



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

Título del trabajo

**Estudio y diseño de las obras civiles para el  
funcionamiento de la planta de procesamiento mineral en el  
sector Pache-Portovelo**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

**Jimmy Andrés Escandón Feijóo**

**Gary Stefano Macías Calero**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año: 2019**

## DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por brindarme la fortaleza para afrontar la vida cada día y de llenarme de humildad y sabiduría.

A mis padres por ese apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por enseñarme a ser un hombre de bien. En general a toda mi querida familia, a mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra forma fueron parte de este hermoso recorrido durante todos estos años y que ahora estoy culminando con satisfacción.

Gary Stefano Macias Calero

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios que siempre a sido mi sustento y fortaleza.

A mis padres que siempre han sido una guía y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida profesional, este trabajo es por y para ustedes.

A mis hermanas que siempre estuvieron en los momentos que más las necesitaba.

A mi novia que ha estado junto a mi desde el inicio hasta el fin de mi carrera apoyándome siempre.

A mi familia, profesores y amigos que contribuyeron a lograr este objetivo.

Jimmy Andrés Escandón Feijóo

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mis padres. A mis tutores, Ing. Walter Hurtares, Dr. Miguel Ángel Chávez, Arq Eunice Lindao, Phd. Carlos Rodríguez por todos sus conocimientos que transmitieron y su ayuda incondicional.

Al personal docente que estuvo presente a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis compañeros y amigos por todo su apoyo en cada momento y a todos los demás infinitas gracias.

Gary Stefano Macias Calero

# AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme lograr alcanzar esta meta en mi vida profesional.

A mis padres que gracias a su esfuerzo y dedicación he podido culminar esta meta.

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral por haberme brindado la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mis tutores de la Tesis el Msc. Walter Hurtares, el Dr. Miguel Ángel Chávez, la Arq. Eunice Lindao y el Dr. Carlos Rodríguez por su predisposición y haber sido una guía en el transcurso de todo el proyecto.

A todos los docentes que contribuyeron en mi formación académica.

A mis amigos y compañeros que siempre estuvieron dispuestos a ayudar cuando más se los necesitaba.

Jimmy Andrés Escandón Feijóo

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; **Gary Stefano Macías Calero y Jimmy Andrés Escandón Feijóo** y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

Gary Macías Calero

---

*Jimmy Escandón Feijóo*

# EVALUADORES

**Phd. Miguel Chávez Moncayo**

PROFESOR DE LA MATERIA

**MSc. Walter Hurtares Orrala**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En la actualidad la sociedad minera del sector pache Portovelo se ha visto en la necesidad de adquirir una edificación que ayude a mejorar la calidad de vida en el trabajo.

Por lo cual el desarrollo de una edificación amplia para la empresa Golden Valleyplanta S.A. es de suma importancia para cumplir con ciertos requisitos específicos para optimizar el área laboral.

El diseño de la edificación sismorresistente de la planta Cayo Gold se compondrá de dos niveles, con un sistema aporticado resistente a momentos hechos en hormigón, cumpliendo los espacios solicitados arquitectónicamente por parte de la empresa.

Este edificio se regirá bajo las normas NEC-2015, ACI 318-14, ASCE 7-10 las cuales ayudaran para el predimensionamiento de los elementos estructurales, el diseño y sollicitación que se necesiten para el diseño del espectro sísmico. Se realizará también un análisis de modelamiento estructural donde se incorporarán los datos de secciones, materiales y parámetros para el diseño sísmico. Con esto se realizará comprobaciones sismorresistentes y se procederá al diseño de los elementos cumpliendo con sollicitudes de las normativas y cargas del edificio.

Se diseñará la subestructura correspondiente con los debidos estudios de suelo de la zona de construcción para que exista una buena transmisión de cargas de la superestructura hacia el suelo.

El diseño también contemplara un presupuesto referencial de la estructura y a su vez un informe del impacto ambiental que conlleve la construcción del edificio en el sector Pache-Portovelo.

Palabras claves: Hormigón, acero, pórticos, sismorresistente, estructural.

## **ABSTRACT**

*At present, the mining company of the Portovelo pache sector has been in need of acquiring a building that helps improve the quality of life at work.*

*Therefore, the development of a broad building for the company Golden Valleyplanta S.A. It is very important to meet certain specific requirements to optimize the work area.*

*The design of the earthquake resistant building of the Cayo Gold plant will consist of two levels, with a system provided resistant to moments made in concrete, fulfilling the spaces requested architecturally by the company.*

*This building will be governed under the NEC-2015, ACI 318-14, ASCE 7-10 standards which will help for the pre-dimensioning of the structural elements, the design and solicitation that are needed for the design of the seismic spectrum. A structural modeling analysis will also be carried out where the data of sections, materials and parameters will be incorporated for the seismic design. With this, seismic-resistant checks will be carried out and the elements will be designed in compliance with requests for building regulations and charges.*

*The corresponding substructure will be designed with the proper soil studies of the construction zone so that there is a good transmission of loads from the superstructure to the ground.*

*The design will also contemplate a referential budget of the structure and in turn a report of the environmental impact of the construction of the building in the Pache-Portovelo sector.*

*Keywords: Concrete, steel, porches, seismic resistant, structural.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>EVALUADORES</b> .....	7
<b>RESUMEN</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	III
<b>ABREVIATURAS</b> .....	X
<b>SIMBOLOGÍA</b> .....	XI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XIV
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XV
<b>ÍNDICE DE PLANOS</b> .....	XVIII
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	19
1 Introducción.....	19
1.1 Descripción del problema .....	19
1.2 Justificación del problema .....	20
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo General .....	20
1.3.2 Objetivos Específicos .....	20
1.4 Marco teórico.....	21
1.4.1 Generalidades del Hormigón.....	21
1.4.2 Cargas.....	22
1.4.2.1 Carga Muerta.....	22
1.4.2.2 Carga Viva.....	22
1.4.2.3 Carga Sísmica.....	23
1.4.2.4 Columnas.....	23
1.4.2.5 Vigas.....	23
1.4.2.6 Paredes/muros .....	23

1.4.2.7	Losas .....	23
1.4.3	Cimentación .....	23
1.4.4	Pórticos de hormigón Armado.....	24
1.4.5	Resistencia Sísmica.....	25
1.4.6	Ductilidad.....	25
1.4.7	Criterio columna fuerte viga débil.....	26
CAPÍTULO 2	.....	27
2	Metodología.....	27
2.1	Definición de Cargas .....	28
2.1.1	Cargas Muertas.....	28
2.1.2	Cargas Vivas.....	28
2.2	Estudio de suelos .....	29
2.2.1	Extracción de muestras en campo .....	29
2.2.2	Ensayos de laboratorio.....	29
2.2.2.1	Ensayos de granulometría.....	29
2.2.2.2	Ensayos de límites de Atterberg.....	29
2.2.2.3	Ensayos de resistencia a la compresión simple .....	30
2.3	Análisis de Alternativas y Restricciones .....	30
2.3.1	Criterios de selección de alternativas en base a parámetros técnicos y económicos .....	31
2.3.1.1	Cantidad de acero estructural.....	31
2.3.1.2	Cantidad de hormigón en estructura.....	32
2.3.1.3	Propiedades sismo-resistentes.....	33
2.3.1.4	Proceso constructivo .....	34
2.3.1.4.1	Tiempo de construcción .....	34
2.3.1.4.2	Fabricación y montaje .....	34
2.3.1.4.3	Protección contra la corrosión .....	35

2.3.1.4.4	Mantenimiento .....	35
2.3.1.4.5	Tiempo de vida útil .....	36
2.3.1.5	Resumen de puntuaciones obtenidas en el proceso de construcción de las alternativas seleccionadas.....	37
2.3.1.6	Impacto ambiental .....	37
2.3.1.6.1	Fase de construcción .....	38
2.3.1.6.2	Fase de operación.....	38
2.3.1.6.3	Fase de mantenimiento .....	39
2.3.1.7	Resumen de puntuación por parámetros ambientales .....	39
2.3.1.8	Costo de edificación .....	39
2.3.1.9	Requerimiento del cliente .....	40
2.3.2	Resultado de análisis en base a parámetros técnico-Económicos .....	41
2.3.3	Criterios de selección de alternativas en base a restricciones. ....	41
2.3.3.1	Restricciones tipo económica .....	41
2.3.3.2	Restricciones tipo técnicas .....	41
2.3.3.3	Restricción tipo social .....	42
2.3.3.4	Restricción tipo física .....	42
2.3.3.5	Restricciones tipo ambiental.....	42
2.3.4	Resumen de porcentajes en base de restricciones.....	42
2.3.5	Matriz de evaluación final.....	43
2.4	Espectro Sísmico.....	44
2.5	Predimensionamiento de elementos estructurales .....	46
2.5.1	Predimensionamiento de la losa .....	46
2.5.1	Predimensionamiento de vigas .....	48
2.5.2	Predimensionamiento de las columnas.....	48
2.5.3	Control de derivas de pisos.....	49
2.6	Diseño definitivo de la estructura.....	50

2.6.1	Diseño definitivo de las secciones.....	50
2.6.2	Determinación del acero de refuerzo para las columnas. ....	51
2.6.2.1	Chequeo de dimensiones de la sección .....	51
2.6.2.2	Determinación del refuerzo longitudinal.....	51
2.6.2.3	Criterio de columna fuerte – viga débil. ....	51
2.6.2.4	Determinación del refuerzo transversal. ....	52
2.6.2.4.1	Refuerzo de confinamiento.....	52
2.6.2.4.2	Espaciamiento máximo de estribos.....	52
2.6.2.4.3	Refuerzo transversal para confinamiento.....	52
2.6.2.4.4	Refuerzo trasversal para cortante .....	53
2.6.2.4.5	Longitud mínima de traslape .....	54
2.7	Cimentación.....	55
2.7.1	Capacidad de carga del suelo.....	55
<b>CAPÍTULO 3</b>	.....	<b>57</b>
<b>3</b>	<b>Resultados Y ANÁLISIS</b> .....	<b>57</b>
3.1	Espectro sísmico elástico e inelástico .....	57
3.2	Modelamiento Estructural. ....	58
3.2.1	Cargas sobrepuestas Asignadas.....	60
3.2.2	Control de Derivas.....	61
3.3	Diseño de vigas .....	62
3.3.1	Revisar dimensiones de secciones .....	63
3.3.2	Diseño a flexión.....	63
3.3.3	Diseño a cortante .....	64
3.4	Diseño de Columnas .....	66
3.4.1	Diseño por Flexo-compresión Biaxial. ....	66
3.4.2	Verificación de dimensiones de secciones.....	67

3.4.3	Refuerzo longitudinal requerido .....	67
3.4.4	Criterio columna fuerte viga débil.....	68
3.4.5	Diseño del Refuerzo transversal .....	69
3.4.5.1	Refuerzo de confinamiento .....	69
3.4.5.2	Refuerzo transversal por cortante.....	70
3.4.5.3	Longitud de Traslape .....	70
3.4.5.4	Detalles del refuerzo de la columna.....	70
3.5	Diseño de Losa en una dirección. ....	71
3.5.1	Acero de refuerzo para losa. ....	72
3.5.2	Refuerzo por temperatura .....	72
3.5.3	Revisión por cortante .....	73
3.6	Diseño de cimentación .....	73
3.6.1	Capacidad de carga del suelo.....	73
<b>CAPÍTULO 4</b>	.....	<b>82</b>
4	Conclusiones Y Recomendaciones.....	82
4.1	Conclusiones .....	82
4.2	Recomendaciones.....	83
Bibliografía	.....	85
<b>ANEXO 1</b>	.....	<b>87</b>
A1. ESPECTRO DE DISEÑO	.....	87
<b>ANEXO 2</b>	.....	<b>94</b>
A2. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL	.....	94
<b>ANEXO 3</b>	.....	<b>102</b>
A3. DISEÑO DE VIGAS PRINCIPALES	.....	102
<b>ANEXO 4</b>	.....	<b>112</b>
A4. DISEÑO DE COLUMNAS	.....	112

<b>ANEXO 5</b> .....	131
<b>A5. DISEÑO DE LOSAS</b> .....	131
Acero de refuerzo para losa. ....	131
Refuerzo por temperatura .....	132
Revisión por cortante .....	132
<b>ANEXO 6</b> .....	133
<b>A6. DISEÑO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN</b> .....	133
<b>ANEXO 7</b> .....	136
<b>A7. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	136
Línea de Base Ambiental.....	136
Descripción del proyecto .....	136
Medio Físico .....	137
Ubicación.....	137
Clima .....	137
Precipitación.....	137
Geomorfología.....	138
Riesgos .....	138
Medio Biótico .....	140
Flora .....	140
Fauna .....	140
Medio Social-Económico. ....	141
Población.....	141
Servicios Básicos .....	141
Terreno.....	141
Vías de acceso.....	141
Guía de las buenas prácticas ambientales. ....	143

Fase de diseño.....	143
Fase de Construcción. ....	143
Almacenamiento y manipulación de materiales y equipos. ....	143
Seguridad en el trabajo. ....	144
Ocupación y usos del suelo. ....	144
Reducir las emisiones a la atmosfera.....	144
Reducción de ruido. ....	144
Uso racional del agua.....	144
Gestión de residuos. ....	145
FORMULARIO DE CERTIFICADO AMBIENTAL .....	146
<b>ANEXO 8</b> .....	155
<b>A8. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CANTIDADES</b> .....	155

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ACI	American Concrete Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
NEC-SE-CG	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, cargas no sísmicas
NEC-SE-CM	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, geotecnia y cimentación
NEC-SE-DS	Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, peligro sísmico.
PCRM	Pórticos de concreto resistente a momentos
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Assisted Design
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
INAMHI	Instituto Nacional Meteorológico e Hidrológico
IGM	Instituto Geográfico Militar
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización

## SIMBOLOGÍA

$f'_c$	Resistencia a la compresión del concreto
$F_y$	Esfuerzo de fluencia
$F_u$	Esfuerzo último
Ton	Tonelada
$C_s$	Coefficiente sísmico
$V$	Cortante Basal
$L$	Longitud de los elementos
$A_s$	Área de acero
$W_D$	Carga muerta
$W_{pp}$	Carga por peso propio
$W_L$	Carga viva
$Z$	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño
$F_a$	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto
$F_d$	Coefficiente de amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca.
$F_s$	Coefficiente de comportamiento no lineal de los suelos
$n$	Razón entre la aceleración espectral $S_a$ y el PGA para el periodo de retorno
$T$	Período fundamental de vibración de la estructura
$T_o$	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
$T_c$	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
$S_a$	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones
$C_s$	Coefficiente de respuesta sísmico
$R$	Coefficiente de modificación de respuesta
$C_t$	Coefficiente que depende del tipo de edificio
$h_n$	Altura total de la estructura
$I$	Factor de importancia de la estructura

W	Peso sísmico
$\emptyset_P$	Coeficiente de regularidad en planta
$\emptyset_E$	Coeficiente de regularidad en elevación
A	Área de cada piso
N	Número de pisos
Ex	Sismo en X
Ey	Sismo en Y
Wu	Carga mayorada distribuida última
s	Ancho de influencia
qu	Carga lineal última
M <sub>máx</sub>	Momento máximo
V <sub>máx</sub>	Cortante máximo
d	Peralte de la viga
b	Ancho de viga
I <sub>x</sub>	Inercia en sentido X
I <sub>y</sub>	Inercia en sentido Y
E	Módulo de elasticidad
M <sub>pr</sub>	Momento probable
$\emptyset M_n$	Momento nominal
$\emptyset V_n$	Cortante nominal
M <sub>u</sub>	Momento último
V <sub>u</sub>	Cortante último
P <sub>i</sub>	Carga de servicio en columna al nivel i
W <sub>i</sub>	Carga uniformemente distribuida en el piso i
K <sub>LL</sub>	Factor de reducción de carga viva
A <sub>t</sub>	Área total del piso
L <sub>o</sub>	Carga viva sin reducción
L	Carga viva reducida
P <sub>u</sub>	Carga última a compresión
P <sub>uc</sub>	Carga axial última en la columna
A <sub>g</sub>	Área gruesa de la columna
$\Delta H$	Deflexión lateral de entrepiso debido a fuerzas laterales

$\Delta_i$	Desplazamiento en el piso $i$
$V_i$	Cortante de entrepiso en el piso $i$
$h_i$	Altura de entrepiso en el piso $i$
$S_u$	Resistencia al corte no drenado
$q_u$	Capacidad de carga última del suelo
$q_{adm}$	Capacidad de carga admisible del suelo
F. S	Factor de seguridad
$c$	Cohesión del suelo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Conducta entre comportamiento dúctil y frágil [Ing. José Grases] ..	26
Figura 2-1 Gráfica de plasticidad, [SUCS] .....	30
Figura 2-2 Esquema de momentos probables en la columna [autores] .....	53
Figura 3-1 Espectro sísmico de Diseño [autores].....	57
Figura 3-2 Diseño estructural del edificio de estudio vista 3D [autores].....	58
Figura 3-3 Diseño estructural del edificio de estudio vista en planta 1 <sup>er</sup> nivel [autores] .....	59
Figura 3-4 Diseño estructural del edificio de estudio vista en planta 2do nivel [autores] .....	59
Figura 3-5 Resultado del modelamiento de derivas dirección X [autores].....	61
Figura 3-6 Resultado del modelamiento de derivas dirección Y [autores] .....	62
Figura 3-7 Grafica del diagrama de interacción de la columna D4 [autores].....	68
Figura 3-8 Detalle transversal de la columna D4 [autores] .....	71
Figura 3-9 Grafica de $K_s$ vs $\phi_1$ [Braja Das 7edicion].....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas [NEC-2015] .....	28
Tabla 2-2 Medidas de calificación para cantidades de acero [autores] .....	31
Tabla 2-3 Matriz de selección de alternativas - Cantidad de acero [autores] .....	31
Tabla 2-4 Medidas de calificación para cantidades de hormigón [autores] .....	32
Tabla 2-5 Matriz de selección de alternativas - Cantidad de hormigón [autores] .....	32
Tabla 2-6 Medidas de calificación para propiedades sismo-resistentes [autores] .....	33
Tabla 2-7 Matriz de selección de alternativas - propiedades sismo-resistentes [autores] .....	33
Tabla 2-8 Medidas de calificación en el proceso de construcción [autores].....	37
Tabla 2-9 Matriz de selección de alternativas - proceso de construcción [autores] .....	37
Tabla 2-10 Medidas de calificación para criterios de impacto ambiental [autores] .....	37
Tabla 2-11 Matriz de selección de alternativas - Impacto ambiental fase de construcción [autores] .....	38
Tabla 2-12 Matriz de selección de alternativas - Impacto ambiental fase de operación [autores] .....	38
Tabla 2-13 Matriz de selección de alternativas - Impacto ambiental fase de mantenimiento [autores] .....	39
Tabla 2-14 Resumen de puntuaciones - Impacto Ambiental [autores] .....	39
Tabla 2-15 Medidas de calificación para costo de edificación [autores] .....	40
Tabla 2-16 Matriz de selección de alternativas - Costo de edificación [autores]	40
Tabla 2-17 Resumen de puntuaciones por alternativas [autores] .....	41
Tabla 2-18 Resumen de porcentajes por restricciones [autores].....	42
Tabla 2-19 Resultados de matriz de evaluación de alternativas [autores] .....	43
Tabla 2-20 Fórmulas de Momentos Flectores. [autores] .....	47
Tabla 2-21 Formulas de Cortantes Flectores [ACI 318-14].....	47
Tabla 2-22 Valores de $\Delta_M$ máximos, expresados como fracción de la altura de piso [NEC -2015] .....	49

<b>Tabla 2-23 Valores de los coeficientes según el tipo de estructura [NEC-2015]</b>	50
<b>Tabla 2-25 Factores de capacidad de carga de Terzaghi [Braja M. Das 7ma edición]</b>	56
<b>Tabla 2-26 Factores de Seguridad Indirectos Mínimos [NEC-2015]</b>	56
<b>Tabla 3-1. Parámetros de diseño para el Espectro Sísmico [autores]</b>	57
<b>Tabla 3-2 Cargas sobreimpuestas planta baja [NEC-2015]</b>	60
<b>Tabla 3-3 Cargas sobreimpuestas planta alta [NEC-2015]</b>	60
<b>Tabla 3-4 Carga viva de la estructura [NEC-2015]</b>	60
<b>Tabla 3-5 Predimensionamiento de Columnas [autores]</b>	61
<b>Tabla 3-6 Control de Derivas del edificio en dirección X [autores]</b>	61
<b>Tabla 3-7 Control de Derivas del edificio en dirección Y [autores]</b>	62
<b>Tabla 3-8 Secciones de vigas en dirección X [autores]</b>	62
<b>Tabla 3-9 Secciones de vigas en dirección Y [autores]</b>	63
<b>Tabla 3-10 Diseño a flexión de la viga del pórtico eje 5 - NV +3.7m del sistema aporticado [autores]</b>	65
<b>Tabla 3-11 Diseño a flexión de la viga del pórtico eje 5 - NV +7.1m del sistema aporticado [autores]</b>	66
<b>Tabla 3-12 Valor de las combinaciones de cargas del modelamiento estructural [autores]</b>	67
<b>Tabla 3-13 Detalles de sección y acero de la columna más crítica [autores]</b>	67
<b>Tabla 3-14 Criterio Columna Fuerte Viga Débil para la columna D4 [autores]</b>	69
<b>Tabla 3-15 Resultado de sección y cuantía de la columna D4 [autores]</b>	69
<b>Tabla 3-16 Factores de modificación para la longitud de traslape [ACI 318-14]</b>	70
<b>Tabla 3-17 Resumen de secciones y armados de las columnas [autores]</b>	71
<b>Tabla 3-18 Resultado de los Momentos y cortantes de la losa [autores]</b>	72
<b>Tabla 3-19 Acero de refuerzo para losa [autores]</b>	72
<b>Tabla 3-20 Datos para obtener la capacidad de carga <math>q_u</math> [autores]</b>	73
<b>Tabla 3-21 Capacidad de carga admisible por cargas de servicio y sismo [autores]</b>	74
<b>Tabla 3-22 Valores de dimensiones para obtener el <math>q_u</math> mejorado [autores]</b>	74
<b>Tabla 3-23 Especificaciones del suelo mejorado [autores]</b>	75
<b>Tabla 3-24 Capacidad de carga del suelo mejorado [autores]</b>	75

<b>Tabla 3-25 Capacidad de carga permisible del suelo mejorado [autores].....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 3-26 Datos de cimentación [autores] .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 3-27 Esfuerzos admisibles y efectivos del suelo [autores].....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 3-28 Reparto de cargas axiales en dirección "X" y "Y" [autores] .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 3-29 Comprobación de diseño de la cimentación [autores] .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 3-30 Ancho de zapata en dirección "X" [autores] .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 3-31 Ancho de zapata en dirección "Y" [autores] .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 3-32 Datos para el diseño de la zapata más crítica [autores] .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 3-33 Diseño estructural en hormigón armado de la zapata [autores] .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 3-34 Acero a flexión requerido como viga cantiléver [autores].....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 3-35 Calculo de reacciones por carga viva y muerta [autores] .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 3-36 Datos de sección para la viga de cimentación [autores].....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 3-37 Acero de refuerzo para la viga de cimentación [autores] .....</b>	<b>81</b>

# ÍNDICE DE PLANOS

# CAPÍTULO 1

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente en el cantón Portovelo en la provincia de el Oro, la extracción de minerales es muy común en esta zona. Ante este propósito laboral algunas entidades ven esto como una oportunidad para generar empleo o en algunos casos expandir su terreno para un mayor alcance de extracción de los minerales.

Para el proyecto que se va a desarrollar en la planta “Cayo Gold”, se ha solicitado en base a los requerimientos que desea la Empresa “Golden Valleyplanta S.A.” es el diseño de un edificio de hormigón armado de 2 niveles para el funcionamiento de oficinas, sala de conferencia, comedor y laboratorios contando con todas las comodidades para su uso.

Para el diseño del edificio se requiere hacer un análisis del suelo para determinar el  $q_u$ , ver donde se encuentra el nivel freático debido a que a unos 35 metros de donde se piensa hacer la edificación se encuentra la presencia del rio Calera.

También en el documento contendrá lo que son los planos del edificio, un análisis de costo, y el plan de manejo ambiental para su debida construcción

### 1.1 Descripción del problema

Ecuador siendo un país minero actualmente, aún se encuentra en etapa de desarrollo artesanal por lo cual se ve comprometido a mejorar sus instalaciones y maneras de extracción del mineral.

Uno de los problemas que más afronta el Ecuador por parte de la industria minera es que en algunos casos se la realiza de manera ilegal o artesanal debido a que las plantas mineras no abarcan con mucho personal para la mano de obra.

Es por lo que la empresa “Golden Valleyplanta S.A.” decidida realizar la planta “Cayo Gold” para proveer de empleo y mejorar la calidad de la extracción de oro u otros minerales que se encuentren en la zona, entonces por la cual se vio en la necesidad de disponer una estructura u edificación administrativa entre otras para el funcionamiento de la planta.

Debido a esta problemática se ven en la necesidad de adquirir este sustento vital por medios externo al sistema de agua potable de tal forma que llega a perjudicar a la comunidad que aquí vive, como a las personas que conforman

el turismo; además vale recalcar que la comuna de Ayaque presenta un problema que en temporada invernales, cuando ocurren las lluvias cierto sector del balneario se inunda, a tal grado que se forma un lago y debido al efecto de las lluvias este lago se le suma la continuación de dos piscinas que contienen residuos sanitarios, lo que lo convierte en un lago que perjudica a la comunidad, además que por el área que ocupa el lago, les resta sector domiciliarios.

## **1.2 Justificación del problema**

El diseño del edificio para el proyecto de la planta se ve indispensable por lo que cuenta con áreas para realizar las prácticas de laboratorio de las muestras obtenidas en la planta o para clientes fuera de esta.

Contará con restaurante para facilitar la hora de la comida y evitar pérdida de tiempo del personal en salir de la planta. También contará con espacio para oficinas en la parte superior y una sala de conferencia para dar charlas, conferencias o reuniones del personal administrativo mejorando así la calidad del personal

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una edificación para la planta “Cayo Gold” ubicada en el sector Pache-Portovelo en la provincia del Oro que cumpla con los requerimientos establecidos por el cliente en los aspectos técnico y económicos.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el diseño arquitectónico para el edificio cumpliendo con los parámetros establecidos por el cliente.
- Hacer un muestreo de suelo en campo donde va a estar cimentada la estructura para conocer sus características y capacidad del mismo.
- Elaborar un análisis de alternativas para determinar qué tipo de edificación es la más viable para este caso de estudio.
- Realizar el diseño estructural del edificio cumpliendo los requisitos establecido en las normas nacionales e internacionales y mostrando su detallamiento en planos.

- Determinar el análisis estructural de la edificación usando el programa ETABS.
- Elaborar un plan de manejo ambiental.
- Realizar un análisis de costo del edificio (presupuesto).

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Generalidades del Hormigón**

El hormigón siendo un material artificial que está conformado esencialmente por arena y grava las cuales están cementadas por un aglomerante hidráulico (cemento) el cual ayuda a que el fraguado sea tanto en la exposición del aire o sumergida en el agua todo a una temperatura ambiente. (UPM 2008)

El hormigón es un material que funciona muy bien a esfuerzos de compresión, pero no trabaja tan bien a los de tracción, lo cual es necesario mezclarlo con otro material que reaccione bien a esos esfuerzos de tracción como lo son las varillas de acero, en algunos casos también se usa lo que es la fibra de vidrio.

Con esta combinación se da lo que es el hormigón armado, un compuesto que funciona bien tanto para los esfuerzos de compresión como los de tracción.

Estos dos componentes (hormigón y acero) trabajan bien en conjunto por varias causas:

- El cemento ayuda a proteger al acero contra la corrosión.
- Tienen buena adherencia físico-químicas.
- Su coeficiente de dilatación térmica es semejante.

Ante las ventajas que puede tener el hormigón armado vs las estructuras de metal son las siguientes:

- Las estructuras en hormigón armado trabajan como uno solo.
- Al ser un material moldeable su versatilidad es mayor y se pueden dar diferentes formas.
- En la fase de construcción no necesitan un diseño tan puntual como el del acero.

- Para el coste del mantenimiento es mínimo en comparación con las estructuras de acero.
- Para edificios de más de 10 pisos es más económico el diseño en hormigón.
- El hormigón provee una resistencia contra el fuego, por ser un material incombustible y mal conductor del calor, pero esto no quiere decir que no va a fallar debido a que por la dilatación térmica esta provoca fisuras las cuales llevan al colapso de la estructura.

Entre los inconvenientes tenemos:

- Por lo general podemos encontrar grandes secciones de hormigón lo cual lleva a tener un gran peso en la edificación en comparativa a las de acero. Según la NEC un pilar debe tener 25cm de lado mínimo.
- Para el proceso de curado hay que ser cuidadosos y precisa de un regado en su superficie.
- Se deben prevenir juntas de dilatación.
- La construcción en obra es más lenta debido a que necesita etapas para el desencofrados.
- Según el clima se puede incluso parar el hormigonado.

## **1.4.2 Cargas**

### **1.4.2.1 Carga Muerta.**

Para la estimación de las cargas muertas de una estructura se debe considerar solo las cargas que pertenecen a un solo sitio incluyendo el peso propio de la estructura, así como elementos que estén adheridos a ella de forma permanente, entre las cargas muertas tenemos marcos, paredes, losas, escaleras, techo, instalaciones, cerámicas, entre otros. (McCormac, Octava edición).

### **1.4.2.2 Carga Viva.**

Las cargas que se consideran como vivas serán las que se pueden cambiar de posición e igual si magnitud las cuales pueden ser, cargas de ocupantes, carga de materiales en la bodega, mobiliarios, entre otros. Por lo general son cargas gravitatorias. (McCormac, Octava edición).

#### **1.4.2.3 Carga Sísmica.**

Son las cargas que se dan por acción de un sismo sobre la estructura llevando a cabo los parámetros que se establecen en la norma (NEC 2015 o ASCE 7-10)

Componentes de la edificación

Para generar una estructura rígida y resistente tanto sísmicamente como para cargas gravitacionales esta debe estar compuesta por columnas, vigas, losa, paredes ubicados en ambos sentidos de los pórticos conformados, en nuestro caso estos elementos van a ser de hormigón. (Ronald Parra, 2016).

#### **1.4.2.4 Columnas**

Son elementos que se encuentran sometidos principalmente a cargas de compresión y a la par por flexión y corte.

#### **1.4.2.5 Vigas**

Estos elementos comúnmente trabajan a flexión y corte. Su función principal es la de transmitir las cargas que provienen de las losas hacia las columnas o también hacia las paredes/muros.

#### **1.4.2.6 Paredes/muros**

Los muros tienen como función principal dar a la estructura rigidez lateral y resistencia debido a cargas sísmicas o por viento.

#### **1.4.2.7 Losas**

Las losas pueden ser nervadas en 1 o 2 direcciones, también pueden ser macizas o aligeradas y trabajan en forma conjunta con los elementos de apoyo funcionando como un diafragma que junta los pórticos entre sí.

### **1.4.3 Cimentación**

Para toda edificación es esencial el diseño de una cimentación que es la subestructura que se encarga de transmitir las cargas de los elementos hacia el suelo. Para esto se debe tener un estudio previo del suelo en el cual se va a realizar la edificación que determinaran la calidad del terreno, entre los ensayos clásicos tenemos al SPT (Standard Penetration Test) (Yamile Valencia, 2011)

A lo que se quiere llegar con este estudio es poder determinar la capacidad portante del suelo “ $q_u$ ” y así tener referencia de cuanta carga puede soportar el suelo, para dar estabilidad a la estructura. Para esto la cimentación ayuda generando mayor área de contacto con lo disminuye presión que ejerce la estructura hacia el suelo (Braja M. Das, Séptima edición)

La clasificación de las cimentaciones se da como:

- Cimentaciones superficiales
- Cimentaciones profundas.

También se clasifican dependiendo el tipo de terreno:

- Zapatas aisladas
- Zapatas corridas
- Losas de cimentación
- Vigas de cimentación
- Zapatas combinadas

#### **1.4.4 Pórticos de hormigón Armado.**

Entre los sistemas estructurales más usados para los edificios alrededor del mundo los pórticos resistentes a momentos (PCRM) es uno de ellos, los cuales consta con columnas, vigas y conexiones que son previamente dimensionadas y detalladas para poder soportar los diferentes esfuerzos que se dan los cuales pueden ser flexión, axial y cortante los cuales se producen por el movimiento repetitivo del edificio durante un sismo. Este sistema de pórticos también es usado en combinación con muros de corte los cuales ayudan a soportar el sismo por lo menos un 25%. (Moehle, 2014), (Renzo Mejia, 2017).

Esta clase de pórticos son usados en lugares de alto y mediano riesgo sísmico, su dimensionamiento y el detallado debe ser realizado según la normativa del lugar.

Respecto a la filosofía de un diseño sismorresistente el más empleado es en base a la fuerza, donde se usa un factor de reducción sísmica “R” que permite disminuir la demanda del espectro elástico no obstante no se puede ir a rangos tan drásticos para la demanda de rigidez y resistencia, se debe encontrar un punto de equilibrio par que el diseño sea lo más cercano a ser óptimo. (Park, Y. & Paulay, T., 1978).

#### **1.4.5 Resistencia Sísmica.**

Una estructura la resistencia de da conforme se dé la interacción entre las columnas, vigas y nodos donde las cargas cíclicas producidas por el sismo hacen que se dé una pérdida de resistencia en dichos elementos y producen una disminución de la capacidad axial y cortante de toda la estructura, para esto se debe tener un buen desarrollo de la estructura frente al sismo, lo cual hace indispensable controlar las deformaciones que se generan en la unión entre viga y columna (Mario García, 2018).

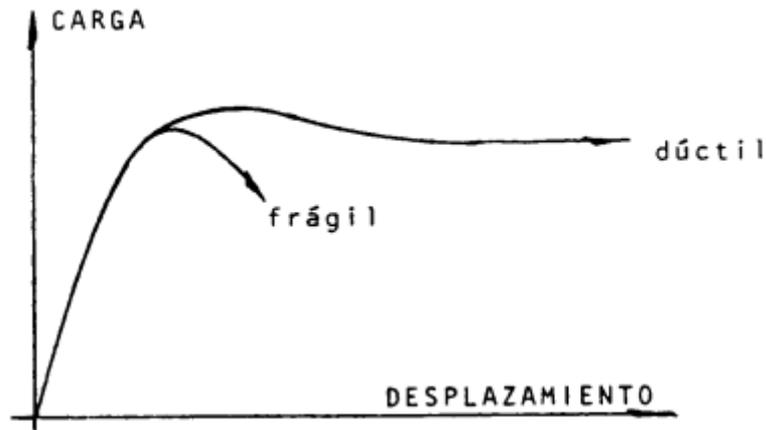
#### **1.4.6 Ductilidad.**

Como principio general para un diseño dúctil de una estructura se debe tratar de que cuando ocurra movimientos sísmicos fuertes la edificación bajo ciertas condiciones le permita absorber y disipar esa energía de deformación (José Grases).

Entonces la forma de cubrir esta demanda para futuros movimientos sísmicos es un armado eficiente de manera que proporciona una resistencia y capacidad suficiente para absorber y dispar energía entonces se debe cerciorar de que las zonas de disipación no se sitúen en elementos que comprometan a la estructura por efectos de cargas gravitacionales. (José Grases).

Entre estos principios tenemos:

- Evitar formas irregulares en la estructura
- Que el sistema de líneas de resistencia esté unido entre sí.
- Que los elementos sean rígidos y resistentes.
- Resistencia y rigidez en lo que es el armado de los elementos (viga y columnas).
- Con respecto a la cimentación de la estructura debe ser compatible con la superestructura y las cargas que esta puede transmitir.



**Figura 1-1 Conducta entre comportamiento dúctil y frágil [Ing. José Grases]**

#### **1.4.7 Criterio columna fuerte viga débil.**

En este punto se trata sobre las formaciones de rotulas plásticas en los nudos de la edificación, para una mayor estabilidad se debe soportar de forma dúctil las fuerzas sísmicas producidas en la estructura, para esto se debe hacer que las rotulas plásticas se produzcan en los extremos de las vigas y no en la columna, porque si la falla se da en la columna producirá el colapso de toda la estructura en cambio si se da en la viga afectaría al piso correspondiente. Para el cálculo de esto se debe cerciorar de que la relación entre el momento resistente total de la columna y viga sea mayor o igual a 1.20 (Marianela Blanco, 2012).

# CAPÍTULO 2

## 2 METODOLOGÍA

La metodología aplicada en este proyecto se basa en una serie de estudios previos realizados para su posterior análisis, como lo es el predimensionamiento de vigas, columnas, losa y cimentación siguiendo la norma ACI 318. También como lo es la propuesta arquitectónica en relación con las necesidades del cliente, además de un estudio de suelos realizado en campo para obtener su caracterización a través de ensayos de laboratorio, previamente definidos estos puntos se optó por proponer dos alternativas, las cuales van a ser analizadas para seleccionar la más viable en este caso de estudio.

Posterior a esto para el diseño de la estructura se debe considerar la ubicación de la estructura para un análisis sismorresistente que cumpla con los requerimientos de la NEC 2015 (Norma Nacional).

Para el diseño estructural de la edificación se procedió de la siguiente forma:

1. Se estimó las cargas sobreimpuestas a la estructura como lo son cargas vivas y muertas según la norma NEC-2015 sección 4.2 Tabla 9 para un edificio de oficinas.
2. De la información obtenida por parte de los estudios del suelo se pudo determinar la capacidad admisible que podrá soportar el suelo.
3. Por parte de un estudio previo a edificaciones hechas en hormigón o acero, se determinó cuál de ellas será la alternativa más favorable para el diseño de nuestra estructura.
4. Para el análisis sismorresistente de la edificación se realizará en base a la norma NEC-SE-DS.
5. Para el predimensionamiento de los elementos estructurales se consideró la carga muerta y viva descritas en el primer punto.
6. Se realizará un modelo de análisis dinámico con el programa ETABS para verificar el comportamiento de la estructura con las cargas impuesta y con las secciones predimensionadas.
7. Para el diseño de las secciones definitivas se desarrollará bajo la norma ACI 318-14
8. Realizar el detallamiento de los elementos como losa, columnas, vigas y cimentación en planos estructurales

9. Realizar un plan de manejo ambiental y un presupuesto referencial del objeto de estudio.

## 2.1 Definición de Cargas

### 2.1.1 Cargas Muertas

Para la determinación de cargas muertas sobreimpuestas en nuestro edificio se estimó una carga por metro cuadrado por piso de la estructura las cuales integran: baldosas, instalaciones, bloques alivianados, columnas, vigas, paredes, losa

### 2.1.2 Cargas Vivas

Las cargas vivas que consideramos para nuestra edificación fueron consideradas para él uso un establecimiento de oficinas según la NEC-2015 en la sección 4.2.1. Tabla 9

**Tabla 2-1 Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas [NEC-2015]**

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Carga concentrada (kN)
<b>Cubiertas</b>		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		
En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.		
<b>Departamentos (ver <a href="#">Residencias</a>)</b>		
<b>Edificios de oficinas</b>		
Salas de archivo y computación (se diseñará para la mayor carga prevista)		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.80	9.00
Oficinas	2.40	9.00
Corredores sobre el primer piso	4.00	9.00

## **2.2 Estudio de suelos**

### **2.2.1 Extracción de muestras en campo**

La extracción de las muestras en campo se lo realizó en el lugar donde se va a implantar el proyecto, para lo cual se tomaron dos muestras en sitio para su posterior análisis. Se hicieron calicatas de 1,5m de profundidad donde se encontró que el nivel freático en este sitio está por debajo de este nivel, se realizó la extracción de las muestras con tubos shelby con la ayuda de una gallineta para su posterior análisis en laboratorio.

### **2.2.2 Ensayos de laboratorio**

Para conocer la caracterización de las muestras obtenidas se procedió a realizar los siguientes ensayos:

- Ensayos de granulometría
- Ensayos de límites de Atterberg
- Ensayos de resistencia a la compresión simple

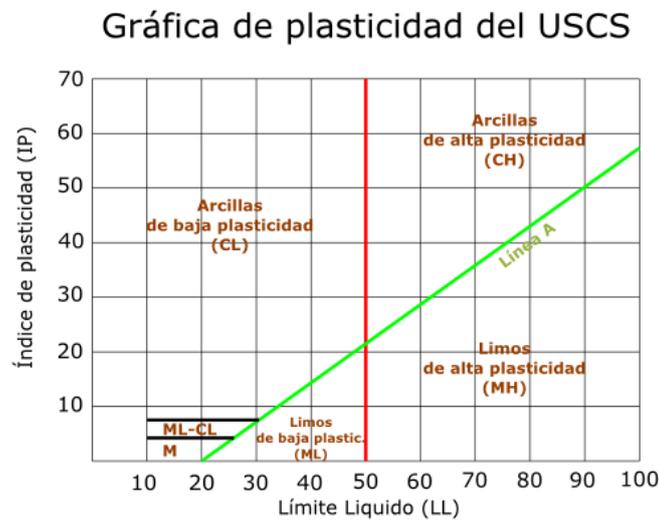
#### **2.2.2.1 Ensayos de granulometría**

Se realizo los ensayos de granulometría para ver la cantidad de finos y gruesos que componen las muestras de suelo que obtuvimos a una profundidad entre 1 a 1.5 (m). En nuestro análisis vimos que la mayoría del suelo pasaba lo que son el tamiz #4 y una parte se concentraba en el tamiz #200, la otra gran parte se quedaba en el fondo del tamizado, con esto pudimos dar con que nuestras muestras se componían de más finos que gruesos.

#### **2.2.2.2 Ensayos de límites de Atterberg**

Se recurrió a este ensayo para ver cómo se comportaba el suelo con la presencia del nivel freático debido a que este se encontró a no más de 1.5m de profundidad. Para esto se realizó el ensayo con el aparato o cazuela de Casa Grande para determinar el limite liquido de la muestra y para determinar el limite plástico se procedió a realizar la formación de rollos con el material los mismo que puedan ser manipulados y no se pequen con las manos, así reduciendo su humedad hasta que presente agrietamiento.

Con los resultados obtenidos por estos ensayos pudimos determinar el índice plástico de las muestras, con esto también podemos ver qué tipo de fino es y en que rango se encuentra si es arcilla o limo según la gráfica de plasticidad del USCS



**Figura 2-1 Gráfica de plasticidad, [SUCS]**

### 2.2.2.3 Ensayos de resistencia a la compresión simple

Otro ensayo muy importante para determinar qué tan buen tipo suelo es, fue el ensayo de resistencia a la compresión simple. El cual nos ayudó para determinar la resistencia a la compresión del suelo “ $q_u$ ” el cual tuvimos que usar una muestra inalterada que obtuvimos de las calicatas realizadas in situ y por medio de tubos shelby se procedió a la extracción de la muestra a una profundidad de 1 a 1.5 m

## 2.3 Análisis de Alternativas y Restricciones

El análisis de alternativas y restricciones consiste en realizar matrices de evaluación de cada una de las alternativas planteadas, donde se consideran criterios técnicos y económicos, además se consideran restricciones ambientales, sociales y físicas que serán planteadas como parámetros de calificación para obtener la evaluación de cada alternativa, la misma que consiste en multiplicar la matriz de parámetros técnicos y económicos por la matriz de restricciones, donde finalmente se procederá a seleccionar la alternativa que tiene la mayor puntuación por ser considerada como la más viable.

### 2.3.1 Criterios de selección de alternativas en base a parámetros técnicos y económicos

En este estudio de Prefactibilidad serán considerados los siguientes parámetros:

- Cantidad de acero estructural
- Cantidad de hormigón
- Propiedades sismo-resistentes
- Proceso constructivo
- Impacto ambiental
- Costo de la edificación
- Requerimiento del cliente

#### 2.3.1.1 Cantidad de acero estructural

Uno de los principales parámetros a ser evaluados en la selección de las alternativas es la cantidad de acero requerida para cada caso, el cual es un aspecto representativo en la parte económica para cada alternativa ya que mientras más kilos de acero tenga la estructura va a tener un mayor costo, por lo que se va a establecer la puntuación obtenida a través de medidas de calificación en caso de que requieran alta, media o baja demanda de acero. En las tablas se observan las medidas de calificación, siendo 10 la puntuación más alta y 0 la más baja, donde el puntaje mayor va a ser para alternativa que tenga un requerimiento menor de acero.

**Tabla 2-2 Medidas de calificación para cantidades de acero [autores]**

Medida	Calificación
Baja	7-10
Media	4-6
Alta	1-3

**Tabla 2-3 Matriz de selección de alternativas - Cantidad de acero [autores]**

Cantidad de acero	Hormigón	Acero
Vigas	8	4
Columnas	8	4
Total, promedio	8	4

Como se observa en la tabla se procedió a asignar la calificación más alta a la estructura de hormigón ya que va a requerir menores cantidades de acero, por lo que las secciones de vigas y columnas están fundidas en hormigón y solo van a tener una cuantía de acero de su sección, mientras que la estructura de acero va a requerir mayores cantidades de acero ya que tanto las vigas como las columnas van a estar diseñadas con acero estructural.

### 2.3.1.2 Cantidad de hormigón en estructura

Un aspecto fundamental para evaluar es la cantidad de hormigón que va a ser utilizada en la estructura, ya que representa un porcentaje significativo del costo total de la obra y va a depender del tipo de diseño estructural que se vaya a realizar. Para la evaluación de este se definieron medidas de calificación para obtener sus puntajes respectivos, siendo 10 la calificación más alta y 0 la más baja, por lo que tendrá la mayor puntuación la alternativa que tenga el más bajo requerimiento de hormigón.

**Tabla 2-4 Medidas de calificación para cantidades de hormigón [autores]**

Medida	Calificación
Baja	7-10
Media	4-6
Alta	1-3

**Tabla 2-5 Matriz de selección de alternativas - Cantidad de hormigón [autores]**

Cantidad de Hormigón	Hormigón	Acero
Vigas	4	9
Columnas	4	9
Total, promedio	4	9

En este caso la estructura de hormigón armado va a necesitar más hormigón ya que es un componente esencial en sus elementos estructurales, mientras que la estructura de acero va a necesitar hormigón únicamente en la cimentación y la losa.

### 2.3.1.3 Propiedades sismo-resistentes

Otro parámetro importante son las propiedades sismo-resistentes que poseen ambas edificaciones por lo que se analizaron varios puntos importantes con sus medidas de calificación que se muestran en las tablas, donde el sistema estructural que tenga el mejor desempeño sísmico es el que obtiene el mayor puntaje.

**Tabla 2-6 Medidas de calificación para propiedades sismo-resistentes [autores]**

Medida	Calificación
Bueno	7-10
Regular	4-6
Malo	1-3

**Tabla 2-7 Matriz de selección de alternativas - propiedades sismo-resistentes [autores]**

Propiedades sismo-resistentes	Hormigón	Acero
Resistencia a la tracción	5	10
Resistencia a la compresión	8	10
Esbeltez	8	5
Comportamiento en condición de falla (sismos)	7	9
Total, Promedio	7	8.5

La estructura de acero obtiene mayor puntuación ya que el acero es resistente tanto a la compresión como a la tracción, además que al ser más flexible tiende a redistribuir cargas en condición de falla lo que hace que este tipo de estructura tenga un buen desempeño sísmico, sin embargo, suelen tener reducción de capacidad resistente cuando sus perfiles sufren de esbeltez. La estructura de hormigón armado es resistente a la compresión, pero débil a la tracción debido a la rigidez que posee, lo que hace que la estructura tenga un comportamiento impredecible en condición de falla, sin embargo, la reducción de su capacidad resistente por esbeltez es moderada.

#### **2.3.1.4 Proceso constructivo**

Para las alternativas planteadas en este proyecto se han determinado los siguientes parámetros constructivos:

- Tiempo de construcción
- Fabricación y montaje
- Protección contra la corrosión
- Mantenimiento
- Tiempo de vida útil

##### **2.3.1.4.1 Tiempo de construcción**

El tiempo de construcción en las obras es un aspecto muy importante ya que mientras más larga sea la duración de la obra va a implicar mayores costos, por lo cual la alternativa que tenga una menor duración en tiempo de construcción tendrá la puntuación más alta.

También se evalúa el tiempo de traslado de los materiales ya que va a influir directamente en la parte económica ambiental y social.

En este caso el tiempo de construcción para la obra de hormigón armado es mayor ya que consta de varias etapas, mientras que en la estructura de acero la duración en la construcción de la obra es menor por su fácil aplicación, por este motivo se procedió con la siguiente evaluación

Estructura de Hormigón Armado: 7

Estructura de Acero Estructural: 10

##### **2.3.1.4.2 Fabricación y montaje**

Otro parámetro importante en el proceso constructivo va a ser la facilidad que vaya a tener el personal de la obra para montar y ensamblar los perfiles estructurales, para el caso de la estructura de acero va a ser indispensable contar con personal calificado para el ensamblaje de los perfiles ya que, si existe una mala unión en las conexiones soldadas, va a ver sensibilidad a la rotura frágil. La dificultad en la fabricación y montaje va a depender de las secciones de los perfiles ya que de eso depende su peso y la manejabilidad para su colocación.

Para el caso de la ciudad de Portovelo la adquisición de estos perfiles metálicos tiene un costo elevado porque no se producen en el sitio, lo que conlleva a altos precios en el transporte, además de que hay carencia de personal técnico calificado, mientras que la fabricación y montaje de los elementos estructurales de la alternativa de estructura en hormigón se lo realiza en la obra y no presenta mayores dificultades ya que no se requiere de personal técnico calificado.

En base a este análisis se obtuvieron las siguientes calificaciones para cada alternativa:

Estructura de Hormigón Armado: 10

Estructura de Acero Estructural: 5

#### **2.3.1.4.3 Protección contra la corrosión**

Para que exista corrosión en las estructuras que contengan acero como material estructural deben quedar expuestas al oxígeno o al aire, además de que el acero se corroe mucho más rápido en presencia de otros agentes atmosféricos como el agua o el aire húmedo y la sal, por este motivo se debe aplicar alguna alternativa de protección contra la corrosión como puede ser la pintura anticorrosiva o con zinc, En las estructuras de hormigón armado el recubrimiento protege el acero, se puede dar corrosión en caso de que no exista una distribución adecuada de poros en el hormigón y que esté expuesto a un exceso de humedad, en este caso se debe eliminar el hormigón deteriorado y restaurar el acero perdido, pero este tipo de caso es poco común, por este motivo se asignan las siguientes puntuaciones, considerando la puntuación más alta a la alternativa que requiera menor cuidado contra la corrosión.

Estructura de Hormigón Armado: 8

Estructura de Acero Estructural: 4

#### **2.3.1.4.4 Mantenimiento**

Para el mantenimiento de las estructuras de hormigón armado en caso de corrosión se debe eliminar el hormigón deteriorado y si existe una pérdida de sección en el acero mayor al 15% se deberá restaurar su capacidad nominal inicial, en caso de que existan grietas o fisuras

deben ser reparados con tratamientos superficiales como sellados e inyecciones de resinas epoxi. Para el caso de estructuras de acero se debe aplicar un material desoxidante en los perfiles de acero y luego aplicar la pintura epóxica sobre toda su sección a las partes que van a quedar expuestas.

Para cada caso es recomendable realizar una inspección por un técnico especializado cada año para evitar deterioros en la estructura. Se procedió a dar la puntuación más alta a la estructura que en este caso va a requerir menor mantenimiento como se muestra a continuación.

Estructura de Hormigón Armado: 8

Estructura de Acero Estructural: 6

#### **2.3.1.4.5 Tiempo de vida útil**

En lo que es la vida útil tanto en estructuras de hormigón como en acero son diseñadas para que superen los 50 años de utilidad dándoles su respectivo mantenimiento en caso de que requieran, para que una estructura de hormigón y de acero tengan un periodo de larga durabilidad los elementos estructurales no deben estar expuestos a un continuo contacto con agentes mecánicos (sobrecargar y vibraciones), físicos (heladas y fuegos), biológicos (microorganismos y vegetación) y químicos (terrenos de sulfatos, productos químicos industriales). En el caso de las estructuras de acero son bastante susceptibles a la corrosión en caso de que no cuenten con una pintura anticorrosiva como recubrimiento, además que en caso de un incendio la estructura puede disminuir su resistencia. Para este caso de estudio la estructura va a estar expuesta a agentes químicos y debido a existir un nivel freático por debajo del 1m de profundidad en el lugar de implantación de la obra puede estar expuesto a oxidación en la estructura, por lo que se procedió a asignar la siguiente calificación

Estructura de Hormigón Armado: 9

Estructura de Acero Estructural: 7

### 2.3.1.5 Resumen de puntuaciones obtenidas en el proceso de construcción de las alternativas seleccionadas.

En la tabla se muestra el resumen y medidas de calificación para los parámetros establecidos en el proceso constructivo de la obra.

**Tabla 2-8 Medidas de calificación en el proceso de construcción [autores]**

Medida	Calificación
Bueno	7-10
Regular	4-6
Malo	1-3

**Tabla 2-9 Matriz de selección de alternativas - proceso de construcción [autores]**

Proceso constructivo	Hormigón	Acero
Tiempo	7	10
Fabricación y montaje	10	5
Protección contra la corrosión	8	4
Mantenimiento	8	6
Tiempo de vida útil	9	7
Total, Promedio	8.4	6.4

### 2.3.1.6 Impacto ambiental

Para el impacto ambiental de la obra se van a considerar las 3 actividades y recursos más afectados para las fases de construcción, operación y mantenimiento del edificio. La alternativa que genere una menor afectación ambiental va a ser la que obtenga la mayor puntuación. En la tabla se presenta los parámetros de calificación para cada fase.

**Tabla 2-10 Medidas de calificación para criterios de impacto ambiental [autores]**

Medida (Afectación)	Calificación
Baja	7-10
Media	3-6
Alta	1-2
NA	0

### 2.3.1.6.1 Fase de construcción

En la tabla se representa las puntuaciones para cada alternativa de acuerdo con el grado de afectación de los factores que se presentan en la fase de construcción para cada alternativa.

**Tabla 2-11 Matriz de selección de alternativas - Impacto ambiental fase de construcción**  
[autores]

Fases de construcción	Factor Ambiental Afectado	Hormigón	Acero
Limpieza del Terreno	Aire (polvo)	10	10
Movimiento de Tierra	Suelo	6	6
Cimentación y Estructura	Aire (ruido)	6	2
<b>Total, promedio</b>		7.33	6

La alternativa de estructura de hormigón armado obtiene la puntuación ya que al poseer menor cantidad de acero va a generar menos ruido que la estructura metálica.

### 2.3.1.6.2 Fase de operación

En la tabla de presentación las puntuaciones para cada alternativa de acuerdo con el grado de afectación de los factores ambientales que se presentan en la fase de operación de la estructura para cada alternativa.

**Tabla 2-12 Matriz de selección de alternativas - Impacto ambiental fase de operación**  
[autores]

Fase de Operación	Factor Ambiental Afectado	Hormigón	Acero
Generación de Desechos solidos	Suelo	10	10
Actividad de Limpieza	Agua, Aire	10	10
Servicios Básicos	Agua, Electricidad	10	10
<b>Total, promedio</b>		10	10

Ambas alternativas presentan las mismas afectaciones en la fase de operación debido a que están destinadas a ser utilizadas para un mismo fin.

### 2.3.1.6.3 Fase de mantenimiento

En la tabla se presenta las puntuaciones para cada alternativa de acuerdo con el grado de afectación de los factores ambientales que se presenta en la fase de mantenimiento para cada alternativa.

**Tabla 2-13 Matriz de selección de alternativas - Impacto ambiental fase de mantenimiento**  
[autores]

Fase de mantenimiento	Factor Ambiental Afectado	Hormigón	Acero
Mantenimiento por corrosión	Agua, suelo, aire	10	5
Mantenimiento de las paredes	Aire (ruido, polvo)	10	10
<b>Total, promedio</b>		10	7.5

La estructura con perfiles de acero va a requerir un mayor mantenimiento ya que todos sus elementos estructurales que estén expuestos al ambiente van a tener que ser recubiertos con pintura anticorrosiva.

### 2.3.1.7 Resumen de puntuación por parámetros ambientales

**Tabla 2-14 Resumen de puntuaciones - Impacto Ambiental** [autores]

Fases	Hormigón	Acero
Construcción	7.33	6
Operación	10	10
Mantenimiento	10	7.5
<b>Total, Promedio</b>	9.11	7.83

### 2.3.1.8 Costo de edificación

Para tener una referencia del costo de edificación se establecieron 3 parámetros principales que es el costo por calidad de material. Costo de mano de obra y costo de transporte de material donde se asignaron medidas de calificación y puntaje obtenidos como se muestran en las tablas.

**Tabla 2-15 Medidas de calificación para costo de edificación [autores]**

<b>Medida</b>	<b>Calificación</b>
<b>Bueno</b>	7-10
<b>Regular</b>	4-6
<b>Malo</b>	1-3

**Tabla 2-16 Matriz de selección de alternativas - Costo de edificación [autores]**

<b>Costo de la Edificación</b>	<b>Hormigón</b>	<b>Acero</b>
<b>Costo por calidad de material</b>	9	6
<b>Costo de Mano de Obra</b>	8	5
<b>Costo por tiempo en la obra</b>	6	9
<b>Costo por transporte de material</b>	8	5
<b>Total, Promedio</b>	7.75	6.25

La alternativa de hormigón armado tubo el puntaje debido a que no necesita de personal calificado las concesiones de los perfiles, el precio del transporte de materiales es más barato en este sector y cuenta con menos acero que si la estructura fuese hecha con acero.

#### **2.3.1.9 Requerimiento del cliente**

Por preferencias del cliente se optaron por calificar ambas alternativas de manera de optar por la que presente menor costo y mantenimiento debido a que la zona donde se va a realizar la edificación es industrial por lo cual va a ser propensa a estar a agentes físicos y químicos donde se obtuvieron las siguientes calificaciones que se presenten en la tabla Estructura de hormigón armado: 10 puntos

Estructura de acero estructura de acero estructural: 5 puntos

## 2.3.2 Resultado de análisis en base a parámetros técnico-Económicos

Tabla 2-17 Resumen de puntuaciones por alternativas [autores]

Parámetros	Hormigón	Acero
Cantidad de acero	8	4
Cantidad de Hormigón	4	9
Propiedades sismo-resistentes	7	8.5
Proceso constructivo	8.4	6.4
Impacto Ambiental	9.11	7.83
Costo de la Edificación	7.75	6.25
Requerimiento del Cliente	10	5
Total	7.75	6.71

## 2.3.3 Criterios de selección de alternativas en base a restricciones.

Para este caso de análisis se utilizaron las siguientes restricciones:

- Económicas
- Técnicas
- Físicas
- Ambientales
- Sociales

### 2.3.3.1 Restricciones tipo económica

Esta restricción representa el mayor porcentaje considerado para la selección de la alternativa en el proyecto de análisis por lo que se considera un peso del 60% y esto se da debido a la situación económica por la que está pasando el país. Este porcentaje está dividido en los siguientes parámetros

- Cantidad de acero estructural: 25%
- Cantidad de hormigón en edificación: 15%
- Costo de la edificación: 20%

### 2.3.3.2 Restricciones tipo técnicas

Esta restricción es importante ya que en las propiedades sismo-resistentes de la estructura se analiza su comportamiento ante cargas laterales debido a las características de sus materiales por lo que se asigna un 10%

### 2.3.3.3 Restricción tipo social

Esta restricción si aplica en este proyecto ya que el cliente solicito una estructura que represente poco mantenimiento debido a que el sector donde va a ser ejecutado en un sector industrial y va a estar sujeto a factores físicos y químicos, por lo que se consideró una representación del 10%.

### 2.3.3.4 Restricción tipo física

Se considerará un peso del 10% para la matriz del proceso constructivo debido a que la magnitud de la obra no va a tener una mayor relevancia en sus parámetros. Esta obra va a estar destinada a tener una utilidad para un restaurante, laboratorios y oficinas en un área de implantación de aproximadamente 250m2.

### 2.3.3.5 Restricciones tipo ambiental

Una de las restricciones ambientales en este proyecto es la presencia de sustancias químicas debido a que es una zona industrial, además de estar cercano a un rio por lo que se debe de tomar las medidas preventivas adecuadas para no generar mayores impactos en el ambiente por lo que considero un peso de 10% del porcentaje total para la evaluación.

## 2.3.4 Resumen de porcentajes en base de restricciones

En las siguientes tablas se presenta el resumen de los porcentajes asignados para la obtención de la matriz de restricciones.

**Tabla 2-18 Resumen de porcentajes por restricciones [autores]**

<b>Parámetros</b>	<b>Hormigón</b>	<b>Acero</b>
<b>Cantidad de acero</b>	25%	25%
<b>Cantidad de Hormigón</b>	15%	15%
<b>Propiedades sismo-resistentes</b>	10%	10%
<b>Proceso constructivo</b>	10%	10%
<b>Impacto Ambiental</b>	10%	10%
<b>Costo de la Edificación</b>	20%	20%
<b>Requerimiento del Cliente</b>	10%	10%
<b>Total</b>	100%	100%

### 2.3.5 Matriz de evaluación final

En la tabla se presentó matriz de evaluación final con los resultados correspondientes para cada alternativa.

**Tabla 2-19 Resultados de matriz de evaluación de alternativas [autores]**

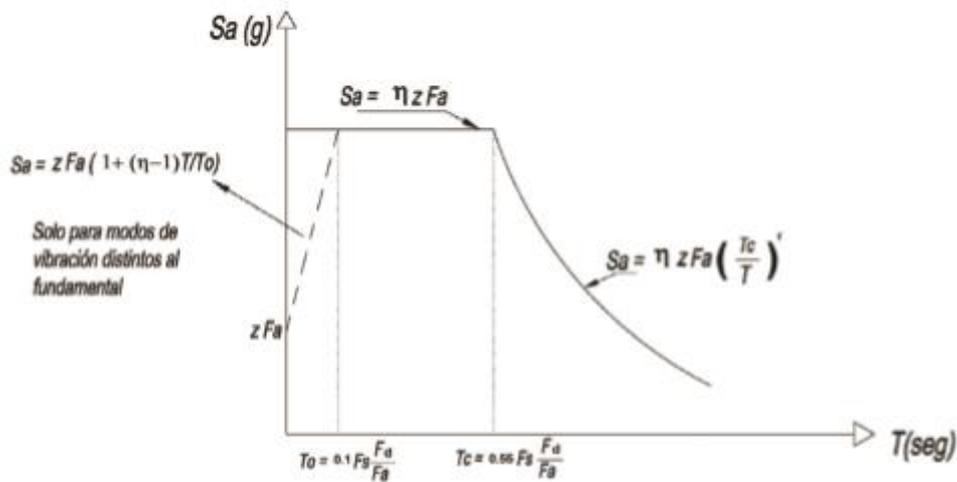
<b>Parámetros</b>	<b>Edificio Hormigón</b>	<b>Edificio Acero</b>
<b>Cantidad de acero</b>	2.0	1.0
<b>Cantidad de Hormigón</b>	0.6	1.4
<b>Propiedades sismo-resistentes</b>	0.7	0.9
<b>Proceso constructivo</b>	0.8	0.6
<b>Impacto Ambiental</b>	0.9	0.8
<b>Costo de la Edificación</b>	1.6	1.3
<b>Requerimiento del Cliente</b>	1.0	0.5
<b>Total</b>	<b>7.6</b>	<b>6.4</b>

- En cuanto al parámetro de cantidad de acero económico es más viable del edificio de hormigón ya que requiere una menor cantidad de acero a su estructura.
- Para el parámetro de cantidad de hormigón es mejor optar por una edificación de acero ya que requiere 5 hormigón únicamente para la cimentación y la losa.
- En el análisis de propiedades sismo-resistentes la estructura de acero obtuvo mayor puntuación por ser más resistente la tracción que el hormigón, además al ser una estructura más flexible tiene un mejor comportamiento ante sismos.
- En lo que es el proceso constructivo el edificio de hormigón es mejor opción a que va a requerir menor mantenimiento y debido a que con un adecuado recubrimiento y estructura de poros en el hormigón se puede evitar la corrosión desde la etapa de construcción de la edificación, además que los elementos estructurales se los hace en obra mientras que la edificación de acero se obtiene normalizados.

- En la parte del impacto ambiental es más viable la alternativa de hormigón debido a que al poseer menor cantidad de acero va a generar menos ruido que la estructura metálica, además que en caso de que exista corrosión en la estructura metálica esta puede afectar al agua del río que está cercano al proyecto en caso de la filtración en el suelo
- En lo que es el costo de la edificación el material para la estructura de acero va a ser mas
- Costoso, sin embargo, su tiempo de ejecución de obra es menor, pero va a requerir de un mantenimiento mayor por lo que la estructura de hormigón obtiene la mayor puntuación.
- El cliente requiere una estructura que no sea susceptible a la corrosión por agentes físicos y químicos por lo cual se optó por dar un mayor puntaje a la estructura de hormigón
- Finalmente selecciono la alternativa que obtuvo la mayor puntuación ya siendo consideradas las restricciones para el proyecto donde se obtuvo que la estructura de hormigón armado es la más viable para este caso.

## **2.4 Espectro Sísmico.**

Para el diseño del espectro sísmico, se tomará en consideración datos del terreno de la edificación que fueron los resultados de los ensayos de suelo que se realizaron para obtener el tipo de suelo de la zona, así como los factores sísmicos y periodo fundamental de la edificación los cuales nos ayudaran a determinar el cortante basal según lo indica la NEC 2015 SE-DS sección 3



**Figura 2-2 Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones [NEC-2015 SE-DS]**

En la siguiente figura se puede observar el esquema de la gráfica del espectro sísmico, del cual se desea obtener que el periodo fundamental de la estructura se encuentre dentro de la segunda región de la gráfica donde presenta una mayor aceleración en forma constante.

Para determinar el cortante basal se hace uso de la siguiente formula:

$$V = C_s * w \tag{2.1}$$

$$C_s = \frac{I * S_a}{R * \phi_p * \phi_e} \tag{2.2}$$

Donde:

- Sa (Ta) Espectro de diseño en aceleración
- $\phi_p$  y  $\phi_e$  Coeficientes de configuración en planta y elevación
- I Coeficiente de Importancia
- R Factor de reducción de resistencia sísmica
- V Cortante basal total de diseño
- W Carga sísmica reactiva
- Ta Periodo de vibración

## 2.5 Predimensionamiento de elementos estructurales

Combinación de cargas para el diseño

Las siguientes combinaciones de cargas básicas según la NEC 2015 cargas no sísmicas sección 3.4.3 se realizaron para determinar el estado límite de resistencia de los elementos estructurales en los casos más desfavorables para la estructura para su posterior diseño.

Combinación 1:

$$1.4D \quad (2.3)$$

Combinación 2:

$$1.2D + 1.6L \quad (2.4)$$

Combinación 3:

$$1.2D + L + Ex \quad (2.5)$$

Combinación 4:

$$1.2D + L - Ex \quad (2.6)$$

Combinación 5:

$$1.2D + L + Ey \quad (2.7)$$

Combinación 6:

$$1.2D + L - Ey \quad (2.8)$$

### 2.5.1 Predimensionamiento de la losa

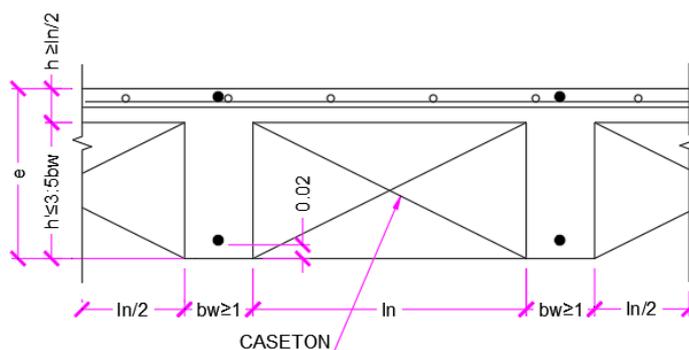
Se realizó el predimensionamiento de una losa nervada en una dirección, donde se determinaron sus medidas y refuerzo requerido, para ello se siguieron los siguientes pasos:

**Paso 1:** Determinación de cargas NEC 2015

$W_l$  para oficinas= 0,24Ton/m<sup>2</sup>

$W_l$  para terraza= 0,1Ton/m<sup>2</sup>

$W_d=0,9T/m^2$



**Paso 2:** Mayorar cargas

Se escoge la combinación mayor

Combinación 1,  $W_u = 1.4D$

Combinación 2,  $W_u = 1.2D + 1.6L$

**Paso 3:** Carga en nervio

$$q_u = W_u * b \quad (2.9)$$

Donde  $b$  es igual al ancho de influencia que soporta el nervio.

**Paso 4:** Determinar momento flector y cortante

Los momentos flectores y cortantes máximos se determinaron a través del método de los coeficientes ACI (T6.5.2) y (T6.5.4).

**Tabla 2-20 Fórmulas de Momentos Flectores. [autores]**

Momento	Localización	Condición	$M_u$
Positivo	Vanos extremos	Extremo discontinuo monolítico con el apoyo	$w_u \ell_n^2 / 14$
		El extremo discontinuo no está restringido	$w_u \ell_n^2 / 11$
	Vanos interiores	Todos	$w_u \ell_n^2 / 16$
Negativo <sup>(1)</sup>	Cara interior de los apoyos exteriores	Miembros construidos monolíticamente con viga dintel de apoyo	$w_u \ell_n^2 / 24$
		Miembros construidos monolíticamente con columna como apoyo	$w_u \ell_n^2 / 16$
	Cara exterior del primer apoyo interior	Dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 9$
		Más de dos vanos	$w_u \ell_n^2 / 10$
	Las demás caras de apoyos	Todas	$w_u \ell_n^2 / 11$
Cara de todos los apoyos que cumplan (a) o (b)	(a) Losas con luces que no excedan de 10 pies (b) Vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano	$w_u \ell_n^2 / 12$	

**Tabla 2-21 Formulas de Cortantes Flectores [ACI 318-14]**

Localización	$V_u$
Cara exterior del primer apoyo interior	$1.15 w_u \ell_n / 2$
Cara de todos los demás apoyos	$w_u \ell_n / 2$

**Paso 5:** Determinar acero de refuerzo

Primero se calcula el peralte efectivo del nervio

$$d_1 = h - rec - \frac{\phi}{2} \quad (2.10)$$

Una vez conocida el área de acero requerida ya se puede calcular el número de varillas que se usarán en los nervios, donde  $A_{\phi var} \geq A_{\phi req}$ .

$$As_{req} = \frac{Mu}{\phi * j * d * f_y} \quad (2.11)$$

### 2.5.1 Predimensionamiento de vigas

En el predimensionamiento de vigas se optó por predimensionar a la viga más crítica, es decir la que tenga un área de influencia mayor, para ello se siguieron los siguientes pasos:

**Paso 1:** Determinar carga lineal

$$qu = Wu * S * f \quad (2.12)$$

**Paso 2:** Determinar momento flector y cortante

Los momentos flectores y cortantes máximos se determinaron a través del método de los coeficientes ACI (T6.5.2) y (T6.5.4).

**Paso 3:** Dimensiones de la viga

Para hallar las dimensiones de la viga se asumió un ancho  $b_w$  y se tomó el momento máximo generado en la viga.

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{b_w * k_u}} \quad (2.13)$$

$$k_u = 0.145 * f'_c \quad (2.14)$$

$$h = d + rec + \phi_{est} + \frac{\phi}{2} \quad (2.15)$$

Al peralte calculado se le suma un recubrimiento de 4cm, el diámetro del estribo y la mitad del diámetro de la varilla longitudinal, donde finalmente se obtiene la altura requerida para la viga.

### 2.5.2 Predimensionamiento de las columnas

Para el predimensionamiento de las columnas se determinó para la columna con la mayor área de influencia ( $A_i$ ) de la estructura.

De acuerdo con la NEC 2015 se debe reducir la carga viva si:

$$K_{LL} * A_i \geq 35m^2 \quad (2.16)$$

El valor de  $K_{LL}$  para columnas interiores es igual a 4

Después se calculó la carga axial que es la sumatoria de las cargas vivas y muertas multiplicado por el área de influencia

$$P_i = \sum W_i * A_1 \quad (2.17)$$

A continuación, se determinó el área efectiva con la siguiente ecuación:

$$A_e = \frac{P_i}{\alpha * f'_c} \quad (2.18)$$

Donde:

$\alpha$ : 0.21; se considerará la forma de las columnas cuadrada por lo que para determinar la sección de la columna se procedió solo a sacar la raíz cuadrada del  $A_e$

### 2.5.3 Control de derivas de pisos

Dentro del análisis estructural se deberá comprobar que las derivas de pisos no sobrepasen a la máxima permisible según la norma NEC-2015 que está señalado en la sección 4.2.2, donde indica que la máxima deriva permisible no debe pasar al valor de 0.02.

**Tabla 2-22 Valores de  $\Delta_M$  máximos, expresados como fracción de la altura de piso [NEC - 2015]**

<b>Estructuras de:</b>	<b><math>\Delta_M</math> máxima (sin unidad)</b>
Hormigón armando, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

También en la sección 6.3.9 se indica como calcular las derivas de piso de la estructura con la siguiente ecuación:

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E \quad (2.19)$$

Donde:

$\Delta_M$  = Deriva máxima inelástica

R = Factor de reducción de resistencia

$\Delta_E$  = Desplazamiento debido a las fuerzas laterales de diseño aplicadas

## 2.6 Diseño definitivo de la estructura

### 2.6.1 Diseño definitivo de las secciones

Para la determinación de las secciones definitivas del edificio se procedió de la siguiente forma. Con la ayuda del programa ETABS se pudo hacer el modelamiento de la estructura en el cual se incluyó las cargas gravitacionales, las secciones predimensionadas, así también se incluyó el espectro de respuesta inelástico para poder verificar que las secciones predimensionadas cumplan con la demanda de carga del edificio.

Así también las secciones deben cumplir con el periodo fundamental el cual se obtiene con la siguiente formula según la NEC-2015 sección 6.3.3:

$$T = C_t * h_n^\alpha \quad (2.20)$$

Donde:

$C_t$  = Coeficiente que depende del tipo de edificio

$H_n$  = Altura máxima de la edificación n pisos

T = Periodo de vibración

Y Para los valores de  $\alpha$  se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2-23 Valores de los coeficientes según el tipo de estructura [NEC-2015]**

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

Si embargo el periodo fundamental obtenido por el análisis modal del programa ETABS no debe ser mayor a un 30% del valor obtenido descrito anteriormente, en caso de ser mayor se procederá a aumentar las secciones de las vigas y columnas hasta que cumpla con lo requerido.

## 2.6.2 Determinación del acero de refuerzo para las columnas.

### 2.6.2.1 Chequeo de dimensiones de la sección

En este paso se debe verificar que la dimensión menor de la sección sea mayor a 30 cm, ACI 318-14 sección 18.7.2.1 (a), también hay que revisar que la relación entre la sección transversal y la dimensión perpendicular sea mayor a 0.4 (b).

### 2.6.2.2 Determinación del refuerzo longitudinal

Para este paso se necesita saber de los resultados del análisis estructural el  $P_u$  y  $M_u$  para determinar la cuantía necesaria para la sección de la columna el cual debe permanecer dentro del siguiente rango según la NEC 2015  $0.01 < \rho_g < 0.03$ .

### 2.6.2.3 Criterio de columna fuerte – viga débil.

Conforme al criterio de columna fuerte – viga débil según la norma ACI 318-14 en la sección 18.7.3.2 podemos ver que los momentos probables que se generen en la columna deben ser mayor a 1.2 veces los momentos probables de las vigas. La siguiente ecuación se deberá analizar tanto para el sentido norte-sur como para el sentido oeste-este de la columna.

$$\sum M_{nc} \geq \frac{6}{5} \sum M_{nb} \quad (2.21)$$

Donde:

$\sum M_{nc}$  = Sumatoria de los momentos probables de la columna con respecto al nudo de análisis.

$\sum M_{nb}$  = Sumatoria de los momentos probables de las vigas con respecto al nudo de análisis.

## 2.6.2.4 Determinación del refuerzo transversal.

### 2.6.2.4.1 Refuerzo de confinamiento.

Para la longitud de confinamiento del refuerzo transversal se debe escoger el mayor de los siguientes puntos ACI 318-14 sección 18.7.5.1:

- Lado mayor de la sección
- 1/6 de la luz libre de la columna
- 450 mm

### 2.6.2.4.2 Espaciamiento máximo de estribos

El máximo espaciamiento permisible para los estribos rectangulares no debe exceder el menor valor de los siguientes literales ACI 318-14 sección 18.7.5.3:

- a)  $\frac{1}{4}$  de la dimensión menor de la sección de la columna
- b) 6 veces el diámetro de la barra longitudinal

c)  $S_x = \frac{10+(35-h_x)}{3}$

### 2.6.2.4.3 Refuerzo transversal para confinamiento

El acero de transversal de confinamiento  $A_{sh}$  para la norma ACI 318-14 sección 18.7.5.4 se tendrá que escoger el mayor de las siguientes ecuaciones.

$$0.3 * S * h_c * \left[ \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] * \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad (2.22)$$

$$0.09 * S * h_c * \frac{f'_c}{f_{yh}} \quad (2.23)$$

En donde:

$F_{yh}$  = Resistencia a la fluencia del refuerzo transversal

$S$  = Espaciamiento del refuerzo transversal

$h_c$  = Dimensión del núcleo de la columna, medido entre los bordes exteriores del refuerzo transversal.

$$h_c = \text{Lado de la seccion} - 2(\text{recubrimiento}) \quad (2.24)$$

$A_{ch}$  = área de la sección transversal, medida entre los bordes exteriores del refuerzo transversal

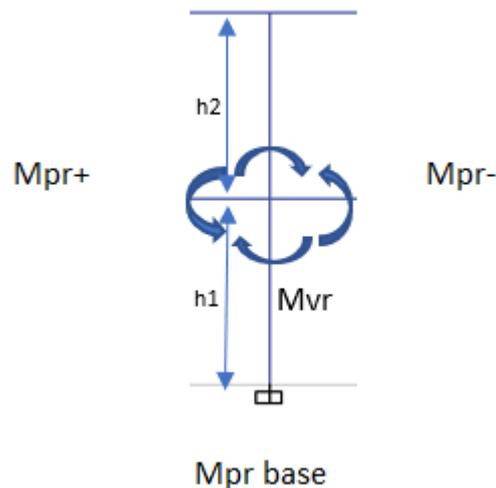
$$A_{ch} = [h_c]^2 \quad (2.25)$$

#### 2.6.2.4.4 Refuerzo transversal para cortante

Para determinar la fuerza cortante de diseño  $V_e$  se deberá tomar en consideración las máximas fuerzas que se generen en los nudos en cada extremo de la columna. Dichas fuerzas se determinarán usando los momentos probables de las vigas. El resultado obtenido no podrá ser menor al cortante mayorado que se determinó del análisis estructural ACI 318-14 sección 18.7.6.1.1

Para el procedimiento del diseño de resistencia a cortante se debe ver las fuerzas que llegan al nudo en los extremos de la columna, cuando las vigas llegan en ambos sentidos se debe sumar sus momentos probables negativos en cada lado del nudo. El factor de reducción de resistencia es igual a 1 y la resistencia efectiva del acero es igual a  $1.25f_y$

El  $M_{pr}$  de la columna se asumirá el momento del punto de balance de la columna en el diagrama de interacción.



**Figura 2-2 Esquema de momentos probables en la columna [autores]**

$$M_{vr} = (M_{pr}^+ + M_{pr}^-) * \left( \frac{h_2}{h_1 + h_2} \right) \quad (2.26)$$

$$V_u = \frac{M_{vr} + M_{pr\ base}}{h_1 - h_{viga}} \quad (2.27)$$

Para el refuerzo transversal se deberá hacer 2 comprobaciones y si ocurren simultáneamente el valor de  $V_c = 0$

- a) La fuerza cortante producida por el sismo es la mitad o más de la resistencia requerida por cortante dentro de  $L_o$ .
- b) Si la fuerza axial de compresión mayorada  $P_u$  es menor a

$$A_g * \frac{f'_c}{20}$$

Caso contrario se utilizará la siguiente formula:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * (b_w)(d) \left( 1 + \frac{P_u}{140A_g} \right) \quad (2.28)$$

Después este valor se sumará a  $V_s$  y se multiplicará por un factor  $\Phi = 0.75$

$$V_s = \frac{A_v + f_y + d}{S} \quad (2.29)$$

$$V_n = \Phi(V_c + V_s) \quad (2.30)$$

Donde el resultado de  $V_n$  debe ser mayor a  $V_u$  calculado para que el refuerzo transversal sea aprobado por la resistencia a cortante.

#### 2.6.2.4.5 Longitud mínima de traslape

En nuestro caso de estudio los traslape serán de CLASE B según el ACI 318-14 sección 18.2.7.1. Donde se indica que la longitud requerida de traslape será  $1.3L_d$  sección 25.5.2.1, donde:

$$l_d = \left[ \frac{1}{3.5} \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \frac{\alpha(\beta)(\gamma)(\lambda)}{\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}} \right] * d_b \quad (2.31)$$

Donde:

- $\alpha$ : Factor de ubicación del reforzamiento
- $\beta$ : Factor de recubrimiento
- $\gamma$ : Factor de tamaño del reforzamiento
- $\lambda$ : Factor de concreto con agregado liviano

El valor de  $C_b$  se obtiene del menor de las siguientes formulas:

$$C_b = Re + \Phi_{estribos} + \frac{\Phi_{long}}{2} \quad (2.32)$$

$$C_b = \frac{1}{2} \left[ \frac{h_{columna} - 2(Re + \Phi_{estribos}) - \Phi_{long}}{2} \right] \quad (2.33)$$

Para el valor de  $K_{tr}$  se obtiene de la siguiente formula:

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} * f_{yt}}{105 * S * n} \quad (2.34)$$

Donde:

$A_{tr}$ : Área de acero de los estribos

$f_{yt}$ : Fluencia del Acero

$S$ : Separación de los estribos

## 2.7 Cimentación

La cimentación para realizar será una zapata corrida en dos direcciones, la cual se escogió porque era la que mejor se adaptaba a nuestra edificación debido a la resistencia por capacidad de carga del suelo.

### 2.7.1 Capacidad de carga del suelo

Este parámetro del suelo nos permitirá determinar cuan ancho va a ser nuestra zapata para la cimentación, y el método a utilizarse será el de Terzaghi. Del ensayo de laboratorio de compresión simple pudimos obtener el valor de la resistencia al corte del suelo el cual se asume que es la mitad a la resistencia a la compresión.

$$S_u = \frac{1}{2} q_u \quad (2.35)$$

Con dicho valor podemos hacer uso de la fórmula de Terzaghi:

$$q_{ult} = c' N_c + \sigma_{zD} N_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma \quad (2.36)$$

Donde  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  son factores de capacidad de carga los cuales se encuentran relacionado con el ángulo de fricción efectivo para el suelo debajo de los cimientos.

**Tabla 2-24 Factores de capacidad de carga de Terzaghi [Braja M. Das 7ma edición]**

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma^*$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma^*$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*De Kumbhojkar (1993).

Con el valor resultante de la ecuación de Terzaghi podemos obtener la capacidad de carga permisible de la cimentación, esto es dividir el valor de  $q_u$  entre el factor de seguridad NEC-SE-CM sección 6.2

**Tabla 2-25 Factores de Seguridad Indirectos Mínimos [NEC-2015]**

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

# CAPÍTULO 3

## 3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Espectro sísmico elástico e inelástico

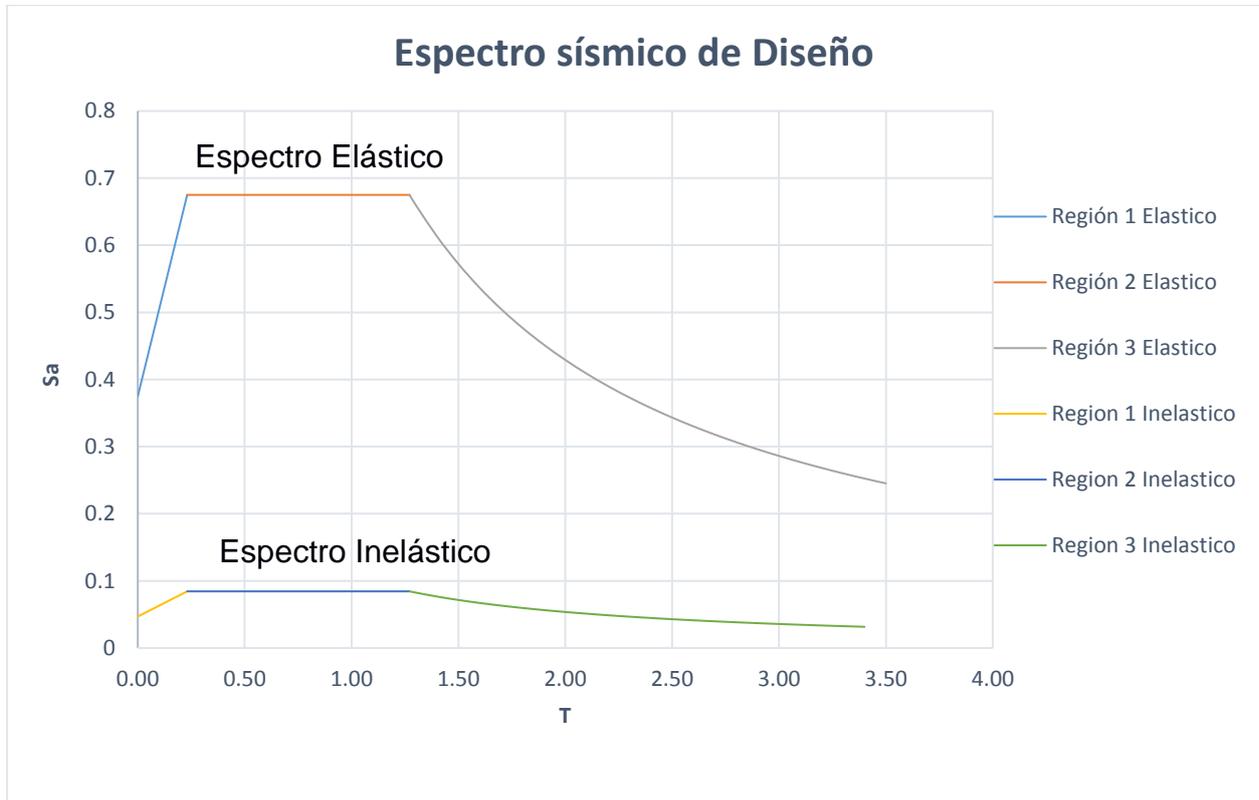


Figura 3-1 Espectro sísmico de Diseño [autores]

Tabla 3-1. Parámetros de diseño para el Espectro Sísmico [autores]

<b>Ciudad</b>	Portovelo
<b>Z</b>	0.3
<b>Suelo tipo</b>	E
<b>Fa</b>	1.25
<b>Fd</b>	1.7
<b>Fs</b>	1.7
<b>N</b>	1.8
<b>To</b>	0.231
<b>Tc</b>	1.272
<b>R</b>	8
<b>I</b>	1

Para el análisis de espectro sísmico vemos que nuestra área de estudio se encuentra en la ciudad de Portovelo, correspondiente a la zona costa del Ecuador, el tipo de suelo que se encuentra en el lugar es tipo “E” el cual fue asignado según los resultados obtenidos por el estudio de suelo que se realizó en el laboratorio, en el cual se encontró que en su mayoría el suelo es una arcilla blanda. El espectro sísmico se introdujo para realizar el modelamiento del edificio y su procedimiento se encontrará en la parte de Anexos 1.

### 3.2 Modelamiento Estructural.

Con respecto al modelamiento estructural se procedió a ingresar la información obtenida por el espectro sísmico de diseño, las secciones del predimensionamiento, material, cargas vivas y muertas. Así mismo se llevó a cabo los espacios y forma del edificio según los planos arquitectónicos establecidos.

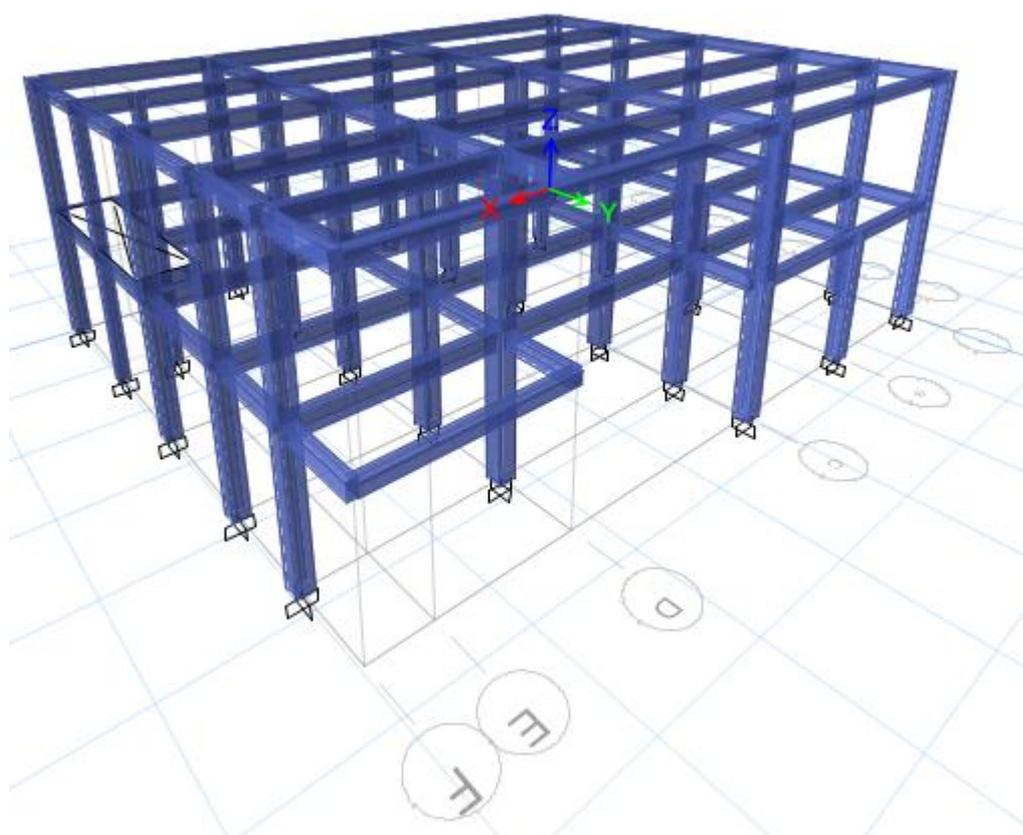


Figura 3-2 Diseño estructural del edificio de estudio vista 3D [autores]

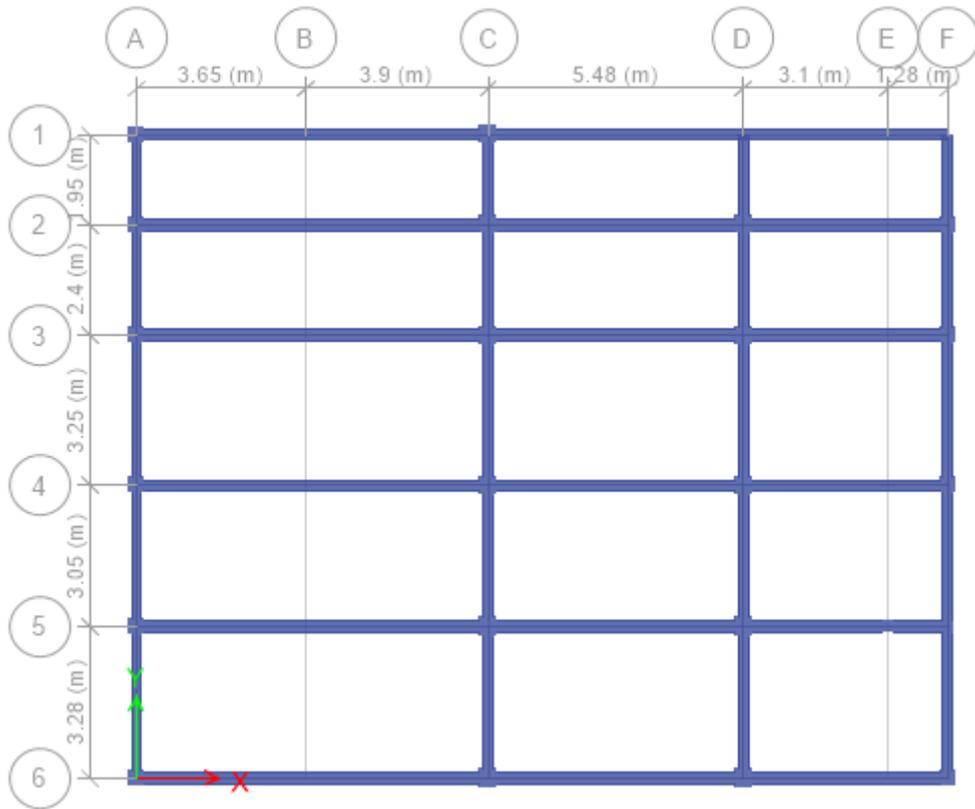


Figura 3-3 Diseño estructural del edificio de estudio vista en planta 1<sup>er</sup> nivel [autores]

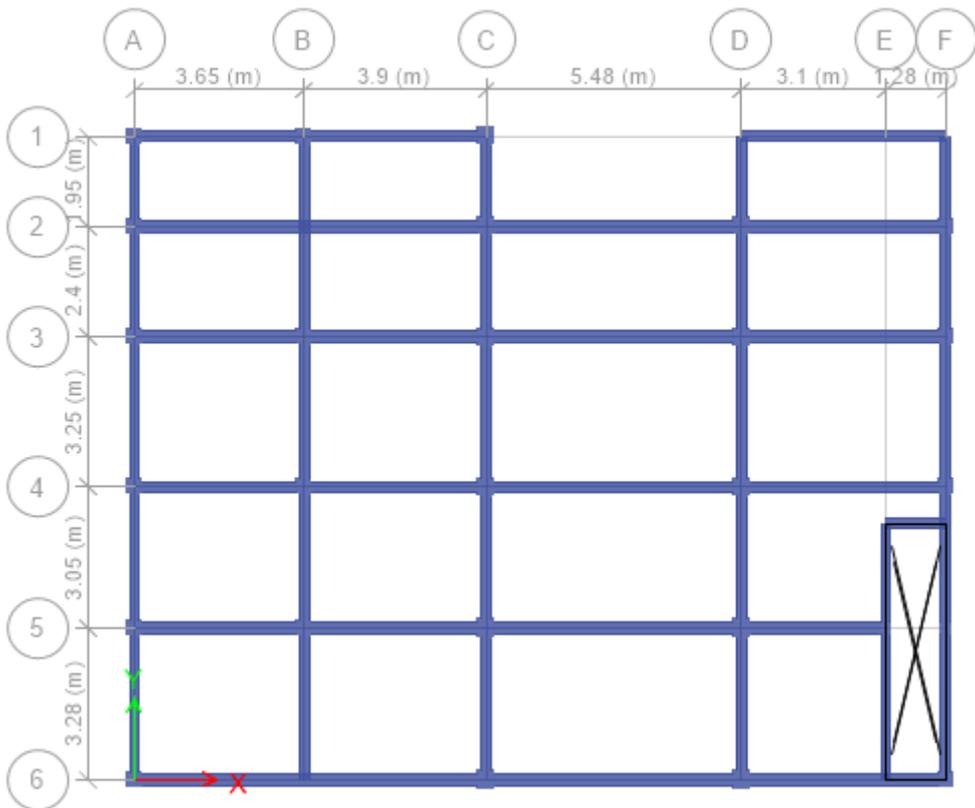


Figura 3-4 Diseño estructural del edificio de estudio vista en planta 2<sup>do</sup> nivel [autores]

### 3.2.1 Cargas sobreimpuestas Asignadas

Las cargas asignadas para la estructura que se tomaron en consideración son las siguientes:

**Tabla 3-2 Cargas sobreimpuestas planta baja [NEC-2015]**

<b>Planta Baja</b>		
<b>Carga Muerta</b>	<b>Peso Unitario</b>	
<b>Baldosa Cerámica</b>	50	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	50	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Casetón</b>	0	Kg/m <sup>2</sup>
<b>columnas y vigas</b>	300	Kg/m <sup>2</sup>
<b>paredes</b>	250	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Losa e=0.25</b>	250	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Planta baja</b>	900	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Planta Baja</b>	0,90	ton/m <sup>2</sup>

**Tabla 3-3 Cargas sobreimpuestas planta alta [NEC-2015]**

<b>Planta Alta</b>		
<b>Carga Muerta</b>	<b>Peso Unitario</b>	
<b>Instalaciones</b>	50	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Casetón</b>	0	Kg/m <sup>2</sup>
<b>columnas y vigas</b>	300	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Losa e=0.20</b>	200	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Planta Alta</b>	550	Kg/m <sup>2</sup>
<b>Planta Alta</b>	0,55	ton/m <sup>2</sup>

**Tabla 3-4 Carga viva de la estructura [NEC-2015]**

<b>Carga Viva</b>	<b>Peso Unitario</b>	
<b>Oficinas</b>	2,4	kN/m <sup>2</sup>
<b>Tot</b>	0,24	ton/m <sup>2</sup>

Los valores obtenidos para las cargas se las obtuvo de la tabla 9 de la NEC-2015. Ver tabla en anexo 2.

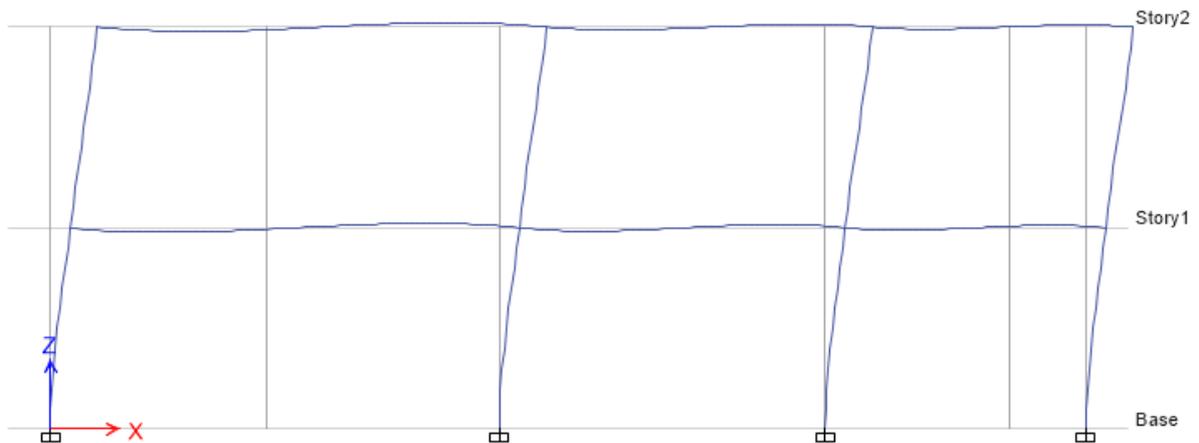
En el caso del predimensionamiento de las columnas las secciones obtenidas bajo la influencia de las cargas gravitacionales fueron las siguientes:

**Tabla 3-5 Predimensionamiento de Columnas [autores]**

PISO	a(m)	b(m)	A <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	P <sub>i</sub> (Ton)	F'c	A <sub>e</sub> (cm <sup>2</sup> )	Sección		Sección mínima por NEC	
							A	B	A	B
1	3.15	4.93	15.53	30.13	280	512.37	23	23	30	30
2	3.165	6.515	20.62	16.50	280	280.54	17	17	30	30

Vemos como resultado del predimensionamiento que las secciones de las columnas son menores al mínimo requerido por la norma NEC-2015, por lo consiguiente se escoge la mínima sección.

### 3.2.2 Control de Derivas.

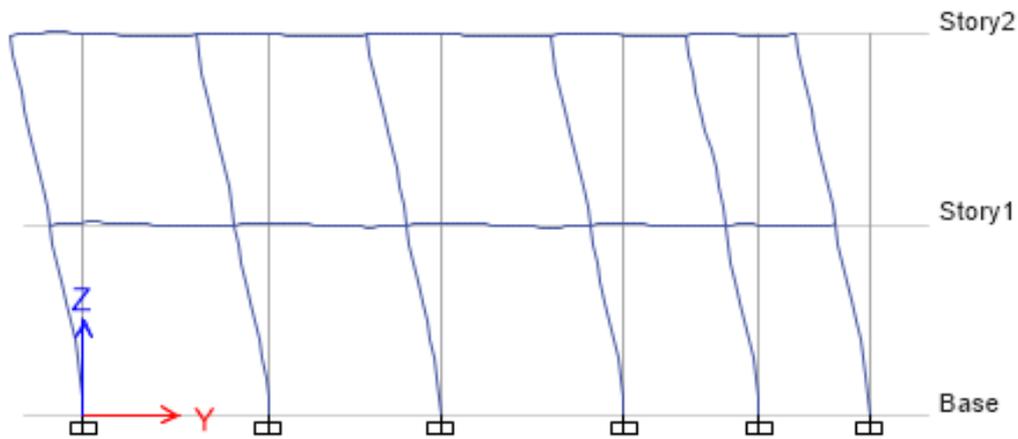


**Figura 3-5 Resultado del modelamiento de derivas dirección X [autores]**

**Tabla 3-6 Control de Derivas del edificio en dirección X [autores]**

Punto	Piso	UX	H(m)	$\Delta_M$	$\Delta_M/H$	Estado
121	2	0.0056	3.4	0.033	0.0056	OK
86	1	0.0024	3.7	0.014	0.0039	OK

Como podemos observar en la figura, el desplazamiento lateral en dirección X de la estructura generado por el sismo vemos que las derivas de piso son menores a la admisibles,  $\Delta_{adm} = 0.02$  lo cual cumple con la norma NEC-2015



**Figura 3-6 Resultado del modelamiento de derivas dirección Y [autores]**

**Tabla 3-7 Control de Derivas del edificio en dirección Y [autores]**

Punto	Piso	UY	H(m)	$\Delta_M$	$\Delta_M/H$	Estado
1280	2	0.0033	3.4	0.020	0.0029	OK
1204	1	0.0016	3.7	0.009	0.0026	OK

En la figura podemos el desplazamiento lateral en dirección Y de la estructura por acción del sismo y en la tabla vemos que las derivas de piso son menores al mínimo de la norma NEC-2015.

### 3.3 Diseño de vigas

Las secciones obtenidas en el predimensionamiento de vigas se las modeló respectivamente en el software para de análisis estructural ETABS 2017, donde se verificó que todas cumplan por flexión, torsión y cortante obteniendo las siguientes secciones.

**Tabla 3-8 Secciones de vigas en dirección X [autores]**

Eje	Sección Nivel 1	Sección Nivel 2
1	V25x25	V25x25
2	V25x45	V25x35
3	V25x45	V25x35
4	V25x45	V25x35
5	V25x45	V25x35
6	V25x45	V25x35

**Tabla 3-9 Secciones de vigas en dirección Y [autores]**

Eje	Sección Nivel 1	Sección Nivel 2
A	V20x35	V20X30
B	V20x35	-
C	V20x35	V20X30
D	V20x35	V20X30
E	V20x35	-
F	V20x35	V20X30

Se realizó el diseño estructural para cada viga, donde resultó que la viga del eje 5 en el nivel 1 fue la más crítica por tener una mayor luz, se mostrará el diseño estructural para esta viga, las restantes estarán en el Anexo 3

### 3.3.1 Revisar dimensiones de secciones

Pu es despreciable si:

$$Pu < \frac{Agxf'c}{10} \quad (3.1)$$

$$\frac{ln}{d} > 4, ok \quad (3.2)$$

$$bw < c2 + menor: 2c2 o 1.5c1 \quad (3.3)$$

### 3.3.2 Diseño a flexión

El diseño a flexión en una viga es el que demanda una cantidad de acero requerida para que alcance la ductilidad, este refuerzo debe tener una cuantía que se encuentre entre la mínima y la máxima para que no exista falla por tracción en el hormigón. A través de las combinaciones de cargas indicadas en la sección 2.5 se procedió a obtener la envolvente en donde se muestran los máximos momentos en las vigas que determinaran el requerimiento de estas.

Según el (ACI-318,2011)

Acero mínimo y máximo:

$$Asmin = \frac{14}{fy} * b * d \quad (3.4)$$

$$Asmax = 0.5 * pb * b * d \quad (3.5)$$

$$\rho min = 0.8 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy} \quad (3.6)$$

$$\rho_{max} = 0.025 \quad (3.7)$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max} \quad (3.8)$$

$$M_n + \text{en la cara del nudo} \geq \frac{M_n^-}{2} \quad (3.9)$$

$$M_n + \text{en cualquier sección} \geq \frac{M_n^- - max}{4} \quad (3.10)$$

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

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

$$l_{dh \ max} = \frac{f_y * d_b}{17.2 * \sqrt{f'_c}} \geq 8d_b \ 0 \ 150mm \quad (3.11)$$

### 3.3.3 Diseño a cortante

El diseño a corte implica que cuando la viga trabajando a flexión alcance su punto máximo de resistencia entre a un comportamiento dúctil regresando finalmente a su estado original.

Requerimientos por corte especificados en el código (ACI-318, 2011).

#### Resistencia probable $M_{pr}$

$$M_{pr} = A_s * 1.25f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (3.12)$$

#### Fuerzas cortantes de diseño

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \pm \frac{W_u l_n}{2} \quad (3.13)$$

#### Revisión por cortante

$$V_s \ max = 2.2\sqrt{f'_c} * b * d \geq V_s = \frac{V_e}{\phi} - V_c \quad (3.14)$$

$$V_s \ max = 1.1\sqrt{f'_c} * b * d \geq V_s \quad (3.15)$$

Donde,

$V_e$ =Fuerza cortante (carga gravitacional y carga sísmica)

$V_s$ = Resistencia al cortante proporcionado por el refuerzo de cortante

$V_c$ = Resistencia nominal al corte proporcionado por el concreto.

$\phi=0.75$  para cortante y torsión

### Diámetro y separación de estribos

Para que exista un buen confinamiento en las articulaciones plásticas los estribos deben de ser cerrados y cumplir con la separación indicada en el ACI 318-11.5.7.2

$$S = \frac{A_s * f_y * d}{V_s} \quad (3.16)$$

Se escoge el valor menor de espaciamiento de los siguientes casos:

$$\frac{d}{4}, 8db, 24\phi e, 300 \quad (3.17)$$

A continuación, se mostrará el diseño a flexión de la viga del pórtico eje 5:

**Tabla 3-10 Diseño a flexión de la viga del pórtico eje 5 - NV +3.7m del sistema aporticado**  
[autores]

Tramo	Localización	Mu (ton-m)	As, req (cm2)	# var	Refuerzo	As, disp (cm2)	ΘMn (ton-m)	P	Asmin
exterior A-B	apoyo exterior negativo	3,58	3,10	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	apoyo exterior positivo	1,79	1,55	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	centro del tramo positivo	2,24	1,94	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	apoyo interior negativo	3,57	3,09	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	apoyo interior positivo	1,785	1,54	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
interior B-C	centro del tramo positivo	2,43	2,10	2	2φ16mm	4,02	4,95	0,00473	2,85
	apoyo interior negativo	6,85	5,92	3	3φ16mm	6,03	7,27	0,00710	2,85
	apoyo interior positivo	3,425	2,96	2	2φ16mm	4,02	4,95	0,00473	2,85
interior C-D	centro del tramo positivo	4,61	3,99	2	2φ16mm	4,02	4,95	0,00473	2,85
	apoyo interior negativo	7,23	6,25	3	3φ16mm	6,03	7,27	0,00710	2,85
	apoyo interior positivo	3,615	3,13	2	2φ16mm	4,02	4,95	0,00473	2,85
exterior D-E	apoyo exterior negativo	1,58	1,37	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	apoyo exterior positivo	2,09	1,81	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	centro del tramo positivo	2,2	1,90	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85
	apoyo interior negativo	7,23	6,25	3	3φ16mm	6,03	7,265	0,00710	2,85
	apoyo interior positivo	3,615	3,13	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85

**Tabla 3-11 Diseño a flexión de la viga del pórtico eje 5 - NV +7.1m del sistema aporticado**

[autores]

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior A-C	apoyo exterior negativo	5,56	5,64	3	3φ16mm	6,03	6,13	0,0083	2,4
	apoyo exterior positivo	2,78	2,82	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	4,32	4,38	3	3φ16mm	6,03	6,13	0,0083	2,4
	apoyo interior negativo	6,83	6,92	4	4φ16mm	8,04	7,95	0,0111	2,4
	apoyo interior positivo	3,415	3,46	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
interior C-D	centro del tramo positivo	2	2,03	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	apoyo interior negativo	3,37	3,42	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	apoyo interior positivo	1,685	1,71	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
exterior D-F	apoyo exterior negativo	1	1,01	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	0,5	0,51	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	0,94	0,95	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	apoyo interior negativo	3,37	3,42	2	2φ16mm	4,02	4,19	0,0055	2,4
	apoyo interior positivo	3,615	3,13	2	2φ16mm	4,02	4,952	0,00473	2,85

### 3.4 Diseño de Columnas

#### 3.4.1 Diseño por Flexo-compresión Biaxial.

Para el diseño de las columnas es necesario hacer el uso del diagrama de interacción de la columna el cual nos ayudara a comprobar que los valores que obtenemos en el análisis del modelamiento estructural están dentro de la capacidad que la columna puede soportar debido a esa demanda de carga.

El diagrama de interacción se realizó para un esquema de columna de 8 varillas longitudinales con un diámetro según la cuantía necesaria obtenida ya sea por los ábacos de interacción de columnas del ACI o por el análisis estructural, recordar que dicho valor no debe ser menor al 1% o mayor al 3% de la sección de la columna.

Se analizará el refuerzo requerido para la columna interior del primer piso que corresponde al pórtico D-4 donde sus dimensiones son de 40x40 cm las cuales se obtuvieron después del análisis estructural en relación con las demandas de cargas actuantes.

Los valores para la resistencia a la compresión y esfuerzo de fluencia del acero son:

$$f'c = 280 \frac{kg}{cm^2} \text{ y } fy = 4200 \frac{kg}{cm^2} \text{ respectivamente.}$$

Para determinar el refuerzo requerido de la columna de estudio se necesitó obtener los resultados del análisis estructural de las combinaciones de cargas por carga axial y momentos.

**Tabla 3-12 Valor de las combinaciones de cargas del modelamiento estructural [autores]**

<b>Combinaciones de cargas</b>	<b>Pu (ton)</b>	<b>Mu (Ton-m)</b>
1,4D	27,52	1
1.2D+1.6L	32,10	1,28
1.2D+L+Ex	28,47	3,77
1.2D+L-Ex	29,34	2,27
12.D+L+Ey	29,06	1,12
1.2D+L-EY	28,75	1,11

### 3.4.2 Verificación de dimensiones de secciones.

La columna D-4 tiene una sección de 40x40 cm lo cual cumple con lo reglamentado por el ACI 318-14 donde la sección menor debe ser mayor a 30 cm y que la razón entre la dimensión menor y la sección perpendicular a esta sea mayor a 4 lo cual nos dio 1.

### 3.4.3 Refuerzo longitudinal requerido

Para determinar el refuerzo longitudinal debimos obtener el valor de la cuantía de la columna, para esto mediante los ábacos de interacción del ACI dicho valor dio menor al valor mínimo del requerido, lo cual se trabajó con la cuantía mínima para columna ( $\rho_g=1\%$ ), otra forma de verificar este valor fue en el análisis estructural donde era semejante al valor determinado.

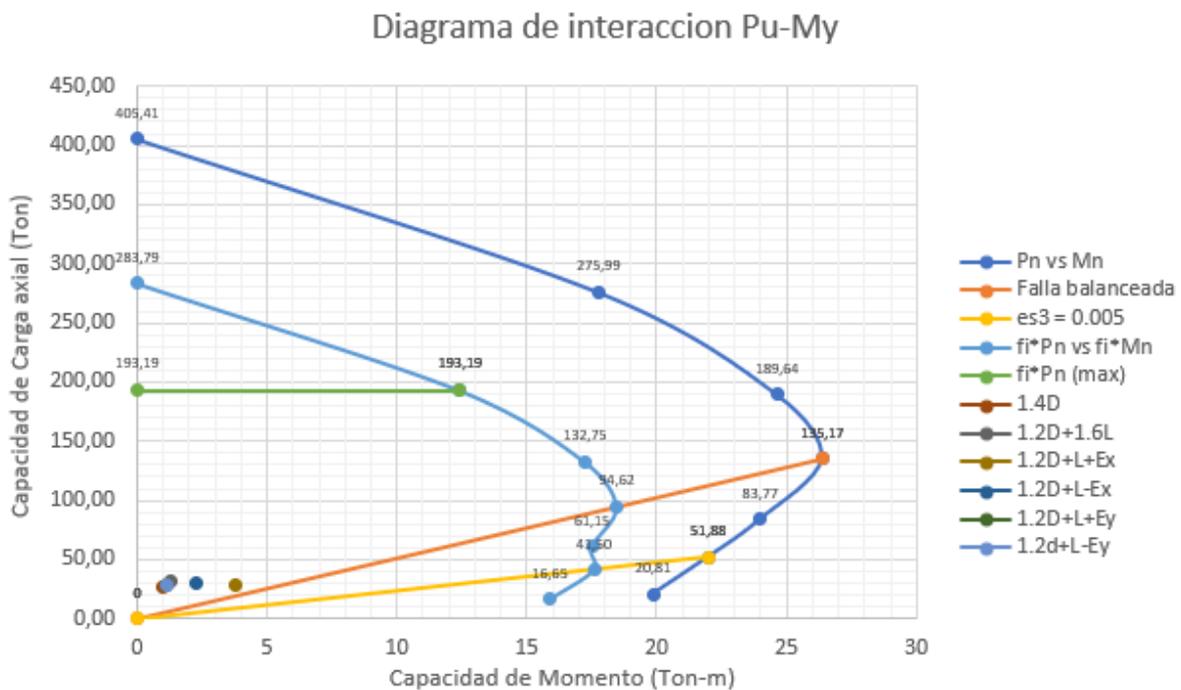
Una vez obtenido el valor de la cuantía con la que se va a trabajar pudimos determinar el área de acero requerida para la columna y bajo el esquema de 8 varillas determinar su diámetro.

**Tabla 3-13 Detalles de sección y acero de la columna más crítica [autores]**

<b>SECCION</b>	<b>B (cm)</b>	<b>H (cm)</b>	<b>AREA (cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\rho</math> (%)</b>	<b>AREA DE ACERO (cm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\phi</math> (mm)</b>
40X40	40	40	1600	1	16	16

### 3.4.4 Criterio columna fuerte viga débil.

En el capítulo 2 en la parte de metodología del diseño de la columna vimos la importancia de analizar este criterio. Entonces bajo ese criterio se determinó un nuevo valor de cuantía para la columna, con ayuda del diagrama de interacción se procedió a realizar una serie de interacciones para encontrar el momento probable de la columna que sea lo suficiente para resistir 1.2 veces los momentos probables de las vigas que lleguen a ese nudo.



**Figura 3-7 Grafica del diagrama de interacción de la columna D4 [autores]**

En el gráfico podemos observar que los valores del par ordenado de  $P_u$  y  $M_u$  están dentro del rango de diseño por encima de la falla balanceada. Para determinar el momento probable de la columna se procedió a encontrar el  $P_u$  mayor entre las combinaciones de cargas descrita en la tabla anterior para después interceptarlo con la curva de diseño y encontrar el  $M_{nc}$  que va a estar ligado con respecto a el diámetro de varilla longitudinal que se analizó. Se realizó este procedimiento hasta encontrar el  $M_{nc}$  que sea necesario para cumplir con el criterio de columna fuerte viga débil.

**Tabla 3-14 Criterio Columna Fuerte Viga Débil para la columna D4 [autores]**

Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	$M_{nc}$	$M_{nc}$	Posición	$M_{nv}$	$M_{nv}$
Superior	16	16	Derecha	12,86	3,33
Inferior	16	16	Izquierda	12,86	3,33
$\Sigma_c$	32	32	$\Sigma_v$	25,72	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma_c$	32	VERDADERO	$\Sigma_c$	32	VERDADERO
$1,2*\Sigma_v$	30,86		$1,2*\Sigma_v$	7,99	

En la tabla anterior podemos ver el resultado del diagrama de interacción de la columna y la comprobación del criterio columna fuerte viga débil en todas las direcciones del nudo de estudio.

En la siguiente tabla podemos observar el resultado final del diámetro de varillas necesario para cumplir con lo requerido.

**Tabla 3-15 Resultado de sección y cuantía de la columna D4 [autores]**

<b>Ag (cm2)</b>	1600
<b># varillas</b>	8
<b><math>\phi_v</math> (cm)</b>	2
<b>Av (cm2)</b>	3,14
<b>As (cm2)</b>	25,13
<b>Pg (%)</b>	1,6

### 3.4.5 Diseño del Refuerzo transversal

#### 3.4.5.1 Refuerzo de confinamiento

El refuerzo del confinamiento para todas las columnas fue el mismo debido a que la longitud que controlaba es de 60 cm medido desde los extremos de la columna.

Asumiendo un  $\Phi 10\text{mm}$  para los estribos, el espaciado máximo permitido para los estribos de las columnas fue de 10cm en su longitud de confinamiento en los extremos de la columna y 15cm para el resto de su longitud.

### 3.4.5.2 Refuerzo transversal por cortante

Siguiendo la metodología descrita anteriormente se comprobó a partir de la máxima fuerza axial que se genere en la cara del nudo de la columna, en conjunto con los momentos probables de las vigas lo cual dio como resultado para la columna de estudio:

$$V_n = 47.58$$

$$V_u = 13.08$$

Donde  $V_n$  debía ser mayor a  $V_u$  lo cual es correcto.

### 3.4.5.3 Longitud de Traslape

De la ecuación descrita en el capítulo anterior, los valores de los coeficientes fueron los siguientes:

**Tabla 3-16 Factores de modificación para la longitud de traslape [ACI 318-14]**

Factor de modificación	Valor del factor
$\alpha$	1
$\beta$	1
$\gamma$	1
$\delta$	1

Dando como resultado una longitud de traslape para todas las columnas de 100 cm.

### 3.4.5.4 Detalles del refuerzo de la columna

En la siguiente imagen se puede ver como seria el detalle del refuerzo de la columna en su corte transversal, para el resto de las columnas ver en planos.

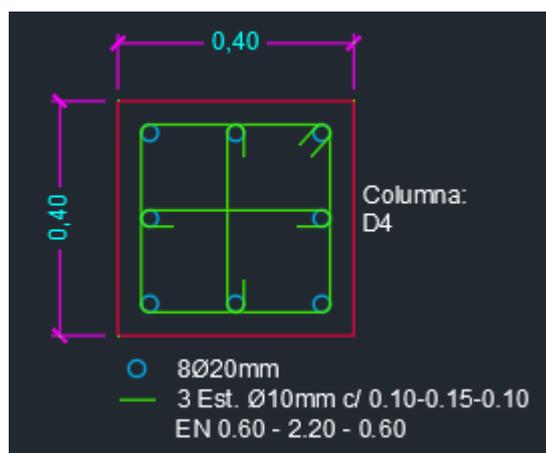


Figura 3-8 Detalle transversal de la columna D4 [autores]

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las secciones y armado de las columnas

Tabla 3-17 Resumen de secciones y armados de las columnas [autores]

NIVEL	SECCION	COLUMNA	REFUERZO LONGITUDINAL		REFUERZO TRANSVERSAL	
			# var.	Φ	ESTRIBOS	SEPARACION
1	30X30	E5; F5	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A1;A2;A4;A5;C1;F2;F3	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A3;A6;F4;F6	8	16	10	c/10 -c/15
	35X35	B1	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	B3;B4;B5	8	18	10	c/10 -c/15
	40X40	D4	8	20	10	c/10 -c/15
	40X40	C2;D5	8	18	10	c/10 -c/15
2	40X40	D2;D3;D6;C3;C4;C5;C6	8	16	10	c/10 -c/15
	30X30	E5;F5	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A1;A2;A4;A5;C1;F2;F3	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A3;A6;F4;F6	8	16	10	c/10 -c/15
	40X40	D4	8	20	10	c/10 -c/15
	40X40	C2;D5	8	18	10	c/10 -c/15
	40X40	D2;D3;D6;C3;C4;C5;C6	8	16	10	c/10 -c/15

### 3.5 Diseño de Losa en una dirección.

El diseño de la losa del primer piso fue de 25 cm de espesor según la tabla de espesores mínimo del ACI 318, con un espesor de loseta 5 cm y una altura de nervios de 20 cm. Para la cubierta se realizó una losa de 20 cm de espesor la cual se podrá revisar en anexos.

Entre las cargas mayoradas la que controlo fue la de  $1.2D + 1.6L$  dando un resultado de 1.49 Ton/m<sup>2</sup>.

Se diseñó la losa bajo el método de coeficientes ACI donde los valores de los momentos fueron los siguientes:

**Tabla 3-18 Resultado de los Momentos y cortantes de la losa [autores]**

Momentos Negativos	1	0,30	Ton*m
	2	0,72	Ton*m
	3	0,65	Ton*m
	4	0,72	Ton*m
Momentos Positivos	1	0,51	Ton*m
	2	0,45	Ton*m
	3	0,45	Ton*m
Cortantes	1	1,33	Ton
	2	1,16	Ton
	3	1,16	Ton

Donde los valores mayores de la tabla anterior fueron:

$$M(-) = 0.72 \text{Ton}^* \text{m}$$

$$M(+) = 0.51 \text{Ton}^* \text{m}$$

$$V_u = 1.33 \text{Ton}$$

### 3.5.1 Acero de refuerzo para losa.

El diseño del acero de refuerzo para la losa se determinó bajo los valores obtenidos de los mayores momentos tanto positivos como negativos.

Antes, se determinó el peralte efectivo considerando un recubrimiento de 2 cm y un diámetro de varilla de 1 cm se obtuvo un  $d = 22.5 \text{ cm}$ . Con esto ya se pudo determinar el acero de refuerzo tanto para el momento negativo como positivo.

**Tabla 3-19 Acero de refuerzo para losa [autores]**

Nivel	Momento	As (cm <sup>2</sup> )	# varillas	Φ	Estribos	Separación
1	(-)	0,94	1	12	8	c/20
	(+)	0,67	1	12	8	c/20
2	(-)	0,62	1	8	8	c/20
	(+)	0,44	1	8	8	c/20

### 3.5.2 Refuerzo por temperatura

Como acero adicional se debe colocar refuerzo por retracción y temperatura del cual su cuantía mínima es de 0.0018 donde su separación no puede ser menor a 45 cm o mayor a 5 veces el espesor de la losa.

Dando como resultado una malla con un diámetro de varilla de 5mm c/15cm

### 3.5.3 Revisión por cortante

Por último, se revisó por cortante a la losa con la siguiente ecuación:

$$\Phi V_c = \Phi 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d \quad (3.18)$$

El valor obtenido por la ecuación anterior fue de  $\Phi V_c = 1.08$  siendo este mayor al cortante  $V_u$  lo cual es el resultado esperado.

### 3.6 Diseño de cimentación

La cimentación es parte de la sub estructura del edificio y se encarga de transmitir las cargas de la edificación al suelo, se la diseña de tal manera en que el suelo pueda resistir la presión ejercida por la estructura, para ello el esfuerzo efectivo del suelo debe mayor al esfuerzo actuante en el mismo por lo que primeramente se obtuvo el esfuerzo admisible del suelo considerando un mejoramiento con material granular y un esfuerzo efectivo que es con el que se va a diseñar la cimentación.

#### 3.6.1 Capacidad de carga del suelo

Los resultados de capacidad de carga que se obtuvieron mediante la fórmula de Terzaghi fueron los siguientes:

**Tabla 3-20 Datos para obtener la capacidad de carga  $q_u$  [autores]**

<b><math>c' = S_u</math> (Ton/m<sup>2</sup>)</b>	2
<b><math>\Phi</math> Fricción</b>	0
<b>B (m)</b>	1
<b><math>N_c</math></b>	5,7
<b><math>N_q</math></b>	1
<b><math>N_y</math></b>	0
<b><math>q_u</math> (Ton/m<sup>3</sup>)</b>	7,5

En la tabla anterior podemos ver que el  $q_u$  es igual a 7.5 Ton/m<sup>3</sup> dando como resultado una capacidad de carga permisible por cargas de servicio y por sismo igual a:

**Tabla 3-21 Capacidad de carga admisible por cargas de servicio y sismo [autores]**

$q_{ult}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	CARGAS	F.S.I.M. ADMISIBLE	$Q_{adm}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
7,5	SERVICIO	3	2,5	0,25
	SISMO	1,5	5	0,5

El resultado de la carga permisible por cargas de servicio dio 0.25 kg/cm<sup>2</sup> lo cual es bajo, esto ocasiono que el diseño de las zapatas las secciones salgan muy grandes, para esto se aplicó un mejoramiento del suelo y así poder reducir las dimensiones de la sección de la zapata.

Siguiendo la metodología de libro de Braja Das en la sección 4.3 para determinar la capacidad de carga de suelos estratificados de un suelo fuerte sobre suelo débil vemos que hace uso de la siguiente ecuación

$$q_u = \left(1 + 0.2 \frac{B}{L}\right) 5.14c_2 + \gamma H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_s \tan \Phi'_1}{B} + \gamma_1 D_f \leq q_t \quad (3.19)$$

Donde:

$$q_t = \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)} \quad (3.20)$$

Donde:

$$F_{qs(1)} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \Phi_1 \quad (3.21)$$

$$F_{\gamma s(1)} = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad (3.22)$$

$c_1$  y  $c_2$  son cohesiones no drenadas, B es ancho de la zapata, L la longitud de la zapata, H la profundidad medida desde el fondo de la zapata,  $D_f$  es la profundidad de medida desde el terreno natural hasta el fondo de la zapata y dichos valores tomados son los siguientes:

**Tabla 3-22 Valores de dimensiones para obtener el  $q_u$  mejorado [autores]**

<b>B (m)</b>	1,2
<b>Df (m)</b>	0,8
<b>H (m)</b>	1
<b>L (m)</b>	14,45

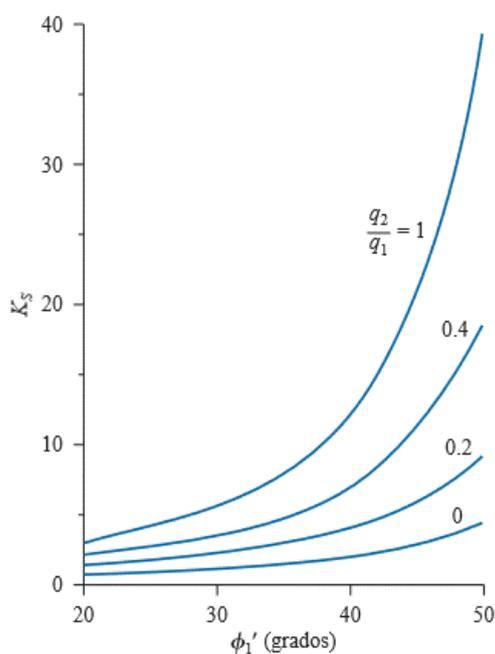
**Tabla 3-23 Especificaciones del suelo mejorado [autores]**

Estrato	Clase de Suelo	$\gamma$ (Ton/m <sup>3</sup> )	$\Phi$ Fricción	c (ton/m <sup>2</sup> )
1	Arena	1,8	40	0
2	Arcilla	1,76	0	1

Para calcular el valor de  $K_s$  se debe obtener primero la siguiente relación:

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{c_2 N_{c(2)}}{0.5 \gamma_1 B N_{\gamma(1)}} \quad (3.23)$$

Donde fue igual a 0.043 y mediante la siguiente grafica con un  $\Phi_1 = 40^\circ$



**Figura 3-9 Grafica de  $K_s$  vs  $\phi_1'$  [Braja Das 7edicion]**

Obtuvimos un valor de  $K_s$  aproximado de 2.5

Con esto pudimos encontrar el valor de  $q_u = 15.53$ . Para la siguiente parte se calculó el valor de  $q_t$  donde su fórmula se describió anteriormente dando como resultado:

**Tabla 3-24 Capacidad de carga del suelo mejorado [autores]**

$F_{qs1} =$	1,07
$F_{ys1} =$	0,97
$q_t$	213,13

El valor de  $q_t$  es mayor a  $q_u$  lo cual cumple con lo requerido. El valor de la capacidad de carga permisible con el suelo mejorado se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3-25 Capacidad de carga permisible del suelo mejorado [autores]**

$q_{ult}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	CARGAS	F.S. ADMISIBLE	$Q_{adm}$ (Ton/m <sup>2</sup> )	$Q_{adm}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
15,53	SERVICIO	3	5,18	0,52
	SISMO	1,5	10,35	1,04

Con lo cual el valor de la capacidad de carga permisible del suelo mejorado para el diseño de la zapata corrida en dos direcciones es de 5.2 ton/m<sup>2</sup>

**Tabla 3-26 Datos de cimentación [autores]**

CIMENTACIÓN		
hf=	0,80	m
hc=	0,1	m
Ym	1,8	t/m <sup>3</sup>

**Tabla 3-27 Esfuerzos admisibles y efectivos del suelo [autores]**

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Esfuerzo admisible de suelo	$q_a$	5,20	t/m <sup>2</sup>
Esfuerzo efectivo del suelo	$q_e$	3,52	t/m <sup>2</sup>

Debido a que la cimentación escogida es una zapata en dos direcciones, esta va a distribuir las cargas axiales de las columnas en ambos sentidos por lo que se calculó el reparto de estas fuerzas obtenidas en el software estructural utilizado.

**Tabla 3-28 Reparto de cargas axiales en dirección "X" y "Y" [autores]**

Colu. #	Descargas			Luces (m)				Longitudes		Reparto	
	Pi CM t	Pi CV t	Pt t	Dirección				L1 m	L2 m	Ptx t	Pty t
				X1	X2	Y1	Y2				
39	4,97	0,71	5,68	0,00	3,65	0,00	1,95	1,83	0,98	3,70	1,98
54	6,38	1,65	8,03	3,65	3,90	0,00	1,95	3,78	0,98	6,38	1,65
69	6,97	1,04	8,01	3,90	0,00	0,00	1,95	1,95	0,98	5,34	2,67
40	8,75	1,77	10,52	0,00	3,65	1,95	2,40	1,83	2,18	4,80	5,72
67	14,94	3,37	18,31	3,90	5,48	1,95	2,40	4,69	2,18	12,51	5,80
79	19,00	4,40	23,40	5,48	4,38	1,95	2,40	4,93	2,18	16,24	7,16
93	11,44	2,51	13,95	4,38	0,00	1,95	2,40	2,19	2,18	7,00	6,95
42	10,36	2,25	12,61	0,00	3,65	2,40	3,25	1,83	2,83	4,95	7,66
50	12,19	2,55	14,74	3,65	3,90	2,40	3,25	3,78	2,83	8,43	6,31
65	19,60	5,07	24,67	3,90	5,48	2,40	3,25	4,69	2,83	15,40	9,27
77	16,92	4,48	21,40	5,48	4,38	2,40	3,25	4,93	2,83	13,60	7,80
91	8,10	1,81	9,91	4,38	0,00	2,40	3,25	2,19	2,83	4,33	5,58
46	10,68	2,54	13,22	0,00	3,65	3,25	3,05	1,83	3,15	4,85	8,37
48	7,66	2,84	10,50	3,65	3,90	3,25	3,05	3,78	3,15	5,72	4,78
63	21,39	5,85	27,24	3,90	5,48	3,25	3,05	4,69	3,15	16,30	10,94
75	19,65	5,32	24,97	5,48	4,38	3,25	3,05	4,93	3,15	15,24	9,73
89	8,87	1,85	10,72	4,38	0,00	3,25	3,05	2,19	3,15	4,40	6,32
44	11,13	2,54	13,67	0,00	3,65	3,05	3,28	1,83	3,17	5,00	8,67
57	12,93	2,98	15,91	3,65	3,90	3,05	3,28	3,78	3,17	8,65	7,26
61	21,80	5,81	27,61	3,90	5,48	3,05	3,28	4,69	3,17	16,49	11,12
73	18,75	5,01	23,76	5,48	3,10	3,05	3,28	4,29	3,17	13,67	10,09
2	7,99	2,02	10,01	3,10	1,28	3,05	3,28	2,19	3,17	4,09	5,92
87	2,60	0,21	2,81	1,28	0,00	3,05	3,28	0,64	3,17	0,47	2,34
43	8,36	1,26	9,62	0,00	3,65	3,28	0,00	1,83	1,64	5,07	4,55
59	14,39	2,64	17,03	3,90	5,48	3,28	0,00	4,69	1,64	12,62	4,41
71	11,61	2,47	14,08	5,48	4,38	3,28	0,00	4,93	1,64	10,57	3,51
85	4,93	0,55	5,48	4,38	0,00	3,28	0,00	2,19	1,64	3,13	2,35
<b>Σ</b>	<b>322,36</b>	<b>75,50</b>	<b>397,86</b>							<b>228,94</b>	<b>168,92</b>

Una vez conocidas las fuerzas repartidas en ambas direcciones se realiza la comprobación de diseño, el área de cimentación asumida es del 50% del área total de la planta baja de construcción que equivale a 117m<sup>2</sup>.

Se verifica que el esfuerzo efectivo del suelo sea mayor al actuante por lo que la cimentación cumple esta condición de diseño.

**Tabla 3-29 Comprobación de diseño de la cimentación [autores]**

Comprobación de diseño				
Descripción	Símbolo	Fórmula	Valor	Unidad
Sumatoria de Reacciones	$\Sigma R$	$\Sigma R$	397,86	m <sup>2</sup>
Área total requerida	$A_{TR}$	$S R / q_e$	113,03	m <sup>2</sup>
Área real proporcionada	$A_{TP}$		<b>115,00</b>	m <sup>2</sup>
Esfuerzo efectivo del suelo	$q_e$		3,520	t/m <sup>2</sup>
Esfuerzo actuante en el suelo	$q_{act}$	$S R / A_{TP}$	3,460	t/m <sup>2</sup>
Condición de diseño		$q_{act} < q_e$	<b>Ok</b>	0,9829

Luego realizada esta verificación se calcula el ancho de la zapata en cada eje y este valor va a depender de la longitud de la zapata y las cargas repartidas en ambas direcciones.

**Tabla 3-30 Ancho de zapata en dirección "X" [autores]**

Eje x	Lx(m)	CM tot (t)	CV tot (t)	Bx (m)	Bx asum (m)
1	7,55	12,96	2,47	0,64	0,80
2	9,86	29,13	6,61	1,14	1,20
3	17,41	37,56	9,14	0,85	1,00
4	17,41	36,52	9,98	0,84	1,00
5	14,41	38,61	9,76	1,06	1,20
6	9,86	26,60	4,79	1	1,20

**Tabla 3-31 Ancho de zapata en dirección "Y" [autores]**

Eje y	Ly(m)	CM tot (t)	CV tot (t)	By (m)	By asum (m)
A	13,93	30,56	6,39	0,84	1,00
B	6,30	14,60	3,74	0,92	1,00
C	13,93	35,53	8,70	1,00	1,20
D	11,98	30,50	7,80	1,01	1,20
F	11,98	19,77	3,77	0,62	0,80

Una vez obtenidas las secciones de la cimentación se calcula el refuerzo transversal para la zapata más crítica que es la del eje 5 en sentido x.

**Tabla 3-32 Datos para el diseño de la zapata más crítica [autores]**

DATOS			
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Descarga por carga muerta	$q_D$	2,80	t/m <sup>2</sup>
Descarga por carga viva	$q_L$	0,66	t/m <sup>2</sup>
Ancho de zapata	B	1,20	m
Recubrimiento del acero	r	7,50	cm
Altura mayor de zapata	H	25,00	cm
Altura menor de zapata	h	20,00	cm
Peralte efectivo asumido	d	17,50	cm
Ancho de viga zapata	C	0,50	m
Resistencia del hormigón	$f'_c$	240	kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero de refuerzo en barras	$f_y$	4.200	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de reducción por flexión	f	0,90	
Coefficiente de reducción por corte	f	0,75	

Se realiza la comprobación por cortante en la zapata para verificar que el peralte asignado es el adecuado.

**Tabla 3-33 Diseño estructural en hormigón armado de la zapata [autores]**

Comprobación del peralte efectivo "d" por cortante como viga cantiléver				
Descripción	Símbolo	Fórmula	Valor	Unidad
Esfuerzo del suelo último	$q_{ult}$	$1.2 q_D + 1.6 q_L$	4,41	t/m <sup>2</sup>
Longitud de corte	$X_v$	$\frac{1}{2} [ B - (C + 2 d) ]$	17,50	cm
Cortante último como viga cantiléver	$V_u$	$q_{ult} (X_v)$	0,77	t/m
Resistencia nominal al corte del hormigón	$\phi V_n$	$\phi 0.53 ( f'_c )^{1/2} d$	10,78	t/m
Condición de diseño		$\phi V_n > V_u$	<b>Ok</b>	

Se calcula el acero por flexión y temperatura y se comprueba que el acero proporcionado sea mayor al acero mínimo para determinar el número de varillas requeridos.

**Tabla 3-34 Acero a flexión requerido como viga cantiléver [autores]**

<b>Cálculo del acero a flexión requerido como viga cantiléver</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Longitud de flexión	Xf	$1/2 (B - C)$	35,00	cm
Momento último como viga cantiléver	Mu	$1/2 q_{ult} Xf^2$	0,27	t m / m
Factor k	k	$Mu / (\emptyset d^2 f'c)$	0,00409	
Área de acero requerido	As		0,41	cm <sup>2</sup> /m
Área de acero mínima	As <sub>min</sub>	0.0018 b H	4,50	cm <sup>2</sup> /m
Acero proporcionado - diámetro de barra	Di		12	mm
Área de acero por barra	A's	$p Di^2 / 4$	1,1310	cm <sup>2</sup>
Número mínimo de barras	Nb	$As / A's$	0,36	barras
Número de barras proporcionado	Nb		5	barras
Área de acero proporcionado	As	$As Nb$	<b>5,65</b>	cm <sup>2</sup> /m
Espaciamiento entre barras	s	$(100 - 2 r) / (n - 1)$	21,25	cm
Condición de diseño		$A's > As$	<b>Ok</b>	<b>0,80</b>
Área de acero por temperatura	As <sub>min</sub>	$0.0018 Xf 0.5 (H + h)$	1,42	cm <sup>2</sup>
Acero proporcionado - diámetro de barra	Di		8	mm
Número de barras proporcionado	Nb		3	barras
Área de acero proporcionado	A'st		1,51	cm <sup>2</sup>

La viga de cimentación más crítica es la que se encuentra en el eje 2 por lo que se mostrará el diseño estructural realizado para la misma, los demás diseños se encontrarán en el anexo 6. Las secciones de la viga son de 30x40cm. Se calculó la carga distribuida mayorada con la combinación más crítica 1,2D+1,6L y se modeló la viga en el software estructural para hallar los momentos máximos en cada claro, de acuerdo con estos momentos se calculó el refuerzo a flexión para cada viga.

**Tabla 3-35 Calculo de reacciones por carga viva y muerta [autores]**

<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Reacción total de carga muerta	q <sub>D</sub>	$\Sigma R_D / A_{TP}$	2,80	t/m <sup>2</sup>
Reacción total de carga viva	q <sub>L</sub>	$\Sigma R_L / A_{TP}$	0,66	t/m <sup>2</sup>
Reacción total mayorada			4,41	t/m <sup>2</sup>

**Tabla 3-36 Datos de sección para la viga de cimentación [autores]**

Datos		
<b>b=</b>	300	mm
<b>h=</b>	400	mm
<b>F'c=</b>	240	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fy=</b>	4200	Kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla 3-37 Acero de refuerzo para la viga de cimentación [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	p	Asmin
exterior A-C	apoyo exterior positivo	0	0,00	3	3φ20mm	9,42	11,122	0,00924	3,42000
	apoyo exterior negativo	0	0,00	3	3φ20mm	9,42	11,122	0,00924	3,42000
	centro del tramo negativo	5,12	4,43	3	3φ20mm	9,42	11,122	0,00924	3,42000
	apoyo interior positivo	23,33	20,17	8	8φ20mm	25,13	25,257	0,02464	3,42000
	apoyo interior negativo	11,665	10,08	4	4φ20mm	12,57	14,389	0,01232	3,42000
interior C-D	centro del tramo negativo	2,2	1,90	3	3φ16mm	6,03	7,35	0,00591	3,42000
	apoyo interior positivo	7,91	6,84	4	4φ16mm	8,04	9,61	0,00788	3,42000
	apoyo interior negativo	3,955	3,42	3	3φ16mm	6,03	7,35	0,00591	3,42000
exterior D-F	apoyo exterior positivo	0	0,00	3	3φ16mm	6,032	7,346	0,00591	3,42000
	apoyo exterior negativo	0	0,00	3	3φ16mm	6,032	7,346	0,00591	3,42000
	centro del tramo negativo	7,7	6,66	4	4φ16mm	8,042	9,615	0,00788	3,42000
	apoyo interior positivo	7,91	6,84	4	4φ16mm	8,042	9,615	0,00788	3,42000
	apoyo interior negativo	3,955	3,42	3	3φ16mm	6,032	7,346	0,00591	3,42000

# CAPÍTULO 4

## 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

El diseño del presente proyecto realizado para la empresa minera Cayo Gold cumplió con las expectativas deseadas, diseñando una estructura viable técnica y económicamente.

Una vez realizado el diseño arquitectónico del proyecto se optó por elaborar el análisis de alternativas donde resultó que la opción más viable considerando aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales y restricciones existentes en el lugar fue la propuesta del edificio hecho en hormigón armado que consiste en un sistema de pórticos armados resistentes a momentos (PARM) conformado de vigas y columnas.

El diseño estructural del edificio cumple con los criterios de diseño sismo resistente establecidos por la NEC-2015 y el ACI 318-14, obteniendo una estructura con una resistencia adecuada y dúctil disipando energía ante eventos sísmicos, cumpliendo derivas admisibles y obteniendo un periodo modal de la estructura por debajo del permitido por la norma NEC-2015.

Del ensayo de compresión simple ejecutado en laboratorio resultó que la capacidad del suelo para resistir cargas axiales fue bastante baja por lo que se optó por proponer un mejoramiento de suelo con una capa de 1,8m de materiales granular compactado para poder incrementar esta capacidad y proponer el diseño de la cimentación.

La cimentación escogida fue una zapata en dos direcciones debido a la baja capacidad admisible del suelo, se comprobó que el esfuerzo efectivo del suelo sea mayor al actuante, estableciendo un diseño óptimo para la estructura.

El presupuesto referencial del proyecto se elaboró basado en los precios actuales en el mercado, donde el costo estimado de la estructura por metro

cuadrado resultó ser de \$142/m<sup>2</sup> el mismo que concuerda el costo de construcción por m<sup>2</sup> en sitio que oscila entre \$140/m<sup>2</sup> a 200/m<sup>2</sup>. Esto quiere decir que la construcción de este edificio es positiva en el aspecto económico, ofreciendo precios accesibles al cliente, estos precios por metro cuadrado están tomando en consideración únicamente el proyecto en obra gris sin incluir instalaciones eléctricas y sanitarias.

La guía de buenas prácticas ambientales se lo ha realizado con el objetivo de optimizar recursos y reducir los impactos ambientales por parte de las entidades que ejecutarán este proyecto en el sector Pache-Portovelo.

## **4.2 Recomendaciones**

A continuación, se recomiendan los siguientes aspectos:

Realizar nuevamente un estudio de suelos a una mayor profundidad de excavación debido a la presencia del nivel freático y para conocer si existe únicamente arcilla a un nivel de hasta 3m de profundidad ya que las muestras tomadas fueron a una profundidad de 1 a 1,3m. Además de que con este nuevo estudio se confirmaría la resistencia al corte no drenado del mismo obtenido en los ensayos realizados en laboratorio.

Aplicar un material de mejoramiento granular a una profundidad de 1,5m y los últimos 30cm aplicar piedra bola para separar el suelo de mejorado del suelo en sitio, también se puede aplicar una capa geotextil impermeabilizante para evitar que el agua entre en contacto con la cimentación y el material mejorado.

Realizar un análisis estático no-lineal para el sistema para conocer de una manera más precisa el comportamiento de la estructura en el rango inelástico utilizando el método Pushover.

Cumplir a cabalidad con el detallamiento de los planos arquitectónicos y estructurales para que la estructura cumpla con lo establecido en este proyecto.

Cumplir con la guía de buenas prácticas ambientales presentadas en el proyecto para el beneficio de la comunidad del sector.

Realizar un mantenimiento a la estructura en caso de que sea requerido para alargar su tiempo de vida útil.

# BIBLIOGRAFÍA

- Das, B. M. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México: Cengage Learning.
- De Morales, F., & D'Ercole, R. (2001). *Cartografía de riesgos y capacidades en el Ecuador*. Quito.
- Duque, J., González, S., & Garzón, Ó. (2015). *Levantamiento de cartografía temática escala 1:25.000, lotes 1 y 2*. Portovelo.
- Duque., P. (2000). Breve léxico estratigráfico de Ecuador. *Sistema de información geológica y minera*, 98pp.
- Fernández, J. A., & Miranda Vidales, J. (2007). *Corrosión en las estructuras de hormigón armado: fundamentos, medidas, diagnosis y prevención*. Madrid: CSIC.
- García Núñez, M. A. (2018). Estudio sobre la efectividad del factor de sobre-resistencia del criterio columna fuerte-viga débil en el diseño sísmico de pórticos de hormigón mediante el análisis dinámico no lineal. *Escola de Camins*, 14-23.
- Grases, J. (s.f.). *Concreto armado en zonas sísmicas*.
- McCormac, J. C., & Russell H., B. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado*. México: Alfaomega.
- Medina Sánchez, E. (2008). *Construcción de estructuras de hormigón armado edificación 2da edición*. Madrid: Publicaciones Delta .
- Moehle, J. P., & D. Hoper, J. (2016). Seismic design of reinforced concrete special moment frames.
- Ordoñez, M. J. (2006). *Micropaleontología ecuatoriana. Datos Bioestratigraficos y Paleoecologicos de las cuencas: Graven de Jambelí*.
- PNUD. (2016). *Objetivos del desarrollo sostenible (ODS)*. ONU.
- Reyes, M. C. (2014). *Estudio de impacto ambiental. Fibesa transporte, distribución, comercialización, almacenamiento, utilización de insumos químicos*. Portovelo.
- Roberto, C. S. (2014). *Hormigones de alta resistencia ( $f'c = 50\text{MPa}$ ) utilizando agregados del sector de pifo y cemento armaduro especial Lafarge*. Quito.
- Tenorio Ríos, J. A., Vega Catalán, L., Turmo Coderque, J., Burón Maestro, M., Alarcón Barrio, A., Consuegra Ávila, F. M., . . . D'Andrea, R. (2010). Los requisitos del código técnico de la edificación. Eficiencia energética e incremento de la sostenibilidad. Aplicación a los edificios de hormigón. *Cemento Hormigón*.

UNICEF, & OMS. (2010). *Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento (JMP)*.

Valencia, Y., Camapum, J., & Lara, L. (2011). *Aplicaciones adicionales de los resultados de pruebas de carga estática en el diseño geotécnico de cimentaciones*. Colombia: DYNA.

# ANEXO 1

## A1. ESPECTRO DE DISEÑO

Para determinar el espectro de diseño se consideró los siguientes valores iniciales que se obtuvieron a partir del estudio de suelo y de las tablas que se encuentran en la NEC-2015.

Lo primero que se tuvo que hacer fue encontrar el valor del factor Z que se encuentra en la tabla de la sección 10.2 NEC-2015 de acuerdo con el cantón y provincia donde se encuentre nuestro proyecto.

Después se determinó la clase de sitio que en la norma están dentro de un rango de la A hasta la F en casos especiales, los cuales se definen por la velocidad de onda para las rocas y para estratos menos rígidos por su porcentaje de humedad, límites plásticos y su resistencia al corte.

Con estos dos datos se procedió a encontrar los valores de los coeficientes de perfil de suelo  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$  en las siguientes tablas:

**Tabla A-1. 1 Tipo y Factores de sitio  $F_a$  [NEC-2015]**

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

**Tabla A-1. 2 Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$  [autores]**

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

**Tabla A-1. 3 Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$  [NEC-2015]**

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

De las tablas que se mostraron obtuvimos los siguientes valores:

**Tabla A-1. 4 Datos para el diseño del Espectro Sísmico [autores]**

<b>Ciudad</b>	<b>Portovelo</b>
Z	0.3
Suelo tipo	E
Fa	1.25
Fd	1.7
Fs	1.7

Después de definir los valores de la tabla anterior, se determinó el valor de amplificación espectral  $\eta$ . Este valor depende en que región se encuentre nuestro proyecto, para nuestro caso es en la región de la costa lo cual nos dio un valor de  $\eta = 1.80$

Con estos datos se procedió a determinar  $T_o$  y  $T_c$  que son los límites para el periodo de vibración donde sus ecuaciones respectivas son:

$$T_o = 0.1F_s \left( \frac{F_d}{F_a} \right) \quad (A1.1)$$

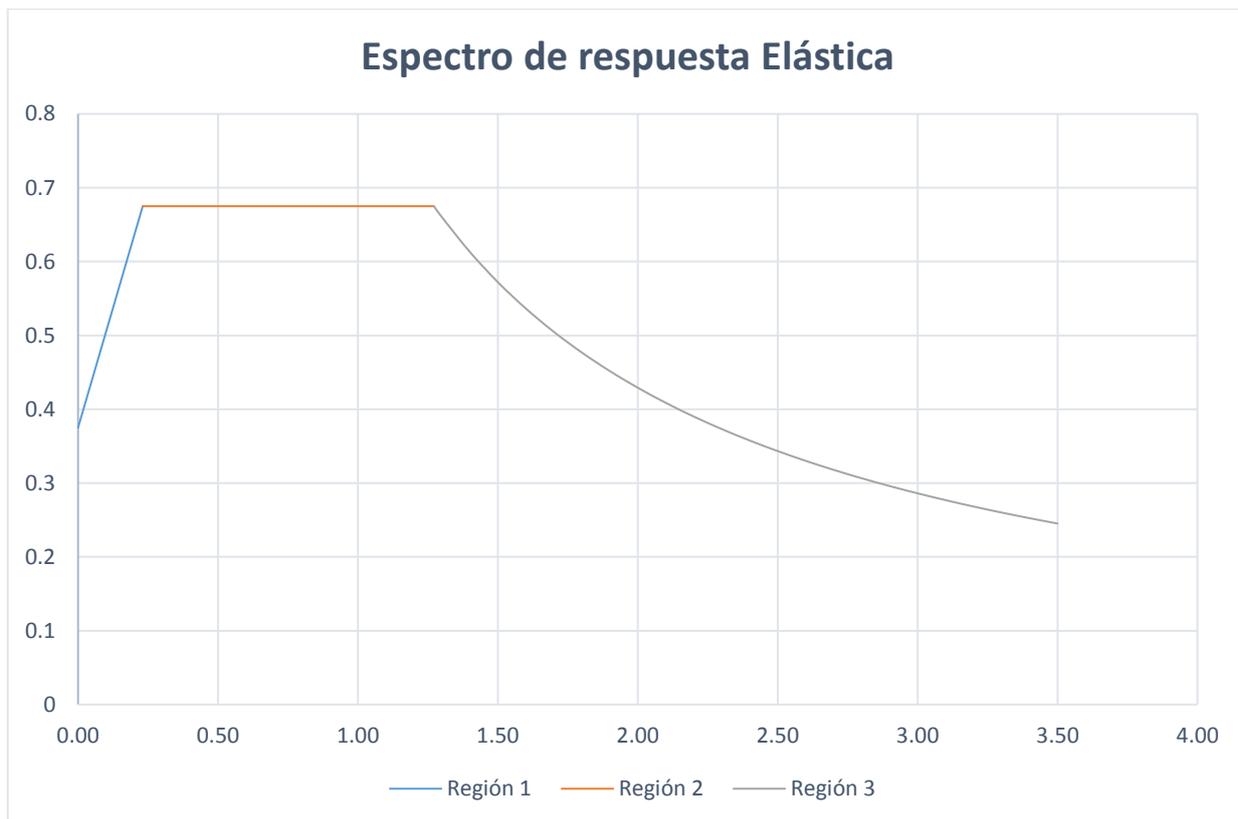
$$T_c = 0.55F_s \left( \frac{F_d}{F_a} \right) \quad (A1.2)$$

Dando como resultado  $T_o = 0.231$  y  $T_c = 1.272$ . Una vez obtenido estos valores se procedió a determinar las regiones de la gráfica del espectro sísmico elástico.

**Tabla A-1. 5 Resultados de las regiones para el espectro de diseño elástico [autores]**

**Espectro Elástico**

<b>T(s)</b>	<b>Sa</b>
<b>Región 1</b>	
0,00	0,38
0,23	0,68
<b>Región 2</b>	
0,23	0,68
1,27	0,68
<b>Región 3</b>	
1,27	0,68
1,30	0,66
1,40	0,61
1,50	0,57
1,60	0,54
1,70	0,50
1,80	0,48
1,90	0,45
2,00	0,43
2,50	0,34
3,00	0,29
3,50	0,25

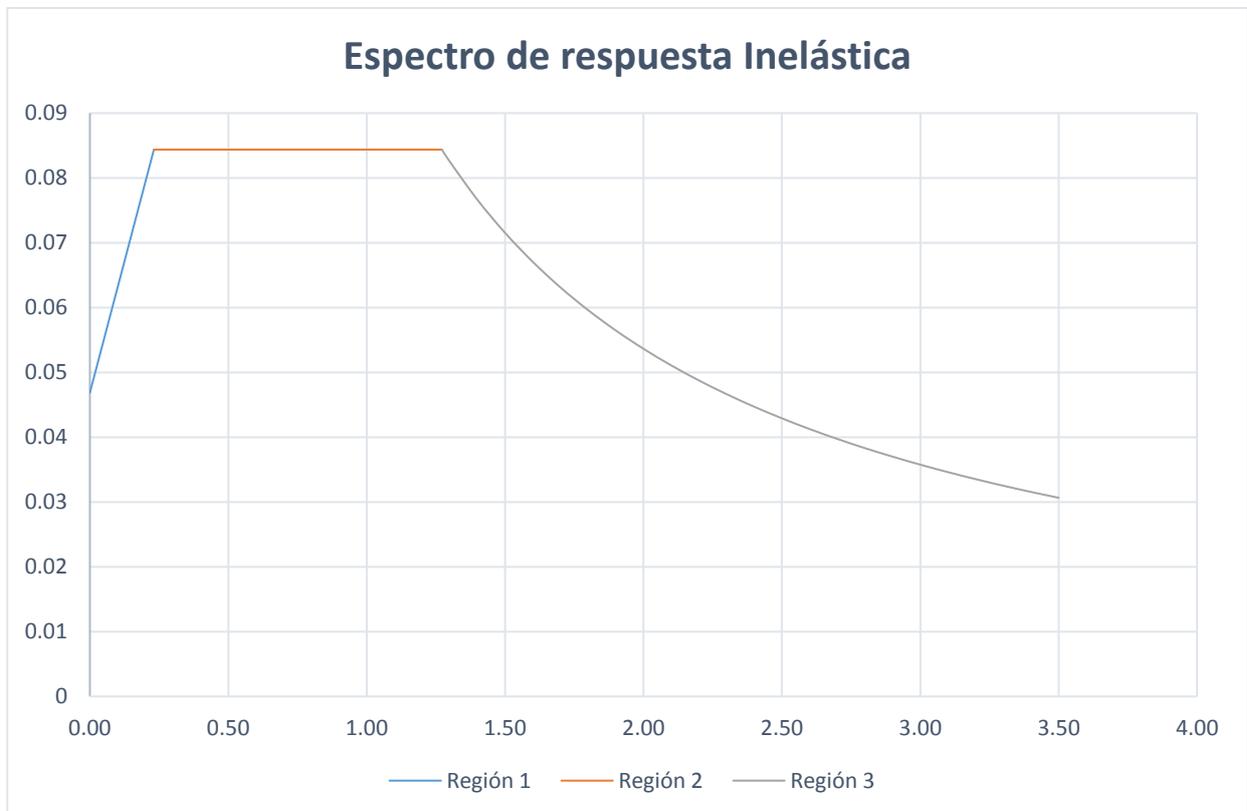


**Figura A-1 1 Espectro de respuesta Elástico [autores]**

Para determinar el espectro sísmico inelástico se debe considerar los factores de reducción  $R$ , importancia del edificio.  $R = 8$  y  $I = 1$  respectivamente.

**Tabla A-1. 6 Resultados de las regiones para el espectro de diseño elástico [autores]**

Espectro Inelástico	
T(s)	Sa
<b>Región 1</b>	
0,00	0,08
0,23	0,14
<b>Región 2</b>	
0,23	0,14
1,27	0,14
<b>Región 3</b>	
1,27	0,14
1,30	0,13
1,40	0,12
1,50	0,11
1,60	0,11
1,70	0,10
1,80	0,10
1,90	0,09
2,00	0,09
2,50	0,07
3,00	0,06
3,50	0,05



**Figura A-1 2 Espectro de respuesta Inelástico [autores]**

Se determino también el cortante basal aplicado a la estructura y el periodo de vibración:

**Tabla A-1. 7 Resultados del coeficiente basal [autores]**

<b>Cortante Basal</b>	
<b>R</b>	8
<b><math>\Phi_p</math></b>	1
<b><math>\Phi_e</math></b>	1
<b><math>I_e</math></b>	1
<b><math>S_a</math></b>	0,68
<b><math>C_s</math></b>	0,08
<b><math>W_{total}</math></b>	343,00
<b>V</b>	28,94

**Tabla A-1. 8 Resultados del Periodo de Vibración [autores]**

<b>Periodo Vibración</b>	
<b><math>C_t</math></b>	0,055
<b><math>\alpha</math></b>	0,9
<b><math>h_n</math></b>	6,8
<b>T</b>	0,31

# ANEXO 2

## A2. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL

En el modelamiento estructural se utilizó el programa ETABS donde se realizó la distribución estructural del edificio ubicando los elementos como vigas, columna y losa respectivamente en cada nivel siguiendo el modelo arquitectónico.

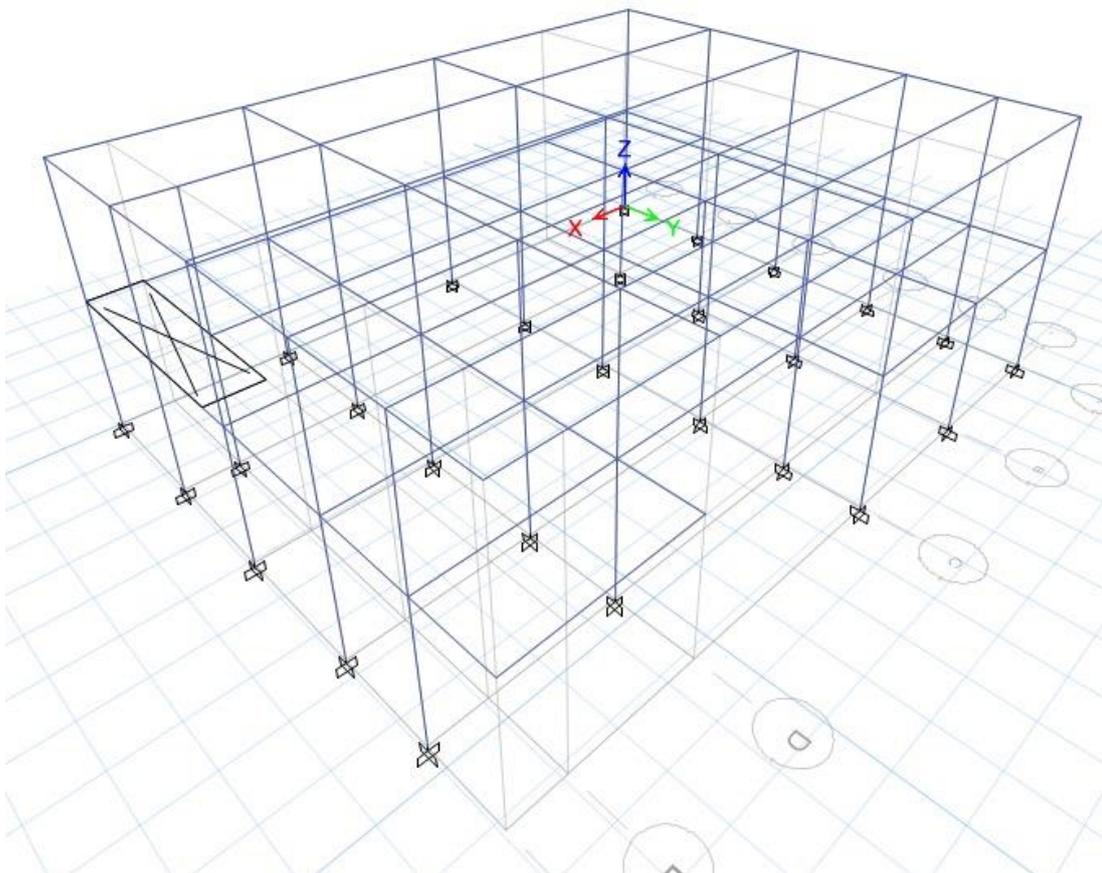
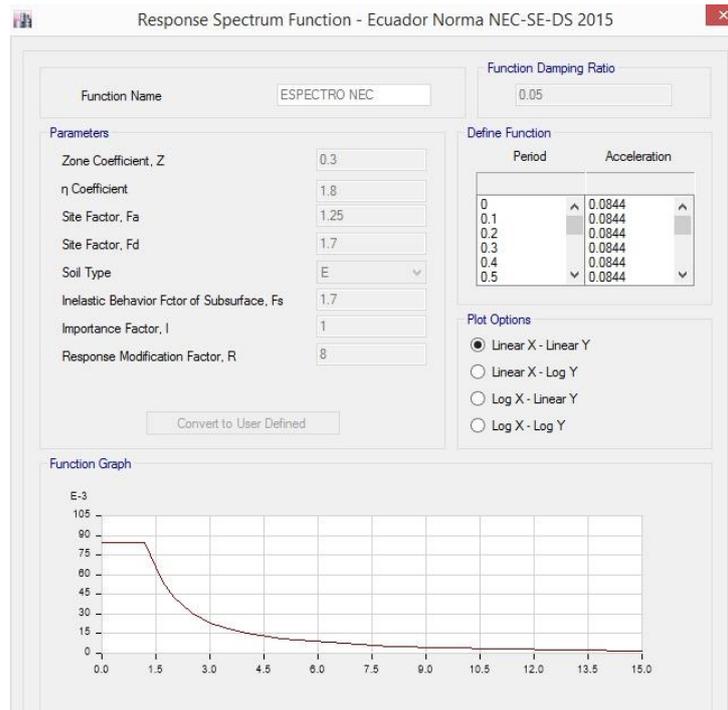


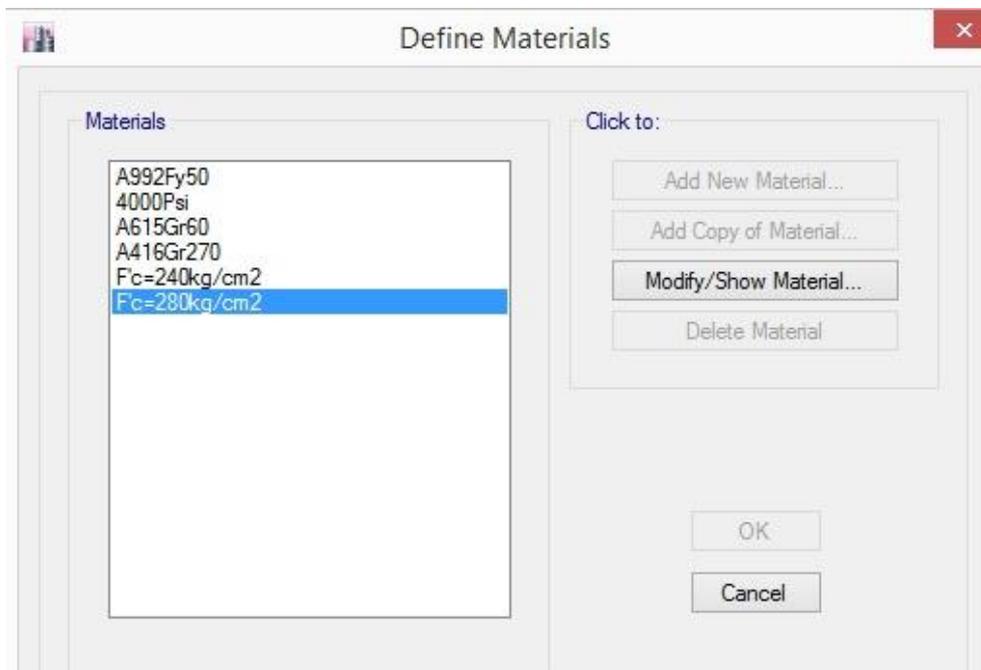
Figura A-2 1 Modelo Estructural en 3D [autores]

En el ETABS se ingresó el espectro de diseño ya analizado con los valores correspondiente.



**Figura A-2 2 Espectro Sísmico de respuesta en el modelo estructural [autores]**

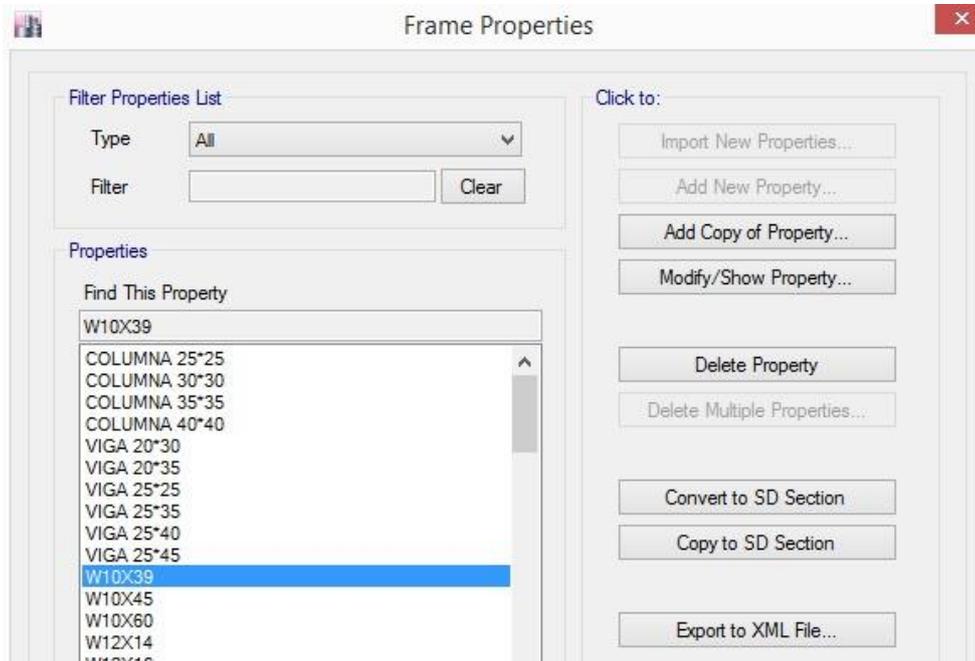
Después se procedió a definir los materiales a usar para el modelamiento, el cual fue



**Figura A-2 3 Definición de materiales en el modelo estructural [autores]**

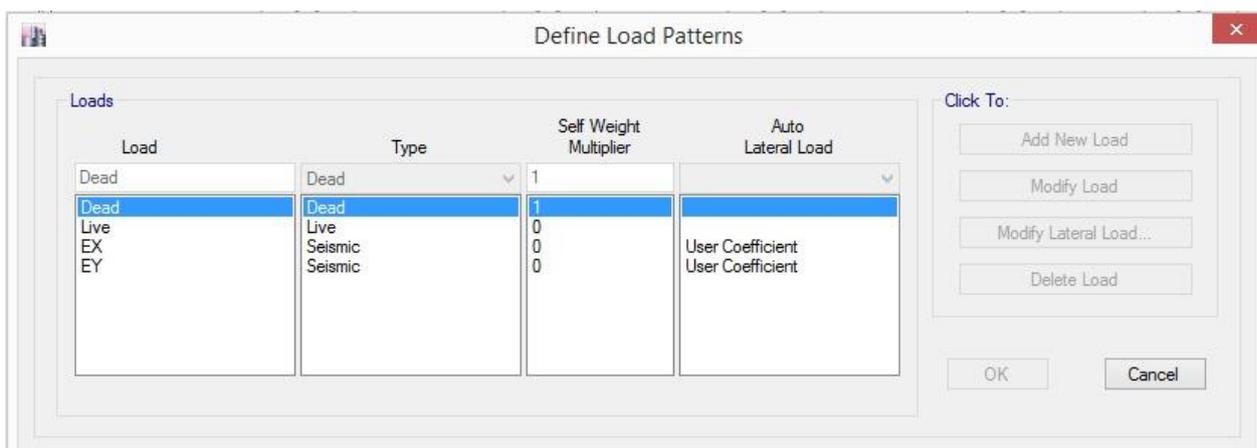
Se definido también tanto para vigas y columnas las dimensiones obtenidas por el predimensionamiento y sus secciones finales, los cuales por la

norma NEC-2015 en la sección 6.1.6 nos dice que las inercias de las secciones son agrietadas por lo consiguiente en los valores de la inercia se deberá considerar  $0.5I_g$  para vigas y  $0.8I_g$  para las columnas



**Figura A-2 4 Definición de secciones en el modelo estructural [autores]**

También se definió casos de cargas como lo son: Cargas Muerta, Cargas Viva y cargas por sismo en ambos sentidos.



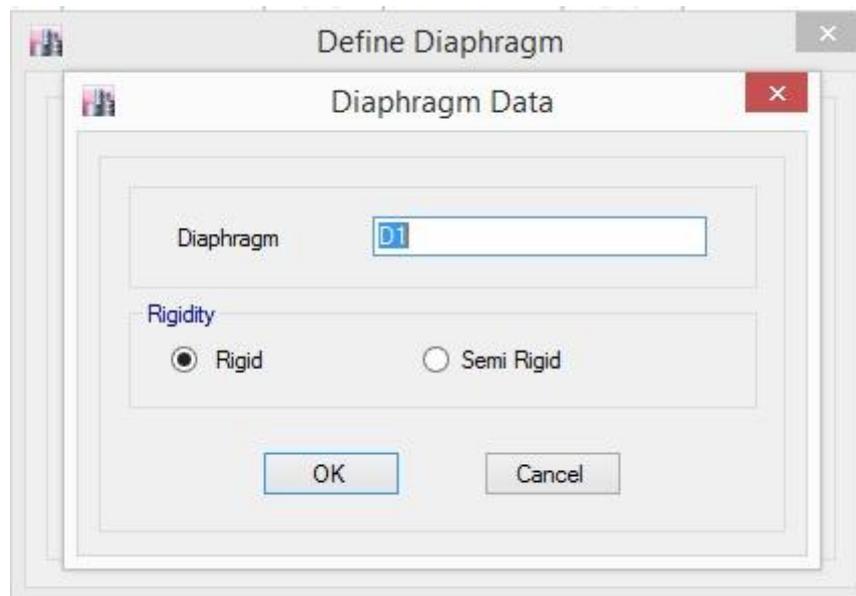
**Figura A-2 5 Definición de cargas en el modelo estructural [autores]**

A la estructura se le agrego restricciones empotrada en los nudos de la base.



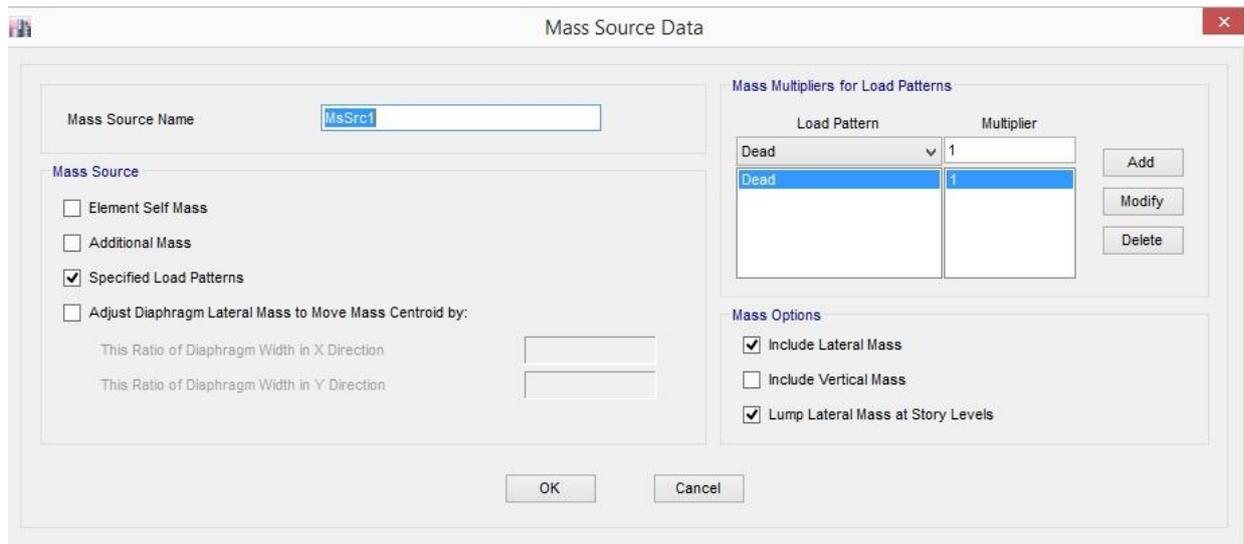
**Figura A-2 6 Definición de restricciones en los apoyos del modelo estructural [autores]**

Luego de definió y agrego los diafragmas de rigidez por cada piso de la estructura



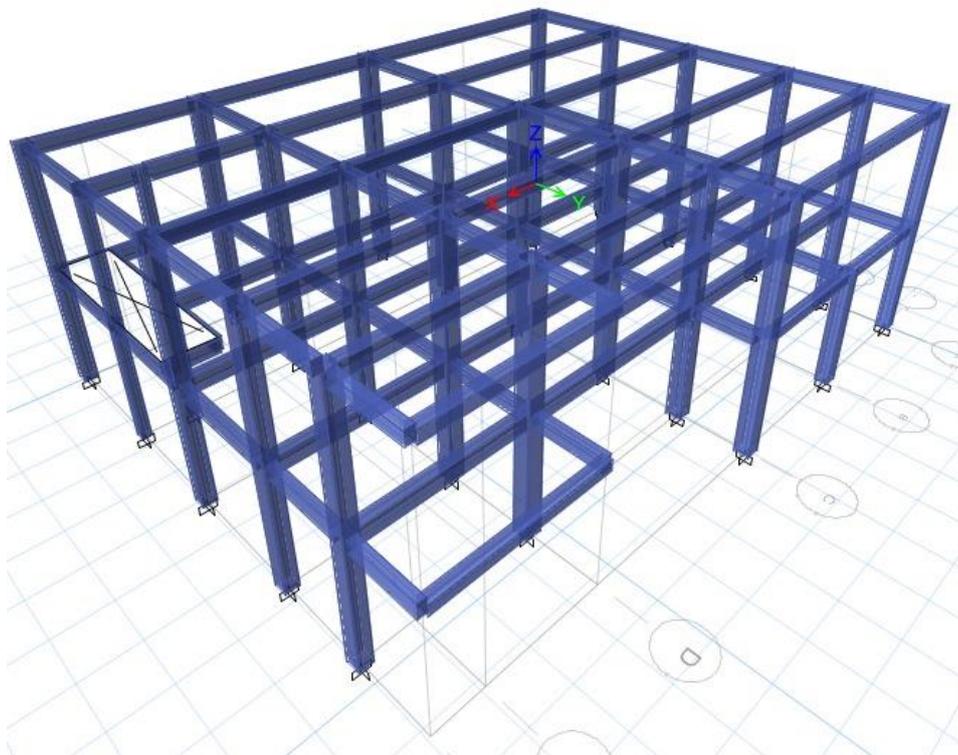
**Figura A-2 7 Definición del diafragma de rigidez [autores]**

La estructura se tiene que considerar como un solo elemento que se mueva como uno solo, por lo cual se definió un centro de masa para el cortante basal sísmico del edificio.



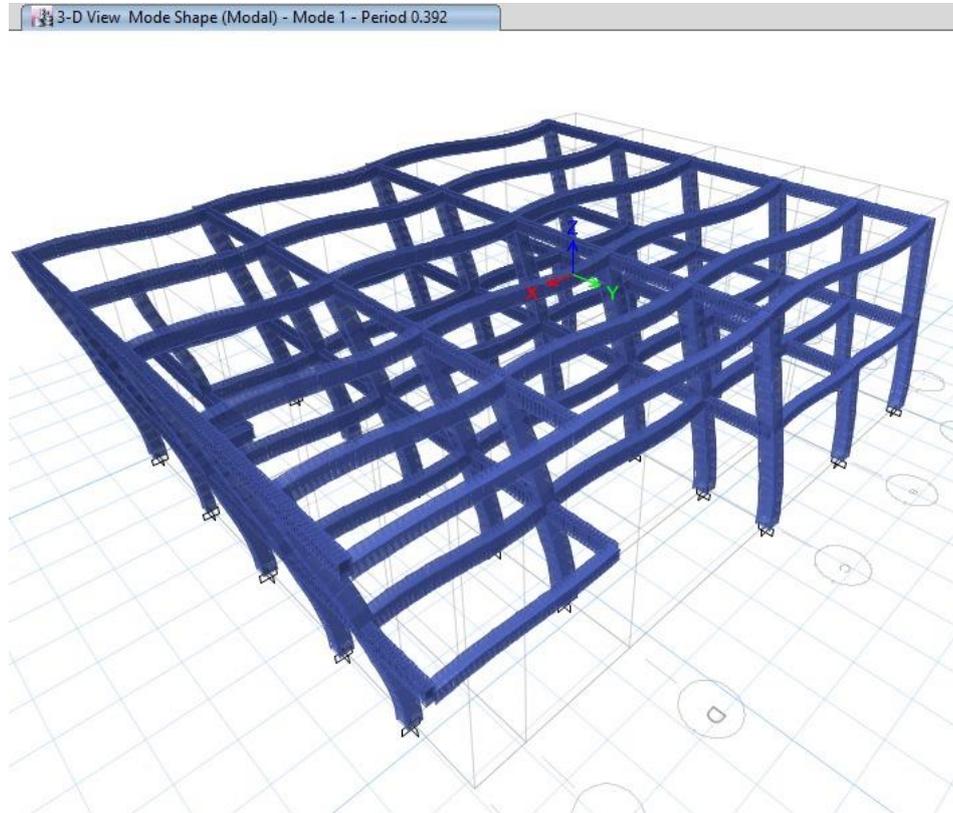
**Figura A-2 8 Definición del centro de masa [autores]**

Una vez definido los recursos necesarios para el modelamiento, se asignó a cada uno de los elementos correspondiente tanto en secciones como material para toda la estructura.



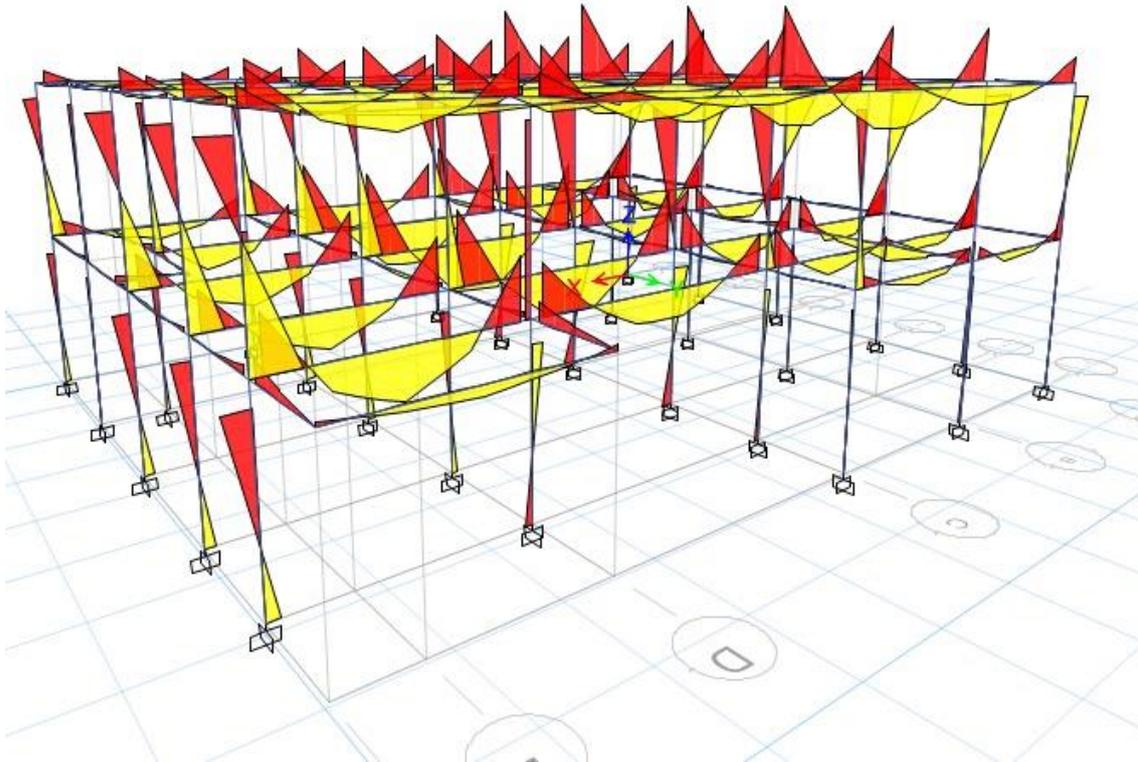
**Figura A-2 9 Asignación de secciones a los elementos estructurales [autores]**

Una vez colocado los elementos estructurales se procedió a realizar el análisis estructural dando como resultado para el periodo de vibración  $T=0.39$ .

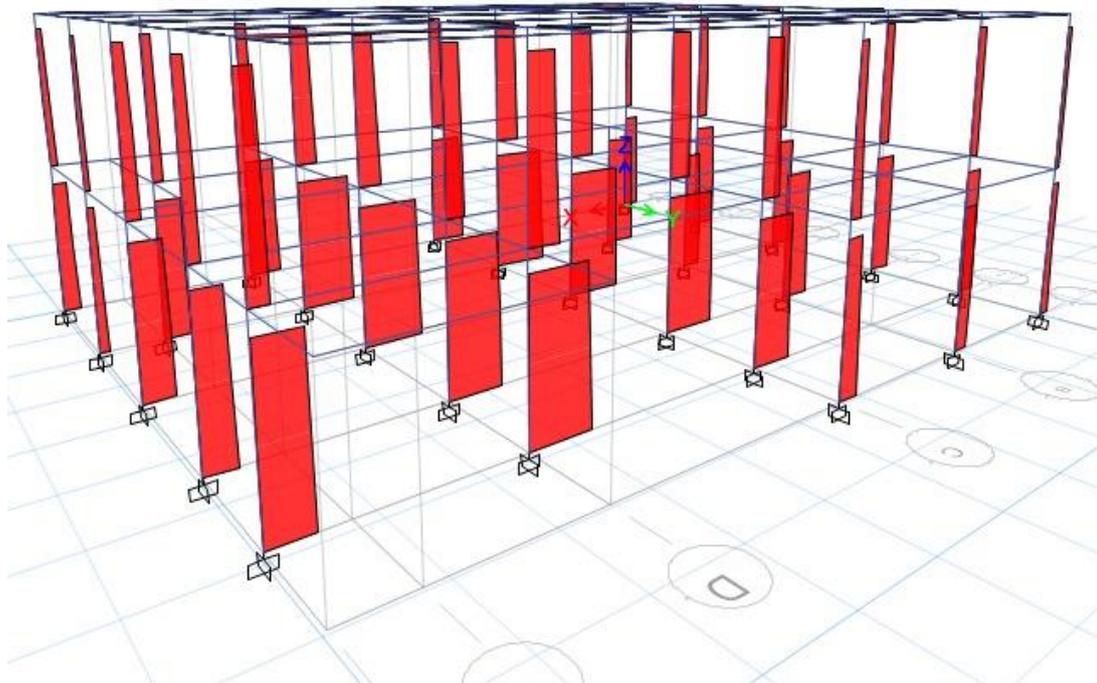


**Figura A-2 10 Deformación de la estructura por las cargas asignadas [autores]**

También del análisis estructural obtuvimos los valores para comprobar los momentos, cargas axiales y de corte los cuales nos ayudaran para realizar el diseño de los elementos de la edificación.



**Figura A-2 11 Diagrama de Momentos del análisis estructural vista 3D [autores]**



**Figura A-2 12 Diagrama Axial del análisis estructural vista 3D [autores]**

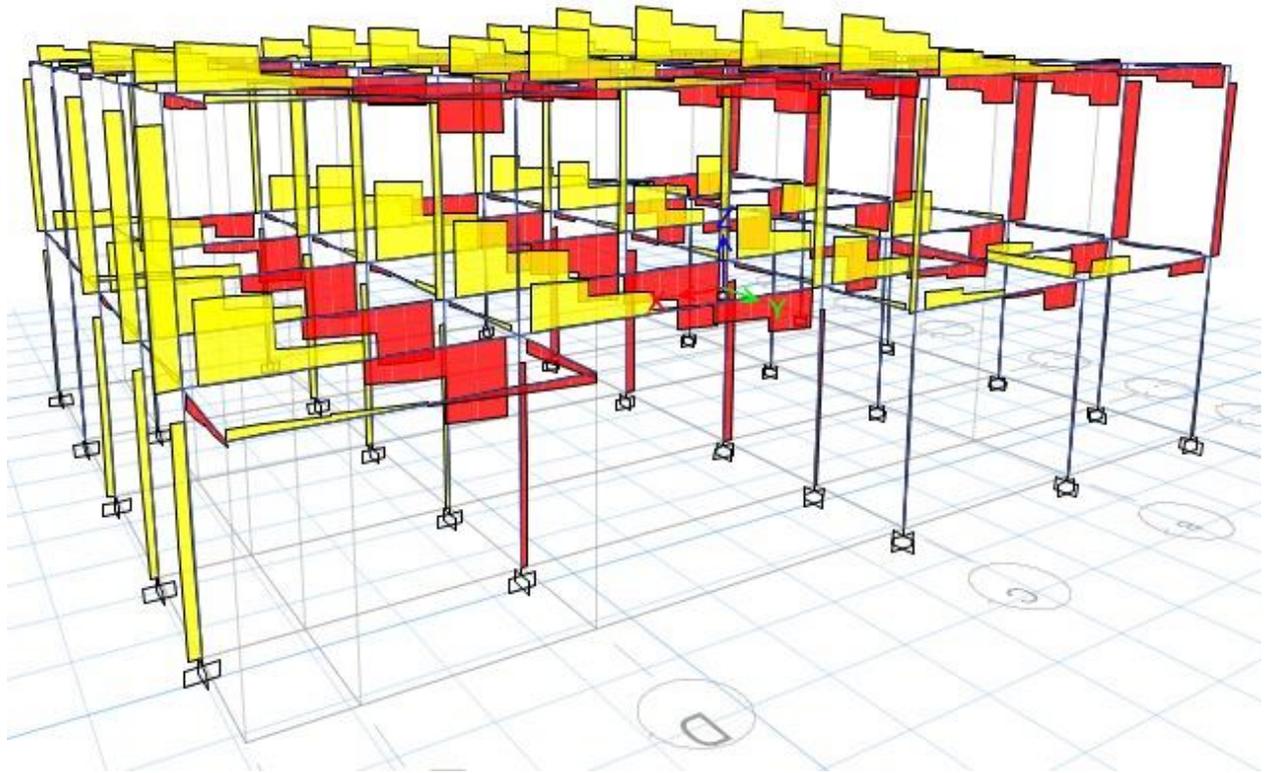


Figura A-2 13 Diagrama de cortante del análisis estructural vista 3D [autores]

# ANEXO 3

## A3. DISEÑO DE VIGAS PRINCIPALES

EJE X

Tabla A-3 1 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 1 primer nivel [autores]

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	1,1	1,7	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	apoyo exterior positivo	0,6	0,9	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	centro del tramo positivo	0,6	1,0	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	apoyo interior negativo	1,1	1,7	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	apoyo interior positivo	0,5	0,8	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
exterior D-F	apoyo exterior negativo	0,3	0,5	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	apoyo exterior positivo	0,2	0,2	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	centro del tramo positivo	0,7	1,1	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	apoyo interior negativo	0,4	0,6	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6
	apoyo interior positivo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	1,6	0,0048	1,6

Tabla A-3 2 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 1 segundo nivel [autores]

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	2,19	3,39	2	2φ16mm	4,02	2,672	0,00847	1,60000
	apoyo exterior positivo	1,1	1,7	2	2φ16mm	4,0	2,7	0,0085	1,6
	centro del tramo positivo	1,4	2,1	2	2φ16mm	4,0	2,7	0,0085	1,6
	apoyo interior negativo	2,4	3,6	2	2φ16mm	4,0	2,7	0,0085	1,6
	apoyo interior positivo	1,2	1,8	2	2φ16mm	4,0	2,7	0,0085	1,6
interior C-D	apoyo exterior negativo	0,6	0,9	2	2φ14mm	3,1	2,1	0,0065	1,6
	apoyo exterior positivo	1,5	2,3	2	2φ14mm	3,1	2,1	0,0065	1,6
	centro del tramo positivo	0,7	1,1	2	2φ14mm	3,1	2,1	0,0065	1,6
exterior D-F	apoyo exterior negativo	0,2	0,2	2	2φ14mm	3,1	2,1	0,0065	1,6
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ14mm	3,1	2,1	0,0065	1,6
	centro del tramo positivo	0,3	0,5	2	2φ14mm	3,1	2,1	0,0065	1,6
	apoyo interior negativo	0,7	1,1	2	2φ14mm	3,1	2,084	0,0065	1,6
	apoyo interior positivo	0,4	0,6	2	2φ14mm	3,1	2,084	0,0065	1,6

**Tabla A-3 3 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 2 primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	3,6	3,1	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,8	1,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	1,5	1,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	4,1	3,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior positivo	2,1	1,8	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior C-D	apoyo exterior negativo	2,1	1,8	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	5,3	4,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	centro del tramo positivo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
exterior D-F	apoyo exterior negativo	4,6	4,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	3,6	3,1	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	5,3	4,6	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9

**Tabla A-3 4 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 2 segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	3,6	3,1	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,8	1,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	1,5	1,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	4,1	3,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior positivo	2,1	1,8	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior C-D	apoyo exterior negativo	2,1	1,8	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	5,3	4,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	centro del tramo positivo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
exterior D-F	apoyo exterior negativo	4,6	4,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	3,6	3,1	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	5,3	4,6	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9

**Tabla A-3 5 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 3 primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior A-B	apoyo exterior negativo	3,4	2,9	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,7	1,5	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	1,7	1,5	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	3,2	2,8	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior positivo	1,6	1,4	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior B-C	centro del tramo positivo	2,2	1,9	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	5,3	4,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior C-D	centro del tramo positivo	3,9	3,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	6,5	5,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	3,2	2,8	2	2φ16mm	4,0	4,95	0,0047	2,9
exterior D-E	apoyo exterior negativo	4,6	4,0	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	2,9	2,5	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	6,5	5,6	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	3,2	2,8	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9

**Tabla A-3 6 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 3 segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	5,35	5,42	3	3φ16mm	6,03	6,125	0,0083	2,4
	apoyo exterior positivo	2,7	2,7	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	4,2	4,2	3	3φ16mm	6,0	6,1	0,0083	2,4
	apoyo interior negativo	6,4	6,5	4	4φ16mm	8,0	8,0	0,0111	2,4
	apoyo interior positivo	3,2	3,3	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
interior C-D	apoyo exterior negativo	1,7	1,6	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	3,0	3,0	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	1,5	1,5	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
exterior D-F	apoyo exterior negativo	2,1	2,1	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	1,0	1,1	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	1,3	1,4	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo interior negativo	3,0	3,0	2	2φ16mm	4,0	4,192	0,0055	2,4
	apoyo interior positivo	1,5	1,5	2	2φ16mm	4,0	4,192	0,0055	2,4

**Tabla A-3 7 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 4 primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	P	Asmin
exterior A-B	apoyo exterior negativo	3,6	3,1	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,8	1,5	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	1,9	1,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	3,5	3,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior positivo	1,7	1,5	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior B-C	centro del tramo positivo	2,4	2,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	7,1	6,1	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	3,5	3,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior C-D	centro del tramo positivo	4,8	4,2	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	7,6	6,5	4	4φ16mm	8,0	9,5	0,0095	2,9
	apoyo interior positivo	3,8	3,3	2	2φ16mm	4,0	4,95	0,0047	2,9
exterior D-E	apoyo exterior negativo	3,7	3,2	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,9	1,6	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	2,8	2,4	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	7,6	6,5	4	4φ16mm	8,0	9,471	0,0095	2,9
	apoyo interior positivo	3,8	3,3	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9

**Tabla A-3 8 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 4 segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	P	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	5,84	5,92	3	3φ16mm	6,03	6,125	0,0083	2,4
	apoyo exterior positivo	2,9	3,0	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	4,6	4,7	3	3φ16mm	6,0	6,1	0,0083	2,4
	apoyo interior negativo	7,1	7,2	4	4φ16mm	8,0	8,0	0,0111	2,4
	apoyo interior positivo	3,6	3,6	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
interior C-D	apoyo exterior negativo	2,0	2,0	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	2,6	2,6	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	1,3	1,3	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
exterior D-F	apoyo exterior negativo	2,2	2,3	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	1,1	1,1	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	1,5	1,5	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo interior negativo	2,6	2,6	2	2φ16mm	4,0	4,192	0,0055	2,4
	apoyo interior positivo	1,3	1,3	2	2φ16mm	4,0	4,192	0,0055	2,4

**Tabla A-3 9 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 6 primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	5,1	4,4	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo exterior positivo	2,6	2,2	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	2,7	2,4	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	6,0	5,2	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	3,0	2,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior C-D	apoyo exterior negativo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	4,7	4,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
exterior D-F	apoyo exterior negativo	2,6	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,3	1,1	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	1,4	1,2	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	4,7	4,0	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9

**Tabla A-3 10 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico 6 segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior A-C	apoyo exterior negativo	3,9	4,0	3	3φ16mm	6,03	6,13	0,0083	2,4
	apoyo exterior positivo	2,0	2,0	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	3,1	3,1	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo interior negativo	4,7	4,7	3	3φ16mm	6,0	6,1	0,0083	2,4
	apoyo interior positivo	2,3	2,4	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
interior C-D	apoyo exterior negativo	1,2	1,2	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	2,3	2,3	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	1,2	1,2	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
exterior D-F	apoyo exterior negativo	1,7	1,7	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo exterior positivo	0,8	0,9	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	centro del tramo positivo	0,8	0,8	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo interior negativo	2,3	2,3	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4
	apoyo interior positivo	1,2	1,2	2	2φ16mm	4,0	4,2	0,0055	2,4

**Tabla A-3 11 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico A primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	5,1	4,4	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo exterior positivo	2,6	2,2	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	2,7	2,4	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	6,0	5,2	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	3,0	2,6	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
interior 2-5	apoyo exterior negativo	2,7	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	4,7	4,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	2,6	2,3	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	apoyo exterior positivo	1,3	1,1	2	2φ16mm	4,0	5,0	0,0047	2,9
	centro del tramo positivo	1,4	1,2	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior negativo	4,7	4,0	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9
	apoyo interior positivo	2,3	2,0	2	2φ16mm	4,0	4,952	0,0047	2,9

**Tabla A-3 12 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico A segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,33	0,40	2	2φ12mm	2,26	1,966	0,00471	1,63333
	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	1,1	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	0,4	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,3	0,4	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,6	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,1	0,2	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	0,6	0,7	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,3	0,4	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6

**Tabla A-3 13 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico B primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,54	0,55	2	2φ12mm	2,26	2,394	0,00390	1,96667
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	1,6	1,6	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,4	1,4	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,7	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	1,1	1,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,5	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	0,7	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,4	0,4	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,2	0,2	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,4	1,4	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,7	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0

**Tabla A-3 14 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico E primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,38	0,39	2	2φ12mm	2,26	2,394	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,4	0,4	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,5	1,5	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,8	0,8	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	1,1	1,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,5	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,8	1,9	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,9	0,9	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0

**Tabla A-3 15 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico C primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,85	0,86	2	2φ12mm	2,26	2,394	0,0039	1,97
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,2	0,2	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	0,9	0,9	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,4	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	1,2	1,2	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,6	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	1,0	1,0	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,5	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,3	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,6	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0

**Tabla A-3 16 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico C segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,39	0,48	2	2φ12mm	2,26	1,966	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	1,1	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,2	0,2	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	0,5	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,8	1,0	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,4	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	0,5	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	0,9	1,1	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,4	0,5	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6

**Tabla A-3 17 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico D primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,03	0,03	2	2φ12mm	2,26	2,394	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,6	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,6	1,7	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,8	0,8	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	1,2	1,2	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,6	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	0,8	0,8	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,4	0,4	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	0,8	0,8	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,4	0,4	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0

**Tabla A-3 18 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico D segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,2	0,24	2	2φ12mm	2,26	1,966	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,6	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,5	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	1,7	2,1	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,8	1,0	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,2	0,2	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	1,2	1,5	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,6	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	1,1	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,6	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	1,0	1,2	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	1,8	2,2	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,9	1,1	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6

**Tabla A-3 19 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico F primer nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,02	0,02	2	2φ12mm	2,26	2,394	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,2	0,2	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,6	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,6	1,6	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,8	0,8	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	1,3	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	1,9	1,9	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	centro del tramo positivo	0,4	0,4	2	2φ12mm	2,3	2,4	0,0039	2,0
	apoyo interior negativo	1,3	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0
	apoyo interior positivo	0,6	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,394	0,0039	2,0

**Tabla A-3 20 Valores de refuerzo para las vigas del pórtico F segundo nivel [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin (cm <sup>2</sup> )
exterior 1-2	apoyo exterior negativo	0,04	0,05	2	2φ12mm	2,26	1,966	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,1	0,1	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,4	0,5	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	1,2	1,5	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior positivo	0,6	0,7	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
interior 2-5	apoyo exterior negativo	0,3	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	1,1	1,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,5	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
exterior 5-6	apoyo exterior negativo	0,9	1,1	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo exterior positivo	0,5	0,6	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	centro del tramo positivo	0,2	0,3	2	2φ12mm	2,3	2,0	0,0047	1,6
	apoyo interior negativo	1,4	1,7	3	3φ12mm	3,4	2,886	0,0071	1,6
	apoyo interior positivo	0,7	0,9	2	2φ12mm	2,3	1,966	0,0047	1,6

# ANEXO 4

## A4. DISEÑO DE COLUMNAS

Columnas E5 y F5

Diagrama de interacción Pu-My

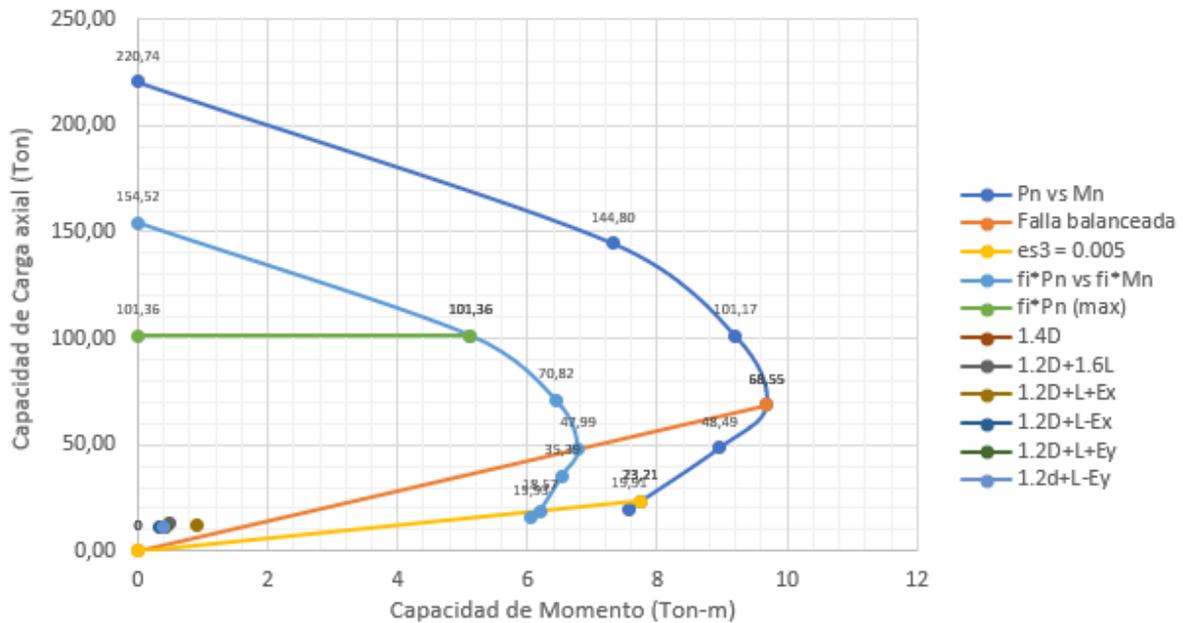


Figura A-4 1 Diagrama de Interacción columnas E5; F5 [autores]

Tabla A-4 1 Criterio columna fuerte viga débil E6 [autores]

COLUMNA	E5				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	6,1	6,1	Derecha	0	3,33
Inferior	6,1	6,1	Izquierda	9,92	3,33
$\Sigma C$	12,2	12,2	$\Sigma V$	9,92	6,66
<b>Dirección Este- Oeste</b>			<b>Dirección Norte-Sur</b>		
<b>Comprobación</b>			<b>Comprobación</b>		
$\Sigma C$	12,2	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	12,2	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	11,90		$1,2*\Sigma V$	7,99	

Tabla A-4 2 Criterio columna fuerte viga débil F5 [autores]

COLUMNA	F5				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	5,6	5,6	Derecha	0	3,33
Inferior	5,6	5,6	Izquierda	0	4,9
$\Sigma C$	11,2	11,2	$\Sigma V$	0	8,23
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	11,2	VERDADERO	$\Sigma C$	11,2	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	0,00		$1,2*\Sigma V$	9,88	

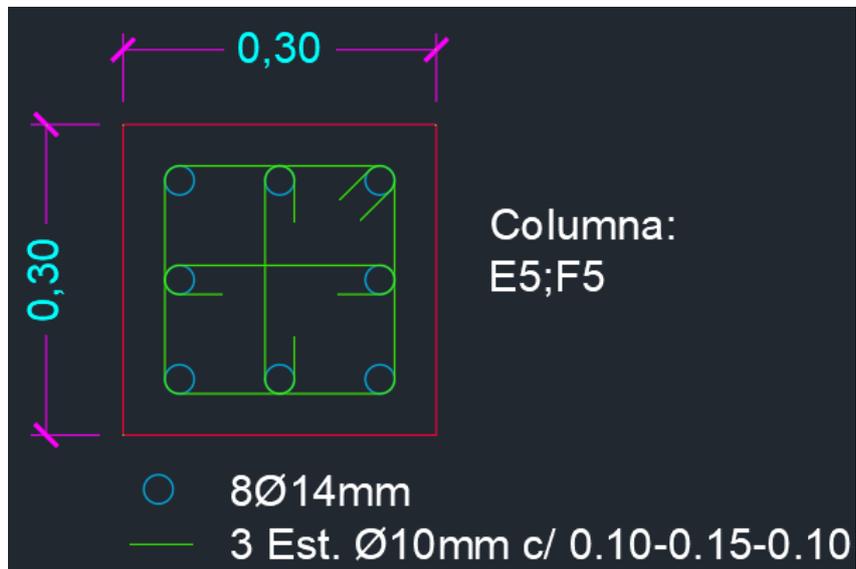


Figura A-4 2 Detalle de columnas E5; F5 [autores]

Columnas: A1; A2: A4; A5; C1; F2; F3

Diagrama de interacción Pu-My

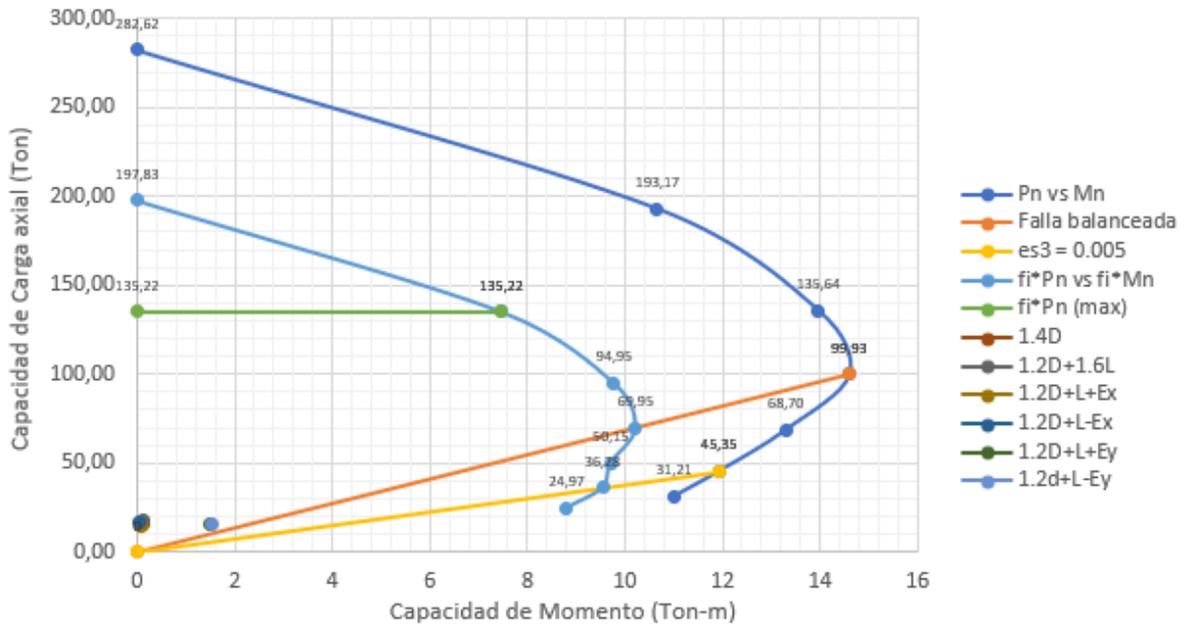


Figura A-4 3 Diagrama de Interacción columnas A1; A2: A4; A5; C1; F2; F3 [autores]

Tabla A-4 3 Criterio columna fuerte viga débil A1 [autores]

COLUMNA	A1				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posicion	Mnv	Mnv
Superior	8,7	8,7	Derecha	4,6	2,73
Inferior	8,7	8,7	Izquierda	0	0
$\Sigma C$	17,4	17,4	$\Sigma V$	4,6	2,73
<b>Dirección Este- Oeste</b>			<b>Dirección Norte-Sur</b>		
<b>Comprobación</b>			<b>Comprobación</b>		
$\Sigma C$	17,4	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	17,4	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	5,52		$1,2*\Sigma V$	3,28	

Tabla A-4 4 Criterio columna fuerte viga débil A2 [autores]

COLUMNA	A2				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8,5	8,5	Derecha	0	2,73
Inferior	8,5	8,5	Izquierda	6,88	2,73
$\Sigma C$	17	17	$\Sigma V$	6,88	5,46
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	17	VERDADERO	$\Sigma C$	17	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	8,26		$1,2*\Sigma V$	6,55	

Tabla A-4 5 Criterio columna fuerte viga débil A4 [autores]

COLUMNA	A4				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8,8	8,8	Derecha	0	2,73
Inferior	8,8	8,8	Izquierda	6,88	2,73
$\Sigma C$	17,6	17,6	$\Sigma V$	6,88	5,46
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	17,6	VERDADERO	$\Sigma C$	17,6	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	8,26		$1,2*\Sigma V$	6,55	

Tabla A-4 6 Criterio columna fuerte viga débil A5 [autores]

COLUMNA	A5				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8,8	8,8	Derecha	0	2,32
Inferior	8,8	8,8	Izquierda	6,88	2,32
$\Sigma C$	17,6	17,6	$\Sigma V$	6,88	4,64
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	17,6	VERDADERO	$\Sigma C$	17,6	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	8,26		$1,2*\Sigma V$	5,57	

Tabla A-4 7 Criterio columna fuerte viga débil C1 [autores]

COLUMNA	C1				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8,7	8,7	Derecha	0	0
Inferior	8,7	8,7	Izquierda	4,6	3,33
$\Sigma C$	17,4	17,4	$\Sigma V$	4,6	3,33
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	17,4	VERDADERO	$\Sigma C$	17,4	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	5,52		$1,2*\Sigma V$	4,00	

Tabla A-4 8 Criterio columna fuerte viga débil F2 [autores]

COLUMNA	F2				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8,7	8,7	Derecha	0	3,33
Inferior	8,7	8,7	Izquierda	9,92	4,9
$\Sigma C$	17,4	17,4	$\Sigma V$	9,92	8,23
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	17,4	VERDADERO	$\Sigma C$	17,4	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	11,90		$1,2*\Sigma V$	9,88	

Tabla A-4 9 Criterio columna fuerte viga débil F3 [autores]

COLUMNA	F3				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8	8	Derecha	0	4,9
Inferior	8	8	Izquierda	9,92	4,9
$\Sigma C$	16	16	$\Sigma V$	9,92	9,8
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	16	VERDADERO	$\Sigma C$	16	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	11,90		$1,2*\Sigma V$	11,76	

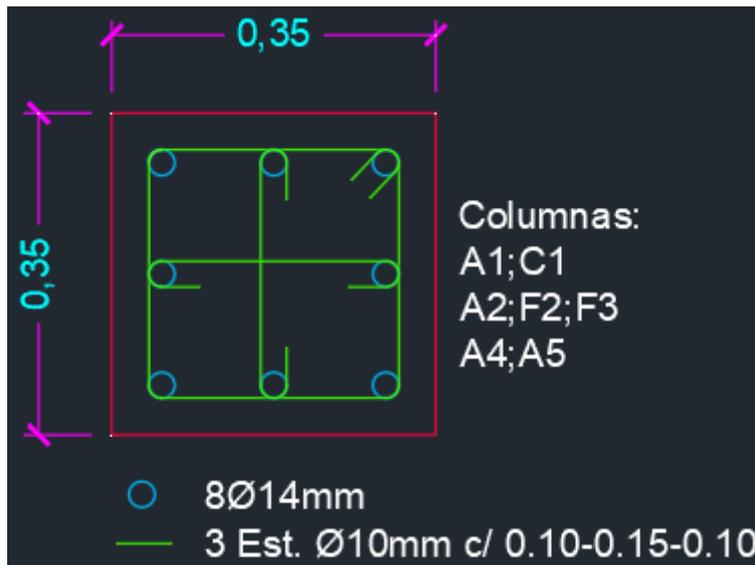


Figura A-4 4 Detalle de columnas A1; A2; A4; A5; C1; F2; F3 [autores]

Columnas: A3; F4; A6; F6

Diagrama de interaccion Pu-My

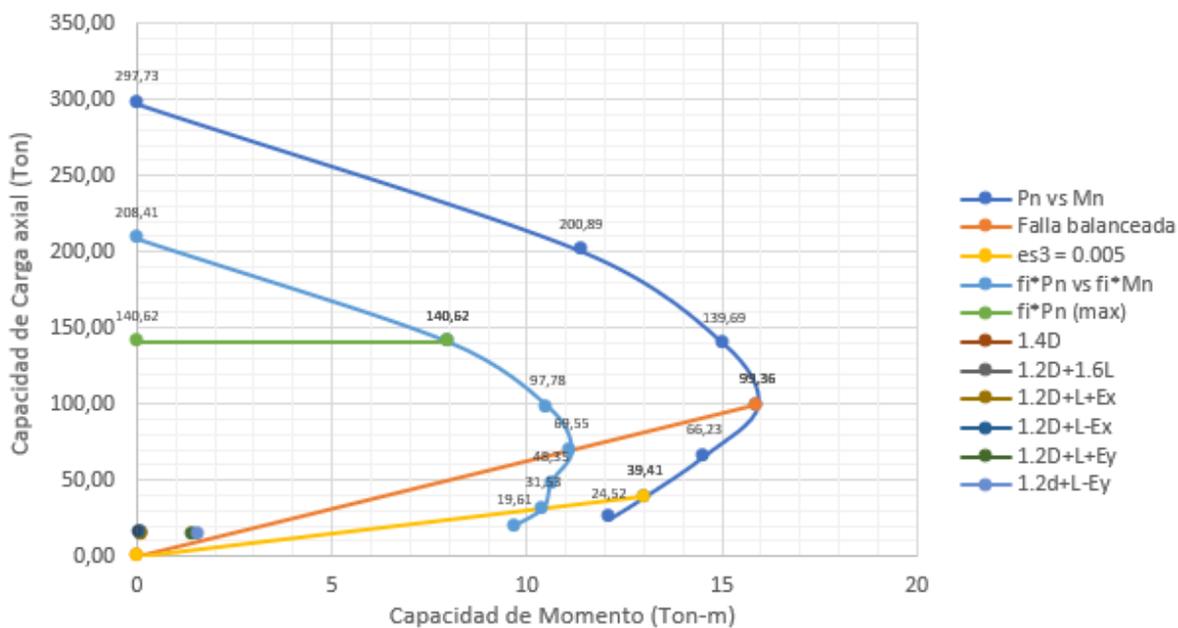


Figura A-4 5 Diagrama de Interacción columnas A3; F4; A6; F6 [autores]

Tabla A-4 10 Criterio columna fuerte viga débil A3 [autores]

COLUMNA	A3				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	9,6	9,6	Derecha	6,88	3,33
Inferior	9,6	9,6	Izquierda	0	3,33
$\Sigma C$	19,2	19,2	$\Sigma V$	6,88	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	19,2	VERDADERO	$\Sigma C$	19,2	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	8,26		$1,2*\Sigma V$	7,99	

Tabla A-4 11 Criterio columna fuerte viga débil A6 [autores]

COLUMNA	A6				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	9,6	9,6	Derecha	6,88	2,73
Inferior	9,6	9,6	Izquierda	0	0
$\Sigma C$	19,2	19,2	$\Sigma V$	6,88	2,73
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	19,2	VERDADERO	$\Sigma C$	19,2	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	8,26		$1,2*\Sigma V$	3,28	

Tabla A-4 12 Criterio columna fuerte viga débil F4 [autores]

COLUMNA	F4				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	9,6	9,6	Derecha	0	4,9
Inferior	9,6	9,6	Izquierda	12,86	4,9
$\Sigma C$	19,2	19,2	$\Sigma V$	12,86	9,8
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	19,2	VERDADERO	$\Sigma C$	19,2	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	15,43		$1,2*\Sigma V$	11,76	

Tabla A-4 13 Criterio columna fuerte viga débil F6 [autores]

COLUMNA	F6				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	7,2	7,2	Derecha	0	2,32
Inferior	7,2	7,2	Izquierda	6,88	0
$\Sigma C$	14,4	14,4	$\Sigma V$	6,88	2,32
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	14,4	VERDADERO	$\Sigma C$	14,4	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	8,26		$1,2*\Sigma V$	2,78	

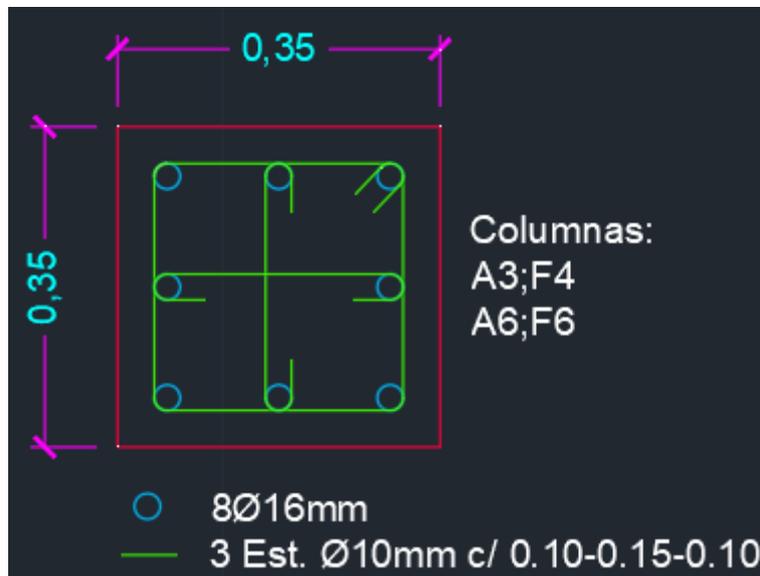


Figura A-4 6 Detalle de columnas A3; F4; A6; F6 [autores]

Columna: D4

Diagrama de interaccion Pu-My

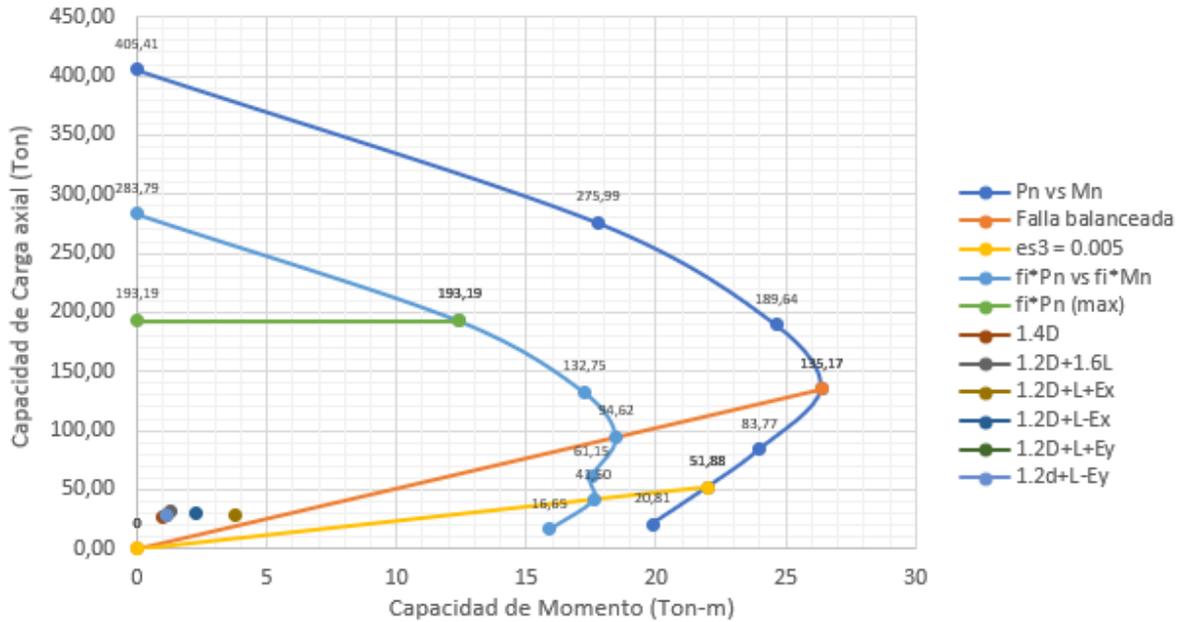


Figura A-4 7 Diagrama de Interacción columnas D4 [autores]

Tabla A-4 14 Criterio columna fuerte viga débil D4 [autores]

COLUMNA	D4		Criterio de columna fuerte viga débil		
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	16	16	Derecha	12,86	3,33
Inferior	16	16	Izquierda	12,86	3,33
$\Sigma C$	32	32	$\Sigma V$	25,72	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	32	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	32	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	30,86	<b>VERDADERO</b>	$1,2*\Sigma V$	7,99	<b>VERDADERO</b>

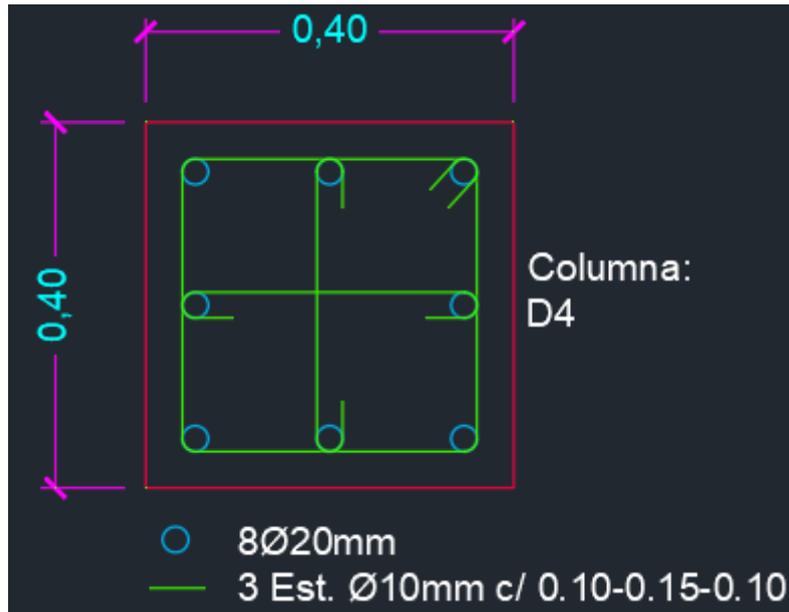


Figura A-4 8 Detalle de columna D4 [autores]

Columnas: C2; D5

Diagrama de interaccion Pu-My

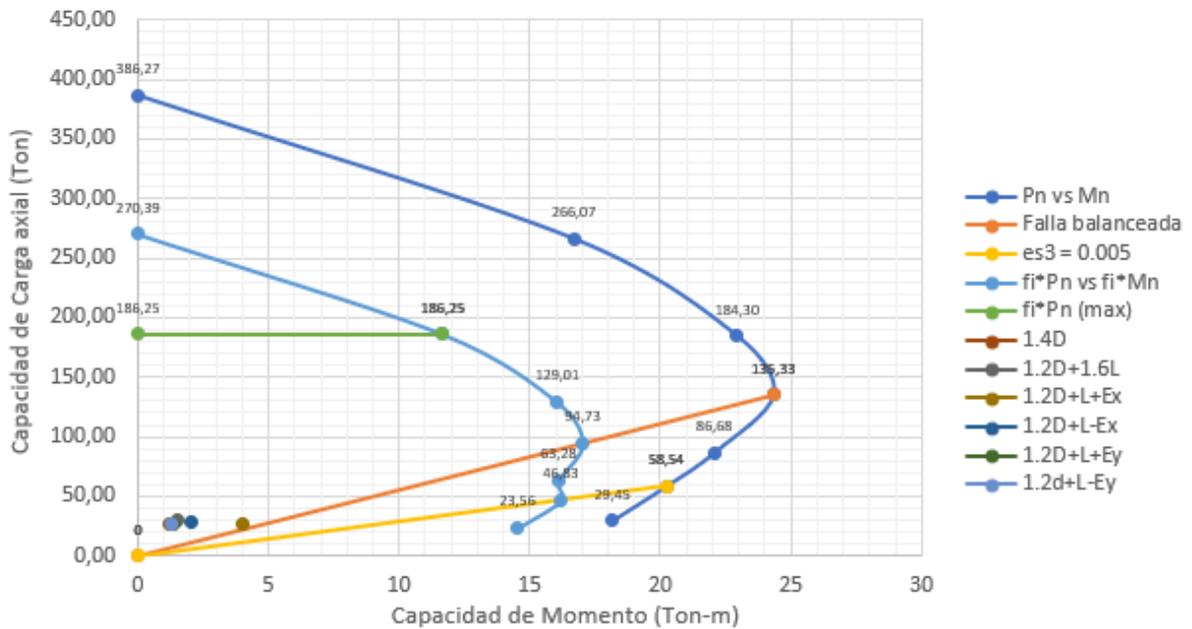


Figura A-4 9 Diagrama de Interacción columnas C2; D5 [autores]

Tabla A-4 15 Criterio columna fuerte viga débil C2 [autores]

COLUMNA	C2				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	14,7	14,7	Derecha	13	3,33
Inferior	14,7	14,7	Izquierda	9,92	3,33
$\Sigma C$	29,4	29,4	$\Sigma V$	22,92	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	29,4	VERDADERO	$\Sigma C$	29,4	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	27,50		$1,2*\Sigma V$	7,99	

Tabla A-4 16 Criterio columna fuerte viga débil D5 [autores]

COLUMNA	D5				
Criterio de columna fuerte viga débil					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	15,1	15,1	Derecha	9,92	2,32
Inferior	15,1	15,1	Izquierda	9,92	2,32
$\Sigma C$	30,2	30,2	$\Sigma V$	19,84	4,64
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	30,2	VERDADERO	$\Sigma C$	30,2	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	23,81		$1,2*\Sigma V$	5,57	

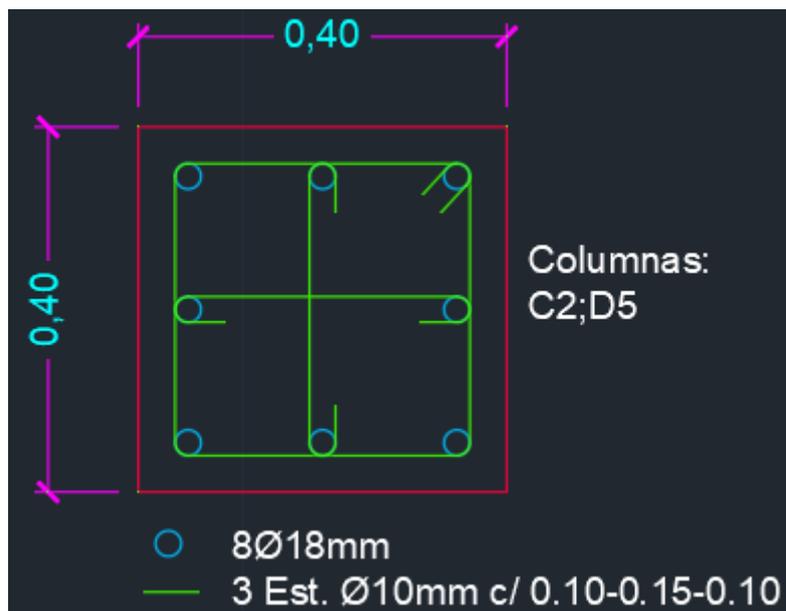


Figura A-4 10 Detalle de columnas C2; D5 [autores]

Columnas: C3; C4; C5; C6; D2; D3; D6

Diagrama de interaccion Pu-My

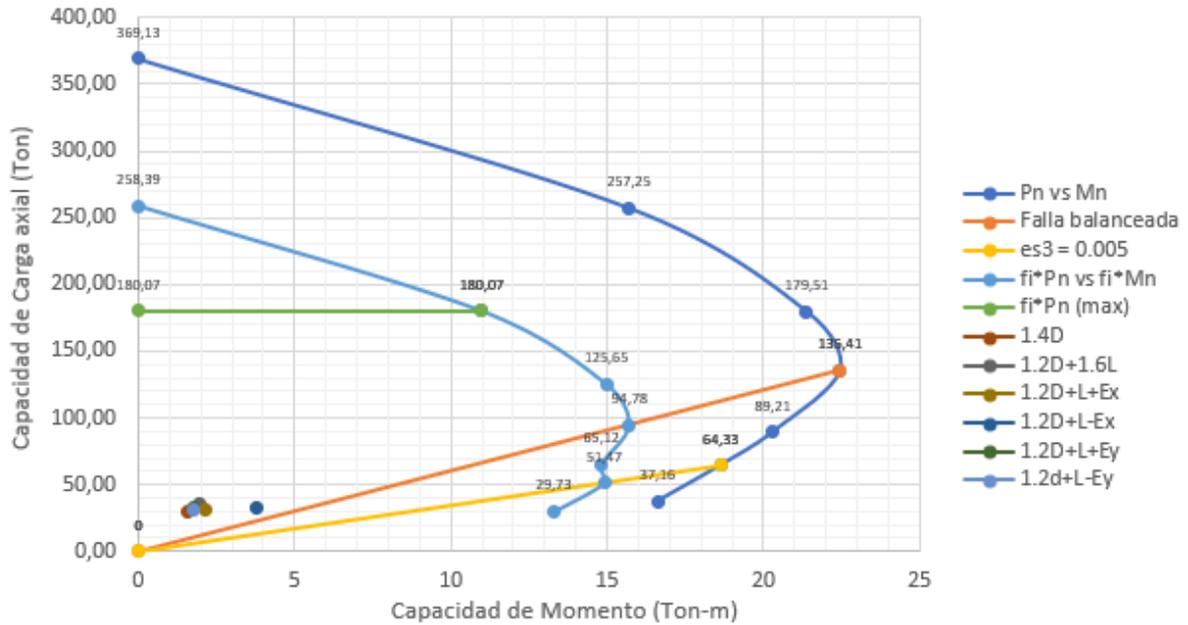


Figura A-4 11 Diagrama de Interacción columnas C3; C4; C5; C6; D2; D3; D6 [autores]

Tabla A-4 17 Criterio columna fuerte viga débil C3 [autores]

COLUMNA	C3				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,2	13,2	Derecha	9,92	2,32
Inferior	13,2	13,2	Izquierda	9,92	2,32
$\Sigma C$	26,4	26,4	$\Sigma V$	19,84	4,64
<b>Dirección Este- Oeste</b>			<b>Dirección Norte-Sur</b>		
<b>Comprobación</b>			<b>Comprobación</b>		
$\Sigma C$	26,4	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	26,4	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	23,81		$1,2*\Sigma V$	5,57	

Tabla A-4 18 Criterio columna fuerte viga débil C4 [autores]

COLUMNA	C4				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,9	13,9	Derecha	12,86	2,33
Inferior	13,9	13,9	Izquierda	9,92	2,33
$\Sigma C$	27,8	27,8	$\Sigma V$	22,78	4,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	27,8	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	26,4	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	27,34		$1,2*\Sigma V$	5,59	

Tabla A-4 19 Criterio columna fuerte viga débil C5 [autores]

COLUMNA	C5				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,3	13,3	Derecha	9,92	3,3
Inferior	13,3	13,3	Izquierda	9,92	3,3
$\Sigma C$	26,6	26,6	$\Sigma V$	19,84	6,6
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	26,6	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	26,6	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	23,81		$1,2*\Sigma V$	7,92	

Tabla A-4 20 Criterio columna fuerte viga débil C6 [autores]

COLUMNA	C6				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,3	13,3	Derecha	6,88	2,32
Inferior	13,3	13,3	Izquierda	6,88	0
$\Sigma C$	26,6	26,6	$\Sigma V$	13,76	2,32
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	26,6	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	26,6	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	16,51		$1,2*\Sigma V$	2,78	

Tabla A-4 21 Criterio columna fuerte viga débil D2 [autores]

COLUMNA	D2		Criterio de columna fuerte viga débil		
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,2	13,2	Derecha	9,92	2,33
Inferior	13,2	13,2	Izquierda	9,92	2,33
$\Sigma C$	26,4	26,4	$\Sigma V$	19,84	4,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	26,4	VERDADERO	$\Sigma C$	26,4	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	23,81		$1,2*\Sigma V$	5,59	

Tabla A-4 22 Criterio columna fuerte viga débil D3 [autores]

COLUMNA	D3		Criterio de columna fuerte viga débil		
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,2	13,2	Derecha	9,92	3,33
Inferior	13,2	13,2	Izquierda	9,92	3,33
$\Sigma C$	26,4	26,4	$\Sigma V$	19,84	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	26,4	VERDADERO	$\Sigma C$	26,4	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	23,81		$1,2*\Sigma V$	7,99	

Tabla A-4 23 Criterio columna fuerte viga débil D6 [autores]

COLUMNA	D6		Criterio de columna fuerte viga débil		
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	13,3	13,3	Derecha	6,88	3,33
Inferior	13,3	13,3	Izquierda	6,88	0
$\Sigma C$	26,6	26,6	$\Sigma V$	13,76	3,33
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	26,6	VERDADERO	$\Sigma C$	26,6	VERDADERO
$1,2*\Sigma V$	16,51		$1,2*\Sigma V$	4,00	

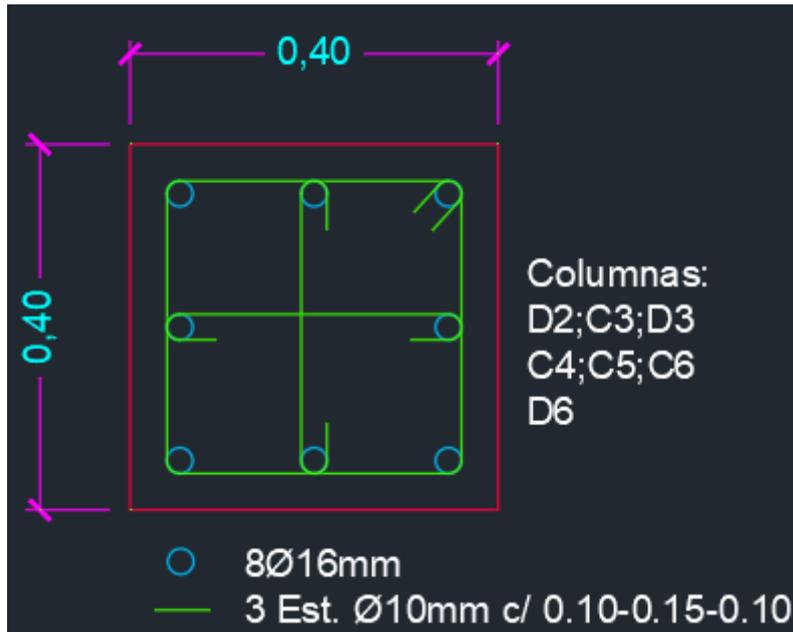


Figura A-4 12 Detalle de columnas C3; C4; C5; C6; D2; D3; D6 [autores]

Columna: B1

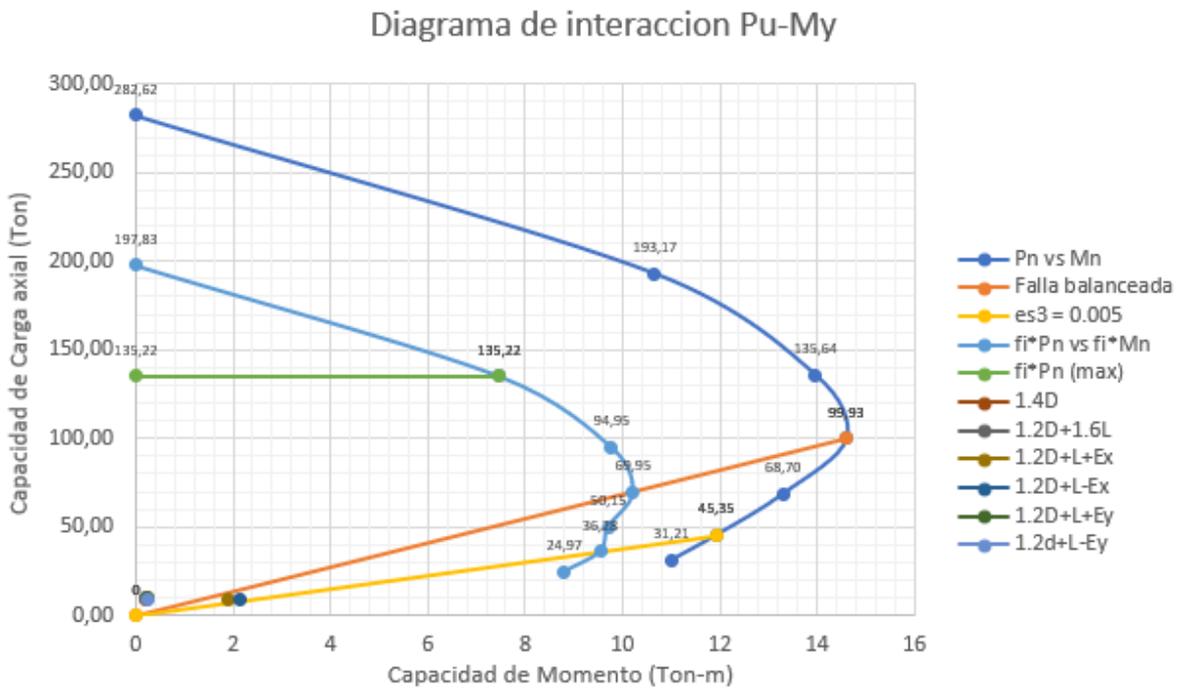


Figura A-4 13 Diagrama de Interacción columna B1 [autores]

Tabla A-4 24 Criterio columna fuerte viga débil B1 [autores]

COLUMNA	B1				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	8,7	8,7	Derecha	5,35	0
Inferior	8,7	8,7	Izquierda	4,6	3,33
$\Sigma C$	17,4	17,4	$\Sigma V$	9,95	3,33
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	17,4	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	17,4	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	11,94		$1,2*\Sigma V$	4,00	

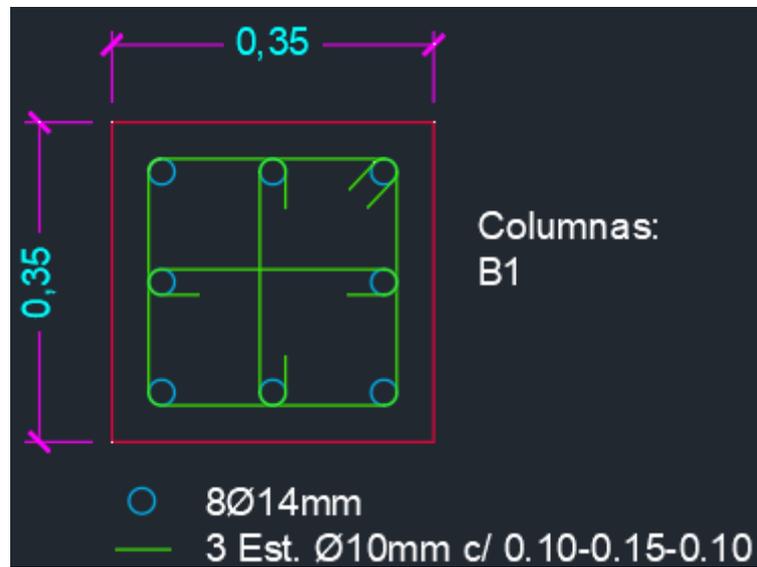


Figura A-4 14 Detalle de columnas B1 [autores]

Columnas: B3; B4; B5

Diagrama de interaccion Pu-My

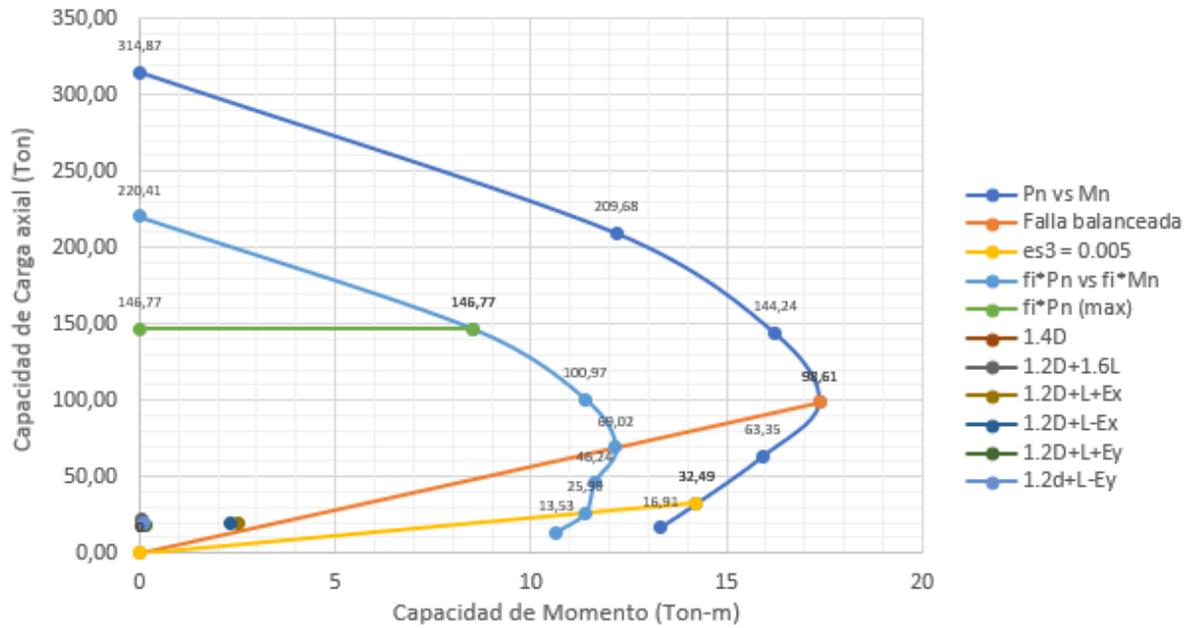


Figura A-4 15 Diagrama de Interacción columna B3; B4; B5 [autores]

Tabla A-4 25 Criterio columna fuerte viga débil B3 [autores]

COLUMNA		B3			
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	10,7	10,7	Derecha	6,88	2,32
Inferior	10,7	10,7	Izquierda	9,92	2,32
$\Sigma C$	21,4	21,4	$\Sigma V$	16,8	4,64
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	21,4	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	21,4	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	20,16		$1,2*\Sigma V$	5,57	

Tabla A-4 26 Criterio columna fuerte viga débil B4 [autores]

COLUMNA	B4				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	10,6	10,6	Derecha	6,88	3,33
Inferior	10,6	10,6	Izquierda	9,92	3,33
$\Sigma C$	21,2	21,2	$\Sigma V$	16,8	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	21,2	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	21,2	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	20,16		$1,2*\Sigma V$	7,99	

Tabla A-4 27 Criterio columna fuerte viga débil B5 [autores]

COLUMNA	B5				
<b>Criterio de columna fuerte viga débil</b>					
DIRECCION	E-O	N-S	DIRECCION	E-O	N-S
Posición	Mnc	Mnc	Posición	Mnv	Mnv
Superior	10,8	10,8	Derecha	6,88	3,33
Inferior	10,8	10,8	Izquierda	9,72	3,33
$\Sigma C$	21,6	21,6	$\Sigma V$	16,6	6,66
Dirección Este- Oeste			Dirección Norte-Sur		
Comprobación			Comprobación		
$\Sigma C$	21,6	<b>VERDADERO</b>	$\Sigma C$	21,6	<b>VERDADERO</b>
$1,2*\Sigma V$	19,92		$1,2*\Sigma V$	7,99	

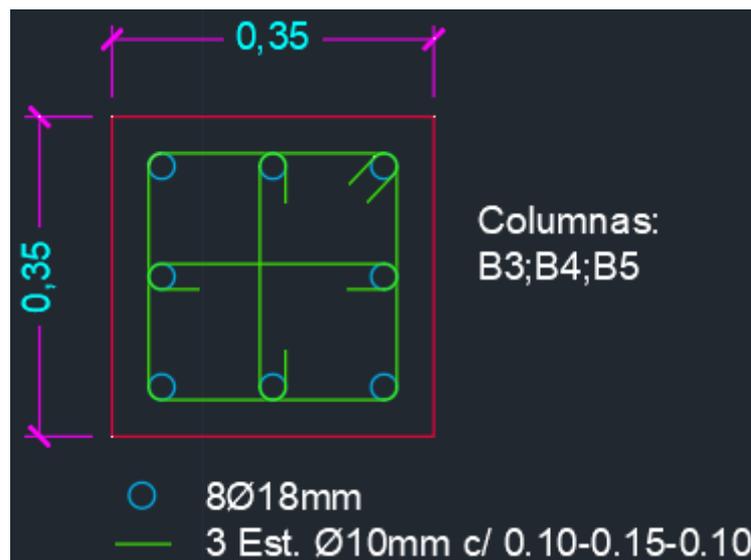


Figura A-4 16 Detalle de columnas B3; B4; B5 [autores]

Resumen del detalle de secciones y armado de las columnas tanto para el primer y segundo nivel.

**Tabla A-4 28 Resumen de secciones y armado de las columnas [autores]**

NIVEL	SECCION	COLUMNA	REFUERZO LONGITUDINAL		REFUERZO TRANSVERSAL	
			# var.	Φ	ESTRIBOS	SEPARACION
1	30X30	E5;F5	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A1;A2;A4;A5;C1;F2;F3	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A3;A6;F4;F6	8	16	10	c/10 -c/15
	35X35	B1	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	B3;B4;B5	8	18	10	c/10 -c/15
	40X40	D4	8	20	10	c/10 -c/15
	40X40	C2;D5	8	18	10	c/10 -c/15
	40X40	D2;D3;D6;C3;C4;C5;C6	8	16	10	c/10 -c/15
2	30X30	E5;F5	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A1;A2;A4;A5;C1;F2;F3	8	14	10	c/10 -c/15
	35X35	A3;A6;F4;F6	8	16	10	c/10 -c/15
	40X40	D4	8	20	10	c/10 -c/15
	40X40	C2;D5	8	18	10	c/10 -c/15
	40X40	D2;D3;D6;C3;C4;C5;C6	8	16	10	c/10 -c/15

# ANEXO 5

## A5. DISEÑO DE LOSAS

La losa del segundo piso es de 20 cm de espesor según la tabla de espesores mínimo del ACI 318, con un espesor de loseta 5 cm y una altura de nervios de 15 cm.

Entre las cargas mayoradas la que controlo fue la de 1.2D +1.6L dando un resultado de 0.76 Ton/m<sup>2</sup> considerando que la losa de cubierta se utilizará únicamente como terraza.

Se diseño la losa bajo el método de coeficientes ACI donde los valores de los momentos fueron los siguientes:

**Tabla A-5 1 Valores de los Momentos y cortantes de la losa de cubierta [autores]**

<b>Momentos Negativos</b>	1	0,15	Ton*m
	2	0,37	Ton*m
	3	0,33	Ton*m
	4	0,37	Ton*m
<b>Momentos Positivos</b>	1	0,26	Ton*m
	2	0,23	Ton*m
	3	0,23	Ton*m
<b>Cortantes</b>	1	0,68	Ton
	2	0,59	Ton
	3	0,59	Ton

Donde los valores mayores de la tabla anterior fueron:

$$M(-) = 0.37 \text{ Ton*m}$$

$$M(+) = 0.26 \text{ Ton*m}$$

$$V_u = 0.68 \text{ Ton}$$

### **Acero de refuerzo para losa.**

El diseño del acero de refuerzo para la losa se determinó bajo los valores obtenidos de los mayores momentos tanto positivos como negativos.

Antes, se determinó el peralte efectivo considerando un recubrimiento de 2 cm y un diámetro de varilla de 1 cm se obtuvo un  $d = 17.5 \text{ cm}$ .

**Tabla A-5 2 Acero de refuerzo para losa de cubierta [autores]**

<b>Nivel</b>	<b>Momento</b>	<b>As (cm2)</b>	<b># varillas</b>	<b>Φ</b>	<b>Estribos</b>	<b>Separación</b>
<b>2</b>	(-)	0,62	1	8	1	c/20
	(+)	0,44	1	8	1	c/20

### **Refuerzo por temperatura**

Como acero adicional se debe colocar refuerzo por retracción y temperatura del cual su cuantía mínima es de 0.0018, dando un  $A_s = 0,9 \text{ cm}^2$ , donde su separación no puede ser menor a 45 cm o mayor a 5 veces el espesor de la losa.

Dando como resultado una malla con un diámetro de varilla de 5mm c/15cm

### **Revisión por cortante**

Por último, se revisó por cortante a la losa con la siguiente ecuación:

$$\Phi V_c = \Phi 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d \quad (0-1)$$

El valor obtenido por la ecuación anterior fue de  $\Phi V_c = 1.08$  siendo este mayor al cortante  $V_u$  lo cual es el resultado esperado.

# ANEXO 6

## A6. DISEÑO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN

Tabla A-6 1 Armado de viga de cimentación dirección X Eje 1 [autores]

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior A-C	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	centro del tramo negativo	4,2	3,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	8,4	7,3	4	4φ16mm	8,0	9,5	0,0095	2,9
	apoyo interior negativo	4,2	3,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
exterior D-F	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	centro del tramo negativo	5,3	4,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	8,4	7,3	4	4φ16mm	8,0	9,5	0,0095	2,9
	apoyo interior negativo	4,2	3,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9

Tabla A-6 2 Armado de viga de cimentación dirección X Eje 3,5,6 [autores]

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior A-B	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	centro del tramo negativo	5,1	4,4	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	6,0	5,2	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior negativo	3,0	2,6	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
interior B-C	centro del tramo negativo	1,3	1,2	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	9,3	8,0	4	4φ16mm	8,0	9,5	0,0095	2,9
	apoyo interior negativo	4,6	4,0	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
interior C-D	centro del tramo negativo	7,0	6,1	3	3φ16mm	6,0	7,3	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	12,3	10,7	6	6φ16mm	12,1	13,6	0,0142	2,9
	apoyo interior negativo	6,2	5,3	3	3φ16mm	6,0	7,27	0,0071	2,9
exterior D-E	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9
	centro del tramo negativo	6,0	5,2	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9
	apoyo interior positivo	12,3	10,7	6	6φ16mm	12,1	13,557	0,0142	2,9
	apoyo interior negativo	6,2	5,3	3	3φ16mm	6,0	7,265	0,0071	2,9

**Tabla A-6 3 Armado de viga de cimentación dirección Y Eje 7, 9 [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior 1-2	apoyo exterior positivo	0	0,00	2	2φ14mm	3,08	3,830	0,00362	2,87500
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	centro del tramo negativo	1,3	1,1	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo interior positivo	1,9	1,7	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo interior negativo	1,0	0,8	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
interior 2-5	centro del tramo negativo	2,5	2,1	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo interior positivo	5,0	4,3	3	3φ14mm	4,6	5,6	0,0054	2,9
	apoyo interior negativo	2,5	2,2	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
exterior 5-6	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	centro del tramo negativo	4,1	3,5	3	3φ14mm	4,6	5,6	0,0054	2,9
	apoyo interior positivo	5,0	4,3	3	3φ14mm	4,6	5,650	0,0054	2,9
	apoyo interior negativo	2,5	2,2	2	2φ14mm	3,1	3,830	0,0036	2,9

**Tabla A-6 4 Armado de viga de cimentación dirección Y Eje 8 [autores]**

tramo	localización	Mu (ton-m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ΘMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior 1-3	apoyo exterior positivo	0	0,00	2	2φ18mm	5,09	6,3	0,0049	3,45000
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	2	2φ18mm	5,1	6,3	0,0050	3,5
	centro del tramo negativo	6,8	5,9	3	3φ18mm	7,6	9,2	0,0075	3,5
	apoyo interior positivo	9,5	8,2	4	4φ18mm	10,2	11,9	0,0100	3,5
	apoyo interior negativo	4,8	4,1	2	2φ18mm	5,1	6,3	0,0050	3,5
interior 3-4	centro del tramo negativo	1,9	1,6	2	2φ18mm	5,1	6,3	0,0050	3,5
	apoyo interior positivo	5,0	4,3	2	2φ18mm	5,1	6,3	0,0050	3,5
	apoyo interior negativo	2,5	2,2	2	2φ18mm	5,1	6,3	0,0050	3,5
interior 4-5	centro del tramo negativo	3,0	2,6	2	2φ20mm	6,3	7,6	0,0062	3,5
	apoyo interior positivo	22,5	19,5	7	7φ20mm	22,0	22,9	0,0216	3,5
	apoyo interior negativo	11,3	9,7	4	4φ20mm	12,6	14,4	0,0123	3,5
exterior 5-6	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	2	2φ20mm	6,3	7,635	0,0062	3,5
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	2	2φ20mm	6,3	7,635	0,0062	3,5
	centro del tramo negativo	9,1	7,9	3	3φ20mm	9,4	11,122	0,0092	3,5
	apoyo interior positivo	22,5	19,5	7	7φ20mm	22,0	22,870	0,0216	3,5
	apoyo interior negativo	11,3	9,7	4	4φ20mm	12,6	14,389	0,0123	3,5

**Tabla A-6 5 Armado de viga de cimentación dirección Y Eje 10, 11 [autores]**

tramo	localización	Mu (ton- m)	As, req (cm <sup>2</sup> )	# var	Refuerzo	As, disp (cm <sup>2</sup> )	ϑMn (ton-m)	ρ	Asmin
exterior 2-3	apoyo exterior positivo	0	0,00	2	2φ14mm	3,08	3,830	0,0036	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	centro del tramo negativo	1,7	1,5	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo interior positivo	4,0	3,4	3	3φ14mm	4,6	5,6	0,0054	2,9
	apoyo interior negativo	2,0	1,7	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
interior 3-5	centro del tramo negativo	2,3	2,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo interior positivo	5,0	4,3	3	3φ14mm	4,6	5,6	0,0054	2,9
	apoyo interior negativo	2,5	2,2	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
exterior 5-6	apoyo exterior positivo	0,0	0,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	apoyo exterior negativo	0,0	0,0	2	2φ14mm	3,1	3,8	0,0036	2,9
	centro del tramo negativo	4,0	3,5	3	3φ14mm	4,6	5,6	0,0054	2,9
	apoyo interior positivo	5,0	4,3	3	3φ14mm	4,6	5,650	0,0054	2,9
	apoyo interior negativo	2,5	2,2	2	2φ14mm	3,1	3,830	0,0036	2,9

# ANEXO 7

## A7. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

### Línea de Base Ambiental

#### Descripción del proyecto

El diseño del proyecto se define como una edificación de dos pisos que consta con la siguiente distribución:

En planta baja conformada con un área destinada para laboratorios y en otro sector que lo conformaría un comedor con cocina. La planta alta estará integrada con oficinas y una sala de conferencia.

El área de construcción es de 245 metros cuadrados que estará dentro de un área de una implantación de 11000 metros dentro del sector Pache Portovelo de la provincia del Oro

Para determinar qué tipo de permiso ambiental se va a necesitar para el proyecto se necesitó realizar una consulta a través de la página del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). El cual nos dirigimos a la parte de CONSULTA DE ACTIVIDADES AMBIENTALES, de ahí se debe poner la descripción de la actividad que en nuestro caso es “CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL”. Aparte determinar el área de construcción en la que se encuentra el proyecto, que para nuestro caso está dentro del rango de 0 a 5000 metros cuadrados.

Inicio SUIA Servicios en línea Noticias Documentos Gestión Interna Mesa de Ayuda Buscar...

### Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Especifique el rango de operación \*

1.0 - 5000.0 superficie en metros cuadrados (m2)

Figura A-7 1 Tipo de tramite ambiental [SUIA]

## Medio Físico

### Ubicación



**Figura A-7 2 Ubicación de la Implantación del edificio [autores]**

La edificación queda ubicada cerca del río Calera y aledaña de varias plantas de procesamiento minero a una altitud de 650 metros sobre el nivel del mar. También se encuentra cerca de una zona montañosa perteneciente a la cordillera Vizcaya en el cual se lleva a cabo lo que es la extracción de los minerales.

### Clima

El sector de estudio presenta dos estaciones definidas las cuales son:

- Verano que esta entre los meses de junio a noviembre.
- Invierno que contiene los meses de diciembre y mayo.

Presenta una temperatura cálida húmeda que varía entre los 21 a 29 grados centígrados con una humedad de 40 al 50%. (Lópezâ CONSEJO DE PLANIFICACIÓN CANTONAL DE PORTOVELO., s. f.)

### Precipitación.

La precipitación mínima mensual encontrada fue de 118 y la máxima 125 mm. Con una acumulada anual de 1.325 mm (Lópezâ CONSEJO DE PLANIFICACIÓN CANTONAL DE PORTOVELO., s. f.)

## **Geomorfología**

El cantón Pache-Portovelo se encuentra situado en la región costa y presenta alturas que van desde los 620 metros sobre el nivel del mar.

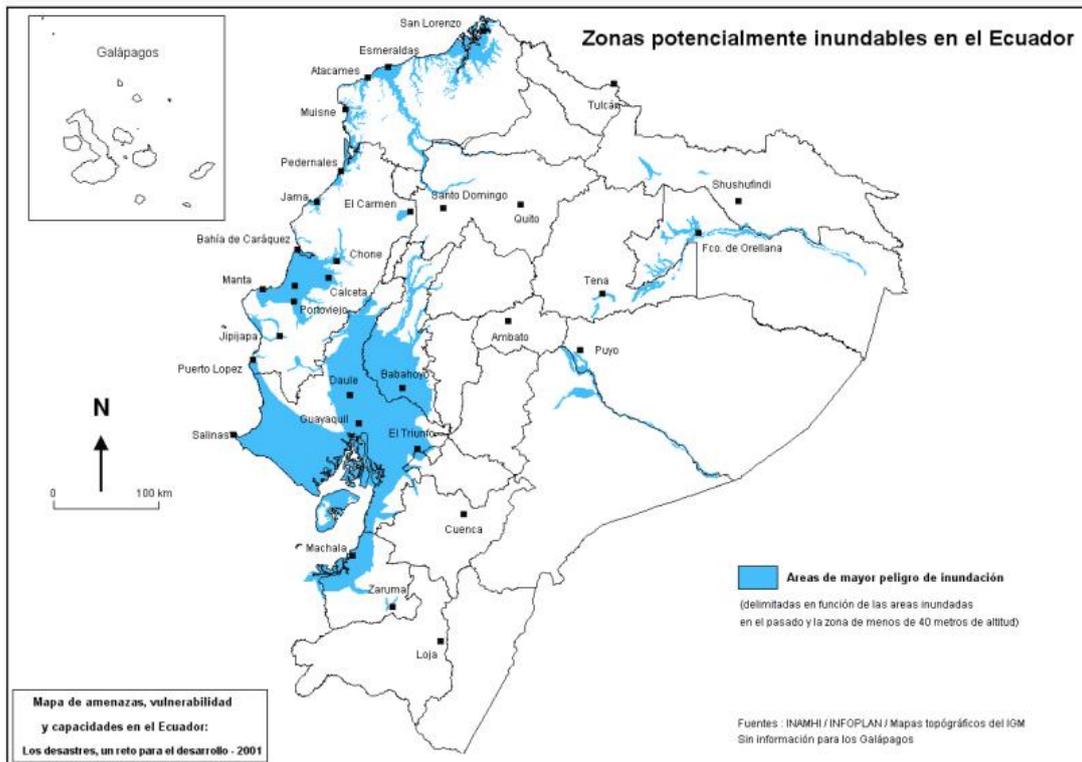
Dentro del cantón Portovelo se puede observar 4 tipos fisiográficos.

- Cimas frías de las cordilleras occidental y real
- Vertientes externas de la Cordillera Occidental
- Vertientes y relieves de cuencas interandinas
- Medio aluvial de sierra

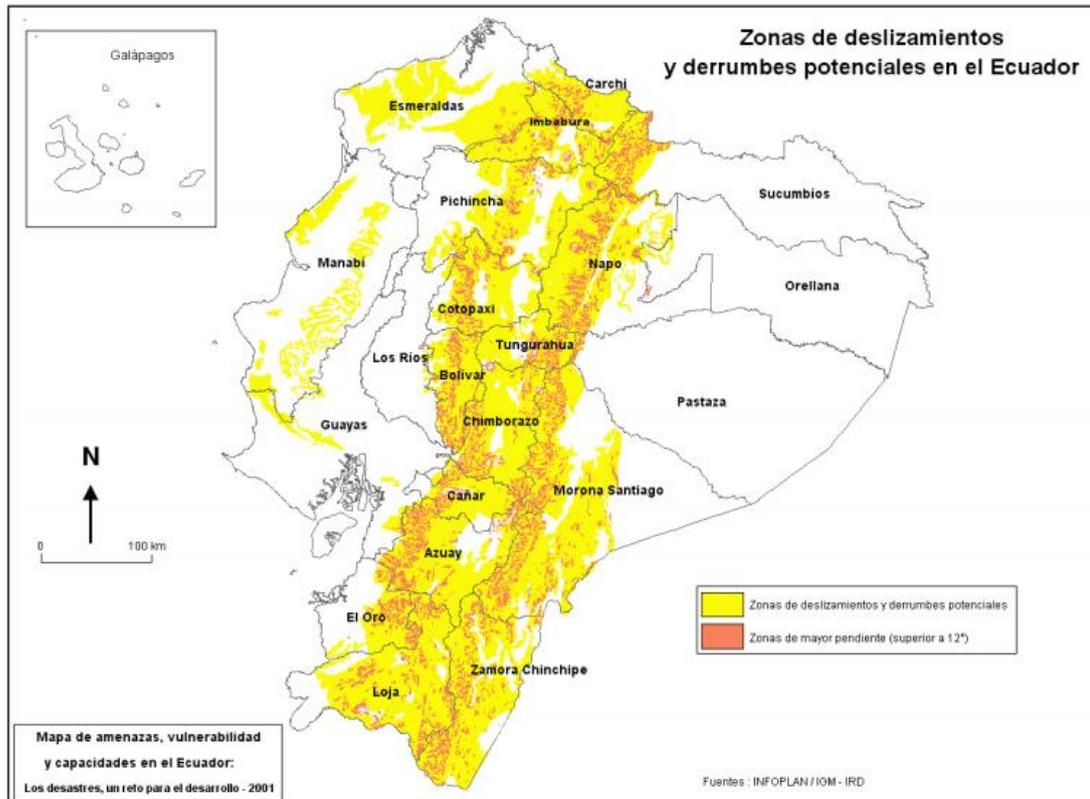
El sector también se puede caracterizar por ser una zona montañosa el cual abarca una superficie de 42.237 ha aproximadamente (*Duque et al. - PERSONAL PARTICIPANTE., s. f.*)

## **Riesgos**

Como se puede observar en los mapas adjuntos proporcionados por el INAMHI y INFOPLAN/IGM, podemos ver que en la zona de estudio no es un lugar potencialmente indudable según el mapa 1 nuestra zona de estudio pasa los 40 metros sobre el nivel del mar, pero por otro lado al ser una zona montañosa y si a eso le sumamos el grado de la pendiente, las formaciones geológicas subyacentes, las precipitaciones que se dan en la zona, actividad sísmica en conjunto con la existencia de fallas que se encuentren y la actividad minera que se lleva a cabo en lugar nos damos cuenta en el mapa 2 que es una zona de derrumbes o deslizamientos potenciales (*Demoraes y D'Ercoleâ Cartografía de las amenazas de origen natural por ., s. f.*)



**Figura A-7 3 Mapa de las zonas potencialmente inundables en el Ecuador.**  
[INAMHI]



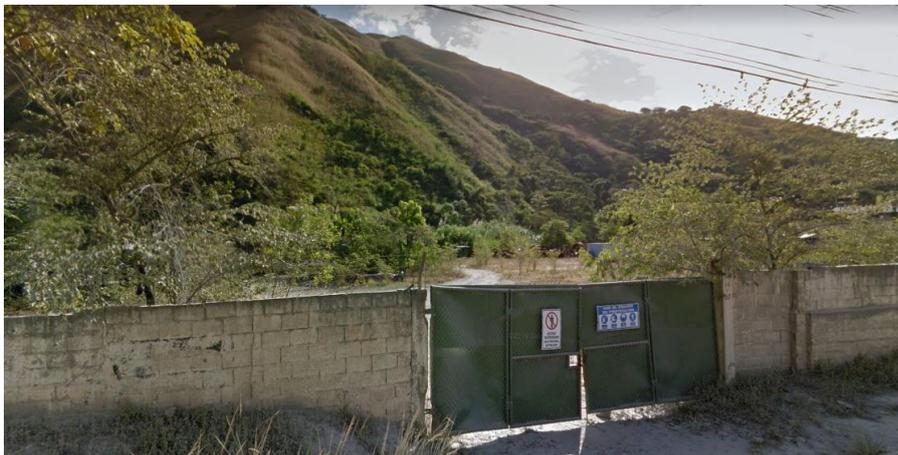
**Figura A-7 4 Mapa de las Zonas de deslizamientos y derrumbes potenciales en el Ecuador.** [INFOPLAN/IGM-IRD]

## Medio Biótico

### Flora

Para un diagnóstico de la zona vegetal que se encuentra en el área de estudio por el método de observación directa (*ECUACE-2019-AE-DE00428.pdf*, s. f.), se realizó una visita al terreno y se encontró que a sus alrededores donde se va a operar la zona de la construcción, áreas de vegetación natural con algunas zonas agrícolas alrededor.

No se realizó obtención de muestra de las especies de vegetales de la zona, por lo que no se vio necesario, en su mayoría se pudo observar arbustos y vegetación de diversas alturas como se observa en la imagen.



**Figura A-7 5 Entorno vegetal del área de estudio. [autores]**

### Fauna

Para determinar el tipo de fauna que se puede encontrar en la zona solo se observó de forma directa para dar una estimación de qué tipo de grupo de animales terrestres, anfibios, reptiles y aves se hacen presente en el lugar. Para corroborar la información sobre la presencia de animales se hizo una pequeña investigación a los moradores de la zona sobre la presencia de animales en el área.

## **Medio Social-Económico.**

### **Población**

Como pudimos observar alrededor de la zona donde se va a realizar la construcción pudimos ver que asentamientos poblacionales son pocos por lo que la mayoría de las edificaciones son plantas de beneficio donde se procesa material minero. Entre las pocas viviendas que observamos alrededor son viviendas de 1 a 2 plantas con un tipo de material sea ladrillo o bloques y para la cubierta en su mayoría eran zinc. Esto se debe a que la mayoría de los habitantes viajan de los cantones cercanos como Zaruma, Piña o Portovelo a este sector solo para laborar en actividades mineras

### **Servicios Básicos**

En el sector se tiene lo que es el servicio de agua potable y luz eléctrica los cuales se hace toma de la red pública para el consumo diario pero lo que no cuenta es con el servicio de alcantarillado sanitario el cual se presume que las descargas se hacen al río Calera que está cerca de la zona.

### **Terreno**

Alrededor de la zona de construcción el terreno o suelo se presenta de forma deteriorada por lo que se mencionó antes de que el uso del suelo del sector está en relación con la extracción de minerales, también se puede inferir la contaminación del suelo por parte de las Plantas Mineras, debido a las grandes cantidades de polvo que estas generan en el momento de la extracción.

### **Vías de acceso**

En lo referente a las vías de acceso al sector de estudio pudimos observar que frente a esta pasa la vía E585 Santa Rosa y Arizaga a 1km de la gasolinera EL Pionero EL Pache, la cual conecta con los siguientes cantones Piña, Zaruma y Portovelo. En el siguiente cuadro se puede observar con más detalle el origen y destino de la vía.

Origen	Cantones intermedios	Provincias Intermedias	Destino	Provincia de destino
Portovelo	Piñas, Zaruma	El Oro	Atahualpa	El Oro
Portovelo	Piñas	El Oro	Santa Rosa	El Oro
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Machala	El Oro	Pasaje	El Oro
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Machala, El Guabo	El Oro	Ponce Enríquez	Azuay
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Machala, Pasaje	El Oro	Pucará	Azuay
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Machala, Pasaje, Pucará	El Oro, Azuay	Santa Isabel	Azuay
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Machala, El Guabo, Ponce Enríquez, Balao, Naranjal, Durán	El Oro, Azuay, Guayas	Guayaquil	Guayas
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja, Vilcabamba, Palanda	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe	Zumba	Zamora Chinchipe
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja	El Oro, Loja	Zamora	Zamora Chinchipe
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja, Zamora	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe	Centinela del Cóndor	Zamora Chinchipe
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja, Zamora, Zumbi	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe	Nangaritza	Zamora Chinchipe
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja, Zamora, Zumbi	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe	Yantzaza	Zamora Chinchipe
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja, Zamora, Zumbi	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe	Paquisha	Zamora Chinchipe
Portovelo	Piñas, Santa Rosa, Balsas, Chaguarpamba, Catamayo, Loja, Zamora, Zumbi, Yantzaza	El Oro, Loja, Zamora Chinchipe	El Pangui	Zamora Chinchipe

**Figura A-7 6 Origen y Destino de las vías de acceso al área de estudio. [Karen Gutiérrez, 2019]**

## **Guía de las buenas prácticas ambientales.**

Para una buena gestión ambiental en nuestro proyecto se debe llevar a cabo una serie de combinaciones para reducir el impacto ambiental de las actividades que se ejecuten en el proyecto, para esto según la Guía de las buenas prácticas Ambientales que proporciona el SUIA hay dos tipos de prevención de contaminación que son:

- Reducción de generación de residuos.
- Reciclaje de materiales.

Como recomendaciones para las diferentes fases del proyecto tenemos.

### **Fase de diseño**

- Integrar las construcciones y los materiales en el entorno para aprovechar los recursos del área.
- Usar los sistemas constructivos representativos de la zona de manera que se aprovechen los recursos del entorno y así aportar a minimizar el consumo energético derivado del transporte.
- Minimizar el acristalamiento en fachadas Oeste y Este y maximizar en fachadas Sur y Norte.
- Se deberá contemplar vegetación integrada en el proyecto constructivo.

### **Fase de Construcción.**

#### **Almacenamiento y manipulación de materiales y equipos.**

- Para la fase de almacenamiento de los materiales se procederá a incluir una bodega provisional para el alojamiento y recepción de herramientas, ladrillos, bloques, cemento entre otros.
- Se incluirá también constará con una zona para el mantenimiento y limpieza de las herramientas.
- Para los materiales que estén fuera de la bodega como arena, piedra, acero, de deberá proteger contra el sol, lluvia o humedad con lonas para reducir la pérdida de material.
- Determinar la cantidad de material correcto para los diferentes elementos de la edificación con el fin de evitar residuos en las mezclas que se realicen.
- Evitar dejar residuos en los envases para aprovechar todo el material al máximo.
- Al momento de recibir el material verificar que no se encuentre caducado o en mal estado, así evitamos la generación de residuos.
- Evitar derrame de mezclas, aceites o líquidos de los envases para no tener pérdidas y generación de desechos.

### **Seguridad en el trabajo.**

- Exigir a los trabajadores que siempre usen los equipos de seguridad personal cuando estén en alguna actividad que manipulen los materiales u herramientas.
- Mantener visible los carteles o señales de advertencia donde se encuentre los materiales inflamables o sustancias tóxicas.
- La bodega donde se almacenará el material deberá ser de 1 solo nivel.
- Tener un botiquín médico a disposición del personal en caso de emergencia.
- Realizar una capacitación a personal del uso adecuado de los equipos y prevención de riesgos en el trabajo.

### **Ocupación y usos del suelo.**

- Destinar y respetar el área de recolección de material de residuos para el uso correcto del suelo.
- Clasificar los materiales que se puedan volver a reutilizar como varillas de acero o madera en buen estado cuando se realice el respectivo desalojo.
- Reservar un área de reubicación de árboles o plantas que se verían afectadas al momento de realizar las excavaciones con el fin de recuperar las zonas verdes.

### **Reducir las emisiones a la atmósfera.**

- Cuando sea tiempo de hacer el desalojo colocar una lona encima del material para evitar emisión de polvo al momento de transportar los escombros.
- Realizar mantenimiento a las maquinarias para evitar la generación de gases de combustión por mal funcionamiento.

### **Reducción de ruido.**

- Realizar los trabajos que generen mucho ruido como corte de varillas entre otros, en un lugar aislado donde no genere molestias.
- Mantener las maquinarias en buen estado para que no generen ruido por mal funcionamiento.
- Mantener un horario de trabajo en horas adecuadas para no incomodar a los sectores aledaños.

### **Uso racional del agua.**

- Realizar inspecciones periódicas a la red de suministro de agua provisional para detectar posibles fugas de agua.
- Tratar de usar el agua necesaria para realizar las mezclas o morteros.

- El agua que se utiliza para la limpieza de herramientas o lavados de maquinarias y vehículos deben realizarse en un lugar que contenga una trampa de grasa.
- Tratar de no verter en el suelo, agua que este con residuos de aceites o productos peligrosos.
- En posibles casos almacenar agua lluvia en tanques que podrían utilizarse en la limpieza de baños o riego.
- Ahorro de energía-eficiente energética.
- Se recomienda realizar los trabajos de fundiciones en horarios diurnos para evitar el uso de iluminación artificial.
- Apagar equipos eléctricos como cortadoras, bombas de agua, entre otros cuando no se estén utilizando.

### **Gestión de residuos.**

- Revisar que tipo de residuos se generan en obra para proceder con la gestión correspondiente a la norma.
- Determinar los lugares donde se producen los escombros o residuos para programar y planificar un sistema de reducción y recolección de este.
- Capacitar a los trabajadores para que minimicen la generación de escombros de hormigón, madera por el encofrado, entre otros.
- Los vehículos que proceden a los desalojos de material deberán adoptar precauciones necesarias para no ensuciar las vías públicas u otros lugares no asignados para dicho proceso.
- Instruir a los trabajadores para que sigan la estrategia de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar).
- Para depósitos de materiales que no sean de obra como residuos de orgánicos disponer de tachos de basura etiquetados.

## FORMULARIO DE CERTIFICADO AMBIENTAL

<b>TRAMITE (SUIA)</b>	Certificado Ambiental
<b>FECHA</b>	30/07/2019
<b>PROPONENTE</b>	Ing. Jimmy Andrés Escandón
<b>ENTE RESPONSABLE</b>	Ing. Jimmy Andrés Escandón

<b>Certificado Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Inventario forestal 7. Finalización	<b>1. INFORMACION DEL PROYECTO</b>		
	<b>1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Fases y nombre proyecto)		
	Estudio y diseño de las obras civiles para el funcionamiento de la planta de procesamiento mineral en el sector Pache - Portovelo		
	<b>1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA CIVIL		
	<b>1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	El diseño del proyecto se define como una edificación de dos pisos que consta con la siguiente distribución:  En planta baja conformada con un área destinada para laboratorios y en otro sector que lo conformaría un comedor con cocina. La planta alta estará integrada con oficinas y una sala de conferencia.  El área de construcción es de 245 metros cuadrados que estará dentro de un área de una implantación de 11000 metros dentro del sector Pache Portovelo de la provincia del Oro		

<b>Certificado Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Inventario forestal 7. finalización	<b>2. DATOS GENERALES</b>		
	<b>SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)</b>		
	<b>ESTE (X)</b>	<b>NORTE (Y)</b>	<b>ALTITUD (msnm)</b>
	644267	9593883	612
	<b>ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b> (FASE)		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	
	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	
<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento		

<input type="checkbox"/> Cierre y Abandono		
<b>DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b>		
Calle: Santa Rosa y Arizaga a 1km de la gasolinera El Pionero El pache		
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>	<b>PARROQUIA</b>
Oro	Portovelo	Pache
<b>TIPO DE ZONA</b>		
Urbana	<input type="checkbox"/>	
Rural	<input checked="" type="checkbox"/>	

<b>Certificado Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Inventario forestal 7. Finalización	<b>3. MARCO LEGAL REFERENCIAL</b>
	Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal
	<b>NORMATIVAS</b>
	<b>Constitución de la República del Ecuador</b>
	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
	Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.
	Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural
	<b>Ley de Gestión Ambiental</b>
	Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.
	Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo
<b>Ley de Minería</b>	
Art. 45.- Autorización para instalación y operación de plantas. - El Ministerio Sectorial podrá autorizar la instalación y operación de plantas de beneficio,	

fundición o refinación a cualquier persona natural o jurídica, nacional o extranjera, pública, mixta o privada, comunitarias y de auto gestión, que lo solicite de conformidad con lo establecido en la presente ley y su reglamento general. No será requisito ser titular de una concesión minera para presentar dicha solicitud. Para la pequeña minería, el Estado autorizará el funcionamiento de plantas de beneficio de minerales, constituidas exclusivamente por trituración y molienda, con una capacidad instalada de 10 toneladas diarias y plantas de beneficio; que incluyan trituración, molienda, flotación y/o cianuración con una capacidad mínima de 50 toneladas diarias. Las personas naturales o jurídicas que soliciten autorización de instalación y operación de plantas de beneficio, fundición o refinación, deberán contar con la respectiva Licencia Ambiental, incluso si fuesen concesionarios. Para obtener la autorización, en la normativa ambiental vigente y en el reglamento general a esta ley se establecerán los requisitos. Art. 46.- Derechos del concesionario minero para la instalación de plantas. - Los titulares de concesiones mineras pueden instalar y operar plantas de beneficio, fundición y refinación, al amparo de sus concesiones, sin necesidad de solicitar la autorización prevista en el artículo anterior, siempre que dichas plantas se destinen a tratar los minerales de las mismas. El tratamiento de minerales ajenos a la concesión requerirá la autorización respectiva. Art. 47.- Informes semestrales. - Los titulares de plantas de beneficio, fundición y refinación, presentarán informes semestrales de sus actividades al Ministerio Sectorial, consignando la información requerida por la autoridad competente, juntamente con un resumen de las inversiones y trabajos realizados, la producción obtenida y los resultados técnicos de la operación. Art. 48.- Derechos y obligaciones. - Los titulares de plantas de beneficio, fundición y refinación gozan de los derechos a que se refiere el Título III Capítulos I y II, y están sujetos al cumplimiento de las obligaciones establecidas en el Título IV de esta ley en lo que les fuere aplicable

**Acuerdo Ministerial 134**

Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental

	<b>Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas</b>				
	<p>Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente.</p> <p>Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente</p>				
	<b>Acuerdo Ministerial No. 061</b>				
	<p>Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente.</p> <p>Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación.</p> <p><b>Art. 263 De la periodicidad y revisión.</b> - Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.</p>				
	<b>Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental en el cantón Portovelo</b>				
<p>He leído y comprendo las Normativas <input checked="" type="checkbox"/></p>					

	<b>4. DESCRIPCION DE PROCESOS – FASES</b>				
	<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FECHA INICIO</b>	<b>FECHA FIN</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Certificado Ambiental</b>	Construcción	Desbroce, excavación y	1 semana del primer mes	2 semana del primer mes	Desbroce de la vegetación y desalojo del

1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Inventario forestal 7. Finalización		desalojo del terreno			material en volquetas y excavación del terreno para la cimentación.
	Construcción	Nivelación del terreno y cerramiento provisional	2 semana del primer mes	3 semana del primer mes	Nivelación del terreno con maquinaria y delimitación del área de construcción con el cerramiento
	Construcción	Cimentación	4 semana del primer mes	3 semana del segundo mes	Construcción de la cimentación (Zapata combinada)
	Construcción	Encofrado de columnas, vigas y vertido de hormigón (1er planta)	4 semana del segundo mes	3 semana del tercer mes	Corresponde a la construcción de las columnas y vigas
	Construcción	Losa nervada en 1 dirección (1er Planta)	4 semana del tercer mes	3 semana del cuarto mes	Fundición de la losa que incluye su respectivo encofrado
	Construcción	Paredes	4 semana del cuarto mes	2 semana del quinto mes	Alzado de las paredes internas del edificio
	Construcción	Acabado	3 semana del quinto mes	4 semana del quinto mes	Enlucido de las paredes y colocación de cerámica en pisos y baños, acabado de empaste y pintura
	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>				
<b>DESCRIPION</b>					<b>CANTIDAD</b>
Excavadora					1

	Concreteira	3	
	Volqueta	1	
	Plancha vibro apisonadora	2	
	Mixer - concreteira	1	
	Vibrador	1	
<b>MATERIALES E INSUMOS</b>			
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b> (galón, m, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> , l, Kg, t, Kw, ml,)
	Madera	3	m2
	Cemento	16	kg
	Piedra ¾"	0.18	M3
	Arena	0.04	M3
	Acero	4.2	Kg
	Hormigo	3.11	m3
	Cerámicas	3	m2

	<b>5. DESCRIPCION DEL AREA DE IMPLANTACION</b>	
	<b>CLIMA</b>	
<b>Certificado Ambiental</b>  1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso	Clima	<input type="checkbox"/> Cálido - húmedo  <input checked="" type="checkbox"/> Cálido - seco

<p>5. Descripción del área de implantación</p> <p>6. Inventario forestal</p> <p>7. Finalización</p>	<p><b>Tipo de Suelo</b></p> <p>Tipo de suelo <input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos</p> <p><input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Rocosos</p> <p><input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Otros</p> <p><b>Pendiente del Suelo</b></p> <p>Pendiente del suelo <input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)</p> <p><input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)</p> <p><b>Demografía (población más cercana)</b></p> <p>Demografía <input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.</p>
<p><b>Certificado Ambiental</b></p> <p>1. Información del proyecto</p> <p>2. Datos generales</p> <p>3. Marco legal referencial</p> <p>4. Descripción del proceso</p> <p>5. Descripción del área de implantación</p>	<p><b>Abastecimiento de agua población</b></p> <p>Abastecimiento de <input type="checkbox"/> Agua lluvia <input type="checkbox"/> Agua potable</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales</p>

6. Inventario forestal 7. Finalización	agua población	<input type="checkbox"/>	Grifo público	<input type="checkbox"/>	Pozo profundo	
		<input type="checkbox"/>	Tanquero			
	<b>Evacuación de aguas servidas población</b>					
	Evacuación de aguas servidas población	<input type="checkbox"/>	Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	Cuerpos de aguas superficiales	
		<input checked="" type="checkbox"/>	Fosa séptica	<input type="checkbox"/>	Letrina	
		<input type="checkbox"/>	Ninguno			
	<b>Electrificación</b>					
	Electrificación	<input type="checkbox"/>	Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Red pública	
		<input type="checkbox"/>	Otra			
	<b>Vialidad y acceso a la población</b>					
Vialidad y acceso a la población	<input type="checkbox"/>	Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/>	Vías principales		
	<input type="checkbox"/>	Vías secundarias	<input type="checkbox"/>	Otras		
<b>Organización social</b>						
Organización social	<input type="checkbox"/>	Primer grado (comunal, barrial, urbanización)		<input type="checkbox"/>	Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Tercer grado (Asociaciones, recintos)				

	<b>Componente fauna</b>	
	Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm) <input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)
	<input checked="" type="checkbox"/> Anfibios <input checked="" type="checkbox"/> Insectos <input checked="" type="checkbox"/> Peces <input type="checkbox"/> Ninguna	<input checked="" type="checkbox"/> Aves <input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos <input checked="" type="checkbox"/> Reptiles

	<b>6. INVENTARIO FORESTAL</b>	
<b>Certificado Ambiental</b>	<p>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</p> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información del proyecto</li> <li>2. Datos generales</li> <li>3. Marco legal referencial</li> <li>4. Descripción del proceso</li> <li>5. Descripción del área de implantación</li> <li>6. Inventario forestal</li> <li>7. Finalización</li> </ol>		

# ANEXO 8

## A8. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y CANTIDADES

**Proyecto:** Estudio y diseño de las obras civiles para el funcionamiento de la planta de procesamiento mineral en el sector Pache-Portovelo.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO #	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Preliminares</b>					<b>9.440,37</b>
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	366,00	\$ 0,97	\$ 355,01
2	EXCAVACION A MAQUINA	m3	432,90	\$ 6,14	\$ 2.657,59
3	RELLENO COMPACTADO EQUIPO LIVIANO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m3	421,00	\$ 15,27	\$ 6.427,77
<b>Cimentaciones</b>					<b>22.802,58</b>
4	REPLANTILLO CON HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2 E=5CM	m2	128,00	\$ 6,34	\$ 1.483,93
5	HORMIGÓN F'C=280 KG/CM2 PARA ZAPATA EN DOS DIRECCIONES	m3	49,19	\$ 278,54	\$ 12.934,18
6	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA EN DOS DIRECCIONES	KG	3.068,57	\$ 1,71	\$ 5.234,56
7	CONTRAPISO HORMIGON SIMPLE FC=180KG/CM2 E=0.08CM(INC. PIEDRA BOLA E=15CM)	m2	214,00	\$ 14,72	\$ 3.149,91
<b>Estructura de Hormigón armado</b>					<b>19.379,89</b>
8	HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA COLUMNAS	m3	26,91	\$ 194,15	\$ 5.224,45
9	HORMIGON SIMPLE VIGAS F'C=280 KG/CM2	m3	26,55	\$ 237,22	\$ 6.298,31
10	HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA LOSAS	m3	39,63	\$ 198,26	\$ 7.857,13
<b>Acero de refuerzo estructura</b>					<b>18.066,19</b>
11	ACERO DE REFUERZO COLUMNAS	KG	5.403,70	\$ 1,71	\$ 9.217,98
12	ACERO DE REFUERZO VIGAS	KG	3.078,50	\$ 1,71	\$ 5.251,50
13	ACERO DE REFUERZO LOSAS	KG	2.589,83	\$ 1,71	\$ 4.417,90
<b>TOTAL</b>					<b>70.510,22</b>

Total área constr. 470.00 m2

**costo/m2 [\$ /m2]** 150,02

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO 35,09				CODIGO N:	1
RUBRO: TRAZADO Y REPLANTEO			UNIDAD:		M2
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	FRend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Estacion total	1,00	2,00	2,00	0,0285	0,06
Herramienta manual	1,00	0,30	0,30	0,0285	0,01
SUB - TOTAL (M)					0,07
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Topografo 2 (Estr.Oc C1)	1,00	4,01	4,01	0,0285	0,11
Cadenero (Estr.Oc D2)	2,00	3,62	7,24	0,0285	0,21
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	0,0285	0,06
SUB - TOTAL (N)					0,38
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Tiras 2.5 x 2.5 x 250	u	0,20	2,00	0,40	
SUB - TOTAL (O)					0,40
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0,84
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	0,08
UTILIDAD				0,05	0,04
FIRMA DEL OFERENTE					PRECIO DE CALCULO
					0,93

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>0,97</b>
--------------------------------------	-------------

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	9,09	CODIGO N:	2
RUBRO:	EXCAVACION A MAQUINA	UNIDAD:	m3
<b>EQUIPO</b>			
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA
	A	B	C = A x B
Herramienta manual	1,00	0,30	0,30
retroexcavadora	1,00	35,00	35,00
SUB - TOTAL (M)			3,88
<b>MANO DE OBRA</b>			
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA
	A	B	C = A x B
Peon en General (Estr.Oc E2)	1,00	3,58	3,58
Ayudante Mec.	1,00	3,62	3,62
OP. Restroexcavadora	1,00	4,02	4,02
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01
SUB - TOTAL (N)			1,46
<b>MATERIALES</b>			
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO
		A	B
SUB - TOTAL (O)			0,00
<b>TRANSPORTE</b>			
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)
		A	B
SUB - TOTAL (N)			
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			5,34
TOTAL GASTOS INDIRECTOS			0,10
UTILIDAD			0,05
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO		5,87

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>6,14</b>
--------------------------------------	-------------

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	25	U/H		CODIGO N:	3
RUBRO:	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO			UNIDAD:	m3
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	F Rend. h/u	COSTO TOTAL
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Rodillo liso vibratorio de 15ton	2,00	50,00	100,00	0,0400	4,00
SUB - TOTAL (M)					4
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Peon en General (Estr.Oc E2)	2,00	3,58	7,16	0,0400	0,29
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	0,0400	0,08
OP.Rodillo	1.00	3,74	3,74	0,0400	0,15
SUB - TOTAL (N)					0,52
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	$C = A \times B$	
Material de préstamo importado	m3	1,30	6,00	7,80	
SUB - TOTAL (O)					7,80
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	$D = A \times B \times C$
Transporte de material de prestamo	m3-km	1	4	0,24	0,96
SUB - TOTAL (N)					0,96
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					13,28
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	1,33
UTILIDAD				0,05	0,66
FIRMA DEL OFERENTE					PRECIO DE CALCULO
					15,27

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$**

**15,27**

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	12,5	CODIGO N:	4		
RUBRO:	REPLANTILLO CON HORMIGON SIMPLE F'C=140 KG/CM2 E=5CM	UNIDAD:	m2		
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	F Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta manual	1,00	0,30	0,30	0,0800	0,02
Concretera	1,00	5,00	5,00	0,0800	0,40
SUB - TOTAL (M)					0,42
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Inspector (Estr.Oc B3)	0,50	4,02	2,01	0,0800	0,16
Peon en General (Estr.Oc E2)	3,00	3,58	25,06	0,0800	2,00
Albañil (Estr.Oc D2)	2,00	3,62	7,24	0,0800	0,58
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	0,0800	0,16
SUB - TOTAL (N)					1,47
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Cemento	Kg	16,00	0,16	2,56	
Arena	m3	0,04	12,00	0,48	
Piedra 3/4"	M3	0,05	11,00	0,55	
Agua	m3	0,01	3,00	0,03	
SUB - TOTAL (O)					3,62
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					5,51
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	0,55
UTILIDAD				0,05	0,28
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				6,34

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$**

**6,34**

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	0,45455	CODIGO N:	5		
RUBRO:	HORMIGÓN F'c=280 KG/CM2 PARA ZAPATA EN DOS DIRECCIONES	UNIDAD:	m3		
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador	1,00	1,99	1,99	2,2000	4,38
Herramienta manual	1,00	0,30	0,30	2,2000	0,66
SUB - TOTAL (M)					5,04
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Albañil (Estr.Oc D2)	3,00	3,62	10,86	2,2000	23,89
Inspector (Estr.Oc B3)	1,00	4,02	4,02	2,2000	8,84
Peon en General (Estr.Oc E2)	3,00	3,58	10,74	2,2000	23,63
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	2,2000	4,42
SUB - TOTAL (N)					60.79
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Clavos	Kg	2,00	2,51	5,02	
ENCOFRADO	m2	3,00	13,56	40,68	
Hormigón f'c=280 kg/cm2	m3	1,04	111,31	115,76	
Curador	kg	1,00	1,36	1,36	
SUB - TOTAL (O)					162,82
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					228,65
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	22,86
UTILIDAD				0,05	11,43
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				262,94

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$**

**262,94**

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	33,3333	u/hr	CODIGO N:	6	
RUBRO:	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA EN DOS DIRECCIONES			UNIDAD:	KG
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	F Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)					0,01
SUB - TOTAL (M)					0,01
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon en General (Estr.Oc E2)	1,00	3,58	3,58	0,0300	0,11
Inspector (Estr.Oc B3)	0,10	4,02	0,40	0,0300	0,01
Fierrero (Estr.Oc D2)	1,00	3,62	3,62	0,0300	0,11
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	0,0300	0,06
SUB - TOTAL (N)					0,29
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	Kg	1,05	1,04	1,09	
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	1,86	0,09	
SUB - TOTAL (O)					1,19
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1,48
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	0,15
UTILIDAD				0,05	0,07
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				1,63
<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>					<b>1,71</b>

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	3,33333	CODIGO N:	7		
RUBRO:	CONTRAPISO HORMIGON SIMPLE FC=180KG/CM2 E=0.08CM(INC. PIEDRA BOLA E=15CM)	UNIDAD:	m2		
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta manual	2,00	0,30	0,60	0,3000	0,18
Concreteira	1,00	5,00	5,00	0,3000	1,50
SUB - TOTAL (M)					1,68
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon en General (Estr.Oc E2)	2,00	3,58	7,16	0,3000	2,15
Albañil (Estr.Oc D2)	1,00	3,62	3,62	0,3000	1,09
Inspector (Estr.Oc B3)	0,10	4,02	0,40	0,3000	0,12
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	0,3000	0,60
SUB - TOTAL (N)					3,96
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Piedra	m3	0,11	16,25	1,79	
Ripio	m3	0,02	11,88	0,24	
AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=180KG/CM2	m3	0,07	73,38	5,14	
SUB - TOTAL (O)					7,16
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					12,80
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	1,28
UTILIDAD				0,05	0,64
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				14,08

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>14,72</b>
--------------------------------------	--------------

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	5	CODIGO N:	8		
RUBRO:	HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA COLUMNAS	UNIDAD:	m3		
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta manual	10,00	0,30	3,00	0,2000	0,60
Vibrador	1,00	1,99	1,99	0,2000	0,40
SUB - TOTAL (M)					1,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Albañil (Estr.Oc D2)	2,00	3,62	7,24	0,2000	1,45
Peon en General (Estr.Oc E2)	3,00	3,58	14,32	0,2000	2,86
Inspector (Estr.Oc B3)	1,00	4,02	4,02	0,2000	0,80
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,02	4,02	0,2000	0,80
SUB - TOTAL (N)					5,20
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2	m3	1,00	149,06	149,06	
Enconfrado	m2	1,00	13,56	13,56	
SUB - TOTAL (O)					162,62
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					170,54
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	17,05
UTILIDAD				0,05	8,44
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				187,59

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$**

**194,15**

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	1	CODIGO N:	9		
RUBRO:	HORMIGON SIMPLE VIGAS F'C=280 KG/CM2	UNIDAD:	m3		
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta manual	11,00	0,30	3,30	1,0000	3,30
Vibrador	1,00	1,99	1,99	1,0000	1,99
SUB - TOTAL (M)					5,29
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon en General (Estr.Oc E2)	6,00	3,58	28,64	1,0000	21,48
Albañil (Estr.Oc D2)	4,00	3,62	23,53	1,0000	14,48
Inspector (Estr.Oc B3)	0,10	4,02	0,40	1,0000	0,40
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01	1,0000	2,01
SUB - TOTAL (N)					38,37
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2	m3	1,00	149,06	149,06	
Enconfrado	m2	1,00	13,56	13,56	
SUB - TOTAL (O)					162,62
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					206,28
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	20,63
UTILIDAD				0,05	10,31
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				237,22

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$**

**237,22**

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	5	CODIGO N:	10		
RUBRO:	HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA LOSAS	UNIDAD:	m3		
<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta manual	10,00	0,30	3,00	0,2000	0,60
Vibrador	1,00	1,99	1,99	0,2000	0,40
SUB - TOTAL (M)					1,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Albañil (Estr.Oc D2)	2,00	3,62	7,24	0,2000	1,45
Peon en General (Estr.Oc E2)	8,00	3,58	28,64	0,2000	5,73
Inspector (Estr.Oc B3)	1,00	4,02	4,02	0,2000	0,80
Maestro (estr.ocp. C1)	1,00	4,02	4,02	0,2000	0,80
SUB - TOTAL (N)					8,78
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
AUX: HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2	m3	1,00	149,06	149,06	
Enconfrado	m2	1,00	13,56	13,56	
SUB - TOTAL (O)					162,62
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (N)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					172,40
TOTAL GASTOS INDIRECTOS				0,10	17,24
UTILIDAD				0,05	0,00
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO				198,26

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>198,26</b>
--------------------------------------	---------------

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	33,3333	CODIGO N:	11
RUBRO:	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS	UNIDAD:	KG
<b>EQUIPO</b>			
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA
	A	B	C = A x B
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)			
			0,01
SUB - TOTAL (M)			0,01
<b>MANO DE OBRA</b>			
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA
	A	B	C = A x B
Peon en General (Estr.Oc E2)	1,00	3,58	3,58
Inspector (Estr.Oc B3)	0,10	4,02	0,40
Fierrero (Estr.Oc D2)	1,00	3,62	3,62
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01
			0,0300
			0,0300
			0,0300
			0,0300
SUB - TOTAL (N)			0,29
<b>MATERIALES</b>			
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO
		A	B
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	Kg	1,05	1,04
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	1,86
SUB - TOTAL (O)			1,19
<b>TRANSPORTE</b>			
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)
		A	B
SUB - TOTAL (N)			
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			1,48
TOTAL GASTOS INDIRECTOS			0,10
UTILIDAD			0,05
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO		1,71
<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>			<b>1,71</b>



## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RENDIMIENTO	33,3333	CODIGO N:	13
RUBRO:	ACERO DE REFUERZO PARA LOSAS	UNIDAD:	KG
<b>EQUIPO</b>			
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA
	A	B	C = A x B
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)			
			0,01
SUB - TOTAL (M)			0,01
<b>MANO DE OBRA</b>			
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA
	A	B	C = A x B
Peon en General (Estr.Oc E2)	1,00	3,58	3,58
Inspector (Estr.Oc B3)	0,10	4,02	0,40
Fierrero (Estr.Oc D2)	1,00	3,62	3,62
Maestro (estr.ocp. C1)	0,50	4,02	2,01
			0,0300
			0,0300
			0,0300
			0,0300
SUB - TOTAL (N)			0,29
<b>MATERIALES</b>			
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO
		A	B
Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	Kg	1,05	1,04
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	1,86
SUB - TOTAL (O)			1,19
<b>TRANSPORTE</b>			
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)
		A	B
SUB - TOTAL (N)			
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			1,48
TOTAL GASTOS INDIRECTOS			0,10
UTILIDAD			0,05
FIRMA DEL OFERENTE	PRECIO DE CALCULO		1,63

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>1,71</b>
--------------------------------------	-------------

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**  
**PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LAS OBRAS CIVILES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE PROCESAMIENTO MINERAL EN EL SECTOR PACHE-PORTOVELO**

RUBRO #	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	PT	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>Preliminares</b>					<b>\$ 9.440,37</b>						
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	366,00	\$ 0,97	\$ 355,01	\$ 355,01					
2	EXCAVACION A MAQUINA	m3	432,90	\$ 6,14	\$ 2.657,59	\$ 2.657,59					
3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m3	421,00	\$ 15,27	\$ 6.427,77	\$ 6.427,77					
<b>Cimentaciones</b>					<b>\$ 22.802,58</b>						
4	REPLANTILLO CON HORMIGON SIMPLE F´C=140 KG/CM2 E=5CM	m2	234,00	\$ 6,34	\$ 1.483,93	\$ 1.483,93					
5	HORMIGÓN F´C=280 KG/CM2 PARA ZAPATA EN DOS DIRECCIONES	m3	49,19	\$ 262,94	\$ 12.934,18	\$ 6.467,09	\$ 6.467,0				
6	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA EN DOS DIRECCIONES	KG	3.068,57	\$ 1,71	\$ 5.234,56		\$ 5.234,5				
7	CONTRAPISO HORMIGON SIMPLE FC=180KG/CM2 E=0.08CM(INC. PIEDRA BOLA E=15CM)	m2	214,00	\$ 14,72	\$ 3.149,91			\$ 3.149,91			
<b>Estructura de Hormigón armado</b>					<b>\$ 19.379,89</b>						
8	HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA COLUMNAS	m3	26,91	\$ 194,15	\$ 5.224,45			\$ 2.612,23	\$ 2.612,23		
9	HORMIGON SIMPLE VIGAS F'C=280 KG/CM2	m3	26,55	\$ 237,22	\$ 6.298,31					\$ 3.149,15	\$ 3.149,15

10	HORMIGON SIMPLE F'C=280 KG/CM2 PARA LOSAS	m3	39,63	\$ 198,26	\$ 7.857,13			\$ 3.928,57	\$ 3.928,57		
<b>Acero de refuerzo estructura</b>					<b>\$ 18.887,38</b>						
11	ACERO DE REFUERZO COLUMNAS	KG	5.403,70	\$ 1,71	\$ 9.217,98		\$ 4.608,99	\$ 4.608,99			
12	ACERO DE REFUERZO VIGAS	KG	3.078,50	\$ 1,71	\$ 5.251,50			\$ 2.625,75	\$ 2.625,75		
13	ACERO DE REFUERZO LOSAS	KG	2.589,83	\$ 1,71	\$ 4.417,90			\$ 2.208,95	\$ 2.208,95		
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 70.510,22</b>	<b>\$ 17.391,39</b>	<b>\$ 11.701,66</b>	<b>\$ 10.371,12</b>	<b>\$ 7.221,21</b>	<b>\$ 11.912,42</b>	<b>\$ 11.912,42</b>
						<b>\$ 17.391,39</b>	<b>\$ 29.093,05</b>	<b>\$ 39.464,17</b>	<b>\$ 46.685,38</b>	<b>\$ 58.597,80</b>	<b>\$ 70.510,22</b>





