



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“DISEÑO DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 4 PLANTAS EN LAS  
FALDAS DE CERRO BLANCO-GUAYAQUIL.”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**CÉSAR OLIVER SUÁREZ CABRERA**

**BYRON PATRICIO VICUÑA SAUSE**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2018**

## DEDICATORIA

Dedico mi trabajo principalmente a Dios, por permitir llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, Bolívar Vicuña y Mirian Sause por ser el pilar más importante y por demostrarme su apoyo incondicional que me permitió cumplir esta meta anhelada. A mi abuelita Gilma Villacres aunque no se encuentre con nosotros, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti. A mis hermanos por su apoyo y preocupación constante que me han brindado y también mi abuelita Aurora Urgirles que siempre estuvo pendiente de mí.

Byron Vicuña Sause

## DEDICATORIA

Agradezco especialmente a Dios por guiarme por el buen camino; a mis padres, +César Suárez y Rita Cabrera por los consejos, las retadas y demostrar el significado de familia, les debo bastante de todo corazón. A mis hermanos Christopher y Christian por mantenernos unidos y no dejarme desmayar. Mi abuela +Carmelina Sarmiento y mi Tía Isabel Cabrera por ser parte de una de mis metas. Finalmente, mi mujer Yimabel Iturralde por ser mi felicidad y darme una bella hija llamada Cristhel Suárez que me dio el último empujoncito para cumplirlo.

César Suárez Cabrera

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por habernos acompañado durante nuestra vida universitaria. A la ESPOL, por haber permitido formarnos en ella, gracias al Ing. Daniel Toro e Ing. Luis De Grau MSc., por su colaboración valiosa. Al Ing. Miguel Chávez, PhD., e Ing. Carlos Quishpe, MSc., por la orientación brindada en el desarrollo del proyecto. Finalmente, gracias a todos los docentes de todos los niveles, por ilustrarnos con sus conocimientos. A mis amigos que extienden esa mano cuando más se requiere.

César Suárez Cabrera

Byron Vicuña Sause

## **TRIBUNAL DEL PROYECTO**

---

**Ph.D. Hugo Egüez Álava**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ph.D. Miguel Ángel Chávez Moncayo**  
**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 Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

---

César Oliver Suárez Cabrera

---

Byron Patricio Vicuña Sause

## RESUMEN

En el presente proyecto de graduación titulado “ DISEÑO DE UNA EDIFICACION DE CUATRO PLANTAS EN EL SECTOR DE CERRO BLANCO” .La filosofía que regira el diseño de la edificación, se tratara de un analisis basado en el diseño sismo resistente. Tomando en cuenta esta particularidad se planteará dos alternativas de sistemas estructural, que son: aporticado y aporticado con muros de corte o diafragmas, y, con el objetivo de mostrar que su análisis sea seguro ante un comportamiento sísmico.

Considerando que, el área disponible donde se va implementar el proyecto, presenta ciertas condiciones críticas, ya que el sector del proyecto fue de formaciones de varias canteras, por este motivo el lugar posee algunas complicaciones relacionadas a problemas de flujos de agua superficiales y subterráneas; También presenta inestabilidad de taludes que deben ser debidamente resuelto para garantizar la existencia de una edificación segura y que no sea afectada por el entorno. La ubicación del área del presente trabajo es en la Urbanización Porto Alegre-Guayaquil, ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador. Se encuentra "vía a la costa" a 15 minutos de la ciudad; La altura del edificio 14.35 m conformado por 4 plantas, siendo la altura de

entre piso de 3 m y una altura de contra piso de 0.36m. La superficie de terreno se divide en, área de construcción de la edificación 280 m<sup>2</sup>, dejando 311 m<sup>2</sup> área libre de estacionamientos. En planta baja se conforma de dos departamentos, en la primera y segunda planta se tienen dos y uno continuo entre ellos, mientras que en la tercera planta se tendrá dos departamentos, dando un total 9 departamentos.

Posteriormente, se efectuó un pre-dimensionamiento para obtener las dimensiones tentativas de la estructura y modelar mediante el Software ETABS 2013. Se realizó el análisis estructural de las alternativas, cumpliendo las disposiciones establecidas en la norma NEC 2015.

Finalmente, se comparó que tipo de sistema estructural sería el más adecuado que garantice los diferentes aspectos sismo resistente que se consideran en la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN(NEC), donde nos especifica que la estructura tiene que ser económica, segura y servicial. El cual se determinó que el sistema de aporticado (muros de corte o diafragmas) es la mejor opción para ejecutar el proyecto, ya que demostró tener un mejor comportamiento sísmico.

Palabras clave: Sismo resistente, aporticado, aporticado con muros de corte o diafragmas, aguas superficiales, aguas subterráneas, estabilidad de taludes.



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TRIBUNAL DEL PROYECTO .....	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABREVIATURAS .....	XVII
SIMBOLOGÍAS .....	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XXVIII
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>35</b>
<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>35</b>
1.1 Antecedentes.....	36
1.2 Consideraciones Sísmicas.....	37
1.3 Alcance.....	40
1.4 Justificación .....	41
1.5 Objetivos.....	42
1.5.1 Objetivo Generales.....	42
1.5.2 Objetivo Específicos.....	43
1.6 Ubicación .....	45

<b>CAPÍTULO 2</b> .....	46
<b>ESTUDIOS, PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y ALTERNATIVAS</b> .....	46
2.1 Estudios Preliminares .....	48
2.2 Topografía .....	48
2.2.1 Topografía de Perfiles de Corte .....	50
2.3 Estudio Geotécnico.....	51
2.4 Propuesta Arquitectónica.....	53
2.4.1 Departamento en la planta baja .....	54
2.4.2 Departamentos del primer y segunda planta.....	54
2.4.3 Departamentos de la tercera planta. ....	54
2.5 Planteamiento de Alternativas .....	59
2.5.1 Edificio de Hormigón Armado. (Aportico) .....	59
2.5.2 Edificio de Hormigón Armado. (Aportico con Muros de Corte)..	59
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	60
<b>ANÁLISIS Y SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS</b> .....	60
3.1 Visita Técnica .....	61
3.1.1 Características Físicas y Geológicas Encontradas .....	61
3.2 Análisis Geotécnico complementarios .....	65
3.2.1 Geotecnia del Terreno.....	65
3.2.2 Geotecnia del Talud .....	67
3.3 Soluciones Geotécnica para Estabilidad del Talud Existente .....	69
3.3.1 Modelación en el Software GALENA.....	71

3.4	Soluciones Hidrogeotecnicas para Controlar el Flujo de Agua .....	75
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>78</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>		<b>78</b>
4.1	Análisis Estructural .....	79
4.2	Ingeniera Estructural.....	79
4.2.1	Diseño Estructural .....	80
4.2.2	Rehabilitación Estructural.....	81
4.2.3	Sistemas de protección estructural .....	82
4.3	Sistema Estructural.....	83
4.4	Configuración Estructural.....	84
4.5	Sistema Estructural Aporticado.....	85
4.5.1	Conexión Viga-Columna .....	87
4.6	Sistema Estructural Muros de Corte o Diafragmas.....	89
4.7	Filosofía de Diseño Sismo Resistente .....	91
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>94</b>
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO APORTICADO.....</b>		<b>94</b>
5.1	Orientación del Diseño Sísmico.....	95
5.2	Normas y Códigos Usados .....	95
5.3	Fuerza de Diseño .....	95
5.3.1	Cargas Gravitacionales .....	96
5.3.1.1	Carga Muerta .....	96
5.3.1.2	Carga Viva .....	99

5.3.2	Cargas Sísmicas .....	99
5.3.2.1	Cortante Basal de Diseño V .....	99
5.3.2.2	Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales .....	103
5.3.3	Pre- Dimensionamiento de Elementos Estructurales .....	104
5.3.3.1	Columnas .....	105
5.3.3.2	Vigas .....	107
5.3.3.2.1	Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje x..	107
5.3.3.2.2	Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje Y .	115
5.4	Análisis Estructural .....	122
5.4.1	Hipótesis para la Modelación .....	122
5.4.2	Propiedades de los Materiales .....	123
5.4.3	Combinación de Carga.....	123
5.5	Revisión General .....	125
5.5.1	Interacción.....	125
5.5.2	Modos de Vibración.....	127
5.5.3	Derivas de Piso .....	130
5.6	Análisis de la propuesta planteada .....	132
	<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>133</b>
	<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO APORTICADO CON MUROS</b>	
	<b>ESTRUCTURALES .....</b>	<b>133</b>
6.1	Orientación del Diseño Sísmico .....	134
6.2	Normas y Códigos Usados .....	134

6.3	Fuerza de Diseño .....	134
6.3.1	Cargas Gravitacionales .....	134
6.3.1.1	Carga Muerta.....	134
6.3.1.2	Carga Viva.....	135
6.3.2	Cargas Sísmicas .....	136
6.3.2.1	Cortante Basal de Diseño V.....	136
6.3.2.2	Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales .....	140
6.3.3	Pre- Dimensionamiento de Elementos Estructurales .....	141
6.3.3.1	Columnas.....	142
6.3.3.2	Vigas.....	144
6.3.3.2.1	Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje x..	144
6.3.3.2.2	Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje Y .	151
6.4	Análisis Estructural .....	159
6.4.1	Hipótesis para la Modelación .....	159
6.4.2	Propiedades de los Materiales .....	160
6.4.3	Combinación de Carga.....	160
6.4.4	Dimensiones finales .....	162
6.4.4.1	Columnas.....	162
6.4.4.2	Vigas.....	163
6.5	Revisión General .....	163
6.5.1	Interacción.....	163
6.5.2	Modos de Vibración.....	165

6.5.3	Derivas de Piso .....	167
6.6	Análisis de la Propuestas Planteadas.....	169
6.7	Diseño.....	170
6.7.1	Derivas de Piso .....	170
6.7.1.1	Diseño a Flexión.....	170
6.7.1.2	Diseño a Cortante.....	172
6.7.2	Columnas .....	180
6.7.2.1	Diseño a Flexo*Compresión .....	180
6.7.2.2	Diseño del Refuerzo Transversal.....	182
6.7.3	Losas.....	186
6.7.3.1	Losas en 2 Direcciones .....	186
6.7.3.2	Losas en 1 Direcciones .....	189
6.7.4	Muros de Corte.....	192
6.7.4.1	Relación de Aspectos .....	192
6.7.4.2	Refuerzo Longitudinal y Transversal .....	193
6.7.4.3	Refuerzo por Cortante .....	193
6.7.4.4	Diseño a Flexión y Carga Axial.....	195
6.7.4.5	Elementos de Borde .....	195
6.7.4.6	Refuerzo Transversal en el Elemento de Borde .....	197
6.7.4.7	Diseño del Muro 1 del EJE A.....	197
6.7.4.8	Diseño del Muro 2 del EJE A .....	201
6.8	Cimentación.....	204

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	210
<b>EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	210
7.1    Introducción .....	211
7.2    Objetivos.....	212
7.2.1    Objetivo General .....	212
7.2.2    Objetivos específicos .....	212
7.3    Marco Legal .....	213
7.3.1    Legislación y Normativa Ambiental Nacional .....	213
7.4    Descripción del Proyecto .....	214
7.4.1    Descripción de área de estudio.....	214
7.4.2    Catálogo de Categorización .....	214
7.4.3    Identificación de los Subprocesos.....	215
7.4.4    Diagrama de Flujo de los Subprocesos.....	216
7.4.5    Descripción de los Subprocesos .....	217
7.5    Identificación y Evaluación de Impacto Ambiental .....	219
7.5.1    Consideración de Aspectos Ambientales .....	219
7.5.2    Evaluación de los Aspectos con la Matriz de Magnitud y Peligrosidad.....	221
7.5.3    Aspectos Ambientales Considerados “Significativos”.....	223
7.6    Metodología .....	224
7.7    Resultados de la Evaluación de impacto ambiental.....	231
7.8    Plan de Manejo Ambiental .....	241

7.8.1	Objetivo General .....	241
7.8.2	Resultados Generales Esperados.....	241
7.8.3	Informe de Cumplimiento Ambiental .....	241
7.8.3.1	Programa de Prevención y Mitigación.....	241
7.8.3.2	Programa de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial .....	244
7.8.3.3	Programa de Manejos de Desechos .....	246
7.8.3.4	Programa de Contingencia.....	247
7.8.3.5	Programa de Capacitación.....	249
7.8.3.6	Programa de Relaciones Comunitarias.....	250
7.8.3.7	Programa de Monitoreo.....	252
7.8.3.8	Programa de Rehabilitación de Áreas Afectadas.....	253
7.8.3.9	Programa de Abandono .....	255
<b>CAPÍTULO 8</b>	.....	<b>257</b>
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>	.....	<b>257</b>
8.1	Metrado de Acero y Hormigón .....	258
8.2	Estimación de Presupuesto .....	258
<b>CAPÍTULO 9</b>	.....	<b>261</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>261</b>
CONCLUSIONES	.....	262
RECOMENDACIONES	.....	264
ANEXOS		
BIBLIOGRAFÍA		



## ABREVIATURAS

<b>ACI</b>	American Concrete Institute.
<b>ASTM</b>	American Society for Testing Materials
<b>INEN</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censos.
<b>ASCE 7-10</b>	Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
<b>NEC_SE_CG</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, cargas no sísmicas.
<b>NEC_SE_CM</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, geotecnia y cimentación.
<b>NEC_SE_DS</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, peligro sísmico.
<b>NEC_SE_VIVIENDA</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, vivienda de hasta dos pisos con luces de hasta 5.0 m.
<b>NEC</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción.
<b>H.A.</b>	Horrigan Armado

## SIMBOLOGÍAS

$h_i$	<b>Altura del piso i de la estructura</b>
$h_x$	Altura del piso x de la estructura
<b>s</b>	Ancho de influencia
$A_g$	Área gruesa de la columna
<b>D</b>	Carga muerta
$q_d$	Carga muerta linealmente distribuida
$q_l$	Carga viva linealmente distribuida.
$w_D$	Carga muerta por metros cuadrados
$w_L$	Carga viva por metros cuadrados
$\phi_e$	Coeficiente de configuración estructural en elevación
$\phi_p$	Coeficiente de configuración estructural en planta
<b>I</b>	Coeficiente de importancia
<b>R</b>	Coeficiente de reducción de respuesta estructural.
$k$	Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura.
$V_x$	Cortante total en el piso x de la estructura.

$\rho$	Densidad
$F_y$	Esfuerzo de fluencia.
$F_{yc}$ y $F_{yv}$	Esfuerzos de fluencia de la columna y vigas, respectivamente
$S_{aT(a)}$	Espectro de Respuesta Elástica de Aceleraciones.
$\delta$	Factor de concreto con agregado liviano
$\beta$	Factor de recubrimiento
$\phi_b$	Factor de resistencia a flexión.
$\alpha$	Factor de ubicación del refuerzo
$\gamma$	Factor del tamaño del reforzamiento
$F_i$	Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura.
$F_x$	Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura.
<b>H.A.</b>	Hormigón armado
$L_n$	Luz libre
$M_D$	Momento máximo por carga muerta
$M_L$	Momento máximo por carga viva.
$M_u$	Momento último.
<b>n</b>	Número de pisos de la estructura.
$W_i$	Peso aginado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva).

- $W_x$**       Peso aginado al piso o nivel  $x$  de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva  $W$  (incluye la fracción de la carga viva).
- Lr**      Sobre carga en cubierta (carga viva)
- L**      Sobrecarga (carga viva)
- Z**      Factor de zona sísmica

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Registro de mayores terremotos que han detectado .....	37
<b>Figura 1. 2</b>	Desastre del 16 de Abril en Manabí.....	39
<b>Figura 1. 3</b>	Vista Satelital del lugar propuesta.....	45
<b>Figura 1. 4</b>	Bosquejo y división de los condominios.....	45
<b>Figura 2. 1</b>	Topografía del terreno con estudiantes de ESPOL.....	49
<b>Figura 2. 2</b>	Topografía de sector de estudio. ....	49
<b>Figura 2. 3</b>	Trazado en cuadrículas.....	50
<b>Figura 2. 4</b>	Corte del perfil 3.....	50
<b>Figura 2. 5</b>	Corte del perfil 4.....	51
<b>Figura 2. 6</b>	Corte del perfil 5.....	51
<b>Figura 2. 7</b>	Hoja Geológica Guayaquil, escala 1:100.000 del sector de proyecto.....	52
<b>Figura 2. 8</b>	Hoja geológica Guayaquil escala 1:100 tipo de suelo.....	52
<b>Figura 2. 9</b>	Planta típica de la planta baja. ....	55
<b>Figura 2. 10</b>	Planta típica de la primera planta.....	56
<b>Figura 2. 11</b>	Planta típica de la segunda planta. ....	57
<b>Figura 2. 12</b>	Planta típica de la tercera planta.....	58
<b>Figura 3. 1</b>	Talud natural del sector de estudio. ....	62
<b>Figura 3. 2</b>	Material que se encontró de sector del talud. ....	63

<b>Figura 3. 3</b>	Fisura del segundo talud.....	63
<b>Figura 3. 4</b>	Fisura del primer talud. ....	63
<b>Figura 3. 5</b>	Vía del acceso a la cantera con su respectivo canal.....	64
<b>Figura 3. 6</b>	Canal con geomembranas que controla los flujos aguas arriba. ....	64
<b>Figura 3. 7</b>	Inspección técnica y toma de Materiales. ....	65
<b>Figura 3. 8</b>	Calicata realizada en terreno. ....	66
<b>Figura 3. 9</b>	Proceso para realizar calicata de 1m. ....	68
<b>Figura 3. 10</b>	Proceso para obtener una muestra inalterada ....	68
<b>Figura 3. 11</b>	Muro con dentellón y zapata. ....	69
<b>Figura 3. 12</b>	Propuesta de estabilidad de los taludes.....	70
<b>Figura 3. 13</b>	Modelación en el software Galena del talud, con factor de seguridad de 1.49.....	72
<b>Figura 3. 14</b>	Modelación en el software Galena del talud en cuestión lluvias intensas y aceleración sísmica de 0.3g, con factor de seguridad de 1.17 (equilibrio crítico). ....	73
<b>Figura 3. 15</b>	Modelación en el software Galena del talud en cuestión lluvias intensas y aceleración sísmica de 0.4g, con factor de seguridad de 1.14 (equilibrio crítico). ....	74
<b>Figura 3. 16</b>	Canales para controlar aguas superficiales. ....	76
<b>Figura 3. 17</b>	Dren para captar las aguas subterráneas. ....	77
<b>Figura 4. 1</b>	Aislamiento Sísmico de base. ....	82
<b>Figura 4. 2</b>	Control Activo de Estructuras.....	83

<b>Figura 4. 3</b> Control pasivo de estructuras. ....	83
<b>Figura 4. 4</b> Edificio con el sistema aporticado. ....	86
<b>Figura 4. 5</b> Terremoto. 17 de agosto de 1999, Kocaeli Turquía. ....	88
<b>Figura 4. 6</b> Edificio con muros de corte o diafragmas. ....	90
<b>Figura 5. 1</b> Mapa de zonas sísmicas del Ecuador para diseño sismo resistente. ....	101
<b>Figura 5. 2</b> Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015 del sistema aporticado. ....	103
<b>Figura 5. 3</b> Columna más crítica a pre diseñá del sistema aporticado. ....	105
<b>Figura 5. 4</b> Carga muerta lineal en viga eje x del sistema aporticado. ....	108
<b>Figura 5. 5</b> Carga viva lineal en viga eje x del sistema aporticado. ....	108
<b>Figura 5. 6</b> Cortante en las columna de entre piso 4 del sistema aporticado. .....	109
<b>Figura 5. 7</b> Cortante en las columna de entre piso 3 del sistema aporticado. .....	110
<b>Figura 5. 8</b> Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado. ....	110
<b>Figura 5. 9</b> Fuerzas internas de elemento AEF del sistema aporticado. ....	111
<b>Figura 5. 10</b> Momentos en los extremos de las columnas <i>del sistema</i> <i>aporticado</i> . ....	112
<b>Figura 5. 11</b> Momentos en los extremos de las vigas del sistema aporticado. .....	113

<b>Figura 5. 12</b> Determinación del momento en la cara interior de la columna del sistema aporticado.....	113
<b>Figura 5. 13</b> Carga muerta lineal en viga eje y del sistema aporticado.....	115
<b>Figura 5. 14</b> Carga viva lineal en viga eje y del sistema aporticado. ....	116
<b>Figura 5. 15</b> Cortante en las columna de entre piso 4 eje y del sistema aporticado.....	116
<b>Figura 5. 16</b> Cortante en las columna de entre piso 3 eje Y. ....	117
<b>Figura 5. 17</b> Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado. ..	117
<b>Figura 5. 18</b> Fuerzas internas de elemento AEF eje Y del sistema aporticado. ....	118
<b>Figura 5. 19</b> Momentos en los extremos de las columnas eje Y del sistema aporticado.....	119
<b>Figura 5. 20</b> Momentos en los extremos de las vigas eje Y del sistema aporticado.....	120
<b>Figura 5. 21</b> Determinar momento $M_u$ del sistema aporticado. ....	120
<b>Figura 5. 22</b> Modelo del edificio con sistema dual y aporticado .....	124
<b>Figura 5. 23</b> Distribución de las columnas del sistema aporticado. ....	124
<b>Figura 5. 24</b> Centro de masa y rigidez del sistema aporticado. ....	128
<b>Figura 6. 1</b> Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015 del sistema aporticado con muros de corte. ....	138
<b>Figura 6. 2</b> Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015 del sistema aporticado con muros de corte. ....	140



<b>Figura 6. 3</b> Columna más crítica a pre diseñá del sistema aporticado con muros de corte.....	142
<b>Figura 6. 4</b> Carga muerta lineal en viga eje x del sistema aporticado con muros de corte.....	145
<b>Figura 6. 5</b> Carga viva lineal en viga eje x del sistema aporticado con muros de corte.....	145
<b>Figura 6. 6</b> Cortante en las columna de entre piso 4 del sistema aporticado con muros de corte. ....	146
<b>Figura 6. 7</b> Cortante en las columna de entre piso 3 del sistema aporticado con muros de corte. ....	147
<b>Figura 6. 8</b> Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado con muros de corte.....	147
<b>Figura 6. 9</b> Fuerzas internas de elemento AEF del sistema aporticado con muros de corte.....	148
<b>Figura 6. 10</b> Momentos en los extremos de las columnas del sistema aporticado con muros de corte.....	149
<b>Figura 6. 11</b> Momentos en los extremos de las vigas del sistema aporticado con muros de corte. ....	149
<b>Figura 6. 12</b> Determinación del momento en la cara interior de la columna del sistema aporticado con muros de corte. ....	150
<b>Figura 6. 13</b> Carga muerta lineal en viga eje y del sistema aporticado con muros de corte.....	152

<b>Figura 6. 14</b> Carga viva lineal en viga eje y del sistema aporticado con muros de corte.....	153
<b>Figura 6. 15</b> Cortante en las columna de entre piso 4 eje y del sistema aporticado con muros de corte.....	154
<b>Figura 6. 16</b> Cortante en las columna de entre piso 3 eje Y del sistema aporticado con muros de corte.....	154
<b>Figura 6. 17</b> Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado con muros de corte.....	155
<b>Figura 6. 18</b> Fuerzas internas de elemento AEF eje Y del sistema aporticado con muros de corte. ....	155
<b>Figura 6. 19</b> Momentos en los extremos de las columnas eje Y del sistema aporticado con muros de corte .....	156
<b>Figura 6. 20</b> Momentos en los extremos de las vigas eje Y del sistema aporticado con muros de corte.....	157
<b>Figura 6. 21</b> Determinación del momento en la cara interior de la columna del sistema aporticado con muros de corte.....	157
<b>Figura 6. 22</b> Modelo del edificio con sistema dual y aporticado con muros de corte .....	161
<b>Figura 6. 23</b> Distribución de las columnas y muro de corte.....	162
<b>Figura 6. 24</b> Centro de masa y rigidez del sistema aporticado con muros de corte. ....	166

<b>Figura 6. 25</b> Diagrama de Interacción EJE X del sistema aporticado con muros de corte.....	183
<b>Figura 6. 26</b> Diagrama de Interacción EJE Y del sistema aporticado con muros de corte.....	184
<b>Figura 6. 27</b> Detalle de columna del sistema aporticado con muros de corte .....	184
<b>Figura 6. 28</b> Resumen grafico de refuerzo en los nervios de las losas en 1 y 2 direcciones .....	191
<b>Figura 6. 29</b> Diagrama de Interacción del Muro 1 .....	198
<b>Figura 6. 30</b> Detallamiento del muro 1 del portico.....	200
<b>Figura 6. 31</b> Diagrama de Interacción del Muro 2 .....	201
<b>Figura 6. 32</b> Detallamiento del muro 2 del portico A .....	203
<b>Figura 6. 33</b> Detalle de zapata corrida en dirección eje Y.....	209
<b>Figura 7. 1</b> Consulta de actividades ambientales.....	215
<b>Figura 7. 2</b> Diagrama de flujo de los subprocesos .....	216

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Máximos sismos registrados en Ecuador. ....	38
<b>Tabla II.</b> Cargas no sísmicas. ....	99
<b>Tabla III.</b> Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.....	101
<b>Tabla IV.</b> Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales del sistema aporticado. ....	104
<b>Tabla V.</b> Dimensiones de cada nivel de Entrepiso del sistema aporticado.	106
<b>Tabla VI.</b> Combinaciones de cargas.....	123
<b>Tabla VII.</b> Periodo de la estructura mediante pre dimensionamiento del sistema aporticado.....	125
<b>Tabla VIII.</b> Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado.....	125
<b>Tabla IX.</b> Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado.....	126
<b>Tabla X.</b> Modos de vibración del sistema aporticado. ....	128
<b>Tabla XI.</b> Comparación entre CM y CR del sistema aporticado.....	129
<b>Tabla XII.</b> Valores de derivas máximas expresados en función de la altura de piso del sistema aporticado.....	131

<b>Tabla XIII.</b> Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE X del sistema aporticado. ....	131
<b>Tabla XIV.</b> Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE Y del sistema aporticado. ....	131
<b>Tabla XV.</b> Valores de derivas máximas inelásticas del EJE X y Y del sistema aporticado. ....	132
<b>Tabla XVI.</b> Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales del sistema aporticado con muros de corte. ....	141
<b>Tabla XVII.</b> Dimensiones de cada nivel de Entrepiso del sistema aporticado con muros de corte. ....	143
<b>Tabla XVIII.</b> Combinaciones de cargas .....	160
<b>Tabla XIX.</b> Secciones finales de columnas del sistema aporticado con muros de corte. ....	162
<b>Tabla XX.</b> Secciones finales de vigas del sistema aporticado con muros de corte. ....	163
<b>Tabla XXI.</b> Periodo de la estructura mediante pre dimensionamiento previo del sistema aporticado con muros de corte. ....	164
<b>Tabla XXII.</b> Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado con muros de corte. ....	164
<b>Tabla XXIII.</b> Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado con muros de corte. ....	165

<b>Tabla XXIV..</b> Modos de vibración del sistema aporticado con muros de corte. .....	166
<b>Tabla XXV.</b> Comparación de CM y CR del sistema aporticado con muros de corte. ....	167
<b>Tabla XXVI.</b> Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE X del sistema aporticado con muros de corte. ....	168
<b>Tabla XXVII.</b> Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE Y del sistema aporticado con muros de corte. ....	169
<b>Tabla XXVIII.</b> Valores de derivas máximas inelásticas del EJE X y Y del sistema aporticado con muros de corte.....	169
<b>Tabla XXIX.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +12.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	175
<b>Tabla XXX.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +9.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	175
<b>Tabla XXXI.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +6.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	176
<b>Tabla XXXII.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +3.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	176
<b>Tabla XXXIII.</b> Distribución del acero de refuerzo transversal pórtico 3 del sistema aporticado con muros de corte.....	177
<b>Tabla XXXIV.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje C - nivel +12.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	178

<b>Tabla XXXV.</b> Tabla Diseño a flexión de las vigas de los pórtico eje C - nivel +9.00 del sistema aporticado con muros de corte. ....	178
<b>Tabla XXXVI.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje C - nivel +6.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	179
<b>Tabla XXXVII.</b> Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje C - nivel +3.00 del sistema aporticado con muros de corte.....	179
<b>Tabla XXXVIII.</b> Distribución del acero de refuerzo transversal pórtico C del sistema aporticado con muros de corte.....	180
<b>Tabla XXXIX.</b> Carga crítica y momento último del sistema aporticado con muros de corte.....	181
<b>Tabla XL.</b> Solicitaciones de la columna del sistema aporticado con muros de corte. ....	183
<b>Tabla XLI.</b> Resumen de columnas del sistema aporticado con muros de corte. ....	185
<b>Tabla XLII.</b> Coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares perimetralmente, sometidas a cargas distribuidas uniformes.....	187
<b>Tabla XLIII.</b> Valores de Momentos Positivo y Negativo de cada paño del sistema aporticado con muros de corte.....	188
<b>Tabla XLIV.</b> Resumen de refuerzo que deberá llevar cada nervio del sistema aporticado con muros de corte.....	188
<b>Tabla XLV.</b> Resumen de refuerzo por temperatura y retracción en la loseta del sistema aporticado con muros de corte. ....	189

<b>Tabla XLVI.</b> Espesores mínimos de Losas nervadas en una dirección.....	189
<b>Tabla XLVII.</b> Momentos obtenidos en los tramos interno y externo .....	190
<b>Tabla XLVIII.</b> Refuerzo a considerar en los nervios .....	190
<b>Tabla XLIX.</b> Resumen de refuerzo por temperatura y retracción en la loseta .....	190
<b>Tabla L.</b> Valores de $\alpha c$ .....	194
<b>Tabla LI.</b> Solicitaciones de diseño del Muro 1 .....	197
<b>Tabla LII.</b> Acero de Refuerzo en el alma .....	198
<b>Tabla LIII.</b> Acero de Refuerzo en el elemento de Borde.....	199
<b>Tabla LIV.</b> Solicitaciones de diseño del Muro 2.....	201
<b>Tabla LV.</b> Datos del alma .....	202
<b>Tabla LVI.</b> Datos del elemento de Borde.....	202
<b>Tabla LVII.</b> Descargas de carga Muerta de Columnas y Muro .....	205
<b>Tabla LVIII.</b> Descargas de carga Viva de Columnas y Muro .....	205
<b>Tabla LIX.</b> Datos de la cimentación.....	206
<b>Tabla LX.</b> Obtención de momentos y cortantes por el método de coeficientes del ACI.....	206
<b>Tabla LXI.</b> Diseño de Zapata.....	207
<b>Tabla LXII.</b> Diseño de la Viga .....	208
<b>Tabla LXIII.</b> Subprocesos .....	215
<b>Tabla LXIV.</b> Consideraciones de los aspectos ambientales.....	219



<b>Tabla LXXV.</b> Evaluación de aspectos con la matriz magnitud y peligrosidad. .....	221
<b>Tabla LXXVI.</b> Aspectos significativos.....	223
<b>Tabla LXXVII.</b> Impactos beneficioso y perjudicial .....	225
<b>Tabla LXXVIII.</b> Efectos directos e indirectos.....	225
<b>Tabla LXXIX.</b> Acumulación .....	225
<b>Tabla LXX.</b> Intensidad o grado de destrucción del factor ambiental.....	226
<b>Tabla LXXI.</b> Extensión de la superficie afectada. ....	227
<b>Tabla LXXII.</b> Momento que se produce el efecto.....	227
<b>Tabla LXXIII.</b> Momento que se produce el efecto.....	227
<b>Tabla LXXIV.</b> Periodicidad. ....	228
<b>Tabla LXXV.</b> Reversibilidad.....	228
<b>Tabla LXXVI.</b> Recuperabilidad. ....	229
<b>Tabla LXXVII.</b> Sinergia. ....	229
<b>Tabla LXXVIII.</b> Priorización de impacto ambientales.....	230
<b>Tabla LXXIX.</b> Identificación de los factores ambientales.....	231
<b>Tabla LXXX.</b> Valoración del impacto. ....	234
<b>Tabla LXXXI.</b> Impactos significativos .....	237
<b>Tabla LXXXII.</b> Principales Impactos Ambientales.....	240
<b>Tabla LXXXIII.</b> Medida preventiva de uso de maquinaria pesada .....	242
<b>Tabla LXXXIV.</b> Medida preventiva de generación de material particulado(polvo).....	242

<b>Tabla LXXXV.</b> Medida preventiva de generación aguas residuales(mixer). .....	243
<b>Tabla LXXXVI.</b> Medida de salud y seguridad. ....	244
<b>Tabla LXXXVII.</b> Medida preventiva de generación de ruido. ....	245
<b>Tabla LXXXVIII.</b> Medida de manejo de desechos de la construcción. ....	246
<b>Tabla LXXXIX.</b> Medida de manejo de desechos líquidos. ....	247
<b>Tabla XC.</b> Manejo de situaciones de emergencia laborales. ....	248
<b>Tabla XCI.</b> Manejo de situaciones de emergencia de siniestros, incendios. .....	249
<b>Tabla XCII.</b> Medida de capacitación. ....	250
<b>Tabla XCIII.</b> Medida de información de la obra mediante rótulos y volantes. .....	251
<b>Tabla XCIV.</b> Medida de programa de participación social. ....	251
<b>Tabla XCV.</b> Monitoreo atmosférico. ....	252
<b>Tabla XCVI.</b> Monitoreo atmosférico. ....	253
<b>Tabla XCVII.</b> Limpieza de la obra. ....	254
<b>Tabla XCVIII.</b> Espacios públicos (áreas verdes y recreacionales). ....	254
<b>Tabla XCIX.</b> Medida de desmontaje de equipos. ....	255
<b>Tabla C.</b> <i>Elaboración de reporte</i> . ....	256
<b>Tabla CI.</b> Metrado de acero y hormigón. ....	258
<b>Tabla CII.</b> Elaboración de reporte. ....	258

# **CAPÍTULO 1**

## **ASPECTOS GENERALES**

## 1.1 Antecedentes

En la actualidad, Guayaquil es una de las ciudades más grandes y pobladas del Ecuador, debido a su crecimiento comercial, económico, político, cultural y turístico, de acuerdo a este crecimiento poblacional existe un aumento notable en construcciones de vivienda multifamiliares y urbanísticas, por tal motivo se ve la necesidad de hacer edificaciones que sea economía, segura y que tenga bienestar familiar.

Por tal motivo, decenas de ciudadelas estan en proceso de construccion al entorno a Vía a la Costa.

El presente trabajo tiene una particular importancia debido a que el área disponible posee algunas complicaciones relacionadas a problemas de flujos de agua superficiales y subterráneas; También presentan inestabilidad de taludes que deben ser debidamente resuelto para garantizar la existencia de una edificación segura.

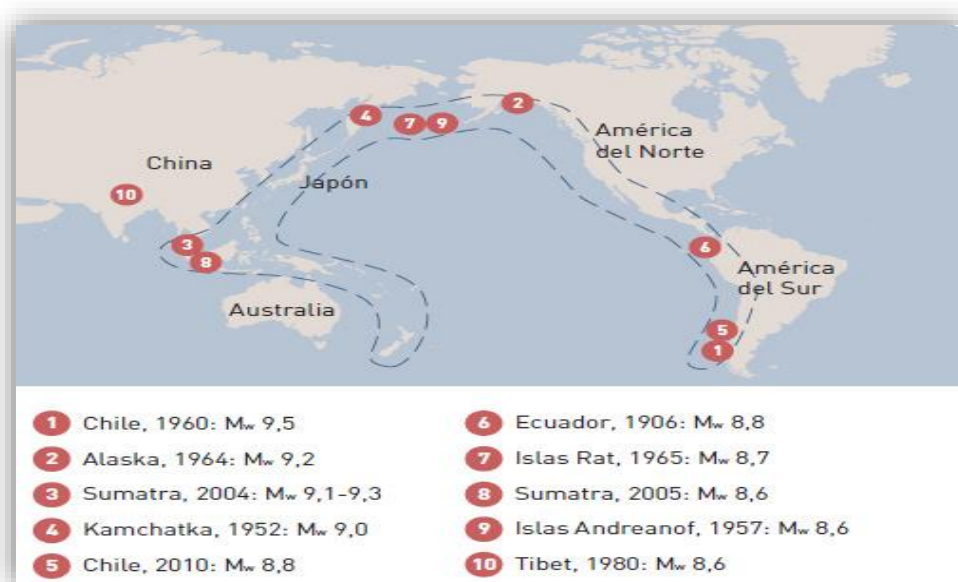
Existe un gran interés por parte del propietario del terreno, en construir en esta zona, para que mediante el proceso de graduación en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), se contribuya a realizar un proyecto que integre varios conocimientos de la ingeniería Civil.

Tomando en cuenta que Guayaquil está en una zona de peligro sísmico, por lo tanto, tiene la necesidad de diseñar el edificio sismo resistente como

nos indica la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN(NEC), donde nos especifica que la estructura tiene que ser económica, segura y servicial. (NEC, 2015)

## 1.2 Consideraciones Sísmicas

Ecuador se encuentra en una zona con más actividad sísmico en el planeta, dado que se encuentra en el llamado “Cinturón de Fuego del Pacifico”.



**Figura 1.1** Registro de mayores terremotos que han detectado en el Anillo de Fuego.

**Fuente:** (MAPFRE, 2010).

El Cinturón de Fuego se extiende sobre 40 000 km (25 000 millas) y tiene la forma de una herradura, es la zona de los terremotos que rodean el Océano Pacífico: Alrededor del 90 % de los terremotos del mundo y el 80 %

de los terremotos más grandes del mundo se producen a lo largo del "Cinturón de Fuego". (USGS, 2002)

En la Figura 1. 1, se observa diez de los mayores sismos registrados en el mundo, y Ecuador se encuentra entre en la tabla del mayor sismo que se registró en el "Cinturón de fuego de Pacífico", fue en el año de 1906, con una magnitud de 8.8 Mw. en la escala de "Richter", su epicentro fue registrado en las costas de Esmeraldas. Esto provocó un Tsunami que dejó a su paso consecuencias devastadoras y lamentables.

Ecuador ha experimentado sismos de elevada magnitud a través de la historia, en la siguiente Tabla I, se muestra los principales sismos registrados en el Ecuador.

**Tabla I. Máximos sismos registrados en Ecuador.**

	Esmeraldas 1746	Ambato 1949	Riobamba 1797	Manabí 2016	Guayaquil 2017
Magnitud (Escala de Richter)	8.8	8	8.3	7.8	6.2
Intensidad (Escala de (Mercalli))	IX	VII	VII	IX	VII
Porcentaje de Afectación (Estructural)	70%	75%	70 %	70 y 80 %	0%

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

El sismo registrado el sábado 16 de abril a las 18h58 (tiempo local), de magnitud 7.8 (Mw magnitud momento), cuyo epicentro se ubicó frente a

Pedernales (Manabí), a 20 km de profundidad, fue resultado del desplazamiento entre dos placas tectónicas: la placa de Nazca (placa oceánica) que se sumerge bajo la Sudamericana (placa continental). A este proceso se le conoce como subducción, y es el mismo fenómeno que originó los sismos del 31 enero 1906 (Mw 8.8), que es el más grande registrado en Ecuador y el sexto más grande a escala mundial. (Geofísico, 2016)



**Figura 1. 2** Desastre del 16 de Abril en Manabí.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

La magnitud de onda superficial del terremoto de "16 de abril en Manabí", llegó a Guayaquil con menor intensidad y frecuencia, pero se pudo evidenciar daño y destrucción de edificios, debido a que Guayaquil presenta un "suelo blando" en gran parte de su composición. Como se conoce que las ondas superficiales al chocar con un suelo blando, la oscilación es de menor frecuencia, por lo tanto, su periodo es relativamente más largo, lo que provoca un mayor daño en las estructuras.

Por lo tanto, Guayaquil es una ciudad vulnerable para estos fenómenos naturales y se tiene que considerar los estudios preliminares y definitivos.

### **1.3 Alcance**

De acuerdo a los puntos mencionados en los antecedentes, y con el fin de elaborar un proyecto ingenieril que brinde seguridad y confort, se desarrolló un diseño y se proporcionara soluciones para controlar estos problemas existentes, como: Aguas Superficiales y Subterráneas, Taludes Inestables y Movimiento Telúrico.

Este trabajo tendrá como punto de partida un análisis sísmico, debido a que el Ecuador se encuentra en el "cinturón de fuego" y es una zona de alto peligro sísmico. Para realizar este análisis se toma como referencia la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN(NEC), la cual nos da directrices para el análisis en dicho campo.

Guayaquil presenta un "suelo blando" en gran parte de su composición. Como se menciona en las consideraciones sísmicas, que las ondas superficiales causan mayor daño a la estructura, debido a que su periodo es relativamente más largo.

Se propone tres soluciones de Diseño Estructural de Hormigón Armado, las cuales deben contar con un diseño seguro y funcional.

- Sistema Aporticado



- Sistema Aporticado con Muros De Corte o Diafragmas

Una vez realizado el estudio de las propuestas, se escogerá la estructura que cumpla con todos los requerimientos que se necesita para que la estructura sea segura y funcional.

Teniendo en consideración que el Sistema Estructural "Aporticado con Muros De Corte o Diafragmas", han demostrado tener un correcto comportamiento sísmico en condiciones extremas, ya que de ésta manera se ayudaría a mitigar la vulnerabilidad que muestran las edificaciones.

Finalmente, se realizará el análisis y diseño estructural, y también se procederá a obtener el presupuesto preliminar de dicho proyecto.

#### **1.4 Justificación**

El proyecto que se propone desarrollar se encuentra emplazado en un área que presenta ciertas condiciones críticas, ya que el sector donde se va realizar el proyecto fue de formaciones de varias canteras, existen abundantes materiales sueltos, taludes inestables, flujos de aguas superficiales y subterráneas sin controlar.

Por las relaciones antes mencionadas, se propone realizar un proyecto que garantice seguridad a los ocupantes de aquel edificio de la vivienda multifamiliar.

Se estudiara ampliamente las alternativas para tener un mejor desempeño sísmico, también se plantara la estructura mas adecuada que cumpla con los requerimiento del propietario de inmueble.

La estructura que cumple con todo el requisito ingenieril es el sistema muros de corte o diafragmas.

Este sistema de muros de corte o diafragmas, es una herramienta de diseño que trabaja como un sistema combinado, lo que permite que el pórtico resista las cargas verticales y horizontales como las cargas sísmicas; por ende, en su mayoría son resistidas por muros de corte o diafragmas, que son mediante paredes de hormigón armado continuos, que serán colocados de forma simétrica y de particularidad perimetral ya que así generaría comportamiento sísmico.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo Generales**

- Realizar un análisis comparativo del Diseño de un edificio multifamiliar mediante un estudio y análisis sismo resistente de una estructura de hormigón armado, mediante un sistema estructural aporticado y sistema aporticado con muros de corte, con el fin de mitigar en lo posible los efectos sísmicos.

### 1.5.2 Objetivo Específicos

- Ejecutar un estudio Topográfico para tener una mejor perspectiva del terreno para las diferentes soluciones ingenieriles.
- Determinar los Estudios Geotécnicos del área del proyecto, con el cual procederemos a dar soluciones.
- Elaborar un Análisis Geotécnico de las condiciones de estabilizada del talud que se encuentra adyacente a la estructura.
- Plantear la alternativa para que brinde seguridad al realizar la ejecución del muro de contención.
- Determinar soluciones geotécnicas para la estabilización del talud, verificar su estabilidad con el software GALENO.
- Efectuar un análisis Hidráulico para obtener la solución para controlar flujos superficiales y subterráneo.
- Realizar el control de las aguas subterráneas mediante el uso de pantalla o dentellón.
- Modelar una edificación multifamiliar de 4 plantas, de Hormigón Armado con Sistema Estructural (Aporticado y Aporticado Muros De Corte o Diafragmas).

- Cálculo de Pre dimensionamiento para obtener las dimensiones tentativas, y modelar en el "Software ETABS 2013".
- Describir los procesos de cálculo y diseño que se requieren para cada sistema estructural.
- Analizar el comportamiento de la estructura de los sistemas propuestos con el "Software ETABS 2013". Para su verificación del desempeño sísmico en cumplimiento de las disposiciones de la "NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN(NEC)".
- Utilizar el Software SAFE v14. para diseñar y modelar la cimentación.
- Realizar un análisis comparativo entre ambos modelos para determinar el mejor comportamiento sísmico.
- Calcular los costos referenciales del Sistema Aporticado ("Muros de Corte").
- Realizar una evaluación y un plan de manejo ambiental para la alternativa propuesta.
- Definir conclusiones y recomendaciones de las alternativas analizados.

## 1.6 Ubicación

Latitud: 2°10'52.7"S

Longitud: 80°00'11.5"W

Geográficamente, la ubicación del are del presente trabajo es en la Urbanización Porto Alegre-Guayaquil, ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador. Se encuentra vía a la costa a 15 minutos de la ciudad.



**Figura 1. 3** Vista Satelital del lugar propuesta.  
**Fuente:** Modificado de (Google Earth, 2015)



**Figura 1. 4** Bosquejo y división de los condominios.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018

**CAPÍTULO 2**  
**ESTUDIOS, PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y**  
**ALTERNATIVAS**

## **2.1 Estudios Preliminares**

Todo diseño estructural debe realizar un buen estudio preliminar, esto nos ayudara a reconocer el terreno para poder definir de forma efectiva el diseño y los procesos de dicho proyecto. Esto también nos ayuda a conocer el alcance económico del mismo y tener una idea más completa del diseño.

## **2.2 Topografía**

El terreno donde se realizará el presente trabajo es prácticamente plano, el problema que se encuentra en una zona con problemas ingerirles, debido a que fue un área de canteras, con algunas complicaciones relacionadas a problemas, como: Flujos de Agua Superficiales y Subterráneas. También presentan inestabilidad de Taludes que deben ser debidamente resuelto.

Los estudios topográficos se realizaron con una estación total, se tomaron varios puntos de referencia, los mismos que se colocaron en gran parte en los taludes; Para obtener los datos necesarios para la generación de las curvas de nivel del lugar y con eso analizar los taludes a estabilizar.

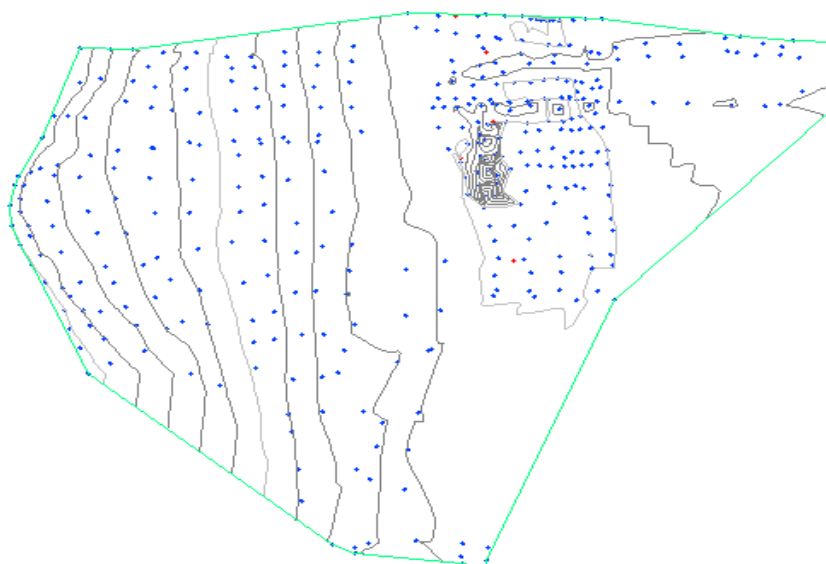
Se realizó el levantamiento topográfico en campo, conjuntamente con los alumnos de la ESPOL, como se aprecia en la Figura 2.1, que nos brindaron su ayuda para el proyecto de graduación. Se pudo generar curvas de nivel

que serán utilizadas posteriormente para la obtención de las diversas alturas del talud, sus ángulos de inclinación y los perfiles utilizando el software Civil 3D.



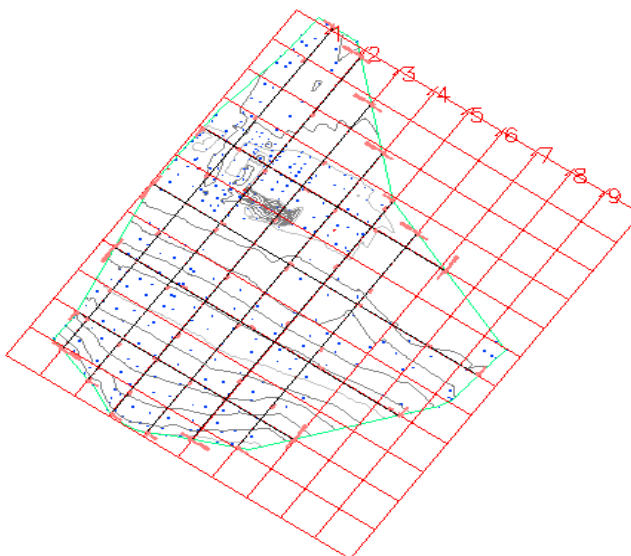
**Figura 2. 1** Topografía del terreno con estudiantes de ESPOL.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

A continuación, se muestran el levantamiento topográfico y su cuadrícula para obtener los perfiles de los taludes en el programa CIVIL 3D.



**Figura 2. 2** Topografía de sector de estudio.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018..

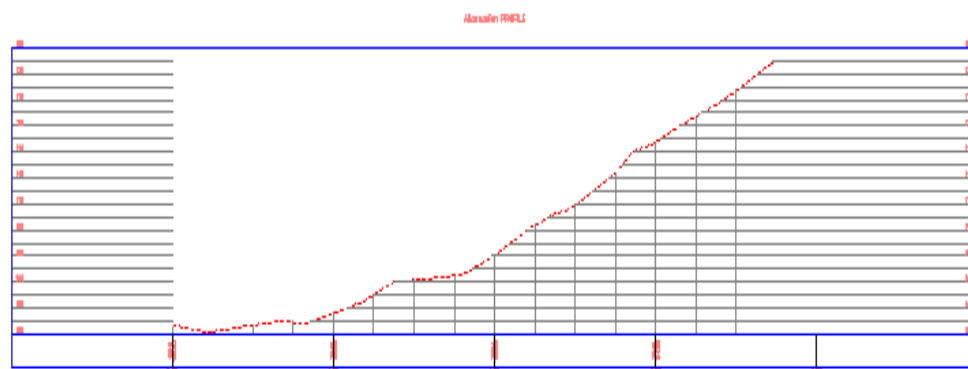




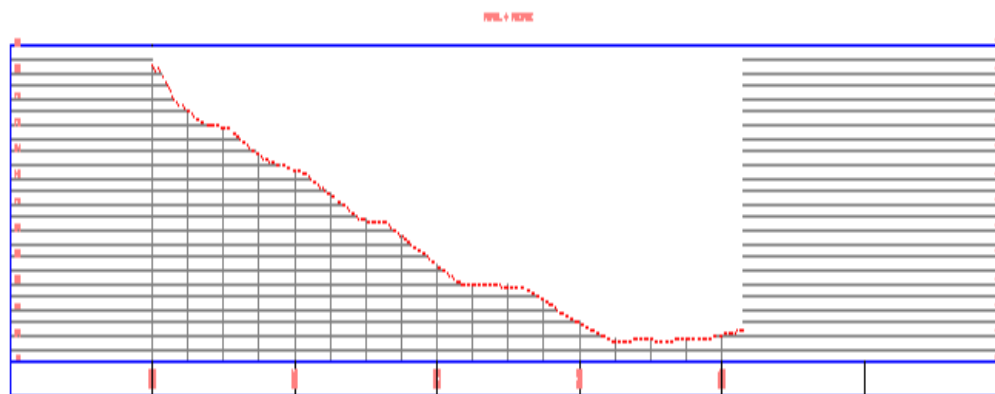
**Figura 2. 3** Trazado en cuadrículas.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 2.2.1 Topografía de Perfiles de Corte

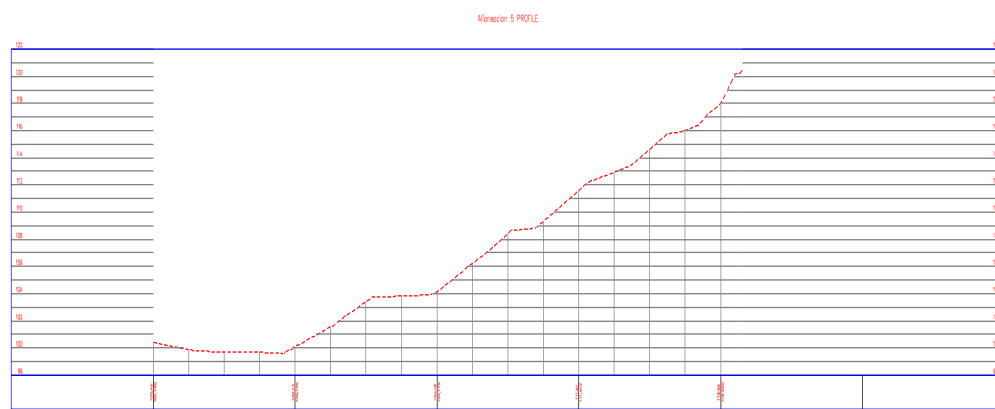
Debido a que la urbanización Porto Alegre no designa que terreno es el propuesto para el estudio del proyecto se decidió realizar perfiles de corte para el terreno 3, 4 y 5; Debido a que el propietario de terreno de estudio estaba ubicado en un sector de relleno se decido cambiar a uno del terreno mencionadas anterior mente.



**Figura 2. 4** Corte del perfil 3.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018



**Figura 2. 5** Corte del perfil 4  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018



**Figura 2. 6** Corte del perfil 5.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 2.3 Estudio Geotécnico

Una herramienta que nos ayude en nuestro propósito, es acudir a la información de la hoja geológica de Guayaquil, ya que nos muestra en qué formación geológica se localiza nuestro proyecto, siendo esta la formación Cayo compuesto por arenisca, grauvaca, toba y aglomerado.

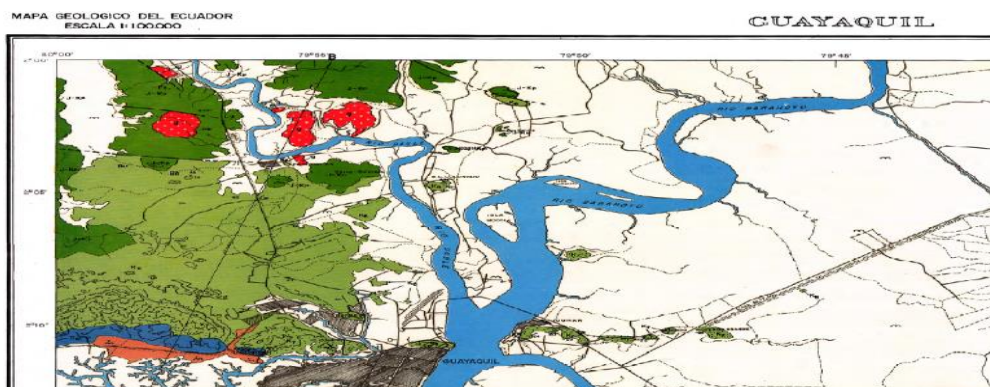


Figura 2. 7 Hoja Geológica Guayaquil, escala 1:100.000 del sector de proyecto.

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGM, 1974)



Figura 2. 8 Hoja geológica Guayaquil escala 1:100 tipo de suelo.

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. (INIGM, 1974)

## 2.4 Propuesta Arquitectónica

El presente proyecto trata de un edificio multifamiliar, de uso residencial, sobre un terreno de 741 m<sup>2</sup>, ubicado en la Urbanización Porto Alegre-Guayaquil. Se propone realizar un análisis de los siguientes sistemas estructural: aporticado, aporticado con muros de corte y Muros de Ductilidad Limitada, de los cuales son usados con frecuencia en nuestro medio.

El Edificio multifamiliar consta de 4 plantas, con una altura total de 14.33 m., siendo la altura de entre piso de 3 m y una altura de contra piso de 0.36m.

El área de terreno se divide en, área de construcción de la edificación 280 m<sup>2</sup>, dejando 311 m<sup>2</sup> área libre de estacionamientos. En planta baja se conforma de dos departamentos, en la primera y segunda planta se tiene dos departamentos y uno continuo entre ellos, mientras que en la tercera planta se tendrá dos departamentos, dando un total 9 de departamentos.

En vista que el edificio es parte de un conjunto habitacional, los estacionamientos, están en el área del exterior del proyecto.

Se tienen tres distribuciones distintas de departamentos:

### **2.4.1 Departamento en la planta baja**

El departamento tiene un área de 108 m<sup>2</sup>. Tiene Sala-Comedor, Cocina, un Dormitorio principal, dos Dormitorio secundarios y con sus respectivos baños.

### **2.4.2 Departamentos del primer y segunda planta.**

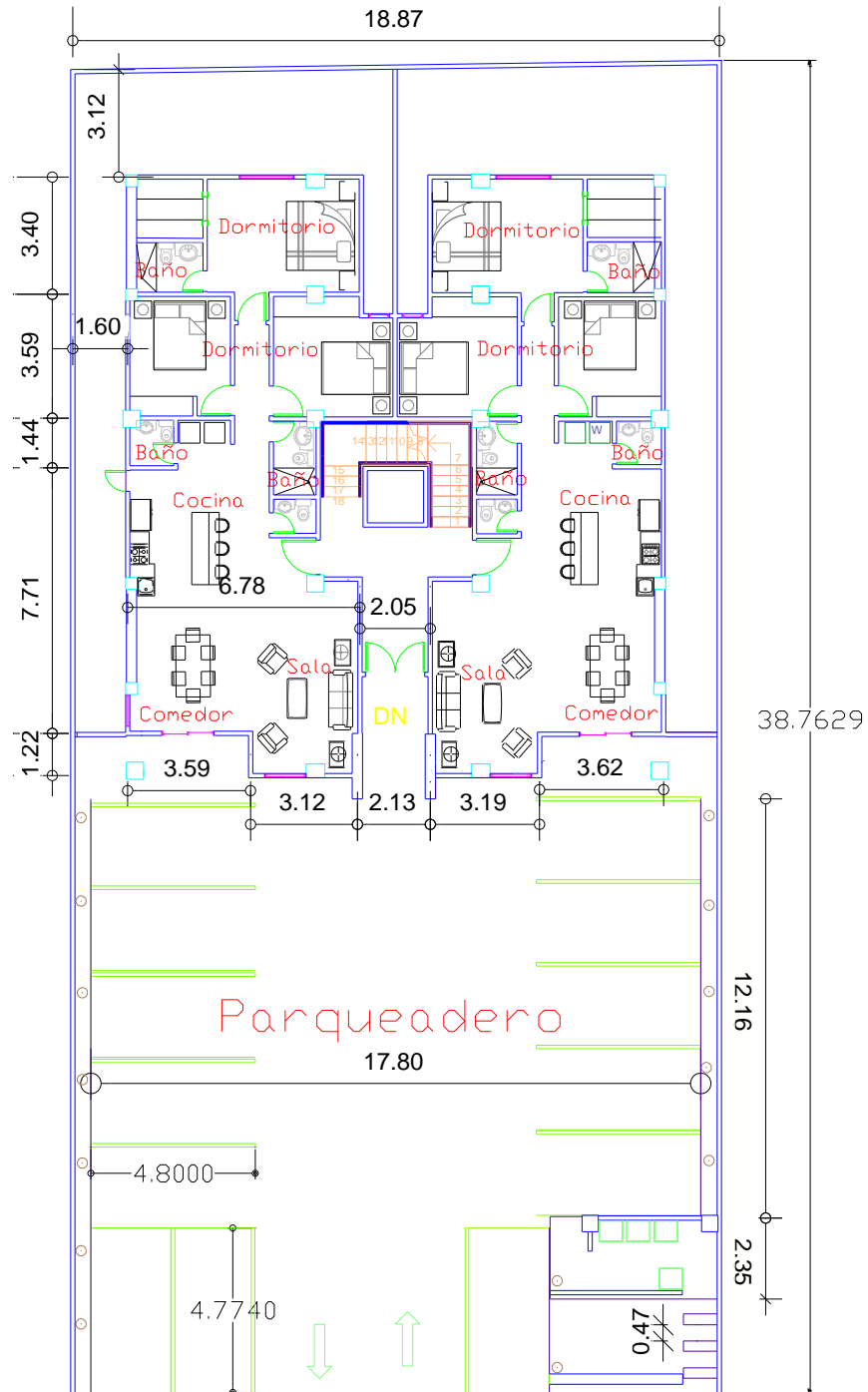
En la primero y segunda planta se divide en dos departamentos por cada piso un izquierdo y un derecho tienen un área de 91 m<sup>2</sup>., y el central un departamento compartido con la segunda planta, su área es 46.5 m<sup>2</sup>. Tiene Sala-Comedor, Cocina, un Dormitorio principal, un Dormitorio secundarios y con sus respectivos baños.

Departamento compartido en la primera planta se encuentra sala, comedor y baño. La segunda planta dormitorio principal, un secundario y con sus respectivos baños.

### **2.4.3 Departamentos de la tercera planta.**

El departamento tiene un área de 115 m<sup>2</sup>. Tiene Sala-Comedor, Cocina, un Dormitorio principal, dos Dormitorio secundarios y con sus respectivos baños.

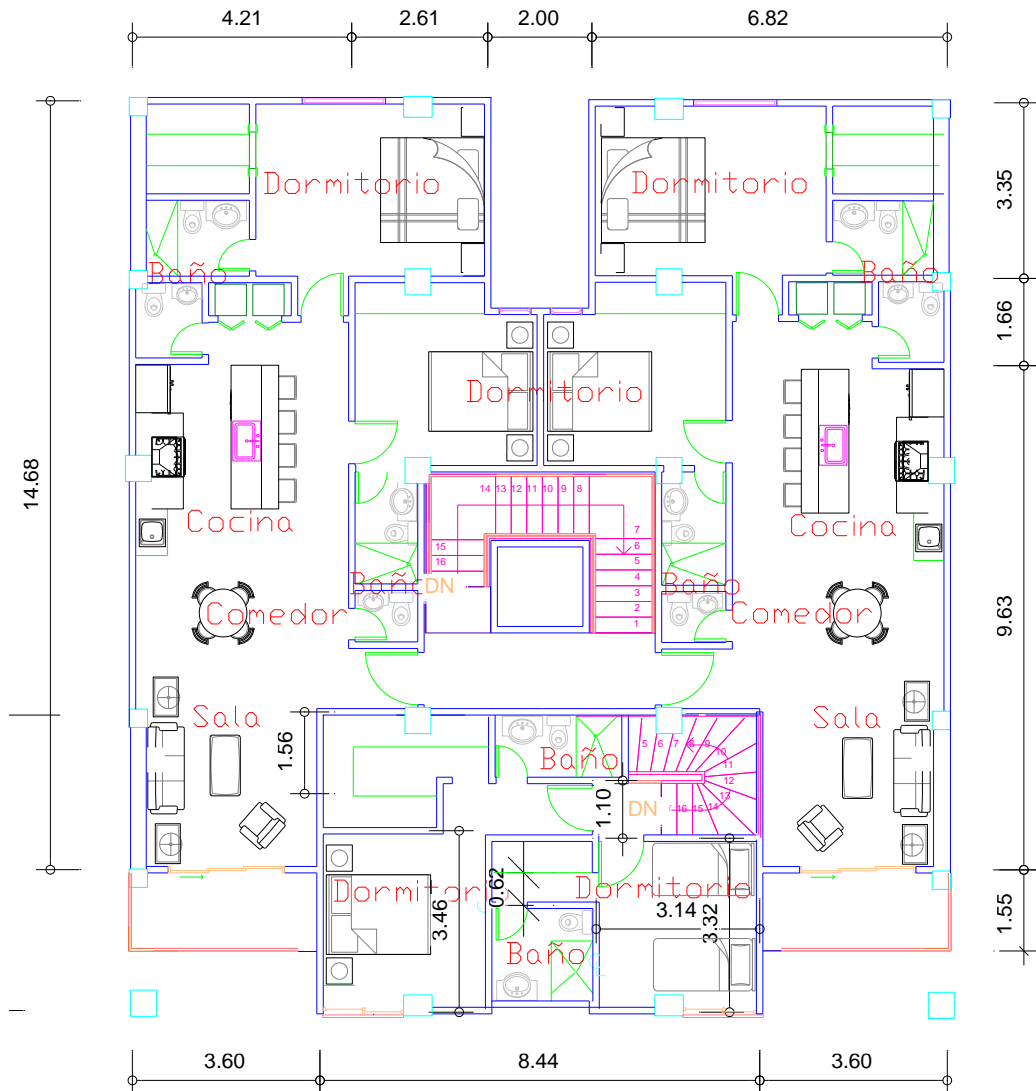
## Departamento arquitectónico planta baja



**Figura 2. 9** Planta típica de la planta baja.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



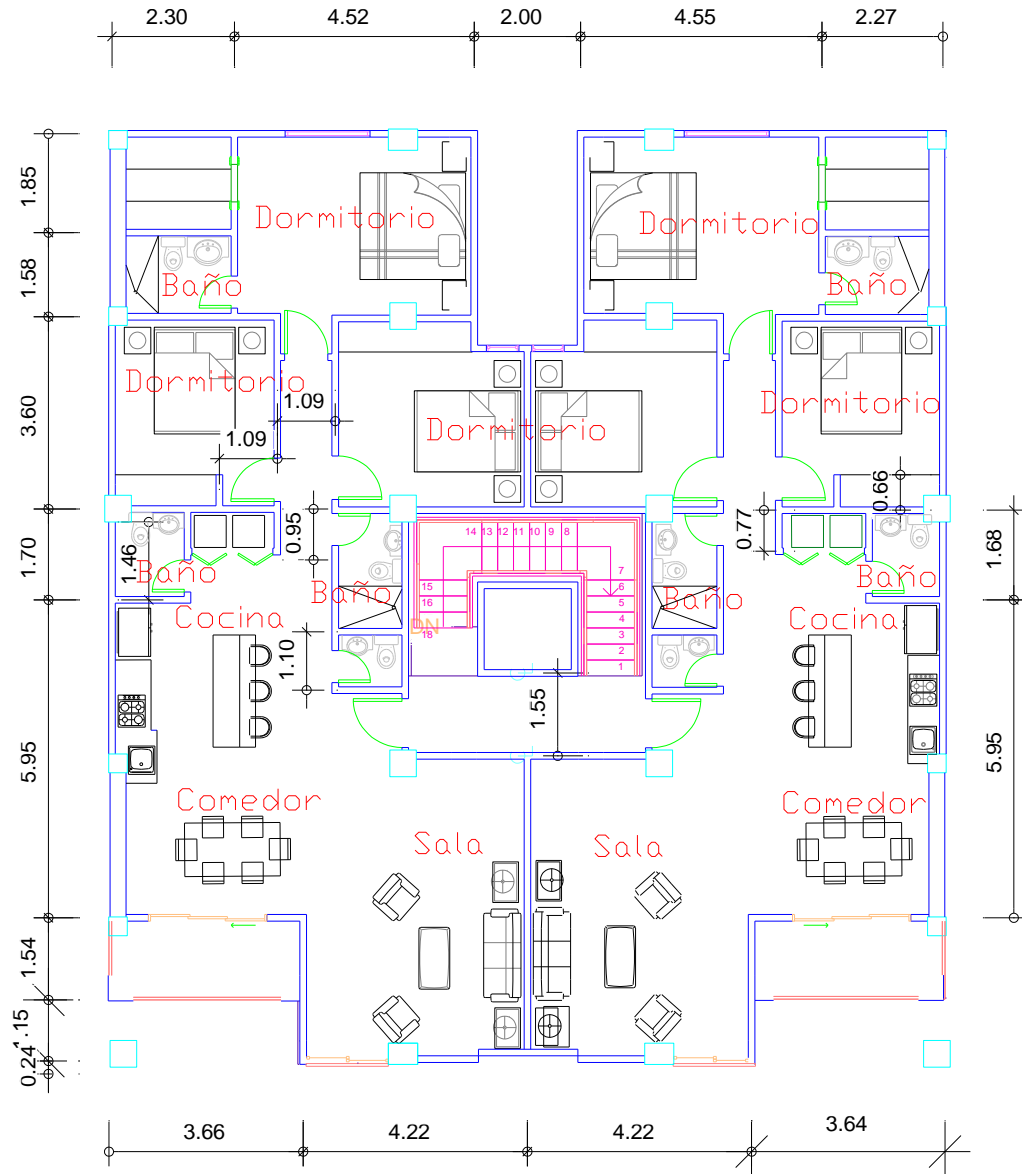
## Segunda Planta



**Figura 2. 11** Planta típica de la segunda planta.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Departamento arquitectónico tercera planta**



**Figura 2. 12** Planta típica de la tercera planta.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## **2.5 Planteamiento de Alternativas**

### **2.5.1 Edificio de Hormigón Armado. (Aportico)**

La primera solución será el diseño estructural con hormigón armado (aporticado); El sistema de pórticos es el más referenciado en nuestro medio, está conformado con vigas, columnas y un sistema de entrepiso, este sistema es el más común ya que su análisis y diseño es menos complejo que el resto de sistemas.

### **2.5.2 Edificio de Hormigón Armado. (Aportico con Muros de Corte)**

La segunda alternativa para el diseño del edificio multifamiliar es una estructura con el sistema aporticado con muros de corte, este tipo de sistema es más adecuado para resistir solicitaciones sísmicas ya que los muros contendrán un 75% del cortante basal lo que haría que en las estructuras comunes como vigas y columnas se le redujeran sus dimensiones ya que obtendrán un 25% del mismo.

# **CAPÍTULO 3**

## **ANÁLISIS Y SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS**

### **3.1 Visita Técnica**

Se realizaron 4 visitas técnicas a lugar donde se va realizar el estudio para la materia integradora y se encontró problemas ingenieriles, por lo tanto, estas condiciones fueron propuestas en este presente trabajo con sus debidas soluciones planteadas.

La primera visita fue de reconocimiento visual y técnico, esta visita fue con la participación del Ing. Miguel Angel Chávez PhD., Experto en el área de Geotecnia y Estabilización de Taludes y también con el Ing. Luis De Grau Msc. propietario del terreno.

La segunda y la tercera visita fue para realizar la topografía del área de estudio, esta visita se realizó con los estudiantes de la ESPOL que ayudaron para obtener los datos correspondientes.

La cuarta visita fue realizada con el motivo de obtener muestras geotécnico del terreno y talud, para un previo estudio.

#### **3.1.1 Características Físicas y Geológicas Encontradas**

La visita de campo realizada con el Ing. Miguel Ángel Chávez, PhD Experto en el área de Geotecnia y Estabilización de Taludes, sirvió para verificar las condiciones físicas y características técnicas del lugar de estudio.

En el lugar existe dos terrazas con su respectivo talud como se evidencia en la Figura 3.1, dicho taludes fueron realizados con material de volteo o relleno para futuras estabilizaciones, se evidencio fragmento de caliza con suelos arcillosos limosos, como se observa en la Figura 3. 2.

En los taludes del terreno que bordea al área de construcción se encontraron grietas prácticamente paralelas al terreno como se observa en la Figura 3. 3 y 3.4, lo que demuestra la existencia de probables superficies de deslizamiento esto determina una condición de inestabilidad de talud. Por esta razón en renglones posteriores se plantea realizar una corrección geométrica en dicho talud dejando bermas y nuevos taludes para así lograr la estabilidad.



**Figura 3. 1** Talud natural del sector de estudio.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 3. 2** Material que se encontró de sector del talud.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 3. 3** Fisura del segundo talud.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 3. 4** Fisura del primer talud.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Se visualizó que terreno se encuentra en un sector de canteras lo que nos conllevó a realizar una inspección en la parte superior de los taludes de estudio, para verificar si existe alguna afectación a nuestra área de estudio.

Como se puede observar en las Figuras 3. 5, 3.6, se comprobó que existe sistemas para mitigar problemas que causen impactos a nuestro sector de estudio, como por ejemplo el canal con geomembranas el cual controla las precipitaciones de toda el área de la cantera.



**Figura 3. 5** Vía del acceso a la cantera con su respectivo canal.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 3. 6** Canal con geomembranas que controla los flujos aguas arriba.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 3.2 Análisis Geotécnico complementarios

### 3.2.1 Geotecnia del Terreno

En la visita visual y técnica de la Urbanización Porto Alegre encargada de la etapa de condominios, donde se encuentra el área de estudio. Se encontró una calicata que nos ayudó a obtener datos importantes para un posible criterio ingenieril.

Se realizaron una calicata aproximadamente 3m de profundidad con lo que se logró describir las capas de suelo existentes.



**Figura 3. 7** Inspección técnica y toma de Materiales.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.





**Figura 3. 8** Calicata realizada en terreno.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Con la ayuda de Ingenieros expertos en el área de Geotecnia de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, donde se caracterizó dos capas existentes, la primera de una profundidad de 2.7m que se encontró un material mezclado de fragmento de caliza meteorizada y suelo, la segunda de una profundidad de 0.3 m en lo cual se encontro suelos arcillosos bien consolidados.

Posteriormente se intentó conseguir muestras inalteradas para el presente estudio y realizar ensayos para obtener la resistencia del suelo; Por motivo de la dificultad de estos ensayos y por la falta de recursos no se concluyeron.

Según la información previamente disponible por la calicata, el Ing. Miguel Chávez Ph. D supo dar un criterio técnico que nos ayudó a determinar que la capacidad portante del suelo encontrada es de aproximadamente 40 Ton/m<sup>2</sup>.

### **3.2.2 Geotecnia del Talud**

En los criterios de diseño para una geometría de pendiente, se determinará por la interacción del proyecto a realizar, es necesario el uso de mecánica de suelos para mejorar su diseño, en su caso, la estabilidad "natural".

Por eso es importante tener los parámetros geotécnicos para uno mejor cálculo y obtener una estabilidad segura.

Posteriormente se intentó obtener muestras inalteradas para realizar pruebas en el laboratorio, pero se encontró con dificultades y no se pudo obtener una muestra debido a la zona que es de una material heterogenia con clastos de roca producto de volteo o relleno. Como se muestra en las Figuras 3.10 y 3.11, se realizó una calicata de un metro para poder penetra el tubo shelby, pero se encontró con muchos fragmentos de caliza lo que dificulto la penetración del tubo.

No se puede obtener muestras para realizar los ensayos previsto y así conseguir los datos necesarios, por lo que se solicitó un criterio

técnico al director de la materia integradora.



**Figura 3. 9** Proceso para realizar calicata de 1m.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

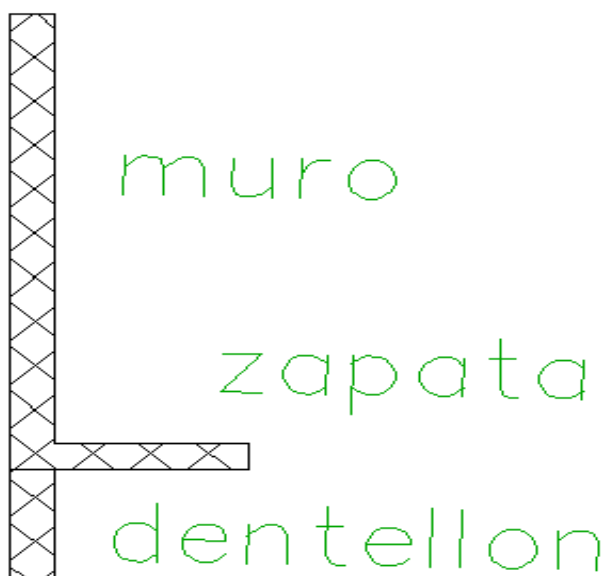


**Figura 3. 10** Proceso para obtener una muestra inalterada  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018..

### 3.3 Soluciones Geotécnica para Estabilidad del Talud Existente

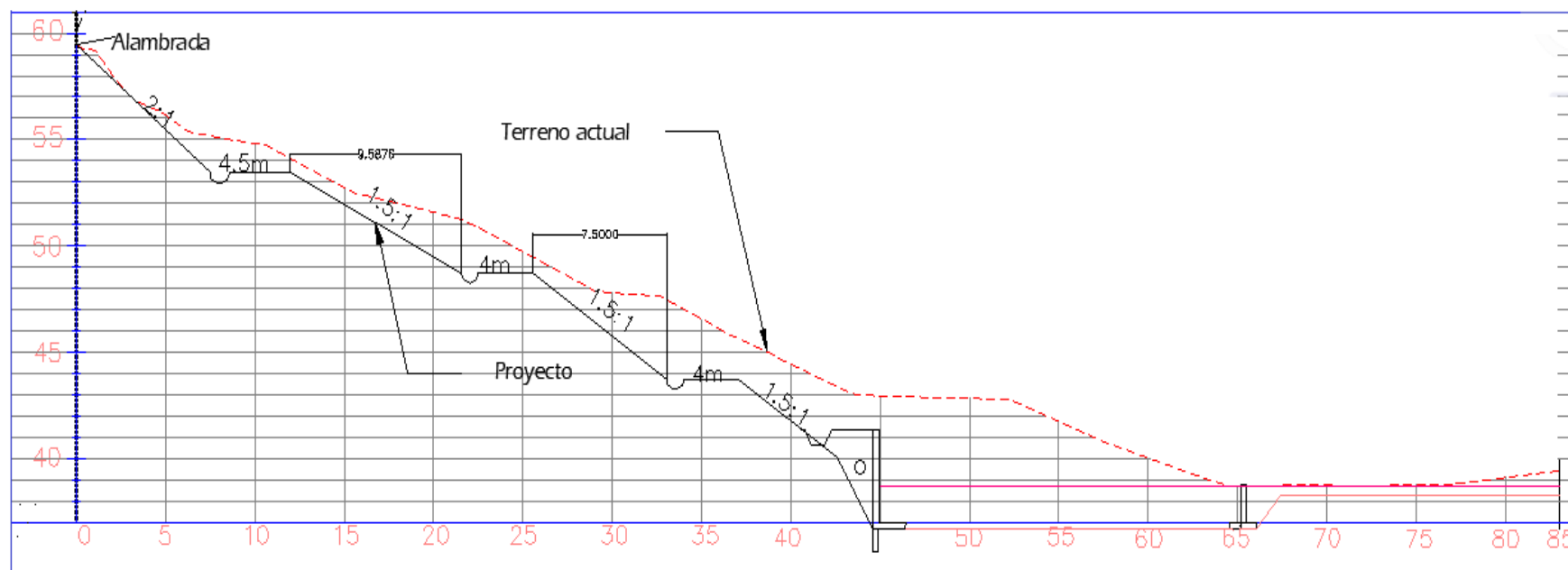
Se plantea corregir las pendientes como se observa en la Figura 3.13, hasta que las misma tenga un talud 1.5:1 (horizontal y vertical), además se propone deja 3 bermas 4 m y uno de 4.5 m de ancho de tal manera que un compactador pueda circular y compactar los materiales.

En segundo lugar, se plantea construir un muro de contención al pie de dichos taludes rectificado dicho muro de contención tiene una altura de 5 m, tiene una zapata dirigida al exterior de 1.5m en L y un dentellón de 40 cm que se encuentra ubicado al pie del muro. Esto nos ayuda a controlar la resistencia el volcamiento y el empuje de esta manera se tiene una estabilidad.



**Figura 3. 11** Muro con dentellón y zapata.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 3. 12** Propuesta de estabilidad de los taludes.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 3.3.1 Modelación en el Software GALENA

El software GALENA es un sistema de estabilidad de pendientes es completo y fácil de usar, desarrollado por ingenieros en el área de geotecnia. GALENA fue desarrollado originalmente para aplicaciones geotécnicas.

Según la (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) , Capitulo de Geotecnia y Cimentaciones nos indica que, para un análisis en condiciones estáticas, el valor del factor de seguridad mayor o igual a 1.0 el cual es recomendable para un talud estable; En caso de ser menos a 1 determina una condición de falla por deslizamiento.

Los parámetros considerados para el cálculo son los siguientes:

- Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) – Caliza Meteorizada.

Cohesión=80.00      Phi =35.00       $\gamma$ =17.80

- Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) – Muro H.A.

Cohesión=1600.00      Phi =44.0       $\gamma$ =24.00

- Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) – Relleno.

Cohesión=30.00      Phi =40.00       $\gamma$ =18.80

Primera corrida, se asume lluvias intensas, sin considerar sismos

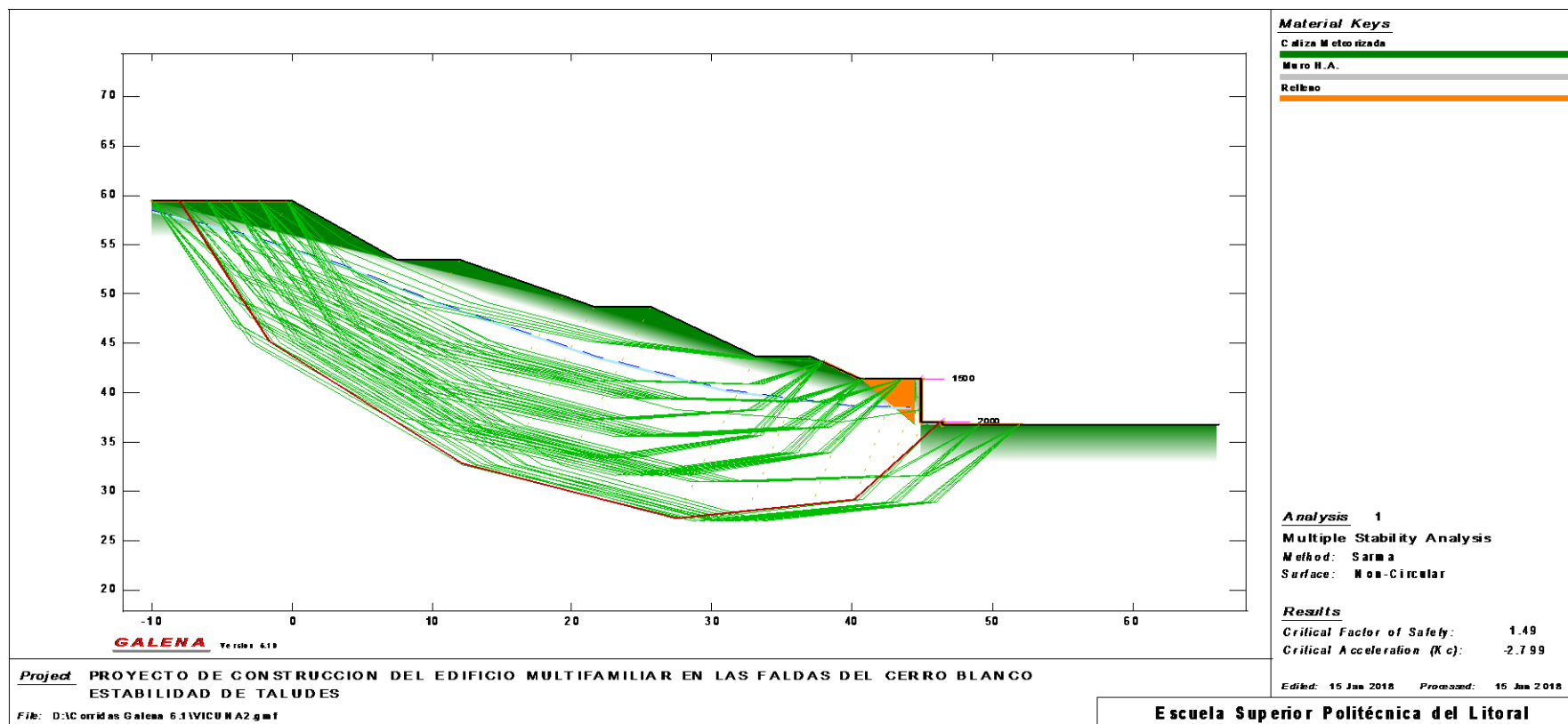


Figura 3. 13 Modelación en el software Galena del talud, con factor de seguridad de 1.49.

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Segunda corrida se asume lluvias intensas, con una aceleración sísmica horizontal 0.3g.

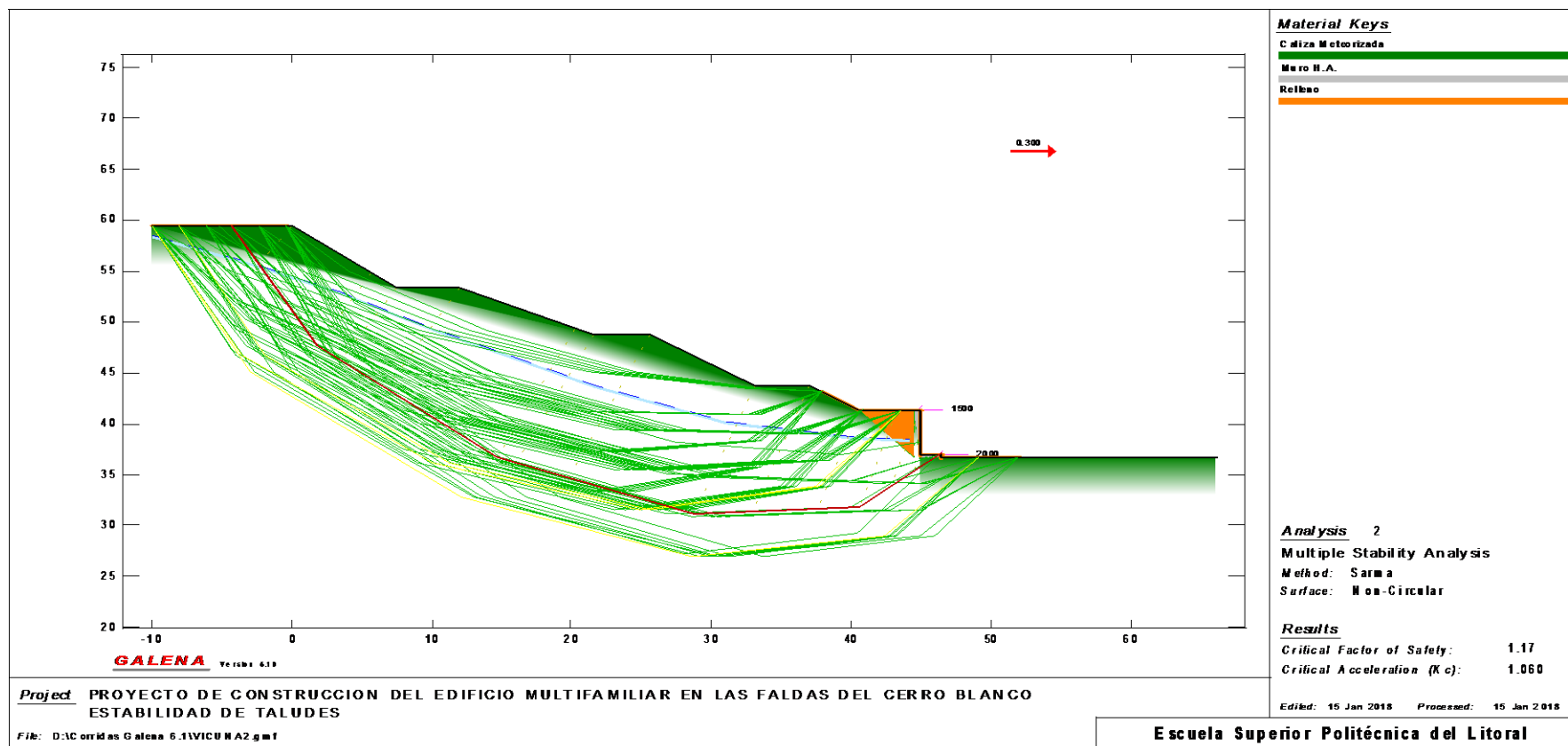
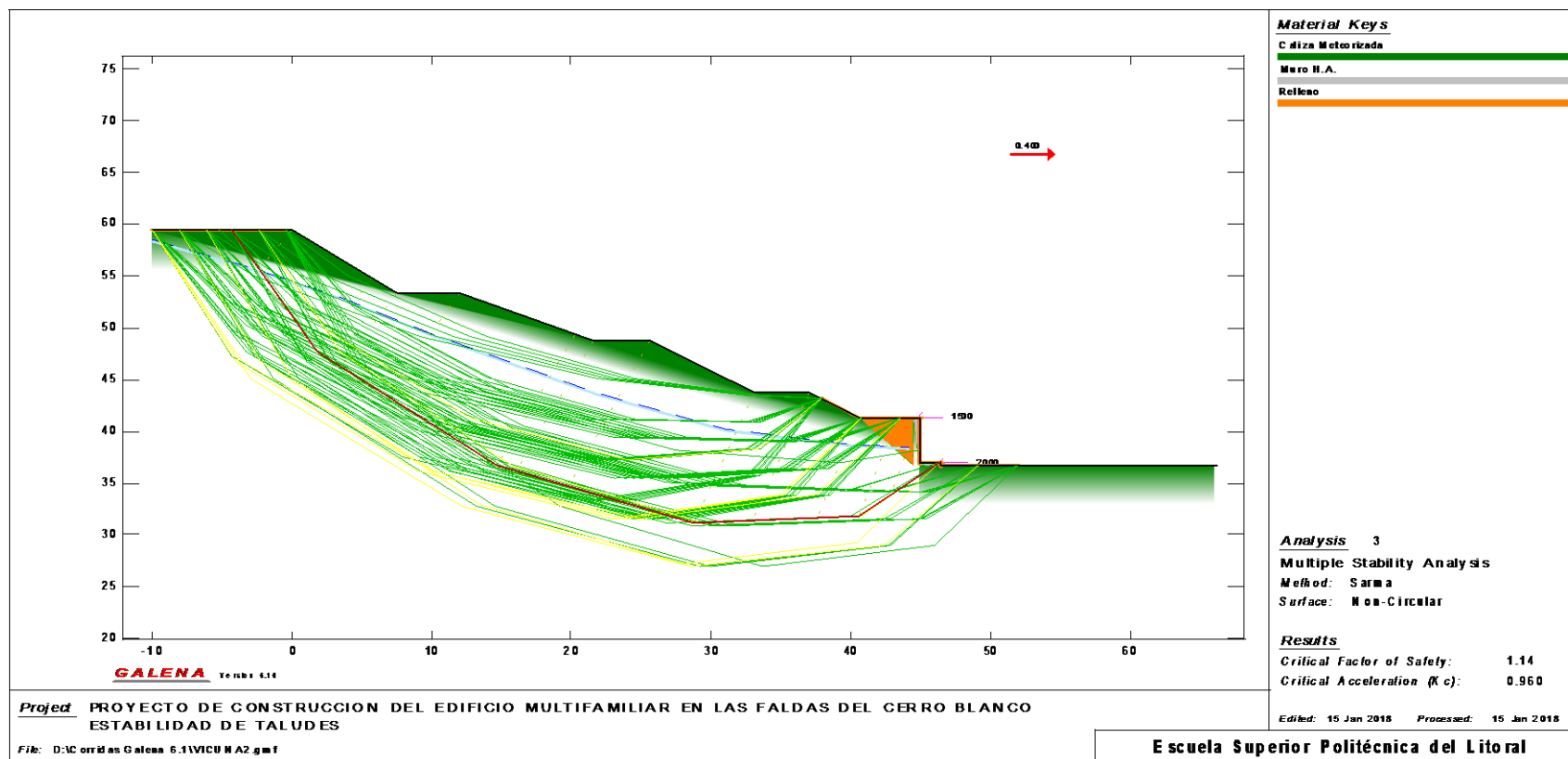


Figura 3. 14 Modelación en el software Galena del talud en cuestión lluvias intensas y aceleración sísmica de 0.3g, con factor de seguridad de 1.17 (equilibrio crítico).

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.



Tercera corrida, se asumen lluvias intensas, con una aceleración sísmica horizontal de 0.4g.



**Figura 3. 15** Modelación en el software Galena del talud en cuestión lluvias intensas y aceleración sísmica de 0.4g, con factor de seguridad de 1.14 (equilibrio crítico).

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Estas dos últimas corridas corresponden a condiciones más críticas que actúan al mismo tiempo, lluvias intensas y sismo de alta intensidad.

Se demuestra mediante el software Geotécnico GALENA cuyo resultado es, para un sismo de 0.3g el Factor de Seguridad de 1.17 y para un sismo de 0.4 g el Factor de Seguridad es 1.14. Con lo que se demuestra que, para una situación crítica con lluvias intensas y sismo fuerte, la solución planteada permite garantizar una condición de estabilidad en dichos taludes.

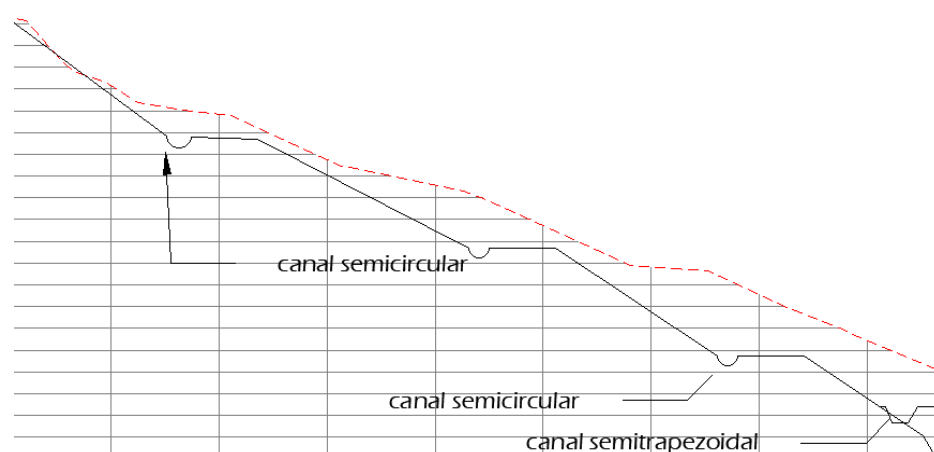
### **3.4 Soluciones Hidrogeotécnicas para Controlar el Flujo de Agua**

Los taludes que rodean el área de construcción tienen pendientes aproximadas de 1:1 razón por la cual se están modificando tanto las pendientes como las alturas de las bermas que se deben dejar. En lo concerniente a el flujo de agua de las partes más altas de Cerro Blanco descienden caudales que son captados por un canal que ha sido construido a unos 10 m del borde del talud de interés, dicho canal capta la mayoría de caudales que proviene de las partes altas.

Para efectos de resolver la captación de aguas que se acumulen adicionalmente por las lluvias en esa área donde se tiene una parte plana y una parte de taludes, se plantea construir una cana que sea de criterio técnico de un dimensionamiento mayor al requerido porque no se conoce

a ciencia cierta cuál podría ser los caudales que se van a dar en lluvias intensas.

Por esta razón se plantea construir un canal en cada berma existente con una capacidad de captar y conducir hasta medio metro cubico por segundo ( $0.5\text{m}^3/\text{s}$ ), el área que se está drenando no es tan grande entonces se propone incorporal el canal dotado de una pendiente hacia un costado del terreno, este canal puede ser de sección circular de un diámetro de 60 cm de una profundidad de 30cm de tal manera que la forma del canal seria semicircular y uno a la pie de talud de forma semi trapezoidal , este canal debe tener una pendiente de 0.5% dirigida a el Oeste donde se tiene una quebrada natural naciente y se espera que las aguas sean descargadas a ese conducto natural.



**Figura 3. 16** Canales para controlar aguas superficiales.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Finalmente se va realizar un dren que estará localizado entre el talud y el muro, este dren tiene una capacidad de captar todas las aguas subterráneas que provienen de los taludes, tiene un diámetro de 20cm con ranuras, cubierto de material granular (graba) y un geotextil esto sirve para que no pase los materiales finos; Este dren tiene que tener una pendiente de 0.5% para poder llevar el flujo a la quebrada natural del sitio.



**Figura 3. 17** Dren para captar las aguas subterráneas.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

# **CAPÍTULO 4**

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **4.1 Análisis Estructural**

Es el proceso mediante el cual se determinan reacciones, fuerzas internas y deformaciones que actúan sobre una estructura resistente, sujeta a cargas o solicitaciones, así:

- Las reacciones sirven para diseñar los soportes de la estructura (cimentaciones).
- Las fuerzas internas sirven para diseñar los elementos de la estructura.
- Las deformaciones sirven para asegurar que la estructura es funcional.

#### **4.2 Ingeniería Estructural**

La ingeniería estructural una especialidad de la ingeniería civil que se ocupa del diseño y cálculo de la parte estructural, también es la ciencia que estudia las fuerzas y sus efectos. Su finalidad es la de conseguir estructuras seguras, resistente y funcional. Comprende TRES grandes campos:

- 1)Diseño Estructural.
- 2)Rehabilitación Estructural.
- 3)Sistemas de Protección Estructural.

### 4.2.1 Diseño Estructural

Es el Proceso requerido mediante el cual se da forma a un sistema estructural que ser seguro, funcional y económico. El diseño estructural

Está comprendido por los siguientes pasos:

#### 1.Arreglo Estructural:

- Sistema estructural vertical: Pórticos, muros, etc.
- Sistema Estructural Horizontal: Tipo de losa de piso.
- Materiales: Acero, hormigón reforzado, hormigón presforzado.

#### 2.Determinación de cargas: Revisión de códigos.

(ASCE 7-10, NEC.)

**3.Pre-dimensionamiento:** Geometría y dimensiones preliminares de los elementos.

**4.Análisis Estructural:** Determinación de fuerzas internas, reacciones y deformaciones (empleo de software especial).

**5.Diseño Estructural:** Verificación de resistencia, servicio y economía.

- Resistencia. - Seguridad: Resistencia  $\geq$  Solicitación
- Funcionalidad: Deformaciones  $\leq$  Deformaciones admisibles
- Costo. - Economía: Optimización de estructura metálica.

## **6.Elaboración de planos estructurales.**

Diagramación y supervisión Diseño Estructural debe ser óptimo, de acuerdo a los siguientes criterios:

### **Mínimo:**

- Costo.
- Peso.
- Tiempo de construcción.
- Trabajo.

### **Máxima:**

- Eficiencia Operativa para el propietario.
- Prioridad: Peso mínimo → Costo mínimo (Optimización)

## **4.2.2 Rehabilitación Estructural**

Rehabilitación o reforzamiento estructural es el procedimiento en el cual se le proporciona a un sistema estructural un “incremento” de resistencia y/o ductilidad, siendo esta la capacidad de deformarse en el rango inelástico antes de que ocurra la falla. La rehabilitación estructural es aplicada generalmente en estructura viejas.

La rehabilitación de una estructura implica los siguientes pasos:

- Identificación de estructuras que requieren rehabilitación.
- Levantamiento o relevamiento estructural, en el caso de no haber planos.



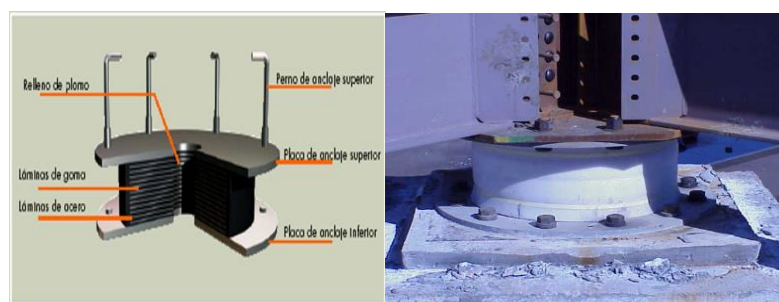
- Determinación de dimensiones de los elementos estructurales.
- Determinación de armaduras.
- Verificación de resistencia y propiedades de materiales.
- Análisis estructural.
- Verificación de resistencia y serviciabilidad.
- Selección del tipo de rehabilitación.
- Diseño estructural.

#### 4.2.3 Sistemas de protección estructural

Comprendido por:

- **Aislamiento Sísmico de base (ASB):**

Colocación de aisladores en la cimentación.



**Figura 4. 1** Aislamiento Sísmico de base.

**Fuente:** Universidad de Santiago de Chile, Diseño Civiles,2017.

- **Control Activo de estructuras (CA):** Aplicación de fuerzas de control mediante un sistema de actuadores hidráulicos. (sistema de control: sensores, computadora)



**Figura 4. 2** Control Activo de Estructuras.  
**Fuente:** Expo Construcción industrializada, 2018

- **Control Pasivo de estructuras (CP):** Colocación de disipadores o amortiguadores (disipación de energía que produce el sismo).



**Figura 4. 3** Control pasivo de estructuras.  
**Fuente:** Universidad de Santiago de Chile, Diseño Civiles,2017.

### 4.3 Sistema Estructural

Es un sistema de elementos independientes conectados formando un cuerpo único, con la finalidad de resistir cargas, solucionando problema civil determinado, como: Puentes, muelles, edificios, Torres, etc.

Los sistemas estructurales se pueden diferenciar entre sí por el comportamiento de sus elementos antes de la aparición de ciertas solicitaciones. Por lo que, es importante tener en cuenta, para un adecuado diseño, primero saber qué tipo de estructura se va a elegir, para un adecuado sistema estructural orientado a tener un buen comportamiento en casos extremos, y una buena configuración estructural.

También tomar en cuenta las exigencias funcionales que posee cada proyecto y las condiciones de sitio, como su característica del terreno, para saber a qué se va estar expuesto nuestro sistema estructural.

#### **4.4 Configuración Estructural**

La configuración estructural se conoce como un sistema formado por la combinación y la ubicación dada a los elementos estructurales, es decir, ensamble de los elementos que proporcionan la resistencia de una estructura, como son: losas, vigas, columnas, muros de corte, entre otros; los elementos no estructurales, tales como la mampostería, además de los materiales y cargas actuantes, ya que estos elementos y factores están relacionados con el comportamiento que tendrá la estructura antes los eventos sísmicos.

En una edificación, la configuración estructural es uno de los aspectos más importantes en todo el proyecto, ya que, al tener un estudio adecuada, se

obtiene una estructura más estable y con un comportamiento sísmico seguro y confiable.

#### **4.5 Sistema Estructural Aporticado**

Son las constituidas por una sucesión de columnas sobre las que se sustentan vigas dispuestas según una directriz continua. El pórtico queda así delimitado por las columnas y vigas. (Rodríguez Val, Estructuras de la Edificación en Hormigón., 2005) Están conectadas por nudos rígidos que permite transferir los momentos y cargas axiales hacia las columnas.

Este sistema fue el más estudiado e investigado porque su diseño estructural es uno de los más utilizados en el medio, sin embargo, la más reciente catástrofes sísmicas han descubierto las deficiencias del sistema y en los métodos constructivos utilizados. Cabe recalcar que el sistema tiene una cualidad de resistir cargas verticales sin llegar a fallar, pero no es el más adecuado cuando se produce un sismo fuerte porque el sistema no funciona para resistir cargas laterales, debido a que no posee la resistencia y rigidez necesaria.

“Los sismos grandes son los verdaderos examinadores de la resistencia y rigidez de las edificaciones, y para que una estructura de este tipo falle, en la actualidad se requiere de un mínimo número de errores en la fase de diseño y construcción. Las fuerzas laterales sísmicas generan en las estructuras grandes esfuerzos de corte, llevándolas en la mayoría de los

casos a estados de comportamiento inelástico, que con frecuencia no es revisado en la fase de diseño por el ingeniero encargado del cálculo”. (Capa, 2014)

Con este historial, las edificaciones de este tipo de sistema deben analizar un diseño sismo resistente que se base en la generación de rótulas plásticas en los extremos de las vigas, de esta manera generar un mecanismo de ductilidad para que la estructura disipe energía. Para verificar estas condiciones, es necesario comprobar la conexión viga-columna en el proyecto y tener una supervisión técnica adecuada en el proceso de construcción.



**Figura 4. 4** Edificio con el sistema aporticado.  
**Fuente:** Blog 360 en concreto, Argos,2016.

#### 4.5.1 Conexión Viga-Columna

Las conexiones viga- columna en edificios de hormigón armado que se encuentra en una zona de riesgo sísmico, es el proceso más considerado para un diseño, en particular en las estructuras que carecen de elemento que disipan la fuerza sísmica u diafragmas.

Deben asegurarse de que la estructura sea continúa, lo que significa esencialmente que puede soportar las tensiones de origen gravitacional, viento, sísmicos y otros fenómenos naturales y transmite estas tensiones de la losa a las vigas, de vigas a columnas, y de columnas hasta la infraestructura o sistema. (Aguiar R.)

El deterioro de la rigidez en los nodos viga–columna conducen a grandes desplazamientos en la estructura impiden que se desarrollen mecanismos de disipación de energía, poniendo en peligro la integridad de la misma. En estructuras no colapsadas pero que presentaban fallas en los nodos, éstas son muy difíciles de reparar, lo que en la práctica podría considerarse equivalente al colapso, en las siguientes imágenes se presentan algunos ejemplos reales de fallas en los nodos. (Aguiar R.)

Parte esencial del diseño del nudo es el confinamiento del mismo, dado que:

a) Mejorar la capacidad de deformación y Aumenta la resistencia de concreto específicamente en su núcleo.

b) Controlar el pandeo de la columna para que la barra vertical no tenga un pandeo hacia fuera.

Se presentan a continuación algunos ejemplos reales de las fallas en las conexiones después de un evento sísmico.



**Figura 4. 5** Terremoto. 17 de agosto de 1999, Kocaeli Turquía.  
**Fuente:** Análisis de conexiones Viga-Columna de acuerdo al código ACI 318 SR-0.5

#### **4.6 Sistema Estructural Muros de Corte o Diafragmas**

Se lo puede llamar un sistema combinado donde las cargas verticales soportan pórticos especiales que son resistentes a los momentos y las gestiones sísmicas se contrarrestan en gran medida con muros cortantes o diafragmas, son de hormigón armado en forma de paredes continuas, que deben distribuirse simétricamente y de preferencia perimetralmente para que tengan un mejor comportamiento sísmico.

Con este sistema se proporciona de gran resistencia y rigidez lateral a la estructura, lo que la hace muy eficiente para resistir fuerzas sísmicas. Por otro lado, siempre que tenga una buena distribución de los elementos rígidos, puede obtener los beneficios del sistema contribuido, en cuanto a su ductilidad y distribución de espacios internos.

En países en los que el riesgo sísmico es elevado, este sistema es ampliamente recomendado puesto que genera las siguientes ventajas:  
(Liliana Moraima Barros Bastidas, 2015)

Disminuye notablemente las derivas de piso, vibraciones y oscilaciones, ayudando de esta manera a que los daños en elementos no estructurales sean mínimos. (Liliana Moraima Barros Bastidas, 2015)



- Ayuda a controlar un piso blando y una columna contra que no tenga riesgo de falla, ya que tiene una gran rigidez en sus elementos y absorben en su mayoría los sismos.
- Éste sistema permite realizar edificaciones de mediana y gran altura, puesto que, al ser los muros de corte muy rígidos, el periodo natural, es más corto, por lo tanto, los desplazamientos son mucho más pequeños de lo que contribuía el sistema.

Cabe señalar que estos beneficios se obtienen siempre que haya una distribución correcta en planta de los muros, un cálculo y diseño adecuados, y una inspección adecuada en la obra.



**Figura 4. 6** Edificio con muros de corte o diafragmas.  
**Fuente:** “Sistemas estructurales Blog 360 en concreto, Argos.

#### **4.7 Filosofía de Diseño Sismo Resistente**

“La filosofía de diseño aceptada por prácticamente todos los países sísmicos del mundo establece, por una parte, que los edificios deben diseñarse de modo que no sufran daños de ninguna especie durante los eventos sísmicos que ocurren frecuentemente, esto es, varias veces durante el período de vida útil (50 a 70 años) del edificio. Pero, por otra parte, establece que las estructuras pueden sufrir daños, e incluso tener que demolerse con posterioridad al sismo, ante la eventualidad del sismo más severo que se puede esperar en un determinado lugar, siempre y cuando se garantice que la estructura no colapsará durante la ocurrencia de este sismo severo. (Universidad Central de Venezuela, 2010)

La justificación de esta filosofía radica en el elevado costo que significaría diseñar las estructuras para i medir la ocurrencia de daños durante el sismo de gran severidad, unido al hecho de la muy baja probabilidad de ocurrencia de tal evento sísmico. Esta filosofía, de aplicarse adecuadamente en un determinado país, garantiza la preservación de las vidas humanas frente a cualquier circunstancia, junto con optimizar el uso de los recursos económicos de la sociedad”. (Pontificia Universidad Católica de Chile)

El diseño de sismo resistente de un edificio se realiza de acuerdo a códigos o normas, los cuales son escritos por profesionales expertos en el campo.

Es cierto que estos códigos o normas son específicos para cada país, los principios son similares, aunque difieren entre ellos dependiendo de las características particulares de la práctica de sismo resistente y la construcción en cada país. Sin embargo, la experiencia mundial de los últimos años ha demostrado que el comportamiento de las estructuras frente a los grandes terremotos ha sido bastante desastroso, con una gran cantidad de edificios colapsados. Esto lleva a la conclusión de que no solo es un buen código o una buena norma para garantizar que los edificios se comporten sísmicamente, sino que también es importante la práctica ya que es la que define si el sistema estructural que los edificios tendrán buen comportamiento sísmico. Por otro lado, es importante verificar el proceso de construcción satisfactoriamente, además de verificar que el diseño del sismo resistente se realice de acuerdo con las normas establecidas.

Los diseños estructurales en el Ecuador se fundamentan en "NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC 2015)", que es un código basado "AMERICA CONCRETE INSTITUTE (ACI)", pero adaptado al requerimiento, necesidades, y características constructivas de Ecuador. El código anterior establece los requisitos mínimos para calcular y diseñar una estructura que soporte eventos de origen sísmico. Cuando se cumplen estos requisitos, la intención es proporcionar la estructura para un diseño sismo resistente adecuado que cumpla con la filosofía antes mencionada.

Los objetivos del diseño sismo resistente se consiguen una vez que la estructura:

“Tenga la capacidad para resistir las fuerzas recomendadas por el código”.

“Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles”.

“Pueda disipar energía de deformación inelástica, dado que el sismo de diseño produce fuerzas mucho mayores que las equivalentes recomendadas por el código”.

Siguiendo la filosofía de diseño establecida, el diseñador debe definir un mecanismo dúctil que permita una propagación de energía suficiente sin colapsar. Por lo tanto, la formación de roturas plásticas (agotamiento en flexión de los elementos) debe estar en los extremos de las vigas, en la base de las columnas del primer piso y en la base de los muros de corte.

Esto se consigue a través de la aplicación de los principios de “Diseño por Capacidad”, en donde los elementos estructurales se diseñan no en base a las solicitaciones de cálculo halladas a través de un modelo elaborado en un software, sino mediante una amplificación en los momentos y cortantes. Cabe resaltar que la filosofía citada en el Código Ecuatoriano de la Construcción, es exclusivamente para estructuras que tendrán un agotamiento dúctil de sus elementos. (Liliana Moraima Barros Bastidas, 2015)

# **CAPÍTULO 5**

## **DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO APORTICADO**

## 5.1 Orientación del Diseño Sísmico

El objetivo de la filosofía de diseño basada en desempeño sísmico, es de permitir al diseñador estructural realizar estructuras seguras que eviten colapsar ante sismos de gran intensidad que se presentan durante la vida útil de la estructura y también, de no presentar daños durante sismos moderados; siendo así la importancia de precautelar la vida humana ante cualquier circunstancia.

## 5.2 Normas y Códigos Usados

Se usarán las siguientes normas y códigos para estimar las cargas gravitacionales y sísmicas:

- ASCE/SEI 7-10: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers.
- NEC15: Norma Ecuatoriana de la Construcción.
  - Capítulo Cargas no sísmicas.
  - Capítulo Peligro Sísmico - Diseño Sismo-Resistente.

Mediante el análisis y diseño de los elementos de hormigón armado:

- ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete. American Concrete Institute.

## 5.3 Fuerza de Diseño

Para la realización del cálculo de las fuerzas de diseño sísmico, se basará

en criterios y especificaciones del capítulo 4 de la NEC\_SE-CG y del capítulo 6 de la NEC\_SE-DS, donde estarán las especificaciones mínimas para el cálculo de estructuras sismo-resistentes, del cual se obtendrá una edificación que entre en un comportamiento dúctil cuando se presente un movimiento telúrico.

### **5.3.1 Cargas Gravitacionales**

La definición de cargas gravitacionales será dividida en dos clases de cargas verticales, que son: Cargas Muertas y Cargas Vivas. Mediante la utilización de la norma NEC2015 en el capítulo de Cargas no Sísmicas (NEC\_SE\_CG) de la Sección 4.1, 4.2.

#### **5.3.1.1 Carga Muerta**

##### **Elementos estructurales**

Los elementos estructurales considerados serán: losa, vigas, columnas y muros, para el proyecto. Se definió que se usara un hormigón con una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>, dando un peso específico de 2400 Kg/m<sup>3</sup>. Además, estos elementos estructurales estarán conformados de acero de refuerzo estructural aumentando así las características de pesos, donde se tomarán en cuenta al momento del diseño y cálculo respectivos.

Se estimó un peso de 300 Kg/m<sup>2</sup> para los cálculos iniciales de vigas y columnas, pero mediante el software estructural (ETABS) se obtuvo automáticamente el peso de los elementos estructurales para el diseño final.

### Pre Dimensionamiento de Losa

Mediante lo establecido en el código ACI 318-11 según la ecuación (9-13), el peralte mínimo **h** para losas con vigas que se extiendan en todos los apoyos y diseñadas en dos direcciones, suponiendo un valor de  $\alpha_m \geq 2$ , se calcula con la siguiente expresión:

$$h_{min} = \frac{L_n * (0.8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta} > 9cm$$

**Ecuación 5. 1** Espesor mínimo.

Donde:

$L_n$ : Luz libre en la dirección larga del panel, medida de cara a cara de las vigas.

$F_y$ : Esfuerzo de fluencia del acero.

$\beta$ : Relación entre luz libre larga y luz libre corta.

$\alpha_m$ : Promedio de  $\alpha_f$  de todos los bordes del panel.

$\alpha_m$ : Relación entre el Momento de Inercia de la viga y Momento de Inercia de la losa, respecto a sus ejes centroidales.

Aplicando la ecuación 5.1, el peralte mínimo de la losa maciza es:



$$h_{min} = \frac{Ln * (0.8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta} = 0.157 \text{ cm}$$

Sin embargo, se ha escogido para el presente proyecto una losa nervada de  $h = 25 \text{ cm}$  sin aliviamientos, con nervios de  $10 \text{ cm}$  y un espesor mínimo de loseta en compresión de  $5 \text{ cm}$ , y se obtiene su equivalente en losa maciza mediante una igualdad de inercias, teniendo como resultado  $h = 18.09 \text{ cm}$ . Por ende, el peralte obtenido de esta losa equivalente maciza es mayor al mínimo requerido por el código, se usará la losa alivianada como válida para el diseño.

Por ello, el peso propio de la losa nervada en dos direcciones será de  $120 \text{ Kg/m}^2$  que será considerado para la estimación del cortante basal de diseño.

### **Elementos no estructurales**

Se realizará una estimación de los valores a considerar para estos tipos de elementos no estructurales debido a que el programa ETABS no considera la sobrecarga presente, por esta razón se detallará a continuación:

**Tabla II.** Cargas no sísmicas.

<b>Sobrecarga</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Cielo Falso	20
Instalaciones	40
Mampostería	200
Baldosas	100
<b>TOTAL</b>	<b>374</b>

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción, (NEC, 2015).

### 5.3.1.2 Carga Viva

El valor de la carga viva utilizado se la obtuvo mediante el uso de (NEC\_SE\_CG, Sección 4.2), se considera su uso u ocupación, Residencial (Habitaciones): 200 Kg/m<sup>2</sup>; y de Corredores: 480 kg/m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se obtuvo un promedio de carga viva dando un valor de: 340 kg/m<sup>2</sup>. Además, la carga viva para cubierta será de: 70 kg/m<sup>2</sup>

Para el resto de pisos se usó las mismas especificaciones mencionadas en los párrafos anteriores.

### 5.3.2 Cargas Sísmicas

#### 5.3.2.1 Cortante Basal de Diseño V

El cortante basal de diseño V se lo vincula directamente con los movimientos telúricos, por ende, se necesita saber el tipo de suelo donde se implantará la estructura analizada en este proyecto,

siendo un lugar en las costas ecuatorianas donde se tienen suelos blandos y con un alto riesgo sísmico. Por tal motivo, se usó los siguientes coeficientes (NEC\_SE\_DS, Sección 6.3.2) para cálculos posteriores.

$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W$$

**Ecuación 5. 2** Cortante Basal.

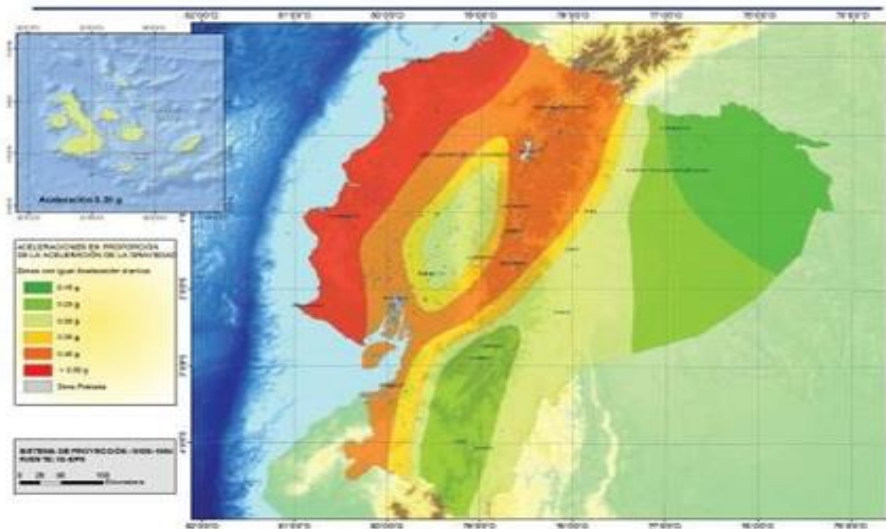
$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W = 0.108 W = 78.88 \text{ Ton}$$

Consideraciones adoptadas según la NEC 2015 (NEC\_SE\_DS, Sección 6.3.2)

### Eje X y Y

- Factor Z

El factor z representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, indicada como fracción de la aceleración de la gravedad.



**Figura 5. 1** Mapa de zonas sísmicas del Ecuador para diseño sismo resistente.

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción, (NEC, 2015).

**Tabla III.** Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

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

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción, (NEC, 2015).

Z=0.4 Factor de zona sísmica en Guayaquil.

- Factor de importancia

I=1 Todas las estructuras de edificación.

- Factores de configuración estructural

$\Phi_P = 1$   $\Phi_E = 1$

- Factor de reducción de respuesta estructural

R=8 Sistemas de pórticos especiales sismo resistente, de hormigón armado con vigas descolgadas.

- Factor de suelo

El condominio a diseñar se asumió que es un suelo: Clase C. (Se obtuvo mediante el criterio técnico del Experto Geotécnico Ing. Miguel Chávez).

- Periodo
- $h_n = 12$  m, altura del edificio medida desde el nivel de la calle.
- $C_t = 0.055$ , para pórticos especiales de hormigón armado.
- $\alpha = 0.9$

$$T = C_t h_n^\alpha$$

**Ecuación 5. 3** Distribución vertical de fuerzas sísmicas laterales.

$$T = 0.515 \text{ seg}$$

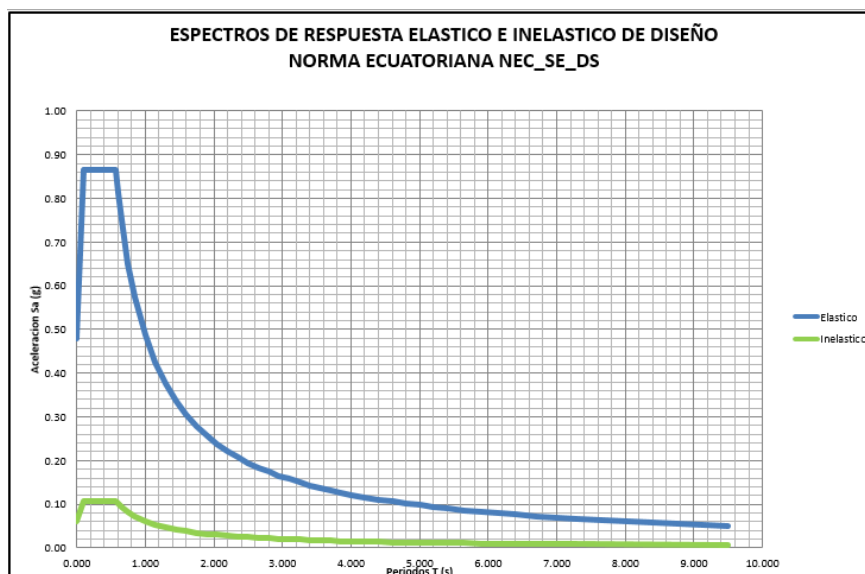
Además, el periodo de la estructura para un análisis estático también se lo puede obtener mediante la siguiente formula:

$$T = 0.1 * (\#Pisos)$$

$$T = 0.4 \text{ seg}$$

Por lo tanto, se obtendrá un promedio de ambos periodos:

$$T_{pro} = 0.457 \text{ seg.}$$



**Figura 5. 2** Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015 del sistema aporticado.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

El Espectro Inelástico de Respuesta Sísmica será el mismo para ambas direcciones ya que tendrá el mismo tipo de sistema.

### 5.3.2.2 Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales

Fuerzas individuales que se emplean a cada piso, siendo la suma de estas el Cortante basal, aplicando la Ecuación 2 (NEC\_SE\_DS, Sección 6.3.5):

$$F_X = \frac{W_X h_X^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} V$$

**Ecuación 5. 4** Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales.

Donde:

V: Cortante total en la base de la estructura (Cortante basal)

**Tabla IV.** Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales del sistema aporticado.

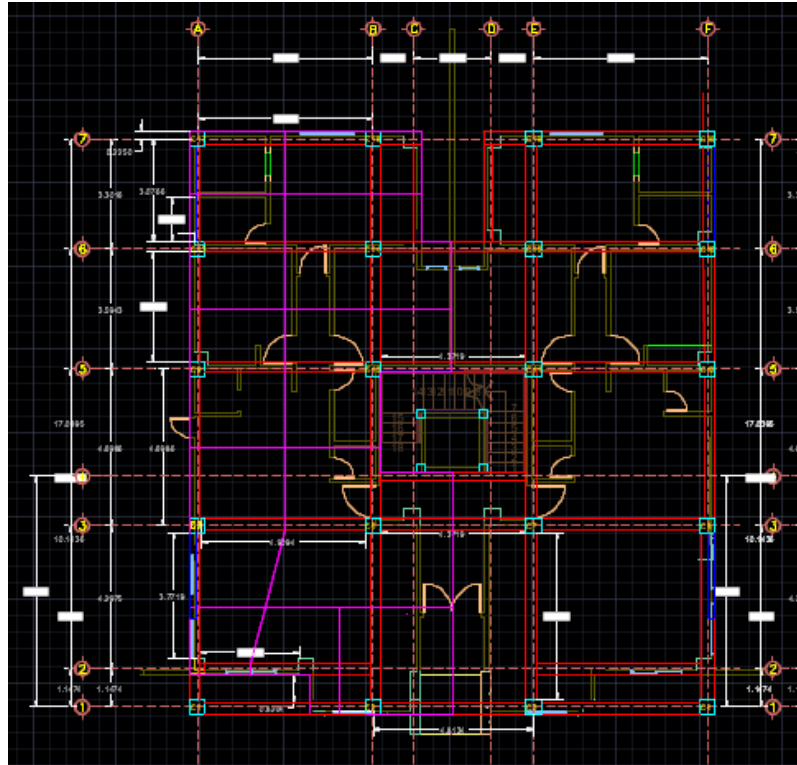
Direccion X					
	Total				
Pisos		Resto de Pisos	Resto de Pisos	Resto de Pisos	Ultimo Piso
Nivel		1	2	3	4
altura (m)		3	6	9	12
Wx	730.38	202.02	202.02	202.02	124.32
hx <sup>k</sup>		3.00	6.00	9.00	12.00
Wx * hx <sup>k</sup>	5128.20	606.06	1212.12	1818.18	1491.84
Wx * hx <sup>k</sup> / sumWx * hx <sup>k</sup>		0.1182	0.2364	0.3545	0.2909
Fx		9.322	18.645	27.967	22.947
Vx		78.881	69.559	50.914	22.947
Direccion Y					
	Total				
Pisos		Resto de Pisos	Resto de Pisos	Resto de Pisos	Ultimo Piso
Nivel		1	2	3	4
altura (m)		3	6	9	12
Wy	730.38	202.02	202.02	202.02	124.32
hy <sup>k</sup>		3.00	6.00	9.00	12.00
Wy * hy <sup>k</sup>	5128.20	606.06	1212.12	1818.18	1491.84
Wy * hy <sup>k</sup> / sumWy * hy <sup>k</sup>		0.1182	0.2364	0.3545	0.2909
Fy		9.322	18.645	27.967	22.947
Vy		78.881	69.559	50.914	22.947

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 5.3.3 Pre- Dimensionamiento de Elementos Estructurales

Fuerzas individuales que se emplean a cada piso, siendo la suma de estas el Cortante basal, aplicando la Ecuación 4

### 5.3.3.1 Columnas



**Figura 5. 3** Columna más crítica a pre diseña del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Se pre dimensiona la columna más crítica para obtener la sección de esta.

$$A_T = 23.17 \text{ m}^2$$

De acuerdo a la NEC - 2015 se reduce la carga si  $K_{LL} * A_T \geq 35 \text{ m}^2$

Para Columnas interiores  $K_{LL} = 4$

$$K_{LL} * A_T = 4 * 23.17 = 96.68 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Se reduce carga viva.}$$

$$L = L_o * \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} * A_T}} \right)$$



**Ecuación 5. 5** *Carga viva reducida.*

$$L = 0.34 * (0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{96.68}})$$

$$L = 0.25 \text{ T/m}^2$$

Además,  $L \geq 0.4 * L_o$

$$0.25 \geq 0.1 \rightarrow \text{Ok.}$$

- Carga axial de servicio

$$P_i = \sum W_i * A_i = (0.48 + 0.07) * 23.17 + 3(0.78 + 0.25) * 23.17$$

$$P_i = 84.33 \text{ ton.}$$

• Sección transversal de columna.

$$A_c = \frac{P_i}{\alpha * f'_c}$$

**Ecuación 5. 6** Area de la columna.

Para diseño sismo resistente conservadoramente tomaremos un  $\alpha = 0.21$

$$A_c = \frac{84.33}{0.21 * 0.28}$$

$$A_c = 1434.184 \text{ cm}^2$$

Se considerará una columna de sección cuadrada, por lo que se adoptará una sección de 50x50 para el primer entepiso, para el resto de entepiso se irá reduciendo 5cm de cada lado.

**Tabla V.** Dimensiones de cada nivel de Entepiso del sistema aporticado.

Nivel	Dimensiones
4	40x40
3	40x40
2	45x45
1	50x50

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 5.3.3.2 Vigas

Para la realización del pre dimensionamiento de vigas se considerará el uso del método del portal que es un método aproximado que analiza estructuras hiperestáticas ante cargas laterales, para lo cual considera 3 hipótesis que se mencionaran a continuación:

- En un entrepiso cualquiera, el cortante en las columnas interiores será el doble del cortante de columnas exteriores.
- Los puntos de Inflexión PI estarán situados en los puntos medios de las columnas.
- La Fuerza horizontal total en un nivel dado es la suma de todas las fuerzas horizontales aplicadas encima de dicho nivel (Cortante de Entrepiso)

#### 5.3.3.2.1 Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje x

$$W_D + W_{pp} = 0,78 \text{ ton}/m^2$$

$$W_L = 0,34 \text{ ton}/m^2$$

Se realizará el pre dimensionamiento del pórtico eje 3

#### **Paso 1: Estimar los momentos por carga muerta: $M_D^-$**

Como se tendrá losa en dos direcciones, las cargas transferidas a las vigas serán de forma trapezoidal sobre este eje.

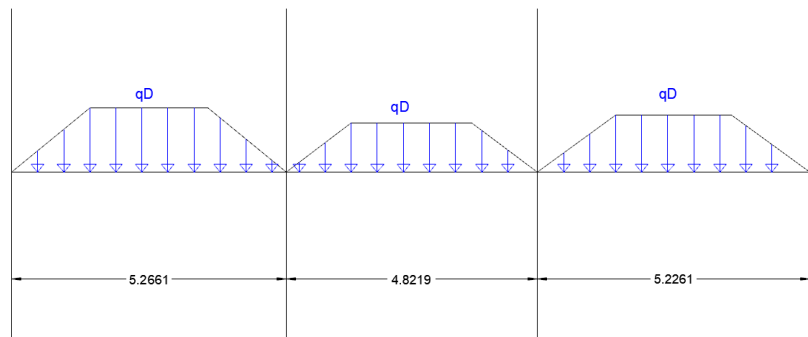
$$q_D = 0,78 \times 2,51 = 1,96 \text{ ton/m}$$

$$M = \frac{-q \times \bar{l}_n^2}{10}$$

**Ecuación 5. 7** Momento de carga por medio del método de coeficiente de ACI.

$$l_{ne} = 5,2661 - 0,4 = 4,866$$

$$l_{ni} = 4,8219 - 0,4 = 4,4219 \quad \left. \vphantom{l_{ni}} \right\} \bar{l}_n = 4,644 \text{ m}$$

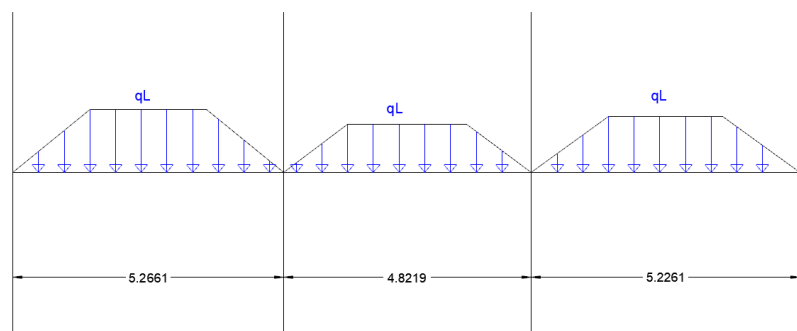


**Figura 5. 4** Carga muerta lineal en viga eje x del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_D^- = \frac{-1,96 \times 4,644^2}{10} \quad M_D^- = -4,23 \text{ ton} - \text{m}$$

**Paso 2: Estimar momentos por carga viva:  $M_L^-$**



**Figura 5. 5** Carga viva lineal en viga eje x del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Resto de Pisos

$$q_L = 0,34 \times 2,51 = 0,8534 \text{ ton/m}$$

$$M_L^- = \frac{-q_L \times l_n^2}{10} M_L^- = \frac{-0,8534 \times 4,644^2}{10} M_L^- = -1,84 \text{ ton - m}$$

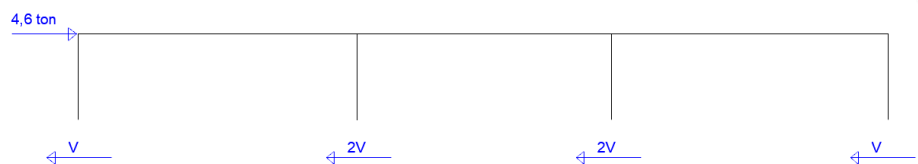
### Paso 3: Estimar momentos para sismos (utilizando Método del portal)

#### a. Determinar el cortante en cada columna

- Aplicar la hipótesis 1
- Las fuerzas verticales serán las ya antes determinadas
- Asumimos que cada pórtico lleva la misma carga

$$F_{4/5} = 22,947/5 = 4,6 \text{ ton}$$

### Entrepiso 4



**Figura 5. 6** Cortante en las columna de entre piso 4 del sistema aporticado.

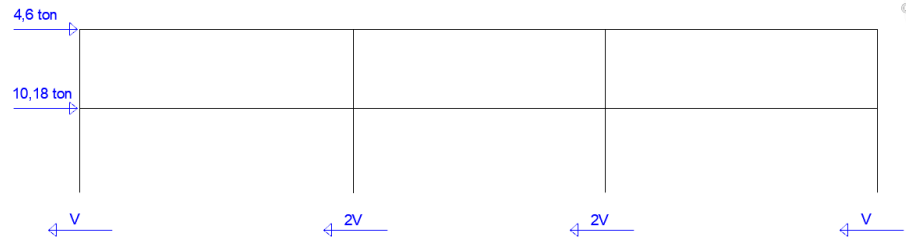
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F = 0$$

$$4.6 - 6Vcs = 0$$

$$Vcs = 0,77 \text{ ton}$$

### Entrepiso 3



**Figura 5. 7** Cortante en las columna de entre piso 3 del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

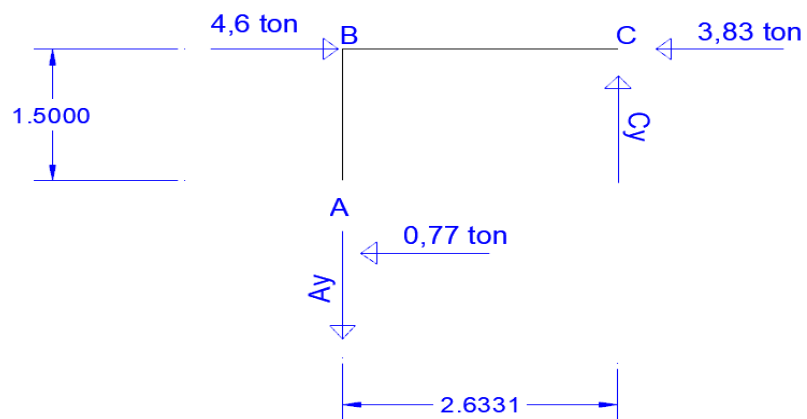
$$\sum F = 0$$

$$4,6 + 10,18 - 6Vcs = 0$$

$$Vcs = 2,46 \text{ ton}$$

**b. Encontrar fuerzas internas en el elemento en cuestión.**

### Subestructura ABC



**Figura 5. 8** Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

$$\sum M_A = 0$$

$$3,83 (1,5) - 4,6 (1,5) + C_y (2,6331) = 0$$

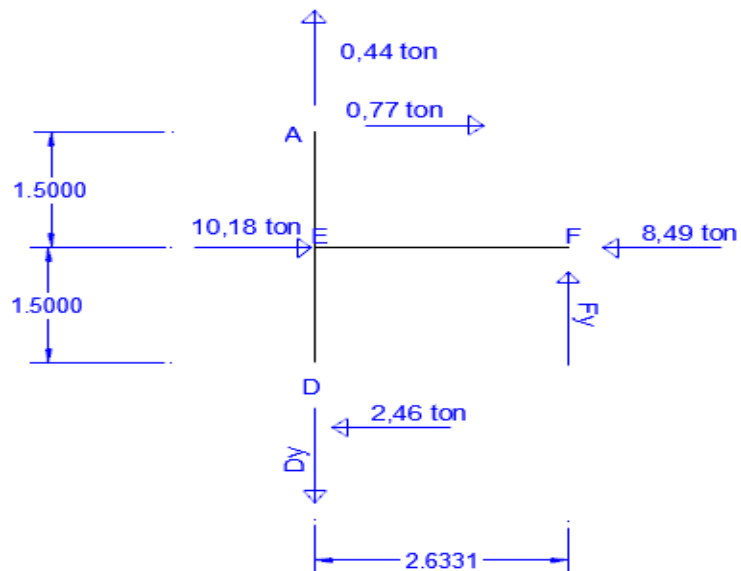
$$C_y = 0,44 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$0,44 - A_y = 0$$

$$A_y = 0,44 \text{ ton}$$

### Subestructura AEFD



**Figura 5. 9** Fuerzas internas de elemento AEF del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F_x = 0$$

$$10,18 + 0,77 - 2,46 - F_x = 0$$

$$F_x = 8.49 \text{ ton}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$8,49(1,5) - 0,77(3) - 10,18 (1,5) + F_y(2,6331) = 0$$

$$F_y = 1,84 \text{ ton}$$

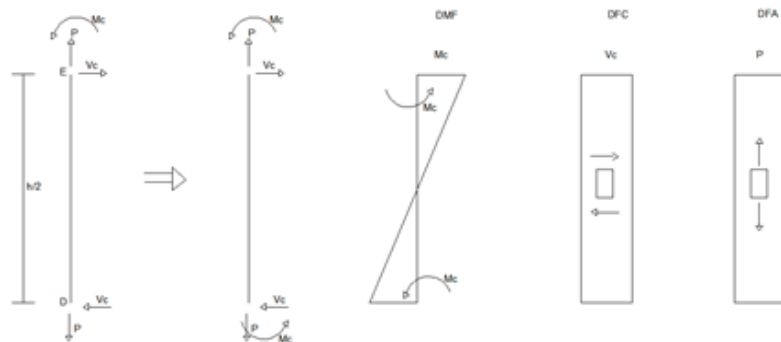
$$\sum F_y = 0$$

$$0,44 + 1,84 - D_y = 0$$

$$D_y = 2,28 \text{ ton}$$

**Encontrar momentos en los extremos de las columnas**

**Tomamos la sub-columna ED**



**Figura 5. 10** Momentos en los extremos de las columnas *del sistema aporticado.*

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

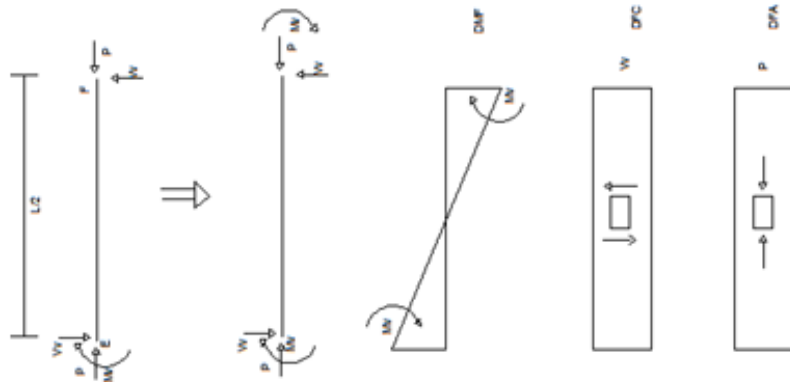
$$M_c = V_c \cdot \frac{h}{2}$$

**Ecuación 5. 8** Momento en los extremos de las columnas.

$$M_c = V_c \cdot \frac{h}{2} = 2,46 \times \frac{3}{2} = 3,69 \text{ ton} - m$$

**Momentos en los extremos de las vigas**

**Tomamos la sub-viga EF**



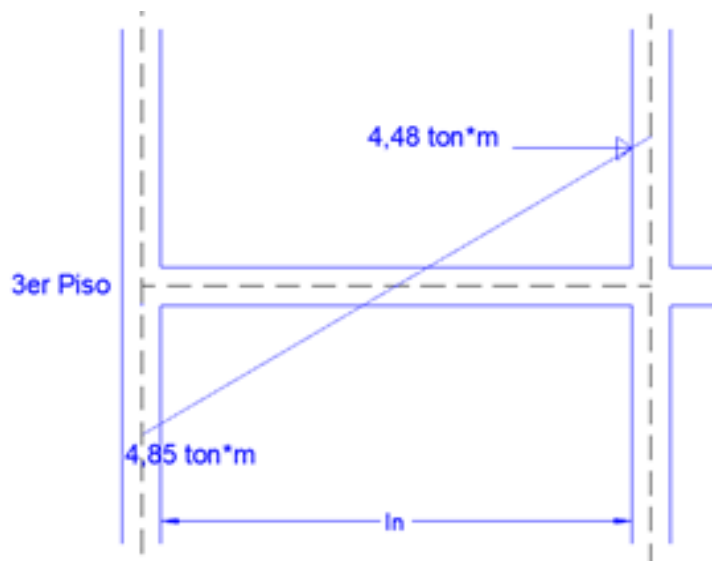
**Figura 5. 11** Momentos en los extremos de las vigas del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_v = V_v \cdot \frac{h}{2} M_E$$

**Ecuación 5. 9** Momento en los extremos de las vigas.

$$M_v = V_v \cdot \frac{h}{2} M_E = 1,84 \times \frac{5,2661}{2} M_E = 4,85 \text{ ton} - \text{m}$$



**Figura 5. 12** Determinación del momento en la cara interior de la columna del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### Paso 4: Determinar momento $M_u$

$$M_u = 1,2 D + 1,6L + 0,5Lr$$



**Ecuación 5. 10** Combinación de momento para cargas gravitacionales.

$$M_u = 1,2 (4,23) + 1,6(1,84) + 0$$

$$\mathbf{M_u = 8,02 \text{ ton-m}}$$

**Paso 5:**

$$M_u = 1,2D + L + E$$

**Ecuación 5. 11** Combinación de momento para cargas gravitacionales y laterales.

$$M_u = (1,2) * (4,23) + (1)(1,84) + (1)(4,48)$$

$$\mathbf{M_u = 11,40 \text{ ton-m}}$$

Se observa que la combinación más desfavorable será la que se considere con el momento por sismo por lo que se debe de diseñar para este tipo de situación.

**Paso 6: Pre-dimensionar vigas**

$$\text{con } f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow Ku = 40,6$$

$$bd^2 = \frac{11,40 \times 10^5}{40,60} = 28078,82 \text{ cm}^3$$

En diseño sismo-resistente, el ancho mínimo de la viga es de  $b=250$  mm, pero se usará un  $b=300$  mm.

$$d = \sqrt{\frac{28078,82}{30}} \quad d = 30,6 \text{ cm}$$

Se considerará un  $\Phi_e=10$ mm, 4 cm de recubrimiento y una varilla longitudinal de  $\Phi=20$ mm

Por lo tanto,  $h$  a utilizar seria de  $h=366$  mm

**Adoptamos 300 x 400 mm**

### 5.3.3.2.2 Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje Y

$$W_D + W_{pp} = 0,78 \text{ ton}/m^2$$

$$W_L = 0,34 \text{ ton}/m^2$$

Se realizará el pre dimensionamiento del pórtico eje 3

**Paso 1: Estimar los momentos por carga muerta:  $M_D^-$**

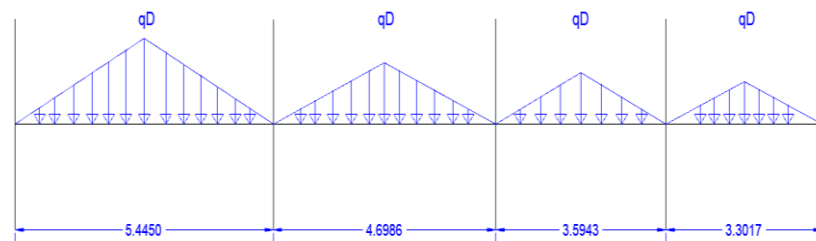
Como se tendrá losa en dos direcciones, las cargas transferidas a las vigas serán de forma trapezoidal sobre este eje.

$$q_D = 0,78 \times 2,29 = 1,79 \text{ ton}/m$$

$$l_{ne} = 5,445 - 0,4 = 5,045$$

$$l_{ni} = 4,6986 - 0,4 = 4,2986$$

$$\bar{l}_n = 4,6718 \text{ m}$$

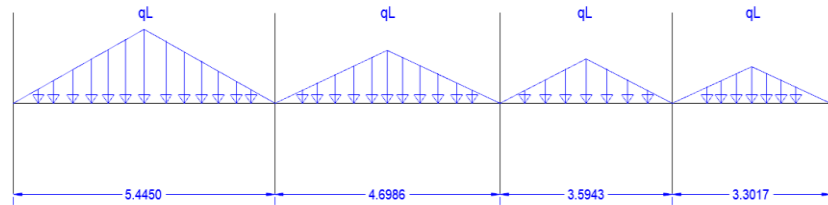


**Figura 5. 13** Carga muerta lineal en viga eje y del sistema aporcionado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_D^- = \frac{-1,79 \times 4,672^2}{10} M_D^- = -3.91 \text{ ton} - m$$

**Paso 2: Estimar momentos por carga viva:  $M_L^-$**



**Figura 5. 14** Carga viva lineal en viga eje y del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Resto de Pisos

$$q_L = 0,34 \times 2,29 = 0,7786 \text{ ton/m}$$

$$M_L^- = \frac{-q_L \times \bar{l}_n^2}{10} M_L^- = \frac{-0,7786 \times 4,672^2}{10} M_L^- = -1,7 \text{ ton - m}$$

### Paso 3: Estimar momentos para sismos (utilizando Método del portal)

#### a. Determinar el cortante en cada columna

- Aplicar la hipótesis 1
- Las fuerzas verticales serán las ya antes determinadas
- Asumimos que cada pórtico lleva la misma carga

$$F_4/4 = 22,95/4 = 5,74 \text{ ton}$$

### Entrepiso 4



**Figura 5. 15** Cortante en las columna de entre piso 4 eje y del sistema aporticado.

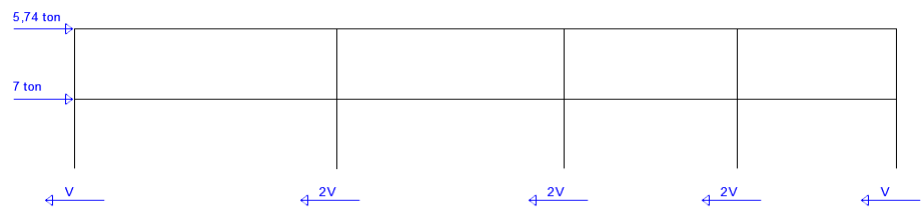
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F = 0$$

$$5,74 - 8V_{cs} = 0$$

$$V_{cs} = 0,72 \text{ ton}$$

### Entrepiso 3



**Figura 5. 16** Cortante en las columna de entre piso 3 eje Y.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

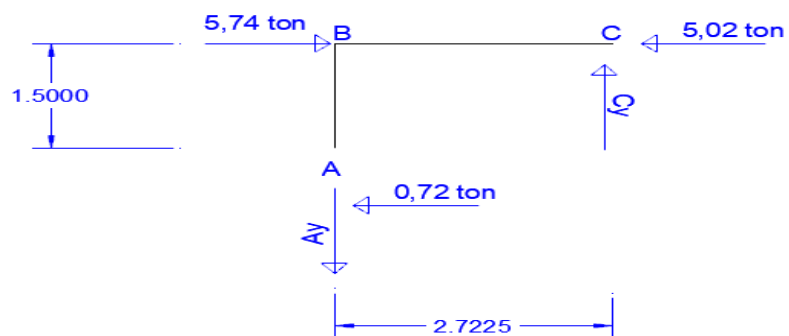
$$\sum F = 0$$

$$5,74 + 7 - 8V_{cs} = 0$$

$$V_{cs} = 1.593 \text{ ton}$$

**b. Encontrar fuerzas internas en el elemento en cuestión.**

### Subestructura ABC



**Figura 5. 17** Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum M_A = 0$$

$$5,02(1,5) - 5,74(1,5) + C_y (2,7225) = 0$$

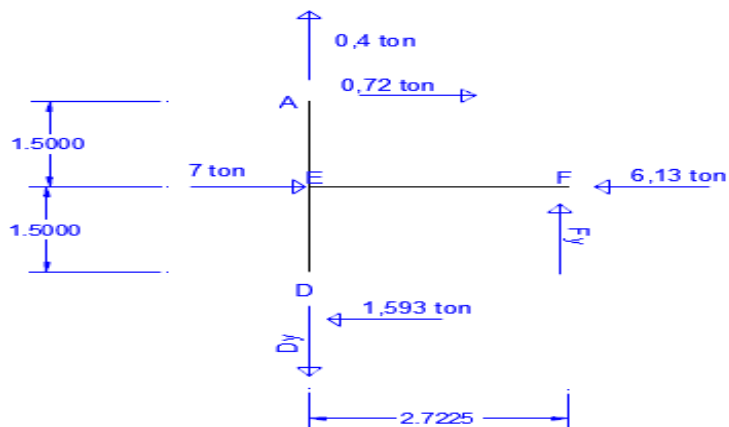
$$C_y = 0,4 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$0,4 - A_y = 0$$

$$A_y = 0,4 \text{ ton}$$

### Subestructura AEFD



**Figura 5. 18** Fuerzas internas de elemento AEF eje Y del sistema aporticado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F_x = 0$$

$$7 + 0,72 - 1,593 - F_x = 0$$

$$F_x = 6,13 \text{ ton}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$6,13(1,5) - 0,72(3) - 7(1,5) + F_y(2,7225) = 0$$

$$F_y = 1,276 \text{ ton}$$

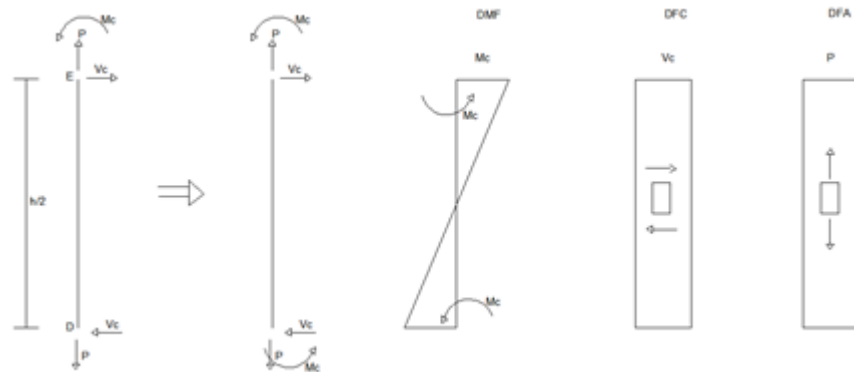
$$\sum F_y = 0$$

$$0,4 + 1,273 - D_y = 0$$

$$D_y = 0,873 \text{ ton}$$

Se encuentra el momento en los extremos de las columnas

Tomamos la sub-columna ED



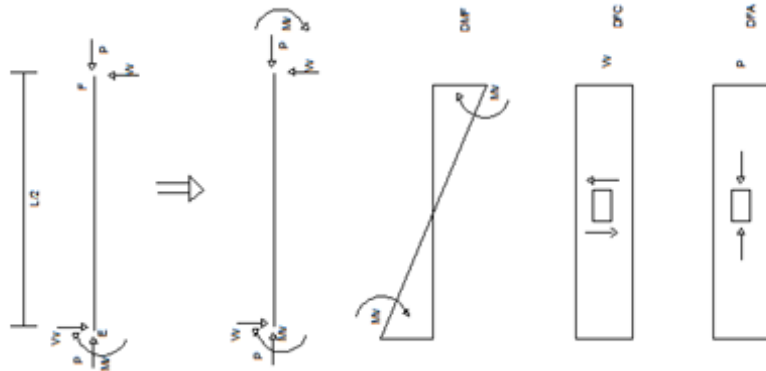
**Figura 5. 19** Momentos en los extremos de las columnas eje Y del sistema aporcionado.

**Fuente:** Suárez, C. Vicuña, B.,2018.

$$M_c = V_c \cdot \frac{h}{2} = 1,59 \times \frac{3}{2} = 2,39 \text{ ton} - m$$

**Momentos en los extremos de las vigas**

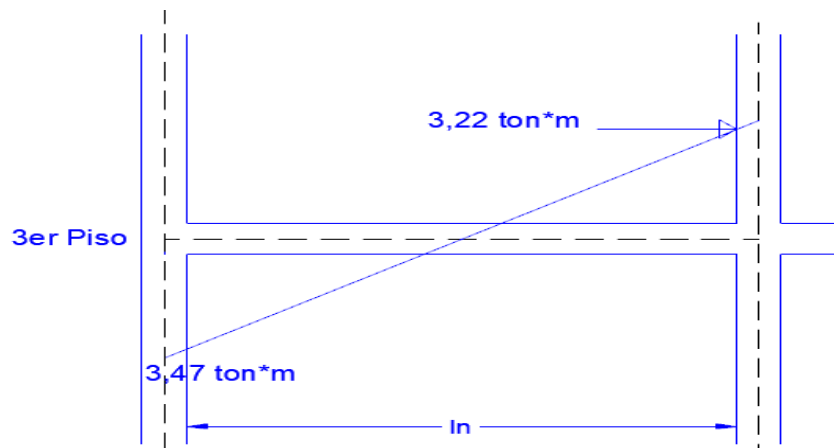
Tomamos la sub-viga EF



**Figura 5. 20** Momentos en los extremos de las vigas eje Y del sistema aporcado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_v = V_v \cdot \frac{h}{2} M_E = 1,273 \times \frac{5,445}{2} M_E = 3,47 \text{ ton} - \text{m}$$



**Figura 5. 21** Determinar momento Mu del sistema aporcado.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### Paso 4: Determinar momento Mu

$$M_u = 1,2 D + 1,6L + 0,5Lr$$

$$M_u = 1,2 (3,91) + 1,6(1,7) + 0$$

$$\mathbf{M_u = 7,412 \text{ ton-m}}$$

**Paso 5:**

$$M_u = 1,2D + L + E$$

$$M_u = (1,2) * (3,91) + (1)(1,7) + (1)(3,22)$$

$$\mathbf{Mu = 9,61 \text{ ton-m}}$$

Se observa que la combinación más desfavorable será la que se considere con el momento por sismo por lo que se debe de diseñar para este tipo de situación.

**Paso 6: Pre-dimensionar vigas**

$$\text{con } f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow Ku = 40,6$$

$$bd^2 = \frac{9,61 \times 10^5}{40,60} = 23674,9 \text{ cm}^3$$

En diseño sismo-resistente, el ancho mínimo de la viga es de  $b=250$  mm, pero se asumirá un  $b=300$  mm.

$$d = \sqrt{\frac{23674,9}{30}} \quad d = 28,1 \text{ cm}$$

Se considerará un  $\Phi_e=10$ mm, 4 cm de recubrimiento y una varilla longitudinal de  $\Phi=20$ mm

Por lo tanto, **h** a utilizar sería de  $h=341$  mm

**Adoptamos 300 x 400 mm**



## 5.4 Análisis Estructural

### 5.4.1 Hipótesis para la Modelación

La modelación se realizará en el programa ETABS 2013 y se considerará lo siguiente:

- Se le estableció un diafragma a cada piso lo cual hace que sea infinitamente rígido en su plano, por ende, tenemos 3 grados de libertad por piso.
- Las conexiones transfieren momentos y fuerzas.
- Las columnas y las vigas son elementos cuya longitud es mucho mayor que sus dimensiones y por tal motivo se utilizó elementos tipo "Frame" para su modelación.
- Se estableció empotramiento perfecto en los extremos inferiores de las columnas.
- Factores de Agrietamiento

Se debe mencionar que hay que considerar la reducción de la rigidez en los elementos debido a que el programa ETABS 2013 no toma en cuenta la figuración cuando la edificación incurse en el rango inelástico y los elementos disminuyan la flexión.

- Vigas  $l_{agri} = 0.5 l_g$
- Columnas  $l_{agri} = 0.8 l_g$
- Diafragmas  $l_{agri} = 0.6 l_g$  (Solo en los 2 primeros pisos)

- Losas  $\text{lagri} = 0.35 \text{ Ig}$

#### 5.4.2 Propiedades de los Materiales

Se ha considerado las siguientes propiedades para hacer el análisis estructural de edificio:

Hormigón:

- Peso Específico:  $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
- Resistencia a la Compresión:  $f' = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad:  $E = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$

Acero:

- Esfuerzo de Fluencia:  $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad:  $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

#### 5.4.3 Combinación de Carga

Las combinaciones de cargas que se usaron fueron las siguientes:

**Tabla VI.** Combinaciones de cargas

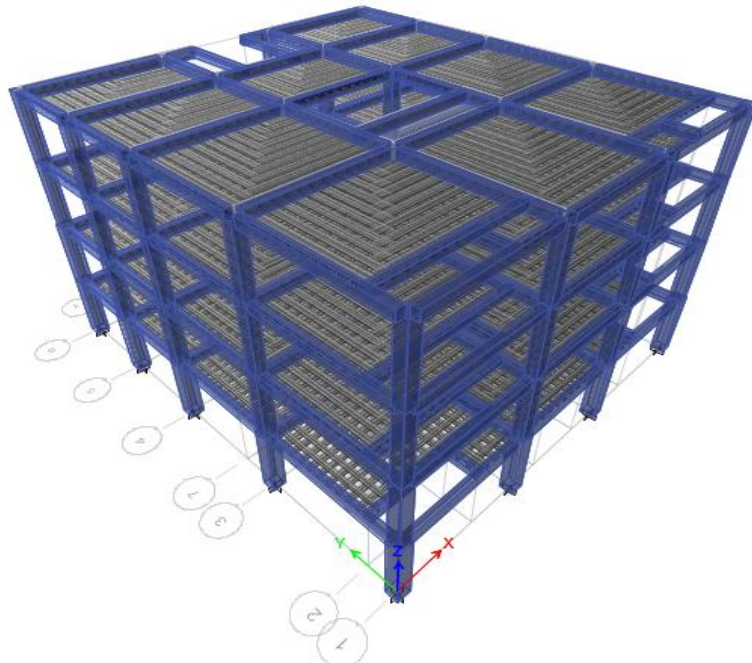
COMBINACION 1	1.2 D + 1.6 L
COMBINACION 2	1.2 D + L + Sx
COMBINACION 3	1.2 D + L + Sy
COMBINACION 4	1.2 D + L - Sx
COMBINACION 5	1.2 D + L - Sy
COMBINACION 6	1.4 D

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

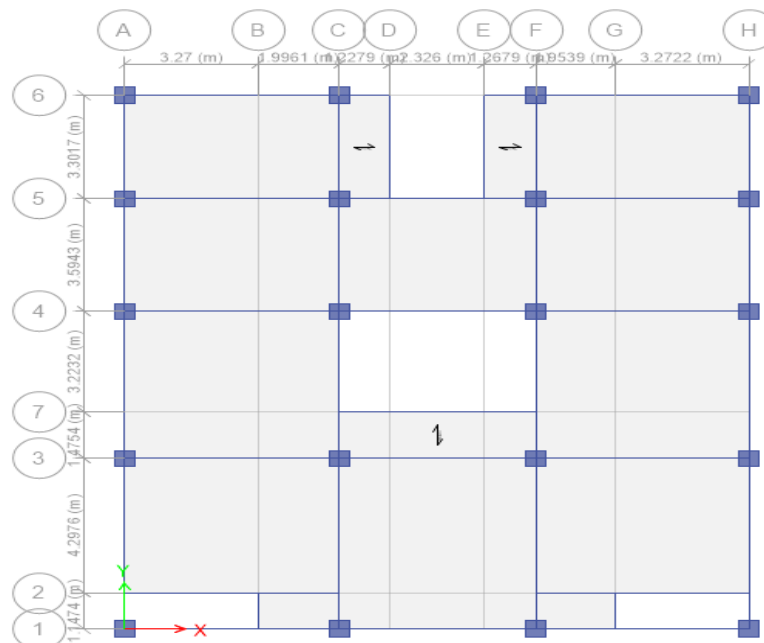
Donde:

D: Carga Muerta referente al peso propio de la estructura y la sobrecarga.

L: Carga Viva, referente a la sobrecarga de uso definido.  
 Sx, Sy: Carga sísmica en X e Y, respectivamente.



**Figura 5. 22** Modelo del edificio con sistema dual y aporricado  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 5. 23** Distribución de las columnas del sistema aporricado.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 5.5 Revisión General

Se deberá de revisar el comportamiento global de la estructura por medio de la verificación tanto de los modos de vibración como de las derivas cumpliendo con la normativa específica.

### 5.5.1 Interacción

Los periodos fundamentales deberán ser chequeados luego de tener la estructura con sus respectivas secciones mediante un análisis modal. Además, el cortante basal deberá ser re-calculado con las secciones definitivas de la estructura. El proceso deberá realizarse hasta que, en interacciones sucesivas, la variación de los periodos de vibración sea menor o igual al 10%.

**Tabla VII.** Periodo de la estructura mediante pre dimensionamiento del sistema aporticado.

MODO	Periodo
	Sec
1	0.457
2	0.457

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla VIII.** Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado.

MODO	Periodo
	sec
1	0.731
2	0.663

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

- EJE X

$$\text{Error} = (0.748 - 0.457) / 0.457 = 63.68 \%$$

- EJE Y

$$\text{Error} = (0.663 - 0.457) / 0.457 = 45.08\%$$

Hay una variación de más del 10%, por lo que se recude a que se re evalúe el periodo de la estructura con el valor obtenido en el ETABS 2013.

Los periodos considerados ahora serán:

**Tabla IX.** Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado.

MODO	Periodo
	sec
1	0.731
2	0.663

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### **5.5.2 Modos de Vibración**

Es necesario chequear que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales, para así garantizar un comportamiento a flexión de los pórticos. En caso de encontrar que en el primer o segundo modo de vibración la torsión, se deberá de modificar la configuración estructural del edificio, para así equilibrar las rigideces laterales en cada sentido evitando que las columnas entren en el rango inelástico.

**Tabla X.** Modos de vibración del sistema aporticado.

Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
	sec												
1	0.731	0.7518	0	0	0.7518	0	0	0	0.2828	0.0043	0	0.2828	0.0043
2	0.663	1.16E-06	0.7638	0	0.7518	0.7638	0	0.275	0	3.09E-05	0.275	0.2828	0.0043
3	0.608	0.0035	3.14E-05	0	0.7554	0.7639	0	1.12E-05	0.0016	0.7555	0.275	0.2843	0.7598
4	0.233	0.1424	0	0	0.8977	0.7639	0	9.15E-07	0.4557	0.0018	0.275	0.74	0.7616
5	0.216	6.38E-07	0.1407	0	0.8977	0.9046	0	0.4805	1.93E-06	4.62E-06	0.7555	0.74	0.7616
6	0.197	0.0022	4.89E-06	0	0.8999	0.9046	0	1.66E-05	0.0059	0.1408	0.7555	0.7459	0.9024
7	0.118	0.0541	6.74E-07	0	0.954	0.9046	0	1.39E-06	0.1136	0.0021	0.7555	0.8595	0.9045
8	0.114	1.19E-06	0.0529	0	0.954	0.9575	0	0.1091	2.52E-06	9.74E-07	0.8646	0.8595	0.9045
9	0.102	0.0028	1.34E-06	0	0.9568	0.9575	0	2.77E-06	0.006	0.0528	0.8646	0.8655	0.9573
10	0.075	0.0397	3.54E-06	0	0.9965	0.9575	0	1.13E-05	0.1238	0.0034	0.8646	0.9893	0.9607
11	0.074	4.28E-06	0.0425	0	0.9965	1	0	0.1354	1.33E-05	0	1	0.9894	0.9607
12	0.065	0.0035	7.73E-07	0	1	1	0	2.46E-06	0.0106	0.0393	1	1	1

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Centers of Mass and Rigidity ✖

1 of 4 | Reload Apply

	Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s <sup>2</sup> /m	Cumulative Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
▶	Story1	D1	23.45051	23.45051	7.6579	8.6039	23.45051	23.45051	7.6579	8.6039	7.6668	9.0883
	Story2	D2	22.83169	22.83169	7.6576	8.5859	22.83169	22.83169	7.6576	8.5859	7.6666	8.9244
	Story3	D3	22.1491	22.1491	7.6575	8.5762	22.1491	22.1491	7.6575	8.5762	7.6665	8.8267
	Story4	D4	16.27792	16.27792	7.6573	8.5337	16.27792	16.27792	7.6573	8.5337	7.6664	8.7324

**Figura 5. 24** Centro de masa y rigidez del sistema aporticado.

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XI.** Comparación entre CM y CR del sistema aporticado.

Piso	Diafragma	XCM	YCM	XCR	YCR	CENTRO DE MASA Y CENTRO DE RIGIDEZ	
						X	Y
		m	m	m	m	m	m
Piso 1	D1	7.6579	8.6039	7.668	9.0883	-0.0101	-0.4844
Piso 2	D2	7.6576	8.5859	7.6666	8.9244	-0.009	-0.3385
Piso 3	D3	7.6575	8.5762	7.6665	8.8267	-0.009	-0.2505
Piso 4	D4	7.6573	8.5337	7.6664	8.7324	-0.0091	-0.1987

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Como se observa en la tabla, los dos modos predominantes son de traslación con **75.18%** de la participación de la masa en la dirección X y **76.06%** de la participación de la masa en la dirección Y, el tercer modo de vibración es de rotación en Z con un porcentaje de **75.55%**. Además, se chequea que la participación de la masa sea mayor al 90% por lo que consideramos que está correctamente sacado la cantidad de modos de vibración.

Además, se observa que el centro de masa y el de rigidez no están cercanos por lo que no se estaría controlando la torsión y se tendiera una excentricidad considerable, lo recomendable es que la excentricidad este entre 15 a 20 cm como máximo, por lo que deberemos aumentar las dimensiones de los elementos estructurales como las vigas y columnas hasta que se reduzca este valor a lo recomendado.



### 5.5.3 Derivas de Piso

Se deberá de realizar un control de deformaciones por medio de las derivas inelásticas máximas de piso; donde el diseñador realizara el control pertinente y demostrara que las deformaciones inelásticas son controlables, usando los valores de la inercia agrietada de los elementos estructurales.

La revisión de las derivas de piso se considerará el valor de la respuesta máxima inelástica en desplazamientos  $\Delta_M$  de la estructura, causada por el sismo de diseño.

El cálculo de las derivas de piso incluirá:

- Las deflexiones correspondientes a efectos trasnacionales y torsionales

La deriva máxima inelástica  $\Delta_M$  de cada piso deberá calcularse según la siguiente expresión:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E$$

#### **Ecuación 5. 12** Deriva máxima inelástica.

La deriva máxima para determinado piso no deberá sobrepasar los límites de deriva inelástica mostrada en la siguiente tabla, donde la deriva máxima obtenida será un porcentaje de la altura de piso:

**Tabla XII.** Valores de derivas máximas expresados en función de la altura de piso del sistema aporticado.

Estructuras de:	$\Delta_{iv}$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción, (NEC, 2015).

- Del programa se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla XIII.** Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE X del sistema aporticado.

Piso	Elevacion (m)	Ubicación	X-Dir	Y-Dir
Story4	12	Top	0.028276	0.002416
Story3	9	Top	0.021989	0.0017
Story2	6	Top	0.013333	0.000979
Story1	3	Top	0.004659	0.000351
Base	0	Top	0	0

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XIV.** Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE Y del sistema aporticado.

Piso	Elevacion (m)	Ubicación	X-Dir	Y-Dir
Story4	12	Top	0.015689	0.004055
Story3	9	Top	0.012191	0.002852
Story2	6	Top	0.00739	0.00164
Story1	3	Top	0.002583	0.000585
Base	0	Top	0	0

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

- Mediante la Norma Nec2015, se realizó el chequeo de las derivas inelásticas de cada eje.

**Tabla XV.** Valores de derivas máximas inelásticas del EJE X y Y del sistema aporticado.

Proyecto :		CONDOMINIO PORTO ALEGRE													
Fecha:		nov-17													
Sin Coeficientes															
CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS DE ENTREPISO															
Sistema estructural :		R =			XX			R =			YY			0.75	
					8.00						8.00			0.75	
DRIFT															
DRIFT															
Piso	Altura m	Dirección X						Dirección y						< 0.02	
		D elástico m	0.75 D elast m	D real = .75RDelástico m	Dentrep m	Di/hei	< 0.02	D elástico m	0.75D m	D real = .75RDelástico m	Dentrep m	Di/hei	< 0.02		
4	3.00	0.02534	0.0190	0.152	0.036	0.01212	OK	0.0241	0.018	0.144	0.037	0.01236	OK		
3	3.00	0.01928	0.0145	0.116	0.049	0.01618	OK	0.0179	0.013	0.107	0.045	0.01506	OK		
2	3.00	0.01119	0.0084	0.067	0.045	0.01504	OK	0.0104	0.008	0.062	0.041	0.01372	OK		
1	3.00	0.00367	0.0028	0.022	0.022	0.00734	OK	0.0035	0.003	0.021	0.021	0.00698	OK		
	12.00														

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Se observa que la edificación cumple las derivas de piso.

## 5.6 Análisis de la propuesta planteada

Por medio de los chequeos generales, se determinó que la estructura aporticada tuviera una excentricidad media considerable la cual pudiera inducir a la torsión del edificio durante un movimiento telúrico como se observa en la tabla XI Comparación de CM y CR. Lo que nos llevó a buscar soluciones para disminuir esta excentricidad el cual se optó por colocarle muros con respecto al eje Y, ya que había restricciones por medio de la parte arquitectónica del condominio los que nos limitaba a aumentar las secciones ya sea de vigas o de columnas donde hubiera sido el caso.

**CAPÍTULO 6**  
**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO APORTICADO**  
**CON MUROS ESTRUCTURALES**

## **6.1 Orientación del Diseño Sísmico**

La filosofía de diseño basada en desempeño sísmico para este capítulo será la misma utilizada en el Capítulo 5 para un sistema aporticado, en este caso se tomará en cuenta también en el agotamiento a flexión de los muros estructurales, lo que genera que este elemento estructural absorba el 75% de las fuerzas laterales que se generan durante un sismo.

Se deberá de considerar colocar correctamente los muros en sitios específicos y sean simétricos para que no se presente torsión.

## **6.2 Normas y Códigos Usados**

Se usa las normas mencionadas en el Capítulo 5.

## **6.3 Fuerza de Diseño**

. Para obtener los datos necesarios para el cálculo de las fuerzas de diseño sísmico, se considerarán las cargas usadas en el Capítulo 5.

### **6.3.1 Cargas Gravitacionales**

#### **6.3.1.1 Carga Muerta**

##### **Elementos estructurales**

Los elementos estructurales considerados serán: losa, vigas, columnas y muros, para el proyecto. Se definió que se usara un

hormigón con una resistencia de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , dando un peso específico de  $2400 \text{ Kg/m}^3$ . Además, estos elementos estructurales estarán conformados de acero de refuerzo estructural aumentando así las características de pesos, donde se tomarán en cuenta al momento del diseño y cálculo respectivos.

Se considera la estimación del peso de viga y columnas las cuales se adoptaron en el Capítulo 5.

### **Pre Dimensionamiento de Losa**

Por medio de lo establecido en el análisis del Capítulo 5, la losa a considerar en esta propuesta estructural será una losa nervada de  $h=25\text{cm}$ , sin aligerado, nervios de 10 cm y un espesor de mínimo de loseta de compresión de 5 cm.

### **Elementos no estructurales**

Se considera los pesos de los elementos no estructurales establecidos en el Capítulo 5.

#### **6.3.1.2 Carga Viva**

El valor de las cargas viva utilizada será la considerada en el capítulo 5.

## 6.3.2 Cargas Sísmicas

### 6.3.2.1 Cortante Basal de Diseño V

El cortante basal de diseño  $V$  se lo vincula directamente con los movimientos telúricos, por ende, se necesita saber el tipo de suelo donde se implantará la estructura analizada en este proyecto, siendo un lugar en las costas ecuatorianas donde se tienen suelos blandos y con un alto riesgo sísmico. Por tal motivo, se usó los siguientes coeficientes (NEC\_SE\_DS, Sección 6.3.2) para cálculos posteriores.

Por medio a la Ecuación 5.2 se obtuvo los siguientes datos.

Cortante Basal en X

$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W = 0.108 W = 78.88 \text{ Ton}$$

Cortante Basal en X

$$V = \frac{IS_{a(T_a)}}{R\phi_p\phi_E} W = 0.108 W = 78.88 \text{ Ton}$$

Consideraciones adoptadas según la NEC 2015 (NEC\_SE\_DS, Sección 6.3.2)

**Eje X**

**Factor Z**

El factor  $z$  considerado para esta sección se obtuvo de la figura

(tabla III-Valores del factor z) del capítulo 5.

$Z=0.4$  Factor de zona sísmica en Guayaquil.

- Factor de importancia

$I=1$  Todas las estructuras de edificación.

- Factores de configuración estructural

$\Phi_P = 1$   $\Phi_E = 1$

- Factor de reducción de respuesta estructural

$R=8$  Sistemas de pórticos especiales sismo resistente, de hormigón armado con vigas descolgadas.

- Factor de suelo

El condominio a diseñar se asumió que es un suelo: Clase C. (Se obtuvo mediante el criterio técnico del Experto Geotécnico Ing. Miguel Chávez).

- Periodo
- $h_n = 12$  m, altura del edificio medida desde el nivel de la calle.
- $C_t = 0.055$ , para pórticos especiales de hormigón armado.
- $\alpha=0.9$



Por medio de la Ecuación 5.3 para obtener la distribución vertical de la fuerza sísmica laterales se obtuvo el siguiente resultado.

$$T = 0.515 \text{ seg}$$

Además, el periodo de la estructura para un análisis estático también se lo puede obtener mediante la siguiente formula:

$$T = 0.1 * (\# \text{Pisos})$$

$$T = 0.4 \text{ seg}$$

Por lo tanto, se obtendrá un promedio de ambos periodos:

$$T_{\text{pro}} = 0.457 \text{ seg.}$$



**Figura 6. 1** Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015 del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## Eje Y

### Factor Z

El factor z considerado para esta sección se obtuvo de la figura (tabla III-Valores del factor z) del capítulo 5.

$Z=0.4$  Factor de zona sísmica en Guayaquil.

- Factor de importancia

$I=1$  Todas las estructuras de edificación.

- Factores de configuración estructural

$\Phi_P = 1$   $\Phi_E = 1$

- Factor de reducción de respuesta estructural

$R=8$  Sistemas de pórticos especiales sismo resistente, de hormigón armado con vigas descolgadas.

- Factor de suelo

El condominio a diseñar se asumió que es un suelo: Clase C. (Se obtuvo mediante el criterio técnico del Experto Geotécnico Ing. Miguel Chávez).

- Periodo
- $h_n = 12$  m, altura del edificio medida desde el nivel de la calle.
- $C_t = 0.055$ , para pórticos especiales de hormigón armado.

- $\alpha=0.75$

Por medio de la Ecuación 3 para obtener la distribución vertical de la fuerza sísmica laterales se obtuvo el siguiente resultado.

$$T= 0.355 \text{ seg}$$



**Figura 6. 2** Espectro elástico e inelástico de respuesta sísmica según NEC 2015 del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 6.3.2.2 Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales

Para la obtención de la distribución de fuerzas sísmicas lateral se utilizó la ecuación 4 del Capítulo 5 y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla XVI.** Distribución Vertical de Fuerzas Sísmicas Laterales del sistema aporticado con muros de corte.

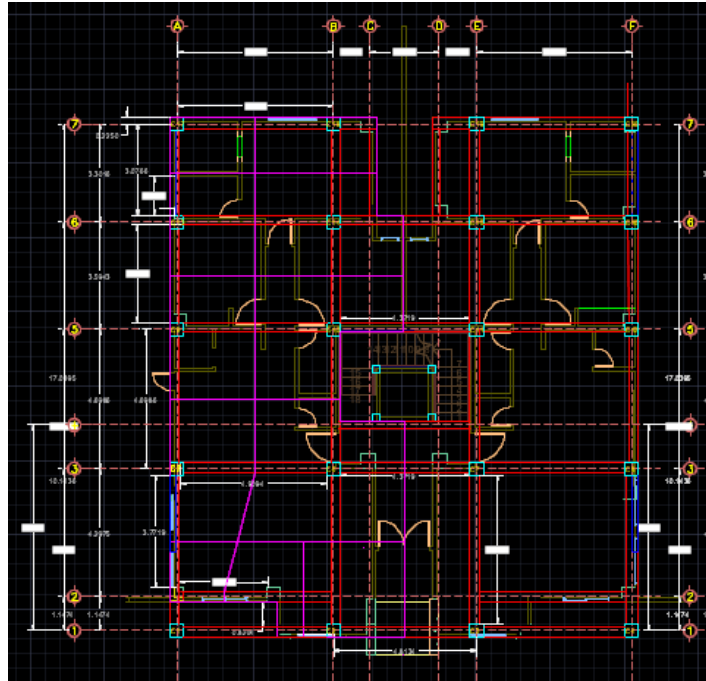
Direccion X					
	Total				
Pisos		Resto de Pisos	Resto de Piso	Resto de Pisos	Ultimo Piso
Nivel		1	2	3	4
altura (m)		3	6	9	12
Wx	730.38	202.02	202.02	202.02	124.32
hx <sup>k</sup>		3.00	6.00	9.00	12.00
Wx * hx <sup>k</sup>	5128.20	606.06	1212.12	1818.18	1491.84
Wx * hx <sup>k</sup> / sumWx * hx <sup>k</sup>		0.1182	0.2364	0.3545	0.2909
Fx		9.322	18.645	27.967	22.947
Vx		78.881	69.559	50.914	22.947
Direccion Y					
	Total				
Pisos		Resto de Pisos	Resto de Piso	Resto de Pisos	Ultimo Piso
Nivel		1	2	3	4
altura (m)		3	6	9	12
Wy	730.38	202.02	202.02	202.02	124.32
hy <sup>k</sup>		3.00	6.00	9.00	12.00
Wy * hy <sup>k</sup>	5128.20	606.06	1212.12	1818.18	1491.84
Wy * hy <sup>k</sup> / sumWy * hy <sup>k</sup>		0.1182	0.2364	0.3545	0.2909
Fy		9.322	18.645	27.967	22.947
Vy		78.881	69.559	50.914	22.947

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 6.3.3 Pre- Dimensionamiento de Elementos Estructurales

Fuerzas individuales que se emplean a cada piso, siendo la suma de estas el Cortante basal, aplicando la Ecuación 5.3 del Capítulo 5.

### 6.3.3.1 Columnas



**Figura 6. 3** Columna más crítica a pre diseño del sistema aperticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Se pre dimensiona la columna más crítica para obtener la sección de esta.

$$A_T = 23.17 \text{ m}^2$$

De acuerdo a la NEC - 2015 se reduce la carga si  $K_{LL} * A_T \geq 35 \text{ m}^2$

Para Columnas interiores  $K_{LL} = 4$

$$K_{LL} * A_T = 4 * 23.17 = 96.68 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Se reduce carga viva.}$$

Por medio de la Ecuación 5.5 y 5.6 del Capítulo 5 se obtuvo los siguientes resultados.

$$L = 0.34 * \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{96.68}} \right)$$

$$L = 0.25 \text{ T/m}^2$$

Además,  $L \geq 0.4 * L_o$

$$0.25 \geq 0.1 \rightarrow \text{Ok.}$$

- Carga axial de servicio

$$P_i = \sum W_i * A_i = (0.48 + 0.07) * 23.17 + 3(0.78 + 0.25) * 23.17$$

$$P_i = 84.33 \text{ ton.}$$

• Sección transversal de columna.

$$A_c = \frac{P_i}{\alpha * f'_c}$$

$$A_c = \frac{84.33}{0.21 * 0.28}$$

$$A_c = 1434.184 \text{ cm}^2$$

Se considerará una columna de sección cuadrada, por lo que se adoptará una sección de 50x50 para el primer entrepiso, para el resto de entrepiso se irá reduciendo 5cm de cada lado.

**Tabla XVII.** Dimensiones de cada nivel de Entrepiso del sistema aporticado con muros de corte.

Nivel	Dimensiones
4	40x40
3	40x40
2	45x45
1	50x50

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

### 6.3.3.2 Vigas

Para la realización del pre dimensionamiento de vigas se considerará el uso del método del portal que es un método aproximado que analiza estructuras hiperestáticas ante cargas laterales, para lo cual considera 3 hipótesis que se mencionaran a continuación:

- En un entrepiso cualquiera, el cortante en las columnas interiores será el doble del cortante de columnas exteriores.
- Los puntos de Inflexión PI estarán situados en los puntos medios de las columnas.
- La Fuerza horizontal total en un nivel dado es la suma de todas las fuerzas horizontales aplicadas encima de dicho nivel (Cortante de Entrepiso)

#### 6.3.3.2.1 Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje x

$$W_D + W_{pp} = 0,78 \text{ ton/m}^2$$

$$W_L = 0,34 \text{ ton/m}^2$$

Se realizará el pre dimensionamiento del pórtico eje 3

**Paso 1: Estimar los momentos por carga muerta:  $M_D^-$**

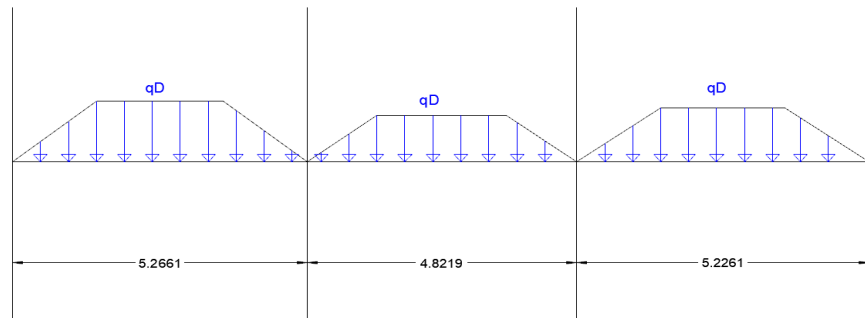
Como se tendrá losa en dos direcciones, las cargas transferidas a las vigas serán de forma trapezoidal sobre este eje.

$$q_D = 0,78 \times 2,51 = 1,96 \text{ ton/m}$$

$$l_{ne} = 5,2661 - 0,4 = 4,866$$

$$l_{ni} = 4,8219 - 0,4 = 4,4219$$

$$\bar{l}_n = 4,644 \text{ m}$$

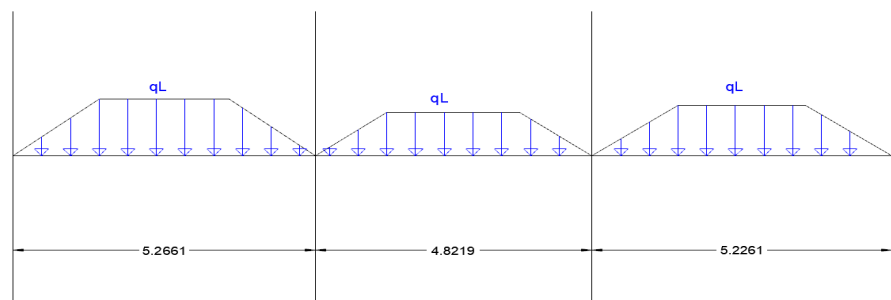


**Figura 6. 4** Carga muerta lineal en viga eje x del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_D^- = \frac{-1,96 \times 4,644^2}{10} M_D^- = -4,23 \text{ ton} - \text{m}$$

**Paso 2:** Estimar momentos por carga viva:  $M_L^-$



**Figura 6. 5** Carga viva lineal en viga eje x del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Resto de Pisos**

$$q_L = 0,34 \times 2,51 = 0,8534 \text{ ton/m}$$



$$M_L^- = \frac{-q_L \times \bar{l}_n^2}{10} M_L^- = \frac{-0,8534 \times 4,644^2}{10} M_L^- = -1,84 \text{ ton} - m$$

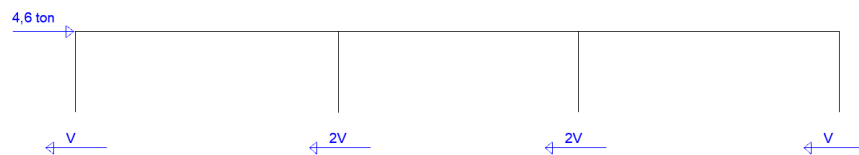
**Paso 3: Estimar momentos para sismos (utilizando Método del portal)**

**c. Determinar el cortante en cada columna**

- Aplicar la hipótesis 1
- Las fuerzas verticales serán las ya antes determinadas
- Asumimos que cada pórtico lleva la misma carga

$$F_4/5 = 22,947/5 = 4,6 \text{ ton}$$

**Entrepiso 4**



**Figura 6. 6** Cortante en las columna de entre piso 4 del sistema aporticado con muros de corte.

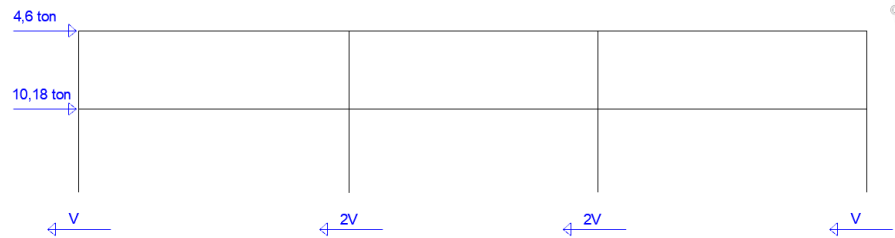
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F = 0$$

$$4.6 - 6Vcs = 0$$

$$Vcs = 0,77 \text{ ton}$$

### Entrepiso 3



**Figura 6. 7** Cortante en las columna de entre piso 3 del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

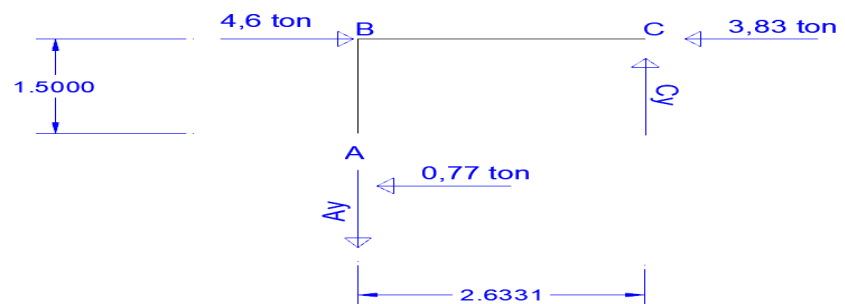
$$\sum F = 0$$

$$4,6 + 10,18 - 6V_{cs} = 0$$

$$V_{cs} = 2,46 \text{ ton}$$

d. Encontrar fuerzas internas en el elemento en cuestión.

### Subestructura ABC



**Figura 6. 8** Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum M_A = 0$$

$$3,83 (1,5) - 4,6 (1,5) + C_y (2,6331) = 0$$

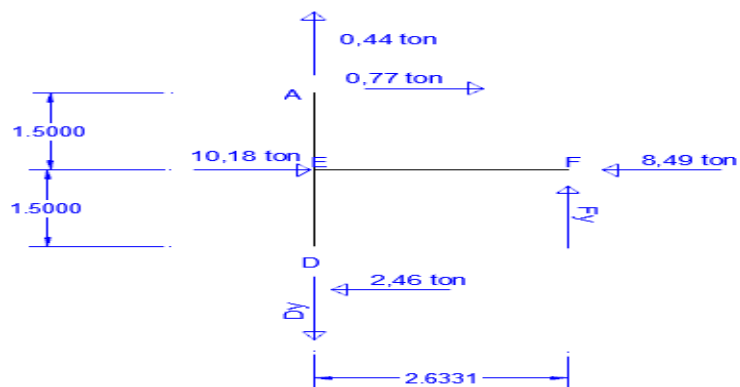
$$C_y = 0,44 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$0,44 - A_y = 0$$

$$A_y = 0,44 \text{ ton}$$

### Subestructura AEFD



**Figura 6. 9** Fuerzas internas de elemento AEF del sistema aporricado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F_x = 0$$

$$10,18 + 0,77 - 2,46 - F_x = 0$$

$$F_x = 8.49 \text{ ton}$$

$$\sum M_D = 0$$

$$8,49(1,5) - 0,77(3) - 10,18 (1,5) + F_y(2.6331) = 0$$

$$F_y = 1,84 \text{ ton}$$

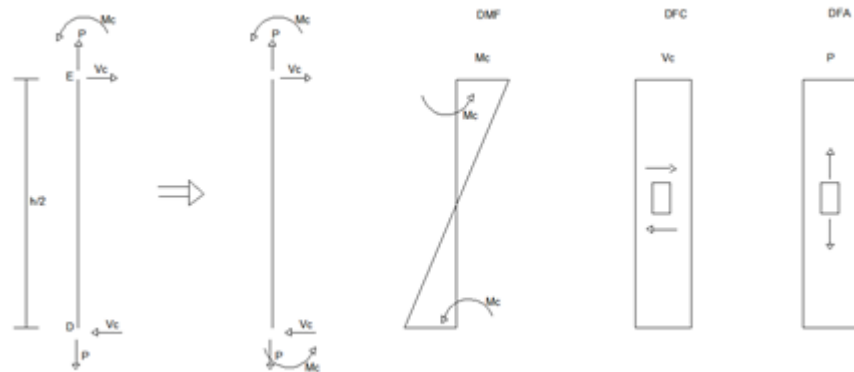
$$\sum F_y = 0$$

$$0,44 + 1,84 - D_y = 0$$

$$Dy = 2,28 \text{ ton}$$

Encontrar momentos en los extremos de las columnas

Tomamos la sub-columna ED



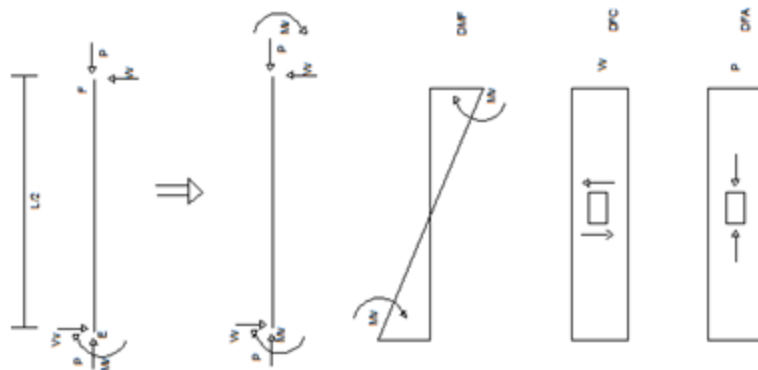
**Figura 6. 10** Momentos en los extremos de las columnas del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_c = V_c \cdot \frac{h}{2} = 2,46 \times \frac{3}{2} = 3,69 \text{ ton} - m$$

Momentos en los extremos de las vigas

Tomamos la sub-viga EF

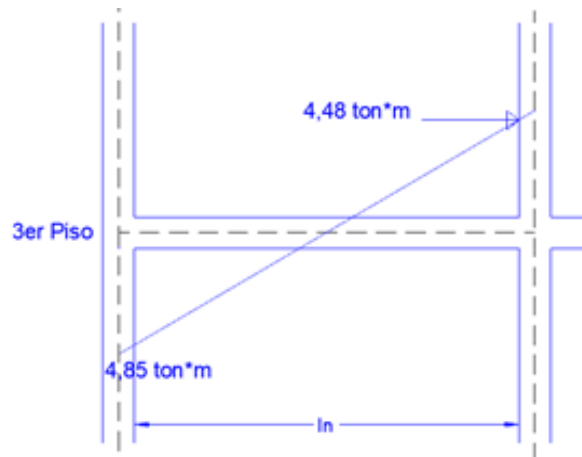


**Figura 6. 11** Momentos en los extremos de las vigas del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Por medio de la Ecuación 5. 9 del Capítulo 5, se obtuvo los siguientes resultados.

$$M_v = V_v \cdot \frac{h}{2} M_E = 1,84 \times \frac{5,2661}{2} M_E = 4,85 \text{ ton} - \text{m}$$



**Figura 6. 12** Determinación del momento en la cara interior de la columna del sistema aporticado con muros de corte.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### Paso 4: Determinar momento $M_u$

$$M_u = 1,2 D + 1,6L + 0,5Lr$$

$$M_u = 1,2 (4,23) + 1,6(1,84) + 0$$

$$\mathbf{M_u = 8,02 \text{ ton-m}}$$

#### Paso 5:

$$M_u = 1,2D + L + E$$

$$M_u = (1,2) * (4,23) + (1)(1,84) + (1)(4,48)$$

$$\mathbf{M_u = 11,40 \text{ ton-m}}$$

Se observa que la combinación más desfavorable será la que se considere con el momento por sismo por lo que se debe de diseñar para este tipo de situación.

### Paso 6: Pre-dimensionar vigas

$$\text{con } f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow Ku = 40,6$$

$$bd^2 = \frac{11,40 \times 10^5}{40,60} = 28078,82 \text{ cm}^3$$

En diseño sismo-resistente, el ancho mínimo de la viga es de  $b=250$  mm, pero se usará un  $b=300$  mm.

$$d = \sqrt{\frac{28078,82}{30}} \quad d = 30,6 \text{ cm}$$

Se considerará un  $\Phi_e=10$ mm, 4 cm de recubrimiento y una varilla longitudinal de  $\Phi=20$ mm

Por lo tanto, **h** a utilizar sería de  $h=366$  mm

**Adoptamos 300 x 400 mm**

### 6.3.3.2.2 Pre Dimensionamiento de Vigas en el Pórtico eje Y

$$W_D + W_{pp} = 0,78 \text{ ton/m}^2$$

$$W_L = 0,34 \text{ ton/m}^2$$

Se realizará el pre dimensionamiento del pórtico eje 3

**Paso 1: Estimar los momentos por carga muerta:  $M_D^-$**

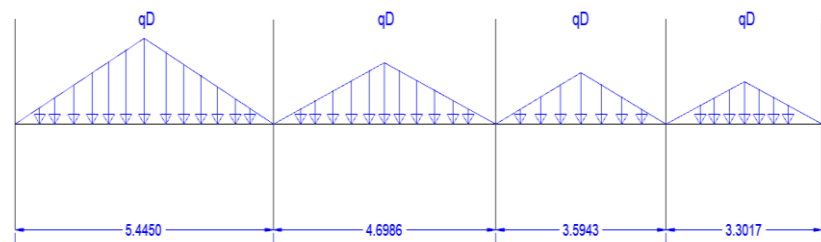
Como se tendrá losa en dos direcciones, las cargas transferidas a las vigas serán de forma trapezoidal sobre este eje.

$$q_D = 0,78 \times 2,29 = 1,79 \text{ ton/m}$$

$$l_{ne} = 5,445 - 0,4 = 5,045$$

$$l_{ni} = 4,6986 - 0,4 = 4,2986$$

$$\bar{l}_n = 4,6718 \text{ m}$$

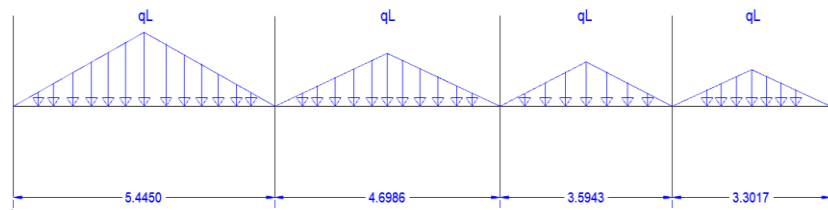


**Figura 6. 13** Carga muerta lineal en viga eje y del sistema aperticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_D^- = \frac{-1,79 \times 4,672^2}{10} M_D^- = -3,91 \text{ ton} - \text{m}$$

**Paso 2: Estimar momentos por carga viva:  $M_L^-$**



**Figura 6. 14** Carga viva lineal en viga eje y del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Resto de Pisos

$$q_L = 0,34 \times 2,29 = 0,7786 \text{ ton/m}$$

$$M_L^- = \frac{-q_L \times \bar{l}_n^2}{10} M_L^- = \frac{-0,7786 \times 4,672^2}{10} M_L^- = -1,7 \text{ ton - m}$$

### Paso 3: Estimar momentos para sismos (utilizando Método del portal)

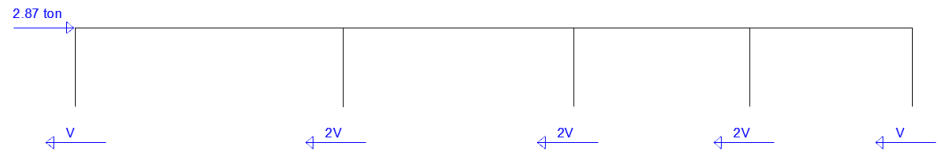
#### c. Determinar el cortante en cada columna

- Aplicar la hipótesis 1
- Las fuerzas verticales serán las ya antes determinadas
- Asumimos que cada pórtico lleva la misma carga
- Fuerza cortante que va a los pórticos será el 25% de la Fuerza y que los muros llevarán el 75% de la Fuerza Cortante

$$F_4/2 = 5.74/2 = 2.87 \text{ ton}$$

### Entrepiso 4





**Figura 6. 15** Cortante en las columna de entre piso 4 eje y del sistema aporticado con muros de corte.

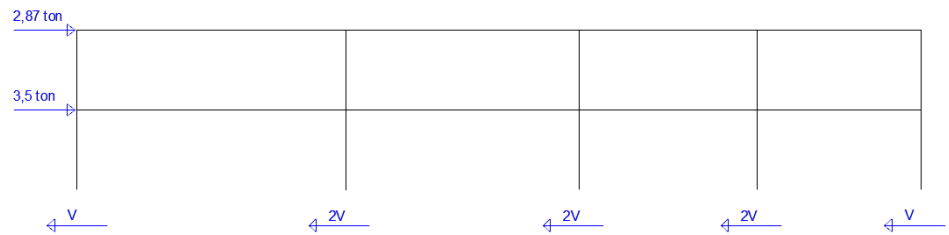
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F = 0$$

$$2,87 - 8V_{cs} = 0$$

$$V_{cs} = 0,36 \text{ ton}$$

### Entrepiso 3



**Figura 6. 16** Cortante en las columna de entre piso 3 eje Y del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

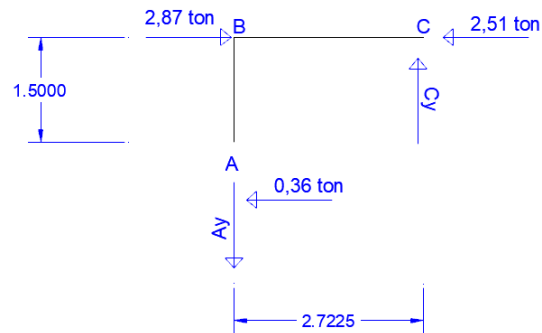
$$\sum F = 0$$

$$2,87 + 3,5 - 8V_{cs} = 0$$

$$V_{cs} = 0,79 \text{ ton}$$

**d. Encontrar fuerzas internas en el elemento en cuestión.**

### Subestructura ABC



**Figura 6. 17** Fuerzas internas de elemento ABC del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum M_A = 0$$

$$2,51(1,5) - 2,87(1,5) + C_y (2,7225) = 0$$

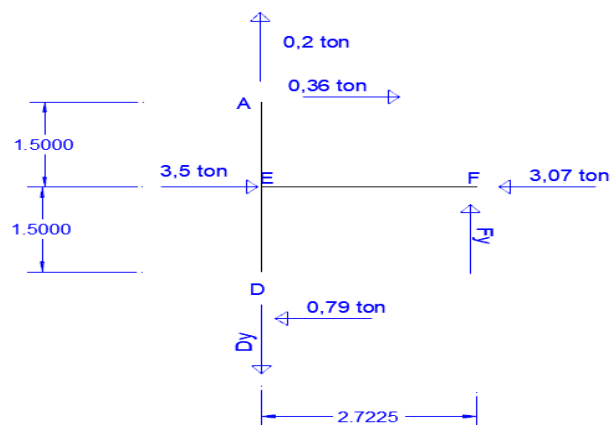
$$C_y = 0,2 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$0,2 - A_y = 0$$

$$A_y = 0,2 \text{ ton}$$

### Subestructura AEFD



**Figura 6. 18** Fuerzas internas de elemento AEF eje Y del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$\sum F_x = 0$$

$$3,5 + 0,36 - 0,79 - F_x = 0$$

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

$$\sum M_D = 0$$

$$3,07(1,5) - 0,36(3) - 3,5(1,5) + F_y(2,7225) = 0$$

$$F_y = 0,634 \text{ ton}$$

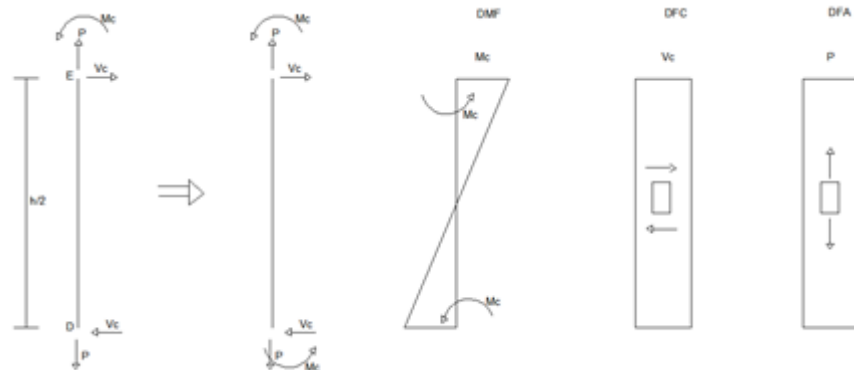
$$\sum F_y = 0$$

$$0,2 + 0,634 - D_y = 0$$

$$D_y = 0,834 \text{ ton}$$

**Encontrar momentos en los extremos de las columnas**

**Tomamos la sub-columna ED**



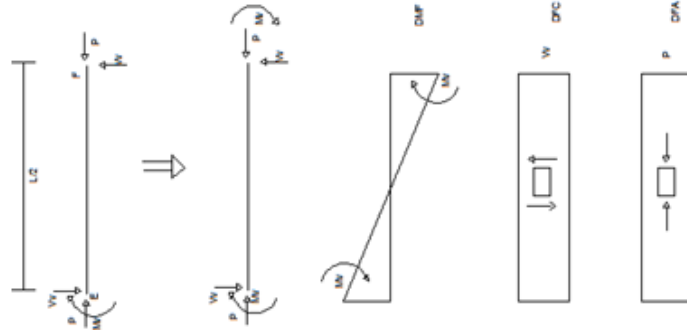
**Figura 6. 19** Momentos en los extremos de las columnas eje Y del sistema aporticado con muros de corte .

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

$$M_c = V_c \cdot \frac{h}{2} = 0,79 \times \frac{3}{2} = 1,19 \text{ ton} - m$$

**Momentos en los extremos de las vigas**

Tomamos la sub-viga EF

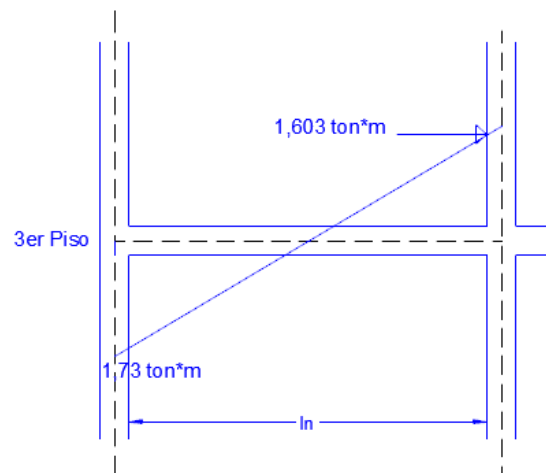


**Figura 6. 20** Momentos en los extremos de las vigas eje Y del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$M_v = V_v \cdot \frac{h}{2} = 0,634 \times \frac{5,445}{2} = 1,73 \text{ ton} - m$$

$$M_E = 1,63 \text{ ton} - m$$



**Figura 6. 21** Determinación del momento en la cara interior de la columna del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Paso 4: Determinar momento Mu**

$$M_u = 1,2 D + 1,6L + 0,5Lr$$

$$M_u = 1,2 (3,91) + 1,6(1,7) + 0$$

$$\mathbf{M_u = 7,412 \text{ ton-m}}$$

**Paso 5:**

$$M_u = 1,2D + L + E$$

$$M_u = (1,2) * (3,91) + (1)(1,7) + (1)(1,63)$$

$$\mathbf{Mu = 8,022 \text{ ton-m}}$$

Se observa que la combinación más desfavorable será la que se considere con el momento por sismo por lo que se debe de diseñar para este tipo de situación.

**Paso 6: Pre-dimensionar vigas**

$$\text{con } f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow Ku = 40,6$$

$$bd^2 = \frac{8,022 \times 10^5}{40,60} = 19758,62 \text{ cm}^3$$

En diseño sismo-resistente, el ancho mínimo de la viga es de  $b=250$  mm, pero se asumirá un  $b=300$  mm.

$$d = \sqrt{\frac{19610,84}{30}} \quad d = 25,7 \text{ cm}$$

Se considerará un  $\Phi_e=10$ mm, 4 cm de recubrimiento y una varilla longitudinal de  $\Phi=20$ mm

Por lo tanto, h a utilizar sería de  $h=316$  mm

**Adoptamos 300 x 400 mm**

## 6.4 Análisis Estructural

### 6.4.1 Hipótesis para la Modelación

La modelación se realizará en el programa ETABS 2013 y se considerará lo siguiente:

- Se le estableció un diafragma a cada piso lo cual hace que sea infinitamente rígido en su plano, por ende, tenemos 3 grados de libertad por piso.
- Las conexiones transfieren momentos y fuerzas.
- Las columnas y las vigas son elementos cuya longitud es mucho mayor que sus dimensiones y por tal motivo se utilizó elementos tipo "Frame" para su modelación.
- Se estableció empotramiento perfecto en los extremos inferiores de las columnas.
- Factores de Agrietamiento

Se debe mencionar que hay que considerar la reducción de la rigidez en los elementos debido a que el programa ETABS 2013 no toma en cuenta la figuración cuando la edificación incurse en el rango inelástico y los elementos disminuyan la flexión.

- Vigas  $I_{agri} = 0.5 I_g$
- Columnas  $I_{agri} = 0.8 I_g$

- Diafragmas  $I_{agri} = 0.6 I_g$  (Solo en los 2 primeros pisos)
- Losas  $I_{agri} = 0.35 I_g$

#### 6.4.2 Propiedades de los Materiales

Se ha considerado las siguientes propiedades para hacer el análisis estructural de edificio:

Hormigón:

- Peso Específico:  $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
- Resistencia a la Compresión:  $f' = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad:  $E = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$

Acero:

- Esfuerzo de Fluencia:  $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad:  $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

#### 6.4.3 Combinación de Carga

Las combinaciones de cargas que se usaron fueron las siguientes:

**Tabla XVIII.** Combinaciones de cargas

COMBINACION 1	1.2 D + 1.6 L
COMBINACION 2	1.2 D + L + Sx
COMBINACION 3	1.2 D + L + Sy
COMBINACION 4	1.2 D + L - Sx
COMBINACION 5	1.2 D + L - Sy
COMBINACION 6	1.4 D

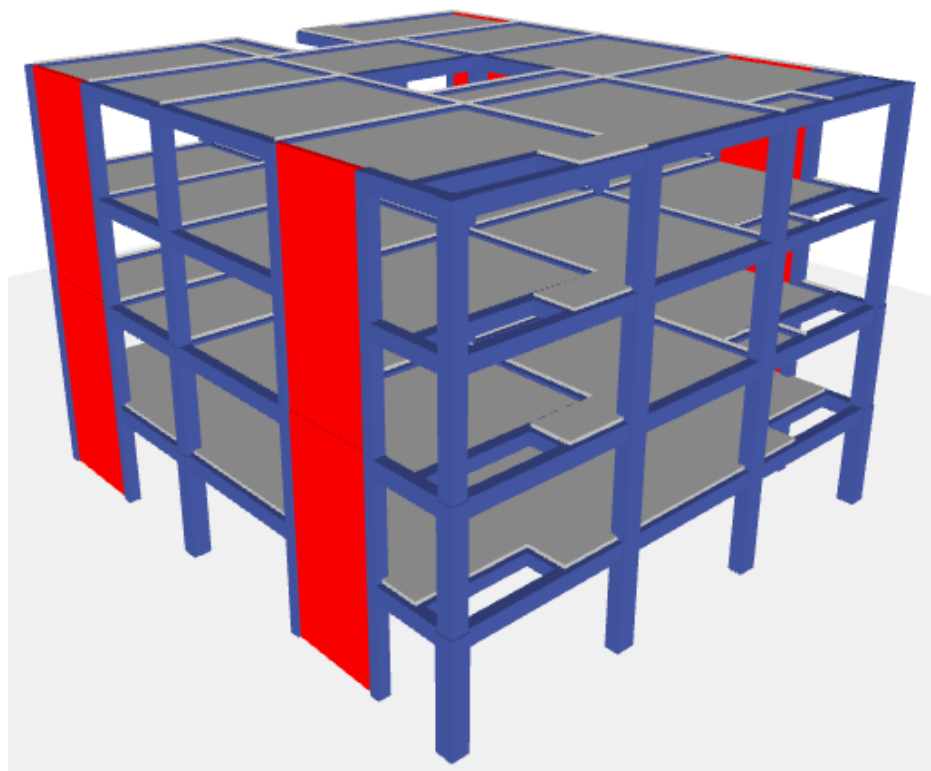
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Donde:

D: Carga Muerta referente al peso propio de la estructura y la sobrecarga.

L: Carga Viva, referente a la sobrecarga de uso definido.

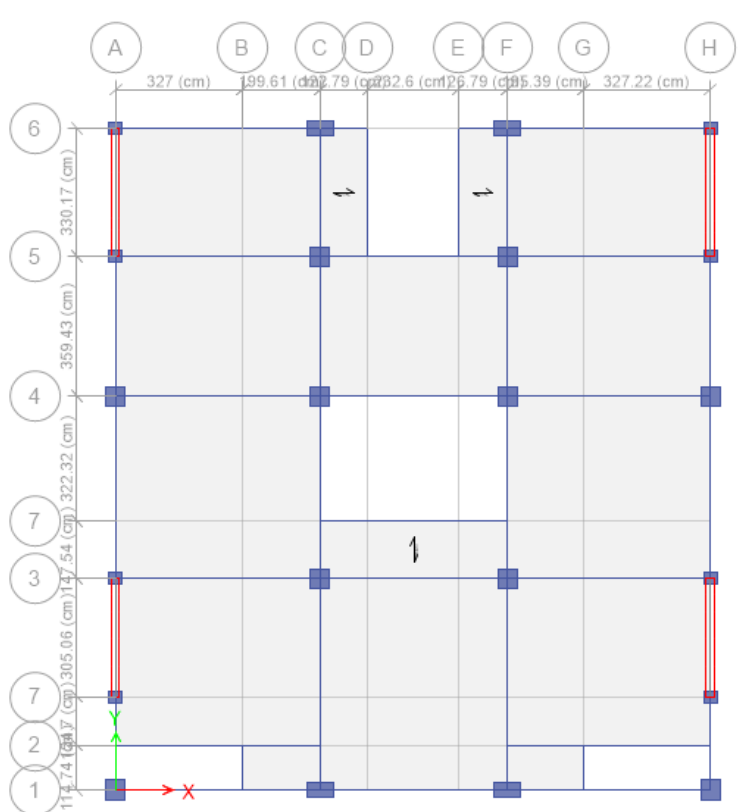
Sx, Sy: Carga sísmica en X e Y, respectivamente.



**Figura 6. 22** Modelo del edificio con sistema dual y aporticado con muros de corte

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018..





**Figura 6. 23** Distribución de las columnas y muro de corte.  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### 6.4.4 Dimensiones finales

##### 6.4.4.1 Columnas

**Tabla XIX.** Secciones finales de columnas del sistema aporticado con muros de corte.

Niveles	1A-4A-3C-4C-5C-3F-4F-5F-1H-4H	1C-6C-1F-6F
ENTREPISO 4 <i>Nv. +9.00 - Nv. +12.00</i>	40X40	40X50
ENTREPISO 3 <i>Nv. +6.00 - Nv. +9.00</i>	40X40	40X50
ENTREPISO 2 <i>Nv. +3.00 - Nv. +6.00</i>	45X45	40X55
ENTREPISO 1 <i>Nv. +0.00 - Nv. +3.00</i>	50X50	40X55

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 6.4.4.2 Vigas

**Tabla XX.** Secciones finales de vigas del sistema aporticado con muros de corte.

Niveles	Secciones	
	Dirección X	Dirección Y
<i>Nv. +12.00</i>	30x40	30x40
<i>Nv. +9.00</i>	30x40	30x40
<i>Nv. +6.00</i>	30x45	30x45
<i>Nv. +3.00</i>	30x45	30x45

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 6.5 Revisión General

Se deberá de revisar el comportamiento global de la estructura por medio de la verificación tanto de los modos de vibración como de las derivas cumpliendo con la normativa específica.

### 6.5.1 Interacción

Los periodos fundamentales deberán ser chequeados luego de tener la estructura con sus respectivas secciones mediante un análisis modal. Además, el cortante basal deberá ser re-calculado con las secciones definitivas de la estructura. El proceso deberá realizarse hasta que, en interacciones sucesivas, la variación de los periodos de vibración sea menor o igual al 10%.

**Tabla XXI.** Periodo de la estructura mediante pre dimensionamiento previo del sistema aporticado con muros de corte

MODO	Periodo
	sec
1	0.457
2	0.355

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXII.** Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado con muros de corte

Modo	Periodo
	sec
1	0.717
2	0.259

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

- EJE X

$$\text{Error} = (0.259 - 0.457) / 0.457 = 56.89 \%$$

- EJE Y

$$\text{Error} = (0.259 - 0.457) / 0.457 = 24.79\%$$

Hay una variación de más del 10%, por lo que se recude a que se re evalúe el periodo de la estructura con el valor obtenido en el ETABS 2013.

Los periodos considerados ahora serán:

**Tabla XXIII.** Periodo de la estructura mediante el programa ETABS 2013 del sistema aporticado con muros de corte

Modo	Periodo
	sec
1	0.717
2	0.259

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 6.5.2 Modos de Vibración

Es necesario chequear que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales, para así garantizar un comportamiento a flexión de los pórticos. En caso de encontrar que en el primer o segundo modo de vibración la torsión, se deberá de modificar la configuración estructural del edificio, para así equilibrar las rigideces laterales en cada sentido evitando que las columnas entren en el rango inelástico.

**Tabla XXIV..Modos de vibración del sistema aporticado con muros de corte.**

Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1	0.717	0.771	0	0	0.771	0	0	0	0.2643	2.48E-06	0	0.2643	2.48E-06
2	0.259	0	0.7243	0	0.771	0.7243	0	0.3139	0	5.39E-06	0.3139	0.2643	7.87E-06
3	0.251	3.04E-05	5.37E-06	0	0.771	0.7243	0	2.24E-06	0.0002	0.7216	0.3139	0.2645	0.7216
4	0.225	0.1385	0	0	0.9095	0.7243	0	0	0.4967	0.0002	0.3139	0.7611	0.7217
5	0.113	0.0561	0	0	0.9656	0.7243	0	0	0.126	7.91E-06	0.3139	0.8871	0.7218
6	0.074	0.0293	0	0	0.9949	0.7243	0	0	0.0939	0	0.3139	0.9811	0.7218
7	0.062	0	0.2181	0	0.9949	0.9424	0	0.508	0	0	0.8219	0.9811	0.7218
8	0.06	7.95E-07	0	0	0.9949	0.9424	0	0	1.54E-06	0.2167	0.8219	0.9811	0.9385
9	0.031	0	0.0481	0	0.9949	0.9905	0	0.1431	0	0	0.965	0.9811	0.9385
10	0.03	0	0	0	0.9949	0.9905	0	0	0	0.0475	0.965	0.9811	0.9859
11	0.024	0	0	0	0.9949	0.9905	0	0	0	0	0.965	0.9811	0.9859
12	0.024	0.0002	0	0	0.9951	0.9905	0	0	0.0007	0.0007	0.965	0.9818	0.9866

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Centers of Mass and Rigidity

1 of 4 | Reload Apply

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s <sup>2</sup> /m	Cumulative Y tonf-s <sup>2</sup> /m	XCCM m	YCCM m	XCR m	YCR m
Story1	D1	23.66884	23.66884	7.658	8.482	23.66884	23.66884	7.658	8.482	7.658	8.4252
Story2	D2	23.36965	23.36965	7.6579	8.489	23.36965	23.36965	7.6579	8.489	7.6584	8.4832
Story3	D3	22.74686	22.74686	7.6577	8.4884	22.74686	22.74686	7.6577	8.4884	7.6589	8.4878
Story4	D4	16.73612	16.73612	7.6575	8.4636	16.73612	16.73612	7.6575	8.4636	7.6592	8.4983

**Figura 6. 24** Centro de masa y rigidez del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXV.** Comparación de CM y CR del sistema aporticado con muros de corte.

Piso	Diafragma	XCM	YCM	XCR	YCR	DIFERENCIA ENTRE	
		m	m	m	m	X m	Y m
Piso 1	D1	7.658	8.482	7.658	8.4252	0	0.0568
Piso 2	D2	7.6579	8.489	7.6584	8.4832	-0.0005	0.0058
Piso 3	D3	7.6577	8.4884	7.6589	8.4878	-0.0012	0.0006
Piso 4	D4	7.6575	8.4636	7.6592	8.4983	-0.0017	-0.0347

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Como se observa en la tabla, los dos modos predominantes son de traslación con **77.1%** de la participación de la masa en la dirección X y **72.43%** de la participación de la masa en la dirección Y, el tercer modo de vibración es de rotación en Z con un porcentaje de **72.16%**. Además, se chequea que la participación de la masa es mayor al 90% por lo que consideramos que está correctamente cogido la cantidad de modos de vibración.

Además, se observa que el centro de masa y el de rigidez están cercanos por lo que se estaría controlando la torsión ya que la excentricidad sería mínima.

### 6.5.3 Derivas de Piso

Se deberá de realizar un control de deformaciones por medio de las derivas inelásticas máximas de piso; donde el diseñador realizara el control pertinente y demostrara que las deformaciones inelásticas son controlables, usando los valores de la inercia agrietada de los

elementos estructurales.

La revisión de las derivas de piso se considerará el valor de la respuesta máxima inelástica en desplazamientos  $\Delta M$  de la estructura, causada por el sismo de diseño.

El cálculo de las derivas de piso incluirá:

- Las deflexiones correspondientes a efectos trasnacionales y torsionales

La deriva máxima inelástica  $\Delta M$  de cada piso deberá calcularse según la siguiente expresión:

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta E$$

**Ecuación 6. 1** Deriva máxima inelástica.

La deriva máxima para determinado piso no deberá sobrepasar los límites de deriva inelástica mostrada en la Tabla11 del Capítulo 5 donde la deriva máxima obtenida será un porcentaje de la altura de piso:

Del programa se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla XXVI.** Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE X del sistema aporcado con muros de corte.

Piso	Elevacion (m)	Ubicación	Sismo X	Sismo Y
Story4	12	Top	0.025809	0.002291
Story3	9	Top	0.020252	0.001598
Story2	6	Top	0.01241	0.000907
Story1	3	Top	0.004417	0.000316
Base	0	Top	0	0

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXVII.** Valores de derivas máximas elásticas obtenidas del programa EJE Y del sistema aporticado con muros de corte.

Piso	Elevacion (m)	Ubicación	Sismo X	Sismo Y
Story 4	12	Top	0.014326	0.003852
Story 3	9	Top	0.011231	0.002685
Story 2	6	Top	0.006878	0.001523
Story 1	3	Top	0.002448	0.000529
Base	0	Top	0	0

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

- Mediante la Norma Nec2015, se realizó el chequeo de las derivas inelásticas de cada eje.

**Tabla XXVIII.** Valores de derivas máximas inelásticas del EJE X y Y del sistema aporticado con muros de corte.

Piso		Dirección X		Dirección y		DRIFT							
Altura m	D elástico m	0.75 D elast m	D real = .75RDelástico m	Dentrep m	Di/hei	D elástico m	0.75D m	D real = .75RDelástico m	Dentrep m	Di/hei	< 0.02		
4	3.00	0.02581	0.0194	0.155	0.033	0.01111	OK	0.0039	0.003	0.023	0.007	0.00232	OK
3	3.00	0.02026	0.0152	0.122	0.047	0.01568	OK	0.0027	0.002	0.016	0.007	0.00234	OK
2	3.00	0.01241	0.0093	0.074	0.048	0.01599	OK	0.0015	0.001	0.009	0.006	0.00198	OK
1	3.00	0.00442	0.0033	0.027	0.027	0.00883	OK	0.0005	0.000	0.003	0.003	0.00106	OK
	12.00												

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Se observa que la edificación cumple las derivas de piso.

## 6.6 Análisis de la Propuestas Planteadas

Se observa que los chequeos realizados a las revisiones del edificio cumplen con lo exigido en la norma NEC2015 ya sea para la verificación de las derivas y del comportamiento traslacional predominantes donde se los resultados obtenidos de la Tabla. XXV. Comparación de CM y CR edificio con muros estructurales nos confirma que el condominio no tendrá excentricidades altas siendo así que no sea propenso a la torsión durante un movimiento telúrico.



## 6.7 Diseño

### 6.7.1 Derivas de Piso

Antes de entrar al diseño de la viga a flexión y corte, se debe chequear que las dimensiones de las secciones escogidas en el pre-diseño se cumplan en base a los requerimientos del código (ACI-318, 2011).

Si  $P_u < \frac{A_g f'_c}{10}$ , entonces,  $P_u$  es depreciable. ACI 318 - 1.5.1.1

**Ecuación 6. 2** Relación de carga sobre un área de influencia.

$\frac{l_n}{d} > 4, ok$  ACI 318 - 21.5.1.2

**Ecuación 6. 3** Relación luz peralte para una viga.

$b_w \geq 250 \text{ mm}$  ok ACI 318 - 21.5.1.3

**Ecuación 6. 4** Mínimo espesor de una viga.

$250 \text{ mm} > 0.3 h, ok$  ACI 318 - 21.3.1.4

**Ecuación 6. 5** Menor dimensión de la base de una viga.

El menor en 21.5.1.3 y 21.3.1.4  $300\text{mm} > 135\text{mm}$ , ok

$b_w < c_2 + \text{menor: } 2c_2 \text{ o } 1.5c_1$  ACI 318 - 21.5.1.4 / 21.3.1.4

**Ecuación 6. 6** Relación entre las secciones de una columna y viga.

$b_w < C1 \text{ o } C2, ok$

#### 6.7.1.1 Diseño a Flexión

El diseño a flexión de una viga debe asegurar ductilidad, por lo que demandará de un refuerzo mayor al mínimo y menor al máximo

para así asegurar que no falle por tracción el hormigón o no llegue a tener un comportamiento dúctil.

Mediante las combinaciones de carga que estarán en base a las sollicitaciones por carga vertical y carga sísmica, se obtendrá una envolvente que representará los valores máximos y mínimos de esfuerzos que estarán sometidos en las vigas.

Según el (ACI-318, 2011):

- Acero mínimo es:  $A_{s\ min} = \frac{14}{f_y} * b * d$  ACI 318 - 21.3.2.1

**Ecuación 6. 7** Refuerzo mínimo a flexión.

- Acero máximo es:  $A_{s\ max} = 0.5 * \rho_b * b * d$ . ACI 318 - 10.3.3

**Ecuación 6. 8** Refuerzo máximo a flexión.

$$\rho_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \quad \text{ACI 318 - 21.5.2.1}$$

**Ecuación 6. 9** Cuantía mínima de acero en una viga.

$$\rho_{max} = 0.025 \quad \text{ACI 318 - 21.3.2.1}$$

**Ecuación 6. 10** Cuantía máxima de acero en una viga.

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

- $M_n^+$  en la cara del nudo  $\geq M_n^- / 2$  -- --CI 3- 21.5.2.2

**Ecuación 6. 11** Acero requerido en los momentos positivos de la viga

- $M_n^+$  en cualquier sección  $\geq M_{n\ max}^- / 4$  ACI 318 - 21.3.2.2

**Ecuación 6. 12** Acero requerido en la mitad de la viga.

- **Longitud requerida de anclaje de refuerzo a flexión en columna exterior ACI 318 - 21.6.1.3.**

El refuerzo longitudinal de la viga que termina en una columna debe prolongarse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse en tracción de acuerdo a la sección 21.7.5 y, en compresión de acuerdo con el Cap. 12.

$$l_{dh \max} = \frac{f_y d_b}{17.2 \sqrt{f'_c}} \geq 8 d_b \text{ o } 150 \text{ mm}$$

**Ecuación 6. 13** Longitud requerida de anclaje de refuerzo a flexión en columna exterior.

#### 6.7.1.2 Diseño a Cortante

Se diseña a Corte en base a la capacidad real de la viga donde la flexión se agotará y entrará en un comportamiento dúctil, por lo que se considerará el endurecimiento del acero mas no se diseñará mediante las solicitaciones a corte que tendrá la viga.

A continuación, se detallará los requerimientos por corte que especifica el código (ACI-318, 2011).

- **Resistencia probable  $M_{pr}$**

$$M_{pr} = A_s * 1.25 f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad \text{ACI 318 - 21.5.4.1}$$

**Ecuación 6. 14** Momento probable.

- **Fuerzas cortantes de diseño**

La fuerza cortante de diseño  $V_e$ , se determinó a partir de:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u l_n}{2} \quad \text{ACI 318 - 21.5.4}$$

**Ecuación 6. 15** Cortante de diseño.

- **Resistencia nominal al corte por acero** ACI 318 - 21.5.4.2

El refuerzo transversal debe diseñarse para resistir cortante suponiendo  $V_c = 0$  la resistencia de aporte del hormigón es nula.

- **Revisión por cortante**

$$V_{smax} = 2.2 \sqrt{f'_c} b d \geq V_s = \frac{V_e}{\phi} - V_c \quad \text{ACI 318 - 11.5.7.9}$$

**Ecuación 6. 16** Refuerzo transversal máximo.

$$1.1 \sqrt{f'_c} b d > V_s \quad \text{ACI 318 - 11.5.5.3}$$

**Ecuación 6. 17** Relación entre los cortante de una viga.

Donde,

$V_s$ : Resistencia nominal al corte proporcionado por el refuerzo de cortante.

$V_c$ : Resistencia nominal al corte proporcionado por el concreto.

$V_e$ : Fuerza cortante (carga gravitacional y carga sísmica).

$\phi = 0.75$  Para cortante y torsión.

- **Diámetro y separación de los estribos** ACI 318 - 11.5.7.2

Los estribos deben ser cerrados para que exista un buen confinamiento en las articulaciones plásticas. La separación de los estribos es:

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

**Ecuación 6. 18** Separación entre estribos

Los límites de espaciamiento del refuerzo transversal ACI 318 - 21.3.3.3

Escoger el menor valor de  $S_{max}$  entre los siguientes casos:

$$\frac{d}{4}, 8d_{b,min}, 24 \phi_e, 300 \text{ mm}$$

**Ecuación 6. 19** Separación máxima de los estribos en una viga.

A continuación, se realizará el diseño de las vigas de nuestro proyecto.

### a.1) VIGAS CON RESPECTO AL EJE X

Se realizará el Diseño al pórtico eje 3 mientras que el resto de pórticos de este sentido estarán en el Anexo B.

Si  $P_u < \frac{A_g f'_c}{10}$ , entonces,  $P_u$  es depreciable. ACI 318 - 21.5.1.1

**Ecuación 6. 20** Relación de carga sobre un área de influencia.

$$\frac{l_n}{d} = 25.51 > 4, ok \quad \text{ACI 318 - 21.5.1.2}$$

**Ecuación 6. 21** Relación luz peralte para una viga.

$$b_w \geq 250 \text{ mm ancho, ok } b=300 \text{ mm} \quad \text{ACI 318 - 21.5.1.3}$$

**Ecuación 6. 22** Mínimo espesor de una viga.

$$250 \text{ mm} > 0.3 h = 135 \text{ mm, ok} \quad \text{ACI 318 - 21.3.1.4}$$

**Ecuación 6. 23** Menor dimensión de la base de una viga.

El menor en 21.5.1.3 y 21.3.1.4  $300\text{mm} > 135\text{mm}$ , ok

$$b_w < c_2 + \text{menor: } 2c_2 \text{ o } 1.5c_1 \quad \text{ACI 318 - 21.5.1.4 / 21.3.1.4}$$

**Ecuación 6. 24** Relación entre las secciones de una columna y viga.

$b_w = 250 \text{ mm} < 500\text{mm}$ , ok Del análisis estructural se obtiene los siguientes momentos.  $M_u$

**Tabla XXIX.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +12.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	6.18	5.22	# 2	20Ø	# 1	20Ø	# 3	9.42	11.12	0.0092
	Apoyo Exterior Pos	3.09	2.61	# 2	16Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Positivo	3.95	3.41	# 2	16Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Apoyo Interior Neg	6.54	5.69	# 2	20Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	3.27	2.84	# 2	16Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
INTERNO	Positivo	1.9	1.64	# 2	16Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Apoyo Interior Neg	6.58	5.69	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	3.29	2.84	# 2	16Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXX.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +9.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	11.04	9.40	# 2	22 Ø	# 1	22 Ø	# 2	11.40	13.16	0.0112
	Apoyo Exterior Pos	5.52	4.70	# 2	22 Ø	# 2	22 Ø	# 4	15.21	16.91	0.0149
	Positivo	6.81	5.89	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Interior Neg	11.18	9.67	# 2	22 Ø	# 2	22 Ø	# 4	15.21	16.91	0.0149
	apoyo Interior Pos	5.59	4.83	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075
INTERNO	Positivo	3.31	2.86	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Interior Neg	11.18	9.67	# 2	22 Ø	# 1	22 Ø	# 3	11.40	13.16	0.0112
	apoyo Interior Pos	5.59	4.83	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018

**Tabla XXXI.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +6.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	12.82	9.57	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	Apoyo Exterior Pos	6.41	4.79	# 2	22 Ø	# 1	22 Ø	# 3	11.40	15.25	0.0097
	Positivo	7.00	5.28	# 2	22 Ø			# 2	7.60	10.49	0.0065
	Apoyo Interior Neg	13.26	9.99	# 2	25 Ø	# 1	25 Ø	# 3	14.73	19.15	0.0126
	apoyo Interior Pos	6.63	5.00	# 2	22 Ø			# 2	7.60	10.49	0.0065
INTERNO	Positivo	3.95	2.98	# 2	22 Ø			# 2	7.60	10.49	0.0065
	Apoyo Interior Neg	13.26	9.99	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.63	5.00	# 2	22 Ø			# 2	7.60	10.49	0.0065

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXXII.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 3 - nivel +3.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	11.58	8.73	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	Apoyo Exterior Pos	5.79	4.36	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	Positivo	7.05	5.31	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.77	9.62	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.385	4.81	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.9	2.94	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.77	9.62	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.385	4.81	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXXIII.** Distribución del acero de refuerzo transversal pódico 3 del sistema aporticado con muros de corte.

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/5	# 1	10 Ø	c/10
Nivel +9.00	# 2	10 Ø	c/5	# 1	10 Ø	c/5
Nivel +6.00	# 2	10 Ø	c/5	# 1	10 Ø	c/5
Nivel +3.00	# 2	10 Ø	c/5	# 1	10 Ø	c/5

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### a.2) VIGAS CON RESPECTO AL EJE Y

Se realizará el Diseño al pódico eje C mientras que el resto de pódicos de este sentido estarán en el Anexo B.

Si  $P_u < \frac{A_g f'_c}{10}$ , entonces,  $P_u$  es depreciable. ACI 318 - 21.5.1.1

**Ecuación 6. 25** Relación de carga sobre un área de influencia.

$$\frac{l_n}{d} = 25.51 > 4, ok \quad \text{ACI 318 - 21.5.1.2}$$

**Ecuación 6. 26** Relación luz peralte para una viga.

$$b_w \geq 250 \text{ mm ancho, ok } b=300 \text{ mm} \quad \text{ACI 318 - 21.5.1.3}$$

**Ecuación 6. 27** Mínimo espesor de una viga.

$$250 \text{ mm} > 0.3 h = 135 \text{ mm, ok} \quad \text{ACI 318 - 21.3.1.4}$$

**Ecuación 6. 28** Menor dimensión de la base de una viga.

El menor en 21.5.1.3 y 21.3.1.4  $300\text{mm} > 135\text{mm}$ , ok

$$b_w < c_2 + \text{menor: } 2c_2 \text{ o } 1.5c_1 \quad \text{ACI 318 - 21.5.1.4 / 21.3.1.4}$$

**Ecuación 6. 29** Relación entre las secciones de una columna y viga.

$$b_w = 250 \text{ mm} < 500\text{mm}, ok$$

Del análisis estructural se obtiene los siguientes momentos.  $M_u$



**Tabla XXXIV.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje C - nivel +12.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	ρ corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	5.3	4.58	# 2	20 Ø	# 1	20 Ø	# 3	9.42	11.12	0.0092
	Apoyo Exterior Pos	2.65	2.29	# 2	16 Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Positivo	3.9	3.37	# 2	16 Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Apoyo Interior Neg	5.2	4.50	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	2.6	2.25	# 2	16 Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
INTERNO	Positivo	1.85	1.60	# 2	16 Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Apoyo Interior Neg	3.46	2.99	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	1.73	1.50	# 2	16 Ø			# 2	4.02	4.99	0.0039

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXXV.** Tabla Diseño a flexión de las vigas de los pórtico eje C - nivel +9.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	ρ corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.22	7.97	# 2	25 Ø			# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Exterior Pos	4.61	3.99	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	15.31	0.0134
	Positivo	6.6	5.71	# 2	25 Ø			# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Interior Neg	9.51	8.22	# 2	25 Ø	# 2	22 Ø	# 4	17.42	18.84	0.0171
	apoyo Interior Pos	4.755	4.11	# 2	25 Ø			# 2	9.82	11.45	0.0096
INTERNO	Positivo	3.13	2.71	# 2	25 Ø			# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Interior Neg	5.31	4.59	# 2	25 Ø			# 2	9.82	11.45	0.0096
	apoyo Interior Pos	2.655	2.30	# 2	25 Ø			# 2	9.82	11.45	0.0096

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018

**Tabla XXXVI.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje C - nivel +6.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.28	6.99	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	4.64	3.50	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	Positivo	6.82	5.14	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	9.48	7.15	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	4.74	3.57	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.13	2.36	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	5.47	4.12	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	apoyo Interior Pos	2.735	2.06	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXXVII.** Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje C - nivel +3.00 del sistema aporticado con muros de corte.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.35	7.05	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	4.675	3.52	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Positivo	6.92	5.22	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	8.98	6.77	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	4.49	3.38	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.16	2.38	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	5.26	3.96	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	apoyo Interior Pos	2.63	1.98	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XXXVIII.** Distribución del acero de refuerzo transversal pórtico C del sistema aporticado con muros de corte

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 5
Nivel +6.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 5
Nivel +3.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 5

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 6.7.2 Columnas

### 6.7.2.1 Diseño a Flexo\*Compresión

El diseño se basa con el uso de los diagramas de interacción el cual nos comprobaría si los valores obtenidos de Demanda estarían dentro de este diagrama verificando así que la capacidad de la columna soportara esa demanda.

Se deberá de determinar el acero longitudinal para la columna el cual en el código nos indica que no puede ser menor que el 1% ni mayor al 6% de la sección, pero en nuestro medio local, se restringe hasta un 3% de la sección.

Se realizará la obtención del refuerzo requerido para una columna interior del primer piso del pórtico interior 3-C donde sus dimensiones son de 50x50 que fueron del pre-dimensionamiento anterior. La resistencia a compresión del hormigón y el esfuerzo de fluencia del acero será:

$$f'_c = 280 \frac{Kg}{cm^2} \text{ y } f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ respectivamente.}$$

Del análisis estructural se obtiene los siguientes resultados.

**Tabla XXXIX.** Carga crítica y momento último del sistema aporricado con muros de corte.

COMBINACION DE CARGAS	Pu (ton)	Mu (ton-m)
1.2 D + 1.6 L	132.922	1.545
1.2 D +E + L	120.544	16.44
0.9+E	68.45	17.5

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

$$P_{u,max} = 23.0 \text{ Ton.} > \frac{A_g f'_c}{10} = 13.0 \text{ Ton} \quad \text{ACI 318 - 21.4.1}$$

**Ecuación 6. 30** Capacidad máxima de una columna.

- **Chequear dimensiones de secciones**

Se deberá de cumplir las siguientes características para las columnas que resisten cargas sísmicas:

Dimensión menor de la sección 50 cm > 30 cm, ok

ACI 318 - 21.4.1.1

La razón entre la dimensión menor de la sección transversal para la dimensión perpendicular =1 > 0.4 ACI 318 - 21.4.1.2

- **Refuerzo longitudinal requerido**

Mediante los resultados del análisis estructural, una columna de 50x50 cm con 4Ø32 ( $\rho_g = 1.29\%$ ), es adecuada para resistir las fuerzas actuantes.

Nótese que  $1\% < \rho_g < 6\%$  ACI 318 - 21.4.3.1

- **Criterio columna fuerte viga débil**

$$\sum M_c(\text{columnas}) \geq \frac{6}{5} \sum M_g(\text{vigas}) \quad \text{ACI 318 - 21.4.2.2}$$

**Ecuación 6. 31** Relación columna fuerte viga débil.

$\Sigma M_c$  : Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.

$\Sigma M_g$  : Suma de los momentos resistente nominales a flexión de la losa que llega a la columna (parte interna).

### 6.7.2.2 Diseño del Refuerzo Transversal

- **Refuerzo de confinamiento**

El refuerzo transversal por confinamiento se suministró en una longitud:

$$l_o \geq \text{peralte del elemento o } \frac{\text{luz libre}}{6} \text{ o } 450 \text{ mm. ACI 318 - 21.4.4.1}$$

**Ecuación 6. 32** Refuerzo transversal por confinamiento

El esparcimiento máximo permitido de estribos rectangulares

asumiendo estribos  $\varnothing 10$  mm.

ACI 318 -21.4.4.2

$$S_{max,min} \left\{ 25\% \text{ dimension menor de columna, } 6d_b \text{ longitudinal, } S_x = 10 + \left( \frac{35+h_x}{3} \right) \right\}$$

**Ecuación 6. 33** Separación máximo permitido de estribos rectangulares para columnas.

- **Refuerzo transversal para cortante**

El diseño a cortante de las columnas se determinó a partir de las fuerzas máximas que se desarrollen en la cara de los nodos.

ACI 318 - 21.4.5.2

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

**Ecuación 6. 34** Refuerzo transversal por cortante.

- **Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas**

Traslapes a tensión Clase B

ACI 318 - 21.4.3.2

Longitud requerida para traslape Clase B=1.3 l<sub>d</sub> ACI 318 -12.15.1

$$l_d = \left[ \frac{1}{3.50} \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \frac{\alpha \beta \gamma \delta}{\left(\frac{c + K_{tr}}{d_b}\right)} \right] * d_b$$

**Ecuación 6. 35** Longitud mínima de traslape para barras verticales de columnas

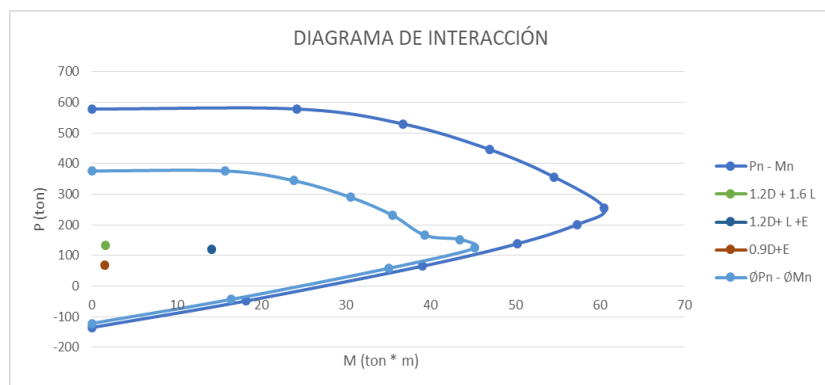
Donde:

$$\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 1, \delta = 1$$

**Tabla XL.**Solicitaciones de la columna del sistema aporticado con muros de corte.

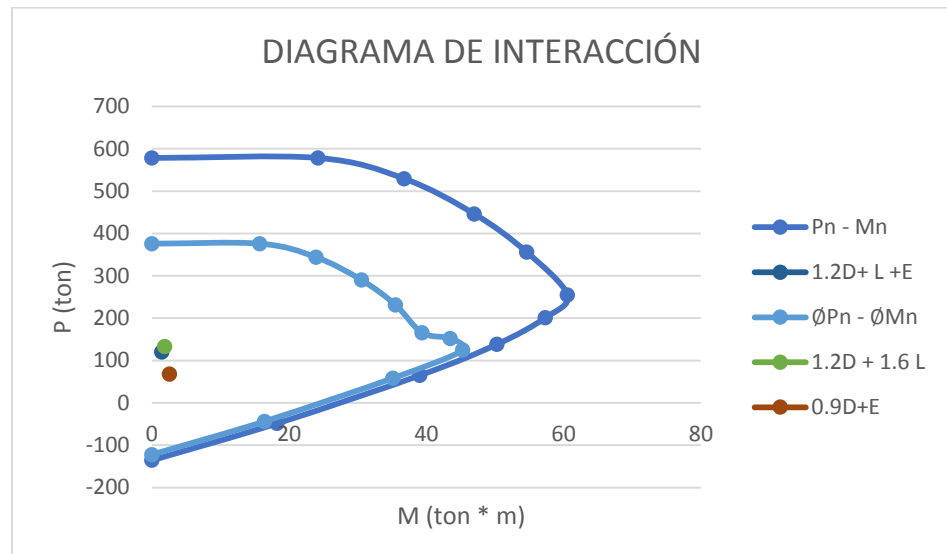
COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	132.79	1.54	132.79	1.86
1.2D+ L +E	120.4	14.9	120.4	1.41
0.9D+E	68.4	9.9	68.4	2.55

**Fuente:** Suárez, C. Vicuña, B.,2018.

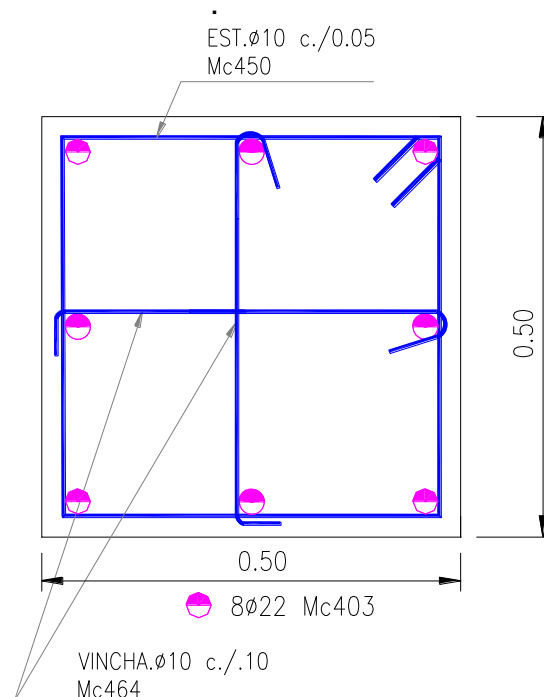


**Figura 6. 25** Diagrama de Interacción EJE X del sistema aporticado con muros de corte.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 26** Diagrama de Interacción EJE Y del sistema aporricado con muros de corte  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 27** Detalle de columna del sistema aporricado con muros de corte  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XLI.** Resumen de columnas del sistema aporricado con muros de corte.

NIVELES	1A - 4A - 3C - 4C - 5C - 3F - 4F - 5F - 1H - 4H	REFUERZO LONGITUDINAL		REFUERZO TRANSVERSAL			
		# var.	∅	Zona Plastica	SEPARACION	Zona Central	SEPARACION
ENTREPISO 4 <i>Nv. +9.00 - Nv. +12.00</i>	40X40	# 8	18 ∅	10 ∅	@ 50mm	10 ∅	@ 100mm
ENTREPISO 3 <i>Nv. +6.00 - Nv. +9.00</i>	40X40	# 8	18 ∅	10 ∅	@ 50mm	10 ∅	@ 100mm
ENTREPISO 2 <i>Nv. +3.00 - Nv. +6.00</i>	45X45	# 8	22 ∅	10 ∅	@ 50mm	10 ∅	@ 100mm
ENTREPISO 1 <i>Nv. +0.00 - Nv. +3.00</i>	50X50	# 8	22 ∅	10 ∅	@ 50mm	10 ∅	@ 100mm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018..



### 6.7.3 Losas

#### 6.7.3.1 Losas en 2 Direcciones

Se realizará el diseño de la Losa mediante el uso de tablas del Ing. Marcelo Romo Proaño, Msc de la Escuela Politécnica del Ejército, donde podremos tener los diferentes coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares sustentadas por vigas perimetralmente que serán sometidas a cargas distribuidas uniformemente. En el Anexo B se indicará las tablas consideradas. Consideraciones requeridas según el (ACI-318, 2011).

#### **Nervadura**

Ancho de la nervadura deber ser mínimo 100 mm y tendrá una altura máxima de 3.5 veces su ancho mínimo.

#### **Espaciamiento entre nervios**

Máximo espaciamiento libre entre nervaduras será de 750 mm.

#### **Flexión**

- Acero mínimo es:  $A_{s\min} = \frac{14}{f_y} * b * d$  ACI 318 - 21.3.2.1

**Ecuación 6. 36** Refuerzo mínimo a flexión.

- Acero máximo es:  $A_{s\max} = 0.5 * \rho_b * b * d$ . ACI 318 -10.3.3

**Ecuación 6. 37** Refuerzo máximo a flexión.

Para la loseta es necesario colocar un refuerzo adicional por retracción y temperatura, del cual su cuantía no debe ser menor a 0.0018 y su separación máxima sea de 5 veces el espesor de la loseta o menor a 45cm.

**Tabla XLII.** Coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares perimetralmente, sometidas a cargas distribuidas uniformes

		Lx/Ly					
		1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
6	$\delta$	406	489	572	644	693	712
	my(-)	839	980	1120	1240	1323	1353
	my(+)	428	525	621	704	761	782
	mx(-)	839	857	852	827	793	764
	mx(+)	428	409	369	310	271	238
2	$\delta$	265	347	443	545	635	691
	my(-)	597	736	899	1071	1222	1317
	my(+)	269	362	473	590	694	759
	mx(-)	718	779	819	829	808	773
	mx(+)	354	368	359	318	239	179
3	$\delta$	265	297	322	339	345	339
	my(-)	718	790	850	888	902	888
	my(+)	354	401	439	464	473	464
	mx(-)	597	586	568	548	532	520
	mx(+)	269	240	205	185	167	177

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XLIII.** Valores de Momentos Positivo y Negativo de cada paño del sistema aporticado con muros de corte.

	$\delta$	mx(-)	mx(+)	my(-)	my(+)	Mx(-)	Mx(+)(T.m)	My(-)(T.m)	My(+)(T.m)	Paño
PANEL- ESQUINA IZQ.	558.65	1097.48	605.56	852.80	375.44	2.74	1.51	2.13	0.94	A-C-6-5
	$\delta$	my(-)	my(+)	mx(-)	mx(+)	My(-)	My(+)(T.m)	Mx(-)(T.m)	Mx(+)(T.m)	Paño
PANEL MEDIO	300.61	798.67	406.49	690.33	234.94	2.51	1.28	2.17	0.74	C-F-3-1
	$\delta$	mx(-)	mx(+)	my(-)	my(+)	Mx(-)	Mx(+)(T.m)	My(+)(T.m)	My(+)(T.m)	Paño
PANEL BORDE MEDIO	354.45	748.66	370.62	782.11	367.30	2.23	1.10	2.33	1.10	A-C-4-3
	$\delta$	mx(-)	mx(+)	my(-)	my(+)	Mx(-)	Mx(+)(T.m)	My(+)(T.m)	My(+)(T.m)	Paño
PANEL INTERMEDIO	331.28	870.74	452.64	557.09	194.09	1.52	0.79	0.97	0.34	C-F-5-4

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XLIV** Resumen de refuerzo que deberá llevar cada nervio del sistema aporticado con muros de corte.

		M (Kg*m/m)		b (cm)	d (cm)	As (cm <sup>2</sup> /m)		As min	As (cm <sup>2</sup> /nervio)	Refuerzo		As, disp (cm <sup>2</sup> /m)
PANEL- ESQUINA IZQ.	A-C-6-5	Mx(-)	2737.2	20	22	Asx(-)	3.54	1.47	1.77	# 1	16 Ø	2.01
		Mx(+)(T.m)	1510.3	100	22	Asx(+)	1.83	1.47	0.91	# 1	12 Ø	1.13
		My(-)(T.m)	2127.0	20	22	Asy(-)	2.70	1.47	1.35	# 1	14 Ø	1.54
		My(+)(T.m)	936.4	100	22	Asx(+)	1.13	1.47	0.73	# 1	10 Ø	0.79
PANEL MEDIO	C-F-3-1	My(-)	2507.5	20	22	Asy(-)	3.22	1.47	1.61	# 1	16 Ø	2.01
		My(+)(T.m)	1276.2	100	22	Asy(+)	1.54	1.47	0.77	# 1	10 Ø	0.79
		Mx(-)(T.m)	2167.4	20	22	Asx(-)	2.76	1.47	1.38	# 1	14 Ø	1.54
		Mx(+)(T.m)	737.6	100	22	Asy(+)	0.89	1.47	0.73	# 1	10 Ø	0.79
PANEL BORDE MEDIO	A-C-4-3	Mx(-)	2231.9	20	22	Asx(-)	2.85	1.47	1.42	# 1	14 Ø	1.54
		Mx(+)(T.m)	1104.9	100	22	Asx(+)	1.34	1.47	0.73	# 1	10 Ø	0.79
		My(-)(T.m)	2331.7	20	22	Asy(-)	2.98	1.47	1.49	# 1	14 Ø	1.54
		My(+)(T.m)	1095.0	100	22	Asx(+)	1.32	1.47	0.73	# 1	10 Ø	0.79
PANEL INTERMEDIO	C-F-5-4	Mx(-)	151.9	20	22	Asx(-)	0.18	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		Mx(+)(T.m)	789.7	100	22	Asx(+)	0.95	1.47	0.73	# 1	10 Ø	0.79
		My(-)(T.m)	971.9	20	22	Asy(-)	1.20	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(+)(T.m)	338.6	100	22	Asx(+)	0.41	1.47	0.73	# 1	10 Ø	0.79

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XLV.** Resumen de refuerzo por temperatura y retracción en la loseta del sistema aporticado con muros de corte.

	b (cm)	d (cm)	p min	As (cm <sup>2</sup> /m)	Refuerzo		As, disp (cm <sup>2</sup> )	Separacion (cm)
A-C-6-5	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8∅	0.5027	25
C-F-3-1	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8∅	0.5027	25
A-C-4-3	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8∅	0.5027	25
C-F-5-4	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8∅	0.5027	25

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 6.7.3.2 Losas en 1 Direcciones

Mediante el uso de la tabla 9.5 (a) del código (ACI-318, 2011)(referencia del código) de la sección 9.5.2 de la cual se obtendrá un espesor mínimo el cual le da rigidez a la losa para así no realizar el cálculo de las deflexiones.

**Tabla XLVI.** Espesores mínimos de Losas nervadas en una dirección

	Espesor mínimo, <i>h</i>			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
<b>Elementos</b>	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

**Fuente:** (ACI-318, 2011).

Del cual se obtuvo un espesor mínimo de  $h = (4.45\text{m}) / 18.5 = 0.24$  m por lo cual se considerará un espesor de  $h = 0.25$  m.

Se realizó el diseño de la losa en una dirección con el método de los coeficientes del ACI.

Para la loseta es necesario colocar un refuerzo adicional por retracción y temperatura, del cual su cuantía no debe ser menor a 0.0018 y su separación máxima sea de 5 veces el espesor de la loseta o menor a 45cm.

**Tabla XLVII.** Momentos obtenidos en los tramos interno y externo

PISOS	MOMENTO TRAMO EXT		MOMENTO TRAMO INT	
	(-)	(+)	(-)	(+)
Piso 1-2-3	0.13064701	0.08398736	0.048992628	0.073488942
Cubierta	0.06772283	0.0435361	0.02539606	0.03809409

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XLVIII.** Refuerzo a considerar en los nervios

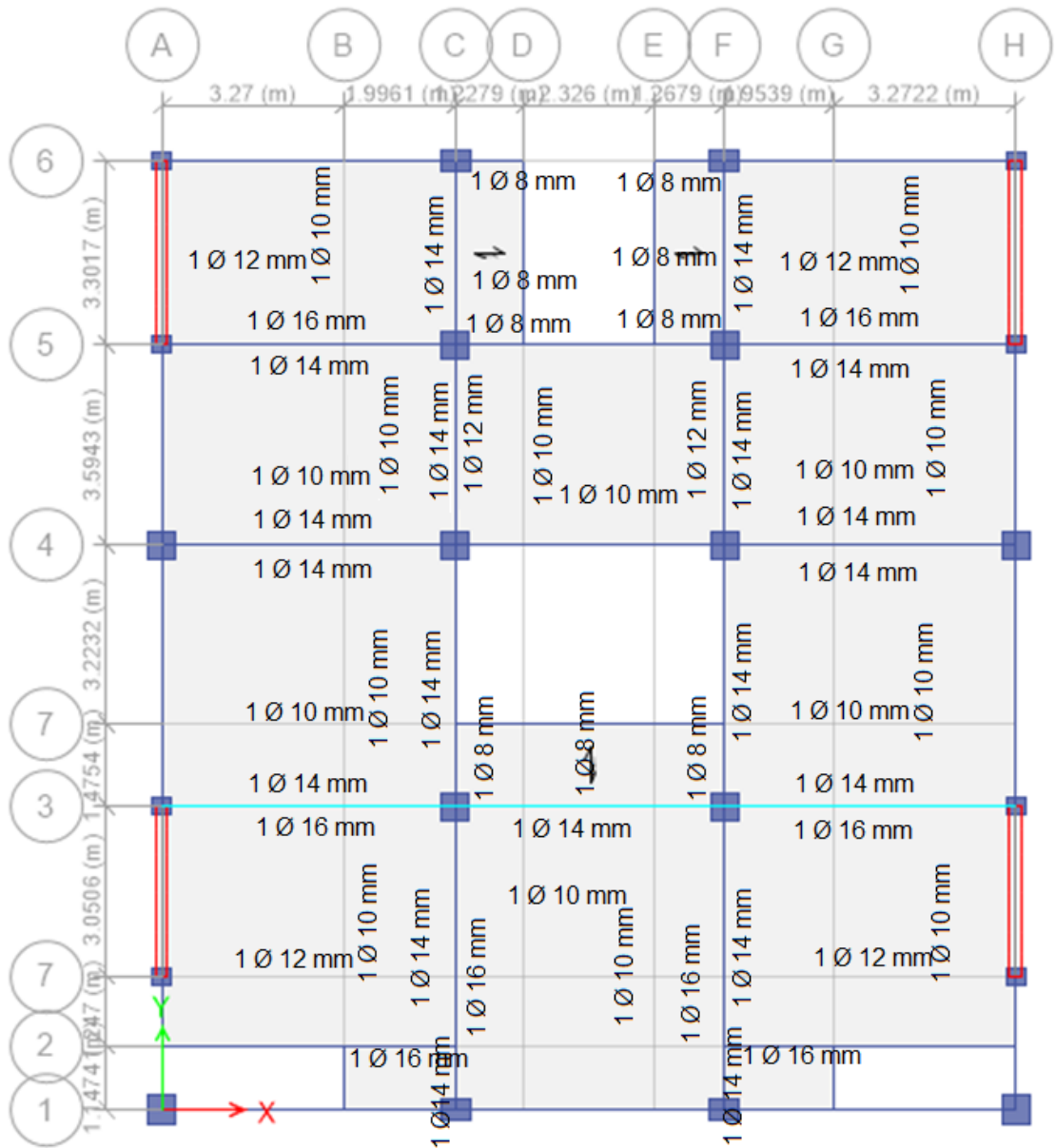
		As,req (cm2)	REFUERZO		As, disp (cm2)
RESTO DE PISOS	(-)	0.165	1	8	0.503
	(+)	0.106	1	8	0.503
CUBIERTA	(-)	0.086	1	8	0.503
	(+)	0.055	1	8	0.503

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XLIX.** Resumen de refuerzo por temperatura y retracción en la loseta

	b (cm)	d (cm)	p min	As (cm2/m)	Refuerzo		As, disp (cm2)	Separacion (cm)
Resto de pisos	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8 $\emptyset$	0.5027	25
Cubierta	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8 $\emptyset$	0.5027	25

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 28** Resumen grafico de refuerzo en los nervios de las losas en 1 y 2 direcciones

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 6.7.4 Muros de Corte

Según el (ACI-318, 2011), Los muros de corte con respecto a su comportamiento estructural depende de su relación de aspecto.

### 6.7.4.1 Relación de Aspectos

Los muros de corte pueden clasificarse como altos o bajos mediante el cociente entre la altura ( $h_w$ ) y su longitud ( $l_w$ ).

#### Muros Estructurales Altos

Si  $\frac{h_w}{l_w} > 3$  | (Liliana Moraima Barros Bastidas, 2015) se catalogara como muro alto lo que conlleva a que el muro se comporte como una viga en voladizo. Para este tipo de casos, siempre predomina los efectos de la flexión, aunque aparecerá una carga axial que será pequeña.

Se debe de considerar que en los primeros pisos se generaran momentos y cortantes que serán muy importantes de tenerlos presentes ya que esto generaría que se pandee o se aplaste el hormigón en su extremo comprimido; Por lo cual, se deberá de confinar el refuerzo longitudinal realizando columnas con mayor cantidad de estribos.

#### Muros Estructurales Bajos

Cuando la relación  $\frac{h_w}{l_w} < 2$ , se considerara como un muro bajo donde su comportamiento será a Corte y no se agotara la flexión.

Su resistencia y rigidez a cargas laterales son muy elevadas. (Liliana Moraima Barros Bastidas, 2015).

#### 6.7.4.2 Refuerzo Longitudinal y Transversal

Según el (ACI-318, 2011), se debe de cumplir los siguientes requerimientos:

##### Cuantía de refuerzo vertical y transversal:

- a) Cuantía de acero longitudinal  $\rho_l \geq 0.0025$  ACI 318 - 21.9.2.1
- b) Cuantía de acero transversal  $\rho_t \geq 0.0025$  ACI 318 - 21.9.2.1
- c) Separación máxima será de 45 cm ACI 318 - 21.9.2.1

Emplear al menos dos capas de refuerzo si:

$$V_u \geq 0.53 * A_{cv} * \sqrt{f'_c} \quad \text{ACI 318 - 21.9.2.2}$$

##### **Ecuación 6. 38** Verificación de usar 2 mallas.

Donde:

$A_{cv}$ : Área bruta de concreto debido al ancho del alma por la longitud de la sección.

$f'_c$ : Resistencia a la compresión del hormigón

#### 6.7.4.3 Refuerzo por Cortante

Los muros de corte deberán de tener un comportamiento dúctil debido a la fluencia del acero longitudinal en la base de la estructura.



Se deberá tener presente que acción predomina en el muro ya que de eso dependerá su diseño el cual, si la flexión actúa primordialmente, su diseño será basado en su capacidad mientras que, si fuera de Corte, el diseño será hecho con sus solicitaciones ultimas.

Según (ACI-318, 2011), se debe de cumplir los siguientes requerimientos:

$$\phi V_n \leq \phi * A_{cv} * (\alpha_c * \lambda * \sqrt{f'_c} + \rho_t * f_y) \quad \text{ACI 318 - 21.9.4.1}$$

**Ecuación 6. 39** Resistencia nominal al cortante

**Tabla L.** Valores de  $\alpha_c$ .

$\alpha_c$	Condición
0.8	$\frac{h_w}{l_w} \leq 1.5$
$0.8 - 0.54 * \frac{h_w}{l_w} - 1.5$	$1.5 < \frac{h_w}{l_w} < 2$
0.53	$\frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Donde:

$A_{cv}$ : Área bruta de concreto debido al ancho del alma por la longitud de la sección.

$\lambda$ : Factor de modificación que tiene en cuenta las propiedades mecánicas del concreto

Para segmentos verticales de muro que resistan una fuerza lateral en común:

$$V_n \leq 2.12 * A_{cv} * \sqrt{f'_c} \quad \text{ACI 318 - 21.9.4.4}$$

**Ecuación 6. 40** Chequeo del cortante nominal

#### **6.7.4.4 Diseño a Flexión y Carga Axial**

Según (ACI-318, 2011):

Los muros estructurales y sus partes deben diseñarse por flexo-compresión, mediante procedimientos normalmente usados en columnas. ACI 318-21.9.5.1

Nuestro proyecto se considerará usar el diagrama de interacción el cual nos servirá para verificar si las fuerzas axiales y momentos actuantes en el elemento estarán dentro de la curva de capacidad y si no es el caso, se deberá de colocar más área de refuerzo vertical.

#### **6.7.4.5 Elementos de Borde**

El requerimiento de emplear elementos especiales de borde en los límites verticales de muros estructurales se evalúa de acuerdo a lo siguiente:

##### **a) Diseño basado en desplazamiento lateral**

Se realiza este diseño para muros donde son efectivamente continuos desde la base de la estructura hasta la parte superior del muro y diseñados para una única sección crítica para flexo-compresión deberán ser reforzadas con elementos especiales de borde en las zonas de corte cuando (ACI-318, 2011):

$$c \geq \frac{l_w}{600 * \left(\frac{\delta_u}{h_w}\right)} \quad \text{ACI 318 - 21.9.6.2}$$

**Ecuación 6. 41** Profundidad del eje neutro del análisis de compatibilidad

Dónde:

C: Mayor profundidad del eje neutro para Mn y Pu cuando se alcanza el desplazamiento de diseño  $\delta_u$ .

Además, se deberá de considerar para la ecuación anterior, que:

$$\left(\frac{\delta_u}{h_w}\right) \geq 0.007 \quad \text{ACI 318 - 21.9.6.2}$$

Refuerzo vertical en el elemento de borde, deberá extenderse desde la sección crítica en una distancia no menor que la mayor que (ACI-318, 2011):

$$l_w \quad \text{ACI 318 - 21.9.6.2.b}$$

$$M_u / (4V_u) \quad \text{ACI 318 - 21.9.6.2.b}$$

**Ecuación 6. 42** Refuerzo Vertical en el elemento especial de borde

Refuerzo horizontal en el elemento de borde colocados en los extremos, deberá extenderse desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el valor mayor entre:

$$c/2$$

ACI 318 - 21.9.6.4.a

**Ecuación 6. 43** Refuerzo horizontal en el elemento especial de borde

#### 6.7.4.6 Refuerzo Transversal en el Elemento de Borde

El refuerzo transversal deberá de satisfacer los requerimientos de confinamiento de columnas.

Por medio de las Ecuación 1. Refuerzo transversal por confinamiento y Ecuación 2 Separación máximo permitido de estribos rectangulares para columnas, se obtiene el refuerzo transversal en los elementos de borde.

Deberá de cumplir el confinamiento para las siguientes clases:

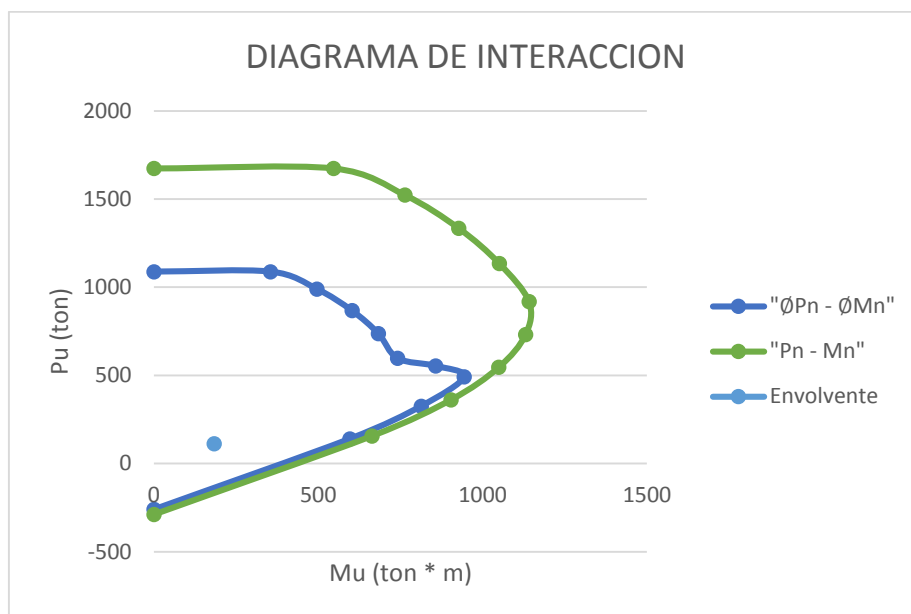
- Confinamiento en los elementos de borde
- Confinamiento en el alma

#### 6.7.4.7 Diseño del Muro 1 del EJE A

**Tabla LI.** Solicitaciones de diseño del Muro 1

COMBINACION	Pu (ton)	Mu ( ton*m )
Envolvente	112.43	183.04

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 29** Diagrama de Interacción del Muro 1  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LII** Acero de Refuerzo en el alma

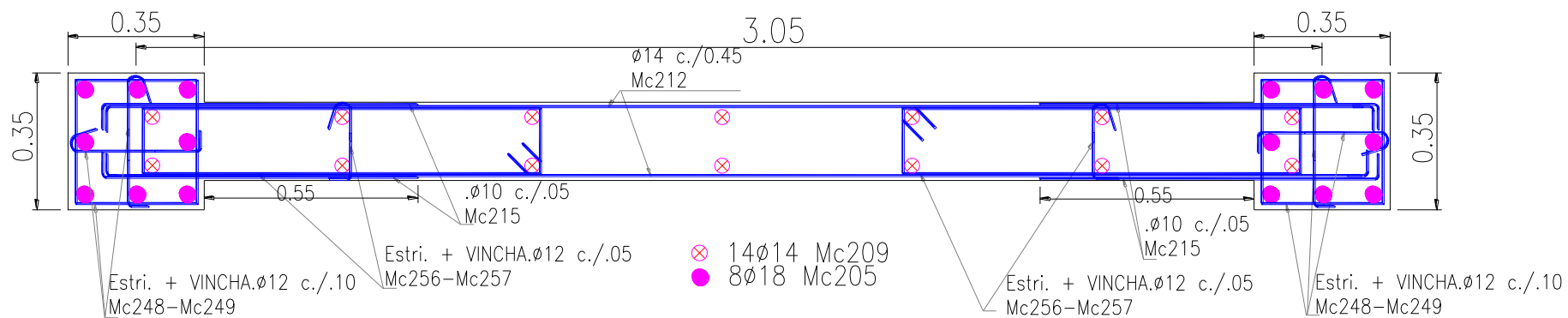
Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	340	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
Ø varilla	14	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
Ø varilla	14	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
Ø varilla	12	mm
Separacion	7.5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
Ø varilla	12	mm
Separacion	7.5	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LIII** Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
$f_y$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$f'_c$	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
Ø varilla	18	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
Ø varilla	12	mm
Separacion	15	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



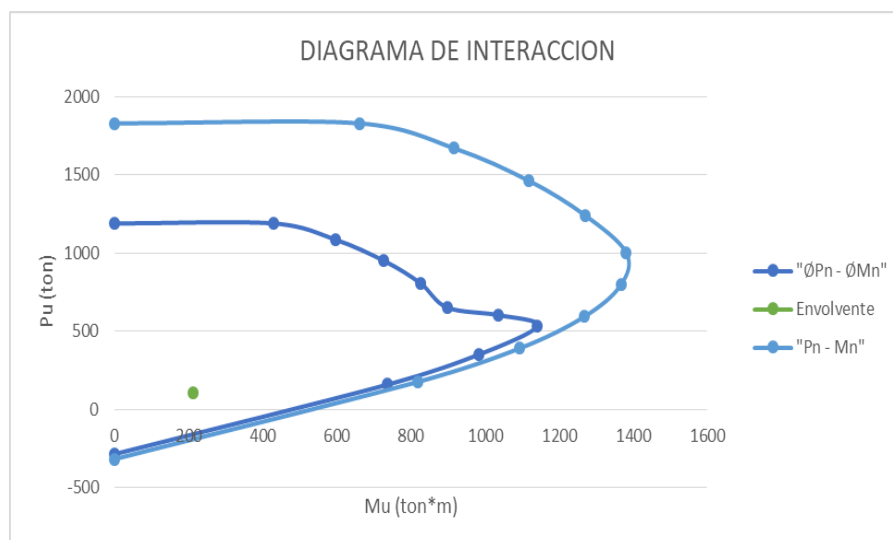
**Figura 6. 30** Detallamiento del muro 1 del portico  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 6.7.4.8 Diseño del Muro 2 del EJE A

**Tabla LIV.** Solicitaciones de diseño del Muro 2

COMBINACION	Pu (ton)	Mu ( ton*m )
Envolvente	106.93	211.74

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 31** Diagrama de Interacción del Muro 2

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Tabla LV. Datos del alma**

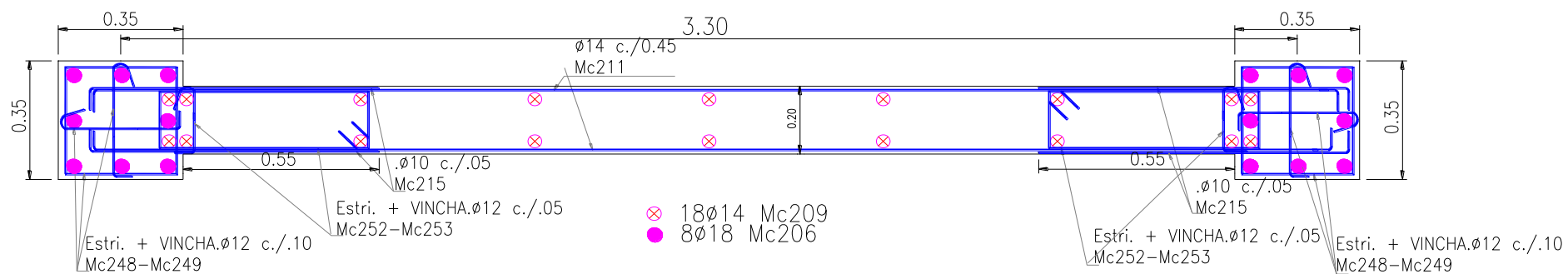
Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	330	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	14	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	14	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	12	mm
Separacion	7.5	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LVI. Datos del elemento de Borde**

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	18	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	15	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 32** Detallamiento del muro 2 del portico A  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 6.8 Cimentación

La cimentación es la sub estructura que está encargada de transmitir al suelo las cargas del condominio. El objetivo es ejercer una presión al suelo que pueda resistirla.

Se realizará el diseño de una zapata corrida en una dirección ya que las dimensiones requeridas para una zapata aisladas eran grandes debido a que sus cargas son considerables lo que generaría en un diseño inadecuado. Además, la estructura consta de muros estructurales que son los encargados de resistir mayormente las fuerzas de sismo y donde se debe de tener muy en cuenta los momentos debido a los muros para el cálculo del ancho de la zapata. Por ende, se va a considerar la zapata en la dirección donde se encuentren los muros estructurales ya que ayudara a la cimentación a resistir los momentos transmitidos por estos.

Se deberá de tener en cuenta que el esfuerzo obtenido por medio de la descarga que tiene la estructura al suelo no sea mayor al esfuerzo admisible de este para así evitar inestabilidad de la estructura por asentamientos excesivos.

Por medio de las características físicas del suelo, se asumió lo siguiente:

Esfuerzo admisible del suelo :  $\sigma_{adm} = 40 \text{ Ton/m}^2$

**Tabla LVII.** Descargas de carga Muerta de Columnas y Muro

Descargas Muerta				
Ejes	A	C	F	H
6	19.75	31.280	31.350	19.67
	14.04			13.98
	13.54			13.46
5	17.52	56.390	56.210	17.42
4	41.580	57.640	57.380	41.340
3	22.94	77.560	77.250	22.86
	15.25			15.18
	14.07			14.01
8	18.6			18.51
1	16.900	53.260	52.130	16.760

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LVIII.** Descargas de carga Viva de Columnas y Muro

Descargas Viva				
Ejes	A	C	F	H
6	4.5	7.260	7.290	4.47
	3.11			3.09
	2.96			2.93
5	3.81	16.760	16.740	3.77
4	11.810	17.140	17.040	11.720
3	5.82	24.820	24.700	5.79
	3.74			3.72
	3.31			3.29
8	4.25			4.21
1	2.250	14.250	14.170	2.210

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Se realizará el pre dimensionamiento de la Zapata del Eje A y el resto de zapatas tendrá el mismo diseño.

**Tabla LIX.** Datos de la cimentación.

DATOS		
qa	40.00	t/m <sup>2</sup>
Df	1.15	m
f'c	250.00	kg/cm <sup>2</sup>
fy	4,200.00	kg/cm <sup>2</sup>
c	50.00	cm
qs	2.3	t/m <sup>2</sup>
qe	37.70	t/m <sup>2</sup>

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla** Datos de Descargas

Pd	937.83	t
Pl	250.93	t
Pu	1,526.88	t
qu	22.39	t/m <sup>2</sup>
B	1.40	m
pu	31.34	t/m
r	4.00	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Mediante el uso del método de coeficientes del ACI, se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla LX.** Obtención de momentos y cortantes por el método de coeficientes del ACI.

Luces	L1	5.45	L3	4.7	L4	3.6	L5	3.3	L6
Coef ACI +	0.07		0.06		0.07		0.06		0.07
Coef ACI -	0.06	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.06
Mu+	45.50		29.61		19.85		14.60		16.68
Mu-	39.81	55.23	50.21	33.58	36.93	23.20	23.20	23.35	14.60
Luces	L1	5.45	L3	4.7	L4	3.6	L5	3.3	L6
Coef ACI +	0.58		0.50		0.50		0.50		0.58
Coef ACI -			0.50		0.50		0.50		0.58
Vu +	67.20		50.40		38.60		35.38		
Vu -			58.44		50.40		38.60		40.69

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LXI.** Diseño de Zapata

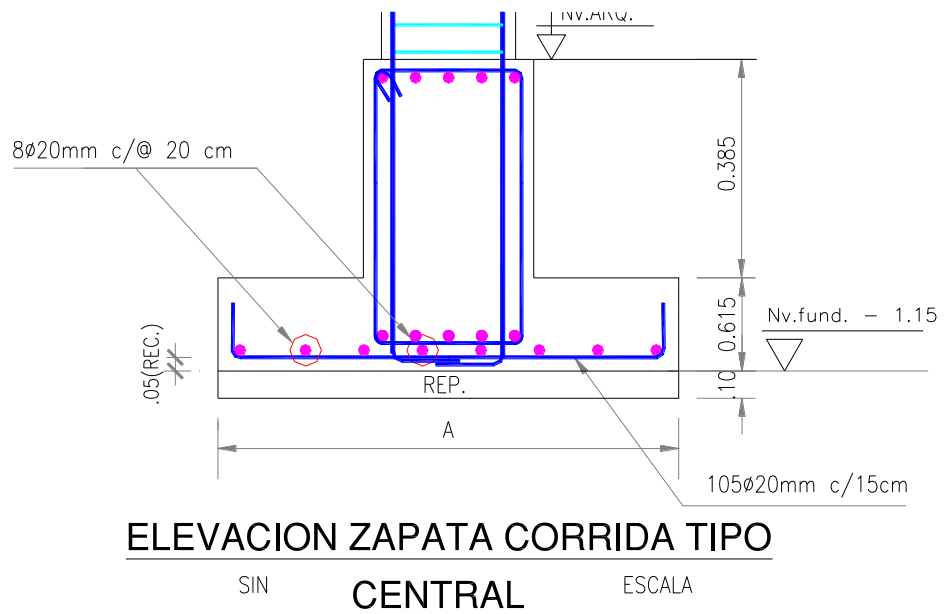
ZAPATA				
d,min	54.1890954	cm	OK	
d	55.00	cm		
h	61.50	cm		
REFUERZO TRANSVERSAL (POR FLEXION)				
qu	13.403125	t/m/m	Ok	
xf	0.55	m		
Mu	2.03	tm/m		
As,r	1.08343897	cm <sup>2</sup> /m		
As,min	18.33333333	cm <sup>2</sup> /m		
Nb	6.00			
db	20.00	mm		
As	18.85	cm <sup>2</sup>		
s	16.6666667	cm/m		
S, usar	15.00	cm/m		
REFUERZO LONGITUDINAL				
As,t	15.84	cm <sup>2</sup>		Ok
Nb	7.00			
db	20.00	mm		
As	21.99	cm <sup>2</sup>		
s	24.1666667	cm		
s, usar	20.00	cm		

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LXII.** Diseño de la Viga

Diseño de Viga		
Vu	67.20	t
Mu	55.23	tm
bw	70.00	cm
d	46.65476932	cm
d	55.00	cm
dc	5.5	cm
h	60.5	cm
H	100.00	cm
As,r	17.35481716	cm <sup>2</sup>
As,min	21.82833333	cm <sup>2</sup>
Nb	5.00	
db	25.00	mm
As	24.54369261	cm <sup>2</sup>
Vc	125.43	t
Vs,r	-35.82801751	t
W'	-0.091186321	cm <sup>2</sup> /cm
W'mi	0.06	cm <sup>2</sup> /cm
dbe	12.00	mm
# estribos	1	cm <sup>2</sup>
# ramas	2	cm <sup>2</sup>
Av	2.261952	cm <sup>2</sup>
s,req	38.77632	cm
Smax1	13.75	cm
Smax2	60	cm
S,req	13.75	cm
S,usar	10.00	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Figura 6. 33** Detalle de zapata corrida en dirección eje Y  
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



# **CAPÍTULO 7**

## **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

## 7.1 Introducción

Es un requisito muy fundamental para una obra civil realizar un estudio de impacto ambiental, iniciando con la etapa de pre-factibilidad. Este proceso se efectúa con la finalidad de prevenir, disminuir y eliminar con las respectivas medidas de control y mitigación de los riesgos ambientales que se producen antes, durante y después de la construcción.

Se aspira llevar un apropiado manejo ambiental, que nos certifique la seguridad del entorno, de tal forma que las personas que rodean el sitio de construcción obtengan un ambiente saludable y libre de algún contaminante. El proceso que se debe llevar para un correcto manejo ambiental es cumplir con lo estipulado en el texto “Código Orgánico del Ambiente” (COA)

El objetivo del estudio es identificar las fases durante la construcción y determinar los aspectos significativos que pueden causar un impacto ambiental. La mejor herramienta para determinar los impactos es la matriz de causa y efecto. La más conocida y eficaz es la Matriz de Leopold que nos ayudara a una buena evaluación de impacto ambiental

Por medio de los resultados obtenidos de la matriz de Leopold y siguiendo la normativa correspondiente se realiza un informe final de la evaluación de impacto ambiental.

## **7.2 Objetivos**

### **7.2.1 Objetivo General**

- Realizar la evaluación de Impacto Ambiental producido por las fases de la construcción del condominio de 4 plantas en la Urbanización Puerto Alegre vía a la Costa, de esta manera poder conocer los impactos o nivel de afectación al entorno natural de la zona del proyecto y certificar que el desarrollo de las actividades sea ambientalmente viable.

### **7.2.2 Objetivos específicos**

- Establecer el tipo de permiso ambiental que corresponde a la actividad.
- Identificar los diferentes subprocesos que rigen (Construcción del condominio de 4 plantas en la Urbanización Puerto Alegre vía a la Costa) con sus respectivas entradas y salidas.
- Realizar el diagrama de flujo que corresponde a el proceso mencionado.
- Determinar y valorar los aspectos e impactos ambientales mediante las matrices de magnitud y peligrosidad.
- Determinar los impactos significativos que se generó en la evaluación de la matriz de magnitud y peligrosidad.
- Determinar el Marco Legal aplicable al proyecto citando las Normas Constitucionales, Código Orgánico del Ambiente, Leyes Orgánicas, Leyes Ordinarias, Normas Regionales, Ordenanzas, Normas Técnicas, etc.

- Analizar los posibles impactos al Medio Biótico, Medio Abiótico y Medio Antrópico.
- Elaborar el informe del Impacto Ambiental

### **7.3 Marco Legal**

Este documento se efectuó según las leyes, reglamentos y ordenanzas nacionales y municipales para la ubicación del proyecto.

#### **7.3.1 Legislación y Normativa Ambiental Nacional**

**Constitución de la República del Ecuador (R.O. N°449 publicada el 20 de octubre del 2008 y última modificación 21 de diciembre del 2015)**

Se referenciará en los siguientes artículos: art. 14, art. 15, art. 72, art. 397. En resumen, estos artículos reconocen los derechos del buen vivir que trata derecho que tiene la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, también derecho de la naturaleza que trata de los casos del impacto al medio ambiente que, si es grave o permanente, incluidos los ocasionado por la explotación de los recursos naturales no renovables. Pero el estado aplicará medidas para precautelar actividades que afecten a las especies en peligro de extinción garantizando un modelo sustentable de desarrollo, conservando la

biodiversidad y regeneración de los ecosistemas sin olvidar las políticas que restringen los impactos ambientales negativos. (Constitución de la República del Ecuador , 2011)

**Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental CODIGO ORGANICO DEL MABIENTE, TITULO II, V. Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril del 2017: art. 170, art. 173, art. 175, art. 178, art. 180, art 181, art. 191, art 192, art. 194, art 196, art. 197, art. 224, art. 225, art. 228, art. 233 y art. 238.** Establecen una metodología para medir los impactos ambientales en función a las actividades o proyectos propuestos sin olvidar los objetivos de la evaluación de impactos ambientales. (COA, 2017)

## **7.4 Descripción del Proyecto**

### **7.4.1 Descripción de área de estudio**

La información detallada del proyecto de estudio y su ubicación se encuentra mencionado en el Capítulo 1 y 2.

### **7.4.2 Catálogo de Categorización**

Para conocer el tipo de permiso ambiental (Certificado, Registro Ambiental o Licencia Ambiental) a la que pertenece el proyecto, se realiza una CONSULTA DE ACTIVIDADES AMBIENTALES a través del SUIA.

Se puede verificar por el área de construcción que tipo de permiso ambiental va a regir en nuestro proyecto. Como se observa en la Figura 7.1, nos otorgó un Certificado Ambiental, ya que, el área de la construcción se encuentra en el rango de 0 a 5000m<sup>2</sup>.

**Figura 7. 1** Consulta de actividades ambientales.

**Fuente:** Sistema Único de Información Ambiental (SUIA , 2016)

### 7.4.3 Identificación de los Subprocesos

**Tabla LXIII.** Subprocesos

SUBPROCESOS	
COL. 1	DESCRIPCION
	<b>OBRAS PRELIMINALES</b>
1	CERRAMIENTO PROVISIONAL H=2.40 m
2	BODEGAS Y OFICINA
3	LIMPIEZA Y MOVIMIENTO DE TIERRA
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>
4	REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPO TOPOGRÁFICO
5	RELLENO COMPACTADO
6	EXCAVACIÓN DEL CIMIENTOS Y ZAPATAS
	<b>CIMIENTO Y ESTRUCTURAL</b>
7	ARMADO(ACERO DE REFUERZO)
8	ENCOFRADO(TABLAS,CUARTONES Y CLAVOS)
9	HORMIGONADO SIMPLE( $f'c=280\text{kg/cm}^2$ )

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 7.4.4 Diagrama de Flujo de los Subprocesos

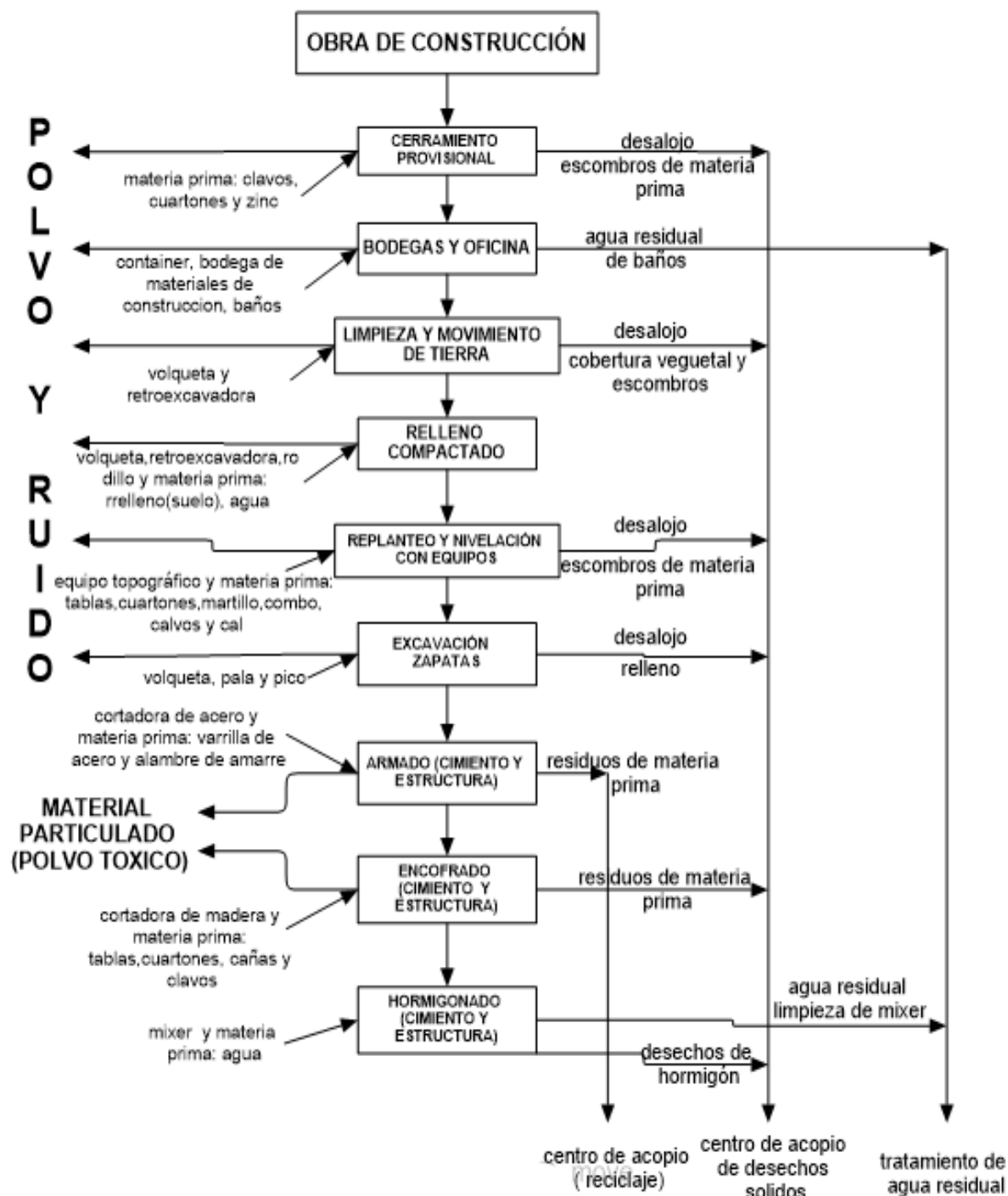


Figura 7. 2 Diagrama de flujo de los subprocesos .  
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### **7.4.5 Descripción de los Subprocesos**

##### **CERRAMIENTO PROVISIONAL**

La zona donde se levantará la construcción deberá de aislarse completamente, mediante el uso de planchas de zinc, cuarterones y clavos, que será colocado como cerramiento provisional siguiendo el perfil del terreno.

##### **BODEGAS Y OFICINA**

Sitios previos que son necesarios disponer para obtener condiciones de orden (bodegas y oficina), administración, seguridad y salud en la obra o construcción que se vaya a realizar, las mismas que serán desplazadas según el avance de los trabajos, pero deberán permanecer estas instalaciones hasta la conclusión de las obras.

##### **LIMPIEZA Y MOVIMIENTO DE TIERRA**

Su finalidad es la eliminación de toda clase de basura, obstáculos, vegetación existente y también remover material de suelo que no tenga las propiedades óptimas para la obra. Para poder realizar de mejor manera los trabajos de construcción de la obra, por medio del acarreo del material que será destinado a centros de acopio de desechos sólidos.



### **RELLENO COMPACTADO**

Compactación de las áreas donde se realizará la obra y que será ejecutados de conformidad con los detalles mostrados en los planos, utilizando el equipo necesario para aquella actividad.

### **REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPOS**

Se referirá al trabajo topográfico necesario para la materialización de los ejes que conformara la construcción del condominio mediante vallas donde se realizan apropiadas marcas. Cada eje o alineamiento estará definido por sus respectivos pares de vallas.

### **EXCAVACIÓN DE ZAPATAS**

Es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto por medios manuales, utilizando pico y palas, o ya sea en forma mecánica con retroexcavadoras, con respecto al ancho y profundidad deba ser de tamaño adecuadas a las dimensiones de los cimientos que se van a construir.

### **ARMADO CIMIENTO Y ESTRUCTURA)**

Se refiere al proceso de conformación de la zapata y la armadura con varillas corrugadas que nos indican los planos definidos para la disposición de zapatas en una dirección, vigas de amarre, vigas,

columnas, etc.; realizando un proceso de corte, amarre de las varillas para implantarla en la obra.

### **ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)**

Proceso al cual se utiliza moldes de madera o de metal destinados a contener el hormigón hasta su endurecimiento o fraguado. Mediante moldes de manera, se deberá realizar el corte para tener las medidas que se utilizara y serán unidas mediante clavos.

### **HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)**

Hormigón que se deposita en el lugar donde se necesite como parte de la estructura. Este debe ser vibrado teniendo cuidado de tocar la armadura ya que sirve para evitar la realización de ratoneras.

## **7.5 Identificación y Evaluación de Impacto Ambiental**

### **7.5.1 Consideración de Aspectos Ambientales**

**Tabla LXIV.** Consideraciones de los aspectos ambientales.

<b>SUBPROCESOS</b>	<b>ASPECTOS</b>
<b>1. CERRAMIENTO PROVISIONAL</b>	Uso de clavos
	Generación de ruido
	Uso de madera(cuartones)
	Uso de mano de obra
	Uso de zinc
<b>2. BODEGAS Y OFICINA</b>	Generación de material particulado (polvo)
	Uso de mano de obra
	Generación de ruido
	Generación de agua residuales(baños)

<b>3. LIMPIEZA Y MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	Generación de desechos sólidos(cobertura vegetal y tierra)
	Generación de material particulado(polvo)
	Generación de ruido
	Generación de vibraciones
	Uso de maquinaria pesada
<b>4. REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPOS</b>	Generación de ruido
	Uso de mano de obra
	Uso de madera(estacas)
	Uso de cal
<b>5. RELLENO COMPACTADO</b>	Generación de ruido
	Generación de material particulado(polvo)
	Generación de vibraciones
	Uso de maquinaria pesada
<b>6. EXCAVACION DE ZAPATAS</b>	Generación de desechos sólidos(relleno)
	Uso de mano de obra
	Generación de material particulado(polvo)
	Generación de ruido
<b>7. ARMADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Uso de alambre
	Generación hierro de corte
	Generación de material particulado(polvo hierro)
	Uso de mano de obra
	Generación de desechos reciclables(hierro)
	Consumo de hierro
	Uso de energía eléctrica(corte hierro)
<b>8. ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación madera de corte
	Uso de mano de obra
	Generación de desechos sólidos(madera)
	Generación de material particulado(polvo madera)
	Uso de clavos
<b>9. HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación de agua residuales(mixer)
	Uso de mano de obra
	Uso de maquinaria pesada
	Generación de desechos sólidos(hormigón)
	Generación de ruido

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.5.2 Evaluación de los Aspectos con la Matriz de Magnitud y Peligrosidad

De los criterios de Magnitud y Peligrosidad que se encuentra en el Anexo D, se da el puntaje de acuerdo a cada sub proceso para obtener un posible aspecto significativo. Según la multiplicación de magnitud y peligrosidad se da un puntaje, este puntaje se evaluará según la consideración No Significativo(NS), Significativo (S) o cualquiera de las mencionadas, como se observa a continuación.

NS	Aspecto < 2
NS/S	2 >Aspecto<=4
S	Aspecto > 4

**Tabla LXV.** Evaluación de aspectos con la matriz magnitud y peligrosidad.

<b>SUBPROCESOS</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>MG</b>	<b>PE</b>	<b>EV MG&amp;PE</b>	<b>SDA</b>
<b>1. CERRAMIENTO PROVICIONAL</b>	Uso de clavos	1	2	2	NS
	Generación de ruido	1	1	1	NS
	Uso de madera(cuartones)	1	1	1	NS
	Uso de mano de obra	1	3	3	S/N
	Uso de zinc	1	2	2	NS
<b>2. BODEGAS Y OFICINA</b>	Generación de material particulado(polvo)	1	1	1	NS
	Uso de mano de obra	2	1	2	NS
	Generación de ruido	1	1	1	NS
	Generación de agua residuales(baños)	1	2	2	NS
<b>3. LIMPIEZA Y MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	Generación de desechos sólidos(cobertura vegetal y tierra)	2	1	2	NS
	Generación de material particulado(polvo)	3	1	3	S/N
	Generación de ruido	2	2	4	S/N
	Generación de vibraciones	2	2	4	S/N
	Uso de maquinaria pesada	1	3	3	S/N

<b>4. REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON EQUIPOS</b>	Generación de ruido	1	1	1	NS
	Uso de mano de obra	2	2	4	S/N
	Uso de madera(estacas)	1	2	2	NS
	Uso de cal	1	1	1	NS
<b>5. RELLENO COMPACTADO</b>	Generación de ruido	2	2	4	S/N
	Generación de material particulado(polvo)	2	1	2	NS
	Generación de vibraciones	2	2	4	S/N
	Uso de maquinaria pesada	2	3	6	S
<b>6. EXCAVACION DE ZAPATAS</b>	Generación de desechos sólidos(relleno)	2	2	4	S/N
	Uso de mano de obra	1	2	2	NS
	Generación de material particulado(polvo)	1	1	1	NS
	Generación de ruido	1	1	1	NS
<b>7. ARMADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Uso de alambre	2	1	2	NS
	Generación hierro de corte	2	2	4	S/N
	Generación de material particulado(polvo hierro)	2	3	6	S
	Uso de mano de obra	2	2	4	S/N
	Generación de desechos reciclables(hierro)	2	2	4	S/N
	Consumo de hierro	2	2	4	S/N
	Uso de energía eléctrica(corte hierro)	1	2	2	NS
<b>8. ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación madera de corte	2	1	2	NS
	Uso de mano de obra	1	2	2	NS
	Generación de material particulado(polvo madera)	2	2	4	S/N
	Generación de desechos sólidos(madera)	2	3	6	S
	Uso de clavos	1	2	2	NS
<b>9. HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación de agua residuales(mixer)	2	3	6	S
	Uso de mano de obra	3	2	6	S
	Uso de maquinaria pesada	1	3	3	S/N
	Generación de desechos sólidos(hormigón)	2	1	2	NS
	Generación de ruido	2	2	4	S/N

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.5.3 Aspectos Ambientales Considerados “Significativos”

Como se observó en la Tabla LXV existen aspectos que se encuentran entre no significativo y significativo, el criterio de la persona evaluadora será el que elegirá si ese aspecto va ser significativo o no.

**Tabla LXVI.** Aspectos significativos.

<b>SUBPROCESOS</b>	<b>ASPECTOS</b>	<b>MG</b>	<b>PE</b>	<b>EV MG&amp;PE</b>	<b>SDA</b>
<b>3. LIMPIEZA Y MOVIMIENTO DE TIERRA</b>	Generación de material particulado(polvo)	3	1	3	S
	Generación de ruido	2	2	4	S
	Uso de maquinaria pesada	1	3	3	S
<b>7. ARMADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación hierro de corte	2	2	4	S
	Generación de material particulado(polvo hierro)	2	3	6	S
	Uso de mano de obra	2	2	4	S
	Generación de desechos reciclables(hierro)	2	2	4	S
	Consumo de hierro	2	2	4	S
<b>8. ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación de desechos sólidos(madera)	2	2	4	S
	Generación de material particulado(polvo madera)	2	2	4	S
<b>9.HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)</b>	Generación de agua residuales(mixer)	2	3	6	S
	Uso de mano de obra	3	2	6	S
	Uso de maquinaria pesada	1	3	3	S
	Generación de ruido	2	2	4	S

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 7.6 Metodología

Para identificar y evaluar el impacto ambiental que generará la construcción de las viviendas, se presenta el análisis en las dos fases:

- Construcción.

El método utilizado será analizado con las siguientes matrices:

### Signo (+ y -)

Lo primero que se tiene que evaluar es el **Signo**, cuando es positivo tiene un efecto beneficioso y cuando es negativo tiene un efecto perjudicial.

- **Efecto positivo (efecto beneficioso)**

Como su palabra lo indica, aquel efecto que considera la población un beneficio para su sector o comunidad.

- **Efecto negativo (efecto perjudicial)**

Aquél que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

(Garmendia, Salvador, Cresol, & Garmendia, 2005)

**Tabla LXVII . Impactos beneficioso y perjudicial**

<b>SIGNO</b>	
Impacto beneficioso	(+)
Impacto perjudicial	(-)

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### **Efecto (EF)**

Analiza si un efecto es directo o indirecto con respecto al impacto.

**Tabla LXVIII. Efectos directos e indirectos**

<b>Efecto(EF)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Directo o deseable	EL impacto generado es consecuencia directa de la acción	4
Indirecto o no deseable	EL impacto generado no es consecuencia directa de la acción	1

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### **Acumulación (AC)**

Mide por medio del incremento de acumulación, al momento que continua la actividad. Siendo esto que afecte al impacto ambiental o no afecte y tiene la siguiente ponderación del 1 al 4, siendo:

**Tabla LXIX . Acumulación**

<b>Acumulación(AC)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Acumulación alta	Existe un incremento total de impacto al continuar la actividad	4
Acumulación parcial	Existe un incremento progresivo de impacto al continuar la actividad	3
No se acumula en el medio	No Existe un incremento del impacto al continuar la actividad	1

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



### **Intensidad (IN)**

Por la intensidad o grado de destrucción del factor ambiental se clasifican los impactos en:

**Muy alta.** – si la destrucción es completa o total de los efectos importantes sobre el medio ambiente o recursos naturales.

**Alta.** – Destrucciones fuertes y moderadas de los factores considerados.

**Media.** – Expresa una alteración del medio ambiente con repercusiones que están comprendidas en los dos puntos anteriores.

**Baja.** – Expresa una destrucción mínima del factor considerado.

**Tabla LXX . Intensidad o grado de destrucción del factor ambiental.**

<b>Intensidad(IN)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Baja	< 2 factores ambientales	1
Media	2-3 factores ambientales	2
Alta	4-5 factores ambientales	4
Muy alta	> 5 factores ambientales	8

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### **Extensión (EX)**

La medida del impacto se realiza por la extensión de la superficie afectada se clasifica en los siguiente:

**Puntual** – Con efectos muy localizado.

**Parcial.** – Con incidencia apreciable en el medio.

**Extremo.** – Efecto detectado en un gran parte del medio.

**Total.** – Efecto manifiesta de manera generalizada.

**Tabla LXXI .** Extensión de la superficie afectada.

<b>Extensión(EX)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Puntual	Dentro de la obra	1
Parcial	Afecta hasta 5 metros fuera de la obra	2
Extremo	Afecta hasta 15 metros fuera de la obra	4
Total	Afecta hasta 30 metros fuera de la obra	8

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### **Momento (MO)**

Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto.:

**Tabla LXXII.** Momento que se produce el efecto.

<b>Momento(MO)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Inmediato	Menos de 3 meses de operación de la obra	4
Mediano plazo	3-6 meses de operación de la obra	2
Largo	6-12 meses de operación de la obra	1

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### **Persistencia (PE)**

Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras.

**Tabla LXXIII .** Momento que se produce el efecto.

<b>Persistencia(PE)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Parcial	Impacto con duración < 4 horas del día	1
Estacional	Impacto con duración 4 horas del día	2
Consistente	Impacto con contaminación constante	4

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Periodicidad (PR)

Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto y tiene la siguiente ponderación del 1 al 8, siendo:

**Tabla LXXIV . Periodicidad.**

<b>Periodicidad(PR)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Periódico	Impacto se produce de una manera cíclica	8
Continuo	Impacto se produce de una manera continua en el tiempo	4
Discontinuo	Impacto imprevisible en el tiempo	1

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Reversibilidad (RV)

La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornara a la condición inicial.

**Tabla LXXV . Reversibilidad.**

<b>Reversibilidad(RV)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Corto plazo	Tiempo de reversibilidad del impacto semestral	1
Mediano plazo	tiempo de reversibilidad del impacto anual	2
Largo plazo	Tiempo de reversibilidad del impacto mayor a 2 años	4

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Recuperabilidad (MC)

Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras.

**Tabla LXXVI . Recuperabilidad.**

<b>Recuperabilidad(MC)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Recuperable de inmediato	Tiempo de recuperación de impacto 6 meses	1
Recuperable a mediano plazo	tiempo de recuperación de impacto 1 año	2
Mitigable	tiempo de recuperación de impacto 2 año	4
Irrecuperable	Impacto no recuperable	8

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Sinergia (SI)

Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente.

**Tabla LXXVII . Sinergia.**

<b>Sinergia(SI)</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
No es sinérgico	1 factores ambiental	1
Sinérgico	2-3 factores ambientales	2
Medianamente sinérgico	4 - 6 factores ambientales	4
Muy sinérgico	> 7 factores ambientales	8

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es una tabla de doble entrada donde los factores ambientales que pueden verse afectados por la actividad ocupan las filas y los impactos las columnas. Los factores ambientales incluidos son: componentes bióticas (flora y fauna), componentes abióticas (agua, suelo y aire), componente antrópico (salud, infraestructura y empleo) y la naturaleza del impacto (positivo o negativo).

$$\text{IMPORTANCIA DEL IMPACTO} = (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

#### Ecuación 7. 1 Importancia del impacto

Si el resultado es mayor a 75 se considera crítico, si esta entre 74 y 50 se lo considera severo, si esta entre 49 y 25 se considera moderado y si es menor a 25 se considera irrelevante.

### Magnitud

Número de veces que un impacto afecta a los factores ambientales, dividido para el número total de estos y multiplicado por 100. Si el resultado es mayor a 75 se considera de magnitud muy alta, si esta entre 74 y 50 se considera alta, si esta entre 49 y 25 se considera media y si es menor a 25 se considera baja,

**Tabla LXXVIII .** Priorización de impacto ambientales.

<b>Priorización de impactos ambientales</b>				
<b>Nivel</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<b>Crítico</b>	S	S	S/NS	NS
<b>Severo</b>	S	S/NS	S/NS	NS
<b>Moderado</b>	S/NS	S/NS	NS	NS
<b>Irrelevante</b>	S/NS	NS	NS	NS

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 7.7 Resultados de la Evaluación de impacto ambiental

**Tabla LXXIX.** Identificación de los factores ambientales.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PRIORIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES											
PROCESOS Y ASPECTOS PRIORIZADOS		IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO									
		Descripción del impacto flora fauna paisaje			Medio biótico	Medio Abiótico	Medio Antrópico			(+/-)	
Subproceso	Aspecto ambiental	F L O R A	F A U N A	P A I S A J E	S U E L O	A I R E	Sd	If	Em	Ndl	
Limpieza y Movimiento de Tierras	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	X	X			X	X			-
		Alteración de la calidad del Aire	X	X			X	X			-
	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	X	X	X	X	X				-
		Alteración de la calidad del Aire	X	X			X				-
		Alteración de la calidad de Vida (General)	X	X			X	X			-
	Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	X	X			X	X			-
Alteración de la calidad del Aire						X				-	

RELLENO COMPACTADO	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)		X				X	X				-	
		Alteración de la calidad del aire						X					-	
ARMADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación hierro de corte	Alteración de la calidad de Vida						X	X				-	
		Alteración de la calidad de Vida(Personal de Obra)						X					-	
	Generación de material particulado (hierro)	Alteración de la calidad de Vida	X	X					X	X				-
		Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	X	X					X					-
	Uso de Mano de Obra	Afectación a la Seguridad								X				-
		Incremento Laboral										X		+
	Generación de Desechos Reciclables (Hierro)	Incremento de Ingresos									X	X	+	
	Consumo de Hierro	Alteración de la Flora y Fauna	X	X						X				-
Alteración de la calidad del Aire		X						X					-	
ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de material particulado (polvo de Madera)	Alteración de la calidad de Vida(Personal de Obra)	X	X				X	X				-	
		Alteración de la calidad del Aire	X	X				X					-	

	Generación de desechos sólidos ( Madera )	Alteración de la Flora y Fauna	X	X	X			X			-	
		Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	X	X			X	X			-	
HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de aguas residuales (MIXER)	Alteración de la Flora y Fauna	X	X			X	X			-	
		Alteración de la calidad del Suelo	X	X		X		X			-	
	Uso de Mano de Obra	Afectación a la Seguridad						X			-	
	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales		X	X	X	X	X				-
		Alteración de la calidad del Aire		X	X			X				-
		Alteración de la calidad de Vida (General)		X	X			X	X			-
	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)		X	X			X				-
		Alteración de la calidad del Aire		X	X			X				-

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



Tabla LXXX. Valoración del impacto.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PRIORIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES												
PROCESOS Y ASPECTOS PRIORIZADOS		IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO	VALORACIÓN DEL IMPACTO									
			FORMULA: $I=(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$									
Subproceso	Aspecto ambiental	Descripción del impacto	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	RE
			Limpieza y Movimiento de Tierras	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	2	2	1	1	1	4	1
Alteración de la calidad del Aire	1	2			4	1	1	4	1	1	1	1
Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	4		1	1	2	4	4	3	4	1	8
	Alteración de la calidad del Aire	4		2	1	2	1	2	4	1	1	1
	Alteración de la calidad de Vida (General)	4		2	1	2	1	4	3	1	1	1
Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	2		2	4	1	1	4	1	4	4	1
	Alteración de la calidad del Aire	1		2	1	1	1	1	1	4	4	1

RELLENO COMPACTADO	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	2	2	1	2	1	2	1	4	4	1
		Alteración de la calidad del aire	1	2	4	2	1	1	1	4	4	1
ARMADO (CIMENTO Y ESTRUCTURA)	Generación hierro de corte	Alteración de la calidad de Vida	2	1	1	1	1	2	1	1	8	1
		Alteración de la calidad de Vida(Personal de Obra)	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1
	Generación de material particulado (hierro)	Alteración de la calidad de Vida	2	1	1	1	1	4	1	1	8	1
		Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	1	1	4	1	1	2	1	1	8	1
	Uso de Mano de Obra	Afectación a la Seguridad	1	1	1	1	4	1	3	1	1	1
		Incremento Laboral	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
	Generación de Desechos Reciclables (Hierro)	Incremento de Ingresos	2	1	1	1	4	2	1	1	4	1
	Consumo de Hierro	Alteración de la Flora y Fauna	2	1	1	1	4	2	1	4	1	1
		Alteración de la calidad del Aire	1	1	1	1	4	2	1	4	1	1

ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de material particulado (polvo de Madera)	Alteración de la calidad de Vida(Personal de Obra)	2	1	1	1	1	4	1	1	8	1
		Alteración de la calidad del Aire	1	1	1	1	1	2	1	4	8	1
	Generación de desechos sólidos ( Madera )	Alteración de la Flora y Fauna	2	1	4	1	4	4	1	4	1	4
		Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	1	1	1	1	4	4	1	1	1	4
HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de aguas residuales (MIXER)	Alteración de la Flora y Fauna	1	1	1	1	4	4	3	1	1	1
		Alteración de la calidad del Suelo	1	1	1	1	4	3	3	1	1	8
	Uso de Mano de Obra	Afectación a la Seguridad	1	1	1	1	4	1	3	4	1	1
	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	4	1	1	1	4	4	3	4	1	8
		Alteración de la calidad del Aire	4	2	1	1	1	2	4	1	1	1
		Alteración de la calidad de Vida (General)	4	2	1	1	1	4	3	1	1	1
	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
		Alteración de la calidad del Aire	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Tabla LXXXI. Impactos significativos.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PRIORIZACION DE IMPACTOS AMBIENTALES							
PROCESOS Y ASPECTOS PRIORIZADOS		IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO	VALORACIÓN DEL IMPACTO				
		Descripción del impacto	FORMULA: $I=(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$				
Subproceso	Aspecto ambiental			Idlc	IdIC	Mdlc	MdIC
Limpieza y Movimiento de Tierras	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	21	Irre	50	Alto	NS
		Alteración de la calidad del Aire	21	Irre	50	Alto	NS
	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	41	Mod	63	Alto	S/NS
		Alteración de la calidad del Aire	29	Mod	38	Medio	NS
		Alteración de la calidad de Vida (General)	30	Mod	50	Alto	S/NS
	Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	30	Mod	50	Alto	S/NS
		Alteración de la calidad del Aire	21	Irre	13	Bajo	NS

RELLENO COMPACTADO	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	26	Mod	38	Medio	NS
		Alteración de la calidad del aire	25	Mod	13	Bajo	NS
ARMADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación hierro de corte	Alteración de la calidad de Vida	24	Irre	25	Medio	NS
		Alteración de la calidad de Vida(Personal de Obra)	20	Irre	13	Bajo	NS
	Generación de material particulado (hierro)	Alteración de la calidad de Vida	26	Mod	50	Alto	S/NS
		Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	24	Irre	38	Medio	NS
	Uso de Mano de Obra	Afectación a la Seguridad	18	Irre	13	Bajo	NS
		Incremento Laboral	16	Irre	13	Bajo	NS
	Generación de Desechos Reciclables (Hierro)	Incremento de Ingresos	23	Irre	25	Medio	NS
	Consumo de Hierro	Alteración de la Flora y Fauna	23	Irre	38	Medio	NS
		Alteración de la calidad del Aire	20	Irre	25	Medio	NS

ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de material particulado (polvo de Madera)	Alteración de la calidad de Vida(Personal de Obra)	26	Mod	50	Alto	S/NS
		Alteración de la calidad del Aire	24	Irre	38	Medio	NS
	Generación de desechos sólidos ( Madera )	Alteración de la Flora y Fauna	31	Mod	50	Alto	S/NS
		Alteración de la calidad de Vida(Habitantes alrededor de la obra)	22	Irre	50	Alto	NS
HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de aguas residuales (MIXER)	Alteración de la Flora y Fauna	21	Irre	50	Alto	NS
		Alteración de la calidad del Suelo	27	Mod	50	Alto	S/NS
	Uso de Mano de Obra	Afectación a la Seguridad	21	Irre	13	Bajo	NS
	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	40	Mod	63	Alto	S/NS
		Alteración de la calidad del Aire	28	Mod	38	Medio	NS
		Alteración de la calidad de Vida (General)	29	Mod	50	Alto	S/NS
	Generación de Ruido	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	17	Irre	38	Medio	NS
		Alteración de la calidad del Aire	17	Irre	38	Medio	NS

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LXXXII.** Principales Impactos Ambientales.

<b>PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES</b>			
<b>Subproceso</b>	<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Descripción Impacto ambiental</b>	<b>Positivo / Negativo</b>
Limpieza y Movimiento de Tierras	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo
		Alteración de la calidad de Vida (General)	Negativo
	Generación de material particulado (polvo)	Alteración de la calidad de Vida (Habitantes alrededor de la obra)	Negativo
ARMADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de material particulado (hierro)	Alteración de la calidad de Vida	Negativo
ENCOFRADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de material particulado (polvo de Madera)	Alteración de la calidad de Vida (Personal de Obra)	Negativo
	Generación de desechos sólidos (Madera)	Alteración de la Flora y Fauna	Negativo
HORMIGONADO (CIMIENTO Y ESTRUCTURA)	Generación de aguas residuales (MIXER)	Alteración de la calidad del Suelo	Negativo
	Uso de Maquinaria Pesada (Combustibles y Emisiones)	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo
		Alteración de la calidad de Vida (General)	Negativo

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018..

## **7.8 Plan de Manejo Ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental es desarrollado con el propósito de prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos a ocurrir en las fases de construcción y operación del Proyecto Condominio de Porto Alegre.

### **7.8.1 Objetivo General**

Evitar que las actividades de construcción deterioren la calidad del ambiente, a través de un conjunto de medidas ambientales y programas de control.

### **7.8.2 Resultados Generales Esperados**

- Noción y aplicación de medidas de higiene y seguridad para el beneficio de los trabajadores y la obra.
- Conservar las áreas de la obra limpias, evitando acumulación de escombros y materiales de desecho.
- Evitar actividades que produzcan emisiones sonoras elevadas que ocasionen molestias a los vecinos residentes.

### **7.8.3 Informe de Cumplimiento Ambiental**

#### **MEDIDAS AMBIENTALES EN FASES DE CONSTRUCCION**

#### **7.8.3.1 Programa de Prevención y Mitigación**

El programa establece las medidas, procedimientos y estrategias que se han de emplear para prevenir y minimizar el efecto de los Impactos ambientales positivos y negativos identificados como consecuencia de los aspectos ambientales encontrados de las actividades del proyecto.



**Tabla LXXXIII.** Medida preventiva de uso de maquinaria pesada

MEDIDA PREVENTIVA 1.- USO DE MAQUINARIA PESADA	
Objetivo	Dar el debido mantenimiento y uso de la maquinaria pesada
Potenciales Impactos	Generación de Ruido provocado por la manipulación de equipos pesados en la construcción del proyecto.
Descripción Medida	Realizar el debido mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada
Acciones / Actividades	1) Dar mantenimiento preventivo a las maquinarias según las hojas trabajadas.
	2) Actividades relacionada a este tipo de equipos será realizada hasta las 16h00 con el fin de evitar molestias a los residentes cercanos.
Indicadores	# de mantenimientos realizados/ # de mantenimientos indicados.
Medio de Verificación	Facturas del mantenimiento de maquinaria pesada
	Registro de mantenimiento de maquinaria pesada
Costo	\$ 300.00/año
Responsable	Constructor
Cronograma	Frecuencia: Durante la construcción del proyecto.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LXXXIV.** Medida preventiva de generación de material particulado(polvo)

MEDIDA PREVENTIVA 2.- GENERACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (POLVO)	
Objetivo	Disminuir la emisión del material particulado
Potenciales Impactos	Alteración de la calidad del Aire y Vida de los trabajadores y comunidad cercana.
Descripción Medida	Trasportar adecuadamente el material importado con sus debidas normas para no generar derrame de estos.
Acciones / Actividades	1) Colocar lonas para la debida transportación.
	2) Humedecer el terreno para reducir la dispersión del polvo.
	3) Colocación de barrera en las periferias de la construcción a fin de evitar la expansión del material particulado fuera de los límites del proyecto.

Indicadores	# de lonas utilizadas / # de lonas compradas.
Medio de Verificación	Registro Fotográfico de volquetas con el uso debido de la lona.
	Registro Fotográfico de las barreras colocadas en la periferia del proyecto.
	Registro Fotográfico del humedecimiento del terreno donde sea susceptible a material particulado.
Costo	\$ 75.00/año
Responsable	Constructor
Cronograma	Frecuencia: Durante la construcción del proyecto.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LXXXV.** Medida preventiva de generación aguas residuales(mixer).

MEDIDA PREVENTIVA 3.- GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES (MIXER)	
Objetivo	Disminuir el impacto en la calidad del suelo
Potenciales Impactos	Alteración de la calidad del suelo por vertimiento de aguas residuales producto del lavado de los Mixer
Descripción Medida	Prohibir el lavado de vehículos Mixer en los alrededores de la obra.
Acciones / Actividades	1) Los Mixer serán controlados en la entrada y Salida.
	2) Indicar a los contratantes que realicen la debida disposición final de sus desechos generados por el lavado del mixers.
	3) Generar multas si no se acata la disposición establecida.
Indicadores	# de multas generadas/ # de Mixers contratados
Medio de Verificación	Registro de Entrada y Salida de Mixers.
	Registro fotográfico de los Mixers a la salida de la obra.
Costo	\$ 1200.00 / año
Responsable	Constructor/Contratista
Cronograma	Frecuencia: Durante el cronograma de cada Fundición

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018..

### 7.8.3.2 Programa de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial

Este programa constituye las actividades y procedimientos que avalen la seguridad integral del personal y población aledaña al proyecto.

**Tabla LXXXVI.** Medida de salud y seguridad.

MEDIDA.- SALUD Y SEGURIDAD	
Objetivo	Obtener un adecuado ambiente de trabajo, con sus medidas de seguridad y salud para el personal.
Potenciales Impactos	Accidentes laboral, Enfermedades
Descripción Medida	Brindar al personal la debida comunicación de las medidas de salud y seguridad implementadas en la obra.
Acciones / Actividades	1) Brindar los equipos de protección personal de manera gratuita al personal que labora en la fase de construcción.
	2) Tener un botiquín de emergencia para brindar los primeros auxilios al personal que labora durante la jornada de trabajo.
	3) Cada trabajador deberá de contar con su certificado médico.
	4) Colocar letreros de señalización de obra donde se identifique las áreas de trabajo.
	5) Dar las garantías necesarias cuando el trabajador se encuentre enfermo o reporte su dolencia, para que el afectado sea de inmediato trasladado al centro de salud más cercano.
Indicadores	# de accidentes laborales / # personal debidamente comunicado sobre las medidas de salud y seguridad.
Medio de Verificación	Registro de la entrega de equipos de protección personal.
	Registro fotográfico del uso de los equipos de protección.
	Registro fotográfico de los letreros de señalización.
Costo	\$ 500.00
Responsable	Constructor / Contratista
Cronograma	Frecuencia: Semestral.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla LXXXVII.** Medida preventiva de generación de ruido.

MEDIDA PREVENTIVA .- GENERACIÓN DE RUIDO	
Objetivo	Disminuir el impacto en la calidad del aire
Potenciales Impactos	Generación de Ruido provocado por la manipulación de equipos pesados y herramientas en la construcción del proyecto.
Descripción Medida	Usar equipos protectores para los operadores de maquinaria pesada y herramientas a fines de la generación de ruido.
Acciones / Actividades	1) Dar mantenimiento preventivo a las maquinarias y herramientas según las hojas trabajadas.
	2) Uso obligatorio de equipo de seguridad contra el ruido para los trabajadores y operadores de la maquinaria pesada.
	3) Actividades relacionada a este tipo generación de ruido será realizada hasta las 16h00 con el fin de evitar molestias a los residentes cercanos.
Indicadores	# de equipos comprados / # de personal respectivo a la actividad realizada
	# de mantenimiento realizados/ # de mantenimientos indicados
Medio de Verificación	Fotografías del Personal usando los Equipos de Protección Personal.
	Herramientas y Maquinarias utilizadas en el horario establecido.
	Registro Interno de rotación del personal.
Costo	\$ 500.00/año
Responsable	Constructor/Residente de obra/Contratista
Cronograma	Construcción. Frecuencia: Durante la realización de cada actividad relacionada a la generación de ruidos altos.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.8.3.3 Programa de Manejos de Desechos

El programa de manejo de desechos sólidos y líquidos de las actividades de construcción y operación del sistema de agua potable está encaminado al manejo apropiado de los desechos a formarse durante las actividades del proyecto, con el fin de disminuir un impacto negativo sobre el entorno natural y población aledaña.

**Tabla LXXXVIII.** Medida de manejo de desechos de la construcción.

MEDIDA .- MANEJO DE DESECHOS DE LA CONSTRUCCIÓN	
Objetivo	Evitar el impacto sobre el alcantarillado y drenaje pluvial.
Potenciales Impactos	Obstrucción del alcantarillado, red de agua, otras.
Descripción Medida	Efectuar acciones que eviten la acumulación de desechos de la construcción en la red de alcantarillado y drenaje pluvial.
Acciones / Actividades	1) Prohibir la colocación de materiales de desalojo en drenajes existentes que estén adyacentes a la obra.
	2) Establecer áreas para la debida colocación de materiales de desalojo que estarán temporales.
	3) Áreas establecida deberán estar ubicadas a 50 metros de los sistemas de drenaje con su debida señalización.
	4) La recolección de los desalojos para llevarlos al sitio autorizado por el municipio de Guayaquil será realizado de forma semanal.
Indicadores	# de viajes realizados/cantidad de desechos generados
Medio de Verificación	Registro fotográfico del sitio destinado para la disposición temporal
	Facturas de desalojo con la debida verificación que la disposición sea en el botadero municipal.
	Autorización del municipio de Guayaquil para depositar los escombros en el botadero respectivo.
Costo	\$ 200.00 / año
Responsable	Constructor
Cronograma	Frecuencia: Durante la construcción del proyecto.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018..

**Tabla LXXXIX.** Medida de manejo de desechos líquidos.

MEDIDA .- MANEJO DE DESECHOS LÍQUIDOS	
Objetivo	Disminuir el impacto al suelo y al aire.
Potenciales Impactos	Contaminación del suelo
Descripción Medida	Realizar el manejo adecuado de aguas residuales generadas por los trabajadores.
Acciones / Actividades	1) El constructor deberá de alquilar mínimo, una batería sanitaria por cada 25 trabajadores o solicitar al municipio la aprobación de la conexión provisional al sistema de alcantarillado..
	2) La disposición final de los desechos de las baterías sanitarias será realizada por una compañía autorizada.
	3) El constructor no tendrá competencia sobre la disposición final de los desechos sino será de la compañía contratada.
	4) La recolección de los desalojos para llevarlos al sitio autorizado por el municipio de Guayaquil será realizado de forma semanal.
Indicadores	# de baterías sanitarias instaladas/ # de baterías sanitarias indicadas
Indicadores	Manejo adecuado de desechos.
	Disminuir el impacto en el suelo y también de la presencia de insectos, roedores y enfermedades.
Medio de Verificación	Registro fotográfico de las baterías sanitarias instaladas.
	Facturas de mantenimiento d las baterías sanitarias.
Costo	\$ 1200.00 / año
Responsable	Constructor/Contratista
Cronograma	Frecuencia: Durante la construcción del proyecto.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### 7.8.3.4 Programa de Contingencia

El principal objetivo del Plan de Contingencia es garantizar la seguridad del personal presente en el edificio. El medio más eficaz de proteger a este personal, en caso de que ocurra una situación de emergencia, es la evacuación del sector, planta o área afectada o de la totalidad del edificio.

**Tabla XC.** Manejo de situaciones de emergencia laborales.

MEDIDA .- MANEJO DE SITUACIONES DE EMERGENCIA LABORALES	
Objetivo	Contar con un plan de contingencia que permita enfrentar cualquier situación de emergencia inesperada.
Potenciales Impactos	Afectación a la salud del personal laboral.
descripción Medida	Generación de medidas preventivas contra siniestros e incendios.
Acciones / Actividades	1) Disponer de extintores de CO2 para la obra
	2) Realizar simulacros en coordinación con el cuerpo de bomberos.
	3) Mantener un plano de ruta de evacuación exhibido en la obra.
	4) Brindar la debida atención al trabajador que lo requiera.
Indicadores	# de simulacros realizados/# de simulacros programados
Medio de Verificación	Factura de certificación de compra y/o recarga de extintores.
	Registro de simulacros
	Factura de certificación de compra y/o recarga de extintores.
	Registro de simulacros
Costo	\$ 200.00
Responsable	Constructor
Cronograma	Frecuencia: Durante la fase de construcción.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XCI.** Manejo de situaciones de emergencia de siniestros, incendios.

MEDIDA N2-MANEJO DE SITUACIONES DE EMERGENCIA DE SINIESTROS, INCENDIOS INESPERADOS	
Objetivo	Contar con un plan de contingencia que permita enfrentar cualquier situación de emergencia inesperada.
Potenciales Impactos	Afectación a la salud del personal que labora en la obra y daño a la infraestructura.
Descripción Medida	Afectación a la salud de las personas.
Acciones / Actividades	1) Conformación de brigadas de auxilio.
	2) Tener un listado visible para el personal de los números telefónicos de las unidades de auxilio.
	3) Mantener un plano de ruta de evacuación exhibido en la obra.
	4) Brindar la debida atención al trabajador que lo requiera
Indicadores	# de brigadas obligatorias /# de brigadas establecidas
Medio de Verificación	Acta de Conformación de las brigadas
	Registro fotográfico
Costo	\$ 300.00
Responsable	Constructor
Cronograma	Frecuencia: Durante la fase de construcción.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.8.3.5 Programa de Capacitación

Para la eficacia del Informe de cumplimiento ambiental se deberá de dar los conocimientos de este informe mediante capacitaciones y entrenamiento impartido al personal involucrado en el proyecto.



**Tabla XCII.** Medida de capacitación.

MEDIDA.- CAPACITACIÓN	
Objetivo	Dar el debido conocimiento de las actividades de la medidas ambiental
Potenciales Impactos	Accidentes laborales, indebida aplicación de las medidas ambientales.
Descripción Medida	Realizar un programa de capacitación para el personal que labora en la fase constructiva.
Acciones / Actividades	1) Charlas que se dictaran durante la fase constructiva.
	2) Charlas serán dictadas por un especialista de riesgos del trabajo , el cual deberá tomar como base las medidas ambientales y especificaciones ambientales, higiene y seguridad indicadas en el Informe de cumplimiento ambiental.
Indicadores	# de personal Capacitado/# de trabajadores de la obra.
Medio de Verificación	Registro Fotográficos de las Charlas
	Registro de asistencias a las capacitaciones
	Informe de capacitación ambiental.
Costo	\$ 350.00
Responsable	Constructor/Capacitador
Cronograma	Construcción. Frecuencia: Semestral

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.8.3.6 Programa de Relaciones Comunitarias

Establecer un conjunto de actividades que permita una fluida y eficiente comunicación con los habitantes beneficiados y afectados por la ejecución del proyecto, así como con la ciudadanía en general sobre todo para informar sobre la marcha de la ejecución de la obra y sus implicaciones sobre la vida cotidiana de los mismos.

**Tabla XCIII.** Medida de información de la obra mediante rótulos y volantes.

MEDIDA.- INFORMACIÓN DE LA OBRA MEDIANTE RÓTULOS Y VOLANTES	
Objetivo	Mantener adecuadamente informados a los habitantes
Potenciales Impactos	Quejas y reclamos de la comunidad por carencia de información sobre el proyecto.
Descripción Medida	Información sobre el Proyecto a realizarse.
Acciones / Actividades	1) Colocación de Letreros Informativos ubicados en el área de influencia
	2) Entrega de Volantes a los habitantes alrededor de la obra.
Indicadores	% de personas informadas/% de volantes entregados
Medio de Verificación	Registro Fotográficos del Letrero
	Registro de personas censadas
	Registros mensuales de verificación de instalación y mantenimiento del rótulo informativo
Costo	¿\$ 1,000.00
Responsable	Contratista
Cronograma	Previamente a la iniciación de la obra.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XCIV.** Medida de programa de participación social.

MEDIDA.- PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL	
Objetivo	Mantener adecuadamente informados a los habitantes
Potenciales Impactos	Quejas y reclamos de la comunidad por carencia de información sobre el proyecto.
Descripción Medida	Mantener un constante acercamiento con los habitantes para concientizar sobre el proyecto a construirse.
Acciones / Actividades	1) Realizar reuniones de sociabilización con los habitantes que vivan alrededor de la obra.
	2) Tener mayor acercamiento con los habitantes que vivan muy cercano a la obra.
	3) Tener un sociólogo para que reciba inquietudes y coordinar el desarrollo de la información y participación ciudadana.

Indicadores	% Personas Satisfechas por las medidas ambientales adoptadas / % de Habitantes que viven alrededor del proyecto
Medio de Verificación	Registro Fotográficos de las charlas dadas a la comunidad
	Registro de listas de participantes con sus respectivas firmas y número de cedula, etc.
Costo	\$ 1,200.00
Responsable	Contratista
Cronograma	Frecuencia: Durante la fase de construcción.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.8.3.7 Programa de Monitoreo

El programa consiste en dar un monitoreo adecuado al Informe de cumplimiento ambiental con el propósito de cumplir con la normativa ambiental vigente y la conservación del entorno natural.

**Tabla XCV.** Monitoreo atmosférico.

MEDIDA.- MONITOREO ATMOSFÉRICO	
Objetivo	Cumplimiento de las obligaciones ambientales
Potenciales Impactos	Afectación de trabajadores y habitantes debido a la generación de ruidos y material particulado por la construcción de la obra.
Descripción Medida	Monitoreo Semestral atmosférico.
Acciones / Actividades	1)Monitoreo de ruido externo (4 puntos del polígono), por medio de un laboratorio certificado.
Indicador	# de Monitoreo realizados / # de Monitoreos indicados.
Medio de Verificación	Informes de monitoreo semestral
	Reportes de cumplimiento.
Costo	\$ 450.00/ año
Responsable	Constructor / Contratista
Cronograma	Frecuencia: Semestral.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XCVI.** Monitoreo atmosférico.

MEDIDA.- MONITOREO DE DESECHOS	
Objetivo	Cumplimiento de las obligaciones ambientales
Potenciales Impactos	Afectación de recursos y aparición de plagas.
Descripción Medida	Monitoreo Semanal del Manejo de Desechos y Desalojos.
Acciones / Actividades	1) Realizar la separación debida para los desechos ( plásticos, residuos comunes, escombros)
	2) Verificar que el almacenamiento de los desechos se encuentren en su debido lugar o recipiente.
	3) Chequear que el desalojo de las actividades constructivas sea debidamente almacenado temporalmente en los sitios señalados.
	4) Cerciorar que los desalojos sean retirados semanalmente y sean entregados al botadero municipal de Guayaquil.
Indicadores	# de recipientes comprados / # de recipientes indicados por el consultor.
Medio de Verificación	Registro Fotográficos de recipientes apropiados para la debida separación de los desechos
	Factura del operador del camión de desalojo, quien llevara al botadero del Municipio de Guayaquil.
Costo	\$ 200.00
Responsable	Constructor / Contratista
Cronograma	Frecuencia: Durante la fase de construcción.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.8.3.8 Programa de Rehabilitación de Áreas Afectadas

El programa consiste en Rehabilitar áreas afectadas por la obra como las áreas verdes, limpieza de la obra y otras actividades.

**Tabla XCVII.** Limpieza de la obra.

MEDIDA.- LIMPIEZA DE LA OBRA	
Objetivo	Mantener un adecuado sitio de trabajo.
Potenciales Impactos	Contraer enfermedades.
Descripción Medida	Tener una adecuada limpieza del trabajo.
Acciones / Actividades	1) Dar mantenimiento a las áreas necesarias
	2) Colocar Tener un mínimo de 2 recipientes en la obra
	3) Tener un debido horario de recolección de basura
Indicador	% de recipientes en obra / # de recipientes indicados
Medio de Verificación	Registro Fotográficos del mantenimiento de las áreas
	Factura de los recipientes comprados
	Factura de la empresa contratada para realizar el trabajo de mantenimiento
Costo	\$ 575.00
Responsable	Contratista
Cronograma	Frecuencia: Durante la obra de construcción y Posterior a la obra terminada.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla XCVIII.** Espacios públicos (áreas verdes y recreacionales).

MEDIDA.-ESPACIOS PÚBLICO( ÁREAS VERDES Y RECREACIONALES)	
Objetivo	Restablecer las condiciones naturales en el área de influencia directa del proyecto
Potenciales Impactos	Contaminación del suelo y aire.
Descripción Medida	Establecer compensaciones que respondan a las condiciones ambientales existentes y a las necesidades de la comunidad
Acciones / Actividades	1) Deberá de retirar y disponer adecuadamente los desechos de hormigón, lechadas y desalojar los productos de la construcción.
	2) Establecer áreas verdes en los espacios establecidos.
	3) Construcción de áreas recreacionales.

Indicador	% de áreas rehabilitadas/ % de áreas contaminadas
Medio de Verificación	Registro Fotográficos de áreas verdes y recreacionales
	Factura de compra de plantas e implementos varios.
Costo	\$ 800.00
Responsable	Contratista
Cronograma	Terminada la obra, se deberá de realizar esto.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### 7.8.3.9 Programa de Abandono

Este programa consiste en realizar un apropiado desmontaje de los equipos de obra y bodegas, para lo cual se deberá programar un proceso ordenado y cuidadoso en el desmantelamiento de las instalaciones y campamento de obra.

**Tabla XCIX.** Medida de desmontaje de equipos.

MEDIDA.- DESMONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES	
Objetivo	Recuperar las condiciones originales del terreno.
Potenciales Impactos	Seguridad Publica
Descripción Medida	Las actividades del plan de abandono abarca el desmontaje de campamentos de obra y equipos utilizados. de obra y equipos utilizados.
Acciones / Actividades	1) Demoler las áreas construidas.
	2) Desalojar el material extraído hacia lugares autorizados o permitidos.
	3) Remediar las zonas contaminadas.
	4) Cubrir con vegetación el área deshabilitada.
Indicadores	% de áreas remediadas / % de áreas afectadas.
Medio de Verificación	Certificaciones o facturas de trabajos realizados.
	Registros documentales y fotográficos del cumplimiento de la ejecución de la medida.
	Oficios de presentación y aprobación de programas de remediación.

Costo	Indeterminado
Responsable	Constructor
Cronograma	Al finalizar la construcción.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Tabla C. Elaboración de reporte**

MEDIDA.- ELABORACIÓN DE REPORTE	
Objetivo	Dar aviso sobre el cese de actividades
descripción Medida	Elaborar un reporte sobre los impactos ambientales
Acciones / Actividades	1) realizar la matriz de leopold para verificar los impactos ambientales.
	2) Llevar un registro sobre la situación en que se encuentra el sitio.
Indicadores	% de impactos ambientales al finalizar la obra / % de impactos al inicio de la obra
Medio de Verificación	Certificado de haber sido entregado el reporte
	Copia del Reporte
Costo	Indeterminado
Responsable	Constructor
Cronograma	Antes de realizar el cese de actividades de la obra.

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

# **CAPÍTULO 8**

## **PRESUPUESTO REFERENCIAL**



## 8.1 Metrado de Acero y Hormigón

En la siguiente tabla se muestra el metrado del hormigón y del acero de refuerzo, exponiendo los valores de incidencia en los diferentes elementos estructurales del condominio.

**Tabla CI.** Metrado de acero y hormigón.

Item	Descripción	Hormigón (m3)	Acero (kg)	kg/m3
1.00	<b>CIMENTACIÓN</b>			
1.10	VIGA Y ZAPATA CORRIDA	88.78	12094.27	136.227416
2.00	<b>CONDOMINIO</b>			
2.10	COLUMNAS	33.26	7017.98	211.003608
2.20	LOSA ALIGERADA	111.7	6652.27	59.5547896
2.30	MUROS	35.49	6627.72	186.748943
2.40	VIGA PERALTADAS	70.52	17819.03	252.680516
3.00	<b>TOTAL</b>	339.75	50211.27	846.215273

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## 8.2 Estimación de Presupuesto

Se consideró un presupuesto referencial del condominio con un sistema Dual, por medio de un análisis de precios unitarios. El análisis de precios unitarios contiene rubros para la ejecución del proyecto hasta la construcción de la obra muerta (gris), el cual se puede observar en la siguiente tabla CII:

**Tabla CII.** Elaboración de reporte

RUBRO	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit	P.total
1	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.1	Levantamiento preliminar del terreno	ml	115.32	1.17	134.9244

1.2	Limpieza, desbroce y desalojo	m2	732.56	0.9	659.304
1.2	Replanteo y nivelacion del proyecto, incluye ejes	m2	732.56	1	732.56
		<b>SUBTOTAL</b>			1526.7884
2	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	Excavación con maquina y desalojo	m3	720.65	9.02	6500.263
2.2	Relleno compactado con material importado	m3	720.65	8	5765.2
		<b>SUBTOTAL</b>			12265.463
3	<b>CIMENTACION</b>				
3.1	Hormigón f'c= 280 kg/cm2 en cimentación	m3	88.78	118	10476.04
3.2	Hormigón f'c= 180 kg/cm2 de replantillo e=5cm	m3	4.774	7.64	36.47336
		<b>SUBTOTAL</b>			10512.5134
4	<b>ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO</b>				
4.1	Hormigón de Muros f'c=280 kg/cm2	m3	35.49	118	4187.82
4.2	Hormigón de vigas f'c=280 kg/cm2	m3	70.52	118	8321.36
4.3	Hormigón de columnas f'c=280 kg/cm2	m3	33.26	118	3924.68
4.4	Hormigón de losas f'c=280 kg/cm2	m3	111.7	118	13180.6
		<b>SUBTOTAL</b>			29614.46
5	<b>Acero de Refuerzo</b>				
5.1	Acero de Refuerzo de cimentación Fy=4200 Kg/cm2	kg	12094.27	1.85	22374.3995
5.2	Acero de Refuerzo de columnas Fy=4200 Kg/cm2	kg	7017.98	1.85	12983.263
5.3	Acero de Refuerzo de Losa Fy=4200 Kg/cm2	kg	6652.27	1.85	12306.6995

5.4	Acero de Refuerzo de Vigas Fy=4200 Kg/cm2	kg	17819.03	1.85	32965.2055
5.5	Acero de Refuerzo de Muros Fy=4200 Kg/cm2	m2	6627.72	1.85	12261.282
5.6	Malla electrosoldada losa fy=5000 kg/cm2	m2	792.5	1.85	1466.125
		<b>SUBTOTAL</b>			94356.9745
<b>SUBTOTAL (SIN IVA) USAD:</b>					148276.199
<b>(+) IVA (12%)</b>					17793.1439
<b>PRECIO TOTAL</b>					166069.343

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

# **CAPÍTULO 9**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Se demostró debidamente la utilización del sistema Aporticado con Muros de Corte para cumplir con el objetivo del proyecto. Debido a que la estructura con sistema aporticado generaba una excentricidad media considerable ocasionando torsión mínima a la estructura, se consideró la colocación de un muro de corte para que no se deba de aumentar las dimensiones de la estructura ya que el propietario del edificio no lo permitía. Además, se cumplió con el criterio de derivas de piso, teniendo bajos valores con muros de corte que con sistema aporticado, aunque ambas cumplieran con el criterio.

Se observó que el edificio con muros de corte tendrá mayores valores de cortante basal estático con respecto al sistema aporticado debido a que tiene mayor peso la estructura por lo cual el sismo tendrá más incidencia ante este tipo de sistemas.

Incorporar muros estructurales en la estructura de forma simétrica y periférica, se transforma en una reducción en su periodo de vibración y de la absorción significativa de las fuerzas sísmicas durante un sismo ya que estos

proporcionan mayor resistencia y rigidez lateral ante estos eventos, lo que ayuda a controlar los daños en vigas y columnas.

Para la cimentación de la estructura, se escogió realizar zapatas corrida en la dirección Y ya que la descarga de la estructura al suelo será considerable y además que en esa dirección se encuentran asentados los muros de corte lo que ayudara a que la cimentación resista los momentos transmitidos por los muros.

En la primera corrida con el Software GALENA se consideró lluvias intensas, esto quiere decir un fenómeno de El Niño y lo cual dio un Factor de Seguridad de 1.49. La segunda y tercera corrida corresponde a condiciones más críticas que actúa al mismo tiempo como: lluvias intensas y sismo de alta intensidad, para un sismo de 0.3g y 0.4g el Factor de Seguridad es 1.17 y 1.14 esto quiere decir según la (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) capítulo de Geotecnia y Cimentaciones nos indica que, para un factor de seguridad mayor o igual a 1.0 el talud es estable, por lo tanto los taludes del proyecto son suficientemente estables.

## RECOMENDACIONES

Debido a que cuando se realizaron los trabajos de campos, completamente la calicata no se logró observar todas las partes del terreno estudiado. Se considera conveniente que al momento de la construcción se verifique que a la profundidad de 3 metros siguen existiendo los materiales pedregosos y no arcillas y suelos de ese tipo lo cual cambiaría las condiciones del diseño de la cimentación.

Se requerirá al hacer la construcción realizar otras calicatas para constatar o verificar las características del terreno en toda el área donde se implantará el edificio.

Debido a que el terreno es heterogéneo y en muchas partes constituye una mezcla de materiales es conveniente que previa a la construcción de la cimentación se realicen calicatas para observación y constatar que los terrenos allí presenten son los que se están considerando en el diseño actual es decir el terreno tiene una resistente de 40 ton/m<sup>2</sup>.

Dado a que los taludes van a ser escavados con la nueva condición geométrica con nuevos taludes con berma, es conveniente que se realice una protección

de la superficie de dichos taludes ya que podrá ocurrir el problema del deterioro lo cual significa que esos suelos pueden perder su propiedad de resistencia. Se propone que en el futuro se realice si es posible la proyección de hormigón proyectado para de esta forma garantizar que no exista de materiales tras la edificación.

Se recomienda que se lance una capa de hormigón proyectado de al menos 8 centímetros dotada de malla electro soldada como una solución definitiva de los taludes.

Se debe colocar los muros simétrica y periféricamente con la debida continuidad desde la base hasta el último piso.

Tratar en lo posible que los dos primeros modos de vibración sean de traslación con una mínima excentricidad de 20 cm para evitar problemas de rotación.

No realizar perforaciones en los muros estructurales ya que conllevaría a generar cambio de rigidez, haciendo que la estructura no pueda resistir ante un sismo ya para aquella situación no fue diseñada.

Realizar un análisis dinámico a la estructura para saber el comportamiento ante un sismo.



Para el proceso constructivos, se deberá de tener apuntalada las vigas principales y los paños de losa nervada para evitar deflexiones.

El armado de los elementos estructurales deberán seguirse tal como se presenta en los planos.

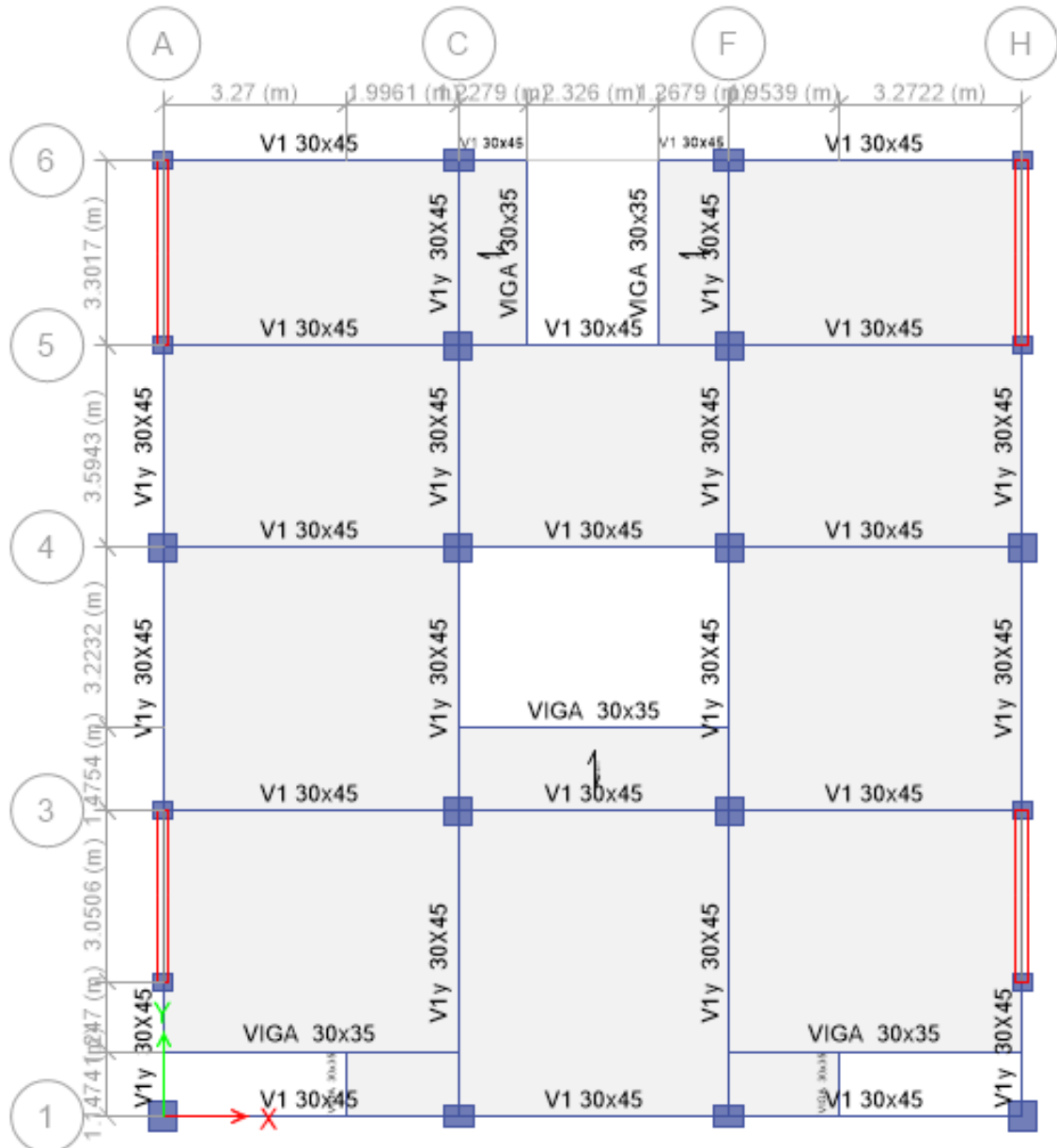
Es importante verificar que todos los elementos que se modelan en Etbas sean correctos. Uno de los errores más comunes es que al momento de colocar la Losa no se trabaja con elementos tipo "Shell", lo que nos certifica que la losa no trabaja en conjunto con las vigas. Si se consideraría tipo "Shell" se garantiza que las vigas están conectadas con la losa.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

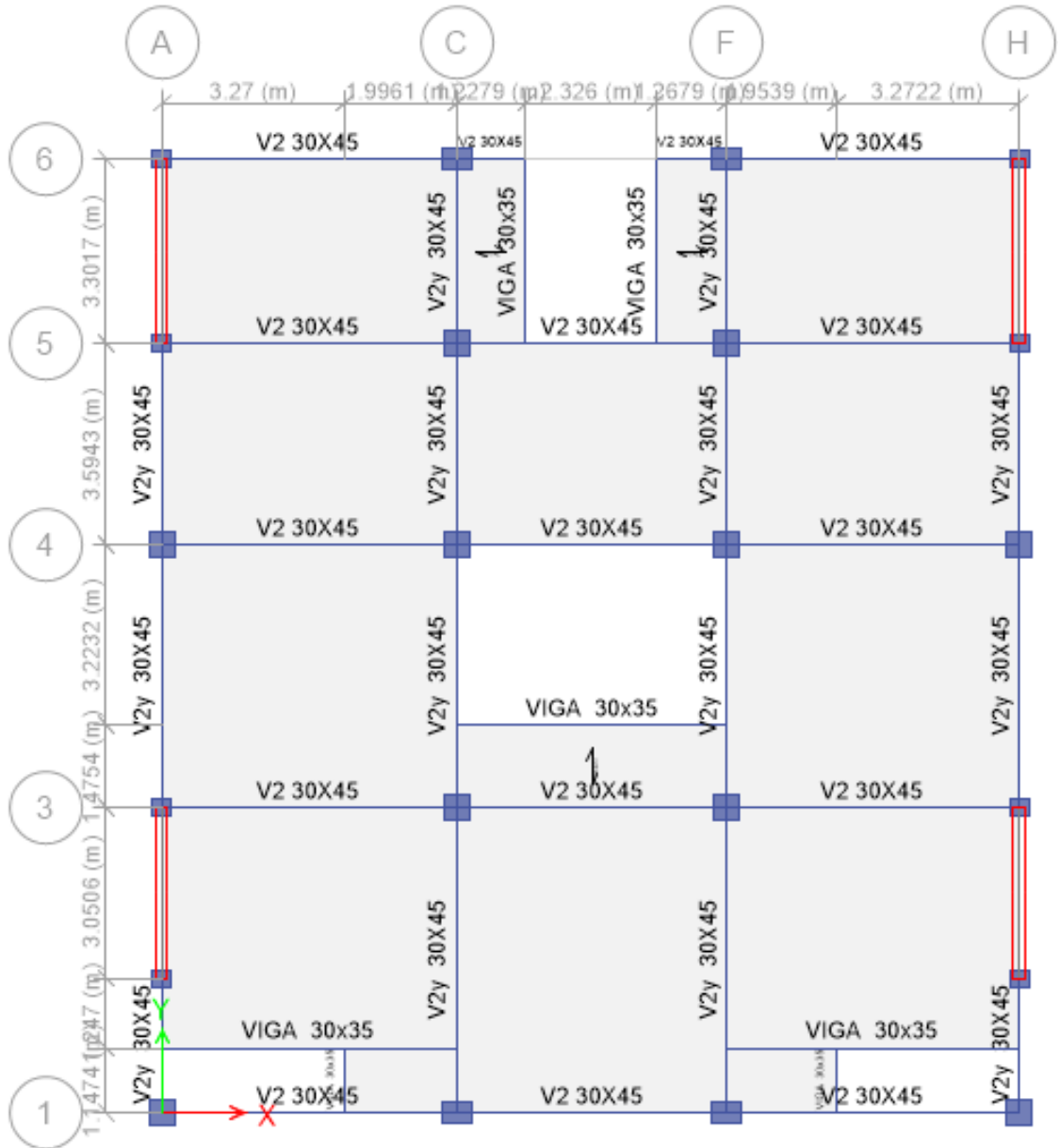
### MODELAMIENTO EN ETABS DEL CONDOMINIO CON SISTEMA DUAL Y APORTICADO

Secciones de elementos estructurales: Viga (NIVEL+3.00 m)  
Losa en 1 y 2 direcciones nervadas



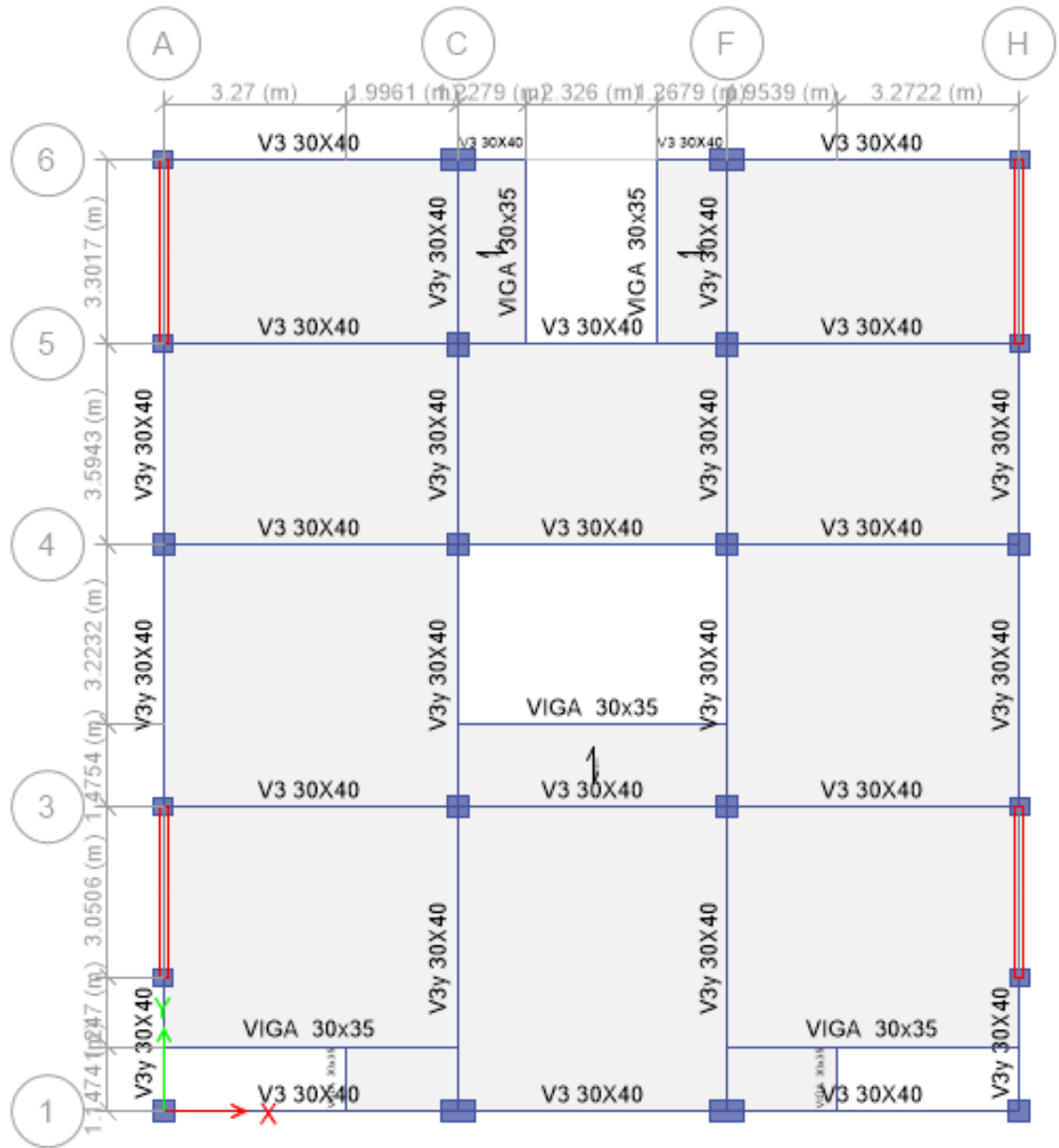
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Secciones de elementos estructurales: Viga (NIVEL+6.00 m)  
 Losa en 1 y 2 direcciones nervadas



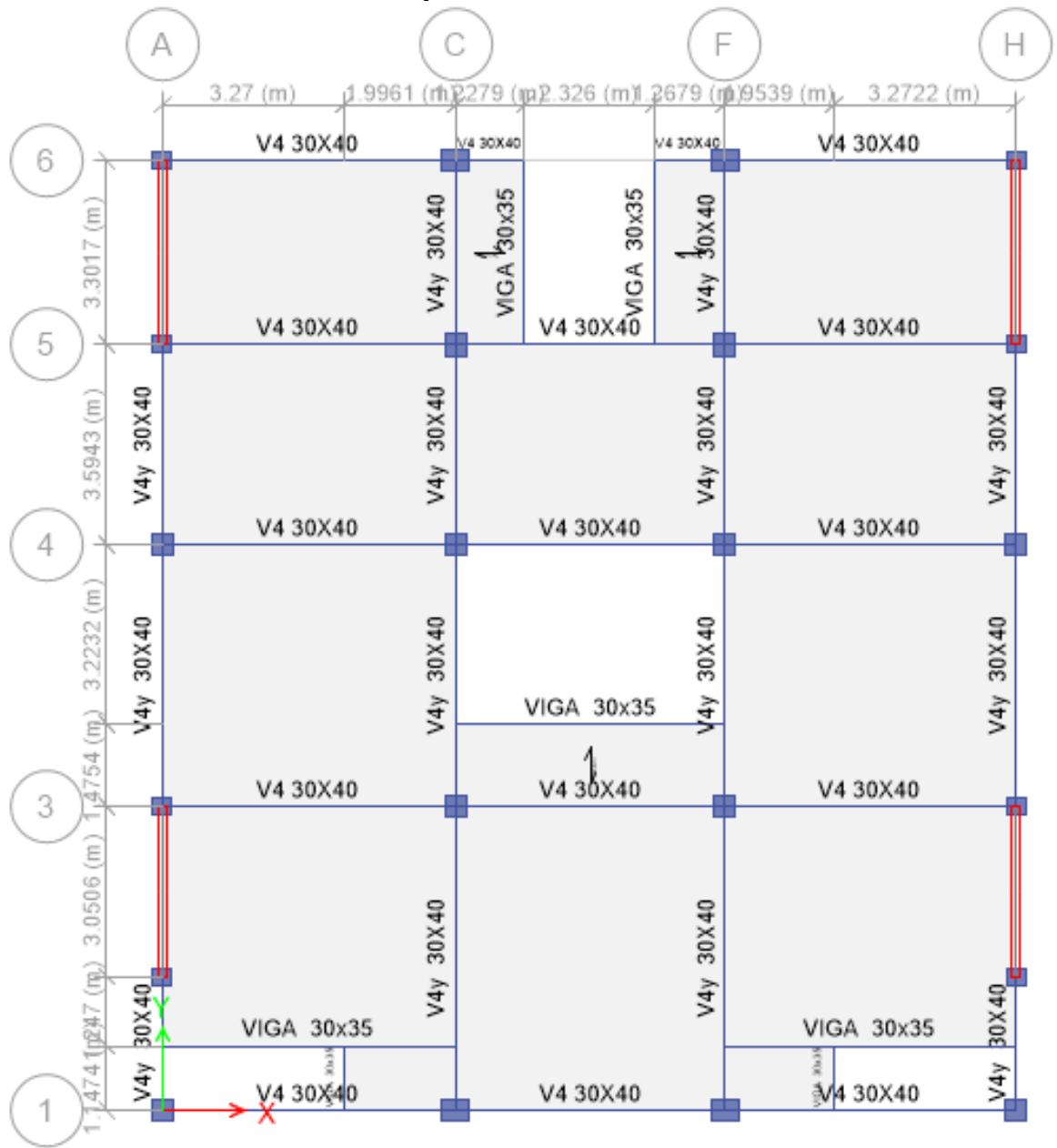
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Secciones de elementos estructurales: Viga (NIVEL+9.00 m)  
 Losa en 1 y 2 direcciones nervadas



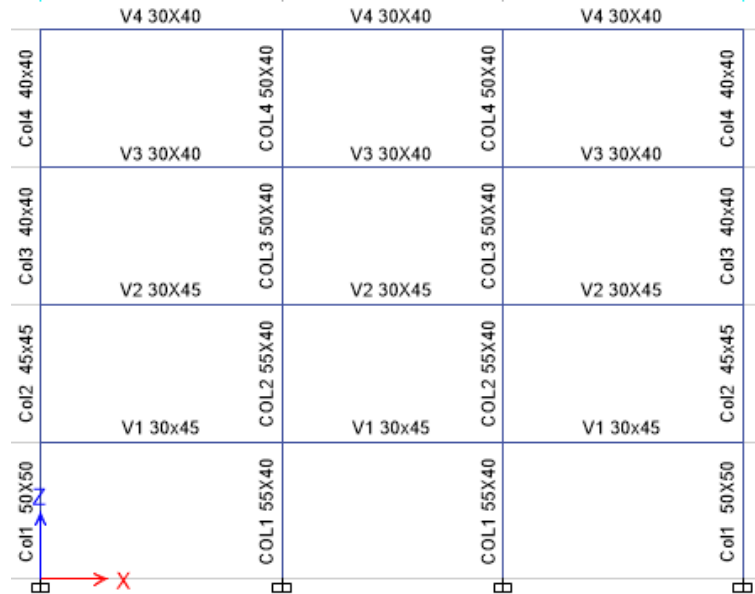
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Secciones de elementos estructurales: Viga (NIVEL+12.00 m)  
 Losa en 1 y 2 direcciones nervadas



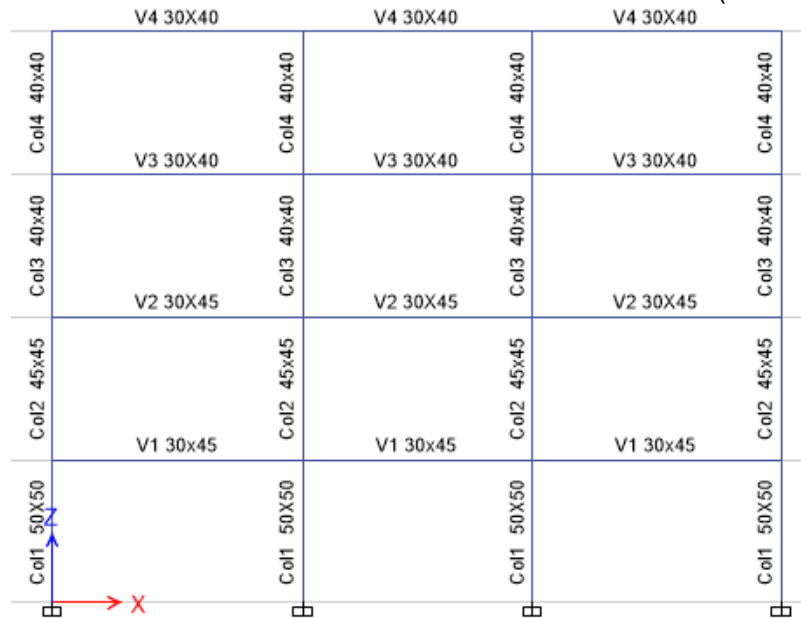
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Secciones de elementos estructurales: Columnas (EJE 1)



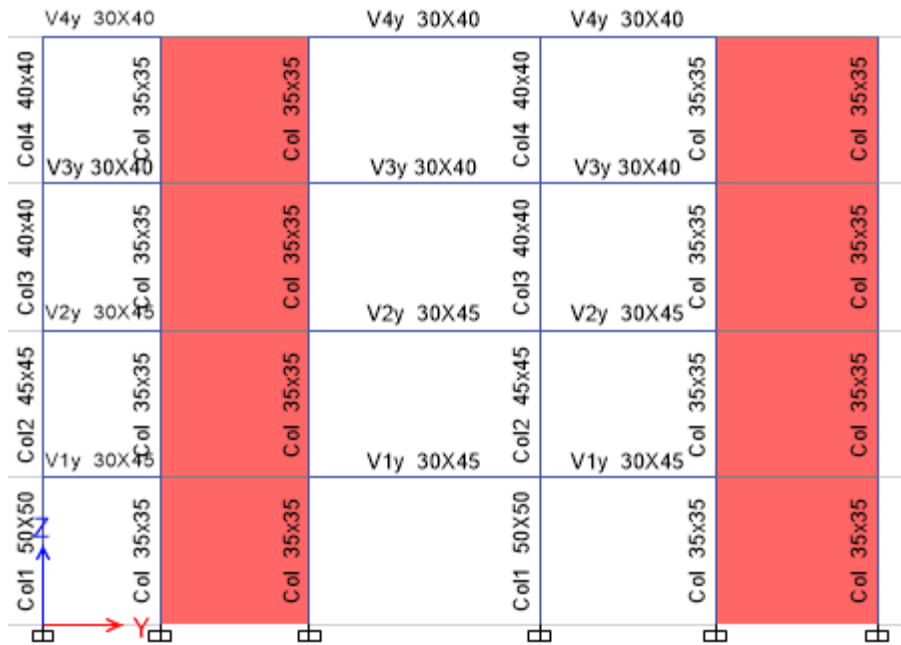
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Secciones de elementos estructurales: Columnas (EJE 4)



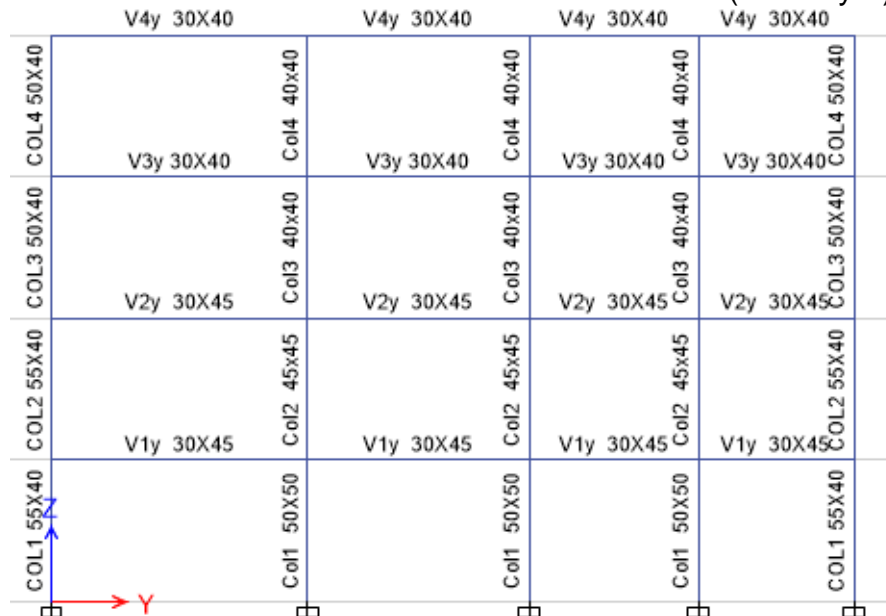
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Secciones de elementos estructurales: Muro con Elementos de Borde (EJE A y H)



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

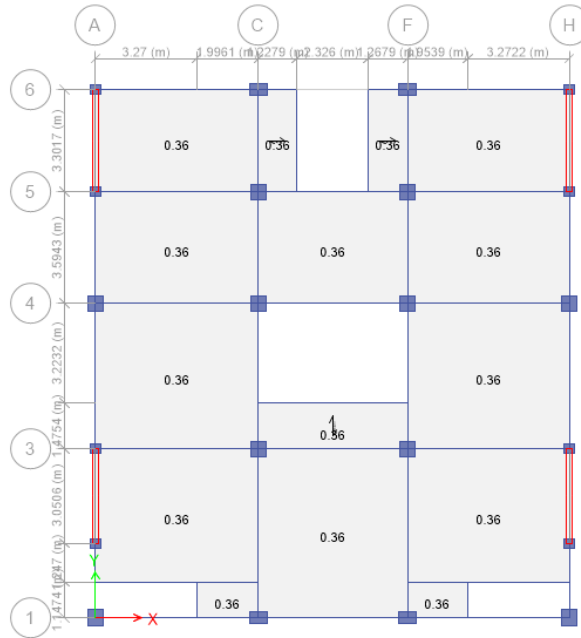
Secciones de elementos estructurales: Columnas (EJE C y F)



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

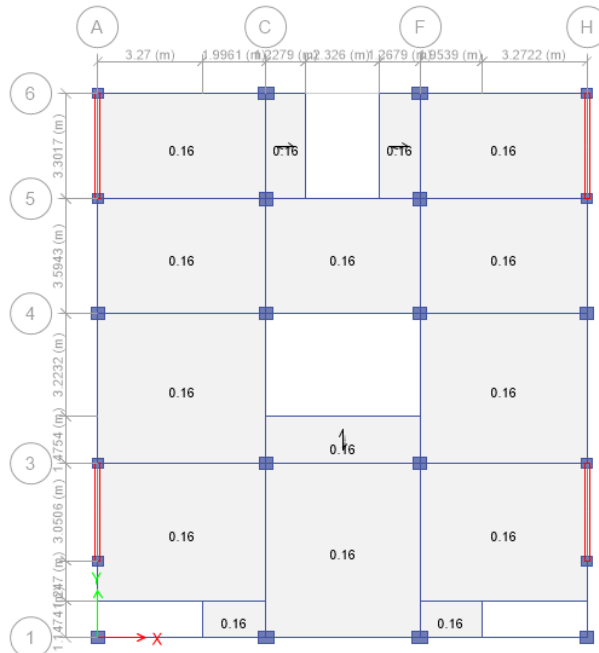


Carga muerta distribuida en el paño de losa (NIVEL+3.00 m, +6.00 m,+9.00 m)



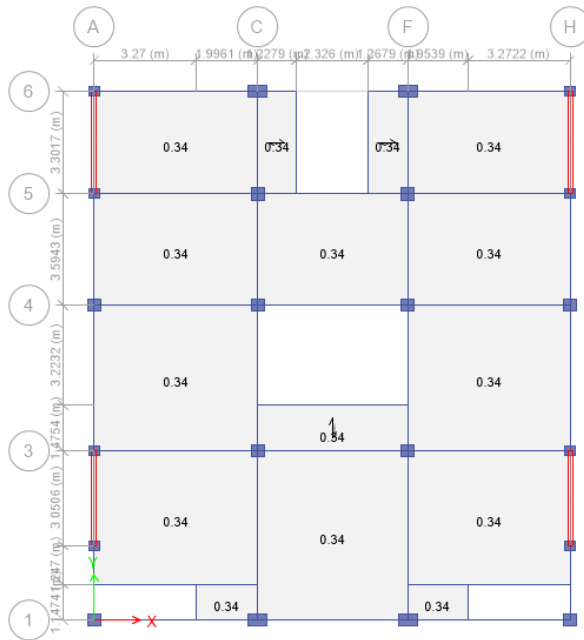
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Carga muerta distribuida en el paño de losa (NIVEL+12.00 m)



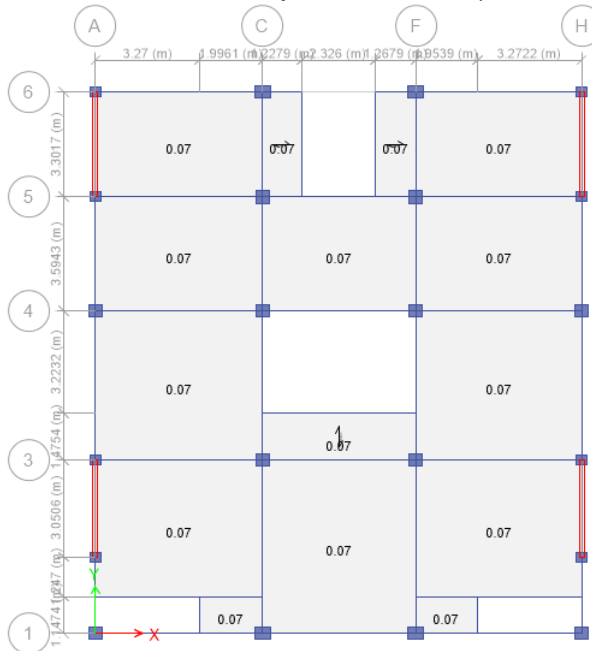
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Carga viva distribuida en el paño de losa (NIVEL+3.00 m, +6.00 m, +9.00 m)



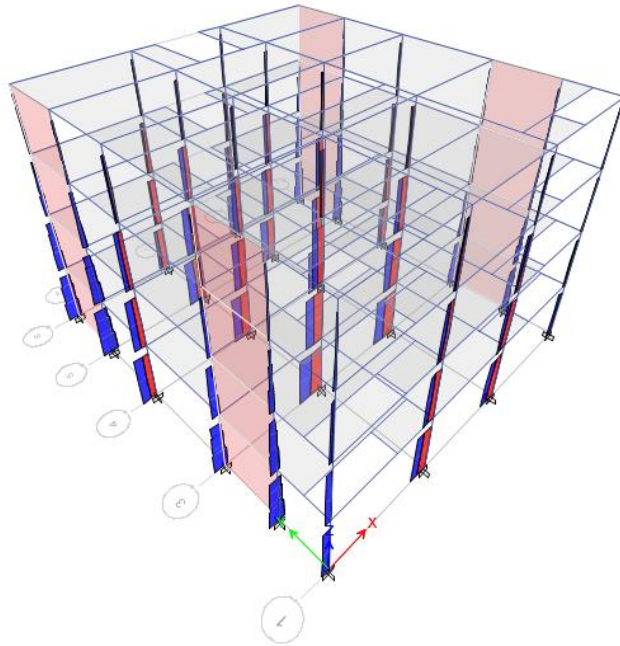
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Carga viva distribuida en el paño de losa (NIVEL+12.00 m)



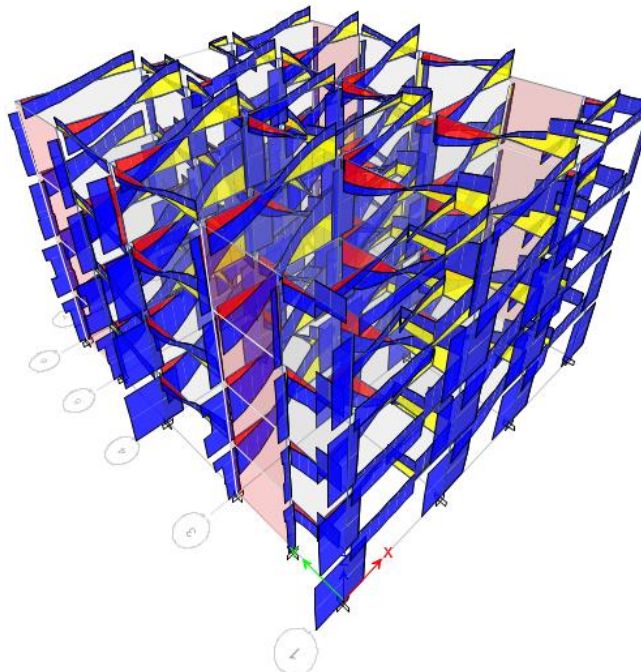
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Fuerza Axial en elemento frame



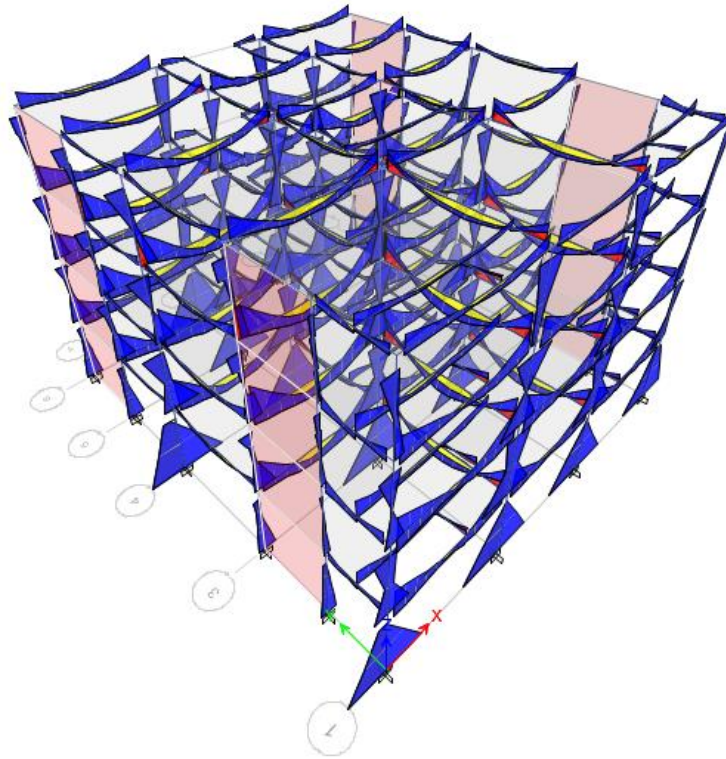
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Fuerza cortante en elemento frame



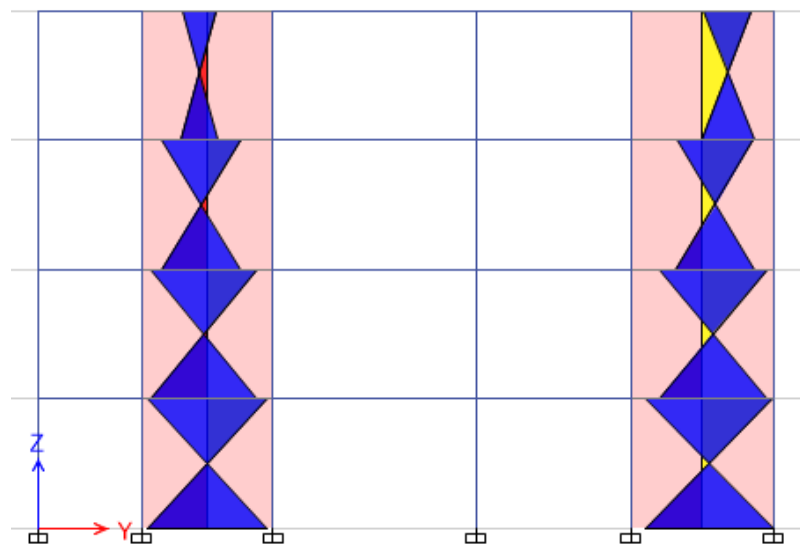
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

*Momentos flectores en elemento frame*



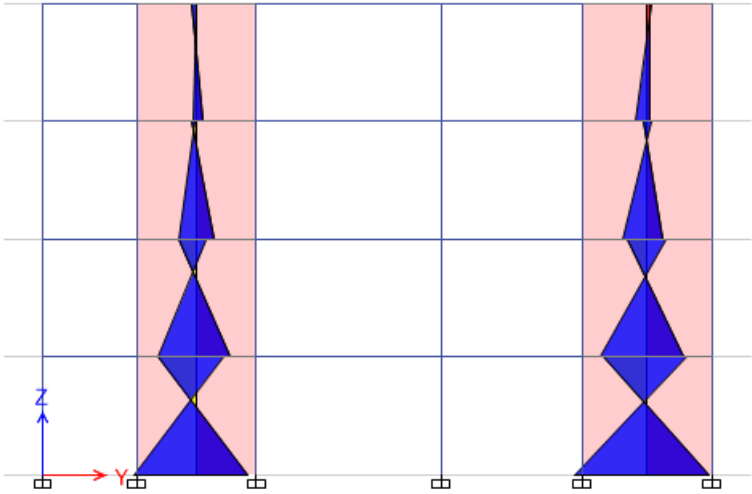
**Fuente:** Suárez, C. Vicuña, B.,2018.

Fuerza cortante en elemento Piers



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Momentos flectores en elemento Piers



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## ANEXO B

### DISEÑO DEL CONDOMINIO CON SISTEMA DUAL Y APORTICADO

#### B.1) DISEÑO DE VIGAS

##### EJE X

##### PORTICO 1

#### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 1 - nivel +12.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.7	3.20	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Exterior Pos	1.85	1.60	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Positivo	2.5	2.16	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	4.4	3.80	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	2.2	1.90	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
INTERNO	Positivo	1.72	1.49	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	4.4	3.80	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	2.2	1.90	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 1 - nivel +9.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	6.03	5.21	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Exterior Pos	3.015	2.61	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
	Positivo	3.92	3.39	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Interior Neg	6.91	5.97	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
	apoyo Interior Pos	3.455	2.99	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
INTERNO	Positivo	3.06	2.65	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Interior Neg	6.91	5.97	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075
	apoyo Interior Pos	3.455	2.99	# 2	22 Ø		# 2	7.60	9.10	0.0075

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

#### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 1 - nivel +6.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	8.6	6.48	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
	Apoyo Exterior Pos	4.3	3.24	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
	Positivo	4.78	3.60	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
	Apoyo Interior Neg	9.58	7.22	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
	apoyo Interior Pos	4.79	3.61	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
INTERNO	Positivo	4.23	3.19	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
	Apoyo Interior Neg	9.58	7.22	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065
	apoyo Interior Pos	4.79	3.61	# 2	22 Ø		# 2	7.60	10.53	0.0065

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 1 - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	7.73	5.83	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
	Apoyo Exterior Pos	3.865	2.91	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
	Positivo	4.47	3.37	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
	Apoyo Interior Neg	8.66	6.53	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
	apoyo Interior Pos	4.33	3.26	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
INTERNO	Positivo	3.56	2.68	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
	Apoyo Interior Neg	8.66	6.53	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065
	apoyo Interior Pos	4.33	3.26	#2	22 Ø			#2	7.60	10.53	0.0065

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico 1**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**PORTICO 2**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 2 - nivel +12.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.52	3.57	#2	18 Ø			#2	5.09	5.31	0.0058
	Apoyo Exterior Pos	1.76	1.78	#2	18 Ø			#2	5.09	5.31	0.0058
	Positivo	1.8	1.82	#2	18 Ø			#2	5.09	5.31	0.0058
	Apoyo Interior Neg	2.04	2.07	#2	18 Ø			#2	7.63	7.75	0.0088
	apoyo Interior Pos	1.02	1.03	#2	18 Ø			#2	5.09	5.31	0.0058

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 2 - nivel +9.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo				# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	5.6	5.68	#2	20 Ø	#1	20 Ø	#3	9.42	9.34	0.0108
	Apoyo Exterior Pos	2.8	2.84	#2	20 Ø			#2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	2.8	2.84	#2	20 Ø			#2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	3.48	3.53	#2	20 Ø			#2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	1.74	1.76	#2	20 Ø			#2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 2 - nivel +6.00 m.**

Tramo	Localización	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	5.95	6.03	# 2	20 Ø	# 1	20 Ø	# 3	9.42	9.34	0.0108
	Apoyo Exterior Pos	2.975	3.02	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	2.68	2.72	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	3.92	3.97	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	1.96	1.99	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 2 - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localización	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	5.63	5.71	# 2	20 Ø	# 1	20 Ø	# 3	9.42	9.34	0.0108
	Apoyo Exterior Pos	2.815	2.85	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	2.6	2.64	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	3.68	3.73	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	1.84	1.87	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico 2**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**PORTICO 4**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 4 - nivel +12.00 m.**

Tramo	Localización	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo				# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	6.12	5.29	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Exterior Pos	3.06	2.65	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	Positivo	3.7	3.20	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	6.41	5.54	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	3.205	2.77	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
INTERNO	Positivo	1.6025	1.39	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	6.41	5.54	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	3.205	2.77	# 2	20 Ø			# 2	6.28	7.63	0.0062

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 4 - nivel +9.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	10.69	9.24	# 2	22 Ø	# 2	22 Ø	# 4	15.21	16.91	0.0149
	Apoyo Exterior Pos	5.345	4.62	# 2	22 Ø	# 2	22 Ø	# 4	15.21	16.91	0.0149
	Positivo	6.4	5.53	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Interior Neg	10.83	9.36	# 2	22 Ø	# 2	20 Ø	# 4	13.89	15.64	0.0136
	apoyo Interior Pos	5.415	4.68	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075
INTERNO	Positivo	2.7075	2.34	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075
	Apoyo Interior Neg	10.83	9.36	# 2	22 Ø	# 1	20 Ø	# 3	10.74	12.48	0.0105
	apoyo Interior Pos	5.415	4.68	# 2	22 Ø			# 2	7.60	9.10	0.0075

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 4 - nivel +6.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	12.91	9.73	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	6.455	4.87	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Positivo	6.5	4.90	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.95	9.76	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.475	4.88	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.35	2.52	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.95	9.76	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	apoyo Interior Pos	6.475	4.88	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 4 - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	12.11	9.13	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	6.055	4.56	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Positivo	6.4	4.82	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.27	9.25	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.135	4.62	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.2	2.41	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.27	9.25	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084
	apoyo Interior Pos	6.135	4.62	# 2	25 Ø			# 2	9.82	13.31	0.0084

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico 4**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

## PORTICO 5

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 5 - nivel +12.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	5.63	4.87	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Exterior Pos	2.815	2.43	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Positivo	3.46	2.99	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	6.11	5.28	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	3.055	2.64	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
INTERNO	Positivo	1.98	1.71	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	6.11	5.28	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	3.055	2.64	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 5 - nivel +9.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	10.09	8.72	# 2	25 Ø		# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Exterior Pos	5.045	4.36	# 2	25 Ø		# 2	9.82	11.45	0.0096
	Positivo	5.9	5.10	# 2	25 Ø		# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Interior Neg	10.31	8.91	# 2	25 Ø	# 2	22 Ø	17.42	18.84	0.0171
	apoyo Interior Pos	5.155	4.46	# 2	25 Ø		# 2	9.82	11.45	0.0096
INTERNO	Positivo	3.55	3.07	# 2	25 Ø		# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Interior Neg	10.31	8.91	# 2	25 Ø	# 2	22 Ø	17.42	18.84	0.0171
	apoyo Interior Pos	5.155	4.46	# 2	25 Ø		# 2	9.82	11.45	0.0096

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 5 - nivel +6.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	11.95	9.01	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	5.975	4.50	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Positivo	6.02	4.54	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.41	9.35	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.205	4.68	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	4.71	3.55	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	12.41	9.35	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	6.205	4.68	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 5 - nivel +3.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	10.85	8.18	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	5.425	4.09	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Positivo	6.05	4.56	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	11.91	8.98	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	5.955	4.49	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	4.18	3.15	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	11.91	8.98	# 2	25 Ø	# 1	22 Ø	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	5.955	4.49	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico 5.

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**PORTICO 6**

Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 6 - nivel +12.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	4.18	3.61	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Exterior Pos	2.09	1.81	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Positivo	2.15	1.86	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	4.74	4.10	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	2.37	2.05	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
INTERNO	Positivo	1.57	1.36	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	0.65	0.56	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	0.325	0.28	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 6 - nivel +9.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	7.3	6.31	# 2	20 Ø	# 1 18 Ø	# 3	8.83	10.48	0.0087
	Apoyo Exterior Pos	3.65	3.16	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Positivo	3.22	2.78	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	7.41	6.41	# 2	20 Ø	# 1 18 Ø	# 3	8.83	10.48	0.0087
	apoyo Interior Pos	3.705	3.20	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
INTERNO	Positivo	2.31	2.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	0.95	0.82	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	0.475	0.41	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 6 - nivel +6.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.44	8.16	# 2	20 Ø	# 1 20 Ø	# 3	9.42	11.12	0.0092
	Apoyo Exterior Pos	4.72	4.08	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Positivo	4.21	3.64	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	10.09	8.72	# 2	20 Ø	# 1 20 Ø	# 3	9.42	11.12	0.0092
	apoyo Interior Pos	5.045	4.36	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
INTERNO	Positivo	2.55	2.20	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	1.11	0.96	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	0.555	0.48	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 6 - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	8.39	6.32	# 2	20 Ø	# 1	18 Ø	# 3	8.83	12.15	0.0075
	Apoyo Exterior Pos	4.195	3.16	# 2	20 Ø			# 2	6.28	8.82	0.0054
	Positivo	3.91	2.95	# 2	20 Ø			# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	9.14	6.89	# 2	20 Ø	# 1	18 Ø	# 3	8.83	12.15	0.0075
	apoyo Interior Pos	4.57	3.44	# 2	20 Ø			# 2	6.28	8.82	0.0054
INTERNO	Positivo	2.285	1.72	# 2	20 Ø			# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	1	0.75	# 2	20 Ø			# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	0.5	0.38	# 2	20 Ø			# 2	6.28	8.82	0.0054

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico 6.**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**PORTICO 7**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 7 - nivel +12.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	1.93	1.96	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Exterior Pos	0.965	0.98	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	1	1.01	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	1.92	1.95	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	0.96	0.97	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 7 - nivel +9.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.13	3.17	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Exterior Pos	1.565	1.59	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	1.61	1.63	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	3.12	3.16	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	1.56	1.58	# 2	20 Ø			# 2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 7 - nivel +6.00 m.**

Tramo	Localización	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.54	3.59	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Exterior Pos	1.77	1.79	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	1.6	1.62	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	3.53	3.58	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	1.765	1.79	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje 7 - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localización	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.42	3.47	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Exterior Pos	1.71	1.73	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	Positivo	1.6	1.62	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	Apoyo Interior Neg	3.41	3.46	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072
	apoyo Interior Pos	1.705	1.73	# 2	20 Ø		# 2	6.28	6.45	0.0072

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico 7.**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**EJE Y**

**PORTICO A**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje A - nivel +12.00 m.**

Tramo	Localización	MU Ton-m	A, req cm <sup>2</sup>	Refuerzo			# bar	As, disp cm <sup>2</sup>	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	2.45	2.12	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Exterior Pos	1.225	1.06	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Positivo	1.63	1.41	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	2.75	2.38	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	1.375	1.19	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
INTERNO	Positivo	0.84	0.73	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	2.11	1.82	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	1.055	0.91	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje A - nivel +9.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.76	3.25	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Exterior Pos	1.88	1.63	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Positivo	2.6	2.25	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	4.16	3.60	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	2.08	1.80	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
INTERNO	Positivo	1.16	1.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	2.91	2.52	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	1.455	1.26	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje A - nivel +6.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.92	2.95	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Exterior Pos	1.96	1.48	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Positivo	2.66	2.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	4.33	3.26	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	2.165	1.63	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
INTERNO	Positivo	1.3	0.98	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	3.14	2.37	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	1.57	1.18	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje H - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.71	2.80	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Exterior Pos	1.855	1.40	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Positivo	2.65	2.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	3.9	2.94	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	1.95	1.47	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
INTERNO	Positivo	1.2	0.90	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	2.56	1.93	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	1.28	0.96	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico A.**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
	#	Ø		#	Ø	
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

## PORTICO F

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje F - nivel +12.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	$\phi$ Mn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	5.3	4.58	# 2	20 $\phi$	# 1	20 $\phi$	# 3	9.42	11.12	0.0092
	Apoyo Exterior Pos	2.65	2.29	# 2	16 $\phi$			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Positivo	3.9	3.37	# 2	16 $\phi$			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Apoyo Interior Neg	5.2	4.50	# 2	20 $\phi$			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	2.6	2.25	# 2	16 $\phi$			# 2	4.02	4.99	0.0039
INTERNO	Positivo	1.85	1.60	# 2	16 $\phi$			# 2	4.02	4.99	0.0039
	Apoyo Interior Neg	3.46	2.99	# 2	20 $\phi$			# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	1.73	1.50	# 2	16 $\phi$			# 2	4.02	4.99	0.0039

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje F - nivel +9.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	$\phi$ Mn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.22	7.97	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Exterior Pos	4.61	3.99	# 2	25 $\phi$	# 1	22 $\phi$	# 3	13.62	15.31	0.0134
	Positivo	6.6	5.71	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Interior Neg	9.51	8.22	# 2	25 $\phi$	# 2	22 $\phi$	# 4	17.42	18.84	0.0171
	apoyo Interior Pos	4.755	4.11	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	11.45	0.0096
INTERNO	Positivo	3.13	2.71	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	11.45	0.0096
	Apoyo Interior Neg	5.31	4.59	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	11.45	0.0096
	apoyo Interior Pos	2.655	2.30	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	11.45	0.0096

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje F - nivel +6.00 m.

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	$\phi$ Mn Ton-m	p corregido	
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.28	6.99	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	4.64	3.50	# 2	25 $\phi$	# 1	22 $\phi$	# 3	13.62	17.88	0.0116
	Positivo	6.82	5.14	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	9.48	7.15	# 2	25 $\phi$	# 1	22 $\phi$	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	4.74	3.57	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.13	2.36	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	5.47	4.12	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	13.31	0.0084
	apoyo Interior Pos	2.735	2.06	# 2	25 $\phi$			# 2	9.82	13.31	0.0084

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje F - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
				#	Ø					
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	9.35	7.05	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Exterior Pos	4.675	3.52	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Positivo	6.92	5.22	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	8.98	6.77	# 2	25 Ø	# 1    22 Ø	# 3	13.62	17.88	0.0116
	apoyo Interior Pos	4.49	3.38	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
INTERNO	Positivo	3.16	2.38	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	Apoyo Interior Neg	5.26	3.96	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084
	apoyo Interior Pos	2.63	1.98	# 2	25 Ø		# 2	9.82	13.31	0.0084

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Distribución del acero de refuerzo transversal pórtico F**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 5
Nivel +6.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 5
Nivel +3.00	# 2	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 5

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**PORTICO H**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje H - nivel +12.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
				#	Ø					
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	2.45	2.12	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Exterior Pos	1.225	1.06	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Positivo	1.63	1.41	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	2.75	2.38	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	1.375	1.19	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
INTERNO	Positivo	0.84	0.73	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	Apoyo Interior Neg	2.11	1.82	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050
	apoyo Interior Pos	1.055	0.91	# 2	18 Ø		# 2	5.09	6.27	0.0050

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje H - nivel +9.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	p corregido
				#	Ø					
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.76	3.25	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Exterior Pos	1.88	1.63	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Positivo	2.6	2.25	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	4.16	3.60	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	2.08	1.80	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
INTERNO	Positivo	1.16	1.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	Apoyo Interior Neg	2.91	2.52	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062
	apoyo Interior Pos	1.455	1.26	# 2	20 Ø		# 2	6.28	7.63	0.0062

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje H - nivel +6.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	ρ corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.92	2.95	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Exterior Pos	1.96	1.48	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Positivo	2.66	2.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	4.33	3.26	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	2.165	1.63	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
INTERNO	Positivo	1.3	0.98	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	3.14	2.37	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	1.57	1.18	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Diseño a flexión de las vigas del pórtico eje H - nivel +3.00 m.**

Tramo	Localizacion	MU Ton-m	A, req cm2	Refuerzo			# bar	As, disp cm2	ØMn Ton-m	ρ corregido
EXTERNO	Apoyo Exterior Neg	3.71	2.80	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Exterior Pos	1.855	1.40	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Positivo	2.65	2.00	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	3.9	2.94	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	1.95	1.47	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
INTERNO	Positivo	1.2	0.90	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	Apoyo Interior Neg	2.56	1.93	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054
	apoyo Interior Pos	1.28	0.96	# 2	20 Ø		# 2	6.28	8.82	0.0054

**Fuente Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**Distribución del acero de refuerzo transversal del pórtico H.**

	Estribos					
	Extremos		Separacion (cm)	Central		Separacion (cm)
Nivel +12.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +9.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +6.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10
Nivel +3.00	# 1	10 Ø	c/ 5	# 1	10 Ø	c/ 10

**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

**B.2) DISEÑO DE COLUMNAS**

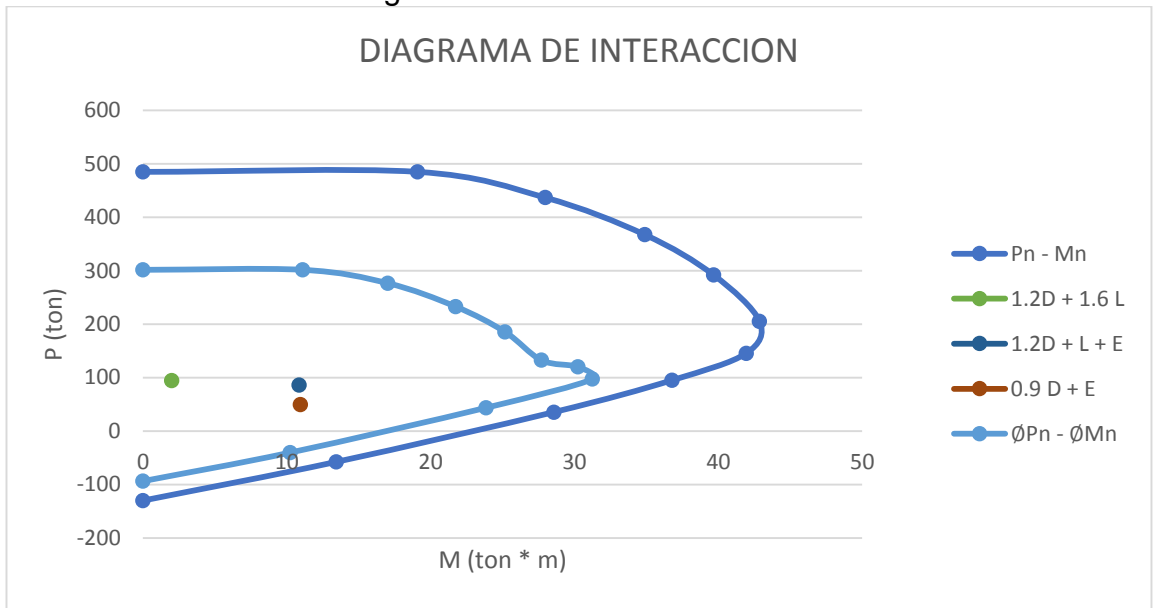
**Entrepiso 2)**

**Solicitaciones de la columna cuadrada**

COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	94.68	1.99	94.68	2.6
1.2D+ L +E	86.09	10.86	86.09	2.82
0.9D+E	49.76	10.94	49.76	2.48

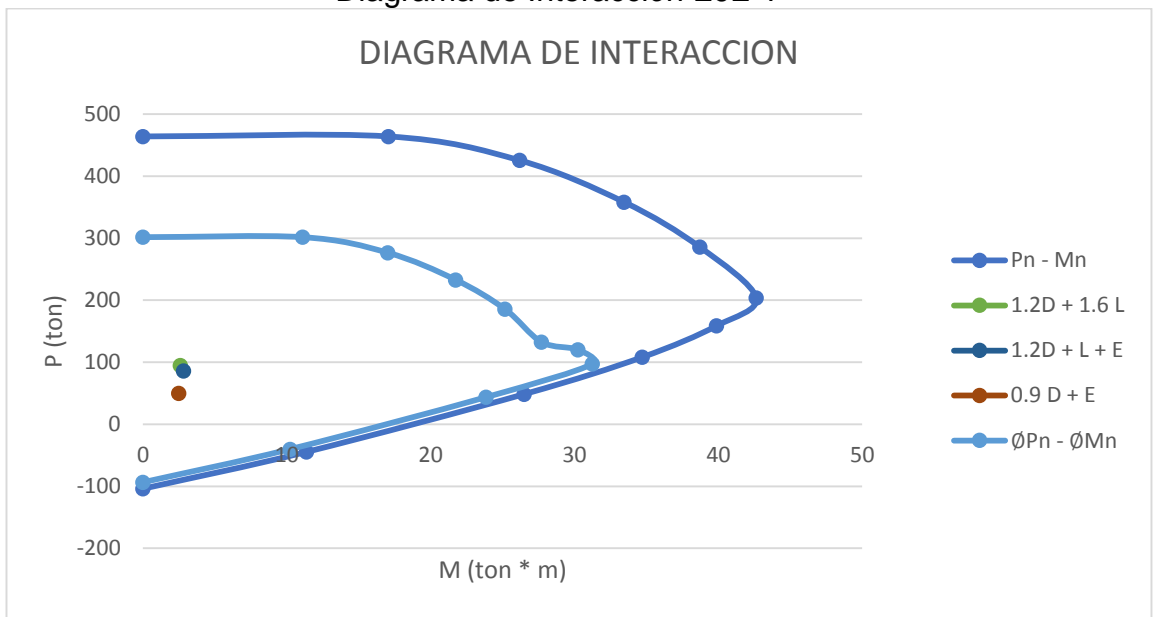
**Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.**

Diagrama de Interacción EJE X



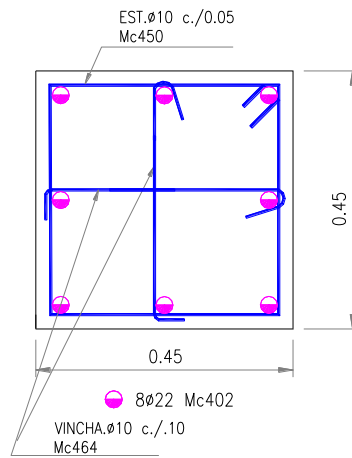
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diagrama de Interacción EJE Y



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de columna cuadrada



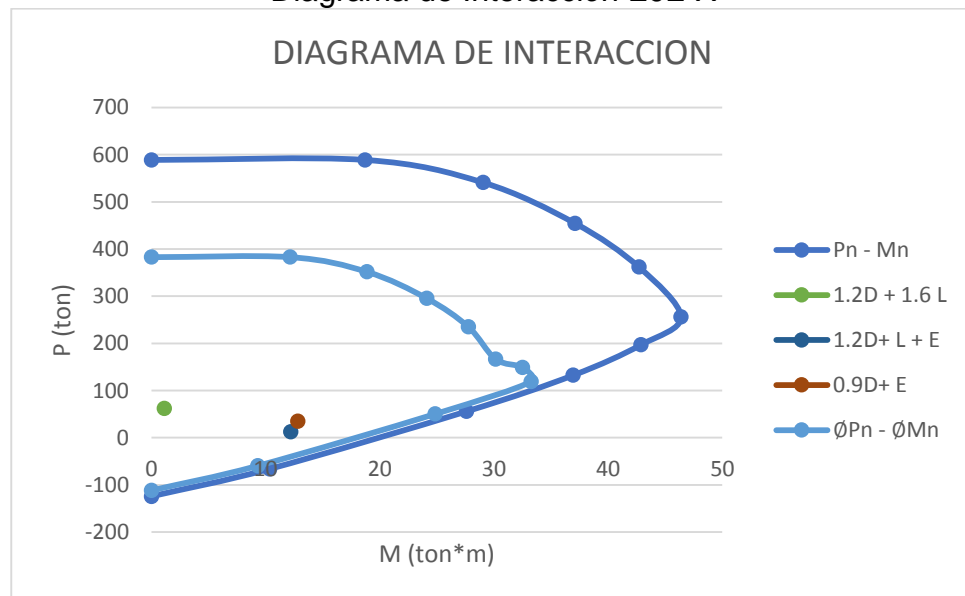
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Solicitaciones de la columna rectangular

COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	62	1.14	62	7.53
1.2D+ L +E	56.74	12.2	56.74	7.11
0.9D+E	34.91	12.82	34.91	3.6

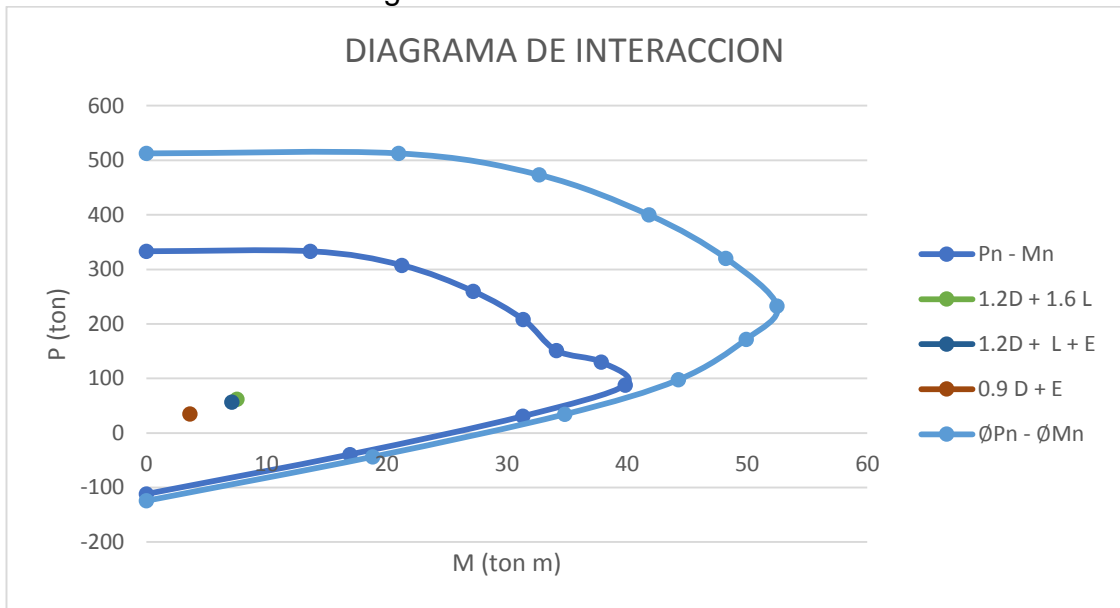
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción EJE X



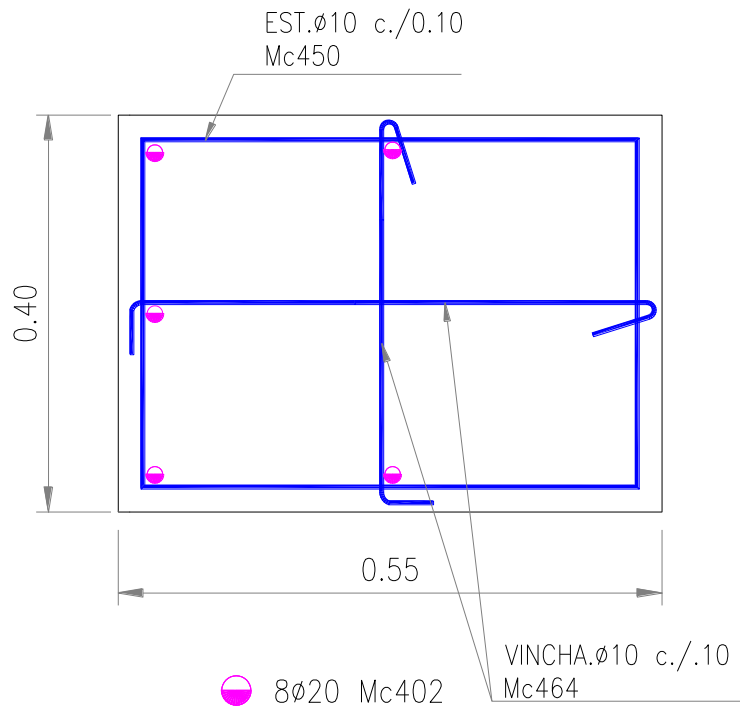
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción EJE Y



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de columna rectangular



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

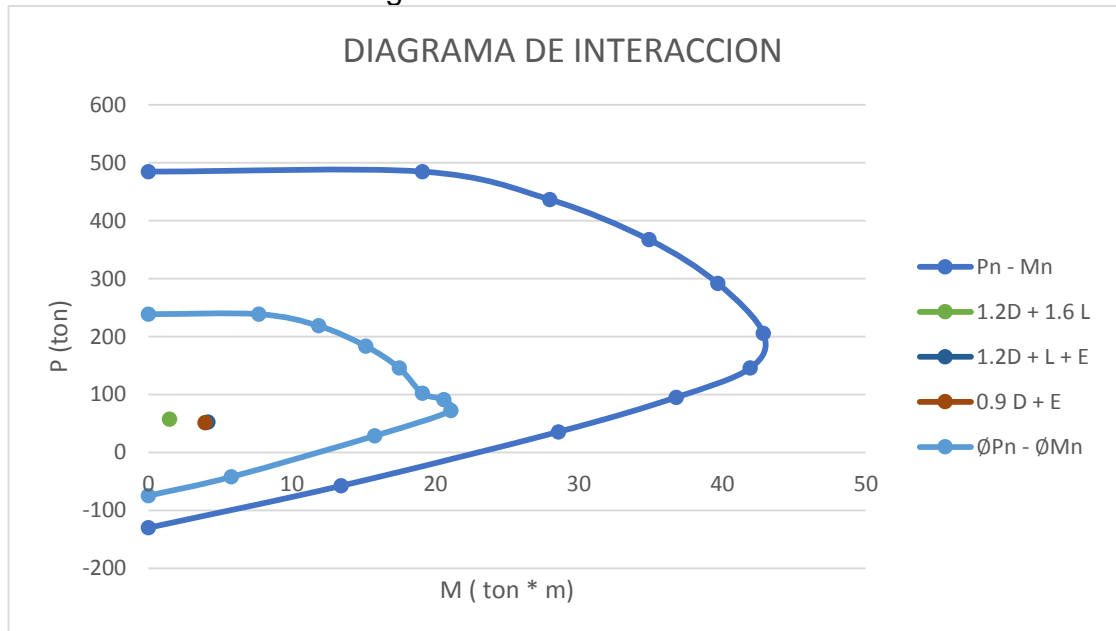
### Entrepiso 3)

Solicitaciones de la columna cuadrada

COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	57.36	1.46	57.36	2
1.2D+ L +E	52.62	4.13	52.62	1.25
0.9D+E	51.53	3.95	51.53	1.82

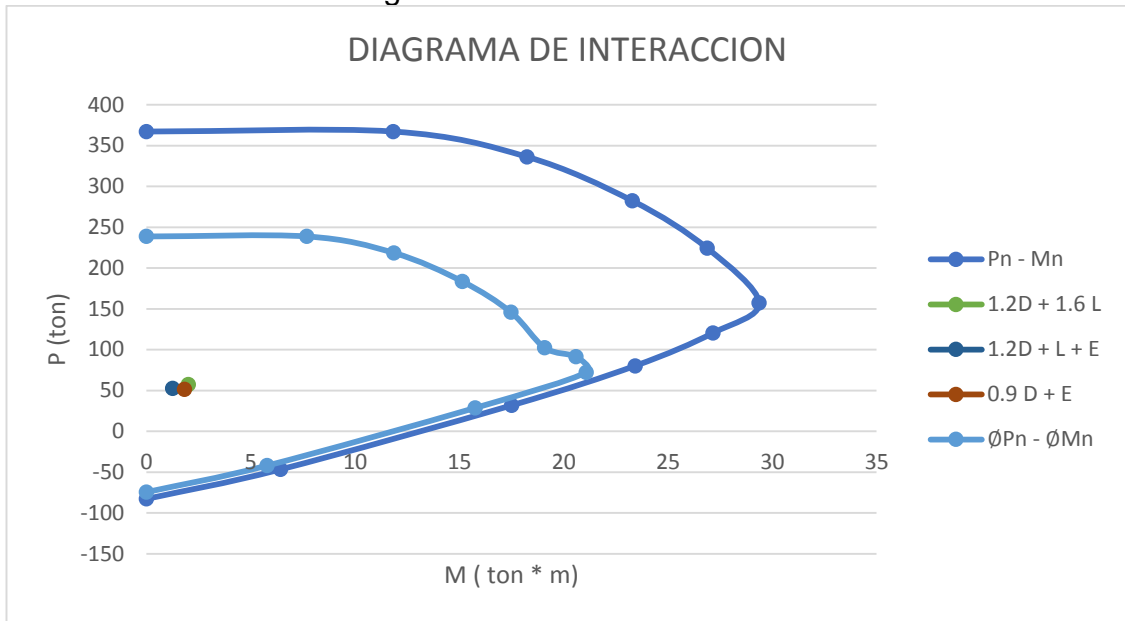
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diagrama de Interacción EJE X



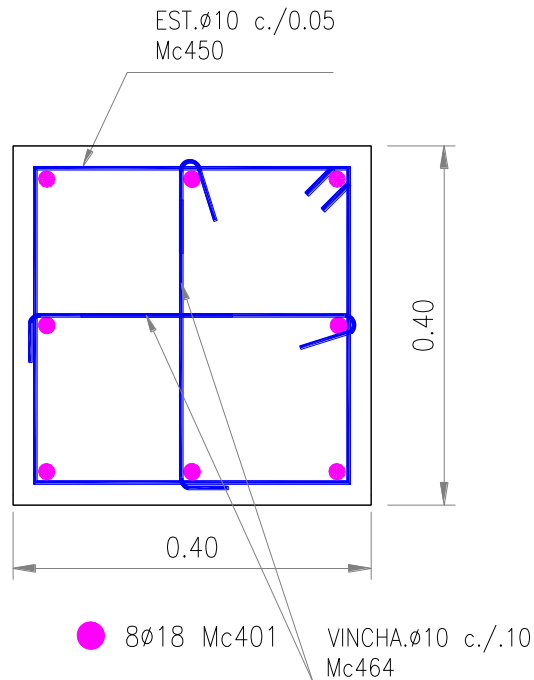
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción EJE Y



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de columna cuadrada 3er nivel



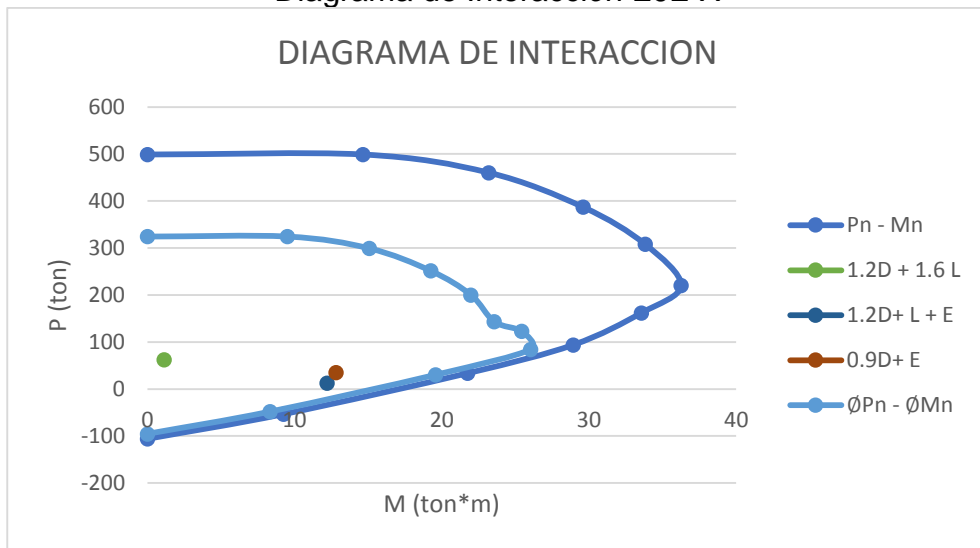
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Solicitaciones de la columna rectangular

COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	38.21	1.04	38.21	6.92
1.2D+ L +E	35.25	9.09	35.25	6.49
0.9D+E	22.37	9.48	22.37	3.22

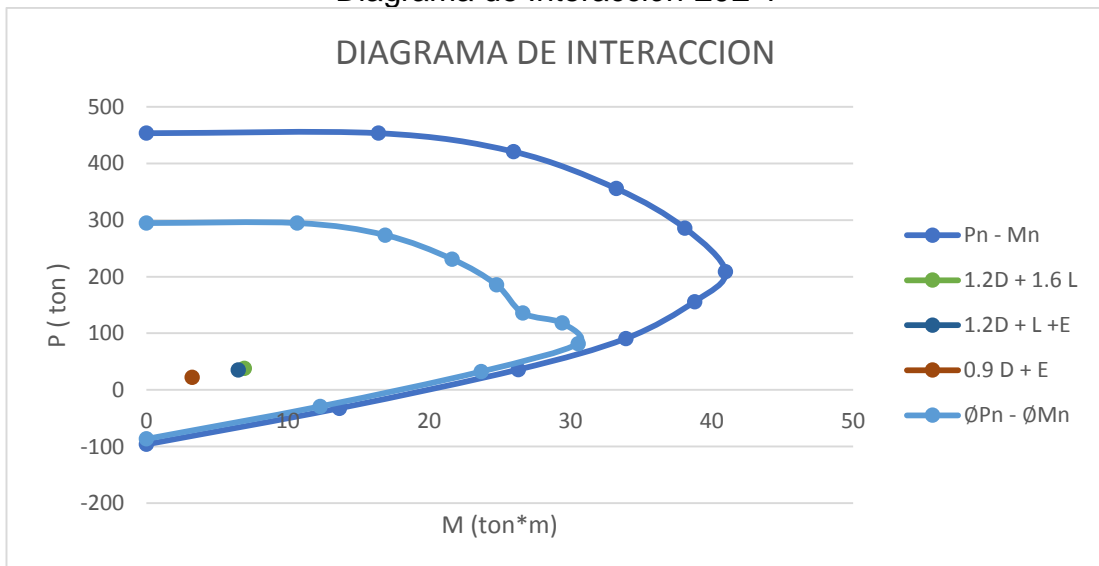
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diagrama de Interacción EJE X



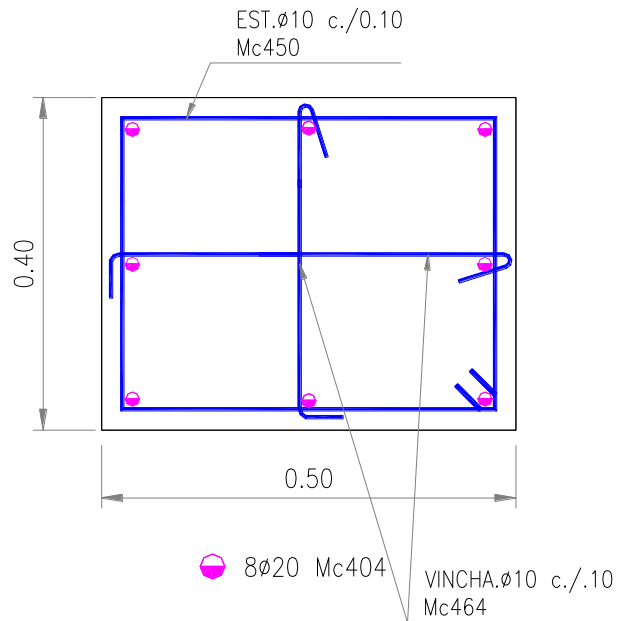
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diagrama de Interacción EJE Y



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de columna rectangular 3er nivel



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Entrepiso 4)

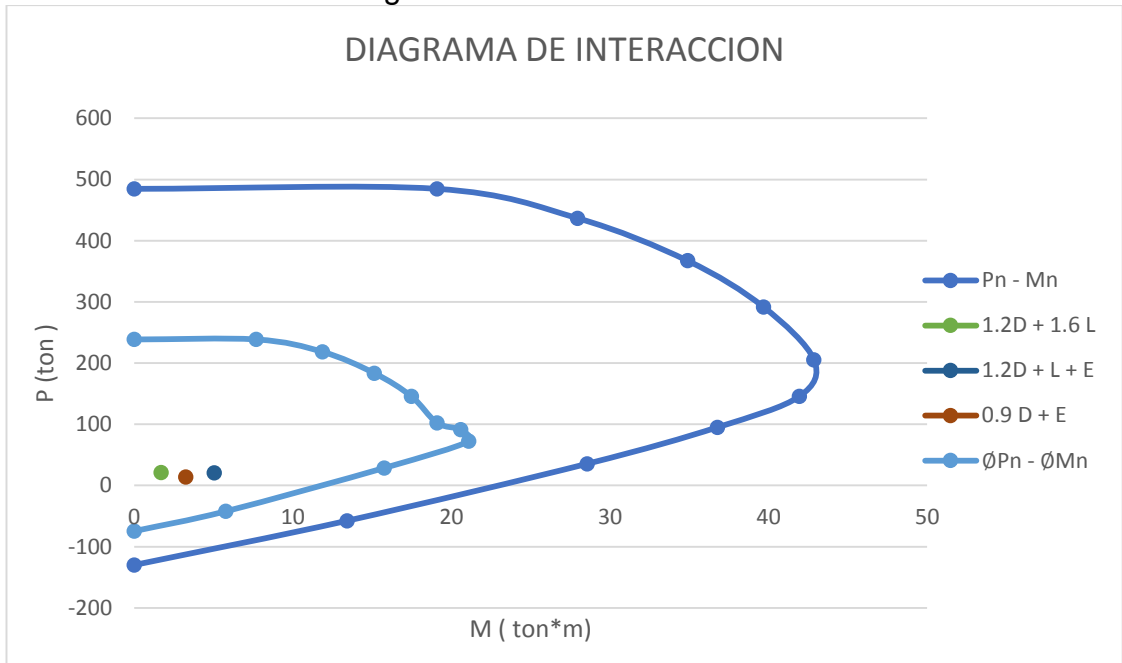
#### Solicitaciones de la columna cuadrada

COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	21.16	1.69	21.16	2.28
1.2D+ L +E	20.5	5.03	20.5	1.59
0.9D+E	13.94	3.24	13.94	2.05

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

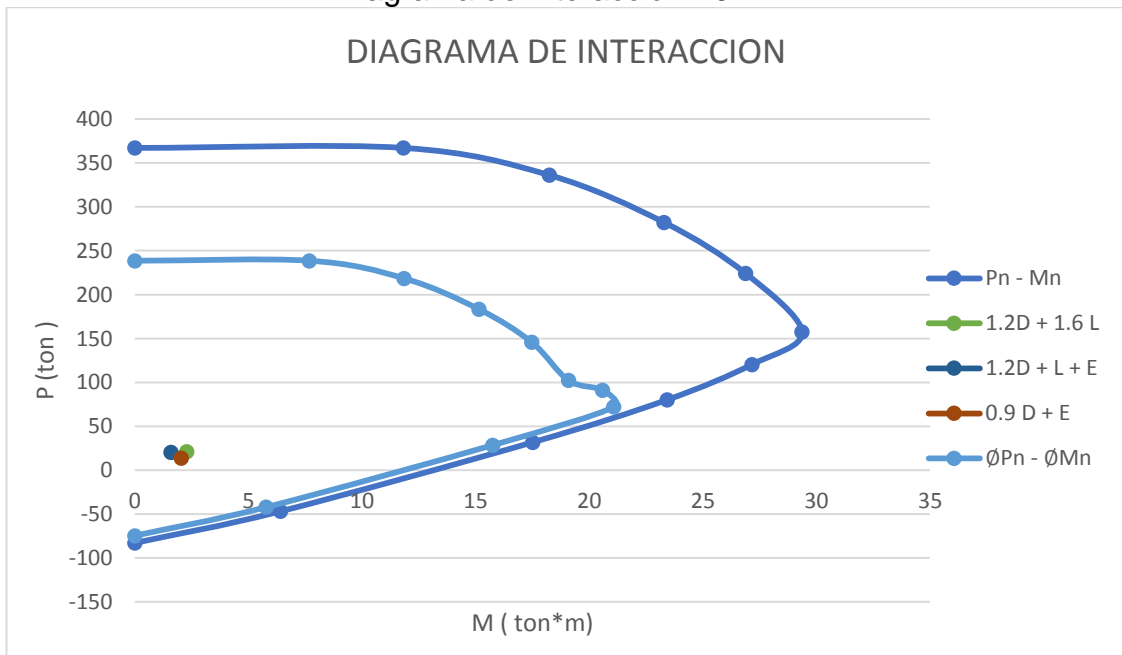


### Diagrama de Interacción EJE X



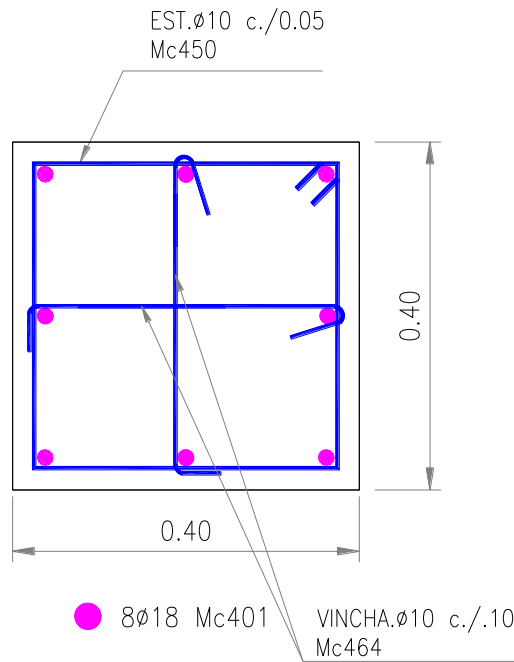
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción EJE Y



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de columna cuadrada 4to nivel



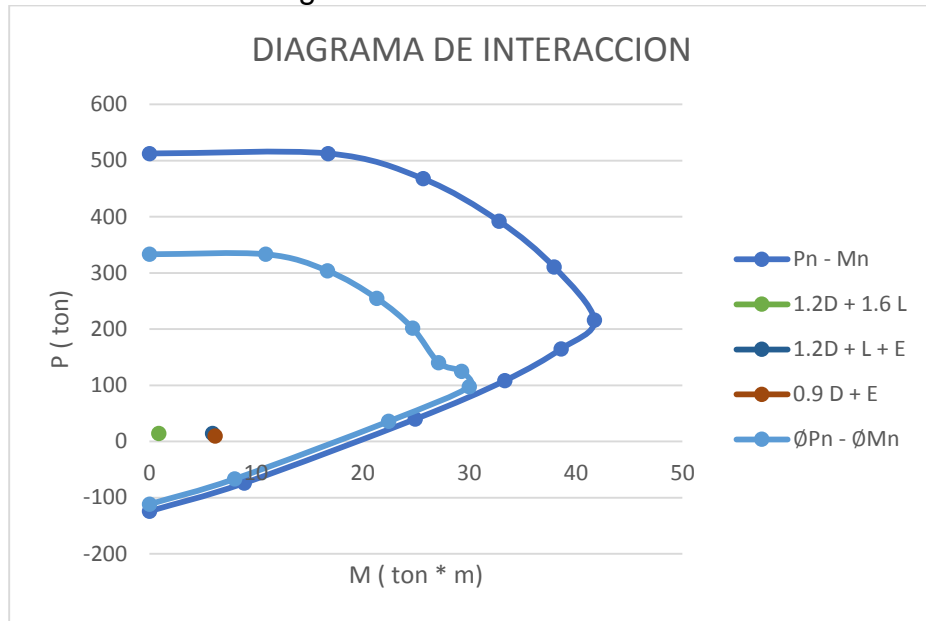
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

### Solicitaciones de la columna rectangular

COMBINACION	Pu (ton)	Muyy	Pu (ton)	Muxx
1.2D + 1.6 L	14.47	0.88	14.47	6.66
1.2D+ L +E	14.08	5.92	14.08	6.33
0.9D+E	9.88	6.16	9.88	3.52

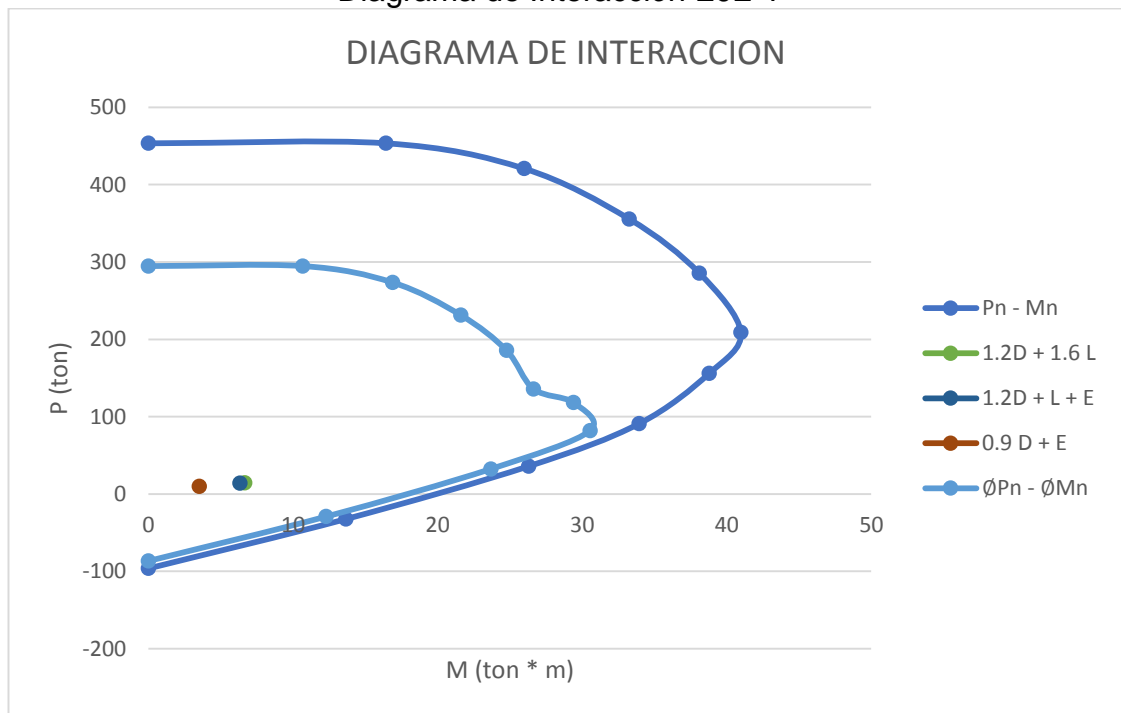
**Fuente:** Suárez, C. Vicuña, B., 2018.

### Diagrama de Interacción EJE X



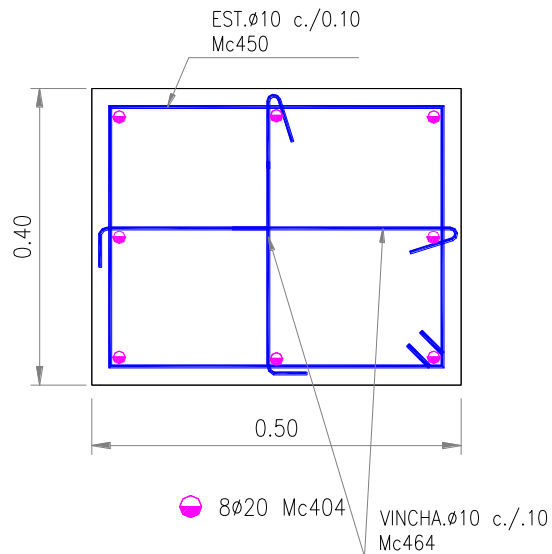
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción EJE Y



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de columna rectangular 4to nivel



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detalle de las columnas

NIVELES	1C - 6C - 1F - 6F	REFUERZO LONGITUDINAL		REFUERZO TRANSVERSAL			
		# var.	∅	Plastica	SEPARACION	Central	SEPARACION
ENTREPISO 4 Nv. +9.00 - Nv. +12.00	40X50	# 8	20 ∅	10 ∅	@ 100mm	10 ∅	@ 150mm
ENTREPISO 3 Nv. +6.00 - Nv. +9.00	40X50	# 8	20 ∅	10 ∅	@ 100mm	10 ∅	@ 150mm
ENTREPISO 2 Nv. +3.00 - Nv. +6.00	40X55	# 8	20 ∅	10 ∅	@ 100mm	10 ∅	@ 150mm
ENTREPISO 1 Nv. +0.00 - Nv. +3.00	40X55	# 8	20 ∅	10 ∅	@ 100mm	10 ∅	@ 150mm

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## C) DISEÑO DE LOSAS

### C.1) LOSA EN 2 DIRECCIONES DE ULTIMO PISO

#### Valores de Momentos Positivo y Negativo de cada paño

	δ	mx(-)	mx(+)	my(-)	my(+)	Mx(-)	Mx(+)(T.m)	My(-)(T.m)	My(+)(T.m)	Paño
PANEL- ESQUINA IZQ.	558.65	1097.48	605.56	852.80	375.44	1.04	0.57	0.81	0.36	A-C-6-5
	δ	my(-)	my(+)	mx(-)	mx(+)	My(-)	My(+)(T.m)	Mx(-)(T.m)	Mx(+)(T.m)	Paño
PANEL MEDIO	300.61	798.67	406.49	690.33	234.94	0.95	0.48	0.82	0.28	C-F-3-1
	δ	mx(-)	mx(+)	my(-)	my(+)	Mx(-)	Mx(+)(T.m)	My(+)(T.m)	My(-)(T.m)	Paño
PANEL BORDE MEDIO	354.45	748.66	370.62	782.11	367.30	0.85	0.42	0.88	0.42	A-C-4-3
	δ	mx(-)	mx(+)	my(-)	my(+)	Mx(-)	Mx(+)(T.m)	My(+)(T.m)	My(-)(T.m)	Paño
PANEL INTERMEDIO	331.28	870.74	452.64	557.09	194.09	0.58	0.30	0.37	0.13	C-F-5-4

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Resumen de refuerzo que deberá llevar cada nervio

		M (Kg*m/m)		b (cm)	d (cm)	As (cm2/m)		As min	As (cm2/nervio)	Refuerzo		As, disp (cm2/m)
PANEL- ESQUINA IZQ.	A-C-6-5	Mx(-)	1037.8	20	22	Asx(-)	1.28	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		Mx(+)(T.m)	572.6	100	22	Asx(+)	0.69	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(-)(T.m)	806.4	20	22	Asy(-)	0.99	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(+)(T.m)	355.0	100	22	Asx(+)	0.43	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
PANEL MEDIO	C-F-3-1	My(-)	950.7	20	22	Asy(-)	1.17	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(+)(T.m)	483.9	100	22	Asy(+)	0.58	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		Mx(-)(T.m)	821.8	20	22	Asx(-)	1.01	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		Mx(+)(T.m)	279.7	100	22	Asy(+)	0.34	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
PANEL BORDE MEDIO	A-C-4-3	Mx(-)	846.2	20	22	Asx(-)	1.04	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		Mx(+)(T.m)	418.9	100	22	Asx(+)	0.50	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(-)(T.m)	884.0	20	22	Asy(-)	1.09	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(+)(T.m)	415.2	100	22	Asx(+)	0.50	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
PANEL INTERMEDIO	C-F-5-4	Mx(-)	57.6	20	22	Asx(-)	0.07	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		Mx(+)(T.m)	299.4	100	22	Asx(+)	0.36	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(-)(T.m)	368.5	20	22	Asy(-)	0.45	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13
		My(+)(T.m)	128.4	100	22	Asx(+)	0.15	1.47	0.73	# 1	12 Ø	1.13

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

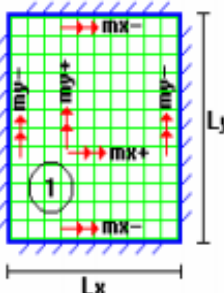
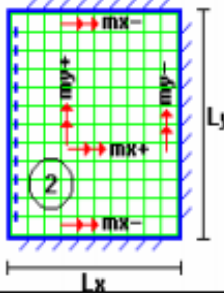
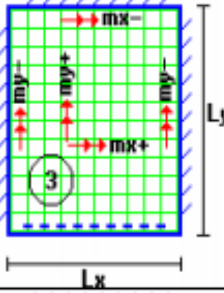
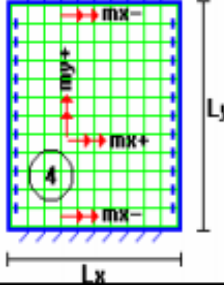
### Resumen de refuerzo por temperatura y retracción en la loseta

	b (cm)	d (cm)	p min	As (cm2/m)	Refuerzo		As, disp (cm2)	Separacion (cm)
A-C-6-5	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8 Ø	0.5027	25
C-F-3-1	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8 Ø	0.5027	25
A-C-4-3	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8 Ø	0.5027	25
C-F-5-4	100	2.5	0.0018	0.45	# 1	8 Ø	0.5027	25

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

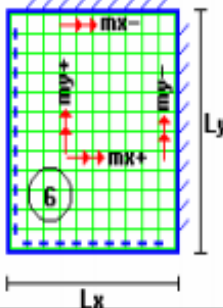
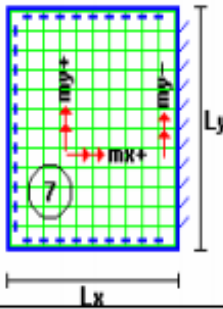
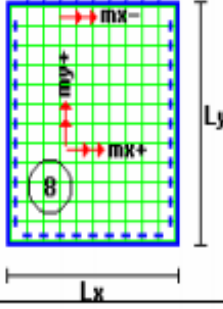
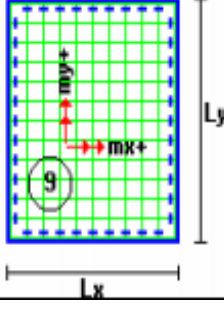
## C.2) TABLAS PARA EL DISEÑO DE LOSA EN 2 DIRECCIONES

Coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares sustentadas perimetralmente, sometidas a cargas distribuidas uniformes.

Losa	Fórmula	Coef	Lx / Ly					
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y-}$ $m_{y+}$ $m_{x-}$ $m_{x+}$	200	241	281	315	336	339
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y-}$ $m_{y+}$ $m_{x-}$ $m_{x+}$	265	347	443	545	635	691
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y-}$ $m_{y+}$ $m_{x-}$ $m_{x+}$	265	297	322	339	345	339
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y+}$ $m_{x-}$ $m_{x+}$	323	456	644	894	1191	1479

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares sustentadas perimetralmente, sometidas a cargas distribuidas uniformes.

Losa	Fórmula	Coef	Lx / Ly					
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y-}$ $m_{y+}$ $m_{x-}$ $m_{x+}$	406	489	572	644	693	712
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y-}$ $m_{y+}$ $m_{x+}$	569	630	681	715	729	718
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y+}$ $m_{y-}$ $m_{x+}$	569	754	979	1230	1469	1644
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	$\delta$ $m_{y+}$ $m_{x+}$	969	1170	1371	1550	1684	1749

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## D) DISEÑO DE MUROS

### Entrepiso 2)

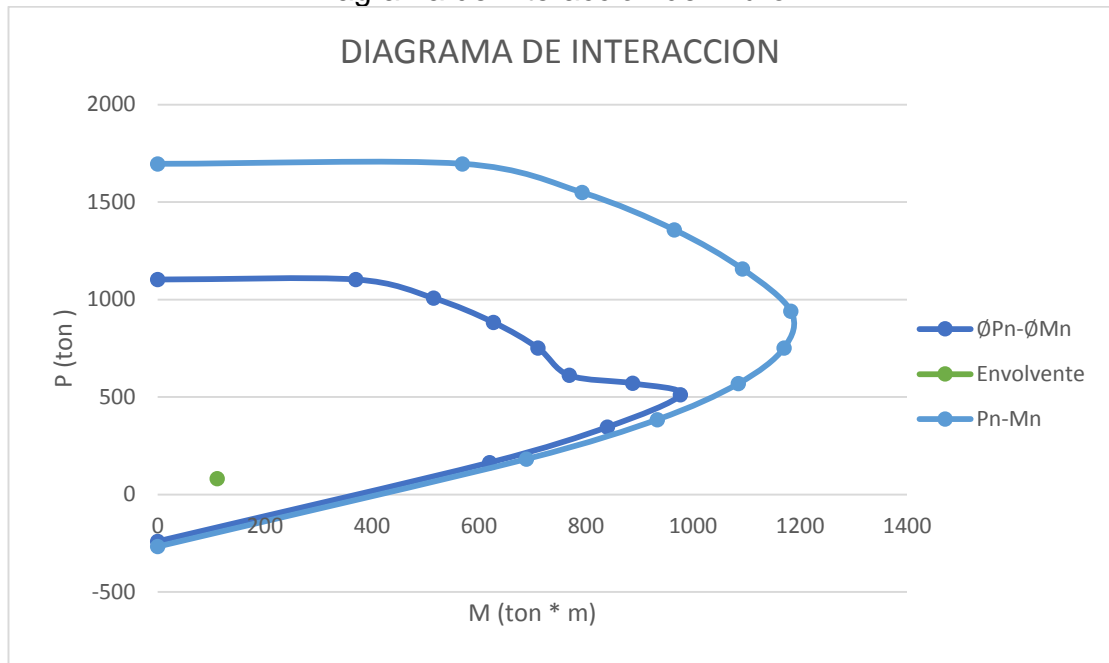
El diseño del muro 1 del segundo entrepiso, será diseñado para el pórtico del eje A y del eje H.

Solicitaciones de diseño del Muro 1

COMBINACION	Pu (ton)	Mu (ton*m)
Envolvente	81.2788	110.7245

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diagrama de Interacción del Muro 1



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



### Acero de Refuerzo en el alma

Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	305	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	14	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	14	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm

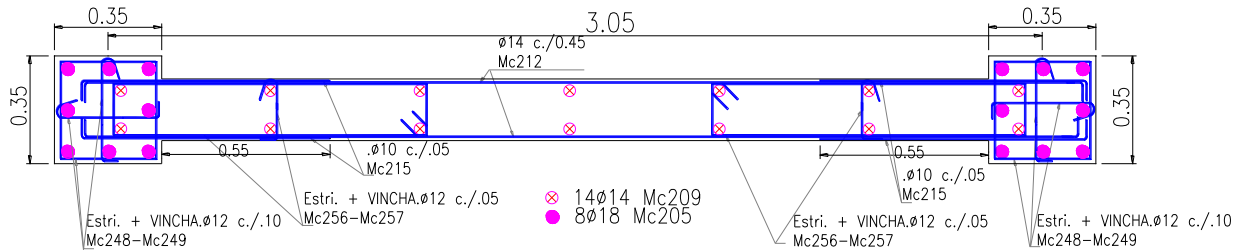
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	18	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	10	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detallamiento del muro 1 del portico del eje A y H



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

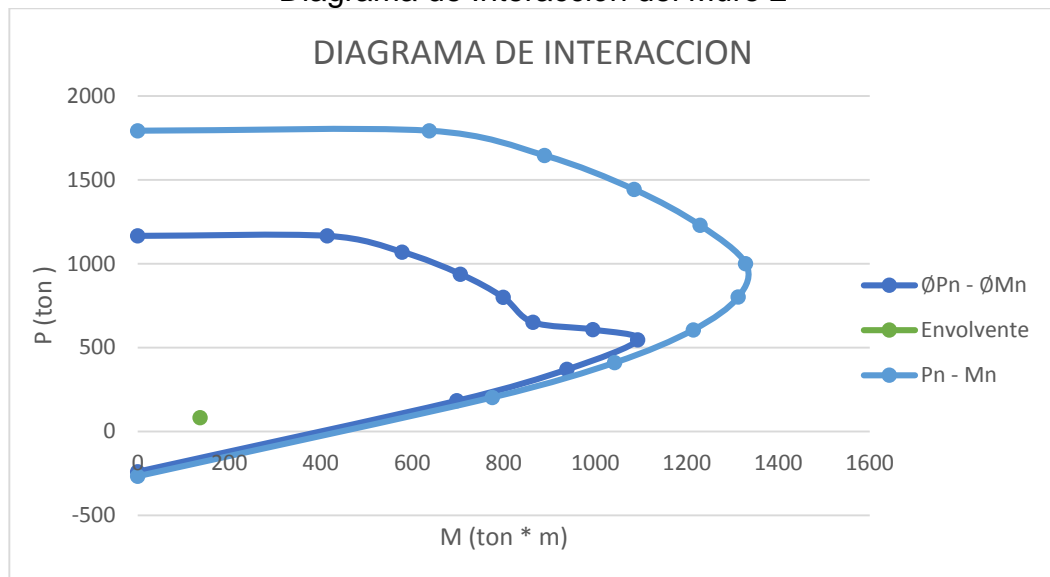
El diseño del muro 2 del segundo entrepiso, será diseñado para el pórtico del eje A y del eje H.

### Solicitaciones de diseño del Muro 2

COMBINACION	Pu (ton)	Mu (ton*m)
Envolvente	81.2788	135.9754

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción del Muro 2



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Acero de Refuerzo en el alma

Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	330	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm

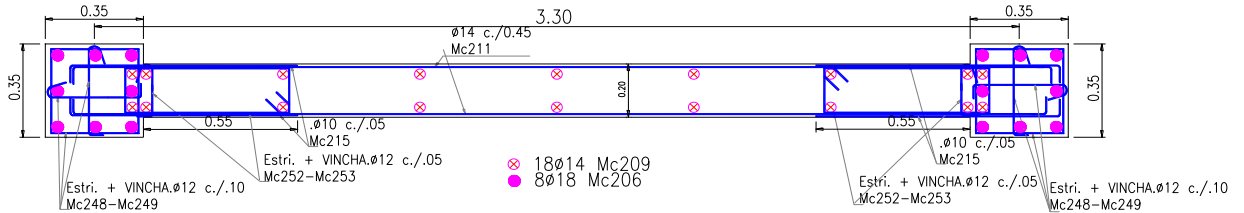
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	18	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	10	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detallamiento del muro 2 del portico del eje A y H



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Entrepiso 3)

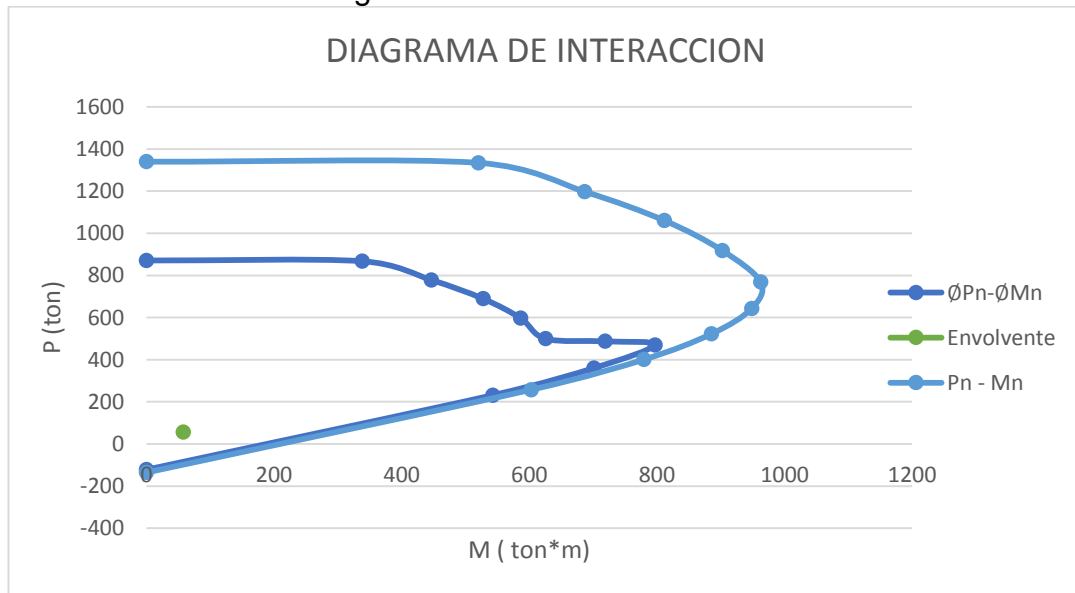
El diseño del muro 1 del segundo entrepiso, será diseñado para el pórtico del eje A y del eje H.

Solicitaciones de diseño del Muro 1

COMBINACION	Pu (ton)	Mu (ton*m)
Envolvente	56.6386	57.9451

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Diagrama de Interacción del Muro 1



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Acero de Refuerzo en el alma

Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	305	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm

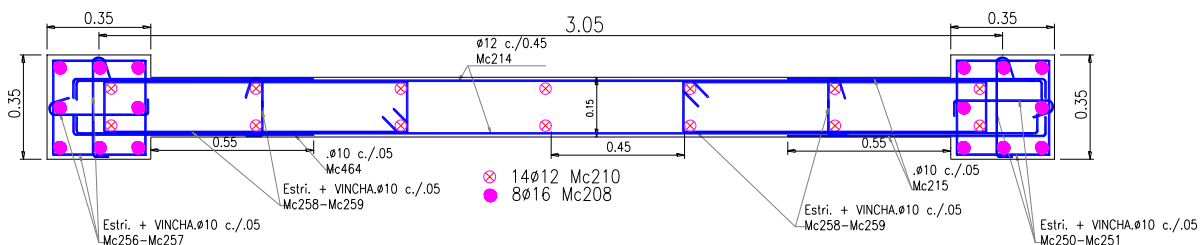
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	16	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detallamiento del muro 1 del portico del eje A y H



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

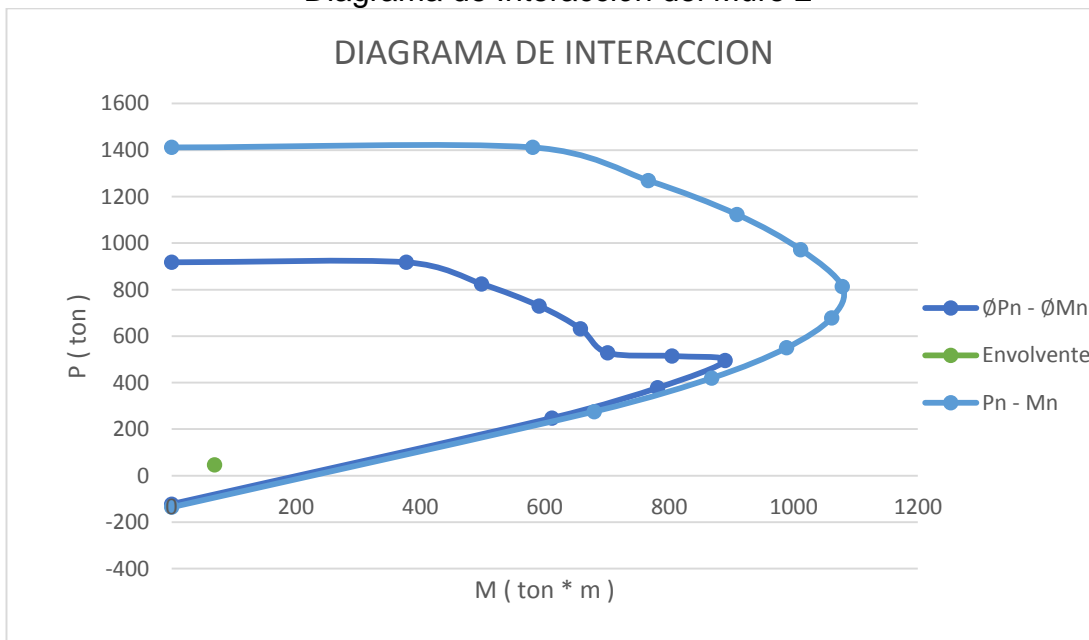
El diseño del muro 2 del segundo entpiso, será diseñado para el pórtico del eje A y del eje H.

### Solicitaciones de diseño del Muro 2

COMBINACION	Pu (ton)	Mu (ton*m)
Envolvente	46.4112	69.2831

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción del Muro 2



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Acero de Refuerzo en el alma

Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	330	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm

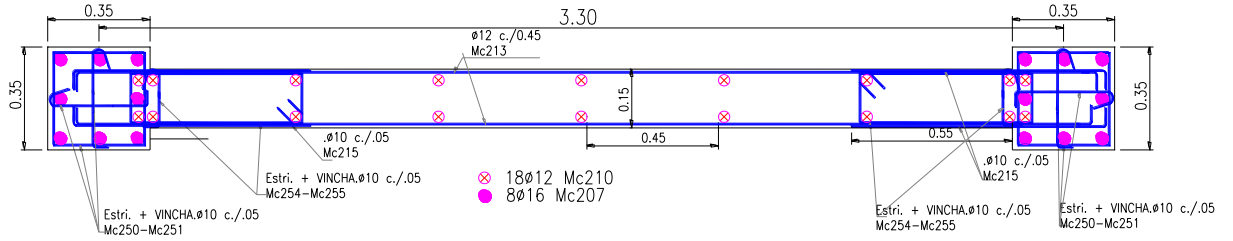
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	16	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detallamiento del muro 2 del portico del eje A y H



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

### Entrepiso 4)

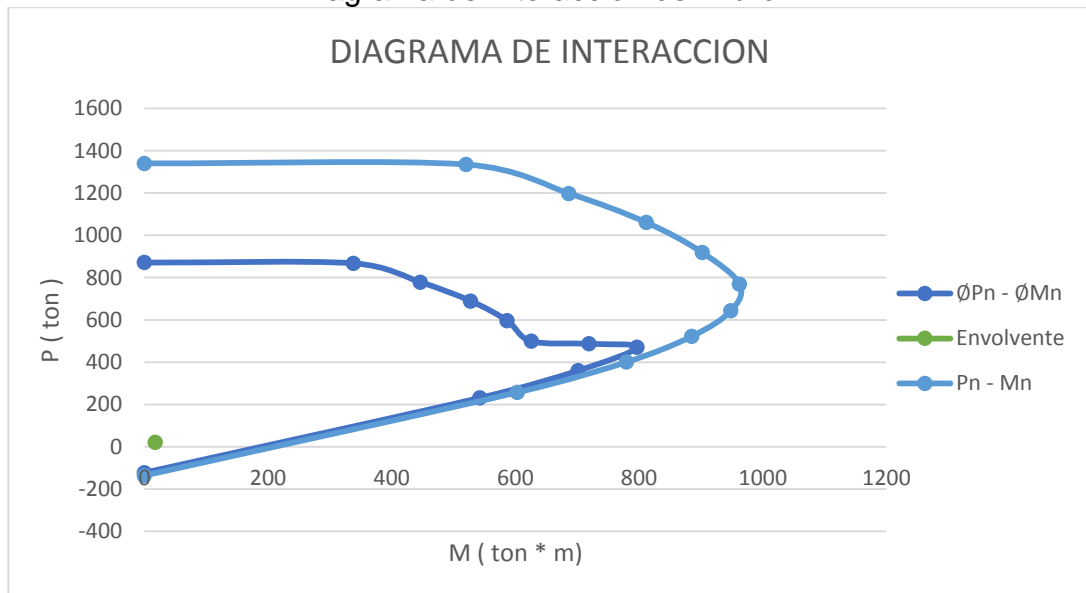
El diseño del muro 1 del segundo entrepiso, será diseñado para el pórtico del eje A y del eje H.

Solicitaciones de diseño del Muro 1

COMBINACION	Pu (ton)	Mu (ton*m)
Envolvente	33.6242	33.1292

Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

Diagrama de Interacción del Muro 1



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.



### Acero de Refuerzo en el alma

Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	305	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm

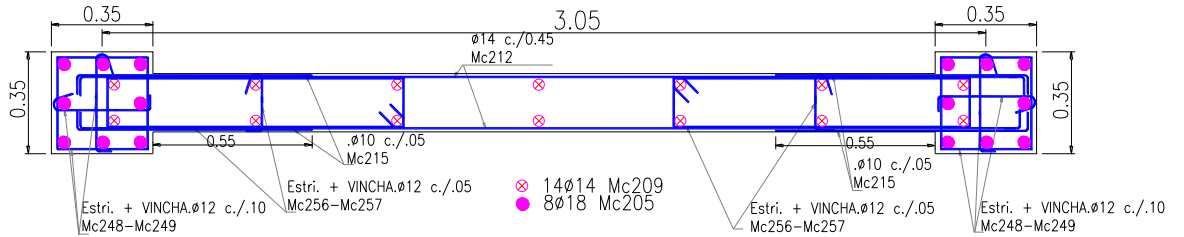
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	16	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detallamiento del muro 1 del portico del eje A y H



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

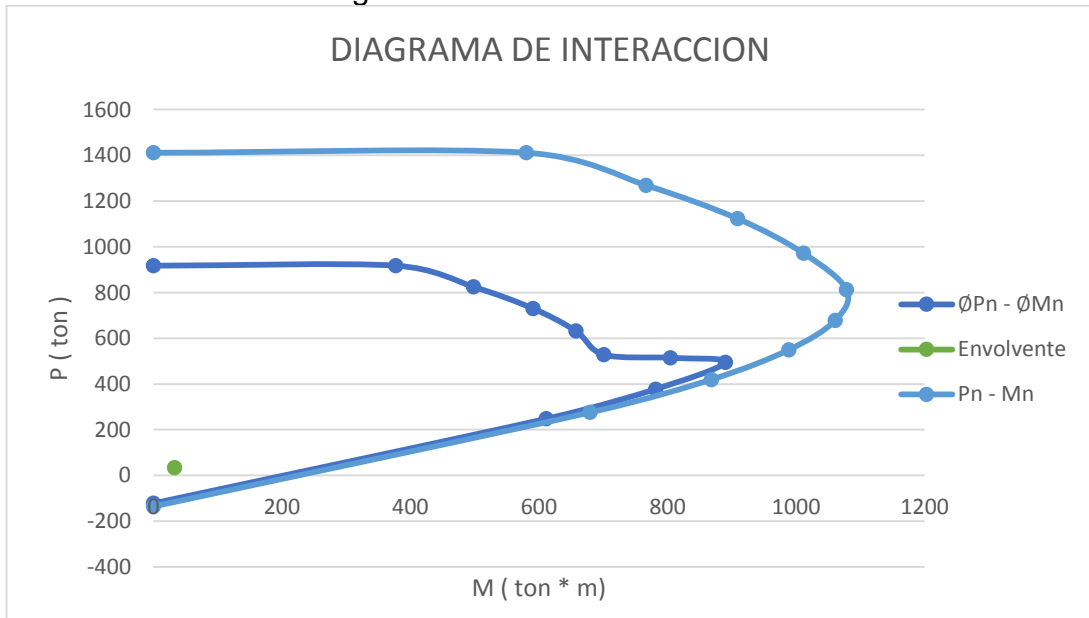
El diseño del muro 2 del segundo entpiso, será diseñado para el pórtico del eje A y del eje H.

### Solicitaciones de diseño del Muro 2

COMBINACION	Pu (ton)	Mu (ton*m)
Envolvente	20.7652	17.8209

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Diagrama de Interacción del Muro 2



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Acero de Refuerzo en el alma

Datos del Alma:		
bw	20	cm
h	330	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Vertical		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Horizontal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	45	cm
Refuerzo Transversal		
Confinamiento Paralelo al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm
Confinamiento Perpendicular al muro		
∅ varilla	10	mm
Separacion	5	cm

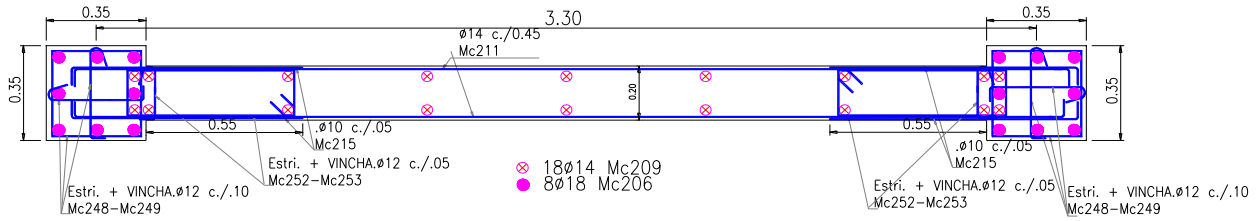
**Fuente:** Suárez, C. Vicuña, B.,2018.

Acero de Refuerzo en el elemento de Borde

Datos del Elemento de Borde:		
b	35	cm
h	35	cm
fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c	280	kg/cm <sup>2</sup>
Refuerzo Longitudinal		
∅ varilla	16	mm
# varillas	8	cm
Refuerzo Transversal		
∅ varilla	12	mm
Separacion	5	cm

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Detallamiento del muro 2 del portico del eje A y H



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## ANEXO C

### ESTABILIDAD DE TALUDES Y CORRIDA CON SOFTWARE GALENA

Condenadas talud de proyecto

x	y
0	59.46
7.4798	53.43
11.9798	53.43
21.5674	48.71
25.5674	48.71
33.0674	43.71
37.0674	43.71
40.5681	41.38
44.9181	41.38
44.9181	37
46.4193	37
46.4193	36.75
66.0908	36.75

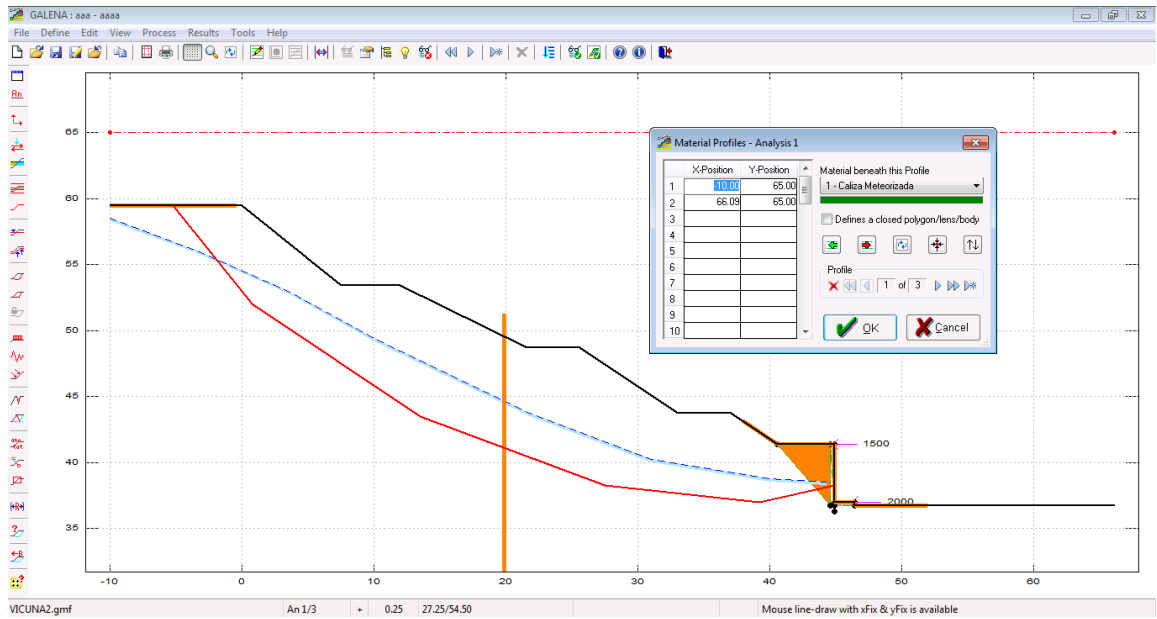
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Coordenadas del muro H. A.



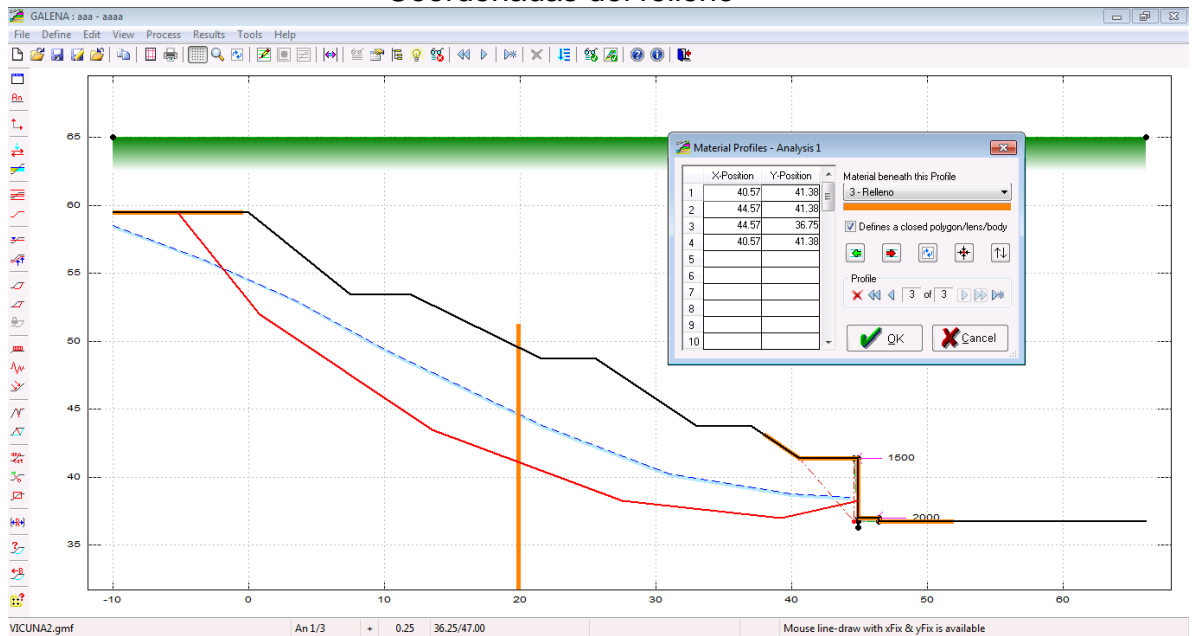
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## Coordenadas del caliza meteorizada



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## Coordenadas del relleno



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## Corrida de software GALENA



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B., 2018.

## Datos de la corrida con el software GALENA

GALENA 6.10 Analysis Results Licensee: Escuela Superior Politécnica del Litoral

Project: PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN LAS FALDAS DEL CERRO BLANCO  
 File: D:\Corridos Galena 6.1\VICUNA2.gmf Processed: 15 Jan 2018 08:34:28

DATA: Analysis 1 - ESTABILIDAD DE TALUDES

Material Properties (3 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Caliza Meteorizada  
 Cohesion Phi UnitWeight Ru  
 80.00 35.0 17.80 Auto

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Muro H.A.  
 Cohesion Phi UnitWeight Ru  
 1600.00 44.0 24.00 Auto

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Relleno  
 Cohesion Phi UnitWeight Ru  
 30.00 40.0 18.80 Auto

Water Properties

Unit weight of water: 9.810 Unit weight of water/medium above ground: 0.000

Material Profiles (3 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Caliza Meteorizada  
 -10.00 65.00 66.09 65.00

Profile: 2 (9 points) Material within: 2 - Muro H.A.  
 44.57 41.38 44.92 41.38 44.93 37.00 46.42 37.00 46.43 36.75  
 44.92 36.75 44.93 36.25 44.93 36.25 44.57 41.38

Profile: 3 (4 points) Material within: 3 - Relleno  
 40.57 41.38 44.57 41.38 44.57 36.75 40.57 41.38

Slope Surface (14 points)

-10.00	59.46	0.00	59.46	7.48	53.43	11.99	53.43	21.57	48.71
25.57	46.71	33.07	43.71	37.07	43.71	40.57	41.38	44.92	41.38
44.93	37.00	46.42	37.00	46.43	36.75	66.09	36.75		

Phreatic Surface (8 points)

-10.00	59.50	-3.25	56.00	3.50	53.00	10.25	49.25	21.75	43.75
31.00	40.25	40.00	38.75	44.25	38.50				

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (6 points)

-5.22	59.46	0.75	52.00	13.50	43.50	27.50	38.25	39.25	37.00
44.93	38.23								

External Forces (2 forces)

Force	Force	X-Pos'n	Angle
1	1500.0	44.75	180.0
2	2000.0	46.25	180.0

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left:	9.56	Trial positions within range:	6
Horizontal range around X-Right:	14.00	Trial positions within range:	6
Vertical range around Mid-Point:	20.25	Trial positions within range:	6

RESULTS: Analysis 1 - ESTABILIDAD DE TALUDES

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Factor of Safety for initial failure surface approximation: 18.93

There were: 82 successful analyses from a total of 217 trial surfaces  
 84 analyses terminated due to unacceptable geometry  
 51 analyses that failed to produce a result

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.49

Critical Acceleration (Kc): -2.799

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Critical acceleration is outside the acceptable range of 0.0 ±1.0 - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Surface and Results Summary (Lowest 99 Factor of Safety surfaces)

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	-8.09	59.46	46.33	37.00	-10.12	1.493	-2.799
2	-10.00	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.502	1.809
3	-2.35	59.46	46.33	37.00	-10.12	1.770	-2.358
4	-8.09	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.774	11.016
5	-6.18	59.46	46.33	37.00	-10.12	1.779	5.332
6	-2.35	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.804	-3.491
7	-4.26	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.813	-1.299
8	-6.18	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.818	-2.522
9	-6.18	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.833	*****
10	-4.26	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.876	-1.715
11	-2.35	59.46	40.73	41.38	-10.12	1.879	-1.452
12	-8.09	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.898	0.995
13	-2.35	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.944	-1.270
14	-0.44	59.46	40.73	41.38	-10.12	1.963	-1.090
15	-0.44	59.46	43.53	41.38	-10.12	2.014	-0.408
16	-0.44	59.46	37.93	43.14	-10.12	2.024	-0.987
17	-2.35	59.46	43.53	41.38	-10.12	2.027	-2.606
18	-4.26	59.46	43.53	41.38	-10.12	2.041	-4.552
19	-6.18	59.46	43.53	41.38	-10.12	2.055	*****
20	-10.00	59.46	43.53	41.38	-2.03	4.048	2.444
21	-10.00	59.46	43.53	41.38	-6.07	4.160	1.068
22	-8.09	59.46	43.53	41.38	-2.03	4.190	0.845
23	-10.00	59.46	40.73	41.38	-2.03	4.251	0.933
24	-8.09	59.46	43.53	41.38	-6.07	4.292	1.198
25	-8.09	59.46	40.73	41.38	-2.03	4.311	0.882
26	-6.18	59.46	43.53	41.38	-2.03	4.324	0.932
27	-10.00	59.46	37.93	43.14	-2.03	4.379	0.887
28	-10.00	59.46	37.93	43.14	-6.07	4.431	1.178
29	-6.18	59.46	40.73	41.38	-2.03	4.435	1.005
30	-6.18	59.46	43.53	41.38	-6.07	4.472	1.371
31	-8.09	59.46	37.93	43.14	-2.03	4.478	0.648
32	-4.26	59.46	43.53	41.38	-2.03	4.517	1.025
33	-8.09	59.46	37.93	43.14	-6.07	4.524	2.422
34	-10.00	59.46	40.73	41.38	-6.07	4.601	0.860
35	-6.18	59.46	37.93	43.14	-6.07	4.602	1.108
36	-6.18	59.46	37.93	43.14	-2.03	4.609	-0.625
37	-4.26	59.46	40.73	41.38	-2.03	4.609	1.009
38	-8.09	59.46	40.73	41.38	-6.07	4.698	1.366
39	-4.26	59.46	43.53	41.38	-6.07	4.714	1.604
40	-4.26	59.46	37.93	43.14	-2.03	4.776	-3.493
41	-2.35	59.46	43.53	41.38	-2.03	4.803	1.128
42	-6.18	59.46	40.73	41.38	-6.07	4.815	1.558
43	-2.35	59.46	40.73	41.38	-2.03	4.860	0.991
44	-4.26	59.46	40.73	41.38	-6.07	4.986	1.857
45	-10.00	59.46	43.53	41.38	-10.12	5.044	5.272
46	-2.35	59.46	37.93	43.14	-2.03	5.069	9.989
47	-10.00	59.46	37.93	43.14	-10.12	5.203	-2.261
48	-2.35	59.46	40.73	41.38	-6.07	5.230	2.402
49	-0.44	59.46	40.73	41.38	-2.03	5.257	0.935
50	-0.44	59.46	43.53	41.38	-2.03	5.260	1.237
51	-8.09	59.46	43.53	41.38	-10.12	5.307	22.084
52	-4.26	59.46	37.93	43.14	-6.07	5.423	2.503
53	-0.44	59.46	40.73	41.38	-6.07	5.586	3.727
54	-10.00	59.46	40.73	41.38	-10.12	5.627	*****
55	-8.09	59.46	40.73	41.38	-10.12	5.750	-5.943
56	-0.44	59.46	37.93	43.14	-2.03	5.829	1.449
57	-2.35	59.46	37.93	43.14	-6.07	5.908	3.654



57	-2.35	59.46	37.93	43.14	-6.07	5.908	3.654				
58	-6.18	59.46	40.73	41.38	-10.12	5.934	-2.536				
59	-10.00	59.46	37.93	43.14	2.03	5.952	1.564				
60	-4.26	59.46	40.73	41.38	-10.12	6.141	-1.566				
61	-2.35	59.46	43.53	41.38	-6.07	6.158	2.133				
62	-8.09	59.46	37.93	43.14	2.03	6.182	2.007				
63	-0.44	59.46	43.53	41.38	-6.07	6.350	2.610				
64	-6.18	59.46	37.93	43.14	2.03	6.463	1.828				
65	-0.44	59.46	37.93	43.14	-6.07	6.593	7.213				
66	-4.26	59.46	37.93	43.14	2.03	6.902	2.240				
67	-2.35	59.46	37.93	43.14	2.03	7.702	2.798				
68	-0.44	59.46	37.93	43.14	2.03	9.271	2.783				
69	-10.00	59.46	51.93	36.75	-6.07	16.000	0.377				
70	-5.22	59.46	44.93	38.23	0.00	18.935	0.082				
71	-10.00	59.46	51.93	36.75	-10.12	19.597	-8.455				
72	-8.09	59.46	51.93	36.75	-6.07	20.299	*****				
73	-8.09	59.46	51.93	36.75	-10.12	23.623	5.726				
74	-6.18	59.46	51.93	36.75	-10.12	25.360	42.784				
75	-4.26	59.46	51.93	36.75	-10.12	30.059	-5.867				
76	-2.35	59.46	51.93	36.75	-10.12	36.314	-4.346				
77	-0.44	59.46	51.93	36.75	-10.12	38.782	-7.465				
78	-10.00	59.46	49.13	36.75	-6.07	40.869	1.174				
79	-6.18	59.46	51.93	36.75	-6.07	56.296	-1.218				
80	-8.09	59.46	49.13	36.75	-6.07	70.516	-1.539				
81	-4.26	59.46	51.93	36.75	-6.07	88.279	2.132				
82	-6.18	59.46	49.13	36.75	-6.07	96.000	0.837				

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (6 points)

-8.09	59.46	-1.61	45.18	12.23	32.89	27.42	27.25	40.17	29.24
46.33	37.00								

Non-Vertical Slice Geometry (14 slices)

Slice	Left Hand Side					Length	Area	Base		
	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle			Angle	Width	Length
1	-8.09	59.46	-8.09	59.46	0.0	0.00	31.99	65.6	3.59	8.68
2	0.00	59.46	-4.50	51.55	-29.6	9.10	58.29	65.6	2.89	7.00
3	4.17	56.09	-1.61	45.18	-27.9	12.36	53.81	41.6	3.44	4.60
4	7.48	53.43	1.83	42.12	-26.6	12.64	59.97	41.6	3.40	4.55
5	11.98	53.43	5.23	39.11	-25.2	15.84	145.56	41.6	7.00	9.36
6	19.27	49.84	12.23	32.89	-22.6	18.35	48.93	20.4	2.64	2.82
7	21.57	48.71	14.87	31.91	-21.7	18.09	79.84	20.4	3.87	4.13
8	25.57	48.71	18.74	30.47	-20.5	19.48	165.99	20.4	8.67	9.25
9	33.07	43.71	27.42	27.25	-19.0	17.41	70.57	-8.9	5.03	5.10
10	37.07	43.71	32.45	28.04	-16.4	16.34	61.27	-8.9	4.71	4.77
11	40.57	41.38	37.17	28.77	-15.1	13.06	34.39	-8.9	3.00	3.04
12	43.25	41.38	40.17	29.24	-14.3	12.52	18.06	-51.5	2.58	4.15
13	44.92	41.38	42.75	32.49	-13.7	9.15	6.19	-51.5	1.58	2.55
14	44.93	37.00	44.33	34.49	-13.4	2.58	1.76	-51.5	2.00	3.21
RHS	46.33	37.00	46.33	37.00	0.0	0.00				

X-S Area: 830.62 Path Length: 73.20

Non-Vertical Slice Properties (14 slices)

Slice	Left-Hand-Side		--- Base ---		Weight	Total-Extrnl-Force		- Water-Force -		Effect-Normal-Stress	
	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi		Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0.00	0.0	80.00	35.0	569.34	0.00	0.00	0.00	156.18	0.00	-28.04
2	80.00	35.0	80.00	35.0	1037.62	0.00	0.00	219.28	516.91	-30.02	6.58
3	80.00	35.0	80.00	35.0	957.79	0.00	0.00	611.69	489.59	-12.98	48.86
4	80.00	35.0	80.00	35.0	1087.44	0.00	0.00	720.28	549.50	-0.70	38.88
5	80.00	35.0	80.00	35.0	2591.04	0.00	0.00	1004.60	1296.31	2.38	68.91
6	80.00	35.0	80.00	35.0	871.00	0.00	0.00	1387.63	472.44	26.20	160.60
7	80.00	35.0	80.00	35.0	1314.42	0.00	0.00	1342.39	605.08	24.70	161.86
8	80.00	35.0	80.00	35.0	2954.59	0.00	0.00	1405.99	1310.96	14.39	178.40
9	80.00	35.0	80.00	35.0	1256.07	0.00	0.00	1226.04	652.73	11.00	533.93
10	80.00	35.0	80.00	35.0	1090.58	0.00	0.00	959.63	524.79	-127.10	485.63
11	80.00	35.0	80.00	35.0	615.34	0.00	0.00	669.17	296.86	-297.34	462.62
12	70.12	36.0	80.00	35.0	327.69	0.00	-1500.00	467.94	317.33	-394.33	-257.25
13	256.25	37.5	333.33	36.5	118.38	0.00	0.00	192.66	126.17	-571.38	-1177.28
14	183.22	35.6	80.00	35.0	33.42	0.00	-2000.00	0.00	0.00	-778.53	-1134.72
RHS	0.00	0.0						0.00	0.00		

X-S Weight: 14804.72

DATA: Analysis 2 - ESTABILIDAD DE TALUDES

Material Properties (3 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Caliza Meteorizada

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
80.00	35.0	17.80	Auto

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Muro H.A.

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
1600.00	44.0	24.00	Auto

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Relleno

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
30.00	40.0	18.80	Auto

Water Properties

Unit weight of water: 9.810 Unit weight of water/medium above ground: 0.000

Material Profiles (3 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Caliza Meteorizada

-10.00	65.00	66.09	65.00
--------	-------	-------	-------

Profile: 2 (9 points) Material within: 2 - Muro H.A.

44.57	41.38	44.92	41.38	44.93	37.00	46.42	37.00	46.43	36.75
44.92	36.75	44.93	36.25	44.93	36.25	44.57	41.38		

Profile: 3 (4 points) Material within: 3 - Relleno

40.57	41.38	44.57	41.38	44.57	36.75	40.57	41.38		
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--	--

Slope Surface (14 points)

-10.00	59.46	0.00	59.46	7.48	53.43	11.98	53.43	21.57	48.71
25.57	48.71	33.07	43.71	37.07	43.71	40.57	41.38	44.92	41.38
44.93	37.00	46.42	37.00	46.43	36.75	66.09	36.75		

Phreatic Surface (8 points)

-10.00	58.50	-3.25	56.00	3.50	53.00	10.25	49.25	21.75	43.75
31.00	40.25	40.00	38.75	44.25	38.50				

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (6 points)  
-5.22 59.46 0.75 52.00 13.50 43.50 27.50 38.25 39.25 37.00  
44.93 38.23

Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.300

External Forces (2 forces)

Force	Force	X-Pos'n	Angle
1	1500.0	44.75	180.0
2	2000.0	46.25	180.0

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left:	9.56	Trial positions within range:	6
Horizontal range around X-Right:	14.00	Trial positions within range:	6
Vertical range around Mid-Point:	20.25	Trial positions within range:	6

RESULTS: Analysis 2 - ESTABILIDAD DE TALUDES

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Factor of Safety for initial failure surface approximation: 4.69

There were: 120 successful analyses from a total of 217 trial surfaces  
84 analyses terminated due to unacceptable geometry  
13 analyses that failed to produce a result

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.17

Critical Acceleration (Kc): 1.060

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Critical acceleration is outside the acceptable range of 0.0 ±1.0 - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Surface and Results Summary (Lowest 82 Factor of Safety surfaces)

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	-4.26	59.46	46.33	37.00	-6.07	1.174	1.060
2	-10.00	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.260	1.509
3	-10.00	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.358	4.972
4	-8.09	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.385	21.784
5	-6.18	59.46	46.33	37.00	-10.12	1.430	5.032
6	-0.44	59.46	37.93	43.14	-6.07	1.492	6.913
7	-2.35	59.46	40.73	41.38	-10.12	1.506	-1.752
8	-6.18	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.515	*****
9	-4.26	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.519	-2.015
10	-4.26	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.531	-4.852
11	-6.18	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.539	*****
12	-2.35	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.549	-2.906
13	-0.44	59.46	40.73	41.38	-10.12	1.560	-1.390
14	-2.35	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.561	-3.791
15	-4.26	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.563	-1.599
16	-2.35	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.568	-1.570
17	-2.35	59.46	43.53	41.38	-6.07	1.589	1.833
18	-8.09	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.599	0.695
19	-0.44	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.607	-0.708
20	-0.44	59.46	43.53	41.38	-6.07	1.609	2.310
21	-0.44	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.626	-1.287
22	-10.00	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.245	2.144
23	-8.09	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.402	0.545
24	-10.00	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.481	0.587
25	-6.18	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.501	0.632
26	-8.09	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.531	0.348
27	-10.00	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.554	0.633
28	-8.09	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.581	0.582
29	-4.26	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.627	0.725
30	-6.18	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.642	-0.925
31	-6.18	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.656	0.705
32	-10.00	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.715	0.768
33	-4.26	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.736	-3.793
34	-4.26	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.741	0.709
35	-10.00	59.46	37.93	43.14	-6.07	2.781	0.878
36	-2.35	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.790	0.828
37	-8.09	59.46	37.93	43.14	-6.07	2.846	2.122
38	-8.09	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.848	0.998
39	-2.35	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.864	0.691
40	-2.35	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.879	9.689
41	-6.18	59.46	37.93	43.14	-6.07	2.883	0.808
42	-6.18	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.896	1.071
43	-0.44	59.46	43.53	41.38	-2.03	3.017	0.937
44	-0.44	59.46	40.73	41.38	-2.03	3.039	0.635
45	-10.00	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.134	0.560
46	-4.26	59.46	43.53	41.38	-6.07	3.183	1.304
47	-8.09	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.197	1.066
48	-6.18	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.252	1.258
49	-4.26	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.332	1.557
50	-0.44	59.46	37.93	43.14	-2.03	3.364	1.149
51	-8.09	59.46	37.93	43.14	2.03	3.435	1.707
52	-2.35	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.441	2.102
53	-10.00	59.46	37.93	43.14	2.03	3.518	1.264
54	-10.00	59.46	37.93	43.14	-10.12	3.544	-2.561
55	-0.44	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.594	3.427
56	-6.18	59.46	37.93	43.14	2.03	3.599	1.528
57	-4.26	59.46	37.93	43.14	-6.07	3.651	2.203
58	-4.26	59.46	37.93	43.14	2.03	3.890	1.940
59	-2.35	59.46	37.93	43.14	-6.07	3.990	3.354
60	-10.00	59.46	40.73	41.38	-10.12	4.119	*****

61	-10.00	59.46	51.93	36.75	-6.07	4.136	0.077
62	-8.09	59.46	40.73	41.38	-10.12	4.186	-5.643
63	-6.18	59.46	40.73	41.38	-10.12	4.273	-2.936
64	-2.35	59.46	37.93	43.14	2.03	4.364	2.498
65	-4.26	59.46	40.73	41.38	-10.12	4.388	-1.866
66	-8.09	59.46	51.93	36.75	-6.07	4.498	*****
67	-8.09	59.46	37.93	43.14	-10.12	4.533	10.716
68	-5.22	59.46	44.93	38.23	0.00	4.692	-0.218
69	-6.18	59.46	37.93	43.14	-10.12	4.991	-2.822
70	-0.44	59.46	37.93	43.14	2.03	5.184	2.483
71	-10.00	59.46	51.93	36.75	-2.03	5.584	*****
72	-8.09	59.46	51.93	36.75	-2.03	5.658	5.840
73	-6.18	59.46	51.93	36.75	-2.03	6.145	3.182
74	-10.00	59.46	49.13	36.75	-6.07	6.304	0.874
75	-10.00	59.46	46.33	37.00	-2.03	6.687	-3.238
76	-0.44	59.46	51.93	36.75	-10.12	7.032	-7.765
77	-10.00	59.46	49.13	36.75	-2.03	7.131	0.435
78	-6.18	59.46	49.13	36.75	-6.07	7.139	0.537
79	-8.09	59.46	46.33	37.00	-2.03	7.555	-5.617
80	-10.00	59.46	51.93	36.75	-10.12	7.899	-8.755
81	-10.00	59.46	46.33	37.00	-6.07	7.962	0.578
82	-4.26	59.46	51.93	36.75	-2.03	8.089	3.914
83	-6.18	59.46	51.93	36.75	-6.07	8.110	-1.518
84	-8.09	59.46	51.93	36.75	-10.12	8.557	5.426
85	-8.09	59.46	49.13	36.75	-2.03	8.596	0.629
86	-4.26	59.46	51.93	36.75	-6.07	8.596	1.832
87	-6.18	59.46	51.93	36.75	-10.12	8.799	42.984
88	-8.09	59.46	46.33	37.00	-6.07	9.219	0.735
89	-10.00	59.46	46.33	37.00	-10.12	9.261	-1.186
90	-4.26	59.46	51.93	36.75	-10.12	9.319	-6.167
91	-8.09	59.46	49.13	36.75	-6.07	9.371	-1.839
92	-4.26	59.46	49.13	36.75	-6.07	9.423	1.129
93	-2.35	59.46	51.93	36.75	-6.07	9.554	1.175
94	-0.44	59.46	49.13	36.75	-10.12	9.622	29.513
95	-2.35	59.46	51.93	36.75	-10.12	9.950	-4.646
96	-8.09	59.46	46.33	37.00	-10.12	10.837	-3.099
97	-0.44	59.46	51.93	36.75	-6.07	11.087	4.222
98	-2.35	59.46	49.13	36.75	-6.07	11.545	-2.049
99	-6.18	59.46	49.13	36.75	-2.03	11.670	-0.881

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (6 points)

-4.26	59.46	1.76	47.73	14.62	36.77	28.75	31.16	40.60	31.83
46.33	37.00								

Non-Vertical Slice Geometry (14 slices)

Slice	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle	Length	X-S Area	Base Angle	Width	Length
1	-4.26	59.46	-4.26	59.46	0.0	0.00	7.96	62.8	1.92	4.19
2	0.00	59.46	-2.35	55.73	-32.2	4.41	46.84	62.8	4.11	8.99
3	5.78	54.80	1.76	47.73	-29.6	8.13	18.02	40.5	1.75	2.30
4	7.48	53.43	3.51	46.24	-28.9	8.21	39.72	40.5	3.27	4.29
5	11.88	53.43	6.78	43.45	-27.5	11.25	120.46	40.5	7.84	10.91
6	20.90	49.93	14.62	36.75	-24.3	19.79	20.19	21.7	1.42	1.58
7	21.57	48.71	16.04	36.20	-23.8	13.68	55.30	21.7	3.72	4.00
8	25.57	48.71	19.76	34.72	-22.6	15.14	131.08	21.7	8.98	9.67
9	33.07	43.71	28.75	31.16	-19.0	13.28	50.96	-3.2	4.28	4.29
10	37.07	43.71	33.03	31.40	-18.2	12.96	48.29	-3.2	4.61	4.62
11	40.57	41.38	37.44	31.66	-16.8	10.15	27.27	-3.2	2.96	2.97
12	43.32	41.38	40.60	31.83	-15.9	8.93	14.05	-42.1	2.26	3.05
13	44.92	41.38	42.86	33.87	-15.3	7.79	5.57	-42.1	1.63	2.19
14	44.93	37.00	44.49	35.34	-14.9	1.72	1.16	-42.1	1.04	2.48
RHS	46.33	37.00	46.33	37.00	0.0	0.00	-----	-----	-----	-----

Failure Surface X-S Area: 586.87 Path Length: 64.87

Initial non-circular surface for critical search (6 points)

-5.22	59.46	0.75	52.00	13.50	49.50	27.50	38.25	39.25	37.00
44.93	38.23								

Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.400

External Forces (2 forces)

Force	Force	X-Pos'n	Angle
1	1500.0	44.75	180.0
2	2000.0	46.25	180.0

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left:	9.56	Trial positions within range:	6
Horizontal range around X-Right:	14.00	Trial positions within range:	6
Vertical range around Mid-Point:	20.25	Trial positions within range:	6

RESULTS: Analysis 3 - ESTABILIDAD DE TALUDES

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Factor of Safety for initial failure surface approximation: 3.77  
 There were: 125 successful analyses from a total of 217 trial surfaces  
 84 analyses terminated due to unacceptable geometry  
 8 analyses that failed to produce a result

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.14

Critical Acceleration (Kc): 0.960

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices - examine slice data and consult the GALENA Help utility

Surface and Results Summary (Lowest 99 Factor of Safety surfaces)

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	-4.26	59.46	46.33	37.00	-6.07	1.140	0.960
2	-10.00	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.205	1.409
3	-10.00	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.286	4.872
4	-10.00	59.46	40.73	41.38	-10.12	1.292	*****
5	-2.35	59.46	46.33	37.00	-6.07	1.300	0.999
6	-8.09	59.46	40.73	41.38	-10.12	1.301	-5.743
7	-6.18	59.46	46.33	37.00	-10.12	1.353	4.932
8	-2.35	59.46	37.93	43.14	-6.07	1.370	3.254
9	-0.44	59.46	37.93	43.14	-6.07	1.414	6.813
10	-2.35	59.46	43.53	41.38	-6.07	1.463	1.733
11	-0.44	59.46	43.53	41.38	-6.07	1.484	2.210

12	-0.44	59.46	43.53	41.38	-10.12	1.524	-0.808
13	-8.09	59.46	49.13	36.75	-10.12	1.528	0.595
14	-0.44	59.46	37.93	43.14	-10.12	1.543	-1.387
15	-10.00	59.46	43.53	41.38	-2.03	1.970	2.044
16	-8.09	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.134	0.445
17	-10.00	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.196	0.487
18	-6.18	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.222	0.532
19	-8.09	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.230	0.248
20	-10.00	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.329	0.533
21	-6.18	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.330	-1.025
22	-4.26	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.335	0.625
23	-8.09	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.339	0.482
24	-6.18	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.396	0.605
25	-4.26	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.404	-3.893
26	-4.26	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.460	0.609
27	-2.35	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.476	0.728
28	-2.35	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.520	9.589
29	-10.00	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.535	0.668
30	-2.35	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.556	0.591
31	-10.00	59.46	37.93	43.14	-6.07	2.558	0.778
32	-8.09	59.46	37.93	43.14	-6.07	2.608	2.022
33	-6.18	59.46	37.93	43.14	-6.07	2.633	0.708
34	-8.09	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.661	0.799
35	-0.44	59.46	43.53	41.38	-2.03	2.670	0.837
36	-0.44	59.46	40.73	41.38	-2.03	2.695	0.535
37	-6.18	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.806	0.971
38	-10.00	59.46	40.73	41.38	-6.07	2.953	0.460
39	-0.44	59.46	37.93	43.14	-2.03	2.975	1.049
40	-4.26	59.46	43.53	41.38	-6.07	2.985	1.204
41	-8.09	59.46	37.93	43.14	-2.03	3.000	1.607
42	-8.09	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.000	0.966
43	-6.18	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.040	1.158
44	-4.26	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.102	1.457
45	-6.18	59.46	37.93	43.14	2.03	3.124	1.428
46	-2.35	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.187	2.002
47	-0.44	59.46	40.73	41.38	-6.07	3.307	3.327
48	-10.00	59.46	37.93	43.14	-10.12	3.321	-2.661
49	-4.26	59.46	37.93	43.14	2.03	3.380	1.840
50	-10.00	59.46	51.93	36.75	-6.07	3.387	-0.023
51	-4.26	59.46	37.93	43.14	-6.07	3.406	2.103
52	-8.09	59.46	51.93	36.75	-6.07	3.640	*****
53	-8.09	59.46	43.53	41.38	-10.12	3.742	21.664
54	-5.22	59.46	44.93	38.23	0.00	3.773	-0.318
55	-2.35	59.46	37.93	43.14	2.03	3.801	2.398
56	-6.18	59.46	40.73	41.38	-10.12	4.044	-2.936
57	-4.26	59.46	40.73	41.38	-10.12	4.137	-1.966
58	-10.00	59.46	51.93	36.75	-2.03	4.160	*****
59	-8.09	59.46	51.93	36.75	-2.03	4.161	5.740
60	-8.09	59.46	37.93	43.14	-10.12	4.305	10.616
61	-6.18	59.46	51.93	36.75	-2.03	4.452	3.082
62	-0.44	59.46	37.93	43.14	2.03	4.501	2.383
63	-6.18	59.46	37.93	43.14	-10.12	4.731	-2.922
64	-10.00	59.46	46.33	37.00	-2.03	4.939	-3.338
65	-10.00	59.46	49.13	36.75	-6.07	5.146	0.774
66	-4.26	59.46	37.93	43.14	-10.12	5.254	-2.115
67	-10.00	59.46	49.13	36.75	-2.03	5.258	0.335
68	-8.09	59.46	46.33	37.00	-2.03	5.453	-5.717
69	-4.26	59.46	51.93	36.75	-2.03	5.534	3.814
70	-2.35	59.46	43.53	41.38	-10.12	5.546	-3.006
71	-4.26	59.46	43.53	41.38	-10.12	5.550	-4.952
72	-2.35	59.46	40.73	41.38	-10.12	5.555	-1.852
73	-6.18	59.46	43.53	41.38	-10.12	5.581	*****
74	-6.18	59.46	49.13	36.75	-6.07	5.698	0.437
75	-2.35	59.46	37.93	43.14	-10.12	5.925	-1.670
76	-0.44	59.46	51.93	36.75	-10.12	5.930	-7.965
77	-8.09	59.46	49.13	36.75	-2.03	6.079	0.529
78	-10.00	59.46	46.33	37.00	-6.07	6.253	0.478
79	-0.44	59.46	40.73	41.38	-10.12	6.297	-1.490
80	-6.18	59.46	49.13	36.75	-10.12	6.512	*****
81	-6.18	59.46	51.93	36.75	-6.07	6.581	-1.618
82	-4.26	59.46	51.93	36.75	-6.07	6.860	1.732
83	-10.00	59.46	51.93	36.75	-10.12	6.875	-8.855
84	-4.26	59.46	49.13	36.75	-10.12	6.958	-1.699
85	-8.09	59.46	46.33	37.00	-6.07	7.046	0.635
86	-4.26	59.46	49.13	36.75	-6.07	7.057	1.029
87	-2.35	59.46	49.13	36.75	-10.12	7.206	-3.891
88	-8.09	59.46	51.93	36.75	-10.12	7.266	5.326
89	-2.35	59.46	51.93	36.75	-6.07	7.455	1.075
90	-6.18	59.46	51.93	36.75	-10.12	7.523	42.384
91	-10.00	59.46	46.33	37.00	-10.12	7.547	-1.286
92	-8.09	59.46	49.13	36.75	-6.07	7.580	-1.939
93	-0.44	59.46	49.13	36.75	-10.12	7.688	29.413
94	-4.26	59.46	51.93	36.75	-10.12	7.894	-6.267
95	-6.18	59.46	49.13	36.75	-2.03	8.000	-0.981
96	-2.35	59.46	49.13	36.75	-6.07	8.139	-2.149
97	-6.18	59.46	46.33	37.00	-2.03	8.234	-0.086
98	-0.44	59.46	51.93	36.75	-6.07	8.322	4.122
99	-2.35	59.46	51.93	36.75	-10.12	8.327	-4.746

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (6 points)

-4.26	59.46	1.76	47.73	14.62	36.77	28.75	31.16	40.60	31.83
46.33	37.00								

Non-Vertical Slice Geometry (14 slices)

-----

Slice	Left Hand Side					X-S		Base		
	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle	Length	Area	Angle	Width	Length
1	-4.26	59.46	-4.26	59.46	0.0	0.00	7.96	62.8	1.92	4.19
2	0.00	59.46	-2.35	55.73	-32.2	4.41	46.84	62.8	4.11	8.99
3	5.78	54.80	1.76	47.73	-29.6	8.13	18.02	40.5	1.75	2.30
4	7.48	53.43	3.51	46.24	-28.9	8.21	39.72	40.5	3.27	4.29
5	11.98	53.43	6.78	43.45	-27.5	11.25	120.46	40.5	7.84	10.91
6	20.30	49.33	14.62	36.77	-24.3	13.79	20.19	21.7	1.42	1.53
7	21.57	48.71	16.04	36.20	-23.8	13.68	55.30	21.7	3.72	4.00
8	25.57	48.71	19.76	34.72	-22.6	15.14	131.08	21.7	8.98	9.67
9	33.07	43.71	28.75	31.16	-19.0	13.28	50.96	-3.2	4.28	4.29
10	37.07	43.71	33.03	31.40	-18.2	12.96	48.29	-3.2	4.61	4.62
11	40.57	41.38	37.64	31.66	-16.8	10.15	27.27	-3.2	2.96	2.97
12	43.32	41.38	40.60	31.83	-15.9	9.93	14.05	-42.1	2.26	3.05
13	44.92	41.38	42.86	33.87	-15.3	7.79	5.57	-42.1	1.63	2.19
14	44.93	37.00	44.49	35.34	-14.9	1.72	1.16	-42.1	1.84	2.48
RHS	46.33	37.00	46.33	37.00	0.0	0.00				
						X-S Area:	556.87		Face Length:	64.87

Non-Vertical Slice Properties (14 slices)

Slice	Left-Hand-Side		--- Base ---		Weight	Total-Extrnl-Force		- Water-Force -		Effect-Normal-Stress	
	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi		Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0.00	0.0	80.00	35.0	141.61	0.00	56.64	0.00	0.00	0.00	-59.47
2	80.00	35.0	80.00	35.0	833.71	0.00	333.48	0.00	260.57	-28.44	-28.93
3	80.00	35.0	80.00	35.0	320.77	0.00	128.31	240.89	144.45	-8.48	-10.07
4	80.00	35.0	80.00	35.0	707.08	0.00	282.83	272.08	304.99	4.88	-49.28
5	80.00	35.0	80.00	35.0	2144.13	0.00	857.65	426.30	908.52	26.88	-16.21
6	80.00	35.0	80.00	35.0	359.33	0.00	143.73	703.12	155.12	90.06	51.09
7	80.00	35.0	80.00	35.0	994.35	0.00	393.74	689.42	397.38	98.96	35.43
8	80.00	35.0	80.00	35.0	2333.15	0.00	933.26	741.05	937.36	107.32	93.63
9	80.00	35.0	80.00	35.0	907.17	0.00	362.87	647.77	383.40	156.55	696.25
10	80.00	35.0	80.00	35.0	859.62	0.00	343.85	541.18	362.53	-33.73	670.88
11	80.00	35.0	80.00	35.0	488.61	0.00	195.45	372.76	208.37	-294.16	700.62
12	67.48	36.3	80.00	35.0	256.01	0.00	-1397.60	251.59	173.37	-470.99	1093.11
13	862.27	41.4	333.33	36.5	106.89	0.00	42.76	119.02	72.75	-1280.32	-2903.19
14	222.81	35.8	460.00	37.2	22.78	0.00	-1990.89	0.00	0.00	-1508.87	-1696.72
RHS	0.00	0.0						0.00	0.00	0.00	
					X-S Weight:	10465.23					

## ANEXO D

### EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Criterios de magnitud

<b>Criterios de magnitud</b>		
<b>Frecuencia</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Duración del aspecto de 8 a 12 horas diarias	Alta	3
Duración del aspecto entre 4 a 8 horas diarias	Media	2
Duración del aspecto durante menos de 4 horas diarias	Baja	1
<b>Extensión polvo</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 10 metros fuera del lindero	Alta	3
Entre el lindero de la empresa y 5 m fuera del lindero	Media	2
Linderos de la Empresa	Baja	1
<b>Extensión polvo de hierro</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Cerca de la cortadora de hierro y madera sin equipos de seguridad	Alta	3
2 m de la cortadora de hierro y madera concretera sin equipos de seguridad	Media	2
Cerca de la cortadora de hierro y madera con equipos de seguridad	Baja	1
<b>Extensión polvo cemento</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Cerca de la concretera sin equipos de seguridad	Alta	3
2 m de la concretera sin equipos de seguridad	Media	2
Cerca de la concretera con equipos de seguridad	Baja	1
<b>Cantidad de hierro</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
<b>Consumo</b>		
Edificios mayor a 10 pisos (más de 5000 kg)	Alta	3

Condominio(Entre 2000 y 5000 kg)	Media	2
Casa sencilla o villa (2000 kg)	Baja	1
<b>Corte y Residuos</b>		
Más de 120 kg	Alta	3
Entre 75 y 120 kg .	Media	2
Menos a 75 kg	Baja	1
<b>Cantidad de madera</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
<b>Consumo</b>		
Edificios mayor a 10 pisos o Mayores 500 mL	Alta	3
Condominio o entre 150 mL y 500 mL	Media	2
Casa sencilla o villa o menores 150 mL	Baja	1
<b>Corte y Residuos</b>		
Más de 25 metro lineal	Alta	3
Entre 10 a 25 metro lineal	Media	2
Menos a10 metro lineal	Baja	1
<b>Cantidad de materia desalojo</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Mayores a 11 volqueta por día	Alta	3
5 hasta 10 volqueta por día	Media	2
1 hasta 4 volqueta por día	Baja	1
<b>Cantidad de relleno</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Mayores a 11 volqueta por día	Alta	3
5 hasta 10 volqueta por día	Media	2
1 hasta 4 volqueta por día	Baja	1
<b>Consumo de alambre</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Mayores 150lb	Alta	3
75 hasta 150 lb	Media	2
0 hasta 75 lb	Baja	1
<b>Consumo de clavos</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	

mayores 100lb	Alta	3
10-50 lb	Media	2
10 lb	Baja	1
<b>Cantidad de zinc</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más 50 planchas	Alta	3
20 hasta 50 planchas	Media	2
Menores a 20 planchas	Baja	1
<b>Cantidad de Energía usada</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 600 kwh	Alta	3
Entre 200 a 400 kwh	Media	2
menos de 100 kwh	Baja	1
<b>Cantidad de Agua Residuales(agua con cemento(mixer) y materiales de construcción)</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 250 (L/semana)	Alta	3
Entre 100 a 200 (L/semana)	Media	2
menos de 100 (L/semana)	Baja	1
<b>Cantidad de GLP</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 60 tanques	Alta	3
Entre 20 a 50 tanques	Media	2
menos de 15 tanques	Baja	1
<b>Cantidad de Insumos</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 30 m3/día	Alta	3
Entre 10 a 20 m3/día	Media	2
Menos de 5 m3/día	Baja	1
<b>Cantidad de Resudaos( cemento, hormigón, ,materia prima )</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 5 m3/día	Alta	3
Entre 2 y 5 m3/día	Media	2



Menos a 2 m <sup>3</sup> /día	Baja	1
<b>Uso de Maquinaria Pesada</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 1 mes	Alta	3
Más de 3 días	Media	2
Menos de 2 día	Baja	1
<b>Uso de Mano de Obra</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 15 empelados	Alta	3
Entre 5 a 15 empleados	Media	2
menos de 5 empleados	Baja	1
<b>Generación de residuos residuales</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 15% de residuo generado	Alta	3
Entre 2% a 15% del residuo generado	Media	2
menos de 2% del residuo generado	Baja	1
<b>Generación de Vibraciones</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Duración del aspecto de 8 a 12 horas diarias	Alta	3
Duración del aspecto entre 4 a 8 horas diarias	Media	2
Duración del aspecto durante menos de 4horas diarias	Baja	1
<b>Remoción de material de relleno</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 16 m <sup>3</sup>	Alta	3
Entre 6 a 15 m <sup>3</sup>	Media	2
Menos de 5 m <sup>3</sup>	Baja	1
<b>Generación de material reciclable</b>	<b>Calificación cualitativa</b>	
Más de 15% del material reciclable	Alta	3
Entre 2% a 15% del material reciclable	Media	2
Menos de 2% del material reciclable	Baja	1

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Criterios de peligrosidad.

<b>Criterios de peligrosidad</b>			
<b>Aspectos ambientales</b>	<b>Alta - 3</b>	<b>Media - 2</b>	<b>Baja - 1</b>
Uso de material particulado	Más de 2 CRETIB - radiactividad positiva	1 CRETIB - radiactividad positiva	CRETIB negativo - radiactividad negativa
Generación de material particulado	Más de 2 CRETIB - radiactividad positiva	1 CRETIB - radiactividad positiva	CRETIB negativo - radiactividad negativa
Generación de materia de desalojo	material toxico	material reusable no	material reusable
Uso de insumos	No reusable ni no reciclable	Reciclables	Reusable
Consumo de energía	Energía eléctrica (termo eléctrica)	Energía eléctrica (no termo eléctrica)	Energías renovables
Consumo de combustible	Bunker/Nafta	Diesel/Gasolina	Gas
Uso de agua residual(mezcla de cemento gris y mezcla de materia de construcción)	Residuos peligrosos que se destinan a canales al intemperie y suelo.	Residuos peligrosos que se destinan a alcantarillado y previo tratamiento.	Residuos no peligrosos que se destinan a alcantarillado y previo tratamiento.
Generación de residuos	Residuos peligrosos	Residuos especiales	Residuos no peligrosos que se destinan a valorización, reciclaje o reutilización y residuos urbanos

Generación de calor	Sensación de calor a más de 10 metros de la fuente/sofocación inmediata	Sensación de calor entre 1-10 metros de la fuente/percepción de sofocación	Sensación de calor a 1 metro de la fuente/no sofocación
Generación de ruido	Más de 71 dB	De 56 a 70 dB	De 0 a 55 dB
Generación de vibraciones	Daño estructural fuera de las instalaciones	Daño estructural dentro de las instalaciones	Sin daño estructural
Exposición humana a vibraciones	Con alteración permanente	Con alteración puntual	Sin alteración evidente
Generación de polvo	Afectación población a más de 200 m	Afectación dentro y fuera del lindero hasta 50 m	Sin afectación
Emisión de partículas sedimentables	Más de 1 mg/cm <sup>2</sup> x 30 días	Más de 0.25 y 0.99 mg/cm <sup>2</sup> x 30 días	Menos de 0.25 mg/cm <sup>2</sup> x 30 días
Consumo de materia prima construcción	Materias primas producidos en monocultivos y cultivos intensivos./ criaderos intensivos	Materias primas producidas en monocultivos/criaderos semintensivos	Materias primas producidas orgánicamente/criaderos orgánicos/productos minerales
Uso de insumos	Reciclables	Reusable	No reusable ni no reciclable
Uso de vehículos	Vehículos combustión interna	Vehículos híbridos / mixtos gas)	Vehículos eléctricos
Uso de maquinaria Pesada	Riesgo operación (manual)	Riesgo poco significativo de uso (mixto)	No riesgo operación (automático)
Uso de Mano de Obra	Mano de obra No calificada	Mano de Obra Calificada y No Calificada	Mano de Obra Calificada

**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## ANEXO E

### VISITA TÉCNICA Y TOPOGRAFÍA

Reconocimiento de terreno de estudio



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Reconocimiento de los taludes existentes



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Calicata del terreno de estudio



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Vista panorámica de los taludes



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Visualización técnica de la calicata



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Medición de la calicata



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Problemas de fisuras en los taludes existentes



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Implementos topograficos



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Nivelado y calado de los equipos



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Toma de puntos del terreno



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

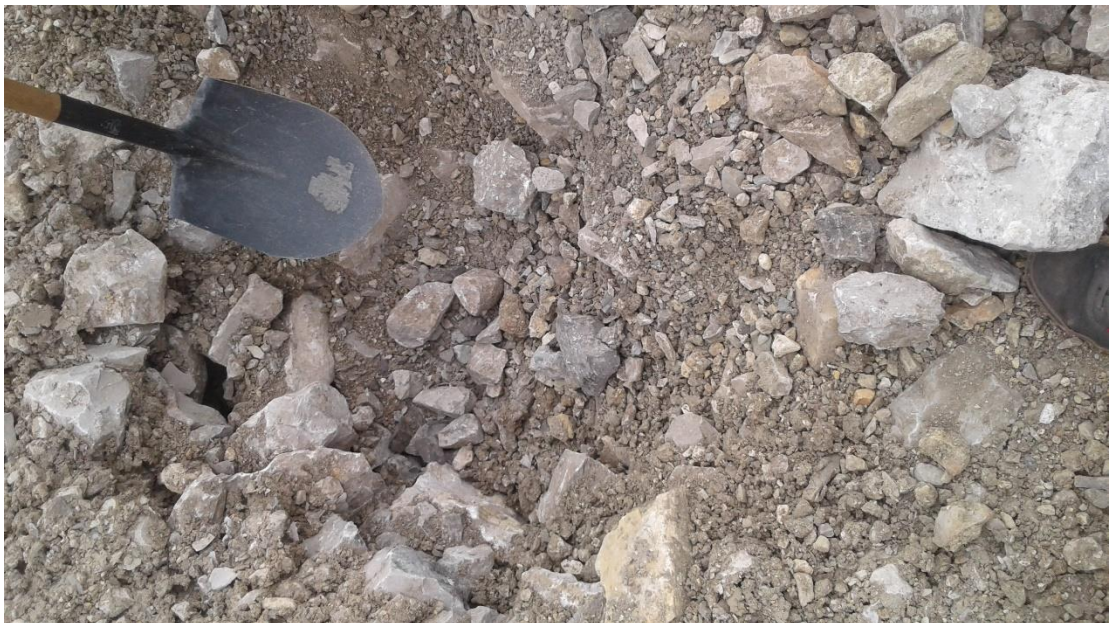


Toma de puntos del talud



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Calicata de talud



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Calicata para tomar la muestra inalterada



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Colocacion de tubo skelby



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## ANEXO F

### PLANOS EN 3D Y RENDERS CON SOFTWARE REVIT

Render de la fachada frontal



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render de la fachada frontal vista nocturna



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render de la fachada lateral vista nocturna



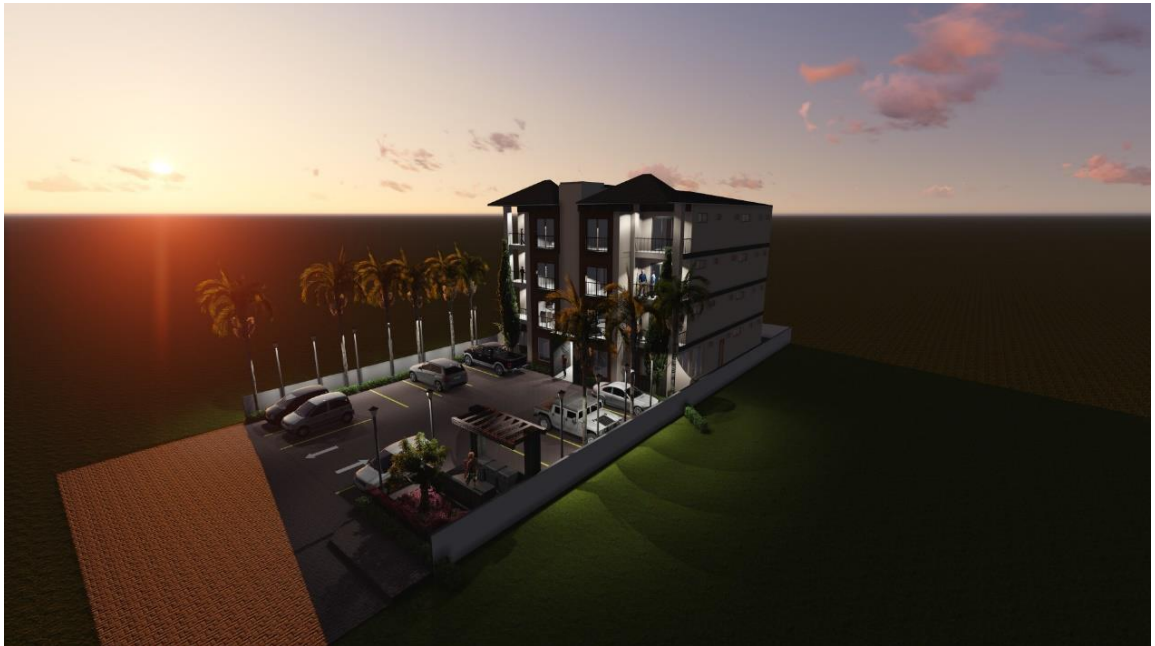
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render de la fachada lateral derecha 1



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render de la fachada lateral derecha



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render departamento continuo 1 y 2 planta sala



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render departamento continuo 1 y 2 planta cocina



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018

Render departamento primera planta cocina



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Render departamento primera planta sala



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Fachada lateral izquierda



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Distribucion interna primera planta



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Perfil frontal



Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.



Fachada frontal 1 vista en 3D



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Fachada frontal 2 vista en 3D



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Fachada lateral 1 vista en 3D



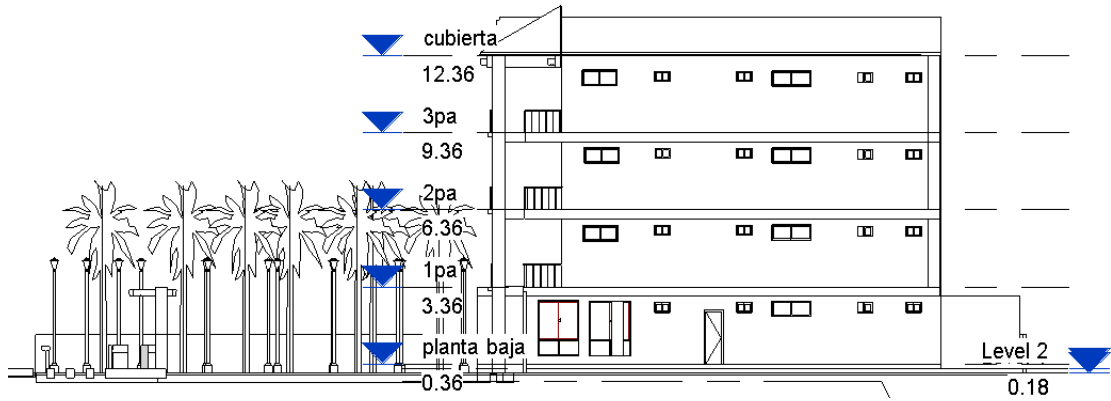
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Fachada lateral 2 vista en 3D



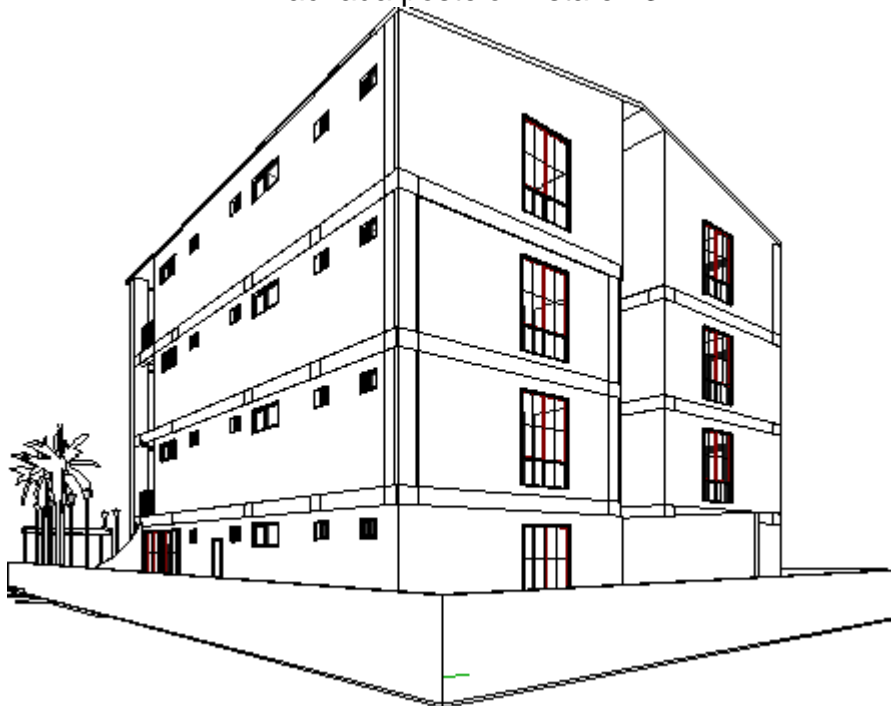
Fuente: Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Fachada lateral derecha vista en 3D



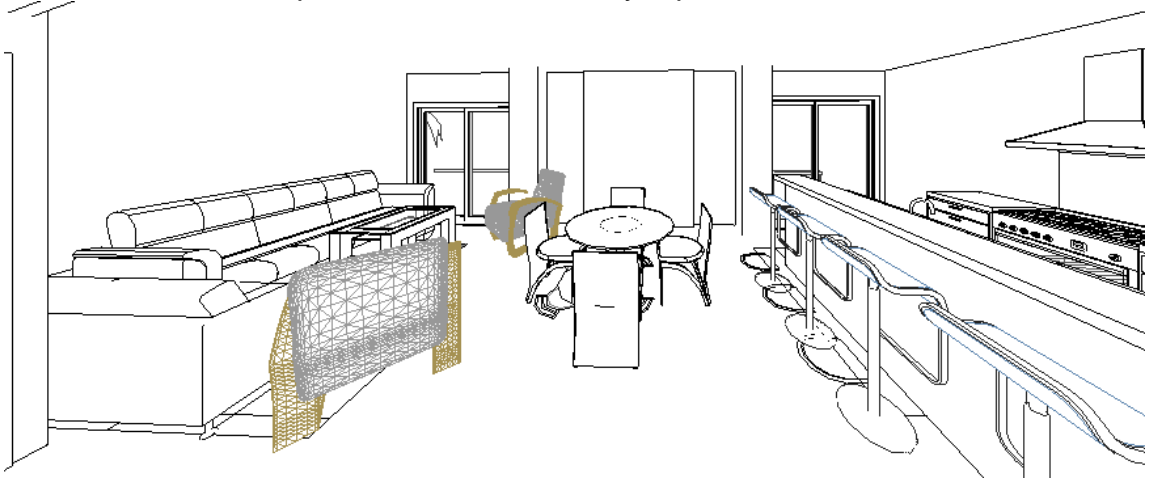
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

### Fachada posterior vista en 3D



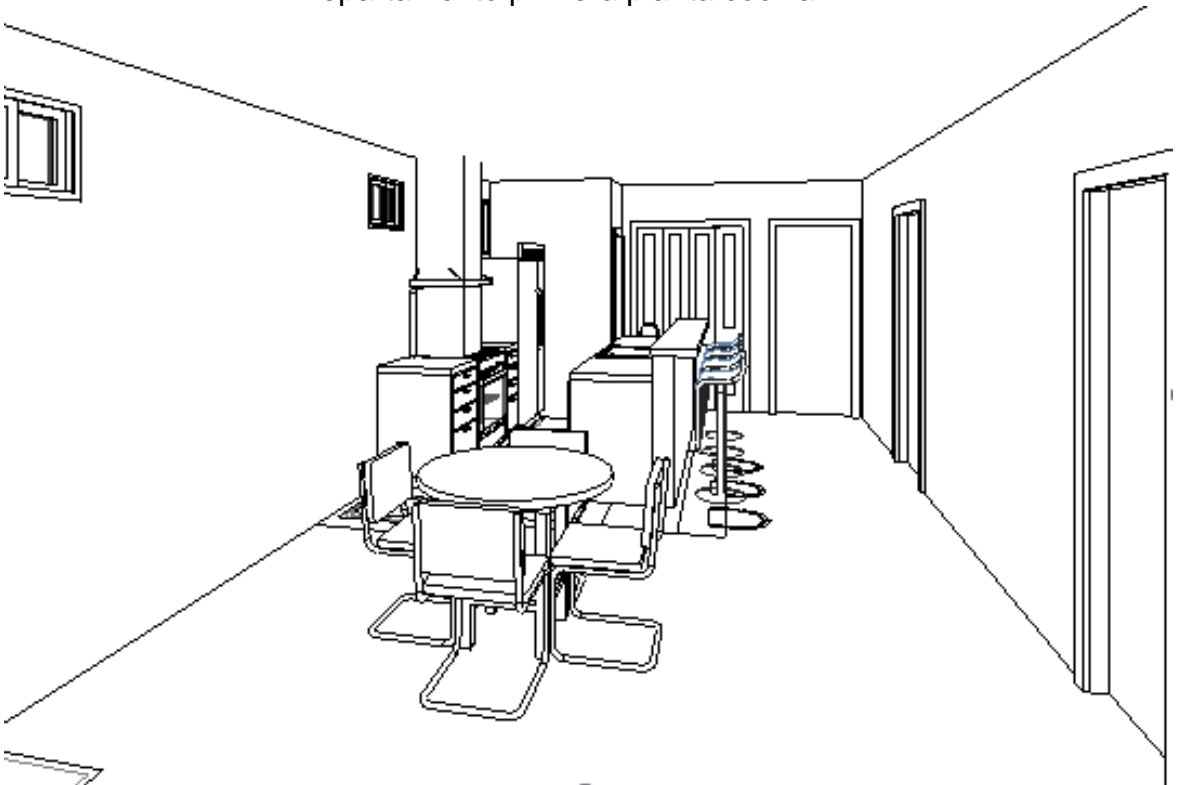
**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Departamento continuo 1 y 2 planta en 3D



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

Departamento primera planta cocina



**Fuente:** Suárez, C., Vicuña, B.,2018.

## ANEXO G

### RUBROS

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL					
<b>RUBRO</b>	1.1	<b>UNIDAD</b>	m2			
<b>DETALLE</b>	Levantamiento Preliminar del Terreno					
<b>E.- EQUIPOS</b>						
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
	Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.03	0.03	1.00	0.03
	Equipo topográfico	1.00	6.50	6.50	0.04	0.26
<b>SUBTOTAL (E)</b>						0.29
<b>F.- MANO DE OBRA</b>						
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
	Topógrafo	1.00	3.57	3.57	0.05	0.16
	Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.05	0.03
	Cadenero D2	2.00	3.20	6.40	0.04	0.26
	Peón E2	1.00	3.15	3.15	0.04	0.13
<b>SUBTOTAL (F)</b>						0.5748
<b>G.- MATERIAL</b>						
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
	Tiras (1"x4"x4m)	u	0.10	1.00	0.100	
					-	
					-	
					-	
<b>SUBTOTAL (G)</b>						0.100
<b>H.- TRANSPORTE</b>						
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
					-	
					-	
					-	
					-	
<b>SUBTOTAL (H)</b>						-
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):</b>					<b>0.96</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%</b>					<b>0.20</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.17</b>	

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	1.2	<b>UNIDAD</b>	m2		
<b>DETALLE</b>	Limpieza, desbroce y desalojo				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.02
Retroexcavadora de llanta	1.00	22.00	22.00	0.03	0.66
<b>SUBTOTAL (E)</b>					0.68
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Cadenero D2	1.00	3.20	3.20	0.04	0.13
Maestro de obra C1	0.10	3.57	0.36	0.05	0.02
Operadors de maquinaria C1	1.00	3.57	3.57	0.04	0.14
Peón E2	1.00	3.15	3.15	0.04	0.13
<b>SUBTOTAL (F)</b>					0.4129
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
		0.10	1.00	0.100	
				-	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL (G)</b>					0.100
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Desalojo material	m3	0.30	4.20	1.260	
				-	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL (H)</b>					1.260
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):</b>					<b>2.45</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%</b>					<b>0.52</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.97</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	1.3	<b>UNIDAD</b>	m2		
<b>DETALLE</b>	Replanteo y nivelacion del proyecto				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.04	0.04	1.00	0.04
Equipo topográfico	1.00	6.50	6.50	0.08	0.52
SUBTOTAL (E)					0.56
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Topógrafo	1.00	3.57	3.57	0.08	0.29
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.08	0.06
Cadenero D2	2.00	3.20	6.40	0.08	0.51
					-
SUBTOTAL (F)					0.8547
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Tiras (1" x4" x4m)	u	0.10	1.00	0.100	
Clavos 2" a 8"	kg	0.01	1.60	0.016	
Yeso (25 kg)	Sc.	0.03	2.08	0.062	
Cuartones de Encofrado	u	0.03	2.00	0.060	
					-
SUBTOTAL (G)					0.238
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
					-
					-
					-
					-
					-
SUBTOTAL (H)					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):					1.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%					0.35
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.00</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	2.1	<b>UNIDAD</b>	m3		
<b>DETALLE</b>	Replanteo y nivelacion del proyecto				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Retroexcavadora 75 HP	1.00	20.00	20.00	0.03	0.6
Volqueta de 9 m3	1.00	18.00	18.00	0.03	0.54
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.02
SUBTOTAL (E)					1.16
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Operador Retroexcavadora C1	1.00	3.57	3.57	0.03	0.11
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.03	0.02
Peón E2	1.00	3.20	3.20	0.03	0.10
Chofer de Volqueta C1	1.00	4.68	4.68	0.03	0.14
Engrasador D2	1.00	3.20	3.20	0.03	0.10
SUBTOTAL (F)					0.46
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (G)					-
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Desalojo material	m3	1.30	4.40	5.72	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (H)					5.720
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):					7.34
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%					1.54
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>8.88</b>



<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	2.2	<b>UNIDAD</b>	m3		
<b>DETALLE</b>	Relleno compactado con material importado				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Retroexcavadora 75 HP	1.00	20.00	20.00	0.15	3
Compactador Semipesado manual	1.00	2.70	2.70	0.15	0.405
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.05	0.05	1.00	0.05
SUBTOTAL (E)					3.455
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Operador Retroexcavadora C1	1.00	3.57	3.57	0.15	0.54
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.15	0.11
Peón E2	1.00	3.20	3.20	0.15	0.48
					-
					-
SUBTOTAL (F)					1.12
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (G)					-
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (H)					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):					4.58
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%					0.96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.54

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	3.1	<b>UNIDAD</b>	m2		
<b>DETALLE</b>	Hormigón Premezclado f'c= 280 kg/cm2 de cimentación				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	3.88	3.88	1.00	3.88
Vibrador de Manguera	2.00	2.50	5.00	1.6	8
					-
<b>SUBTOTAL (E)</b>					11.88
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	1.00	3.57	3.57	1.60	5.71
Peón E2	8.00	3.19	25.52	1.60	40.83
Albañil D2	3.00	3.22	9.66	1.60	15.46
Carpintero D2	3.00	3.22	9.66	1.60	15.46
					-
<b>SUBTOTAL (F)</b>					77.46
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Hormigón f'c=280 kg/cm2 bombeable	m3	1.10	118.00	129.800	
Tablas de Enconfrado 1"x20 cmm x 4 cm	u	3.00	2.85	8.550	
Cuartones 2"x4"x4m	u	4.00	2.00	8.000	
Clavos 2"	kg	0.60	1.62	0.972	
Tiras 1"x3"x4m	u	0.70	1.00	0.700	
<b>SUBTOTAL (G)</b>					148.022
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL (H)</b>					-
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)</b>					237.36
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					49.85
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>287.20</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	3.2	<b>UNIDAD</b>	m2		
<b>DETALLE</b>	Replanteo de Hormigón Simple $f'c=180\text{ kg/cm}^2$ de replanteo ( $e=5\text{cm}$ )				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.02
Vibrador	1.00	2.50	2.50	0.06	0.15
					-
SUBTOTAL (E)					0.17
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	1.00	3.57	3.57	0.06	0.21
Peón E2	1.00	3.20	3.20	0.06	0.19
					-
					-
					-
SUBTOTAL (F)					0.41
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Hormigón Premezclado $f'c=180\text{ kg/cm}^2$	m3	0.05	110.00	5.500	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (G)					5.500
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (H)					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)					6.08
INDIRECTOS Y UTILIDADES					1.28
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>7.35</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	4.1	<b>UNIDAD</b>	m3		
<b>DETALLE</b>	Hormigón premezclado en Muros f'c=280 kg/cm2				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	3.63	3.63	1.00	3.63
Vibrador de Manguera	2.00	2.50	5.00	1.00	5.00
					-
<b>SUBTOTAL (E)</b>					<b>8.63</b>
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	1.00	3.57	3.57	1.50	5.36
Peón E2	8.00	3.19	25.52	1.50	38.28
Albañil D2	3.00	3.22	9.66	1.50	14.49
Carpintero D2	3.00	3.22	9.66	1.50	14.49
					-
<b>SUBTOTAL (F)</b>					<b>72.62</b>
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 Bombeable	m3	1.10	118.00	129.800	
Tablas de Enconfrado 1"x20 cmm x 4 cm	u	2.50	2.85	7.125	
Cuartones 2"x4"x4m	u	3.00	2.00	6.000	
Clavos 2"	kg	0.60	1.62	0.972	
Tiras 1"x3"x4m	u	0.65	1.00	0.650	
<b>SUBTOTAL (G)</b>					<b>144.547</b>
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL (H)</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):</b>					<b>225.79</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%</b>					<b>47.42</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>273.21</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	4.2	<b>UNIDAD</b>	m3		
<b>DETALLE</b>	Hormigón premezclado en Vigas y Losas f'c=280 kg/cm2				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	3.02	3.02	1.00	3.02
Vibrador de Manguera	2.00	2.50	5.00	1.10	5.50
					-
<b>SUBTOTAL (E)</b>					8.52
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	1.00	3.57	3.57	1.10	3.93
Peón E2	8.00	3.19	25.52	1.10	28.07
Albañil D2	4.00	3.22	12.88	1.10	14.17
Carpintero D2	4.00	3.22	12.88	1.10	14.17
					-
<b>SUBTOTAL (F)</b>					60.34
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 Bombeable	m3	1.05	118.00	123.90	
Tablas de Enconfrado 1"x20 cm x 4 cm	u	4.00	2.85	11.40	
Cuartones 2"x4"x4m	u	3.50	2.00	7.00	
Clavos 2"	kg	0.10	1.62	0.16	
Tiras 1"x3"x4m	u	0.65	1.00	0.65	
<b>SUBTOTAL (G)</b>					143.112
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL (H)</b>					-
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H):</b>					211.97
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%</b>					44.51
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>256.48</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	4.3	<b>UNIDAD</b>	m3		
<b>DETALLE</b>	Hormigón premezclado en Columnas f'c=280 kg/cm2				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	4.39	4.39	1.00	4.39
Vibrador de Manguera	2.00	2.50	5.00	1.5	7.5
					-
<b>SUBTOTAL (E)</b>					<b>11.89</b>
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	1.00	3.57	3.57	1.60	5.71
Peón E2	8.00	3.19	25.52	1.60	40.83
Albañil D2	4.00	3.22	12.88	1.60	20.61
Carpintero D2	4.00	3.22	12.88	1.60	20.61
					-
<b>SUBTOTAL (F)</b>					<b>87.76</b>
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	118.00	123.90	
Tablas de Enconfrado 1"x20 cmm x 4 cm	u	3.00	2.85	8.55	
Cuartones 2"x4"x4m	u	1.50	4.20	6.30	
Clavos 2"	kg	0.60	1.62	0.97	
Tiras 1"x3"x4m	u	2.00	1.00	2.00	
<b>SUBTOTAL (G)</b>					<b>141.72</b>
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
<b>SUBTOTAL (H)</b>					<b>-</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)</b>					<b>241.37</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					<b>50.69</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>292.06</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	5.1	<b>UNIDAD</b>	kg		
<b>DETALLE</b>	Acero de Refuerzo de cimentación fy=4200 kg/cm2				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.016
Dobladora/Cortadora	1.00	0.60	0.60	0.03	7.50
					-
SUBTOTAL (E)					7.516
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.03	0.02
Peón E2	3.00	3.19	9.57	0.03	0.24
Fierrero D2	1.00	3.22	3.22	0.03	0.08
					-
					-
SUBTOTAL (F)					0.34
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	1.85	1.91	
Alambre Galvanizado	kg	0.02	1.50	0.03	
				-	
				-	
SUBTOTAL (G)					1.94
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (H)					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)					9.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES					2.06
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>11.84</b>
Nota: estos precios no incluyen IVA					

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	5.2	<b>UNIDAD</b>	kg		
<b>DETALLE</b>	Acero de Refuerzo de Columnas fy=4200 kg/cm2				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.016
Dobladora/Cortadora	1.00	0.60	0.60	0.03	0.015
					-
SUBTOTAL (E)					0.031
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.03	0.02
Peón E2	3.00	3.19	9.57	0.03	0.24
Fierrero D2	1.00	3.22	3.22	0.03	0.08
					-
					-
SUBTOTAL (F)					0.34
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	1.85	1.91	
Alambre Galvanizado	kg	0.02	1.50	0.03	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (G)					1.94
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (H)					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)					2.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES					0.48
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>2.79</b>
Nota: estos precios no incluyen IVA					



<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL					
<b>RUBRO</b>	5.3	<b>UNIDAD</b>	kg			
<b>DETALLE</b>	Acero de Refuerzo de Losas fy=4200 kg/cm2					
<b>E.- EQUIPOS</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>	
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.016	
Dobladora/Cortadora	1.00	0.60	0.60	0.03	0.015	
					-	
<b>SUBTOTAL (E)</b>					0.031	
<b>F.- MANO DE OBRA</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>	
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.03	0.02	
Peón E2	3.00	3.19	9.57	0.03	0.24	
Fierrero D2	1.00	3.22	3.22	0.03	0.08	
					-	
					-	
<b>SUBTOTAL (F)</b>					0.34	
<b>G.- MATERIAL</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>		
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	1.85	1.91		
Alambre Galvanizado	kg	0.02	1.50	0.03		
				-		
				-		
				-		
<b>SUBTOTAL (G)</b>					1.94	
<b>H.- TRANSPORTE</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>		
				-		
				-		
				-		
				-		
				-		
<b>SUBTOTAL (H)</b>					-	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)</b>					<b>2.30</b>	
Nota: estos precios no incluyen IVA					<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0.48
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.79</b>

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL				
<b>RUBRO</b>	5.5	<b>UNIDAD</b>	kg		
<b>DETALLE</b>	Acero de Refuerzo de Muros fy=4200 kg/cm2				
<b>E.- EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.016
Dobladora/Cortadora	1.00	0.60	0.60	0.03	0.015
					-
SUBTOTAL (E)					0.031
<b>F.- MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.03	0.02
Peón E2	3.00	3.19	9.57	0.03	0.24
Fierrero D2	1.00	3.22	3.22	0.03	0.08
					-
					-
SUBTOTAL (F)					0.34
<b>G.- MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	1.85	1.91	
Alambre Galvanizado	kg	0.02	1.50	0.03	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (G)					1.94
<b>H.- TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL (H)					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)					2.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES					0.48
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>2.79</b>
Nota: estos precios no incluyen IVA					

<b>OBRA:</b>	CONDominio DE 4 PISOS EN LAS FALDAS DE CERRO BLANCO - GUAYAQUIL					
<b>RUBRO</b>	5.6	<b>UNIDAD</b>	kg			
<b>DETALLE</b>	Malla electrosoldada losa fy=5000 kg/cm2					
<b>E.- EQUIPOS</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>	
Herramientas menores (5% M/O)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.02	
Dobladora/Cortadora	1.00	0.60	0.60	0.03	0.02	
					-	
<b>SUBTOTAL (E)</b>					0.031	
<b>F.- MANO DE OBRA</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=A*B</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=C*R</b>	
Maestro de obra C1	0.20	3.57	0.71	0.03	0.02	
Peón E2	3.00	3.19	9.57	0.03	0.24	
Fierrero D2	1.00	3.22	3.22	0.03	0.08	
					-	
					-	
<b>SUBTOTAL (F)</b>					0.34	
<b>G.- MATERIAL</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>		
Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.03	1.85	1.91		
Alambre Galvanizado	kg	0.02	1.50	0.03		
				-		
				-		
				-		
<b>SUBTOTAL (G)</b>					1.94	
<b>H.- TRANSPORTE</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT B</b>	<b>COSTO C=A*B</b>		
				-		
				-		
				-		
				-		
				-		
<b>SUBTOTAL (H)</b>					-	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)</b>					<b>2.30</b>	
Nota: estos precios no incluyen IVA					<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	0.48
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.79</b>

# **BIBLIOGRAFÍA**

ACI-318. (Octubre de 2011). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. U.S.A.: Primera Impresión.

Aguiar R., R. M. (s.f.). Análisis de Conexiones Viga-Columna de acuerdo al código ACI 318SR-05. Quito, Ecuador.

Ambiente, M. d. (2016). *SUIA* . Obtenido de Sistema Único de Información Ambiental: <http://suia.ambiente.gob.ec>

ASCE. (2010). "Minimum design loads for buildings and other structures",. Reston, VA, American Society of Civil Engineers: Structural Engineering Institute. ISBN: 978-0-7844-1085-1.

Bazán, E. M. (1985). "Manuel de diseño sísmico de edificios: de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal". Editorial Limusa, México D.F., México. .

Bazán, E. M. (2002). "Diseño Sísmico De Edificios: Editorial". Limusa S.A., México D.F., México, ISBN: 978-968-18534-9-5.

Capa, V. (2014). Edificios vulnerables en zonas sísmicas. Loja, Ecuador.

COA. (2017). Libro II Y V, De La Calidad Ambiental. *Código Organico del Ambiente*(2), 50-63.

Constitución de la República del Ecuador . (2011). Elementos constitutivos del Estado, derechos , garantías constitucionales. *Constitución de la República del Ecuador*(449), 13,23,19-21.

Garmendia, A., Salvador, A., Cresol, C., & Garmendia, I. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental . *Person Educación*, S.A. Madrid: ISBN: 84-205-4398-5.

Geofisico, I. (2016). *Instituto Geofisico de la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL*. Obtenido de [www.igepn.edu](http://www.igepn.edu).

Google Earth. (2015). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth: <https://www.google.com.ec/maps>

Guevara Anzules, M. (2008). *Cimentaciones superficiales*. Guayaquil : Universidad de Guayaquil .

Liliana Moraima Barros Bastidas, M. J. (2015). Análisis Comparativo Económico - Estructural Entre un Sistema Aporticado, un Sistema Aporticado con Muros Estructurales y un Sistema de Paredes en un Edificio de 10 Pisos. Quito, Ecuador.

NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción, En Peligro Sísmico- Diseñi Sismo Resistente. *Dirección de Comunicación Social, MIDUVI*. Ecuador.

Paulay, T. P. (1992). "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings". (*Diseño Sísmico de edificios de concreto armado y mampostería*). Wiley, ISBN: 978-047-15491-5-4.

Pontificia Universidad Católica de Chile, I. C. (s.f.). La Ingeniería Sismorresistente. Chile.

Rodriguez Val, J. (2005). Estructuras de la Edificación en Hormigón. *CERSA*. Madrid .

Singaicho J. et al. (2016). *Observaciones del Sismo del 16 de Abril de 2016 de Magnitud MW 7.8. Intesidades y Aceleraciones*. Quito, Ecuador: Instituto Geofísico de la Escuela Politecnica Nacional.

Taranth, B. S. (2005). "Wind and Earthquake Resistant Buildings: Structural Analysis and Design" . (*Edificios resistentes a viento y sismos: diseño y análisis structural*). Marcel Dekker, ISBN: 978-082-47593-4-6. .

Villaverde, R. (2009). " Fundamental Concepts of Earthquake Engineering" . (*Conceptos Básicos de Ingeniería Sísmica*). CRC Press. ISBN: 978-1-4200-6495-7.