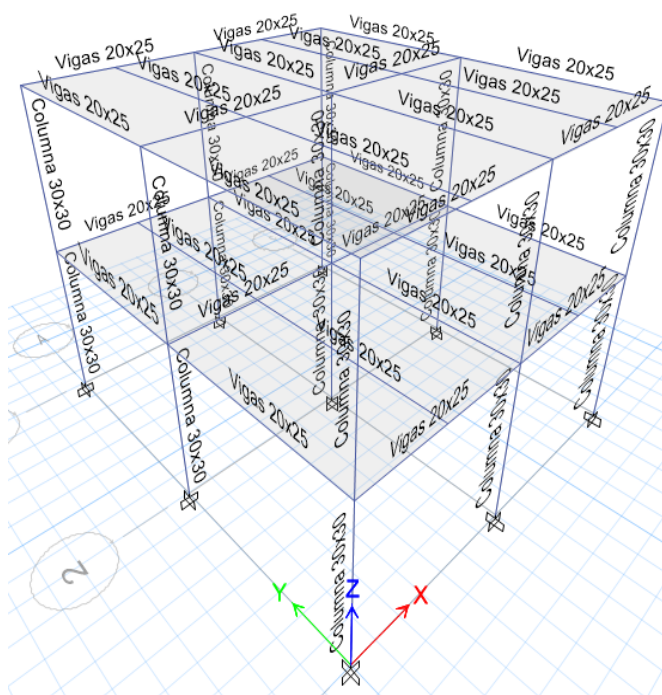
Las propiedades de los materiales que se emplearán en la estructura son los siguientes: resistencia del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la fluencia del acero A615 Gr 60  $f_y = 4200 \text{ kg/m}^2$ .



**Figura 4-8** Propiedades de los materiales ingresados al ETABS  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### Dimensión de los Elementos

La vivienda está compuesta por vigas de 20x25 cm en todos los pisos, por columnas de 30x30 cm en planta baja y en planta alta.



**Figura 4-9** Vigas y Columnas asignadas a la estructura de hormigón armado

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



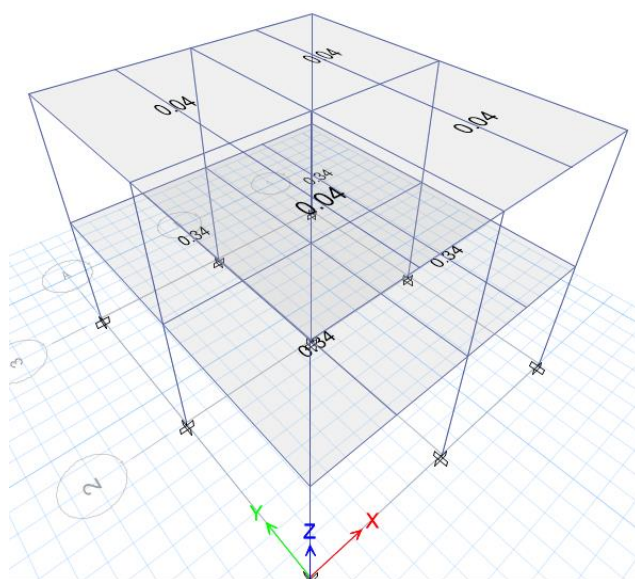
## Cargas

Para el ingreso de cargas no se considerará el peso propio de los elementos (vigas, columnas y NOVALOSA), el programa ETABS ya toma esta consideración en su análisis estructural.

**Tabla XXXIII. Cargas vivas y muertas por niveles de la estructura de Hormigón Armado.**

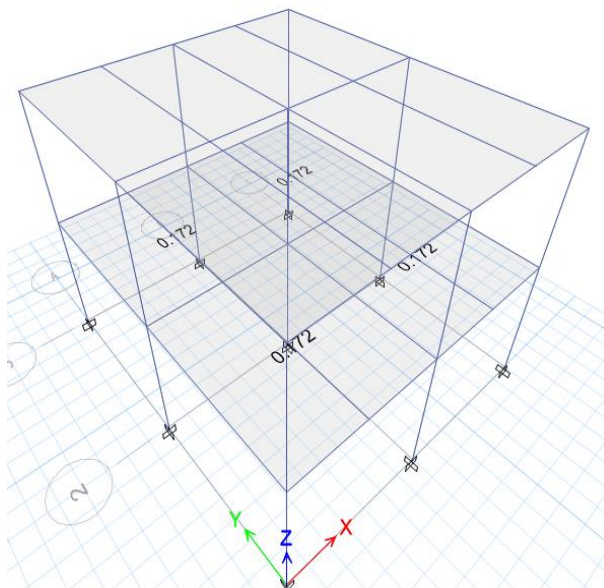
. Primer Piso	<b>WD</b>	0,340 ton/m <sup>2</sup>
	<b>WL</b>	0,172 ton/m <sup>2</sup>
Cubierta	<b>WD</b>	0,040 ton/m <sup>2</sup>
	<b>W<sub>Lr</sub></b>	0,070 ton/m <sup>2</sup>

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



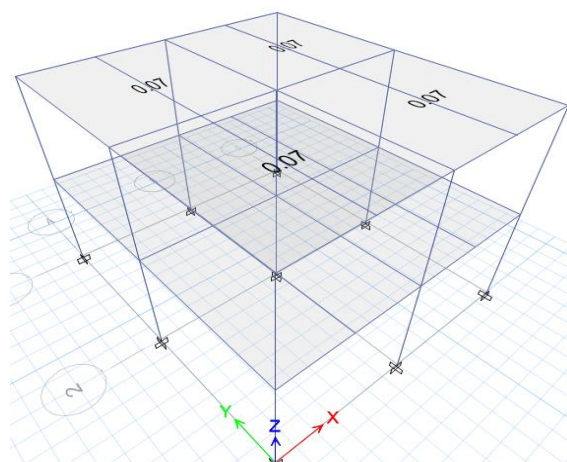
**Figura 4-10 Cargas muertas asignadas a los diferentes niveles de la estructura de hormigón armado.**

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-11 Carga Viva sobreimpuesta asignadas al primer nivel de la estructura de hormigón armado.**

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-12 Carga viva de cubierta asignadas a la estructura de hormigón armado.**

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### Combinación de Cargas

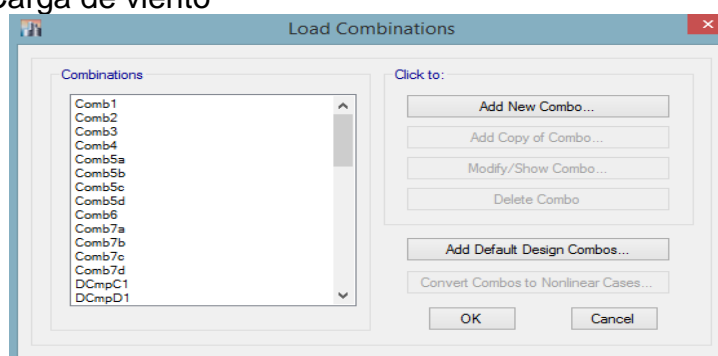
De acuerdo a lo que indica la NEC-SE-CG, \*Para las combinaciones 3, 4 y 5;

$L = 0.5 \text{ kN/M}^2$  si  $L_o \geq 4.8 \text{ kN/m}^2$

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5 máx. [Lr; S; R]
Combinación 3	1.2 D + 1.6 max[Lr; S; R] + max[L; 0.5W]
Combinación 4	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max [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

En donde:

- D= Carga permanente
- E= Carga de sismo
- L= Sobrecarga (carga viva)
- Lr=Sobrecarga cubierta (carga viva)
- S= Carga de granizo
- W= Carga de viento



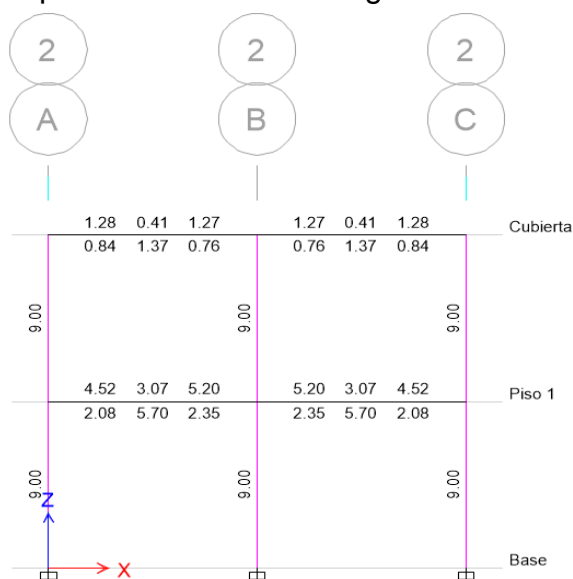
**Figura 4-13 Combinaciones de carga asignadas a la estructura de hormigón armado.**

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Todo el análisis de diseño se lo realiza para la viga del primer entrepiso, pórtico eje 2 entre los ejes A y B

## Diseño a Flexión de viga

Para este caso se determina la cantidad de acero necesario para las vigas del pórtico eje 2, mediante la aplicación del de análisis estructural ETABS, el cual indica la cantidad de acero de refuerzo necesario en la parte superior e inferior del elemento como se puede observar en la figura.

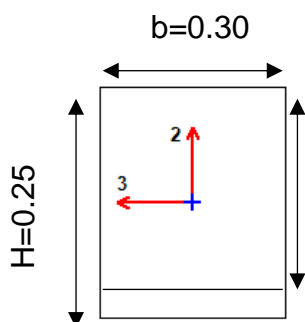


**Figura 4-14** Acero requerido para resistir los esfuerzos de flexión en Vigas y Columnas Ejes 2 “Estructura de Hormigón Armado”

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Tal como se observa en el entrepiso 1 se tiene la mayor cantidad de acero entre los ejes A y B. A partir de esto se procederá a realizar el diseño manual para comparar con los resultados que ETABS calcula.

### Datos:



$b$ = base de la viga (cm)

$H$ =altura de la viga (cm)

$d$ = peralte efectivo (cm)

nota: el peralte se obtiene de la diferencia de la altura de la viga y el recubrimiento de hormigón que usualmente es 4 cm.

## Revisión por Flexión

Se obtiene los momentos máximos de la viga para poder hallar la cantidad de acero de refuerzo a flexión.

**Tabla XXXIV.** Momentos y acero de refuerzo a flexión en la viga

	Momento de Diseño - (ton-m).	Momento de Diseño + (ton-m).	Refuerzo momento - (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo momento + (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo mínimo (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo requerido (cm <sup>2</sup> )
Superior (+2 ejes)	-0.73		1.04	3.07	1.27	3.07
Inferior (-2 ejes)		3.39	0.00	5.70	1.27	5.70

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

## Comprobación de requerimientos de acero

El valor de acero mínimo longitudinal requerido para flexión se encuentra en la norma NEC-SE-HM 4.2.5.

**Tabla XXXV.** Aceros de refuerzo y acero de refuerzo mínimo a flexión en la viga

	Refuerzo requerido (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo, momento + (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo, momento - (cm <sup>2</sup> )	Refuerzo mínimo (cm <sup>2</sup> )
Superior (+2 ejes)	3.07	3.07	1.04	1.27
Inferior (-2 ejes)	5.70	5.70	0.00	1.27

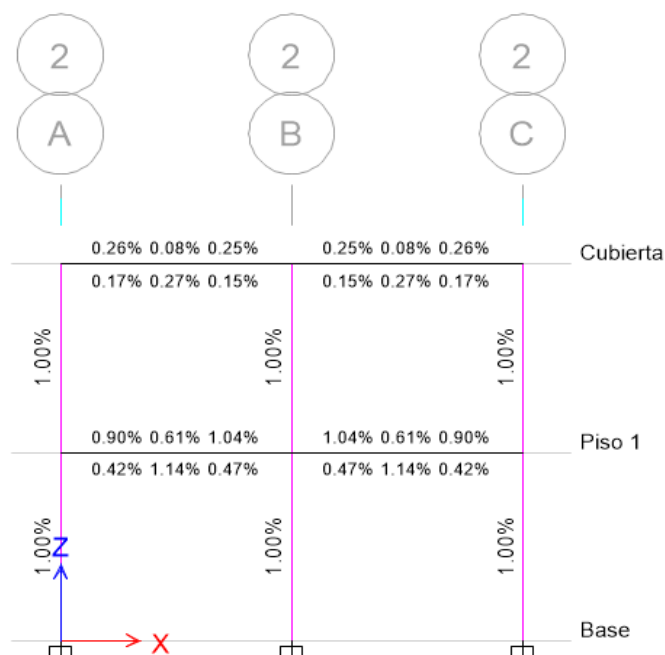
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

$$A_{s_{min}} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s_{min}} = 5.70 > 1.27 \text{ cm}^2 \text{ cumple}$$

Seguidamente se calcula la cuantía máxima permisible para zonas sísmicas y se compara con la cuantía requerida.

Del ETABS obtenemos la cuantía requerida.



**Figura 4-15** Cuantía en Vigas y Columnas Ejes 2 “Estructura de Hormigón Armado”  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Del Apéndice A, en la sección Predimensionamiento de Vigas Principales para la estructura de Hormigón Armado, se obtiene la cuantía máxima permisible:

$$\rho_{max} = 0.017$$

Se compara la cuantía máxima con la cuantía requerida.

$$\rho < \rho_{max} = 0.0114 < 0.017 \text{ cumple}$$

En el caso de que la cuantía máxima  $\rho_{max}$  sea superada, se deberá aumentar las dimensiones de la viga.

#### Cuantía de acero mínimo por temperatura

$$\rho_{tem} = 0.0018 \quad [\text{ACI } 24.4.3.2]$$

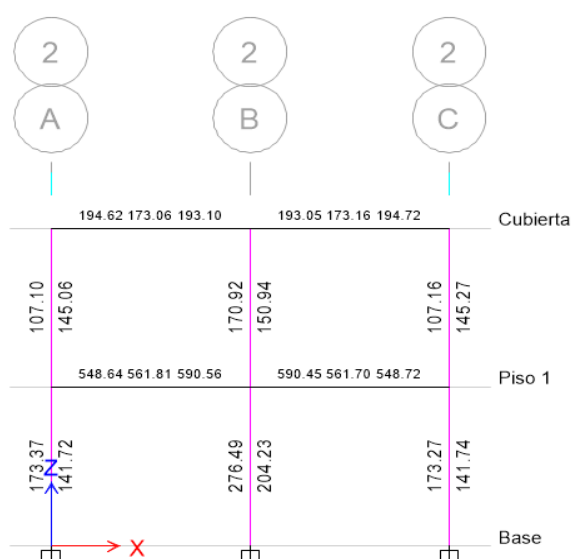
$$A_{tem} = 0.0018 \cdot b \cdot d$$

$$A_{tem} = 0.0018 * 20 * 21$$

$$A_{tem} = 0.756 \text{ cm}^2$$

### Diseño a corte en vigas

Se revisa el cálculo y diseño a cortante con el programa de análisis estructural ETABS. En la siguiente figura se muestra la cantidad de acero requerida para resistir los esfuerzos de cortante, que ha sido calculado por el programa.



**Figura 4-16** Acero requerido para resistir los esfuerzos de cortante en Vigas y Columnas Ejes 2 "Estructura de Hormigón Armado"

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

En vigas de hormigón armado se presentan dos maneras para poder resistir el corte. La primera es la resistencia que presenta solo el hormigón y la segunda es la resistencia que presenta el acero transversal o diagonal.

### Revisión Por Cortante

Resumen de diseño al corte, tabla de resultados que reporta el programa ETABS.

Tabla XXXVI. Diseño de Cortante y Torsión en la viga

Refuerzo A (cm <sup>2</sup> /m)	Refuerzo At/s (cm <sup>2</sup> /m)	Refuerzo A (cm <sup>2</sup> /m)	Diseño V (ton.)	Diseño T (ton-m.)	Diseño M (ton-m.)	Diseño P (ton.)
2.37	0	0	3.6133	2.58E-05	3.3908	0

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para el diseño de corte se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones que estipula el ACI 2014, capítulo 18, estructuras sismo resistentes. Para el ejemplo se usarán los siguientes datos.

- $\emptyset$  Estribo= 10 mm
- $\emptyset$  Varilla longitudinal= 20 mm

Espaciamiento, "S", de los estribos requeridos por la norma ACI 18.4.2.4, indicando:

- El primer estribo no debe estar a más de 50 mm de la cara del miembro de apoyo.
- El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de:

$$s = \frac{d}{4} = \frac{21}{4} = 5.25 \text{ cm}$$

$$s = 8 * \emptyset \text{Varilla longitudinal} = 8 * 2 = 16 \text{ cm}$$

$$s = 24 * \emptyset \text{Estribo} = 24 * 1 = 24 \text{ cm}$$

$$s = 300 \text{ mm}$$

Para la viga en estudio se toma un espaciamiento de 5 cm.

Se procede a revisar que se cumpla el acero mínimo

$$A_{min} = 0.0625 * \sqrt{f'c} * \frac{b * s}{fy} \geq 0.35 \frac{b * s}{fy}$$



$$A_{min} = 0.0625 * \sqrt{210} * \frac{30 * 5}{4200} \geq 0.35 \frac{30 * 5}{4200}$$

$$A_{min} = 0.032 \geq 0.013 \text{ cumple}$$

### Revisión de torsión en vigas

Cuando se tiene el siguiente caso:

$$T_u < \phi T_{th}$$

Se permite despreciar los efectos de la torsión.

Donde:

$\phi$  está definido en ACI 2014 capítulo 21, y tiene un valor de 0.75

$T_{th}$  = el umbral de torsión

$T_u$  = resistencia a la torsión en condiciones últimas.

Los valores de  $\sqrt{f'c}$  usados para calcular  $T_u$  y  $T_{cr}$  no deben exceder de **8.3**

MPa.  $\sqrt{21} = 4.58 \text{ mpa}$ .

**$T_{cr}$**  = torsión de fisuración

El umbral de torsión está definido como un cuarto de la torsión de fisuración.

[ACI 2014 R22.7.4]

Para hallar la torsión de fisuración se aplicará la ecuación que indica ACI 2014

tabla 22.7.5.1 para miembros no pre-esforzados.

$$T_{cr} = 0.33 \sqrt{f'c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Se relacionará los resultados obtenidos por medio del programa de análisis estructural con los obtenidos de las ecuaciones del ACI 2014 para comprobar los resultados.

**Tabla XXXVII.** Fuerza de Torsión y Refuerzo de Torsión.

$\phi * T$ (ton-m)	Tcr (ton-m)	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro, P(m)	Refuerzo A/s (cm <sup>2</sup> /m)	Refuerzo A(cm <sup>2</sup> )
2.58E-05	0.0801	0.0152	0.5444	0	0

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

El valor de  $A_o$  se lo puede expresar como  $A_{oh} * 0,85$ , siendo  $A_{oh}$  el área encerrada por el eje de refuerzo exterior a torsión.

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

$$A_o = 0.85 * 0.03 = 0.026 m^2$$

$$A_{cp} = \left(\frac{3}{2}\right) * 0.026 = 0.039 m^2$$

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

$$T_{ch} = 0.0833\sqrt{f'c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = 0.0833\sqrt{21Mpa} \left(\frac{0.039^2}{0.70}\right) * 1000 = 0.829 Kn.m$$

$$T_{ch} = 0.08 t.m$$

$$T_u < \phi T_{th}$$

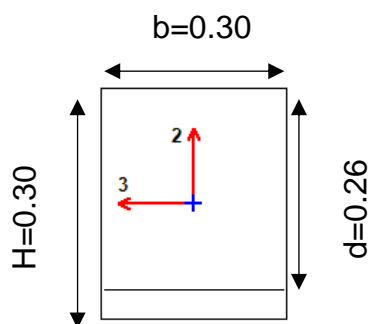
$$0.0000258 < 0.08 \text{ cumple}$$

## Diseño a Flexo-Compresión en Columnas

Se diseñará la columna del pórtico 2, sobre el eje B como se muestra en la figura.

Las características de la columna son las siguientes:

- Resistencia a la compresión del hormigón = 210 kg/cm
- Dimensiones = 30x30 cm
- Esfuerzo de fluencia del acero = 4200 kg/cm
- Altura de entrepiso = 3.00 m



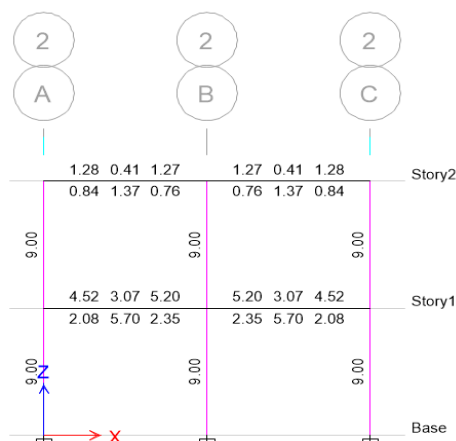
$b$  = base de la columna (cm)

$H$  = altura de la columna (cm)

$d$  = peralte efectivo (cm)

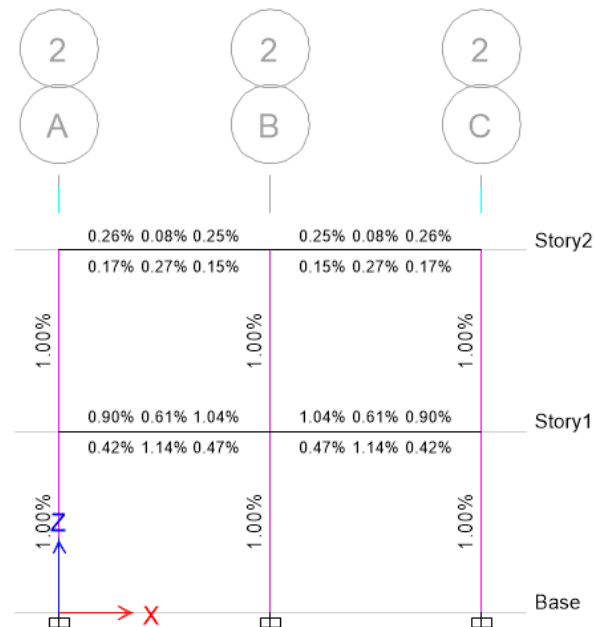
nota: el peralte se obtiene de la diferencia de la altura de la columna y el recubrimiento de hormigón que usualmente es 4 cm.

El programa de análisis estructural reporta los siguientes valores de acero de refuerzo longitudinal en centímetros cuadrados, el valor proporcionado corresponde a la armadura mínima en columnas.



**Figura 4-17** Acero de refuerzo columnas pórtico eje 2  
Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

En la siguiente figura se presenta las cuantías de refuerzo en vigas y columnas.



**Figura 4-18** Cuantía requerida vigas y columnas pórtico eje 2  
Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

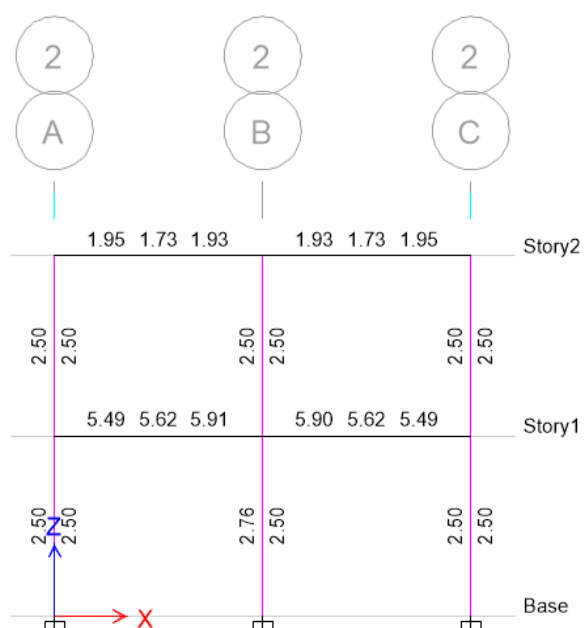
La cuantía de refuerzo debe cumplir el siguiente requisito, como indica la norma: NEC-SE-HM, 4.3.3

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

$$\frac{9 \text{ cm}^2}{30 * 30} = 0.01 \text{ cumple}$$

### Diseño a Corte en Columnas

El programa de análisis estructural realiza el diseño a corte considerando el corte de cálculo último y también tomando en cuenta la capacidad de los elementos. Pero no revisa la armadura por confinamiento.



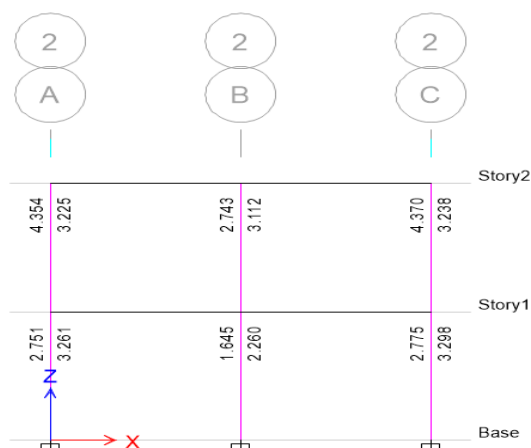
**Figura 4-19** Resultados del Análisis Estructural para el Diseño a Corte  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Se debe tomar en cuenta que los resultados mostrados por el programa indican la cantidad de acero por cada unidad de longitud. En este caso 2.76 cm por metro de longitud.

#### **Chequeo Columna Fuerte-Viga Débil**

Se revisa que la capacidad de las columnas que llegan al nudo, sean mayor que 1.20 veces la capacidad de la viga.

En la figura se presenta dos valores por columna, que representan la relación: (Capacidad de Columna/Capacidad de Viga), en cada dirección principal de análisis, "X" y "Y"



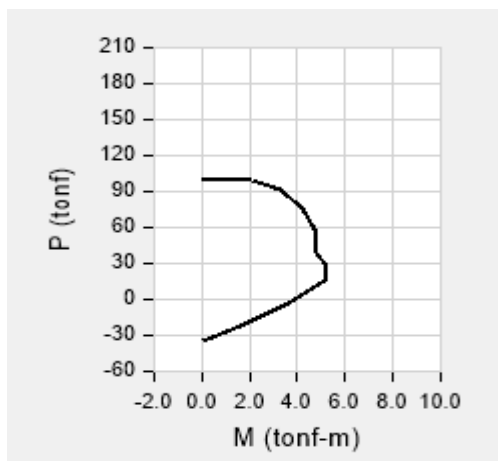
**Figura 4-20** Revisión de: Capacidad de Columna/Capacidad de viga  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para que se cumpla esta revisión, todos los valores deberían ser mayores que 1.20.

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

$$1.645 \geq 1.20 \text{ cumple}$$

Diagrama de Interacción Nominal



**Figura 4-21** Diagrama de Interacción Nominal Columna B, Pórtico eje 2.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.1.6 Presupuesto Estructura de Hormigón Armado.

**Tabla XXXVIII. Presupuesto de obra civil de la vivienda con sistema estructural de Hormigón Armado**

VIVIENDA UNIFAMILIAR SISTEMA ESTRUCTURAL DE HORMIGON ARMADO					
NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ					
EVALUACION # 1					
RUBRO No	DESCRIPCION DEL BIEN O SERVICIO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL
<b>I OBRAS PRELIMINARES</b>					
1,01	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CAÑA EXISTENTE(INC.DESALOJO)	M2	50,00	1,25	62,50
1,02	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO ( AREA DE CIMENTACION)	M2	65,00	0,70	45,53
1,03	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	65,00	1,67	108,71
1,04	RELLENO COMPACTADO TERRAPLEN H=1.20 M	M3	90,00	14,30	1.287,32
1,05	EXCAVACION	M3	17,39	7,02	122,13
					-
<b>SUBTOTAL I</b>					<b>1.626,19</b>
<b>II ESTRUCTURA HORMIGON ARMADO</b>					
2,01	REPLANTILLO	M2	9,00	11,22	100,99
2,02	HORMIGON CICLOPEO	M2	12,29	23,65	290,67
2,03	PLINTOS Y RIOSTRAS	M3	4,61	400,29	1.845,35
2,04	COLUMNAS	M3	3,21	525,00	1.685,25
2,05	VIGAS	M3	2,05	525,00	1.076,25
2,06	CONTRAPISO	M2	56,00	33,15	1.856,40
2,07	PILARETES	ML	22,80	20,78	473,78
2,08	LOSA NOVALOSA	M2	56,00	95,23	5.332,88
2,09	ESCALERA	M3	0,78	307,00	239,46
2,10	DINTELES DE PUERTAS Y VENTANAS	M3	14,00	22,04	308,56
2,11	LOSA DE MESON	M2	4,55	40,00	182,00
					-
<b>SUBTOTAL II</b>					<b>13.391,59</b>
<b>III MAMPOSTERIA Y ENLUCIDOS</b>					
3,01	MAMPOSTERIA DE BLOQUE (9 X 19 X 39)CM.	M2	130,00	20,83	2.707,90
3,02	ENLUCIDOS DE PAREDES	M2	262,00	15,19	3.979,78
3,03	ENLUCIDO DE LOSA Y ESCALERAS	M2	62,00	16,68	1.034,16
					-
<b>SUBTOTAL III</b>					<b>7.721,84</b>
<b>IV CUBIERTA</b>					
4,01	CUBIERTA (INCLUYE ESTRUCTURA)	M2	59,20	25,46	1.507,23
					-
<b>SUBTOTAL IV</b>					<b>1.507,23</b>
<b>V REVESTIMIENTOS</b>					
5,01	CERAMICA EN PISOS	M2	106,00	42,83	4.539,98
5,02	CERAMICA EN BAÑOS	M2	15,00	29,22	438,30
5,03	REVESTIMIENTO DE GRANITO EN LOS MESONES	ML	5,00	52,00	260,00
5,04	PINTURA Y EMPASTE	M2	262,00	7,00	1.834,00
					-
<b>SUBTOTAL V</b>					<b>7.072,28</b>

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla XXXIX. Presupuesto de los acabados y total del presupuesto de la estructura de Hormigón Armado.**

VI ALUMINIO Y VIDRIO - PUERTAS					
6,01	PUERTA DE LAUREL 0.7X2 M	UNIDAD	6,00	102,30	613,80
6,02	ALUMINIO Y VIDRIO	M2	9,72	64,21	624,12
SUBTOTAL VI					-
					<b>1.237,92</b>
VII INSTALACIONES AA.SS. Y AA.PP.					
7,01	PUNTO DE AA.SS.	UNIDAD	6,00	11,38	68,28
7,02	PUNTO DE AA.PP.	UNIDAD	6,00	24,43	146,58
7,03	POZO SEPTICO	UNIDAD	1,00	637,45	637,45
7,04	INODORO SENCILLO Y ACCESORIOS	UNIDAD	2,00	90,04	180,08
7,05	LAVAMANOS + GRIFERIA SENCILLA	UNIDAD	2,00	73,80	147,60
7,06	LAVADERO TEKA 1 POZO ( 100X0.50)	UNIDAD	1,00	34,12	34,12
7,07	BOMBA	UNIDAD	1,00	91,30	91,30
7,08	DUCHA	UNIDAD	1,00	41,80	41,80
7,09	REJILLA CROMADA (INC.INSTALACION)	UNIDAD	1,00	28,82	28,82
SUBTOTAL VII					-
					<b>1.376,03</b>
VIII INSTALACIONES ELECTRICAS					
8,01	PUNTO DE LUZ	UNIDAD	8,00	21,46	171,68
8,02	TOMACORRIENTE 110V	UNIDAD	9,00	22,15	199,35
8,03	TOMACORRIENTE 220V	UNIDAD	1,00	39,17	39,17
SUBTOTAL VIII					-
					<b>410,20</b>
<b>TOTAL:</b>					<b>34.343,29</b>

Guayaquil, 23 de Enero del 2017

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.1.7 Matriz de Impacto Ambiental

La matriz ambiental clasifica a la estructura en un rango del 1-100, de acuerdo al nivel bajo, medio o alto de impacto que tenga esta al medio ambiente.



Tabla XL. Matriz de Impacto Ambiental de la estructura de hormigón armado.

#	Paso a Paso	AA	IA	Tipo Actividad			Control de actividad		Factores ambientales				Total	Factor temporal	Factor legal	Valoración de significancia	Nivel de significancia
				N	A	E	D	I	AL	M	NS	NC					
1	Demolición de Estructura de Caña Existente	Emisión de material particulado.	Contaminación del aire	v			v		25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio
		Generación de escombros.	Contaminación del suelo	v			v		25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio
2	Excavación y Relleno	Consumo de materiales para relleno	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	50	50	40.000	Medio
		Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	v			v		25	25	25	25	25	50	50	40.000	Medio
		Consumo de diesel para compactadora	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	100	25	47.5	50	25	40.25	Medio
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	v			v		25	25	25	25	25	25	100	51.25	Bajo
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire	v			v		25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio
3	Construcción Estructura de Hormigón Armado	Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	v			v		25	25	25	25	25	50	50	40.000	Medio
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	50	50	40.000	Medio
		Consumo de madera	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	50	25	32.5	50	5	27.25	Bajo
		Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	v			v		50	50	25	25	38.75	50	25	36.75	Bajo
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	v			v		25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	v			v		25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo
4	Albañilería	Generación de polvo,	Contaminación del aire	v			v		25	25	25	25	25	100	51.25	Medio	
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	40	30.25	Bajo	
		Consumo de materiales de construcción.	Agotamiento del recurso natural	v			v		50	50	50	25	46.25	25	25	33.5	Bajo
		Ruido.	Afectación a zona de influencia	v			v		25	25	25	25	25	25	75	42.5	Medio
5	Recubrimientos de piso	Consumo de materiales de construcción.	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	50	25	32.5	25	50	36.75	Bajo
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	50	25	32.5	25	50	36.75	Bajo
		Consumo de porcelanato,	Agotamiento del recurso natural	v			v		50	50	50	25	46.25	25	25	33.5	Bajo
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo
		Generación de escombros	Contaminación del suelo	v			v		25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio
6	Acabados	Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo
		Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	v			v		50	50	25	25	38.75	50	25	36.75	Medio
		Generación de chatarra no ferrosa	Contaminación de suelo	v			v		25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	v			v		25	25	25	25	25	50	25	31.25	Medio
7	Cubierta	Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	v			v		25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla XLI. Calificación final de la matriz de Impacto Ambiental de la estructura de hormigón armado.**

8	Pintura	Consumo de pintura	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	25	40	30.25	Bajo
		Consumo de lija	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo
		Generación de residuos contaminado con pintura (brochas, rodillos, wypes, esponjas)	Contaminación del suelo	v			v		25	25	100	25	47.5	25	100	60.25	Medio
9	Instalaciones Eléctricas.	Consumo de material	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Generación de basura común	Contaminación del suelo	v			v		50	50	50	50	50	50	25	41.25	Medio
10	Instalaciones AASS Y AAPP	Consumo de PVC en tuberías	Agotamiento del recurso natural	v					25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Consumo de pegamento para pvc	Agotamiento del recurso natural	v			v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Generación de residuos de tuberías	Contaminación de suelo	v			v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
MEDIO																	
<small>AA: Aspecto ambiental - IA: Impacto ambiental - N: Normal - A: Anormal - E: Emergencia            AL: Aproximación a límites - M: Magnitud - NS: Nivel de sensibilidad - NC: Nivel de control - F: Frecuencia - RL: Requisito legal - D: Directo - I: Indirecto</small>																	

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Del 0-35 es bajo, del 35 al 70 es medio y del 70 al 100 es alta contaminación ambiental.

La estructura de Hormigón Armado tiene un Impacto Ambiental Medio.

## 4.2 Vivienda de estructura metálica

### 4.2.1 Arreglo Estructural

El acero es un material estructural capaz de: soportar pesos con pilares de dimensiones reducidas, resistir el empuje ante el vuelco y evitar deformaciones debido al viento.

#### *4.2.1.1 Descripción de los materiales*

Los materiales a usarse y especificaciones técnicas para el diseño de los elementos estructurales como columnas, losa, vigas y cimentación de la vivienda, se detallarán a continuación:

La estructura estará constituida en su totalidad por acero estructural ASTM A572 Gr 50. Este tipo de acero está disponible en todos los tamaños y espesores de placa hasta 100 mm.

$$F_y = 345 \text{ MPa o } 50 \text{ ksi}$$

$$F_u = 450 \text{ MPa o } 65 \text{ ksi}$$

- Los elementos estructurales estarán fabricados a partir de planchas de acero soldadas.
- Las conexiones entre elementos estructurales deben ser soldadas.
- En vigas se realizará el diseño en base a perfiles I.
- Las columnas se diseñarán con perfiles tubulares cuadradas.
- El sistema de piso consistirá en un tablero compuesto de una losa fundida sobre paneles metálicos
- Resistencia de hormigón: 210 Kg/cm<sup>2</sup>

#### 4.2.1.2 Determinación de Cargas

A continuación, se detallan las cargas consideradas:

**Tabla XLII.** Cargas vivas para la vivienda

<b>CARGAS VIVAS</b>	
<b>Descripción</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>
Viviendas unifamiliares y bifamiliares	2
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.7

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla XLIII.** Cargas muertas para la vivienda

<b>CARGAS MUERTAS</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ton/m<sup>2</sup></b>
Novalosa, e=0.65 mm	0.006
Losa, h=5 cm	0.18
Baldosas	0.1
Paredes	0.2
Enlucido, instalaciones, etc	0.04
<b>Wd</b>	<b>0.526</b>

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

**Tabla XLIV.** Peso propio de la vivienda.

<b>PESO PROPIO</b>	
<b>Descripción</b>	<b>ton/m<sup>2</sup></b>
Vigas y columnas	0.07

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### **Resumen de cargas por piso:**

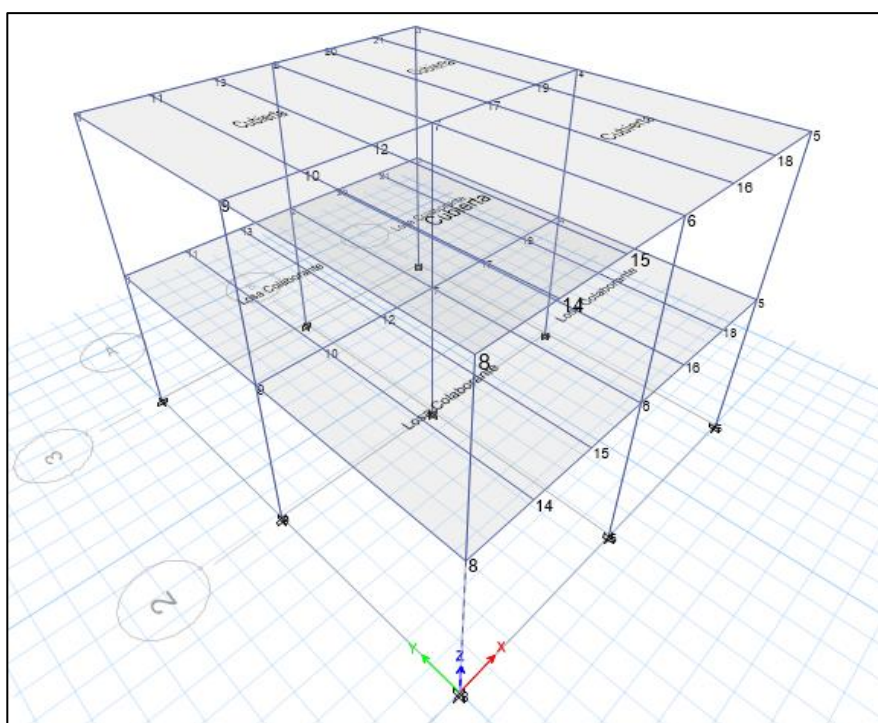
En la tabla se detallan las cargas reducidas que se aplicaran en la estructura, en los anexos se especifican los cálculos realizados.

Tabla XLV. Cargas por pisos.

Primer Piso	WD	0,596 ton/m <sup>2</sup>
	WL	0,172 ton/m <sup>2</sup>
Cubierta	WD	0,116 ton/m <sup>2</sup>
	WL	0,070 ton/m <sup>2</sup>

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Cargas asignadas a la estructura mediante el programa ETABS, para el respectivo análisis:



**Figura 4-22** Cargas aplicadas en el programa

**Fuente:** ETABS

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

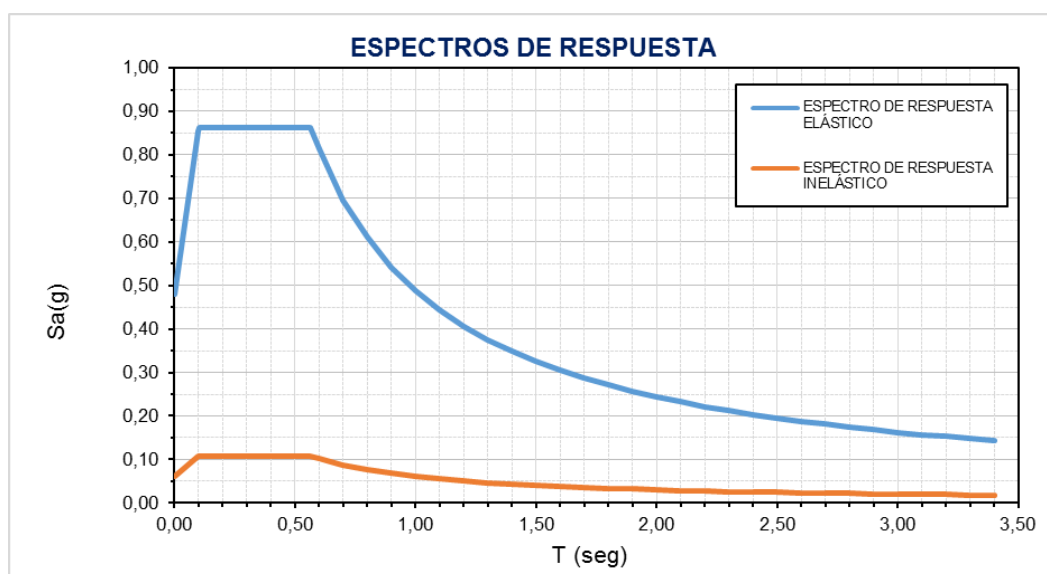
#### 4.2.1.3 Cargas sísmicas

Para el cálculo de las cargas sísmicas, se considerará el tipo de suelo, el coeficiente de respuesta sísmica según el tipo de estructura y los factores de irregularidad.

**Tabla XLVI.** Factores aplicados para el diseño de la estructura metálica.

<b>Factor de Importancia I</b>	1,00
<b>Coef. Resp. Sísmica R</b>	8,00
<b>Factor Irreg. Planta <math>\phi_p</math></b>	1,00
<b>Factor Irreg. Elevación <math>\phi_e</math></b>	1,00

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-23** Espectro de respuesta inelástico.

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Las cargas laterales aplicadas en la estructura se las calcula mediante el análisis del coeficiente sísmico tomado del espectro de respuesta inelástico, las cargas muertas de piso y el área de planta.

**Tabla XLVII.** Calculo de Fuerzas Laterales (Sísmicas).

Nivel	Altura (m)	W <sub>x</sub> (ton)	V = 4,31 ton			
			W <sub>x</sub> *h <sub>x</sub> <sup>k</sup>	C <sub>v</sub>	F <sub>x</sub>	V <sub>x</sub>
2	6,00	6,52	39,10	0,28	1,21	1,21
1	3,00	33,40	100,19	0,72	3,10	4,31

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

## 4.2.2 Predimensionamiento.

### Predimensionamiento de columnas

Las columnas son elementos principalmente sometidos a compresión y a una mínima flexión. Este elemento transmite las cargas a la cimentación.

Para el diseño de las columnas se debe considerar lo siguiente: tipo de acero, longitud de la columna y las cargas que recibe.

### Pre diseño con perfil laminado en caliente

Para análisis se considerará el perfil HSS 8\*8\*1/8, con las siguientes características:

**Tabla XLVIII.** Predimensionamiento considerando un perfil HSS 8\*8\*1/8

HSS 8*8*1/8	
t	0,116 in
Wt	13,26 lb/ft
A	3,62 in <sup>2</sup>
b/t	66
h/t	66
I	37,4 in <sup>4</sup>
S	9,34 in <sup>3</sup>
r	3,21 in
Z	10,7 in <sup>3</sup>
J	57,3 in <sup>4</sup>
C	14,4 in <sup>3</sup>
b	7,66 in
h	7,66 in

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### Ecuación de Carga última

$$P_u = 1.2WD + 1.6WL$$

$$P_u = 17.40 \text{ ton}$$

### Pre diseño con perfil laminado en frio

Para análisis se asumirán las medidas de base (b), altura (h) y espesor (e), tomando como referencia las dimensiones obtenidas en el pre diseño con perfil laminado en caliente:

**Tabla XLIX.** Dimensiones perfil laminado en frio O 200\*200\*5

<b>O200X200X5</b>	
b	20 cm
h	20 cm
t	0,5 cm
A	19,75 cm <sup>2</sup>
Wt	15,50 Kg/m
b/t	40,00
h/t	40,00
I	2473,25 cm <sup>4</sup>
S	247,33 cm <sup>3</sup>
r	11,19 cm

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

En el año 1757, Leonard Euler publicó un artículo en relación al pandeo de las columnas. Actualmente la formula se describe de la siguiente manera:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{L e^2}$$

**Fórmula de Euler**

$$RE = \frac{kl}{r} < 50$$



**Relación de esbeltez.**

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{Kl}{r}\right)^2}$$

**Esfuerzo de pandeo elástico.**

Considerando que la columna de análisis se encuentra en el intervalo inelástico: columna corta e intermedia

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

**Esfuerzo crítico de la columna.**

En el Capítulo E3 de la AISC, se hace referencia al diseño de miembros a compresión axial con la siguiente fórmula:

$$\phi_c P_n = \phi_c F_{cr} A$$

**Resistencia de diseño al pandeo flexionante.**

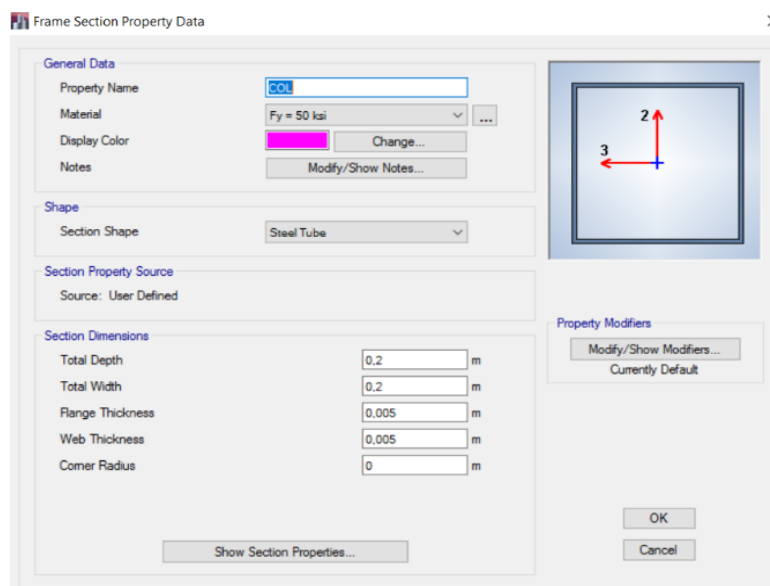
Para que la sección de una columna que soporte cargas axiales de compresión, se debe cumplir lo siguiente:

$$\phi P_n \geq P_u$$

**Condición para seleccionar columnas.****Tabla L.** Cálculo de esfuerzos en la columna.

<b>k</b>	1,00	Columnas arriostradas
<b>kl/r</b>	26,81	< 50 OK
<b>Fe</b>	398,25 ksi	
<b>φ Fcr</b>	42,70 ksi	
<b>φ Pn</b>	130,70 kips	<b>φ Pn ≥ Pu OK</b>

Para el predimensionamiento se obtuvo una sección 20\*20 cm, con espesor 0.5 cm.



**Figura 4-24** Dimensiones de la columna analizada en el programa

**Fuente:** ETABS

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.2.3 Calculo de secciones de losa

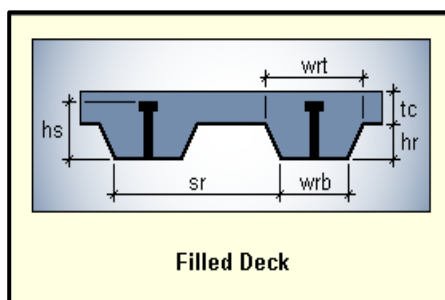
La losa estará diseñada de NOVALOSA que es una lámina de acero galvanizada usadas para el diseño de losas compuestas, esta lámina actúa como refuerzo positivo. Se elimina la necesidad de varillas de refuerzo, alivianamientos y encofrados.

La losa estará constituida de NOVALOSA y hormigón. Su interacción es alcanzada mediante un sistema de resaltes colocados transversalmente en la placa, produciendo una trabazón mecánica al hormigón evitando así el desplazamiento y garantizando una adecuada adherencia entre los dos.

La losa tendrá las siguientes secciones:

Espesor del Steel panel: 0.65 cm (NOVALOSA)

Espesor de losa de hormigón: 5.0 cm



**Figura 4-25** Sección tipo para la losa  
**Fuente:** ETABS  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

General Data	
Property Name	Losa Colaborante
Type	Filled
Slab Material	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Deck Material	$F_y = 50 \text{ ksi}$
Modeling Type	Membrane
Modifiers (Currently Default)	Modifv/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modifv/Show...
Property Data	
Slab Depth, tc	5 cm
Rib Depth, hr	5.5 cm
Rib Width Top, wrt	19.178 cm
Rib Width Bottom, wrb	13.33 cm
Rib Spacing, sr	32.5 cm
Deck Shear Thickness	6.5 cm
Deck Unit Weight	0.001 $\text{kgf/cm}^2$
Shear Stud Diameter	0.9525 cm
Shear Stud Height, hs	8 cm
Shear Stud Tensile Strength, $F_u$	4570 $\text{kgf/cm}^2$

**Figura 4-26** Dimensiones consideradas para la losa.  
**Fuente:** ETABS  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### Predimensionamiento de vigas

Las vigas son elementos estructurales que soportan principalmente cargas transversales que producen momentos flectores y fuerzas cortantes.

### Predimensionamiento de vigas secundarias

También llamadas vigas de piso, resisten las cargas originadas por el sistema de piso de la edificación. Se apoyan en las vigas principales de la edificación.

Se considerarán las vigas secundarias en dirección perpendicular al eje X, considerando el tramo más corto.

**Carga sobre una viga secundaria.**

$$qu = Wu * s * f$$

**Momento sobre viga secundaria**

$$Mu = \frac{1}{10} qu * L^2$$

**Cortante sobre viga secundaria.**

$$Vu = 1.15 * qu * \frac{L}{2}$$

**Tabla LI.** Cálculo de esfuerzos en la columna.

Perp. A	X
L	4 m
B	3,5 m
# Nervios	2
s	1,17 m
Wd	0,526 ton/m <sup>2</sup>
Wd+Wpp	0,553 ton/m <sup>2</sup>
qd	0,645 ton/m
ql	0,201 ton/m
qu	1,095 ton/m
Mu	1,752 ton.m
Vu	2,519 ton

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Módulo plástico de sección requerido.**

$$Z = \frac{Mu}{0.9 * Fy}$$

$$Z = 55.39 \text{ cm}^3$$

**Tabla LII.** Secciones de la viga secundaria.

<b>W8X9</b>	
bf	8 cm
tf	0,4 cm
h	15 cm
tw	0,3 cm
d	14,2 cm
A	10,66 cm <sup>2</sup>
Wt	8,368 kg/m
Ixx	412,724 cm <sup>4</sup>
Iyy	34,165 cm <sup>4</sup>
Sx	55,030 cm <sup>3</sup>
Sy	8,541 cm <sup>3</sup>
<b>Zx</b>	<b>61,843 cm<sup>3</sup></b>
Zy	13,120 cm <sup>3</sup>
rx	6,222 cm
ry	1,790 cm

**Zreq ≤ Zx OK**

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Dado que las vigas secundarias solo se diseñan para resistir cargas gravitacionales, estas NO deberán ser sísmicamente compactas.

Relación ancho espesor para la viga (Compacta).

**Relación ancho espesor del ala, perfil I**

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

$$\lambda_p = 9.15$$

Relación ancho espesor del alma, perfil I

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_p = 90.55$$

Relación de ancho espesor del ala según secciones.

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 * tf}$$

$$\lambda_f = 10$$

$\lambda_p < \lambda_f$  ; Alas no son compactas

Relación ancho espesor del alma según secciones.

$$\lambda_w = \frac{h}{tw}$$

$$\lambda_w = 50$$

$\lambda_p > \lambda_w$  ; Alma es compacta

#### 4.2.4 Diseño a flexión

Para estos elementos sometidos a flexión se hará referencia al Capítulo F (pag. 44) de la AISC.

Tabla LIII. Secciones de la viga secundaria.

h0	14,6 cm	
rts	2,129 cm	
J	0,476 cm <sup>4</sup>	
cte	0,000592	
c	1	Perfiles I
Lr	211,655 cm	
Mp	2,174 ton.m	
Lp	75,882 cm	
Cb	1,14	Valor típico para cargas distribuidas.
Lb	200 cm	
Mn	1,624 ton.m	

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Pandeo inelástico, cuando  $L_p < L_b \leq L_r$

La viga no tiene soporte lateral o no esta arriostrada

**Pandeo torsional lateral, pandeo inelástico.**

$$\phi_b M_n = \phi_b C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq \phi_b M_p$$

$$\phi_b M_n = 1.62 \text{ ton. m}$$

**Momento plástico.**

$$\phi_b M_p = \phi_b F_y * Z_y$$

$$\phi_b M_p = 1.96 \text{ ton. m}$$

$$\phi_b M_n \leq \phi_b M_p ; \text{ Si cumple}$$

#### 4.2.5 Diseño a cortante

- Para almas no rigidizadas con  $h/t_w < 260$ , entonces  $k_v = 5$
- Coeficiente de corte del alma

**Tabla LIV.** Valores para determinar  $C_v$

$h/t_w$	50
$1,10\sqrt{k_v E}/F_y$	59,237
$1,37\sqrt{k_v E}/F_y$	73,777

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para  $h/t_w \leq 1,10\sqrt{k_v E}/F_y$ ; entonces  $C_v = 1.0$

**Resistencia de diseño al cortante.**

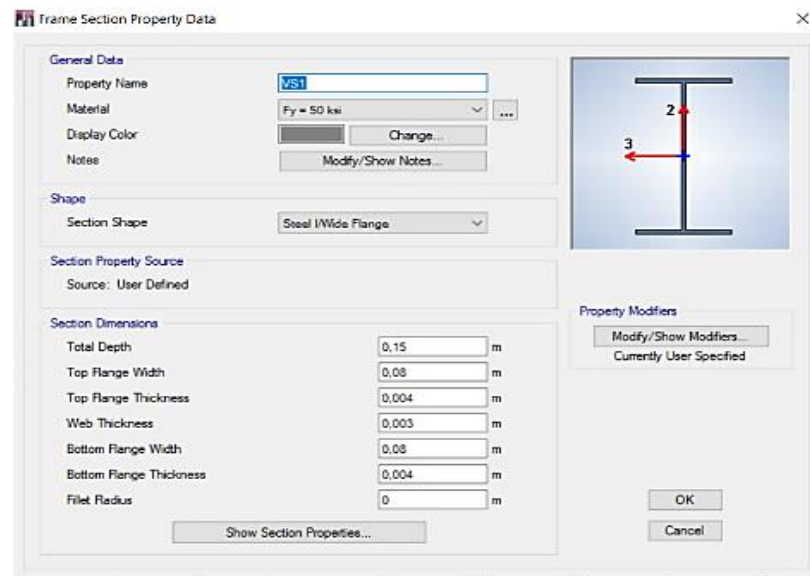
$$\phi_v V_n = \phi_v (0.6 F_y * A_w * C_v)$$

$$\phi_v V_n = 20.93 \text{ kips}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u ; \text{ Si cumple}$$

Del predimensionamiento realizado se obtuvo la siguiente sección:

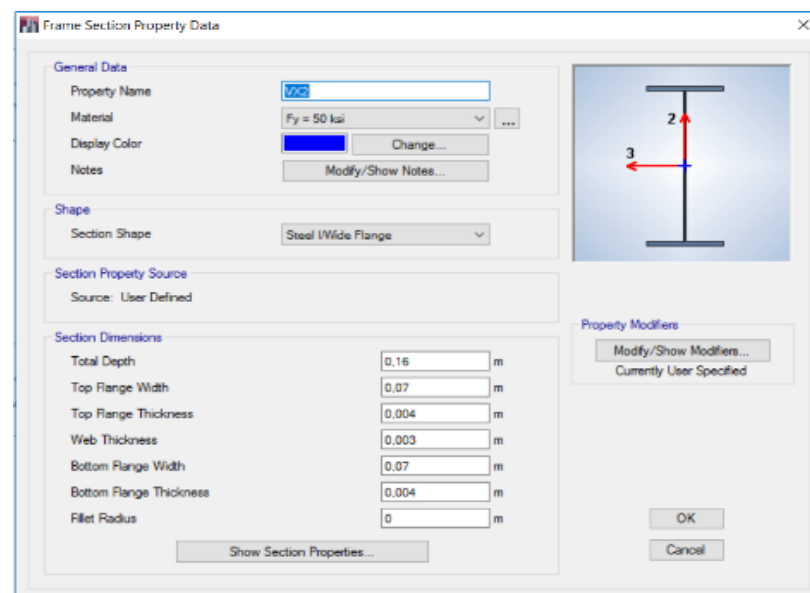
Ancho del ala: 8.0 cm; Espesor del ala: 0.4 cm; Altura del perfil: 15.0 cm  
Espesor del alma: 0.3 cm



**Figura 4-27** Dimensiones de la viga secundaria, primer piso.

**Fuente:** ETABS

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-28** Dimensiones de la viga secundaria, segundo piso

**Fuente:** ETABS

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



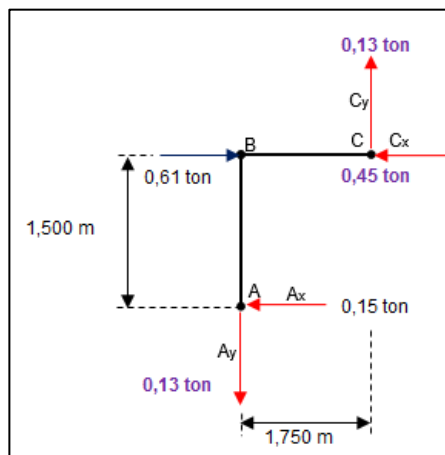
#### 4.2.6 Vigas principales en X

Las vigas principales se utilizan en los pórticos de cualquier edificación. Estas reciben las cargas provenientes de vigas secundarias y de viguetas de piso.

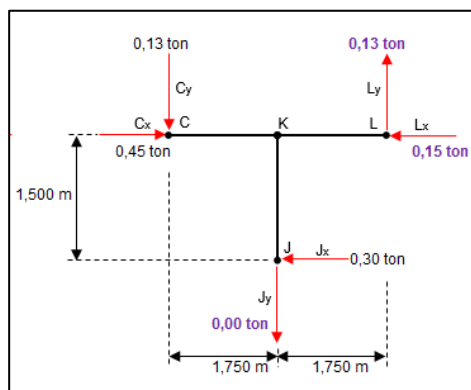
**Tabla LV.** Distribución de fuerzas sísmicas, vigas principales X

	Fs	Fs/2	Acum. Fs/2	Vc	2Vc
<b>2,00</b>	1,21	0,605	0,605	0,151	0,303
<b>1,00</b>	3,10	1,550	2,155	0,539	1,078

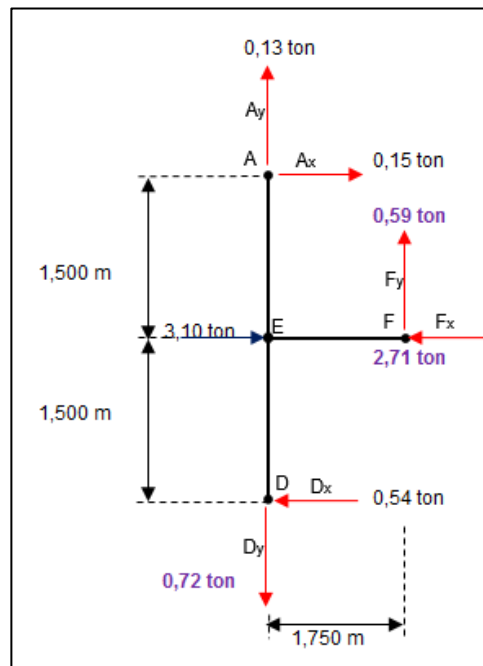
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



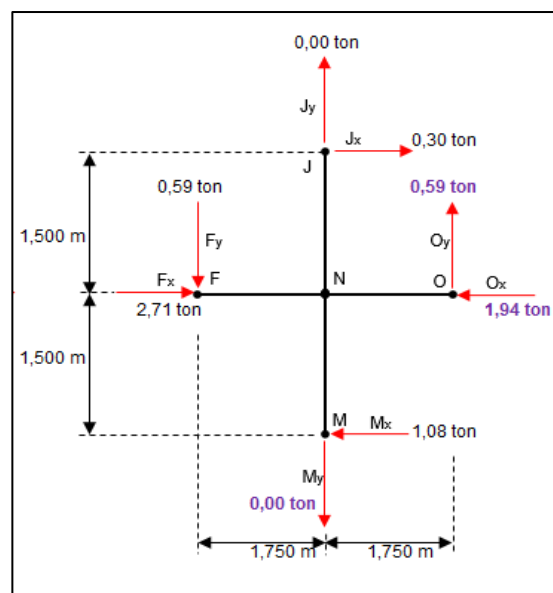
**Figura 4-29** Análisis de fuerzas internas en el segmento ABC.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-30** Análisis de fuerzas internas en el segmento CKLJ.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-31** Análisis de fuerzas internas en el segmento AEDF.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-32** Análisis de fuerzas internas en el segmento JNMFO.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla LVI.** Propiedades de la viga principal en X en análisis.

bf	9 cm
tf	0,5 cm
h	22 cm
tw	0,4 cm
d	21 cm
A	2,697 in <sup>2</sup>
Wt	13,659 kg/m
I <sub>x</sub>	32,409 in <sup>4</sup>
I <sub>y</sub>	1,462 in <sup>4</sup>
S <sub>x</sub>	7,483 in <sup>3</sup>
S <sub>y</sub>	0,825 in <sup>3</sup>
r <sub>x</sub>	3,466 in
r <sub>y</sub>	0,736 in
Z <sub>x</sub>	8,595 in <sup>3</sup>
Z <sub>y</sub>	1,287 in <sup>3</sup>
J	0,029 in <sup>4</sup>
C <sub>w</sub>	26,143 in <sup>6</sup>

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

En los sismos las vigas principales son las encargadas de resistir las fuerzas sísmicas. Por lo tanto, estas deben tener una relación ancho espesor sísmicamente compactas.

**Relación ancho espesor para la viga (Compacta)**

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_p = 9.15$$

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_p = 90.55$$

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 * tf}$$

$$\lambda_f = 9$$

$\lambda_p > \lambda_f$  ; Alas son compactas

$$\lambda_w = \frac{h}{tw}$$

$$\lambda_w = 52.50$$

$\lambda_p > \lambda_w$  ; Alma es compacta

### Diseño a flexión

**Momento resistente nominal.**

$$M_n = F_y * Z_x$$

$$M_n = 429.76 \text{ kip.in}$$

**Tabla LVII.** Cálculos realizados para la viga.

Lb	78,74 in
Lp	31,210 in
Lr	74,463 in
rts	0,764 in
ho	8,464 in
c	1

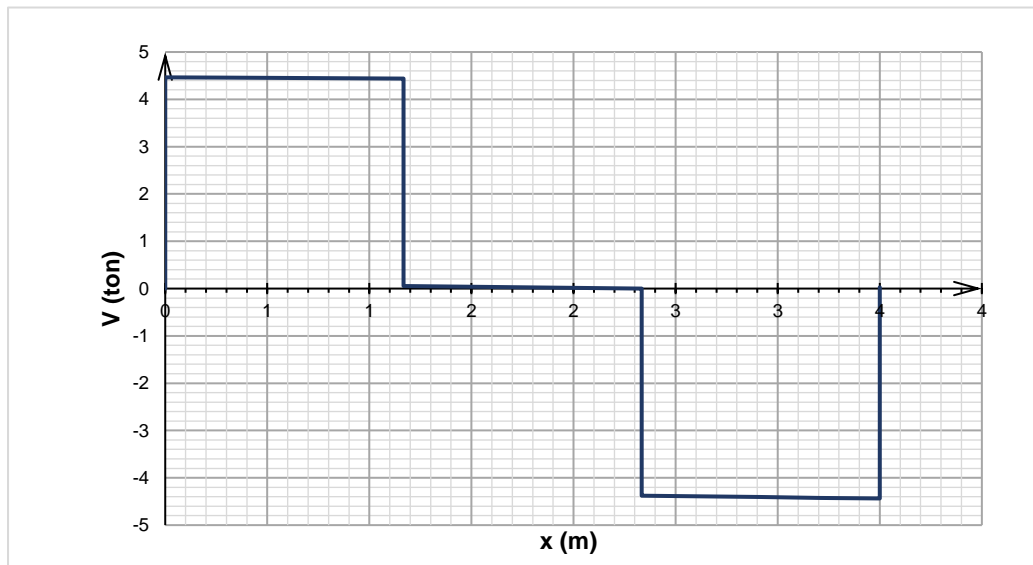
Pandeo elástico, cuando  $L_b > L_r$

**Momento nominal pandeo elástico**

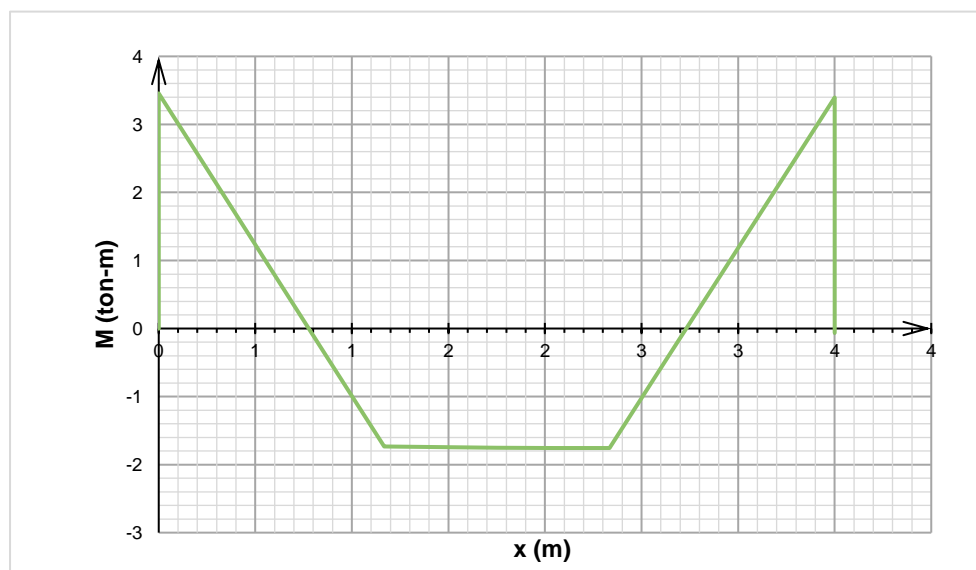
$$\phi_b M_n = \phi_b F_{cr} S_x \leq \phi_b M_p$$

**Esfuerzo de pandeo elástico.**

$$F_{cr} = \frac{Cb \pi^2 E}{\left(\frac{Lb}{rts}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x ho} \left(\frac{Lb}{rts}\right)^2}$$



**Figura 4-33** Cortante para la viga principal en X.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-34** Momentos para la viga principal en X.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla LVIII.** Determinación de Cb para la viga principal.

Cb1	1,623 ≤ 3,00			
		ton-m	kips-in	
	Mmax	2,156	187,113	
	MA	2,156	187,113	0,25
	MB	0,858	74,457	0,5
	MC	0,438	38,023	0,75
Cb2	1 ≤ 3,00			
		ton-m	kips-in	
	Mmax	1,756	152,444	
	MA	1,744	151,385	0,25
	MB	1,752	152,091	0,5
	MC	1,756	152,444	0,75
Cb3	1,619 ≤ 3,00			
		ton-m	kips-in	
	Mmax	2,101	182,348	
	MA	0,475	41,200	0,25
	MB	0,811	70,398	0,5
	MC	2,101	182,348	0,75

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla LIX.** Calculo de momento de demanda

Rm	1
Cb	1,62
Cb conser.	1,08
Mn	218,052 kip-in
f Mn	196,247 kip-in
Mq	1,782 kip-in
Mu	187,113 kip-in

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

$$\phi_b M_n \geq \phi_b M_u ; \text{ Si cumple}$$

### Diseño a cortante

- Para almas no rigidizadas con  $h/tw < 260$ , entonces  $k_v = 5$
- Coeficiente de corte del alma

**Tabla LX.** Determinación de  $C_v$ .

$h/tw$	133.35
$1,10\sqrt{k_v E/F_y}$	59,237
$1,37\sqrt{k_v E/F_y}$	73,777

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para  $h/tw \geq 1,37\sqrt{k_v E/F_y}$ ; entonces

**Coeficiente de corte al alma**

$$C_b = \frac{1.51E K_v}{\left(\frac{h}{tw}\right)^2 F_y}$$

$$C_b = 0.25$$

**Resistencia de diseño al cortante.**

$$\phi_v V_n = \phi_v (0.6 F_y * A_w * C_v)$$

$$\phi_v V_n = 10.08 \text{ kips}$$

$$\phi_v V_u = 4.46 \text{ kips ; valor máximo de la grafica}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u ; \text{ Si cumple}$$

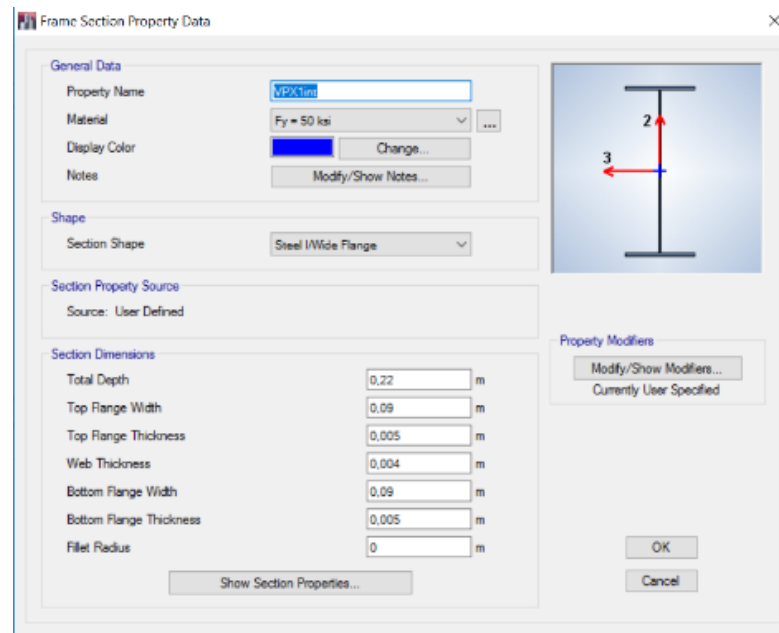
Del predimensionamiento realizado se obtuvo la siguiente sección:

Ancho del ala: 9.0 cm

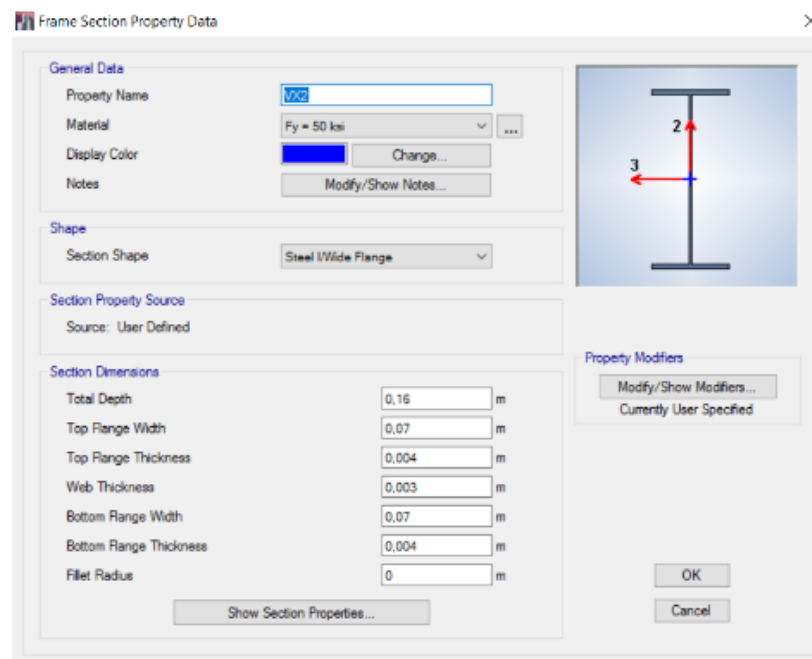
Espesor del ala: 0.5 cm

Altura del perfil: 22.0 cm

Espesor del alma: 0.4 cm



**Figura 4-35** Dimensiones de la viga principal en X, primer piso.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-36** Dimensiones de la viga principal en X, segundo piso  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



## Vigas principales en Y

Tabla LXI. Determinación de Cv.

	Fs	Fs/2	Acum. Fs/2	Vc	2Vc
2,00	1,21	0,605	0,605	0,151	0,303
1,00	3,10	1,550	2,155	0,539	1,078

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

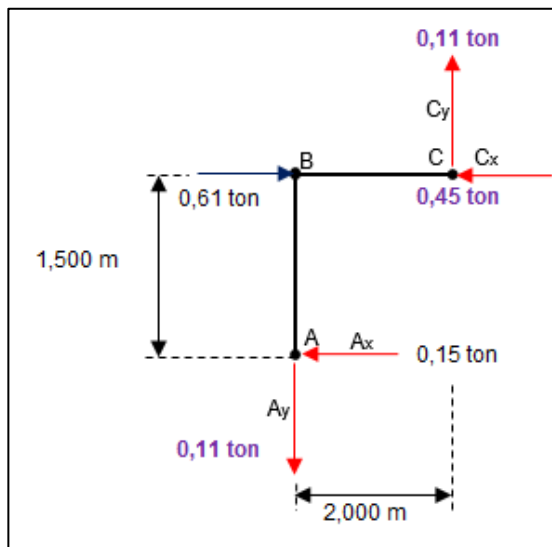


Figura 4-37 Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo ABC  
Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

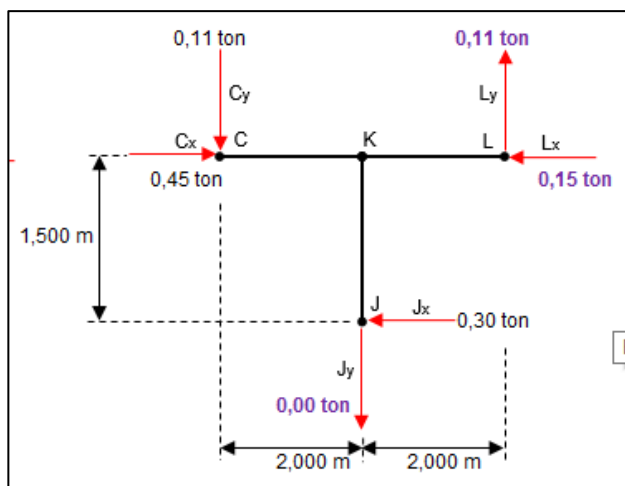
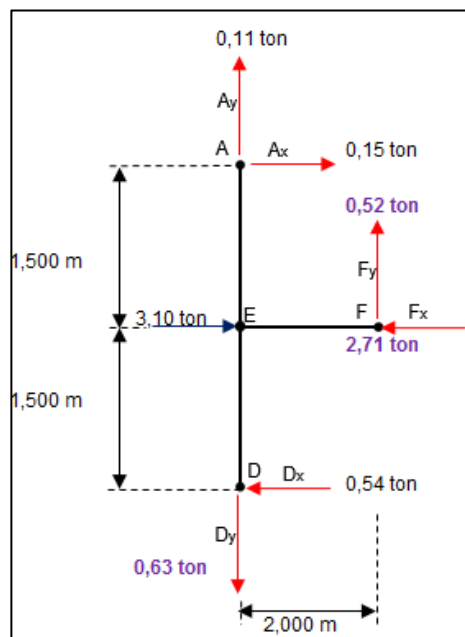
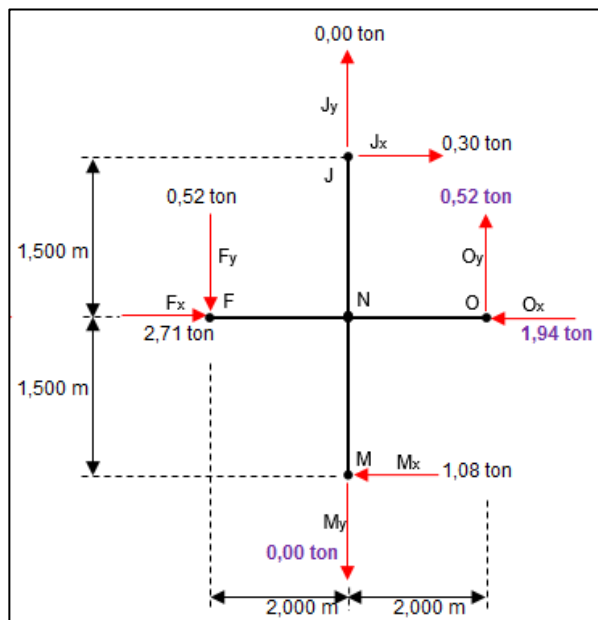


Figura 4-38 Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo CKLJ.  
Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-39** Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo AEFD.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-40** Análisis de fuerzas internas viga principal en Y, tramo JNFOM.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla LXII.** Propiedades de la sección.

<b>W9X12</b>	
bf	9 cm
tf	0,5 cm
h	20 cm
tw	0,3 cm
d	19 cm
A	14,7 cm
Wt	11,539 kg/m
Ixx	1027,225 cm <sup>4</sup>
Iyy	60,793 cm <sup>4</sup>
Sx	102,723 cm <sup>3</sup>
Sy	13,510 cm <sup>3</sup>
Zx	114,825 cm <sup>3</sup>
Zy	20,678 cm <sup>3</sup>
rx	8,359 cm
ry	2,034 cm

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

### Relación ancho espesor para la viga (Compacta)

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_p = 9.15$$

$$\lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$\lambda_p = 90.55$$

$$\lambda_f = \frac{bf}{2 * tf}$$

$$\lambda_f = 9$$

$\lambda_p > \lambda_f$  ; Alas son compactas

$$\lambda_w = \frac{h}{tw}$$

$$\lambda_w = 66.67$$

$\lambda_p > \lambda_w$  ; Alma es compacta

**Diseño a flexión****Tabla LXIII.** Calculo de momento nominal para la viga principal en Y.

h0	19,5 cm
rts	2,402 cm
J	0,93 cm <sup>4</sup>
cte	0,000464
c	1
Lr	234,042 cm
Mp	4,036 ton-m
Lp	86,197 cm
Cb	1,14
Lb	200 cm
Mn	3,277 ton-m

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Pandeo inelástico, cuando  $L_p < L_b \leq L_r$ .

$$\phi_b M_n = \phi_b C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq \phi_b M_p$$

$$\phi_b M_n = 3.277 \text{ ton.m}$$

$$\phi_b M_p = \phi_b F_y * Z_x$$

$$\phi_b M_p = 4.04 \text{ ton.m}$$

$$\phi_b M_n \leq \phi_b M_p ; \text{ Si cumple}$$

**Diseño a cortante**

- Para almas no rigidizadas con  $h/t_w < 260$ , entonces  $k_v = 5$
- Coeficiente de corte del alma

**Tabla LXIV.** Valores para determinar  $C_v$ 

h/tw	66.67
$1,10\sqrt{k_v E}/F_y$	59,237
$1,37\sqrt{k_v E}/F_y$	73,777

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Para  $h/tw \geq 1,37\sqrt{kvE/Fy}$ ; entonces

$$Cb = \frac{1.51E Kv}{\left(\frac{h}{tw}\right)^2 Fy}$$

$$Cb = 0.89$$

**Resistencia de diseño al cortante.**

$$\phi_v V_n = \phi_v (0.6Fy * A_w * C_v)$$

$$\phi_v V_n = 24.79 \text{ kips}$$

$$\phi_v V_u = 5.55 \text{ kips}$$

$$\phi_v V_n \geq \phi_v V_u ; \text{ Si cumple}$$

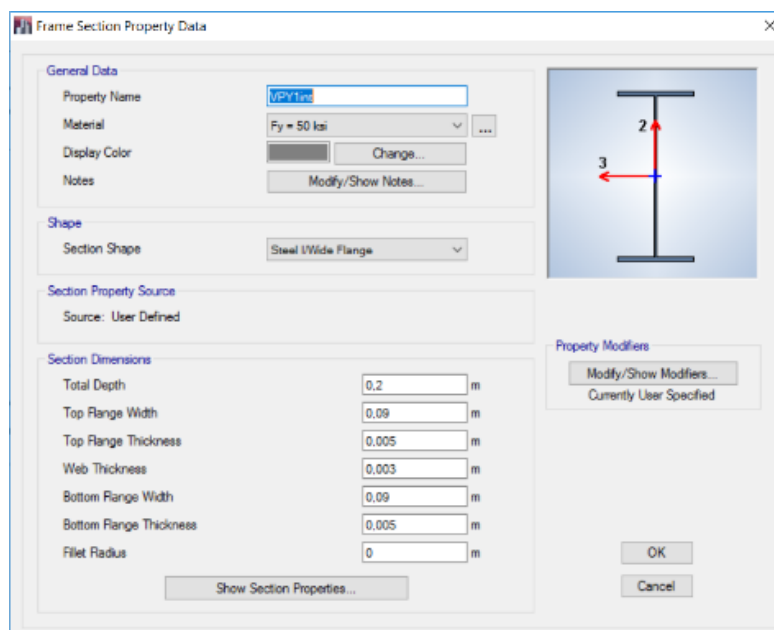
Del predimensionamiento realizado se obtuvo la siguiente sección:

Ancho del ala: 9.0 cm

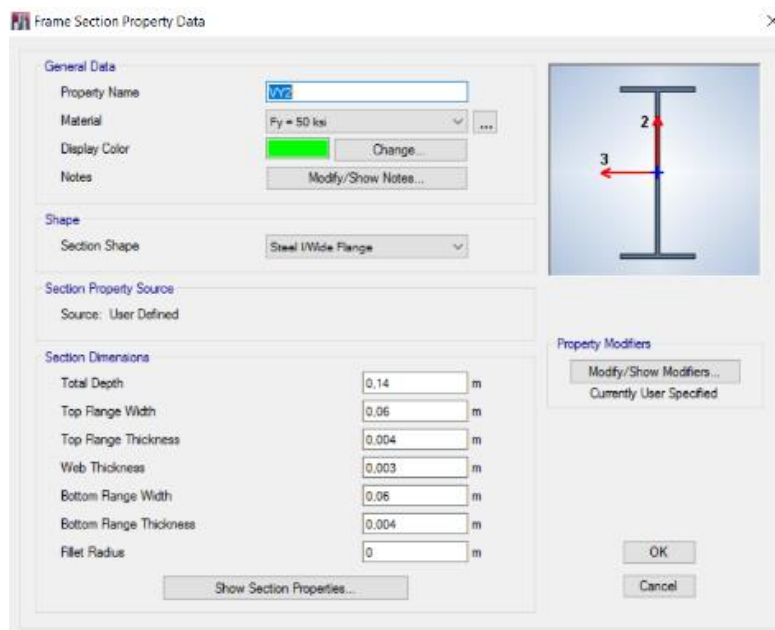
Espesor del ala: 0.5 cm

Altura del perfil: 20.0 cm

Espesor del alma: 0.3 cm



**Figura 4-41** Dimensiones de la viga principal en Y, primer piso.  
Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-42** Dimensiones de la viga principal en Y, segundo piso.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.2.7 Análisis sísmico, modelado en ETABS

$$W=35.34$$

$$Cs=0.108$$

**Cortante basal**

$$V_{cal}=W*Cs$$

$$V_{cal}=3.82\text{ton}$$

$$85\%V_{cal}=3.24\text{ton}$$

La fuerza cortante basal obtenida en el programa ETABS debe ser mayor o igual al 85% de la fuerza cortante calculada, el cortante basal de la estructura es de 3.77ton siendo este mayor que el 85% del cortante basal calculado cumpliendo con lo requerido.

**Fuerzas laterales****Tabla LXV.** Fuerzas laterales aplicadas a la estructura metálica.

NIVEL	ELEVACIÓN	SISMO EN X		SISMO EN Y	
		Dir-x	Dir-y	Dir-x	Dir-y
	m	tonf	tonf	tonf	tonf
2	6	0.654	0	0	0.6543
1	3	3.042	0	0	3.0415
Base		0	0	0	0

**Fuente:** ETABS**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016**Análisis de deriva de piso****Tabla LXVI.** Derivas máximas en la estructura metálica.

NIVEL	ELEVACIÓN	SISMO EN X		SISMO EN Y	
		Dir-x	Dir-y	Dir-x	Dir-y
	m	$\theta$	$\theta$	$\theta$	$\theta$
2	6	0.0023	0.0009	0.00069	0.00289
1	3	0.0019	0.0007	0.00058	0.00217
Base					

**Fuente:** ETABS**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016**Tabla LXVII.** Máximos desplazamientos en la estructura metálica, sismo en X.

NIVEL	ELEVACIÓN	SISMO EN X		DERIVA DE PISO	
		Desp-x	Desp-y	0,75 dx R	$\theta_x$
	m	m	m	cm	
2	6	0.01266	0.00455	7.5942	0.0137
1	3	0.0058	0.00196	3.4818	0.0116
Base		0	0	0	0

**Fuente:** ETABS**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016**Tabla LXVIII.** Máximos desplazamientos en la estructura metálica, sismo en Y.

NIVEL	ELEVACIÓN	SISMO EN Y		DERIVA DE PISO	
		Desp-x	Desp-y	0,75 dx R	
	m	m	m	m	
2	6	0.003798	0.01517	9.1026	0.0173
1	3	0.001742	0.00652	3.9126	0.01304
Base		0	0	0	0

**Fuente:** ETABS**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

Según NEC 2015, la deriva de piso debe ser menor a 0.2, por lo tanto, las derivas de piso obtenidos cumplen con el requerimiento.

### **Análisis de torsión**

# de pisos: 2            # de modales: 6 principales

**Tabla LXIX.** Análisis por torsión.

Case	Mode	Period Sec	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Rx+Ry+Rz
Modal	1	0.532	0.000	0.884	0.000	0.145	0.000	0.000	0.140
Modal	2	0.495	0.905	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000	0.120
Modal	3	0.404	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.903	0.900
Modal	4	0.167	0.000	0.116	0.000	0.855	0.000	0.000	0.850
Modal	5	0.158	0.095	0.000	0.000	0.000	0.879	0.000	0.880
Modal	6	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097	0.100

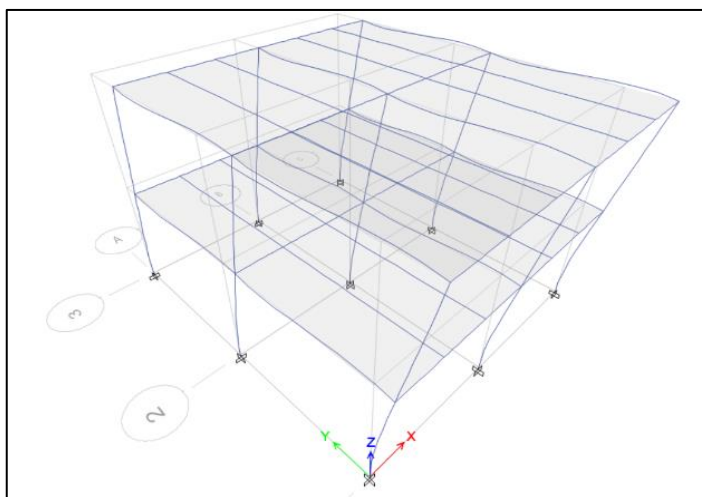
**Fuente:** ETABS

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

Se verifica que  $U_x$  y  $U_y$  tengan la participación de más del 90% de la masa de la estructura en el acumulado de los modales principales y con respecto a  $R_z$ , que indica la torsión, este sea menor que el 10% en los dos primeros modales.

$$\%Torsión = R_z / (R_x + R_y + R_z)$$

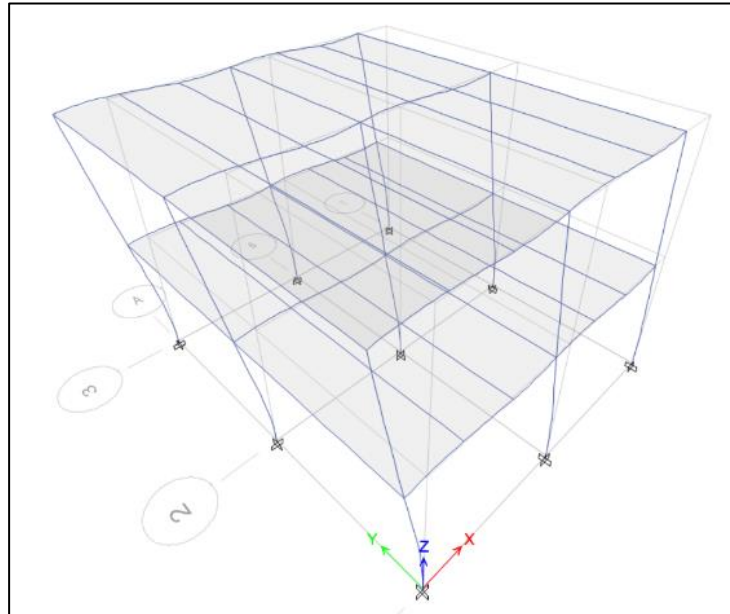
Modo 1: %Torsión= 0.00%, cumple con el requerimiento de ser menor al 10%



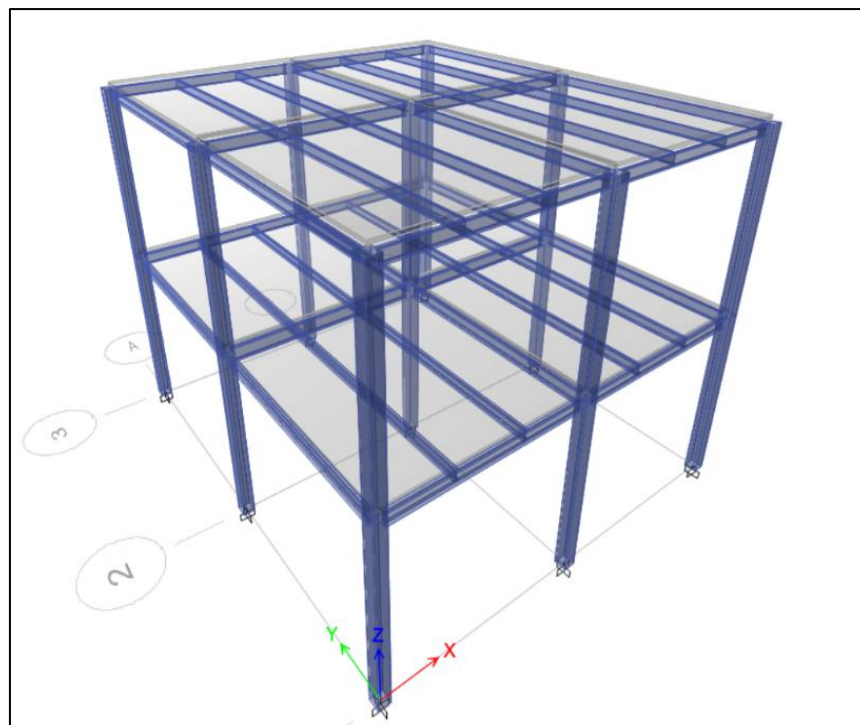
**Figura 4-43** Modal 1: T = 0.532 seg

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.





**Figura 4-44** Modal 2:  $T = 0.495$  seg  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-45** Vigas y columnas seleccionadas para estructura metálica.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

## 4.2.8 Presupuesto de Estructura Metálica

**Tabla LXX.** Presupuesto del diseño de estructura metálica

VIVIENDA UNIFAMILIAR SISTEMA ESTRUCTURAL METALICA					
NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ					
EVALUACION # 2					
RUBRO No	DESCRIPCION DEL BIEN O SERVICIO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL
<b>I</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1,01	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CAÑA EXISTENTE(INC.DESALOJO)	M2	50,00	1,25	62,50
1,02	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO ( AREA DE CIMENTACION)	M2	65,00	0,70	45,50
1,03	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	65,00	1,67	108,55
1,04	RELLENO COMPACTADO TERRAPLEN H=1.20 M	M3	90,00	14,30	1.287,00
1,05	EXCAVACION	M3	17,39	7,02	122,06
					-
	<b>SUBTOTAL I</b>				<b>1.625,61</b>
<b>II</b>	<b>ESTRUCTURA HORMIGON ARMADO</b>				
2,01	REPLANTILLO	M2	9,00	11,22	100,98
2,02	HORMIGON CICLOPEO	M2	12,29	23,65	290,66
2,03	PLINTOS Y RIOSTRAS F'C=210 KG/CM2	M3	4,61	400,29	1.845,34
2,04	CONTRAPISO	M2	56,00	33,15	1.856,40
2,05	PILARETES	ML	22,80	20,78	473,78
2,06	DINTELES DE PUERTAS Y VENTANAS	M3	14,00	22,04	308,56
2,07	LOSA DE MESON	M2	4,55	40,00	182,00
					-
	<b>SUBTOTAL II</b>				<b>5.057,72</b>
<b>III</b>	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				
3,01	ESTRUCTURA METALICA (PILARES, VIGAS,CORREA, PLACA, ANCLAJE, ETC) INC PINTURA ANTICORROSIVA	KG	3.000,00	2,40	7.200,00
3,02	LOSA	M2	56,00	95,23	5.332,88
3,03	ESCALERA	ML	3,62	200,00	724,00
					-
	<b>SUBTOTAL III</b>				<b>13.256,88</b>
<b>IV</b>	<b>MAMPOSTERIA Y ENLUCIDOS</b>				
4,01	MAMPOSTERIA DE BLOQUE (9 X 19 X 39)CM.	M2	215,00	20,83	4.478,45
4,02	ENLUCIDOS DE PAREDES	M2	418,00	13,00	5.434,00
					-
	<b>SUBTOTAL IV</b>				<b>9.912,45</b>
<b>V</b>	<b>CUBIERTA</b>				
5,01	CUBIERTA (INCLUYE ESTRUCTURA)	M2	59,20	52,00	3.078,40
					-
	<b>SUBTOTAL V</b>				<b>3.078,40</b>
<b>VI</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
6,01	CERAMICA EN PISOS	M2	106,00	25,00	2.650,00
6,02	CERAMICA EN BAÑOS	M2	15,00	20,00	300,00
6,03	REVESTIMIENTO DE GRANITO EN LOS MESONES	ML	5,00	52,00	260,00
6,04	PINTURA Y EMPASTE	M2	262,00	7,00	1.834,00
					-
	<b>SUBTOTAL VI</b>				<b>5.044,00</b>
<b>VII</b>	<b>ALUMINIO Y VIDRIO - PUERTAS</b>				
7,01	PUERTA DE LAUREL 0.7X2 M	UNIDAD	6,00	102,30	613,80
7,02	ALUMINIO Y VIDRIO	M2	9,72	64,21	624,12
					-
	<b>SUBTOTAL VII</b>				<b>1.237,92</b>

<b>VIII</b>	<b>INSTALACIONES AA.SS. Y AA.PP.</b>				
8,01	PUNTO DE AA.SS.	UNIDAD	6,00	11,38	68,28
8,02	PUNTO DE AA.PP.	UNIDAD	6,00	24,43	146,58
8,03	POZO SEPTICO	UNIDAD	1,00	637,45	637,45
8,04	INODORO SENCILLO Y ACCESORIOS	UNIDAD	2,00	90,04	180,08
8,05	LAVAMANOS + GRIFERIA SENCILLA	UNIDAD	2,00	73,80	147,60
8,06	LAVADERO TEKA 1 POZO ( 100X0.50)	UNIDAD	1,00	34,12	34,12
8,07	BOMBA	UNIDAD	1,00	91,30	91,30
8,08	DUCHA	UNIDAD	1,00	41,80	41,80
8,09	REJILLA CROMADA (INC.INSTALACION)	UNIDAD	1,00	28,82	28,82
					-
					-
	<b>SUBTOTAL VIII</b>				<b>1.376,03</b>
<b>IX</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
9,01	PUNTO DE LUZ	UNIDAD	8,00	21,46	171,68
9,02	TOMACORRIENTE 110V	UNIDAD	9,00	22,15	199,35
9,03	TOMACORRIENTE 220V	UNIDAD	1,00	39,17	39,17
					-
	<b>SUBTOTAL IX</b>				<b>410,20</b>
<b>TOTAL:</b>					<b>40.999,21</b>

Guayaquil, 23 de Enero del 2017

**Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.**

## 4.2.9 Matriz de Impacto Ambiental

La matriz ambiental clasifica a la estructura en un rango del 1-100, de acuerdo al nivel bajo, medio o alto de impacto que tenga esta al medio ambiente.

**Tabla LXXI.** Matriz de impacto ambiental del sistema de Estructura Metálica

#	Paso a Paso	AA	IA	Tipo Actividad				Control de actividad				Factores ambientales				Total	Factor temporal F	Factor legal RL	Valoración de significancia	Nivel de significancia
				N	A	E	D	I	AL	M	NS	NC								
1	Demolición de Estructura de Caña Existente	Emisión de material particulado.	Contaminación del aire	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
		Generación de escombros.	Contaminación del suelo	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
2	Excavación y Relleno	Consumo de materiales para relleno	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	50	50	40.00	Medio		
		Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	√			√			25	25	25	25	25	50	50	40.00	Medio		
		Consumo de diesel para compactadora	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	100	25	25	50	25	40.25	Medio		
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Bajo		
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
3	Construcción Estructura de Hormigon Armado	Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	√			√			25	25	25	25	25	50	50	40.00	Medio		
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	50	50	40.00	Medio		
		Consumo de madera	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	50	25	32.5	50	5	27.25	Bajo		
		Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	√			√			50	50	25	25	38.75	50	25	36.75	Bajo		
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
4	Albañilería	Generación de polvo.	Contaminación del aire	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	40	30.25	Bajo			
		Consumo de materiales de construcción.	Agotamiento del recurso natural	√			√			50	50	50	25	46.25	25	25	33.5	Bajo		
		Ruido.	Afectación a zona de influencia	√			√			25	25	25	25	25	25	75	42.5	Medio		
5	Estructura Metálica	Consumo de material ferroso	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	25	25	25.00	Bajo		
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	50	25	32.5	25	25	28.00	Bajo		
		Consumo de soldadura	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	25	25	25.00	Bajo		
		Emisión de VOC's	Contaminación del aire	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
		Generación de basura común	Contaminación del suelo	√			√			25	25	25	25	25	25	25	25.00	Bajo		
6	Soldadura electrodo	Consumo de soldadura	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo		
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo		
		Consumo de discos de corte y pulido	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo		
		Emisión de VOC's	Contaminación del aire	√			√			25	25	100	25	47.5	50	25	40.25	Medio		
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo		
7	Recubrimientos de piso	Consumo de materiales de construcción.	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	50	25	32.5	25	50	36.75	Medio		
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	50	25	32.5	25	50	36.75	Medio		
		Consumo de porcelanato.	Agotamiento del recurso natural	√			√			50	50	50	25	46.25	25	25	33.50	Bajo		
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo		
		Generación de escombros	Contaminación del suelo	√			√			25	25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
8	Acabados	Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo		
		Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	√			√			50	50	25	25	38.75	50	25	36.75	Medio		
		Generación de chatarra no ferrosa	Contaminación de suelo	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo		
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Medio		
9	Cubierta	Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo		
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	√			√			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo		

10	Pintura	Consumo de pintura	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	25	25	25	25	40	30.25	Bajo
		Consumo de lija	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo
		Generación de residuos contaminado con pintura (brochas, rodillos, wypes, esponjas)	Contaminación del suelo	v		v		25	25	100	25	47.5	25	100	60.25	Medio
11	Pintura Anticorrosiva	Consumo de pintura	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	100	25	47.5	50	25	40.25	Medio
		Consumo de solvente	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	100	25	47.5	50	25	40.25	Medio
		Generación de residuos contaminados con pintura y solventes	Contaminación de suelo	v		v		25	25	100	25	47.5	50	100	66.5	Medio
12	Instalaciones Eléctricas.	Consumo de material	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Generación de basura común	Contaminación del suelo	v		v		50	50	50	50	50	50	25	41.25	Medio
13	Instalaciones AASS Y AAPP	Consumo de PVC en tuberías	Agotamiento del recurso natural	v				25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Consumo de pegamento para pvc	Agotamiento del recurso natural	v		v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
		Generación de residuos de tuberías	Contaminación de suelo	v		v		25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo
<b>MEDIO</b>																
AA: Aspecto ambiental - IA: Impacto ambiental - N: Normal - A: Anormal - E: Emergencia AL: Aproximación a límites - M: Magnitud - NS: Nivel de sensibilidad - NC: Nivel de control - F: Frecuencia - RL: Requisito legal - D: Directo - I: Indirecto																

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Del 0-35 es bajo, del 35 al 70 es medio y del 70 al 100 es alta contaminación ambiental.

El sistema de Estructura Metálica tiene un Impacto Ambiental Medio.

### **4.3 Vivienda con sistema estructural de caña guadua**

#### **4.3.1 Arreglo Estructural**

Ecuador, un país con grandes bosques naturales en donde podemos encontrar la caña guadua o también llamada caña brava. Es un bambú leñoso que pertenece a la familia de las gramíneas, se trata de un recurso sostenible y renovable dado que tienen la capacidad de automultiplicarse vegetativamente con alta capacidad de crecimiento puede llegar hasta los 11 cm de altura por día, en solo 6 meses puede alcanzar su altura total, no necesita de una semilla para reproducirse como en el caso de las especies maderables.

La Guadua Angustifolia puede tener una producción ilimitada, sin cuidados excesivos. Este es muy utilizado por ser fácil de conseguir y bajos costos.

El país no cuenta con una normativa que regule la construcción con este tipo de material. No obstante, nos regiremos con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10(2010), capítulo G-12; este reglamento es realizado luego de los estudios en el año 1970, para poder evaluar el diseño sismo resistente.

Se permite el desarrollo de este reglamento debido a las similitudes entre los dos países como clima y región.

Debido a que esta alternativa constituye una solución especial, ya que ha sido analizada pocas veces, se presentan varios detalles en los diseños, que pueden ser utilizados en la construcción.

#### 4.3.2 Consideraciones de diseño

- a) La cosecha de la caña guadua estructural debe realizarse entre los 4 y 6 años.
- b) La guadua debe tener buena durabilidad o estar adecuadamente preservada.
- c) Se deberán aplicar recursos para proteger a la caña del contacto con la humedad, la radiación solar, los insectos, los hongos o de cualquier agente que degrade el material.
- d) El diseño de estructuras con caña guadua debe tener en cuenta las características de los accesorios a usarse como: clavos, pernos, conectores, adhesivos, soportes y tableros.

#### 4.3.3 Descripción de los materiales

- Caña guadua Angustifolia para las vigas y columnas, con las siguientes características:  
Diámetro exterior = 12 cm  
espesor = 1 cm  
 $E = 765000 \text{ ton/m}^2$
- Losa: estará conformada por fibrolit.
- Cuartones: para soporte de la losa

#### 4.3.4 Determinación de Cargas

A continuación, se detallan las cargas consideradas:

**Tabla LXXII.** Cargas vivas de la estructura de caña guadua.

<b>CARGAS VIVAS</b>	
<b>Descripción</b>	<b>KN/m2</b>
Viviendas unifamiliares y bifamiliares	2
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.7

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla LXXIII.** Cargas muertas en estructura de caña guadua.

<b>CARGAS MUERTAS</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Ton/m2</b>
Caña Guadua	0.01
Accesorios	0.02
Cuartones	0.01
<b>Wd</b>	<b>0.04</b>

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

**Tabla LXXIV.** Peso propio de la estructura en estructura de caña guadua.

<b>PESO PROPIO</b>	
<b>Descripción</b>	<b>ton/m2</b>
Vigas y columnas	0.01

**Fuente:** NEC (2015)

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### **Resumen de cargas por piso:**

En la tabla se detallan las cargas que se aplicaran en la estructura, en los anexos se especifican los cálculos realizados.

**Tabla LXXV.** Resumen de cargas por piso de la estructura de caña guadua.



<b>Primer Piso</b>	<b>WD</b>	0,05 ton/m <sup>2</sup>
	<b>WL</b>	0,20 ton/m <sup>2</sup>
<b>Cubierta</b>	<b>WD</b>	0,05 ton/m <sup>2</sup>
	<b>WL</b>	0,07 ton/m <sup>2</sup>

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.3.5 Cargas sísmicas

Para el cálculo de las cargas sísmicas, se considerará el tipo de suelo, el coeficiente de respuesta sísmica según el tipo de estructura y los factores de irregularidad.

**Tabla LXXVI.** Factores considerados para análisis sísmico.

<b>Factor de Importancia I</b>	1,00
<b>Factor Irreg. Planta <math>\phi_p</math></b>	1,00
<b>Factor Irreg. Elevación <math>\phi_e</math></b>	1,00

Fuente: NEC (2015)

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.3.6 Diseño y Análisis Estructural.

Para el diseño nos basaremos en la Norma colombiana NSR-10 capítulo G-12. Estructuras de caña guadua, el alcance de esta normativa es “Establecer los requisitos para el diseño estructural y sismo resistente de estructuras cuyo elemento resistente principal es el bambú Guadua angustifolia Kunth. Una estructura de guadua diseñada de acuerdo con los requisitos de este Reglamento, tendrá un nivel de seguridad equivalente al de estructuras diseñadas con otros materiales.”

Los elementos estructurales serán diseñados mediante el método de esfuerzos admisibles. La siguiente tabla muestra los esfuerzos admisibles para la caña guadua según la NSR-10:

**Tabla LXXVII.** Esfuerzos admisibles  $F_i$ (MPa), CH=12%.

$F_b$ Flexión	$F_t$ Tracción	$F_c$ Compresión	$F_{p\perp}$ Compresión $\perp$	$F_v$ Corte
15	18	14	1.4	1.2

|| = compresión paralela al eje longitudinal.

$\perp$  = compresión perpendicular al eje longitudinal.

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

**Fuente:** Norma NSR-10

**Elaborado por:** Norma NSR-10

**Tabla LXXVIII.** Módulos de elasticidad,  $E_i$  (MPa), CH=12%

Módulo promedio $E_{0.5}$	Módulo percentil 5 $E_{0.05}$	Módulo mínimo $E_{min}$
9.500	7.500	4.000

**Fuente:** Norma NSR-10

**Elaborado por:** Norma NSR-10

#### 4.3.7 Diseño de vigas principales

##### Diseño a flexión

Se verificarán las deflexiones que se produzcan mediante las siguientes tablas:

**Tabla LXXIX.** Deflexiones.

Condición de carga	Deflexión
Carga Puntual en el centro de la luz	$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI} K$ (G.12.8-2)
Carga distribuida	$\Delta = \frac{5}{384} \frac{\omega l^4}{EI} K$ (G.12.8-3)

**Fuente:** Norma NSR-10

**Elaborado por:** Norma NSR-10

Tabla LXXX. Deflexiones admisibles.

Deflexiones admisibles  $\delta$  (mm), nota3

Condición de servicio	Cargas vivas (l/k)	Viento o Granizo (l/k)	Cargas totales (l/k) Nota 2
<b>Elementos de techo / Cubiertas</b>			
<b>Cubiertas inclinadas</b>			
Cielo rasos de pañete o yeso	l/360	l/360	l/240
Otros cielo rasos	l/240	l/240	l/180
Sin cielo raso	l/240	l/240	l/180
Techos planos	Nota 1	Nota 1	l/300
Techos industriales	-	-	l/200
<b>Entrepisos</b>			
Elementos de entropiso	l/360	-	l/240
Entrepisos rígidos	-	-	l/360
<b>Muros exteriores</b>			
Con acabados frágiles	-	l/240	-
Con acabados flexibles	-	l/120	-

Fuente: Norma NSR-10

Elaborado por: Norma NSR-10

El diseño se lo deberá realizar en su eje longitudinal, dado que la viga se considera que estará apoyada en sus extremos, el mayor momento se lo definirá en el tramo central.

Tabla LXXXI. Verificación de esfuerzos, vigas principales.

Esfuerzos Admisible	# Cañas para conformación de Viga			
	1	2	3	4
M (N/mm)	2517140,56	5656746,88	5898601,38	1777656,61
S (mm <sup>3</sup> )	87834	295179	640754	1124559
M/S (MPa)	2,865,792,928	1,916,378,496	9,205,719,168	1,580,758,866
Fb (MPa)	15	15	15	15
	No cumple	No cumple	cumple	cumple

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

$$fb \leq Fb ; \text{ Si cumple}$$

Por lo tanto, para el diseño de la viga de caña guadua se considerará que la viga está conformada por 3 cañas, realizando las siguientes comprobaciones:

**Diseño de viga a cortante**

Esfuerzo cortante, elemento de caña guadua.

$$f_v = \frac{2V}{3A} \left( \frac{3De^2 - 4De t + 4t^2}{De^2 - 2De t + 2t^2} \right)$$

**Tabla LXXXII.** Verificación de esfuerzos, vigas principales.

Datos	Valores	Unidades
V	5388,58	N
A	10365	mm <sup>2</sup>
De	120	mm
t	10	mm
Fv	1,2	Mpa
f <sub>v</sub>	1,102264103	MPa

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

$$f_v \leq F_v ; \text{ Si cumple}$$

**Diseño por aplastamiento**

Esfuerzo por aplastamiento, elemento de caña guadua.

$$f_p = \frac{3R * De}{2t^2 * L}$$

**Tabla LXXXIII.** Cálculos para hallar el esfuerzo por aplastamiento.

Datos	Valores	Unidades
R	5388,58	N
De	120	mm
t	30	mm
L	4000	mm
f <sub>p</sub>	0,269429	Mpa
F <sub>p</sub>	1,4	MPa

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

$$f_p \leq F_p ; \text{ Si cumple}$$

**Diseño a la tensión axial**

Esfuerzo a la tensión axial.

$$f_p = \frac{T}{A}$$

**Tabla LXXXIV.** Cálculos para hallar el esfuerzo de tensión axial.

Datos	Valores	Unidades
T	21301,03	N
De	120	mm
T	10	mm
A	10367,25576	mm <sup>2</sup>
f <sub>v</sub>	2,05464498	Mpa
F <sub>v</sub>	18	Mpa

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

$$f_v \leq F_v ; \text{ Si cumple}$$

**Diseño por flexión y carga axial**

Esfuerzo a la flexión y carga axial, para elementos de caña guadua.

$$\frac{f_t}{F't} + \frac{f_b}{F'b} \leq 1.0$$

**Tabla LXXXV.** Cálculos para hallar el esfuerzo a la flexión y carga axial.

Datos	Valores	Unidades
N	21301,03	N
De	120	mm
t	10	mm
A	10367,25576	mm <sup>2</sup>
f <sub>t</sub>	2,05464498	Mpa
F't	18	Mpa
f <sub>t</sub> /F't	0,11	
M	1041162,84	N*mm
l	22274444,83	mm <sup>3</sup>
f <sub>b</sub>	2,804548929	MPa
F'b	15	MPa
f <sub>b</sub> /F'b	0,186969929	
f <sub>t</sub> /F't + f <sub>b</sub> /F'b < 1	0,301116872	

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

$$\frac{f_t}{F_t} + \frac{f_b}{F_b} = 0.30 \leq 1.0 ; \text{ Si cumple}$$

#### 4.3.8 Diseño de columnas

##### Diseño a tensión axial

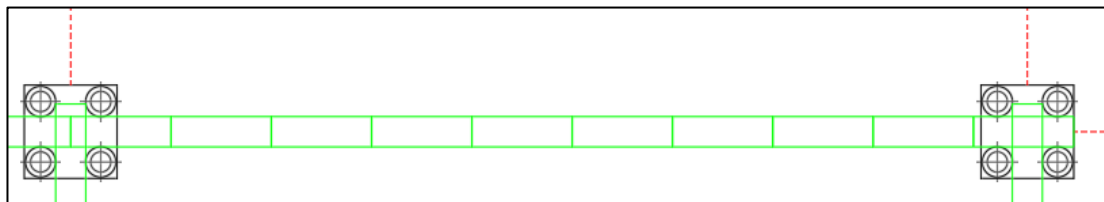
La columna estará conformada de 4 cañas

**Tabla LXXXVI.** Cálculos para hallar la tensión axial de la columna.

Datos	Valores	Unidades
T	16144,05	N
De	120	mm
t	10	mm
A	13823,00768	mm <sup>2</sup>
f <sub>v</sub>	1,167911527	Mpa
F <sub>v</sub>	18	Mpa

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

$$f_v \leq F_v ; \text{ Si cumple}$$



**Figura 4-46** Corte transversal de columna diseñada

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.3.9 Diseño de pernos

Para las uniones se usarán pernos de acero ASTM A307, con las siguientes características:

$$F_y = 250 \text{ MPa}$$

$$F_u = 400 \text{ MPa}$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

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

$F_u$  = Resistencia última del acero, a esfuerzo de fluencia mínima final.

### Diseño de pernos a cortante

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

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

$$F_{v,sd} = \frac{16144,05}{3}$$

$$F_{v,sd} = 5381.35 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = n * 0.5 * F_u * \frac{A}{\gamma_{m2}}$$

$n$  = número de planos de corte

$$\gamma_{m2} = 1.25$$

$$F_{v,Rd} = 0.5 * 400 \text{ N} * \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right) d^2}{1.25}$$

$$F_{v,Rd} = 125.66 d^2 \text{ N}$$

Entonces

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

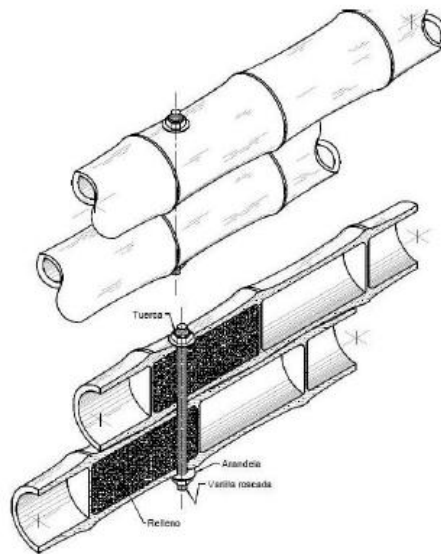
$$5381.35 \leq 125.66 d^2$$

$$d \geq 6.5 \text{ mm}$$

$$d = \frac{1}{2} \text{ in}$$

Todas las cañas que sean atravesadas por un conector en vigas de sección compuesta, deben estar rellenos de mortero de cemento, como se observa en la siguiente figura.

El primer conector debe ser ubicado a una distancia igual a 5 cm, medidos desde la cara del apoyo.



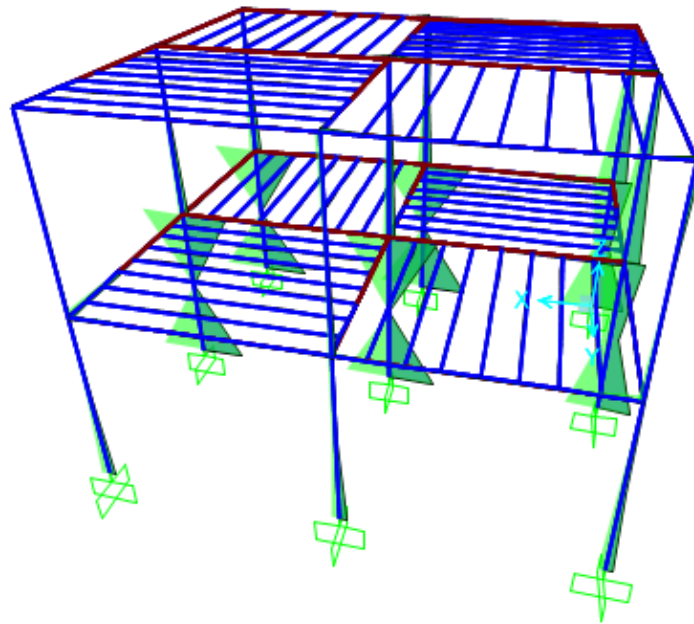
**Figura 4-47** Conexiones entre caña con pernos.  
**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

#### 4.3.10 Análisis Estructural en SAP200

##### 4.3.10.1 Análisis en Vigas y Columnas

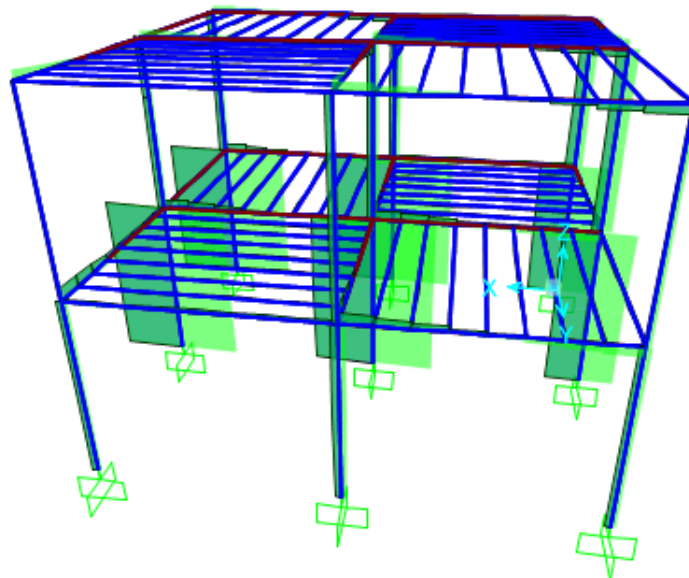
Mediante el programa de análisis estructural SAP200 se realizó la comprobación de las condiciones de diseño a flexión, cortante y torsión.





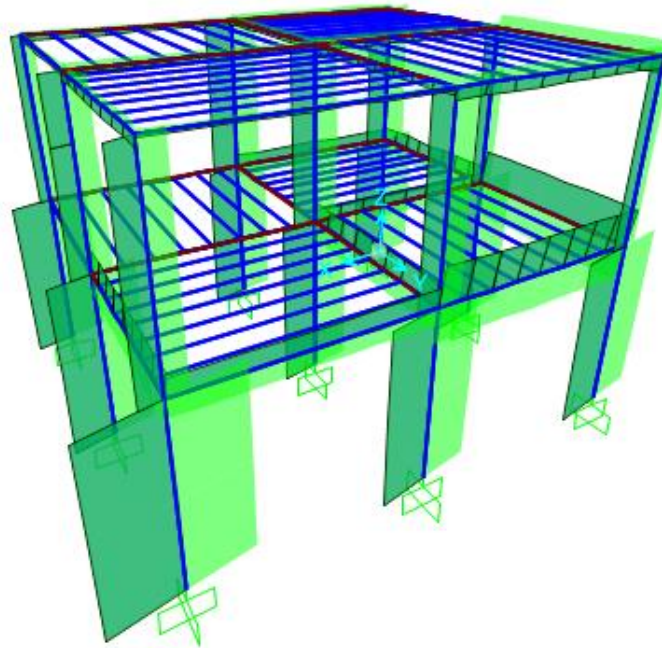
**Figura 4-48** Diagrama de momentos debido a la envolvente de la combinación de cargas

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



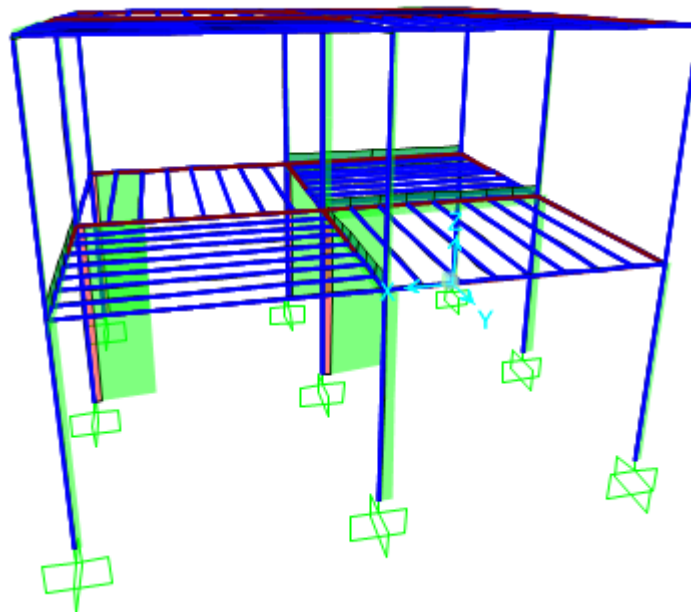
**Figura 4-49** Diagrama de Cortante debido a la envolvente de la combinación de cargas

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



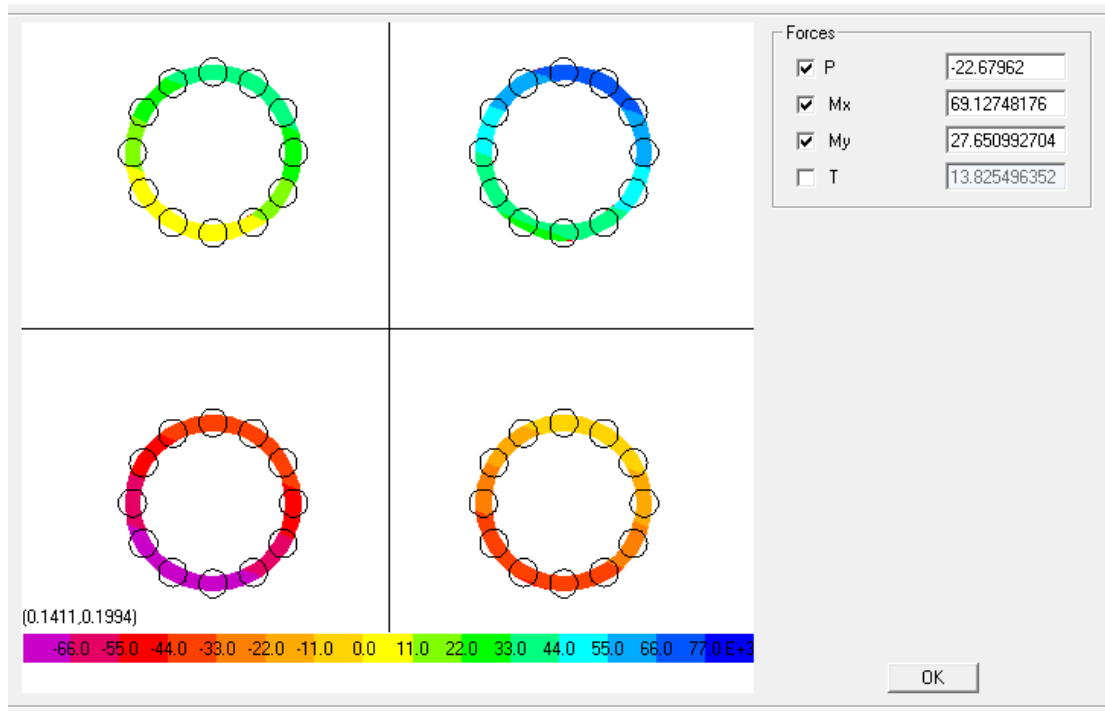
**Figura 4-50** Diagrama de Torsión debido a la envolvente de la combinación de cargas

**Elaborado por:** Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-51** Diagrama de Fuerzas axiales debido a la envolvente de la combinación de Cargas

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.



**Figura 4-52** Esfuerzo de compresión y momento admisible para una caña

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016.

Debido a sus propiedades mecánicas una sola columna de Caña de Guadua puede soportar un esfuerzo a la Compresión de 22.67 Toneladas.

### 4.3.11 Presupuesto de Estructura de Caña Guadua

Tabla LXXXVII. Presupuesto de la Estructura de Caña Guadua

VIVIENDA UNIFAMILIAR SISTEMA ESTRUCTURAL DE CAÑA GUADUA

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

#### EVALUACION # 3

RUBRO No	DESCRIPCION DEL BIEN O SERVICIO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO GLOBAL
<b>I</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1,01	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CAÑA EXISTENTE(INC.DESALOJO)	M2	50,00	1,25	62,50
1,02	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO ( AREA DE CIMENTACION)	M2	65,00	0,70	45,50
1,03	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	65,00	1,67	108,55
1,04	RELLENO COMPACTADO TERRAPLEN H=1.20 M	M3	90,00	14,30	1.287,00
1,05	EXCAVACION	M3	17,39	7,02	122,06
					-
	SUBTOTAL I				1.625,61
<b>II</b>	<b>ESTRUCTURA HORMIGON</b>				
2,01	REPLANTILLO	M2	9,00	11,22	100,98
2,02	HORMIGON CICLOPEO	M2	12,29	23,65	290,66
2,03	PLINTOS Y RIOSTRAS F'C=210 KG/CM2	M3	4,61	400,29	1.845,34
					-
	SUBTOTAL II				2.236,98
<b>III</b>	<b>ESTRUCTURA CAÑA GUADUA</b>				
3,01	COLUMNAS	ML	54,00	17,27	932,58
3,02	VIGAS	ML	90,00	16,86	1.517,40
3,03	LOSA	M2	56,00	75,50	4.228,00
3,04	ESCALERA	ML	3,62	19,73	71,42
3,05	CONTRAPISO	M2	56,00	33,15	1.856,40
					-
	SUBTOTAL III				8.605,80
<b>IV</b>	<b>MAMPOSTERIA Y ENLUCIDOS</b>				
4,01	PARED DE CAÑA PICADA (INCLUYE ESTRUCTURA)	M2	215,00	18,77	4.035,55
					-
	SUBTOTAL IV				4.035,55
<b>V</b>	<b>CUBIERTA</b>				
5,01	CUBIERTA (INCLUYE ESTRUCTURA)	M2	59,20	26,14	1.547,49
					-
	SUBTOTAL V				1.547,49
<b>VI</b>	<b>ALUMINIO Y VIDRIO - PUERTAS</b>				
6,01	PUERTA DE LAUREL 0.7X2 M	UNIDAD	6,00	102,30	613,80
6,02	ALUMINIO Y VIDRIO	M2	9,72	64,21	624,12
					-
	SUBTOTAL VI				1.237,92

<b>VII</b>	<b>INSTALACIONES AA.SS. Y AA.PP.</b>				
7,01	PUNTO DE AA.SS.	UNIDAD	6,00	11,38	68,28
7,02	PUNTO DE AA.PP.	UNIDAD	6,00	24,43	146,58
7,03	POZO SEPTICO	UNIDAD	1,00	637,45	637,45
7,04	INODORO SENCILLO Y ACCESORIOS	UNIDAD	2,00	90,04	180,08
7,05	LAVAMANOS + GRIFERIA SENCILLA	UNIDAD	2,00	73,80	147,60
7,06	LAVADERO TEKA 1 POZO ( 100X0.50)	UNIDAD	1,00	34,12	34,12
7,07	BOMBA	UNIDAD	1,00	91,30	91,30
7,08	DUCHA	UNIDAD	1,00	41,80	41,80
7,09	REJILLA CROMADA (INC.INSTALACION)	UNIDAD	1,00	28,82	28,82
					-
	<b>SUBTOTAL VII</b>				<b>1.376,03</b>
<b>VIII</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
8,01	PUNTO DE LUZ	UNIDAD	8,00	21,46	171,68
8,02	TOMACORRIENTE 120V	UNIDAD	9,00	22,15	199,35
8,03	TOMACORRIENTE 220V	UNIDAD	1,00	39,17	39,17
					-
	<b>SUBTOTAL VIII</b>				<b>410,20</b>
<b>TOTAL:</b>					<b>21.075,58</b>

Guavaquil, 23 de Enero del 2017

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

#### 4.3.12 Matriz de Impacto Ambiental

La matriz ambiental clasifica a la estructura en un rango del 1-100, de acuerdo al nivel bajo, medio o alto de impacto que tenga esta al medio ambiente.

Del 0-35 es bajo, del 35 al 70 es medio y del 70 al 100 es alta contaminación ambiental.

**Tabla LXXXVIII. Matriz de impacto ambiental de la estructura de caña guadua**

#	Paso a Paso	AA	IA	Tipo Actividad			Control de actividad				Factores ambientales				Total	Factor temporal	Factor legal	Valoración de significancia	Nivel de significancia
				N	A	E	D	I	AL	M	NS	NC	F	RL					
1	Demolición de Estructura de Caña Existente	Emisión de material particulado.	Contaminación del aire	v			v			25	25	25	25	25	25	75	42.50	Medio	
		Generación de escombros.	Contaminación del suelo	v			v			25	25	25	25	25	25	75	42.50	Medio	
2	Excavación y Relleno	Consumo de materiales para relleno	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	25	25	25	50	50	40.00	Medio	
		Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	v			v			25	25	25	25	25	50	50	40.00	Medio	
		Consumo de diesel para compactadora	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	100	25	25	50	25	40.25	Medio	
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	v			v			25	25	25	25	25	75	42.50	Medio		
		Emisión de material particulado	Contaminación del aire	v			v			25	25	25	25	25	75	42.50	Medio		
3	Construcción Estructura de Caña Guadua	Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
		Consumo de madera	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo	
		Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	v			v			50	50	25	25	38.75	50	5	29.750	Bajo	
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	v			v			25	25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo	
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
3	Construcción Estructura de cimentación de Hormigon Armado	Consumo de agua	Agotamiento de recurso natural no renovable	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
		Consumo de madera	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	50	5	27.25	Bajo	
		Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	v			v			50	50	25	25	38.75	50	25	36.75	Bajo	
		Generación de escombros	Contaminación de suelo	v			v			25	25	25	25	25	25	50	33.75	Medio	
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
4	Albanilería	Generación de polvo.	Contaminación del aire	v			v			25	25	25	25	25	25	25	25.00	Medio	
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	25	25	25	25	25	25.00	Bajo	
		Consumo de materiales de construcción.	Agotamiento del recurso natural	v			v			50	50	50	25	46.25	25	25	33.5	Bajo	
		Ruido.	Afectación a zona de influencia	v			v			25	25	25	25	25	75	42.5	Medio		
5	Recubrimientos de piso	Consumo de materiales de construcción.	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	25	50	36.75	Medio	
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	25	50	36.75	Medio	
		Consumo de porcelanato.	Agotamiento del recurso natural	v			v			50	50	50	25	46.25	25	25	33.5	Bajo	
		Consumo de agua	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	25	25	25	50	33.75	Bajo		
		Generación de escombros	Contaminación del suelo	v			v			25	25	25	25	25	100	51.25	Medio		
7	Cubierta	Consumo de materiales de construcción	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
		Generación de basura común	Contaminación de suelo	v			v			25	25	25	25	25	50	25	31.25	Bajo	
9	Instalaciones Eléctricas.	Consumo de material	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo	
		Consumo de energía	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo	
		Generación de basura común	Contaminación del suelo	v			v			50	50	50	50	50	25	41.25	Medio		
10	Instalaciones AASS Y AAPP	Consumo de PVC en tuberías	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo	
		Consumo de pegamento para pvc	Agotamiento del recurso natural	v			v			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo	
		Generación de residuos de tuberías	Contaminación de suelo	v			v			25	25	50	25	32.5	50	25	34.25	Bajo	
Bajo																			
<small>AA: Aspecto ambiental - IA: Impacto ambiental - N: Normal - A: Anormal - E: Emergencia  AL: Aproximación a límites - M: Magnitud - NS: Nivel de sensibilidad - NC: Nivel de control - F: Frecuencia - RL: Requisito legal - D: Directo - I: Indirecto</small>																			

**Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016**

**La estructura de Caña Guadua tiene un Impacto Ambiental Bajo.**

# **CAPÍTULO 5**

## **ALTERNATIVA DE DISEÑO RECOMENDADA**

## 5.1 Selección

Una vez que conocemos la topografía del terreno, los datos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, geotécnicos, aspecto socioeconómico, servicios básicos y limitantes del proyecto podemos seleccionar nuestra mejor alternativa de diseño estructural de acuerdo a la ponderación de criterios.

### 5.1.1 Ponderación de los Criterios de Selección.

Se realiza la ponderación en base a criterios técnicos en una escala del 1-100, la alternativa que obtenga el mayor puntaje será seleccionada como la alternativa de diseño estructural que más se adapte a las características y limitaciones de este proyecto.

**Tabla LXXXIX.** Bases de la calificación Ponderada

Descripción		Puntaje
Durabilidad	menor a 50 años	2
	entre 50 y 100 años	6
	mayor a 100 años	10
Tiempo de Construcción	menor a 4 meses	20
	entre 4 meses y 6 meses	10
	mayor a 6 meses	5
Comodidad	Baja	2
	Moderada	6
	Satisfactoria	10
Costo	menor a 25000	20
	mayor a 25000 y menor a 45000	10
	mayor a 45000	5
Impacto Ambiental	Bajo	20
	Medio	10
	Alto	5
Aceptacion Social	Marginal	2
	Aceptable	6
	Popular	10
Mantenimiento	Periódico	2
	Regular	6
	Casi Nulo	10

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016



## 5.2 Mejor Alternativa de Sistema Estructural

Las alternativas a seleccionar son:

- Alternativa 1: Estructura de Hormigón Armado
- Alternativa 2: Estructura Metálica
- Alternativa 3: Estructura de Caña Guadua.

La alternativa con la mejor ponderación es la del sistema estructural con Caña Guadua, con una ponderación de 80 pts. Este sistema estructural es el más viable a construir en el Recinto barbasco del río del Cantón Santa Lucía de la Provincia del Guayas.

**Tabla XC.** Criterio de Valoración de las Propuestas

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Durabilidad</b>	10	10	6
<b>Tiempo de Construcción</b>	10	10	20
<b>Comodidad</b>	6	6	10
<b>Costo</b>	10	10	20
<b>Impacto Ambiental</b>	10	10	20
<b>Aceptación Social</b>	10	6	2
<b>Mantenimiento</b>	6	6	2
<b>TOTAL</b>	62	58	80

Elaborado por: Ponce, P., Rodríguez, CH., 2016

# **CAPÍTULO 6**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Los estudios efectuados permiten establecer que la estructura sismo resistente con mayor aceptación en el área de proyecto es una que incluye como elemento estructural la caña guadua.

Debido a que la caña es un bambú leñoso perteneciente a la familia de las gramíneas, constituye un recurso renovable. Se establece que es una alternativa que no afecta el medio ambiente, es decir, no implica deforestación.

La estructura de caña guadua, presenta un costo bajo a nivel de construcción de viviendas de \$21,075.58, además de producir un bajo impacto al medio ambiente, en una escala del 5-100 un 35%, por lo que se considera una alternativa viable.

Además de la rapidez en la construcción con Caña Guadua, se debe apreciar que este material ofrece mayor resistencia al paso de las ondas sonoras ocasionadas por el ruido en comparación con el hormigón y el acero.

Todas las alternativas fueron diseñadas para reducir las limitaciones por acceso a servicios Básicos de alcantarillado sanitario con la construcción de un pozo séptico, alcantarillado pluvial con las pendientes que ofrece el terreno y la caída de la cubierta, y red de agua potable, conectándonos mediante tuberías Pvc al pozo de agua profunda.

Las construcciones de caña guadua tienen fácil mantenimiento y pueden ser reemplazados sin requerirse de procedimientos especiales.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Es importante que se impulse el cultivo de la caña guadua en las cercanías al área del proyecto, con la finalidad de que este tipo de proyectos sean sustentables.

Debido a que la caña tiene menor durabilidad de los materiales es importante que se investigue el comportamiento de dicho producto vegetal e áreas de clima húmedo y lluvioso, tal es el caso de soluciones de curado para su mantenimiento.

Los municipios deben de regularizar todos los tipos de construcciones que se realicen, para lograr viviendas seguras para quienes viven en ellas.

Se debe proponer al GAD municipal de Santa Lucia un macro-proyecto que involucre una red de alcantarillado sanitario y pluvial, así como también una red de agua potable, el acceso a estos servicios básicos eleva la calidad de vida de las personas de los recintos aledaños a Barbasco del Rio, lo cual está estipulado por la ley.


Se debe Proponer al GAD que realice un levantamiento topográfico actualizado de toda el área alrededor del Recinto barbasco del Rio, para poder conocer las delimitaciones de los recintos.

# ANEXO A

RESULTADO DE ENSAYO DE  
LABORATORIO DE SUELOS

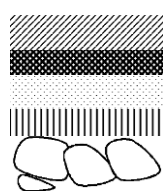


## HOJA ESTRATIGRÁFICA Y RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

 <p><b>GEOCON</b><sup>®</sup> Consultoría en Geotecnia</p>	<b>Proyecto:</b> Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Familia Ponce "
	<b>Contratista:</b> Ing. Henry Ponce
	<b>Localización:</b> Santa Lucia
	<b>Inicio:</b> 05 de Diciembre de 2016
	<b>Terminación:</b> 05 de Diciembre de 2016

Nº muestra	Prof. (m.) muestras	# Golpes ( N )	Estratigrafía SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Muestreador	ENSAYOS DE LABORATORIO							
						Wn %	LL% %	IP %	% pas # 4	% pas # 200	qu (Kg/cm2)	ε %	γv Kg/m3
1	0,00-0,85		ML	Limo de baja plasticidad color café claro	FUNDA	8,20	48,67	1,57	100,00	65,37			
2	0,85-1,00		ML	Limo de baja plasticidad color gris	SHELBY	18,81	46,19	15,18	99,75	94,56	2,20	4,29	1563

Simbología:



limos  
gravas  
arenas  
arcillas  
fragmentos de roca

**GEOCON S.A.**  
*Sylvia Vásquez*  
FIRMA AUTORIZADA

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

Wn	Contenido de Humedad
% pas #4	Pasante Tamiz N°4
% pas #200	Pasante Tamiz N°200
LP	Límite Plástico
IP	Índice de Plasticidad
Rev.	Revestimiento



## RESULTADOS DE ENSAYOS DE: LIMITES DE ATTERBERG, HUMEDAD Y GRANULOMETRIA

<b>Contratista:</b>	Ing. Henry Ponce	<b>Perforación:</b>	C1
<b>Proyecto:</b>	Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Familia Ponce "	<b>Muestra:</b>	1
<b>Ubicación:</b>	Santa Lucia	<b>Profundidad:</b>	0,00-0,85 m
<b>Fecha:</b>	Diciembre de 2016		
<b>Descripción visual:</b>	Limo arenoso claro		

### LIMITES DE ATTERBERG

MUESTRA No.	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
1	48,7	47,1	1,6

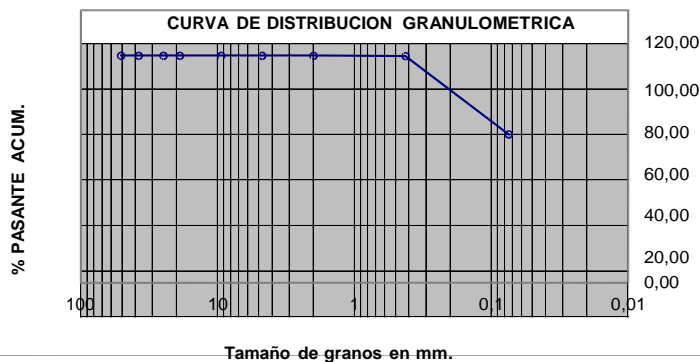
### CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD: Norma ASTM D 2216 / AASHTO T 265-93 (2000)

Peso Húm. + tara	89,80
Peso Seco + tara	84,80
Peso Agua	5,00
Peso Tara	23,80
Peso Seco	61,00
% de Humedad	8,20

Peso Húm.+ tara	152,10
Peso Tara	34,30
Peso Seco	108,88

### CALCULO GRANULOMETRICO: Norma ASTM D 422 / AASHTO T 88-00

Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.
INEN (mm)	ASTM			
51	2"			100,00
38	1 1/2"			100,00
25	1"			100,00
19	3/4"			100,00
9,5	3/8"			100,00
4,75	# 4			100,00
2	# 10			100,00
0,425	# 40		0,20	99,82
0,075	# 200		37,70	65,37



**GEOCON S.A.**  
  
 FIRMA AUTORIZADA

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

**Revisado:**

Ing. Sylvia Vásquez

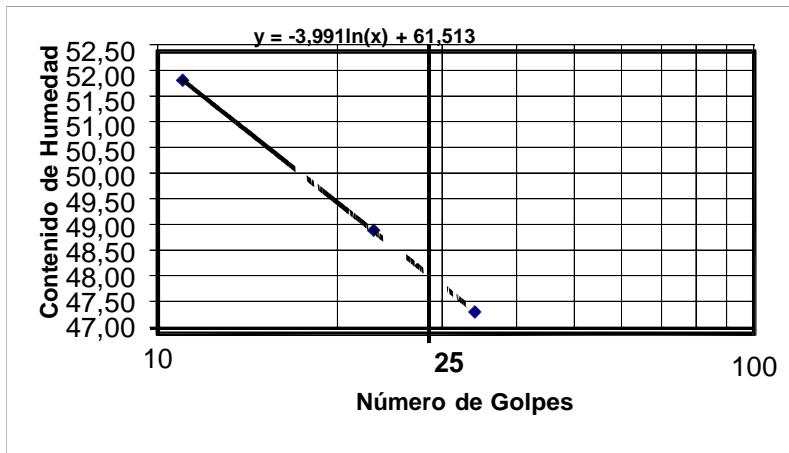
Gerente General



## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

<b>Contratista:</b>	Ing. Henry Ponce	<b>Perforación:</b>	C1
<b>Proyecto:</b>	Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Fa	<b>Muestra:</b>	1
<b>Ubicación:</b>	Santa Lucia	<b>Profundidad:</b>	0,00-0,85 m
<b>Fecha:</b>	Diciembre de 2016		
<b>Descripción visual:</b>	Limo arenoso claro		

Peso de suelo húmedo +tara	37,14	37,30	37,84
Peso de suelo seco +tara	28,69	29,07	29,64
Peso tara	12,42	12,28	12,35
Peso de suelo seco	16,27	16,79	17,29
Peso de agua	8,45	8,23	8,20
<b>Contenido de humedad</b>	51,94	49,02	47,43
Número de Golpes (N)	11	23	34



Formula:  $y = a\ln(x) + b$

a= -3,991

b= 61,513

Resultado:  
Intersección 25

y= 48

## LIMITE PLÁSTICO

Peso de suelo húmedo +tara	14,04	15,91	18,04
Peso de suelo seco +tara	11,28	12,86	14,28
Peso tara	5,43	6,37	6,30
Peso de suelo seco	5,85	6,49	7,98
Peso de agua	2,76	3,05	3,76
<b>Contenido de humedad</b>	47,18	47,00	47,12

LL =	48,7
LP =	47,1
IP =	1,6
AASHTO:	A-5(3)
S.U.C.S.	ML

Revisado:

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

GEOCON S.A.  
*Sylvia Vásquez*  
FIRMA AUTORIZADA

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General





## RESULTADOS DE ENSAYOS DE: LIMITES DE ATTERBERG, HUMEDAD Y GRANULOMETRIA

<b>Contratista:</b>	Ing. Henry Ponce	<b>Perforación:</b>	C1
<b>Proyecto:</b>	Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Familia Ponce "	<b>Muestra:</b>	2
<b>Ubicación:</b>	Santa Lucía	<b>Profundidad:</b>	0,85-1,00 m
<b>Fecha:</b>	Diciembre de 2016		
<b>Descripción visual:</b>	Limo arcilloso gris		

### LIMITES DE ATTERBERG

MUESTRA No.	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
2	46,2	31,0	15,2

### CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD: Norma ASTM D 2216 / AASHTO T 265-93 (2000)

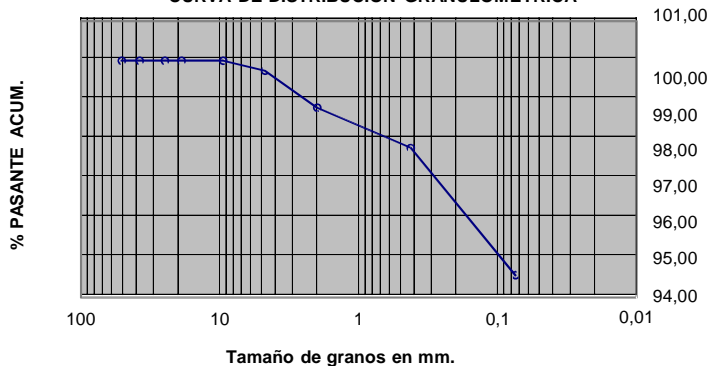
Peso Húm. + tara	139,50
Peso Seco + tara	122,80
Peso Agua	16,70
Peso Tara	34,04
Peso Seco	88,76
% de Humedad	18,81

Peso Húm.+ tara	174,70
Peso Tara	34,80
Peso Seco	117,75

### CALCULO GRANULOMETRICO: Norma ASTM D 422 / AASHTO T 88-00

Tamiz #		Peso retenido parcial	Peso retenido acumul.	% Pasante Acumul.
INEN (mm)	ASTM			
51	2"			100,00
38	1 1/2"			100,00
25	1"			100,00
19	3/4"			100,00
9,5	3/8"			100,00
4,75	# 4		0,3	99,75
2	# 10		1,4	98,81
0,425	# 40		2,60	97,79
0,075	# 200		6,40	94,56

CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



**GEOCON S.A.**  
*Sylvia Vásquez*  
FIRMA AUTORIZADA

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

**Revisado:**

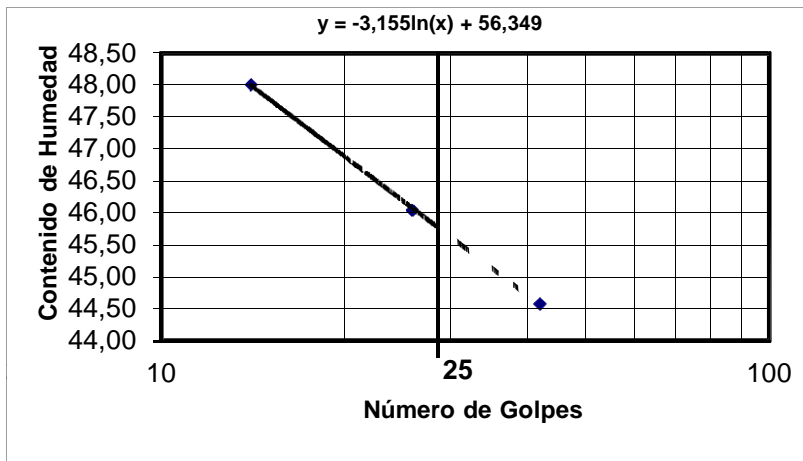
Ing. Sylvia Vásquez

Gerente General

## ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

<b>Contratista:</b>	Ing. Henry Ponce	<b>Perforación:</b>	C1
<b>Proyecto:</b>	Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Fam	<b>Muestra:</b>	2
<b>Ubicación:</b>	Santa Lucia	<b>Profundidad:</b>	0,85-1,00 m
<b>Fecha:</b>	Diciembre de 2016		
<b>Descripción visual:</b>	Limo arcilloso gris		

Peso de suelo húmedo +tara	33,17	30,28	41,62
Peso de suelo seco +tara	25,95	24,18	32,17
Peso tara	10,92	10,93	10,97
Peso de suelo seco	15,03	13,25	21,20
Peso de agua	7,22	6,10	9,45
<b>Contenido de humedad</b>	48,04	46,04	44,58
Número de Golpes (N)	14	26	42



Formula:  $y = a \ln(x) + b$

$a = -3,155$   
 $b = 56,349$

Resultado:  
Intersección 25  
 $y = 46$

## LIMITE PLASTICO

Peso de suelo húmedo +tara	17,93	18,25	19,62
Peso de suelo seco +tara	14,96	15,16	16,48
Peso tara	5,45	5,23	6,25
Peso de suelo seco	9,51	9,93	10,23
Peso de agua	2,97	3,09	3,14
<b>Contenido de humedad</b>	31,23	31,12	30,69

LL =	46,2
LP =	31,0
IP =	15,2
AASHTO:	A-7-5(18)
S.U.C.S.	ML

Revisado:

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

**GEOCON S.A.**  
*Sylvia Vásquez*  
FIRMA AUTORIZADA

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

<b>Contratista:</b>	Ing. Henry Ponce	<b>Perforación:</b>	C
<b>Proyecto:</b>	Investigación estratigráfica del subsuelo para el proyecto "Vivienda Familia Ponce "	<b>Muestra:</b>	2
<b>Ubicación:</b>	Santa Lucia	<b>Profundidad:</b>	0,86-1,00 m
<b>Fecha:</b>	Diciembre de 2016		
<b>Descripcion visual:</b>	Limo arcilloso gris		

Contenido de Humedad	
<b>Cápsula</b>	
<b>Peso húm+tara</b>	139,50
<b>Peso seco+tara</b>	122,80
<b>Peso Agua</b>	16,70
<b>Peso Cápsula</b>	34,04
<b>Peso Seco</b>	88,76
<b>Humedad %</b>	18,81

Características de la muestra	
<b>Diámetro Inicial:</b>	3,476 cm.
<b>Altura Inicial:</b>	7,11 cm.
<b>Area Inicial:</b>	9,490 cm <sup>2</sup>
<b>Volumen Inicial:</b>	67,471 cm <sup>3</sup>
<b>Peso Húmedo:</b>	105,5 g
<b>Dens. Húmeda:</b>	1563,03
<b>Densidad Seca:</b>	1315,52

Deformación	Dial de carga	Carga Kg	Deformación total (pulg.)	Deformación Unitaria %	Area Corregida	Esfuerzo Kg/cm <sup>2</sup>
10	7	0,70	0,01	0,357	9,52	0,0735
20	18	1,80	0,02	0,714	9,56	0,1883
30	36	3,60	0,03	1,072	9,59	0,3753
40	58	5,80	0,04	1,429	9,63	0,6025
50	89	8,90	0,05	1,786	9,66	0,9211
60	146	14,60	0,06	2,143	9,70	1,5055
70	189	18,90	0,07	2,501	9,73	1,9418
80	204	20,40	0,08	2,858	9,77	2,0883
90	216	21,60	0,09	3,215	9,80	2,2030
100	218	21,80	0,1	3,572	9,84	2,2152
120	218	21,80	0,12	4,287	9,91	2,1988
140						
160						
180						
200						
220						
240						
260						
280						

**GEOCON S.A.**  
*Sylvia Vásquez*  
FIRMA AUTORIZADA

Ing. Sylvia Vásquez  
Gerente General

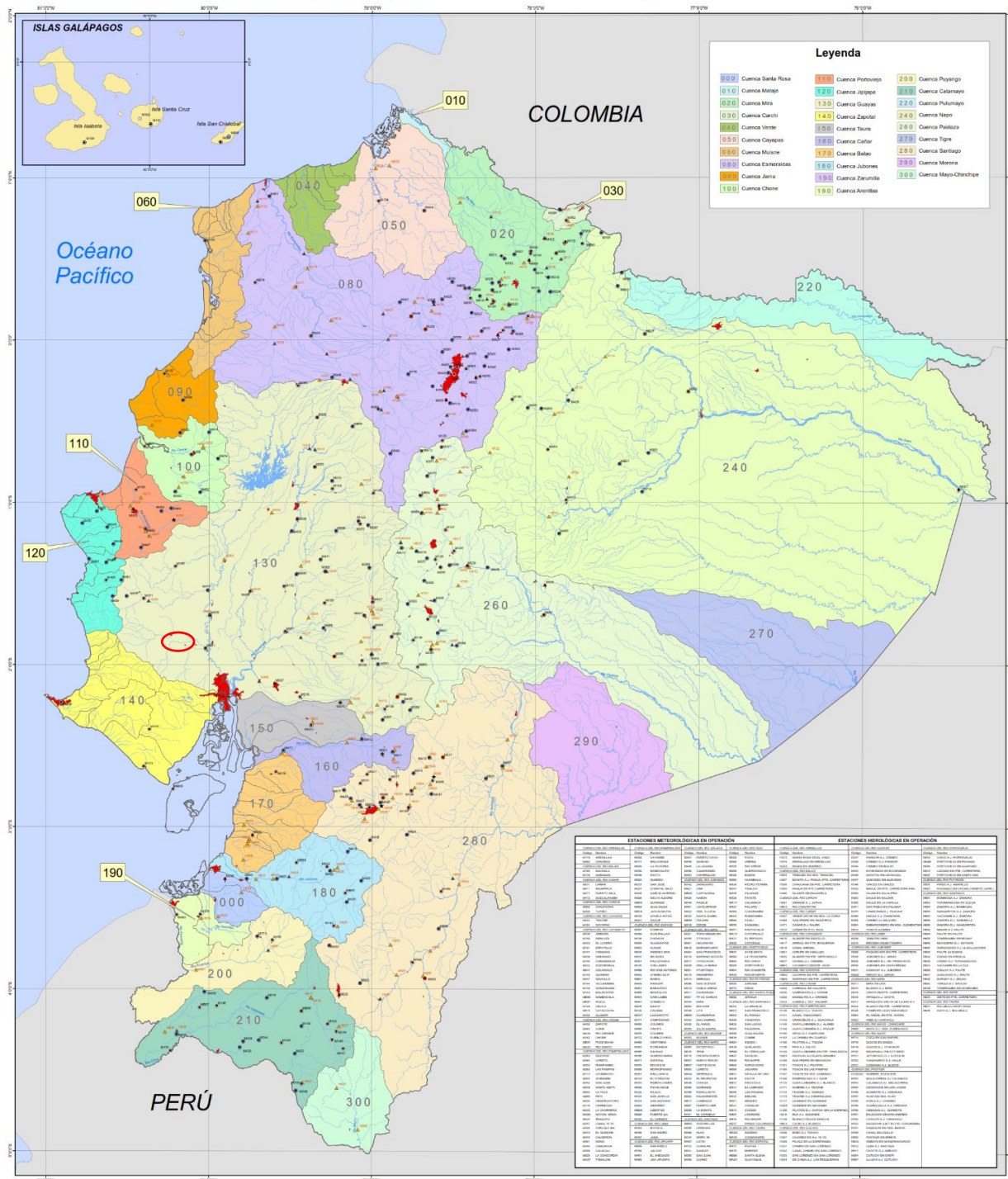
<b>Revisado:</b>	Ing. Sylvia Vásquez Gerente General
------------------	--

<b>Resultados</b>	
qu:	2,20 Kg/cm <sup>2</sup>
e %	4,29

# **ANEXO B**

MAPA DE UBICACIÓN DE LA RED  
DE ESTACIONES  
HIDROMETEOROLÓGICAS POR  
CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL  
ECUADOR

## Mapa de ubicación de la red actual de estaciones hidrometeorológicas por cuencas hidrográficas del Ecuador



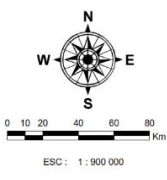
**Legenda**

000	Cuenca Santa Rosa	110	Cuenca Portoviejo	200	Cuenca Puyo
010	Cuenca Manabí	120	Cuenca Jipijapa	210	Cuenca Cotacachi
020	Cuenca Mira	130	Cuenca Guayas	220	Cuenca Putumayo
030	Cuenca Cacha	140	Cuenca Zapotillo	230	Cuenca Napo
040	Cuenca Venecia	150	Cuenca Tumbaco	240	Cuenca Pastaza
050	Cuenca Cayapas	160	Cuenca Cacha	250	Cuenca Tigre
060	Cuenca Muzón	170	Cuenca Babahoyo	260	Cuenca Santiago
070	Cuenca Esmeraldas	180	Cuenca Jubones	270	Cuenca Morona
080	Cuenca Juma	190	Cuenca Zaruma	280	Cuenca Mayo-Chiriquí
090	Cuenca Chone	200	Cuenca Amaluza		

ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN OPERACIÓN				ESTACIONES HIDROLÓGICAS EN OPERACIÓN			
Basin	Station Name	Type	Status	Basin	Station Name	Type	Status
010	...	...	...	010	...	...	...
020	...	...	...	020	...	...	...
030	...	...	...	030	...	...	...
040	...	...	...	040	...	...	...
050	...	...	...	050	...	...	...
060	...	...	...	060	...	...	...
070	...	...	...	070	...	...	...
080	...	...	...	080	...	...	...
090	...	...	...	090	...	...	...
100	...	...	...	100	...	...	...
110	...	...	...	110	...	...	...
120	...	...	...	120	...	...	...
130	...	...	...	130	...	...	...
140	...	...	...	140	...	...	...
150	...	...	...	150	...	...	...
160	...	...	...	160	...	...	...
170	...	...	...	170	...	...	...
180	...	...	...	180	...	...	...
190	...	...	...	190	...	...	...
200	...	...	...	200	...	...	...
210	...	...	...	210	...	...	...
220	...	...	...	220	...	...	...
230	...	...	...	230	...	...	...
240	...	...	...	240	...	...	...
250	...	...	...	250	...	...	...
260	...	...	...	260	...	...	...
270	...	...	...	270	...	...	...
280	...	...	...	280	...	...	...
290	...	...	...	290	...	...	...
300	...	...	...	300	...	...	...

**SIMBOLOGÍA**

<p><b>ESTACIONES METEOROLÓGICAS (M XXX)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Agrometeorológicas</li> <li>● Climatológicas principales</li> <li>○ Climatológicas ordinarias</li> <li>● Pluviométricas</li> <li>● Pluviográficas</li> </ul> <p><b>ESTACIONES HIDROLÓGICAS (H XXX)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Limnimétricas</li> <li>▲ Limnigráficas</li> <li>★ Automáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Límite del Ecuador</li> <li>— Ríos</li> <li>■ Centros poblados</li> </ul>
---	--



República del Ecuador  
Secretaría Nacional del Agua  
**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA**

ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS		
FUENTE	PROYECCIÓN	AÑO
INAMHI-CNRH	WGS 1984	2009

# **ANEXO C**

**RUBROS DEL PRESUPUESTO DE  
LA VIVIENDA DE CAÑA GUADUA**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1,01

**UNIDAD:** M2

**DETALLE:** DEMOLICION DE ESTRUCTURA EXISTENTE

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,05
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,05
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,09	0,17
PEON	3	3,41	10,23	0,09	0,92
<b>SUB-TOTAL N:</b>					1,09
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					0,00
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. Guayaquil, 27 de enero del 2017			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		1,14
				INDIRECTOS Y UTILIDAD	10,00%
				OTROS INDIRECTOS	0,00%
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1,25
				<b>VALOR OFERTADO</b>	1,25

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1,02  
**DETALLE:** DESBROCE Y LIMPIEZA

**UNIDAD:** M2

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,03
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,03
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	0,08	0,06
PEON	2	3,41	6,82	0,08	0,55
<b>SUB-TOTAL N:</b>					0,61
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					0,00
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. Guayaquil, 27 de enero del 2017			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		0,64
				INDIRECTOS Y UTILIDAD	10,00%
				OTROS INDIRECTOS	0,00%
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	0,70
				<b>VALOR OFERTADO</b>	0,70

**HP - KR**



NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1,03**UNIDAD:** M2**DETALLE:** TRAZADO Y REPLANTEO

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,07
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,07
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
TOPOGRAFO	1	3,82	3,82	0,20	0,76
CADENERO	1	3,45	3,45	0,20	0,69
<b>SUB-TOTAL N:</b>					1,45
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					0,00
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. Guayaquil, 27 de enero del 2017			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		1,52
				INDIRECTOS Y UTILIDAD	10,00%
				OTROS INDIRECTOS	0,00%
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	1,67
				<b>VALOR OFERTADO</b>	1,67

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 1,04**UNIDAD:** M2**DETALLE:** RELLENO COMPACTADO TERRAPLEN H=1.20 M

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,04
COMPACTADOR SEMIPESADO	1	3,25	3,25	0,10	0,33
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,37
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,10	0,19
PEON	2	3,41	6,82	0,10	0,68
<b>SUB-TOTAL N:</b>					0,87
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
PIEDRA BASE	M3	0,40	12,30	4,92	
CASCAJO	M3	0,60	11,40	6,84	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					11,76
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			13,00
Guayaquil, 27 de enero del 2017		<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b> 10,00%			1,30
		<b>OTROS INDIRECTOS</b> 0,00%			0,00
		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			14,30
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>14,30</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 1,05  
**DETALLE:** EXCAVACION

**UNIDAD:** M3

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,30
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,30
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,50	0,96
PEON	3	3,41	10,23	0,50	5,12
<b>SUB-TOTAL N:</b>					6,08
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					0,00
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			6,38
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%			0,64
		OTROS INDIRECTOS 0,00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			7,02
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>7,02</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 2,01**UNIDAD:** M2**DETALLE:** REPLANTILLO e=5cm

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,19
CONCRETERA	1,00	3,00	3,00	0,50	1,50
<b>SUB-TOTAL M:</b>					1,69
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	0,50	0,38
PEON	1	3,41	3,41	0,50	1,71
ALBAÑIL	1	3,45	3,45	0,50	1,73
<b>SUB-TOTAL N:</b>					3,82
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CEMENTO	SACO	0,40	7,74	3,10	
ARENA	M3	0,03	18,36	0,60	
PIEDRA #4	M3	0,05	20,90	0,99	
AGUA	M3	0,01	0,18	0,00	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					4,69
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		10,20
Guayaquil, 27 de enero del 2017			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>		10,00%
			<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0,00%
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		11,22
			<b>VALOR OFERTADO</b>		11,22

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2,02  
**DETALLE:** HORMIGON CICLOPEO

**UNIDAD:** M3

<b>M) EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
HERRAMIENTA MENOR					0,06	
CONCRETERA	1	3,00	3,00	0,10	0,30	
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,36	
<b>N) MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,10	0,19	
ALBANIL	1	3,45	3,45	0,10	0,35	
PEON	2	3,41	6,82	0,10	0,68	
<b>SUB-TOTAL N:</b>					1,22	
<b>O) MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
CEMENTO	SACO	1,00	7,74	7,74		
ARENA	M3	0,03	18,36	0,55		
AGUA	M3	0,02	0,18	0,00		
PIEDRA #4	M3	0,04	20,90	0,84		
PIEDRA BOLA	M3	0,03	9,60	0,29		
ENCOFRADOS	M2	1,00	10,50	10,50		
<b>SUB-TOTAL O:</b>					19,92	
<b>P) TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.						
Guayaquil, 27 de enero del 2017						
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>21,50</b>
					<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
					<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0,00%</b>
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>23,65</b>
					<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>23,65</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 2,03  
**DETALLE:** PLINTOS Y RIOSTRAS

**UNIDAD:** M3

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,72
CONCRETERA	1,00	3,00	3,00	1,00	3,00
<b>SUB-TOTAL M:</b>					3,72
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	1,00	0,76
PEON	3	3,41	10,23	1,00	10,23
ALBANIL	1	3,45	3,45	1,00	3,45
<b>SUB-TOTAL N:</b>					14,44
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CEMENTO	SACO	8,00	7,74	61,92	
ARENA	M3	0,65	18,36	11,93	
PIEDRA #4	M3	0,95	20,90	19,86	
AGUA	M3	0,18	0,18	0,03	
ACERO DE REFUERZO	KG	112,00	2,25	252,00	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					345,74
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			363,90
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			400,29
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>400,29</b>

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 3,01  
DETALLE: COLUMNAS

UNIDAD: ML

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,49
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,49
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,80	1,53
ALBANIL	1	3,45	3,45	0,80	2,76
PEON	2	3,41	6,82	0,80	5,46
<b>SUB-TOTAL N:</b>					9,75
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CAÑA GUADUA	UNIDAD	0,66	2,27	1,50	
CUARTON 5X5X2,40	UNIDAD	0,42	2,00	0,84	
CAÑA PICADA	M2	1,00	3,12	3,12	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					5,46
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			15,70
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			17,27
		VALOR OFERTADO			17,27

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 3,02  
DETALLE: VIGAS

UNIDAD: ML

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,49
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,49
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,80	1,53
ALBANIL	1	3,45	3,45	0,80	2,76
PEON	2	3,41	6,82	0,80	5,46
<b>SUB-TOTAL N:</b>					9,74
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CAÑA GUADUA	UNIDAD	0,50	2,27	1,14	
CUARTON 5X5X2,40	UNIDAD	0,42	2,00	0,84	
CAÑA PICADA	M2	1,00	3,12	3,12	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					5,10
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			15,33
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			16,86
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>16,86</b>

HP - KR



NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 3,03  
DETALLE: LOSA

UNIDAD: M2

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,53
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,53
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	1	3,82	3,82	1,00	3,82
ALBAÑIL	1	3,45	3,45	1,00	3,45
PEON	1	3,41	3,41	1,00	3,41
<b>SUB-TOTAL N:</b>					10,68
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CAÑA GUADUA	UNIDAD	0,50	2,27	1,14	
CUARTON 5X5X2,40	UNIDAD	0,42	2,00	0,84	
NOVACERO 0,65X0,975 PESO 6,38 (NOVACERO)	M2	0,50	10,05	5,03	
CEMENTO	SACO	4,00	7,74	30,96	
ARENA	M3	0,33	18,36	5,97	
PIEDRA #4	M3	0,48	20,90	9,93	
AGUA	M3	0,09	0,18	0,02	
MALLA ELECTROSOLDADA	M2	0,10	35,37	3,54	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					57,43
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			68,64
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			75,50
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>75,50</b>

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 3,04  
DETALLE: ESCALERA

UNIDAD: ML

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,38
AMOLADORA ELECTRICA	1	1,20	1,20	1,00	1,20
ANDAMIO	1	0,18	0,18	1,00	0,18
<b>SUB-TOTAL M:</b>					1,76
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	1,00	0,76
CAPINTERO	1	3,45	3,45	1,00	3,45
AYUDANTE	1	3,41	3,41	1,00	3,41
<b>SUB-TOTAL N:</b>					7,62
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CUARTON 5X5X2,40	UNIDAD	2,00	2,00	4,00	
TABLA MACHIMBRADA SAMANIL 1"X17CMX4M	ML	0,25	18,24	4,56	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					8,56
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			17,94
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			19,73
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>19,73</b>

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 3,05  
DETALLE: CONTRAPISO

UNIDAD: M2

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,06
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,06
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	0,10	0,08
PEON	2	3,41	6,82	0,10	0,68
ALBANIL	1	3,45	3,45	0,10	0,35
<b>SUB-TOTAL N:</b>					1,11
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CEMENTO	SACO	2,00	7,74	15,48	
ARENA	M3	0,20	18,36	3,67	
PIEDRA #4	M3	0,30	20,90	6,27	
AGUA	M3	0,05	0,18	0,01	
MALLA ELECTROSOLDADA	M2	0,10	35,37	3,54	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					28,97
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. Guayaquil, 27 de enero del 2017		<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			30,14
		<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>			10,00%
					3,01
		<b>OTROS INDIRECTOS</b>			0,00%
					0,00
		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			33,15
		<b>VALOR OFERTADO</b>			33,15

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 4,01**UNIDAD:** M2**DETALLE:** PARED DE CAÑA PICADA (INCLUYE ESTRUCTURA)

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,55
AMOLADORA ELECTRICA	1	1,20	1,20	1,00	1,20
ANDAMIO	2	0,18	0,36	1,00	0,36
<b>SUB-TOTAL M:</b>					2,11
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	1,00	0,76
ALBAÑIL	1	3,45	3,45	1,00	3,45
PEON	2	3,41	6,82	1,00	6,82
<b>SUB-TOTAL N:</b>					11,03
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CUARTON 5X5X2,40	UNIDAD	0,40	2,00	0,80	
CAÑA PICADA	M2	1,00	3,12	3,12	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					3,92
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			17,06
Guaayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%			1,71
		OTROS INDIRECTOS 0,00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			18,77
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>18,77</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 5,01**UNIDAD:** M2**DETALLE:** CUBIERTA (INCLUYE ESTRUCTURA)

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,44
AMOLADORA ELECTRICA	1	1,20	1,20	1,00	1,20
ANDAMIO	4	0,18	0,72	1,00	0,72
<b>SUB-TOTAL M:</b>					2,36
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	1,00	1,91
ALBAÑIL	1	3,45	3,45	1,00	3,45
PEON	1	3,41	3,41	1,00	3,41
<b>SUB-TOTAL N:</b>					8,77
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CAÑA GUADUA	UNIDAD	0,33	2,27	0,75	
CUARTON 5X5X2,40	UNIDAD	0,42	2,00	0,84	
DURATECHO CLASICO 2400X0,30MM (NOVACERO)	M2	1,00	11,04	11,04	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					12,63
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
Guayaquil, 27 de enero del 2017					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					23,76
INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%					2,38
OTROS INDIRECTOS 0,00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,14
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>26,14</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 6,01  
**DETALLE:** PUERTAS

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,00
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,07
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,15	0,29
CARPINTERO	1	3,45	3,45	0,15	0,52
AYUDANTE	1	3,41	3,41	0,15	0,51
<b>SUB-TOTAL N:</b>					1,32
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
PUERTAS	UNIDAD	1,00	91,61	91,61	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					91,61
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			93,00
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%			9,30
		OTROS INDIRECTOS 0,00%			0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			102,30
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>102,30</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 6,02**UNIDAD:** M2**DETALLE:** VENTANA ALUMINIO Y VIDRIO

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,13
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,13
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,30	0,57
INSTALADOR DE ALUMINIO Y VIDRIO	1	3,45	3,45	0,30	1,04
AYUDANTE	1	3,41	3,41	0,30	1,02
<b>SUB-TOTAL N:</b>					2,63
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
ACCESORIOS	M2	1,10	0,55	0,61	
VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	M2	1,00	55,00	55,00	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					55,61
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		58,37
Guayaquil, 27 de enero del 2017			INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%		5,84
			OTROS INDIRECTOS 0,00%		0,00
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		64,21
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>64,21</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7,01  
 DETALLE: PUNTO DE AASS.

UNIDAD: UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,10
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,10
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,1	3,82	0,38	0,18	0,07
PLOMERO	1	3,45	3,45	0,18	0,62
AYUDANTE	2	3,41	6,82	0,18	1,23
<b>SUB-TOTAL N:</b>					1,92
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
TUBERIA PVC 1/2"	ML	1,00	2,20	2,20	
ACCESORIOS PVC	UNIDAD	1,00	6,00	6,00	
CINTA TEFLON	ROLLO	0,25	0,50	0,13	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					8,33
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
Guayaquil, 27 de enero del 2017					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>10,35</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>				10,00%	1,03
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0,00%	0,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>11,38</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>11,38</b>

**HP - KR**



NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 7,02  
**DETALLE:** PUNTO DE AAPP

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,42
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,42
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,1	3,82	0,38	1,15	0,44
PLOMERO	1	3,45	3,45	1,15	3,97
AYUDANTE	1	3,41	3,41	1,15	3,92
<b>SUB-TOTAL N:</b>					8,33
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
TUBO PVC ROSCABLE DE 1/2" X 6MTS	ML	3,00	1,80	5,40	
CODOS DE 1/2" X 90 POLIPROPILENO	UNIDAD	4,00	0,41	1,64	
CODOS DE 1/2" X 45 POLIPROPILENO	UNIDAD	2,00	0,67	1,34	
TEE DE 3/4" POLIPROPILENO	UNIDAD	1,00	2,30	2,30	
NEPLO 1/2" X 2 1/2" POLIPROPILENO	UNIDAD	1,00	0,37	0,37	
TAPONES HEMBRA DE 1/2" POLIPROPILENO	UNIDAD	1,00	0,33	0,33	
REDUCTOR DE 1/2" A 3/4" POLIPROPILENO	UNIDAD	2,00	0,23	0,46	
SELLANTE PROPILENO 125CC	UNIDAD	0,15	10,78	1,62	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					13,46
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
Guayaquil, 27 de enero del 2017					
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					22,21
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b> 10,00%					2,22
<b>OTROS INDIRECTOS</b> 0,00%					0,00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					24,43
<b>VALOR OFERTADO</b>					24,43

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 7,03  
**DETALLE:** POZO SEPTICO

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,61
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,61
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	1,00	1,91
PLOMERO	1	3,45	3,45	1,00	3,45
PEON	2	3,41	6,82	1,00	6,82
<b>SUB-TOTAL N:</b>					12,18
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
BIOTANQUE SEPTICO MODELO 1200 LTS	UNIDAD	1,00	442,94	442,94	
ACCESORIOS DE INSTALACION	UNIDAD	1,00	123,77	123,77	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					566,71
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA. Guayaquil, 27 de enero del 2017			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		579,50
			<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>		10,00%
			<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0,00%
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		637,45
			<b>VALOR OFERTADO</b>		637,45

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 7,04**UNIDAD:** UNIDAD**DETALLE:** INODORO SENCILLO Y ACCESORIOS

<b>M) EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
HERRAMIENTA MENOR					0,42	
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,42	
<b>N) MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	2,00	1,53	
PLOMERO	1	3,45	3,45	2,00	6,90	
<b>SUB-TOTAL N:</b>					8,43	
<b>O) MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
INODORO	UNIDAD	1,00	65,00	65,00		
ACCESORIOS VARIOS	UNIDAD	1,00	8,00	8,00		
<b>SUB-TOTAL O:</b>					73,00	
<b>P) TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.						
Guayaquil, 27 de enero del 2017						
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>81,85</b>
					<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
						<b>8,19</b>
					<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0,00%</b>
						<b>0,00</b>
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>90,04</b>
					<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>90,04</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****RUBRO:** 7,05**UNIDAD:** UNIDAD**DETALLE:** LAVAMANOS + GRIFERIA SENCILLA

<b>M) EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
HERRAMIENTA MENOR					0,63	
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,63	
<b>N) MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	3,00	2,29	
PLOMERO	1	3,45	3,45	3,00	10,35	
<b>SUB-TOTAL N:</b>					12,64	
<b>O) MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
LAVAMANOS	UNIDAD	1,00	30,32	30,32		
LLAVE	UNIDAD	1,00	15,50	15,50		
ACCESORIOS VARIOS	UNIDAD	1,00	8,00	8,00		
<b>SUB-TOTAL O:</b>					53,82	
<b>P) TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.						
Guayaquil, 27 de enero del 2017						
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>67,09</b>
					<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
						<b>6,71</b>
					<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0,00%</b>
						<b>0,00</b>
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>73,80</b>
					<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>73,80</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 7,06  
**DETALLE:** LAVADERO TEKA 1 POZO

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
HERRAMIENTA MENOR					0,44	
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,44	
<b>N) MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	1,00	1,91	
PLOMERO	1	3,45	3,45	1,00	3,45	
AYUDANTE	1	3,41	3,41	1,00	3,41	
<b>SUB-TOTAL N:</b>					8,77	
<b>O) MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB		
LAVADERO TEKA 1 POZO	UNIDAD	1,00	11,81	11,81		
ACCESORIOS	UNIDAD	1,00	10,00	10,00		
<b>SUB-TOTAL O:</b>					21,81	
<b>P) TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB		
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	31,02
Guayaquil, 27 de enero del 2017					INDIRECTOS Y UTILIDAD	10,00% 3,10
					OTROS INDIRECTOS	0,00% 0,00
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>34,12</b>
					<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>34,12</b>

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 7.07  
DETALLE: BOMBA

UNIDAD: UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,38
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,38
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	1,00	0,76
PLOMERO	1	3,45	3,45	1,00	3,45
AYUDANTE	1	3,41	3,41	1,00	3,41
<b>SUB-TOTAL N:</b>					7,62
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
BOMBA CENTRIFUGA	UNIDAD	1,00	65,00	65,00	
ACCESORIOS	UNIDAD	1,00	10,00	10,00	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					75,00
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			83,00
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			91,30
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>91,30</b>

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO: 7,08  
DETALLE: DUCHA

UNIDAD: UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,38
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,38
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	1,00	0,76
PLOMERO	1	3,45	3,45	1,00	3,45
AYUDANTE	1	3,41	3,41	1,00	3,41
<b>SUB-TOTAL N:</b>					7,62
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
DUCHA SENCILLA	UNIDAD	1	20,00	20,00	
ACCESORIOS	UNIDAD	1	10,00	10,00	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					30,00
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			38,00
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%			3,80
		OTROS INDIRECTOS 0,00%			0,00
		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			41,80
		<b>VALOR OFERTADO</b>			41,80

HP - KR

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

RUBRO: 7,09

UNIDAD: UNIDAD

DETALLE: REJILLA CROMADA (INCLUIDA INSTALACION)

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,38
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,38
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,2	3,82	0,76	1,00	0,76
PLOMERO	1	3,45	3,45	1,00	3,45
AYUDANTE	1	3,41	3,41	1,00	3,41
<b>SUB-TOTAL N:</b>					7,62
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
REJILLA DE PISO CROMADA	UNIDAD	1,00	8,20	8,20	
ACCESORIOS	UNIDAD	1,00	10,00	10,00	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					18,20
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>			26,20
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			28,82
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>28,82</b>

HP - KR



NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 8,01  
**DETALLE:** PUNTOS DE LUZ

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,04
ANDAMIOS	2	0,18	0,36	0,08	0,03
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,07
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,08	0,15
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	0,08	0,28
AYUDANTE	1	3,41	3,41	0,08	0,27
<b>SUB-TOTAL N:</b>					0,70
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CABLE 12 AWG TW	ML	12,00	0,75	9,00	
TUBERIA PVC DE 1/2"	ML	5,00	1,00	5,00	
CONECTOR EMT DE 1/2"	UNIDAD	2,00	0,55	1,10	
CAJA RECTANGULAR PVC	UNIDAD	2,00	0,87	1,74	
INTERRUPTOR SIMPLE	UNIDAD	1,00	1,80	1,80	
ACCESORIOS	UNIDAD	0,01	10,00	0,10	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					18,74
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.			<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		19,51
Guayaquil, 27 de enero del 2017			INDIRECTOS Y UTILIDAD		10,00%
			OTROS INDIRECTOS		0,00%
			<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		21,46
			<b>VALOR OFERTADO</b>		21,46

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 8,02  
**DETALLE:** TOMACORRIENTE 120V

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,04
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,04
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,10	0,19
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	0,10	0,35
AYUDANTE	1	3,41	3,41	0,10	0,34
<b>SUB-TOTAL N:</b>					0,88
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CABLE 12 AWG TW	ML	10,00	0,75	7,50	
TUBERIA PVC DE 1/2"	ML	5,00	1,00	5,00	
CONECTOR EMT DE 1/2"	UNIDAD	2,00	0,55	1,10	
CAJA RECTANGULAR	UNIDAD	1,00	0,87	0,87	
TOMACORRIENTE POLARIZADO 120V-15A	UNIDAD	1,00	4,25	4,25	
ACCESORIOS	UNIDAD	0,05	10,00	0,50	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					19,22
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
Guayaquil, 27 de enero del 2017					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20,14
INDIRECTOS Y UTILIDAD 10,00%					2,01
OTROS INDIRECTOS 0,00%					0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22,15
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>22,15</b>

**HP - KR**

NOMBRE DEL OFERENTE: HENRY PONCE PINEDA Y KATHERINE RODRIGUEZ CHAVEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO:** 8,03  
**DETALLE:** TOMACORRIENTE 220V

**UNIDAD:** UNIDAD

<b>M) EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HERRAMIENTA MENOR					0,04
<b>SUB-TOTAL M:</b>					0,04
<b>N) MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA	0,5	3,82	1,91	0,08	0,15
ELECTRICISTA	1	3,45	3,45	0,08	0,28
AYUDANTE	1	3,41	3,41	0,08	0,27
<b>SUB-TOTAL N:</b>					0,70
<b>O) MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO C=AxB	
CABLE CU AISLADO 10 TW	ML	20,00	0,82	16,40	
CABLE CU AISLADO 14 TW	ML	5,00	0,30	1,50	
TUBERIA PVC DE 3/4"	ML	9,00	1,00	9,00	
CONECTOR EMT 3/4"	UNIDAD	2,00	0,46	0,92	
CAJA RECTANGULAR	UNIDAD	1,00	0,85	0,85	
TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 240V-15A	UNIDAD	1,00	5,60	5,60	
ACCESORIOS	UNIDAD	0,06	10,00	0,60	
<b>SUB-TOTAL O:</b>					34,87
<b>P) TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUB-TOTAL P:</b>					0,00
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			35,61
Guayaquil, 27 de enero del 2017		INDIRECTOS Y UTILIDAD			10,00%
		OTROS INDIRECTOS			0,00%
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			39,17
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>39,17</b>

**HP - KR**

# **ANEXO D**

**PLANOS ESTRUCTURALES Y  
ARQUITECTÓNICOS DE LA  
VIVIENDA DE CAÑA GUADUA**

# APÉNDICE

## A

### **Predimensionamiento de Columnas de planta baja y planta alta para la estructura de Hormigón Armado.**

Las columnas son elementos principalmente sometidos a compresión y a una mínima flexión. Este elemento transmite las cargas a la cimentación. Las columnas de pórticos resistentes a momentos se diseñan principalmente para resistir flexión, cortante y fuerzas axiales.

Para el prediseño de las columnas se debe considerar lo siguiente: conocer el tipo de columna (esquinera, borde o interior), longitud de la columna y las cargas que recibe.

Para calcular el área de la columna utilizamos la siguiente fórmula.

$$A_c = \frac{Pu}{\alpha f_c}$$

$\alpha = 0.20$  Para columnas esquineras.

$\alpha = 0.25$  Para columnas borde.

$\alpha = 0.28$  Para columnas interiores.

#### **Área tributaria que afectara a las columnas:**

Por el eje X tenemos paños de losas de 3.5 metros, y en el eje Y tenemos paños de 4.0 metros. Por lo que el área de influencia de una columna intermedia sería 14 m<sup>2</sup>.

Se analiza la columna intermedia por ser la más crítica. Entonces para el cálculo de las dimensiones de las columnas tenemos los siguientes datos:

$\alpha = 0.28$  Para columnas interiores.

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

### Entrepiso 1

- WD1 0.596 ton/m<sup>2</sup>
- WL1 0.172 ton/m<sup>2</sup>
- WD2 0.116 ton/m<sup>2</sup>
- WL2 0.070 ton/m<sup>2</sup>

$$PD = (0.596 + 0.116) (14) = 9.968 \text{ Ton.}$$

$$PL = (0.172 + 0.070) (14) = 3.388 \text{ Ton.}$$

$$Pu = 1.2(9.968) + 1.6(3.388) = 17.382 \text{ Ton.}$$

$$Ac = \frac{Pu}{\alpha fc} = \frac{17.382 \times 10^3}{0.28 \times 210} = 295.619 \text{ cm}^2$$

Para nuestro prediseño adoptamos columnas de 30 x 30 = 900 cm<sup>2</sup>

### Entrepiso de Cubierta

- WD 0,116 ton/m<sup>2</sup>
- WL 0,070 ton/m<sup>2</sup>

$$PD = (0.116) (14) = 1.624 \text{ Ton.}$$

$$PL = (0.070) (14) = 0.98 \text{ Ton.}$$

$$Pu = 1.2(1.624) + 1.6(0.98) = 3.517 \text{ Ton.}$$

$$Ac = \frac{Pu}{\alpha fc} = \frac{3.517 \times 10^3}{0.28 \times 210} = 59.81 \text{ cm}^2$$

Para nuestro prediseño adoptamos columnas de 30 x 30 = 900 cm<sup>2</sup>

### Comprobación de dimensiones de columna para Pórticos Resistentes a Momentos.

Las columnas deben cumplir con los siguientes límites dimensionales:

Dimensiones (30x30 cm)

- $C_1 \geq 300 \text{ mm}$  (lado menor) ACI 318-14 Cap 18.7.2.1
- $\frac{C_1}{C_2} \geq 0.4$  (lado mayor) ACI 318-14 Cap 18.7.2.1

$$300 \text{ mm} = 300 \text{ mm} \text{ (lado menor) Cumples}$$

$$\frac{300}{300} = 1 \geq 0.4 \quad \text{Cumples}$$

### Predimensionamiento de Vigas Principales para la estructura de Hormigón Armado.

Para el cálculo de las dimensiones de nuestras vigas tenemos los datos:

- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del Acero =  $E_s = 2.039 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- $\beta_1 = \left(1.05 - \frac{f'_c}{1400}\right) = \left(1.05 - \frac{210}{1400}\right) = 0.9$  ACI 22.2.2.4.3
- $\epsilon_{cu} = 0.003$  ACI 22.2.2.1
- $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$  NEC-SE-HM,4.1
- $bd^2 = \frac{M_u}{\phi R_n}$  EC 3.38 (Nilson, 2001)
- $\phi = 0.90$  para flexión  $\rho \leq \rho_{max}$ . ACI 21.2
- $R_n = \rho f_y \left(1 - \frac{0.5\rho f_y}{0.85f'_c}\right)$  EC 3.35 (Nilson, 2001)
- $M_u = 0.90bd^2 f'_c \omega (1 - 0.59\omega)$  (Paulay, 1988)



- $\rho = \frac{As}{bd}$  NEC-SE-HM,4.2.5
- $\omega = \frac{\rho fy}{f'c}$  NEC-SE-HM,4.2.5

Para el predimensionamiento del elemento viga seguiremos los siguientes pasos:

### Paso 1

Para predimensionar una viga se debe tomar en cuenta el peralte mínimo a fin de evitar el cálculo de deflexiones y minimizar posibles vibraciones, utilizando la tabla 32.

**Tabla XCI Tabla ACI 9.3.1.1 – Altura mínima de viga no preesforzada**

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

Para nuestro prediseño escogemos el análisis de viga con un extremo continuo l/18.5

Como tenemos luces de 4 metros, nuestra altura base será:

$$h = \frac{400}{18.5} = 21.62 \text{ cm}$$

La viga no puede tener menos de 21.62 cm de altura.

### Paso 2

Seleccionar un valor aproximado para la cuantía de tracción  $\rho$  menor o igual que  $\rho_{max}$  pero mayor que  $\rho_{min}$ , siendo

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

$$\rho_b = \frac{0.85f'c\beta_1}{f_y} \left( \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_y} \right) = \frac{0.85f'c\beta_1}{f_y} \left( \frac{\varepsilon_{cu} * Es}{\varepsilon_{cu} * Es + f_y} \right)$$

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

$$\rho_b = \frac{0.85(210)0.90}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.023$$

$$\rho_{max} = 0.75(0.023) = 0.017$$

$$\rho_{min} \text{ el mayor entre } = \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} \text{ y } \frac{14}{f_y}$$

$$\frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} = \frac{0.8\sqrt{210}}{4200} = 0.0028 =; \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4200} = 0.0033$$

Escojo un  $\rho$  que debe ser  $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$ .

$$\rho = 0.012 = 1.2\%$$

$$0.33\% < 1.2\% \leq 1.7\% \quad \text{Cumple}$$

### Paso 3

Con el  $\rho$  prefijado ( $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$ ) calcular  $bd^2$  requerida:

$$bd^2 = \frac{M_u}{\phi R_n}; \phi = 0.90 \text{ para flexion } \rho \leq \rho_{max}$$

$$R_n = \rho f_y \left( 1 - \frac{0.5\rho f_y}{0.85f'c} \right) = 0.012(4200) \left( 1 - \frac{0.5 \times 0.012(4200)}{0.85(210)} \right)$$

$$R_n = 43.285$$

En donde

$$\mathbf{Mu = 1.2 Md + ME + ML}$$

ACI 5.3.1

- Md= Momento por Carga Muerta
- ME= Momento por sismo

- ML= Momento por carga viva

$$V_u = 1.2 V_d + V_E + V_L$$

ACI 2014 Capitulo 18

- $V_d$ = Cortante por Carga Muerta
- $V_E$ = Cortante por sismo
- $V_L$ = Cortante por carga viva

### Entrepiso 1

- $W_d = 0.596 \text{ kg/m}^2$
- $W_l = 0.172 \text{ kg/m}^2$

$$q_u = W_u * s \quad \text{Carga por su ancho de influencia}$$

$$q_d = 0.596 \times 1.75 = 1.043 \text{ T/m}^2$$

$$q_L = 0.172 \times 1.75 = 0.301 \text{ T/m}^2$$

$$M_u = \frac{q_u * l^2}{10} \quad \text{Momento mayor ACI 6.5.2}$$

$$V = 1.15 \frac{q L n}{2} \quad \text{Cortante mayor ACI 6.5.4}$$

$$L = 3.5 - 0.30 \text{ (ancho de columna)} = 3.2 \text{ m}$$

$$M_d = \frac{q_u * l^2}{10} = \frac{1.043 * 3.2^2}{10} = 1.114 \text{ ton.m}$$

$$M_L = \frac{q_u * l^2}{10} = \frac{0.301 * 3.2^2}{10} = 0.308 \text{ ton.m}$$

$$V_d = 1.15 \frac{q L n}{2} = 1.15 \frac{(1.043) \times 3.2}{2} = 1.919 \text{ ton}$$

$$V_L = 1.15 \frac{q L n}{2} = 1.15 \frac{(0.310) \times 3.2}{2} = 0.570 \text{ ton}$$

### Cubierta

- $W_d = 0.116 \text{ kg/m}^2$
- $W_l = 0.070 \text{ kg/m}^2$

$$q_u = W_u * s \quad \text{Carga por su ancho de influencia}$$

$$q_d = 0.116 \times 1.75 = 0.203 \text{ T/m}^2$$

$$q_L = 0.070 \times 1.75 = 0.123 \text{ T/m}^2$$

$$M_u = \frac{q_u * l^2}{10} \quad \text{Momento mayor ACI 6.5.2}$$

$$V = 1.15 \frac{q L n}{2} \quad \text{Cortante mayor ACI 6.5.4}$$

$$L = 3.5 - 0.30 \text{ (ancho de columna)} = 3.2 \text{ m}$$

$$M_d = \frac{q_u * l^2}{10} = \frac{0.203 * 3.2^2}{10} = 0.208 \text{ ton. m}$$

$$M_L = \frac{q_u * l^2}{10} = \frac{0.123 * 3.2^2}{10} = 0.126 \text{ ton. m}$$

$$V_d = 1.15 \frac{q L n}{2} = 1.15 \frac{(0.203) \times 3.2}{2} = 0.374 \text{ ton}$$

$$V_L = 1.15 \frac{q L n}{2} = 1.15 \frac{(0.123) \times 3.2}{2} = 0.226 \text{ ton}$$

Para el cálculo del Momento sísmico, se tendrá que analizar la estructura para encontrar las fuerzas internas.

**Tabla XCII Distribución de Fuerza Sísmica en la estructura de hormigón Armado.**

Distribución de Fuerza Sísmica					
npórticos	2.00			# de ejes	3.00
Nivel	F <sub>s</sub>	F <sub>s</sub> /2	Acum. F <sub>s</sub> /2	V <sub>c</sub>	2V <sub>c</sub>
<b>2.00</b>	1.21	0.605	0.605	0.151	0.303
<b>1.00</b>	3.10	1.550	2.155	0.539	1.078

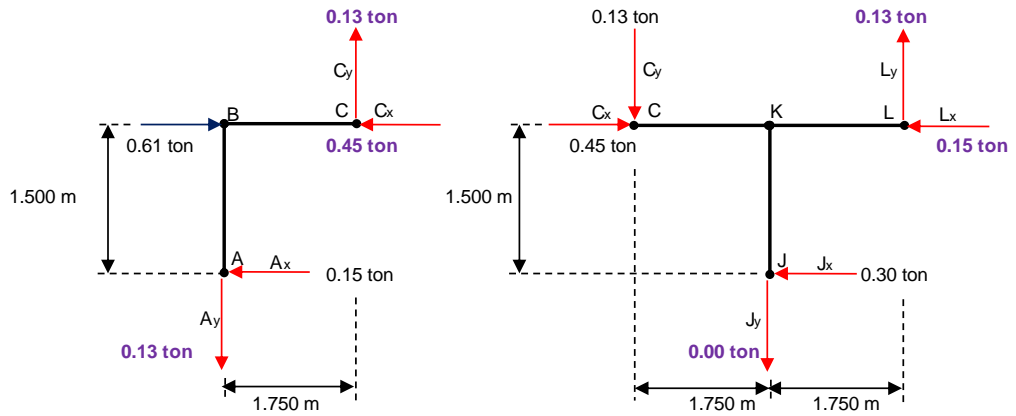


Figura 6-1 Analisis de fuerzas internas para la viga BC

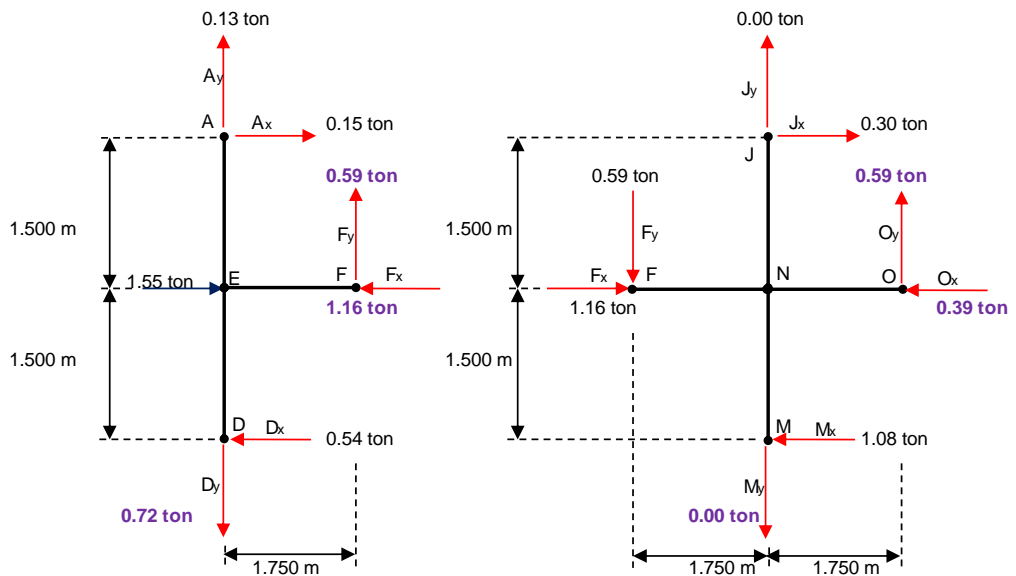


Figura 6-2 Analisis de fuerzas internas para la viga EF

**Cortante y Momento sísmico viga E-F (Entrepiso 1)**

$$V_E = 0.59 \text{ ton}$$

$$M_E = 0.59 \times 1.75 = 1.033 \text{ ton.m}$$

**Cortante y Momento sísmico y cortante viga B-C (Cubierta)**

$$V_E = 0.13 \text{ ton}$$

$$M_E = 0.13 \times 1.75 = 0.228 \text{ ton.m}$$

### **Mu Entrepiso 1**

$$M_u = 1.2 M_d + M_E + M_L = 1.114 + 0.308 + 1.033 = 2.455 \text{ ton.m}$$

### **Mu Cubierta**

$$M_u = 1.2 M_d + M_E + M_L = 0.208 + 0.126 + 0.228 = 0.562 \text{ ton.m}$$

### **Vu Entrepiso 1**

$$V_u = 1.2 V_d + V_E + V_L = 1.919 + 0.570 + 0.590 = 3.079 \text{ ton}$$

### **Vu Cubierta**

$$V_u = 1.2 V_d + V_E + V_L = 0.374 + 0.226 + 0.130 = 0.805 \text{ ton}$$

**Calculo de  $bd^2 = \frac{M_u}{\phi R_n}$  provisto y dimension del elemento viga**

Se dimensiona el elemento de manera que el valor de  $bd^2$  provista sea mayor o igual que el valor  $bd^2$  requerida. Por Diseño sismo-resistente (DSR) el ancho mínimo entre 0.3 h y 25 cm.

$$\text{Siendo } \phi R_n = 0.90 \times 43.285 = 39.957$$

### **Entrepiso 1**

$$bd^2 = \frac{2.455 \times 10^5}{39.957} = 6144.105 \text{ cm}^3$$

Asumo  $b = 20 \text{ cm}$ ; el mínimo es 25 cm

$$d = \sqrt{\frac{6144.105}{20}} = 17.52 \text{ cm}$$

Se requiere vigas de 20x25 cm

$$d = 25 - 4 = 21 \text{ cm}$$

## Cubierta

$$bd^2 = \frac{0.562 \times 10^5}{39.957} = 1406.512 \text{ cm}^3$$

Asumo  $b = 20 \text{ cm}$

$$d = \sqrt{\frac{1406.512}{20}} = 8.386 \text{ cm}$$

Se requiere vigas de 20x25 cm

$$d = 25 - 4 = 21 \text{ cm}$$

## Comprobación de dimensiones de viga para Pórticos Resistentes a Momentos.

Como ambos niveles se les asigno los elementos viga de dimensiones 20x25 cm se hace una comprobación general al elemento, para ver los requerimientos por flexión y cortante.

### Revisión por Flexión

- Refuerzo Longitudinal  $A_s > A_{smin}$

Para calcular  $A_s$  se necesita:

$$\omega = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4(0.59)\left(\frac{Mu}{0.90bd^2f'c}\right)}}{2 \times 0.59} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4(0.59)\left(\frac{2.455 \times 10^5}{0.90(20)(21)^2(210)}\right)}}{1.18}$$

$$\omega = 0.16$$

$$\rho = \frac{\omega f'c}{f_y} = \frac{0.16(210)}{4200} = 0.008$$

$$A_s = \rho b d = 0.008(20)(21) = 3.36 \text{ cm}^2$$

El valor de acero mínimo longitudinal requerido para flexión se encuentra en la norma NEC-SE-HM 4.2.5

- $A_{smin} = \frac{\sqrt{f'c}}{4 * f_y} b d$

- $A_{S_{min}} = \frac{1.4bd}{f_y}$

Se escoge el mayor de entre los dos.

Para este caso será:

- $A_{S_{min}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} bd = \frac{\sqrt{210}}{4 \cdot 4200} (20 \times 21) = 0.36 \text{ cm}^2$

- $A_{S_{min}} = \frac{1.4bd}{f_y} = \frac{1.4(20 \times 21)}{4200} = 0.14 \text{ cm}^2$

Se escoge el primer valor  $A_{S_{min}} = 0.36 \text{ cm}^2$

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

$$3.36 > 0.36 \text{ cm}^2 \text{ cumple}$$

Si el calculado fuera menor que el valor del  $A_s$  mínimo, se procederá a utilizar:

$$A_s = \frac{4}{3} A_{s_{calculado}}$$

- $bd^2_{requerido} > bd^2_{provisto}$

$$(20)21^2 = 8820 > 6144.105 \text{ Cumple}$$

- $b > \min \text{ entre } 0.3(25) = 7.5 \text{ cm y } 25 \text{ cm};$

$$b = 20 \text{ cm} > 7.5 \text{ cm Cumple}$$

- $b \leq c_2 + 2 \min \text{ (entre } c_2 \text{ y } 0.75 c_1)$ ; siendo  $c_2$  la dimensión menor de la columna de planta baja y  $c_1$  la dimensión mayor de la columna, como nuestra columna es cuadrada  $30 \times 30 \text{ cm}$ ;  $c_2 = c_1$ .

$$b \leq 30 + 2(22.5) = 75 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm} < 75 \text{ cm Cumple}$$

## Revisión por Cortante

### Entrepiso 1

$$V_u = 3.079 \text{ Ton.}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

ACI 2014 Cap9

$$V_c = 0.53 \sqrt{210} \times 20 \times 21 = 3.225 \text{ Ton.}$$



$$V_s = \frac{V_u}{0.75} - V_c \quad \text{ACI 2014 Cap9}$$

$$V_s = \frac{3.079 \text{ Ton}}{0.75} - 3.225 = 0.880 \text{ Ton.}$$

$$V_s \leq 2.2 \sqrt{f_c} b d \quad \text{ACI 2014 Cap9}$$

$$V_s \leq 2.2 \sqrt{210} \times 20 \times 21 = 13.39$$

$$0.880 \text{ Ton} \leq 13.39 \text{ Ton. cumple}$$

### Cubierta

$$V_u = 0.730 \text{ Ton.}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} x b d \quad \text{ACI 2014 Cap9}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{210} \times 20 \times 21 = 3.225 \text{ Ton.}$$

$$V_s = \frac{V_u}{0.75} - V_c \quad \text{ACI 2014 Cap9}$$

$$V_s = \frac{0.730 \text{ Ton}}{0.75} - 3.225 = -2.252 \text{ Ton.}$$

$$V_s \leq 2.2 \sqrt{f_c} b d \quad \text{ACI 2014 Cap9}$$

$$V_s \leq 2.2 \sqrt{210} \times 20 \times 21 = 13.39$$

$$2.252 \text{ Ton} \leq 13.39 \text{ Ton. cumple}$$

## BIBLIOGRAFÍA

- ACI, A. C. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318SUS-14)*. Recuperado el 28 de Enero de 2017
- Asamblea nacional, R. d. (2012). *Constitucion del Ecuador*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de <http://www.auditoriacidada.org.br/wp-content/uploads/2012/08/NovaConstitucionEcuador.pdf>
- Cabezas, J. B. (2014). *Flexion*. Guayaquil, Ecuador: ESPOL, Facultad de Ingenieria en Ciencias de la Tierra. Recuperado el 23 de Enero de 2017
- CELEC EP HIDRONACION, C. e. (Julio de 2014). "*Sistema Sanitario de las obras anexas y área de influencia a la Central Hidroeléctrica Daule Peripa*". (A. C. LTDA., Ed.) Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medio-ambiente/eia/2014/2014-julio/EIA%20ALCANTARILLADO.pdf>
- Diaz, A. R. (2012). *Acustica Arquitectonica Definiciones, Formulas y Tablas*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/TABLAS-I-Ver-2010.pdf>
- IGM, I. G. (Enero de 2013). *Cartografía de libre Acceso escala 50k | Geoportal*. Recuperado el 17 de Enero de 2017, de

<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>

INAMHI, I. N. (2015). *Anuario Meteorológico Nro. 52 - 2012*. (D. E. INAMHI, Ed.) Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

INAMHI, I. N. (2016). *Publicacion de la Información generada por las 35 estaciones Hidrológicas automaticas*. (S. d. Hidrológicas, Ed.) Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/hidrologicos/Ah2014-2016-EHA.pdf>

INEC, I. n. (2010). *Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el Enero de 23 de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>

Jennifer. (12 de Septiembre de 2014). *La contaminación Acústica*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de <http://lacontaminacionacusticafisica.blogspot.com/2014/10/los-decibeles-nivel-de-intensidad-del.html>

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). ( 2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción"Geotecnia y Cimentaciones"*. Guayaquil: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

Ministerio de Transporte y Obras Publicas. (2002). *Especificaciones generales para la construccion de caminos y puentes*. Quito.

MTOP, M. d. (7 de Enero de 2012). *Especial Ley de Caminos*. Recuperado el 19 de Enero de 2017, de [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/07-01-2012\\_Especial\\_LEY\\_DE\\_CAMINOS.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/07-01-2012_Especial_LEY_DE_CAMINOS.pdf)

NEC - SE - HM, D. d. (Diciembre de 2014). *ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO*. Recuperado el 24 de Enero de 2017, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>

NEC-15. (Septiembre de 2016). *Guía practica para el diseño de estructuras de Hormigón Armado*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-2-HORMIGON-ARMADO.pdf>

NE-SE-DS, N. E. (Diciembre de 2014). *Peligro Sísmico Diseño Sísmoresistente*. Recuperado el 25 de Enero de 2017, de

<http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-2.pdf>

Nilson, A. H. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Colombia: McGraw-Hill. Recuperado el 23 de Enero de 2017

NOVACERO. (1 de Marzo de 2016). *Catalogo de Productos Novalosa*. Recuperado el 25 de Enero de 2017, de <http://www.novacero.com/phocadownload/catalogo/Catalogo%20NOVALOSA.pdf>

Paulay, R. y. (1988). *Estructuras de Concreto Reforzada*. Mexico D.F: Limusa. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de [https://www.u-cursos.cl/usuario/7ed3df485e955c4de1ffa12120d4bb52/mi\\_blog/r/estructuras\\_de\\_concreto\\_reforzado\\_-\\_r.\\_park\\_\\_t.\\_paulay.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/7ed3df485e955c4de1ffa12120d4bb52/mi_blog/r/estructuras_de_concreto_reforzado_-_r._park__t._paulay.pdf)

Santa Lucia, G. A. (2017). *GAD SANTA LUCIA*. Recuperado el 15 de Enero de 2017, de [http://www.gadsantalucia.gob.ec/santa\\_lucia.html](http://www.gadsantalucia.gob.ec/santa_lucia.html)

SEMPLADES, S. N. (2013). *Plan Nacional del Buen vivir 2013-2017*. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de <http://www.buenvivir.gob.ec/>

Tips, R. (17 de Mayo de 2016). *¿Cuál es la velocidad del sonido?* Recuperado el 23 de Enero de 2017, de <http://respuestas.tips/a-que-velocidad-viaja-el-sonido/>