

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del  
sistema estructural en la ciudad de Machala

ICE 2573

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Víctor Bryan Banchón Bajaña

Evelyn Lissette Pilataxi Murillo

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## **Dedicatoria**

---

El presente proyecto se lo dedico a mi mamá por todo su apoyo y paciencia, a mi hermano por su compañía y motivación, a mi papá por sus consejos y a Don Edison y su familia por su ayuda en los momentos difíciles.

**Víctor Bryan Banchón Bajaña**

## **Dedicatoria**

---

A mis padres, fuente de inspiración y fortaleza, cuya perseverancia y fe han sido mi guía en este camino.

**Evelyn Lissette Pilataxi Murillo**

## Agradecimiento

---

A mis hermanos, por su amor y apoyo incondicional. A mis sobrinos, ángeles de risa en momentos estresantes. Y a mis amigos, quienes me han acompañado en este largo camino hacia la culminación de mi tesis.

**Evelyn Lissette Pilataxi Murillo**

## Declaración Expresa

---

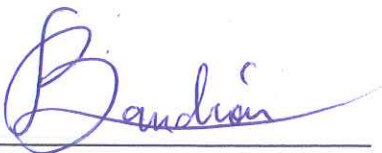
Nosotros **Víctor Bryan Banchón Bajaan** y **Evelyn Lissette Pilataxi Murillo** acordamos y reconocemos que:

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

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

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

Guayaquil, 29 de mayo del 2024.



Víctor Bryan Banchón Bajaan



Evelyn Lissette Pilataxi Murillo

## Evaluadores

---



firmado electrónicamente por:  
LENIN ALEXANDER  
DENDER AGULLAR

---

**Lenin Alexander Dender Aguilar, MSc.**  
Profesor de la Materia

LUIS  
ALBERTO  
SANCHEZ  
Z  
CALDER  
ON

Digitally  
signed by  
LUIS ALBERTO  
SANCHEZ  
CALDERON  
Date:  
2024.09.18  
21:56:16  
-05'00'

---

**Luis Alberto Sánchez Calderón, PhD.**  
Profesor Tutor

## Resumen

El proyecto tiene como objetivo principal diseñar una vivienda unifamiliar empleando diversos sistemas estructurales para seleccionar la alternativa más adecuada en términos de seguridad, durabilidad, eficiencia y costo. La justificación se basa en la necesidad urgente de viviendas seguras y asequibles en Ecuador, un país con alta actividad sísmica.

En el desarrollo del proyecto, se realizó una revisión de la literatura sobre sistemas estructurales, que incluyó pórticos y sistemas de muros. Se evaluaron diferentes alternativas de construcción utilizando matrices de decisión y se seleccionaron las más viables; una que involucraba el diseño en acero estructural de la vivienda y otra el diseño de hormigón armado ambas como un sistema de pórticos especiales a momento. Los diseños cumplieron con planteados por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015), la American Institute of Steel Construction (AISC360-16) y la American Concrete Institute (ACI 318-19).

Los resultados mostraban que el presupuesto de la vivienda de hormigón armado era de aproximadamente \$ 267.49 por metro cuadrado con un tiempo estimado de culminación de obra de 189 días y el de acero estructural de aproximadamente \$ 403.47 por metro cuadrado tenía un periodo de construcción de 139 días.

**Palabras clave:** vivienda unifamiliar, sistemas estructurales, seguridad sísmica, Ecuador.

## Abstract

The main objective of the project is to design a single-family house using different structural systems to select the most adequate alternative in terms of safety, durability, efficiency and cost. The justification is grounded on the urgent need for safe and affordable housing in Ecuador, a country with high seismic activity.

In the development of the project, a literature review of structural systems, including portal frames and wall systems, was carried out. Different construction alternatives were evaluated using decision matrices and the most viable ones were selected; one involving the structural steel design of the house and the other the reinforced concrete design, both as a special moment portal frame system. The designs complied with the Ecuadorian Construction Standard (NEC 2015), the American Institute of Steel Construction (AISC 360-16) and the American Concrete Institute (ACI 318-19).

The results showed that the budget for the reinforced concrete house was approximately \$ 267.49 per square meter with an estimated completion time of 189 days and the structural steel house was approximately \$ 403.47 per square meter with a construction period of 139 days.

**Keywords:** single-family house, structural systems, seismic safety, Ecuador.



## Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
índice general.....	III
Abreviaturas.....	VII
Simbología.....	VIII
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XIV
Índice de planos.....	XIX
Capítulo 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación del problema.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
Capítulo 2.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1. Revisión de literatura.....	7
2.1.1. Sistemas estructurales.....	7
2.2. Elementos estructurales.....	8
2.2.1. Cimentaciones.....	8
2.2.2. Columnas.....	8
2.2.3. Vigas.....	8
2.2.4. Losas.....	8
2.3. Materiales.....	9
2.3.1. Hormigón.....	9

2.3.2.	Acero.....	9
2.4.	Generalidades de diseño .....	9
2.4.1.	Cargas de Diseño .....	9
2.4.2.	Consideraciones Sísmicas.....	10
2.4.3.	Métodos de Diseño. ....	19
2.5.	Área de estudio .....	19
2.5.1.	Ubicación Geográfica .....	19
2.5.2.	Características del terreno.....	21
2.6.	Análisis de alternativas .....	22
2.6.2.	Paredes portantes de hormigón armado (PPHA). ....	24
2.6.3.	Evaluación de criterios.....	24
2.6.4.	Selección de alternativa usando la matriz de Lickert.....	27
Capítulo 3.....		30
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	31
3.1.	Cargas de la estructura .....	31
3.1.1.	Carga permanente .....	31
3.1.2.	Carga variable .....	34
3.1.3.	Carga Sísmica .....	34
3.2.	Calculo y diseño de hormigón armado .....	38
3.2.1.	Predimensionamiento de losa nervada en dos direcciones .....	38
3.2.2.	Predimensionamiento de columnas.....	46
3.2.3.	Predimensionamiento de la viga .....	51
3.2.4.	Modelación de software estructural .....	55
3.2.5.	Diseño de vigas.....	79
3.2.6.	Diseño de columnas .....	103
3.2.7.	Diseño de losa nervada en dos direcciones.....	125
3.2.8.	Diseño de cimentaciones.....	130
3.3.	Calculo y diseño de acero estructural .....	159
3.3.1.	Predimensionamiento de los elementos .....	159
3.3.2.	Modelación en software estructural .....	172

3.3.3.	Análisis estático lineal .....	178
3.3.4.	Diseño final de los elementos .....	188
3.3.5.	Diseño de conexiones soldadas.....	216
3.3.6.	Diseño de cimentaciones.....	221
3.1.	Diseño de escalera.....	234
3.2.	Diseño de instalaciones hidrosanitarias .....	248
3.3.	Diseño de instalaciones eléctricas.....	260
3.4.	Especificaciones técnicas.....	266
3.4.1.	Normativas de diseño.....	266
3.4.2.	Especificaciones de rubros.....	266
Capítulo 4	.....	30
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	303
4.1.	Descripción del proyecto .....	303
4.2.	Línea base ambiental.....	304
4.2.1.	Clima.....	304
4.2.2.	Suelo .....	304
4.2.3.	Medio Humano .....	305
4.3.	Actividades del proyecto.....	305
4.4.	Identificación de impactos ambientales .....	307
4.5.	Valoración de impactos ambientales.....	309
4.6.	Medidas de prevención .....	316
Capítulo 5	.....	30
5.	PRESUPUESTO.....	320
5.1.	Estructura Desglosa del trabajo .....	320
5.1.1.	Preliminares .....	321
5.1.2.	Cimentación .....	322
5.1.3.	Superestructura .....	322
5.2.	Rubros y análisis de precios unitarios.....	323
5.3.	Descripción de cantidades de obra.....	326
5.3.1.	Cálculo de cantidades de hormigón armado .....	326

5.3.2. Cálculo de cantidades de estructura de acero .....	337
5.3.3. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias .....	342
5.4. Valoración integral de costos del proyecto .....	343
5.5. Cronograma de obra.....	320
5.5.1. Cronograma de obra de la vivienda de acero estructural .....	320
Capítulo 6.....	320
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	320
6.1. Conclusiones .....	320
6.2. Recomendaciones .....	322

**Abreviaturas**

ACI	American Concrete Institute
AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ASD	Allowable Strength Design
AWS	American Welding Society
LRFD	Load and Resistance Factor Design
ASCE	American Society of Civil Engineers
NEC-SE-AC	Estructuras de Acero
NEC-SE-CG	Cargas (No Sísmicas)
NEC-SE-DS	Peligro Sísmico, Diseño sismoresistente

## Simbología

$\phi$  : Factor de reducción

$\Omega$  : Factor de seguridad

$R_n$ : Resistencia nominal del miembro

$R_a$  : Mayor fuerza calculada en el miembro

$M_n$ : Momento nominal

$M_u$ : Momento ultimo

$E$  : Módulo de elasticidad del acero

$kg$  : Kilogramo

$ton$  : Tonelada

$mm$  : Milímetro

$cm$  : Centímetro

$m$  : Metro

$m^2$ : Metro cuadrado

$m^3$ : Metro cubico

$seg$  : Segundo

$d$  : Peralte efectivo

$e$  : Espesor

$I_x$ : Inercia en X

$I_y$ : Inercia en Y

$Z_x$ : Modulo elástico en X

$Z_y$ : Modulo elástico en Y

$S_y$ : Sentido estático en Y

$S_x$ : Sentido estático en X

$V$  : Voltaje

$u$  : Unidad

$bf$  : Ancho del perfil

$tf$  : Espesor del perfil

## Índice de figuras

<b>Ilustración 1</b> Casos de irregularidades en planta .....	15
<b>Ilustración 2</b> Casos de irregularidades en elevación .....	16
<b>Ilustración 3</b> Ubicación geográfica del terreno .....	20
<b>Ilustración 4</b> Ubicación del terreno donde se construirá la vivienda .....	21
<b>Ilustración 5</b> Espectro elástico de diseño .....	35
<b>Ilustración 6</b> Espectro de aceleración elástico e inelástico.....	38
<b>Ilustración 7</b> Esquema de losa .....	39
<b>Ilustración 8</b> Esquema losa nervada .....	39
<b>Ilustración 9</b> Modelo losa nervada para análisis .....	40
<b>Ilustración 10</b> Espesor de losa maciza, esquema.....	41
<b>Ilustración 11</b> Esquema referencial de vigas para análisis de inercia.....	42
<b>Ilustración 12</b> Esquema de vigas con las inercias a calcular.....	42
<b>Ilustración 13</b> Deformación máxima de la losa nervada en dos direcciones.....	46
<b>Ilustración 14</b> Área colaborante, primer piso .....	48
<b>Ilustración 15</b> Área colaborante, cubierta.....	48
<b>Ilustración 16</b> Análisis viga crítica, esquema.....	53
<b>Ilustración 17</b> Esquema de la estructura, vista en planta.....	56
<b>Ilustración 18</b> Esquema de la estructura, vista en elevación .....	56
<b>Ilustración 19</b> Definición de material, hormigón $f'c$ 2100 ton/m <sup>2</sup> .....	57
<b>Ilustración 20</b> Propiedades del hormigón.....	58
<b>Ilustración 21</b> Definición de material, acero de refuerzo .....	58
<b>Ilustración 22</b> Propiedades acero de refuerzo.....	59
<b>Ilustración 23</b> Definición de elemento estructural, losa nervada .....	59
<b>Ilustración 24</b> Definición de las dimensiones de la viga principal VP0.25x0.30m.....	60
<b>Ilustración 25</b> Propiedades de material, viga principal .....	60
<b>Ilustración 26</b> Definición de NEC diseño sísmico, viga principal .....	61
<b>Ilustración 27</b> Definición de elemento estructural, columna 0.30x030m.....	61
<b>Ilustración 28</b> Propiedades de material, columna.....	62
<b>Ilustración 29</b> Definición de NEC diseño sísmico, columna.....	62
<b>Ilustración 30</b> Modelamiento vigas primer piso, vista en planta.....	63
<b>Ilustración 31</b> Modelamiento vigas cubierta, vista en planta .....	63
<b>Ilustración 32</b> Modelamiento de la estructura, vista 3D.....	64
<b>Ilustración 33</b> Modelamiento de la estructura, vista 3D.....	64
<b>Ilustración 34</b> Configuración enmalle de losa .....	65
<b>Ilustración 35</b> Asignación de nodos rígidos .....	66
<b>Ilustración 36</b> Definición de cargas de gravedad .....	66
<b>Ilustración 37</b> Asignación casos de carga permanente .....	67
<b>Ilustración 38</b> Asignación casos de carga viva.....	67



<b>Ilustración 39</b>	Definición de diafragmas en cada piso .....	68
<b>Ilustración 40</b>	Definición del coeficiente sísmico a la estructura.....	69
<b>Ilustración 41</b>	Asignación de coeficiente sísmico a la estructura.....	69
<b>Ilustración 42</b>	Peso total de la estructura.....	70
<b>Ilustración 43</b>	Periodos de vibración de la estructura.....	70
<b>Ilustración 44</b>	Cortante basal de la estructura .....	71
<b>Ilustración 45</b>	Verificación de irregularidad en planta .....	73
<b>Ilustración 46</b>	Verificación de rigidez lateral de la estructura .....	73
<b>Ilustración 47</b>	Deriva máxima de la estructura, sentido x .....	75
<b>Ilustración 48</b>	Deriva máxima de la estructura, sentido y .....	76
<b>Ilustración 49</b>	Fuerzas axiales de la estructura.....	77
<b>Ilustración 50</b>	Fuera cortante y desplazamiento de la estructura.....	77
<b>Ilustración 51</b>	Combinaciones de carga.....	79
<b>Ilustración 52</b>	Demandas de la viga critica .....	80
<b>Ilustración 53</b>	Acero necesario para soportar las demandas en $\text{cm}^2$ .....	81
<b>Ilustración 54</b>	Acero longitudinal de la viga critica .....	86
<b>Ilustración 55</b>	Esquema de armado de la viga critica.....	89
<b>Ilustración 56</b>	Propiedades de la viga analizada.....	90
<b>Ilustración 57</b>	Momentos de la viga analizada en $\text{ton} \cdot \text{m}$ .....	92
<b>Ilustración 58</b>	Deflexión máxima de la viga analizada .....	95
<b>Ilustración 59</b>	Capacidad de torsión de la viga.....	100
<b>Ilustración 60</b>	Diseño preliminar de la columna más demandada ubicada en el eje 4-B .....	104
<b>Ilustración 61</b>	Verificación de rangos permitidos a través del software de análisis .....	104
<b>Ilustración 62</b>	Diagrama de interacción, sentido X $\text{Mn}[\text{ton} \cdot \text{m}]$ vs $\text{Pn} [\text{ton}]$ .....	105
<b>Ilustración 63</b>	Diagrama de interacción, sentido Y $\text{Mn}[\text{ton} \cdot \text{m}]$ vs $\text{Pn} [\text{ton}]$ .....	105
<b>Ilustración 64</b>	Sentido de orientación para el análisis de la columna.....	106
<b>Ilustración 65</b>	Revisión de criterio en la zona más demandada .....	107
<b>Ilustración 66</b>	Diagrama de interacción de la columna superior, $\text{Mn}[\text{ton} \cdot \text{m}]$ vs $\text{Pn} [\text{ton}]$ .....	111
<b>Ilustración 67</b>	Diagrama de interacción de la columna inferior, $\text{Mn} [\text{ton} \cdot \text{m}]$ vs $\text{Pn} [\text{ton}]$ .....	112
<b>Ilustración 68</b>	Esquema modificado de la configuración del acero longitudinal .....	114
<b>Ilustración 69</b>	Franja de diseño para el análisis de losa .....	125
<b>Ilustración 70</b>	Esquema de losa nervada en dos direcciones.....	126
<b>Ilustración 71</b>	Demanda de acero en $\text{cm}^2$ en sentido Y de la losa nervada .....	127
<b>Ilustración 72</b>	Demanda de acero en $\text{cm}^2$ en sentido x de la losa nervada .....	129
<b>Ilustración 73</b>	Definición de envolventes.....	131
<b>Ilustración 74</b>	Envolventes sísmicas de la estructura.....	132
<b>Ilustración 75</b>	Esquema del plinto .....	134
<b>Ilustración 76</b>	Esquema de esfuerzos generados en los plintos.....	134
<b>Ilustración 77</b>	Esfuerzos de las demandas, vista peralte .....	136
<b>Ilustración 78</b>	Esfuerzos de las demandas, vista base .....	138

<b>Ilustración 79</b> Resumen de cálculo del cortante último, eje Y de la resistencia al cortante .....	138
<b>Ilustración 80</b> Definición de propiedades.....	145
<b>Ilustración 81</b> Modificación del recubrimiento en plintos .....	146
<b>Ilustración 82</b> Esquema de la vista en planta de plintos.....	146
<b>Ilustración 83</b> Asignación de restricciones.....	147
<b>Ilustración 84</b> Módulo de reacción del suelo, datos para el software.....	148
<b>Ilustración 85</b> Definición esfuerzo admisible por medio de coeficiente de balasto .....	148
<b>Ilustración 86</b> Definición de propiedades, elemento viga .....	149
<b>Ilustración 87</b> Configuración de cimentación, vista en planta .....	150
<b>Ilustración 88</b> Definición de asentamientos .....	151
<b>Ilustración 89</b> Análisis de demandas en el software en el plinto B5 en $\text{cm}^2/\text{cm}$ .....	153
<b>Ilustración 90</b> Demanda de las vigas de acople que une los plintos A, B y C en $\text{cm}^2$ .....	157
<b>Ilustración 91</b> Vista en planta de columnas de la planta baja, con el área tributaria de la columna del eje 4-B.....	169
<b>Ilustración 92</b> Configuración de vigas, columnas y losas, vista superior de la planta baja .....	172
<b>Ilustración 93</b> Configuración estructura metálica, alzado lateral del Eje A .....	173
<b>Ilustración 94</b> Configuración de la estructura metálica, vista 3D .....	173
<b>Ilustración 95</b> Definición de materiales.....	174
<b>Ilustración 96</b> Definición de propiedades, perfiles seleccionados .....	175
<b>Ilustración 97</b> Asignación de diagramas de piso .....	176
<b>Ilustración 98</b> Ingreso cargas gravitacionales .....	177
<b>Ilustración 99</b> Definición de cargas sísmicas .....	177
<b>Ilustración 100</b> Definición de combinaciones de carga.....	178
<b>Ilustración 101</b> Peso de la estructura, definido por el software de análisis.....	178
<b>Ilustración 102</b> Periodo de la estructura, definido por el software de análisis .....	179
<b>Ilustración 103</b> Cortante basal, definido por el software de análisis.....	180
<b>Ilustración 104</b> Deriva máxima de la estructura, eje x.....	183
<b>Ilustración 105</b> Deriva máxima de la estructura, eje Y .....	184
<b>Ilustración 106</b> Deriva máxima en x del perfil seleccionado .....	185
<b>Ilustración 107</b> Deriva máxima en y del perfil seleccionado .....	186
<b>Ilustración 108</b> Fuerzas axiales de la estructura.....	187
<b>Ilustración 109</b> Fuerzas cortantes de la estructura.....	187
<b>Ilustración 110</b> Desplazamientos de la estructura .....	187
<b>Ilustración 111</b> Deflexión máxima, viga ubicada en el Eje 2 Sección B-C.....	188
<b>Ilustración 112</b> Casos de carga de viga critica, ubicada en el eje 2 A-B.....	189
<b>Ilustración 113</b> Comportamiento de vigas a flexión en función de su longitud sin arriostrar... ..	192
<b>Ilustración 114</b> Deflexión de viga, IPE 200 apoyada entre las vigas 2-3 B y 2-3 C .....	195
<b>Ilustración 115</b> Deflexión de viga, IPE 300 ubicada en el eje 2-3 B.....	199
<b>Ilustración 116</b> Demanda por combinación de carga D+L de columna critica, ubicada en el eje 6-B.....	204

<b>Ilustración 117</b>	Fuerza resultante en caso de carga Sismo X, columna ubicada en el eje 3-B..	205
<b>Ilustración 118</b>	Fuerza resultante en caso de carga Sismo Y, columna ubicada en el eje 3-B...	205
<b>Ilustración 119</b>	Representación de curvatura de una columna sometida a momentos flectores	206
<b>Ilustración 120</b>	Desplazamiento de entrepiso, columna critica sometida a carga axial .....	207
<b>Ilustración 121</b>	Esquema de la escalera, vista superior .....	235
<b>Ilustración 122</b>	Esquema de la escalera, vista lateral de la planta baja .....	236
<b>Ilustración 123</b>	Esquema de la escalera, vista lateral de la planta alta .....	236
<b>Ilustración 124</b>	Esquema del espesor de la garganta de la escalera .....	237
<b>Ilustración 125</b>	Idealización del caso de análisis, primer tramo.....	241
<b>Ilustración 126</b>	Idealización del caso de análisis, segundo tramo .....	242
<b>Ilustración 127</b>	Diseño final de la escalera.....	248
<b>Ilustración 128</b>	Diagrama de la ruta crítica de la línea de agua potable.....	248
<b>Ilustración 129</b>	Tipo de diámetros comerciales de tubería de agua potable.....	251
<b>Ilustración 130</b>	Tabla de Flammant de media pulgada.....	253
<b>Ilustración 131</b>	Esquema de las tuberías de aguas servidas .....	256
<b>Ilustración 132</b>	Calibre mínimo para circuitos de tomacorrientes .....	263
<b>Ilustración 133</b>	Tipo de tuberías Conduit según los cables usados .....	264
<b>Ilustración 134</b>	Resumen del Clima de Machala, El Oro. ....	304
<b>Ilustración 135</b>	Impactos ambientales .....	310
<b>Ilustración 136</b>	Matriz de Leopold de la estructura de Hormigón Armado.....	314
<b>Ilustración 137</b>	Matriz de Leopold de la estructura de Acero Estructural.....	315
<b>Ilustración 138</b>	Estructura de actividades, construcción de vivienda de acero estructural .....	320
<b>Ilustración 139</b>	Estructura de actividades, construcción de vivienda de hormigón armado .....	321
<b>Ilustración 140</b>	Análisis de Precios Unitarios, estructura de hormigón armado .....	324
<b>Ilustración 141</b>	Análisis de Precios Unitarios, estructura de acero .....	325
<b>Ilustración 142</b>	Distribución de mampostería, hormigón armado .....	335
<b>Ilustración 143</b>	Valoración integral de costos, acero estructural .....	345
<b>Ilustración 144</b>	Valoración integral de costos, hormigón armado .....	346
<b>Ilustración 145</b>	Cronograma de obra, acero estructural .....	320
<b>Ilustración 146</b>	Cronograma de obra, hormigón armado .....	321

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Valores de coeficiente de zonificación sísmica .....	10
<b>Tabla 2</b> Factor de sitio $F_a$ y tipo de suelo .....	11
<b>Tabla 3</b> Factores de sitio $F_d$ y tipo de suelo .....	12
<b>Tabla 4</b> Factores de sitio $F_s$ y tipo de suelo .....	12
<b>Tabla 5</b> Coeficientes según el tipo de estructura .....	13
<b>Tabla 6</b> Coeficiente R, correspondiente al sistema estructural .....	17
<b>Tabla 7</b> Coeficientes de importancia según el tipo de uso de la estructura .....	17
<b>Tabla 8</b> Deriva máxima permisible .....	18
<b>Tabla 9</b> Coordenadas UTM del terreno .....	21
<b>Tabla 10</b> Ventajas y desventajas en construcciones de pórticos especiales a momento de hormigón armado .....	22
<b>Tabla 11</b> Ventajas y desventajas en construcciones de pórticos especiales a momento de acero estructural .....	23
<b>Tabla 12</b> Ventajas y desventajas en construcciones de paredes portantes de hormigón armado ..	24
<b>Tabla 13</b> Porcentaje de importancia de los criterios establecidos .....	25
<b>Tabla 14</b> Criterios de calificación de alternativas de acuerdo con cada criterio .....	27
<b>Tabla 15</b> Calificación de criterios para alternativa Pórticos resistentes a momento a Hormigón Armado (PRMHA).....	28
<b>Tabla 16</b> Calificación de criterios para alternativa Pórticos resistente a momento de Acero Estructural (PRMAE).....	28
<b>Tabla 17</b> Calificación de criterios para alternativa Paredes portantes de Hormigón Armado (PPHA).....	29
<b>Tabla 18</b> Carga por enlucido de pared.....	32
<b>Tabla 19</b> Carga permanente primer piso, hormigón armado .....	33
<b>Tabla 20</b> Carga permanente cubierta, hormigón armado .....	33
<b>Tabla 21</b> Cargas permanentes primer piso, acero estructural.....	33
<b>Tabla 22</b> Cargas permanentes cubierta, acero estructural .....	34
<b>Tabla 23</b> Cargas variables .....	34
<b>Tabla 24</b> Resumen de las consideraciones sísmicas.....	36
<b>Tabla 25</b> Resumen de consideraciones de irregularidad en planta y elevación .....	36
<b>Tabla 26</b> Análisis de inercia de la losa nervada .....	40
<b>Tabla 27</b> Análisis de inercia de vigas .....	42
<b>Tabla 28</b> Análisis de inercia de la capa de compresión de la losa.....	43
<b>Tabla 29</b> La relación de rigidez de flexión.....	43
<b>Tabla 30</b> Altura mínima de una losa maciza .....	44
<b>Tabla 31</b> Deflexión máxima admisible calculada .....	45
<b>Tabla 32</b> Análisis de reducción de carga viva ( $K_{LL}$ ) .....	49
<b>Tabla 33</b> Cargas ultimas aplicadas en cada piso .....	49

<b>Tabla 34</b> Área gruesa ( $A_g$ ) de la columna y su sección transversal.....	51
<b>Tabla 35</b> Análisis de momentos últimos .....	53
<b>Tabla 36</b> Dimensiones de la viga asignada .....	54
<b>Tabla 37</b> Sección de vigas seleccionadas para cada nivel.....	54
<b>Tabla 38</b> Coeficiente sísmico de la estructura.....	69
<b>Tabla 39</b> Reajuste de periodo de vibración y coeficiente sísmico .....	71
<b>Tabla 40</b> Reajuste de cortante basal y coeficiente sísmico .....	72
<b>Tabla 41</b> Verificación de irregularidad en elevación y en planta .....	74
<b>Tabla 42</b> Periodos de vibración y coeficiente sísmico .....	74
<b>Tabla 43</b> Periodos de vibración y coeficiente sísmico ajustados .....	74
<b>Tabla 44</b> Cortante basal y coeficiente sísmico ajustados .....	75
<b>Tabla 45</b> Resultado y verificación de derivas .....	76
<b>Tabla 46</b> Comprobación de índice de estabilidad de la estructura .....	78
<b>Tabla 47</b> Momentos de la viga crítica .....	80
<b>Tabla 48</b> Nodo Izquierdo – Acero Negativo .....	88
<b>Tabla 49</b> Nodo Derecho – Acero Negativo .....	88
<b>Tabla 50</b> Resumen de momentos de la viga analizada.....	92
<b>Tabla 51</b> Momentos de la viga modificados .....	94
<b>Tabla 52</b> Demandas del acero estructural en los nodos de la viga analizada.....	95
<b>Tabla 53</b> Configuración de los estribos de la viga .....	98
<b>Tabla 54</b> Demanda arriba del nodo analizado .....	109
<b>Tabla 55</b> Demanda debajo del nodo .....	109
<b>Tabla 56</b> Momentos nominales en los extremos de la columna.....	118
<b>Tabla 57</b> Esfuerzos de la columna más demandada .....	119
<b>Tabla 58</b> Esfuerzo cortante de la columna analizada .....	120
<b>Tabla 59</b> Diseño de viga del eje x, piso 1.....	121
<b>Tabla 60</b> Diseño de viga del eje y, piso 1 .....	122
<b>Tabla 61</b> Diseño de viga del eje x, cubierta .....	123
<b>Tabla 62</b> Diseño de viga del eje y, cubierta.....	124
<b>Tabla 63</b> Diseño del acero negativo, losa nervada en dos direcciones.....	128
<b>Tabla 64</b> Diseño del acero positivo, losa nervada en dos direcciones .....	130
<b>Tabla 65</b> Diseño del acero negativo sentido en x, losa nervada en dos direcciones .....	130
<b>Tabla 66</b> Combinaciones de cargas de servicio.....	132
<b>Tabla 67</b> Área transversal del plinto.....	133
<b>Tabla 68</b> Esfuerzos generados por las demandas y la resistencia del suelo .....	135
<b>Tabla 69</b> Resumen de cálculo del cortante último, eje X.....	137
<b>Tabla 70</b> Cortante unidireccional, punzonamiento.....	140
<b>Tabla 71</b> Resumen del diseño a flexión, eje X.....	141
<b>Tabla 72</b> Verificación de la longitud de desarrollo, eje X .....	142
<b>Tabla 73</b> Resumen del diseño a flexión, eje X.....	143

<b>Tabla 74</b> Resumen del Plinto central.....	144
<b>Tabla 75</b> Resumen del Plinto Perimetral.....	144
<b>Tabla 76</b> Resumen del Plinto Esquinera.....	144
<b>Tabla 77</b> Asentamiento Diferencial, eje X.....	151
<b>Tabla 78</b> Asentamiento diferencial, eje Y.....	152
<b>Tabla 79</b> Diseño final, plintos esquineros.....	156
<b>Tabla 80</b> Diseño final, plintos perimetrales.....	156
<b>Tabla 81</b> Diseño final, plintos centrales.....	156
<b>Tabla 82</b> Diseño de la viga de acople que une los plintos en los ejes A, B y C a lo largo del eje 6 .....	157
<b>Tabla 83</b> Diseño de vigas de cimentación en el eje X.....	158
<b>Tabla 84</b> Diseño de vigas de cimentación en el eje Y.....	158
<b>Tabla 85</b> Propiedades de la placa colaborante.....	159
<b>Tabla 86</b> Carga Muerta sobre la placa Steel Deck.....	160
<b>Tabla 87</b> Propiedades de los perfiles seleccionados.....	163
<b>Tabla 88</b> Propiedades perfil IPE 300.....	167
<b>Tabla 89</b> Propiedades del perfil seleccionado, columna.....	170
<b>Tabla 90</b> Periodo de la estructura, definido por normativa.....	179
<b>Tabla 91</b> Verificación de cortante basal, definidos por normativas.....	180
<b>Tabla 92</b> Verificación de valores, caso irregularidad.....	181
<b>Tabla 93</b> Verificación de irregularidades, definidas por normativa.....	181
<b>Tabla 94</b> Ajuste de periodo, definido por normativa.....	182
<b>Tabla 95</b> Corrección de periodo real.....	182
<b>Tabla 96</b> Corrección de cortante basal.....	182
<b>Tabla 97</b> Verificación de derivas de la estructura.....	185
<b>Tabla 98</b> Verificación de derivas de la estructura, perfil seleccionado.....	186
<b>Tabla 99</b> Verificación del índice de estabilidad.....	188
<b>Tabla 100</b> Máximas demandas de la viga crítica, ubicada en el eje 2 A-B.....	190
<b>Tabla 101</b> Propiedades de la viga crítica, ubicada en el eje 2 A-B.....	190
<b>Tabla 102</b> Cargas más demandantes, IPE 200 apoyada entre las vigas 2-3 B y 2-3 C.....	195
<b>Tabla 103</b> Dimensiones y propiedades del perfil IPE 200.....	196
<b>Tabla 104</b> Cargas más demandantes, IPE 300 ubicada en el eje 2-3 B.....	200
<b>Tabla 105</b> Dimensiones y propiedades del perfil IPE 300.....	200
<b>Tabla 106</b> Dimensiones y propiedades del perfil cuadrado 200x200x4 mm.....	203
<b>Tabla 107</b> Dimensiones y propiedades del perfil cuadrado 200x200x4 mm.....	213
<b>Tabla 108</b> Prediseño de dimensiones de placa base.....	214
<b>Tabla 109</b> Tamaño mínimo de soldadura filete.....	217
<b>Tabla 110</b> Propiedades del perfil IPE 300, ubicado en el eje 6 A-B.....	218
<b>Tabla 111</b> Propiedades de la viga perfil IPE 200.....	220
<b>Tabla 112</b> Combinación de cargas de servicio.....	221

<b>Tabla 113</b> Área transversal, plinto ubicado en el eje 6-B.....	222
<b>Tabla 114</b> Esfuerzo generado por cargas y resistencia del suelo.....	222
<b>Tabla 115</b> Resumen de cálculo del cortante último, eje X.....	223
<b>Tabla 116</b> Resumen de cálculo del cortante último, eje Y.....	223
<b>Tabla 117</b> Corte unidimensional, punzonamiento.....	224
<b>Tabla 118</b> Resumen de diseño a flexión, eje X.....	225
<b>Tabla 119</b> Resumen de diseño a flexión, eje Y.....	225
<b>Tabla 120</b> Resumen del Plinto Central.....	226
<b>Tabla 121</b> Resumen del Plinto Perimetral.....	226
<b>Tabla 122</b> Resumen del Plinto Esquinero.....	227
<b>Tabla 123</b> Diseño final, plintos centrales.....	227
<b>Tabla 124</b> Diseño final, plintos esquineros.....	228
<b>Tabla 125</b> Diseño final, plintos perimetrales.....	228
<b>Tabla 126</b> Asentamiento Diferencial Entre Plintos en el Eje X, en mm.....	229
<b>Tabla 127</b> Asentamiento Diferencial Entre Plintos en el Eje Y, en mm.....	229
<b>Tabla 128</b> Propiedades de la columna crítica y dimensiones de la zapata 6-B.....	230
<b>Tabla 129</b> Metrado de garganta, Tramo 1.....	239
<b>Tabla 130</b> Metrado de descanso, Tramo 1.....	239
<b>Tabla 131</b> Metrado de garganta, Tramo 2.....	240
<b>Tabla 132</b> Metrado de descanso, Tramo 2.....	240
<b>Tabla 133</b> Caudales mínimo según el aparato sanitario.....	249
<b>Tabla 134</b> Prediseño de los diámetros de las tuberías.....	252
<b>Tabla 135</b> Pérdidas de los accesorios.....	254
<b>Tabla 136</b> Diseño final de los diámetros de las tuberías de agua potable.....	255
<b>Tabla 137</b> Resumen de las tuberías PVC de aguas servidas en el proyecto.....	256
<b>Tabla 138</b> Límites de unidades por tubería.....	257
<b>Tabla 139</b> Caudal para fluxómetros.....	258
<b>Tabla 140</b> Tabla de Manning para tubería de 4”.....	258
<b>Tabla 141</b> Relaciones hidráulicas en tubería.....	259
<b>Tabla 142</b> Comprobación de los criterios de diseño para tuberías de aguas servidas.....	260
<b>Tabla 143</b> Diseño eléctrico de la planta baja.....	265
<b>Tabla 144</b> Diseño eléctrico de la planta alta.....	265
<b>Tabla 145</b> Actividades de la construcción de Hormigón Armado.....	305
<b>Tabla 146</b> Actividades de la construcción de Acero Estructural.....	306
<b>Tabla 147</b> Impactos ambientales.....	307
<b>Tabla 148</b> Valores de Magnitud e Importancia de la matriz de Leopold.....	311
<b>Tabla 149</b> Criterios de evaluación cuantitativa de factores.....	311
<b>Tabla 150</b> Escala de valoración de Impactos.....	312
<b>Tabla 151</b> Medidas de prevención para las estructuras del proyecto.....	316
<b>Tabla 152</b> Peso según el tamaño de varilla.....	327

<b>Tabla 153</b> Cantidades del acero de refuerzo, columna T1 .....	328
<b>Tabla 154</b> Cantidades del acero de refuerzo, columna T2 .....	328
<b>Tabla 155</b> Cantidades del acero de refuerzo, plintos.....	328
<b>Tabla 156</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje B .....	328
<b>Tabla 157</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje 6 .....	329
<b>Tabla 158</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje 3-5.....	329
<b>Tabla 159</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje A-C .....	329
<b>Tabla 160</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje 2-6.....	329
<b>Tabla 161</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga piso 1 .....	330
<b>Tabla 162</b> Cantidades del acero de refuerzo, viga cubierta.....	331
<b>Tabla 163</b> Cantidades del acero de refuerzo, nervios.....	332
<b>Tabla 164</b> Cantidades del acero de refuerzo, escalera.....	332
<b>Tabla 165</b> Volumen en obra de hormigón estructural $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	333
<b>Tabla 166</b> Volumen en obra de hormigón estructural $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , plinto .....	333
<b>Tabla 167</b> Volumen en obra de hormigón estructural $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , contrapiso .....	333
<b>Tabla 168</b> Volumen en obra de hormigón estructural $f'c$ 2100 kg/cm <sup>2</sup> , escalera .....	334
<b>Tabla 169</b> Cálculo de mampostería de paredes, hormigón armado .....	335
<b>Tabla 170</b> Cálculo de mampostería, pintura de paredes interiores.....	336
<b>Tabla 171</b> Cálculo de mampostería, pintura de paredes exteriores .....	336
<b>Tabla 172</b> Cantidad de acero de refuerzo, pedestal.....	337
<b>Tabla 173</b> Cantidad de acero de refuerzo, riostras .....	337
<b>Tabla 174</b> Cantidad de acero de refuerzo, plintos .....	338
<b>Tabla 175</b> Cantidad de acero estructural, placa base.....	338
<b>Tabla 176</b> Cantidad de acero estructural, columnas.....	339
<b>Tabla 177</b> Cantidad de mampostería, paredes.....	339
<b>Tabla 178</b> Cantidad de mampostería, pintura de paredes interiores.....	340
<b>Tabla 179</b> Cantidad de mampostería, pintura de paredes exteriores .....	340
<b>Tabla 180</b> Volumen en obra de hormigón simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , losa.....	341
<b>Tabla 181</b> Volumen en obra de hormigón simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , contrapiso.....	342
<b>Tabla 182</b> Volumen en obra de hormigón simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , plinto .....	342
<b>Tabla 183</b> Cantidad de tuberías y accesorios, aguas servidas .....	342
<b>Tabla 184</b> Cantidad de tuberías y accesorios, agua potable .....	343



## Índice de planos

Plano 1 Alzado de planta y columnas

Plano 2 Alzado de cimentación

Plano 3 Alzado de Vigas P1 - EJE X (1)

Plano 4 Alzado de Vigas P1 - EJE X (2)

Plano 5 Alzado de Vigas P1 - EJE Y

Plano 6 Alzado de Vigas CUB - EJE X

Plano 7 Alzado de Vigas CUB - EJE Y

Plano 8 Armado de Losa

Plano 9 Alzado de planta

Pano 10 Cimentaciones

Plano 11 Plano Eléctrico

Plano 12 Plano Hidrosanitario

# Capítulo 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

Durante los últimos años en Latinoamérica se ha observado un incremento importante en la construcción de viviendas sostenibles (Julián et al., 2015). Las propuestas para este tipo de construcción suelen ser más costosas que las tradicionales, pórticos a momento de hormigón armado, y los usuarios pueden rechazarlas porque son diferentes a los proyectos, diseños y materiales comúnmente utilizados. Esto dificulta que se desarrollen alternativas que cumplan con las expectativas de los usuarios, y a su vez promover nuevos proyectos constructivos que reduzcan el impacto ambiental sin aumentar el costo del proyecto (Muñoz Márquez, 2016).

La falta de conocimiento sobre los sistemas alternativos de construcción lleva a que las personas sigan utilizando el sistema tradicional, que puede no ser el más conveniente (Barros & Peñafiel, 2015). En el contexto de una vivienda unifamiliar, donde la inversión representa un compromiso considerable para los propietarios, la elección del sistema estructural adquiere una importancia crítica con un impacto significativo en los costos.

Rojas y Arenas (2008) en la investigación “Comparación técnico-financiera del acero estructural y el hormigón armado”, pudieron establecer que el cambio de las técnicas de construcción es un gran impacto financiero cuando se desarrolla un proyecto. Dependiendo de los aspectos técnicos que se mejoran puede llevar a reducciones significativas en los costos. Concluyeron que los materiales utilizados en una construcción liviana son más caros que los utilizados en la construcción tradicional, pero las ventajas de este tipo de construcción, como las garantías estructurales, el costo de la mano de obra, el tiempo de construcción y la facilidad de manejo, compensan el costo adicional de los materiales y reducen el costo total de la obra.

Por otra parte, con la finalidad de investigar el comportamiento sísmico, Núñez (2019) en “Análisis comparativos de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: DUALES vs Diagrid” demostró que los edificios con sistema estructural Diagrid de concreto armado (Diagrid tipo A y Diagrid tipo B) son más eficientes que los modelos de sistema convencional (pórticos con muros estructurales). Esto se debe a que el sistema Diagrid es más liviano, lo que se traduce en menores costos de construcción y cimentación.

Estos antecedentes sugieren la necesidad de una investigación más profunda sobre cómo el uso de diferentes sistemas estructurales en la construcción de viviendas unifamiliares influye en el costo total de construcción, la calidad de las viviendas y su adaptabilidad a las necesidades cambiantes de una población en crecimiento.

## **1.2. Descripción del problema**

El déficit habitacional en Ecuador no se limita a la falta de viviendas, sino que se caracteriza principalmente por la baja calidad de muchas de las existentes. Según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MDUVI), el 75.8% del déficit es cualitativo, lo que implica que millones de ecuatorianos habitan en viviendas sin acceso a servicios básicos o con deficiencias estructurales (Salgado, 2023).

Los costos de construcción en Ecuador varían ampliamente dependiendo de los acabados y materiales utilizados. Mientras una vivienda de clase media con acabados básicos puede costar alrededor de USD 365 por metro cuadrado, las construcciones de alta gama con acabados de primera línea pueden oscilar entre USD 590 y USD 1.500 por metro cuadrado (Acosta, 2022). Esta amplia variación de costos, sumada a la necesidad de cumplir con estándares de calidad y seguridad, dificulta el acceso a una vivienda digna para un gran sector de la población.

Además, la búsqueda de un equilibrio entre calidad, funcionalidad y costo representa un desafío constante para la industria de la construcción. Los clientes demandan espacios seguros, bien diseñados y con acabados de calidad, pero a menudo se enfrentan a limitaciones presupuestarias. La distribución de los costos en una construcción es compleja, con una parte significativa destinada a la estructura y otra a los acabados. Sin embargo, es fundamental encontrar soluciones que permitan ofrecer viviendas de calidad a precios accesibles.

### **1.3. Justificación del problema**

Ecuador, al encontrarse ubicado en una zona sísmica activa, presenta un desafío adicional en materia de construcción: la necesidad de garantizar la seguridad estructural de las edificaciones. Esto es esencial debido a que la actividad sísmica puede generar fuerzas significativas en las estructuras por lo cual los sistemas estructurales seleccionados deben ser capaces de absorber la energía sísmica para mitigar los daños en caso de un sismo (De la Colina & Ramírez, 2000).

Sin embargo, el déficit habitacional en Ecuador, caracterizado por la baja calidad de las viviendas existentes y la amplia brecha en los costos de construcción, representa un desafío aún mayor. Según el MIDUVI el 75,8% de las viviendas del Ecuador se encuentran en déficit habitacional, es decir, no cumplen con las condiciones físicas básicas. Esta situación, sumada a la vulnerabilidad sísmica, pone en riesgo la vida y la seguridad de millones de ecuatorianos (Díaz et al., 2022). Ante este panorama, es fundamental promover la construcción de nuevas viviendas con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población. (Meneses, 2017).

La necesidad de construir viviendas seguras, asequibles y eficientes es cada vez más apremiante. Sin embargo, los altos costos de construcción, la complejidad de los diseños estructurales y la falta de información sobre las diferentes opciones disponibles dificultan la toma de decisiones informadas por parte de los constructores y propietarios.

Con lo antepuesto, es preciso que nos replanteemos nuevos proyectos habitacionales, en esta disertación nos proponemos comparar técnica y económicamente el sistema estructural de una vivienda con diferentes sistemas constructivos donde es esencial determinar los costos asociados con la construcción de cada diseño, así también garantizar seguridad y funcionalidad.

## **1.4.Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

Diseñar una vivienda unifamiliar, aplicando diferentes sistemas estructurales, para la selección de la alternativa más adecuada en términos de seguridad, durabilidad, eficiencia y costo.

### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

1. Definir los materiales y sistemas estructurales óptimos para una vivienda unifamiliar de dos pisos considerando las realidades económicas particulares de esté, garantizando una estructura segura, funcional y durable.
2. Realizar el diseño completo de las alternativas seleccionadas, considerando los criterios estructurales, eléctricos e hidrosanitarios de acuerdo con las normativas vigentes.
3. Elaborar planos estructurales, hidrosanitarios y eléctricos para cada una de las alternativas seleccionadas, que faciliten la ejecución de la obra.

4. Elaborar un presupuesto y un cronograma de obra para cada una de las alternativas seleccionadas.
5. Evaluar la viabilidad económica de cada alternativa detallando los costos de materiales, mano de obra y ejecución para cada sistema estructural.

## **Capítulo 2**



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Revisión de literatura

#### 2.1.1. *Sistemas estructurales*

Estos sistemas en el argot de la Ingeniería Civil se definen como un conjunto de componentes estructurales que se relacionan entre si con el fin de diseñar una edificación que garantice estabilidad con una adecuada disipación de energía sin colapso (NEC SE HM, 2015).

La clasificación de los sistemas estructurales es variada, para seleccionar el método más apropiado generalmente se lo agrupa de la siguiente manera: aporticados, muros y mixtos (Del Pino, 2006).

*Sistemas de pórticos*, su conjunto esquelético principal son la vigas y columnas que soportan la totalidad de las cargas (Del Pino, 2006).

*Sistemas de muros*, las cargas totales son resistidas por los muros de carga, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales (NSR-10, 2010).

*Sistemas mixtos*, combinación de los sistemas antes mencionados donde las cargas son repartidas entre los pórticos y los muros (NSR-10, 2010).

Para la elección de un sistema estructural adecuado es importante considerar el uso de la edificación que se va a diseñar, al saber que función va a cumplir la edificación estimamos las fuerzas a la que estará expuesta la estructura (Barros & Peñafiel, 2015).

## **2.2. Elementos estructurales**

### **2.2.1. Cimentaciones**

La cimentación es el elemento que sostiene la estructura sobre el terreno. Generalmente, está enterrada y transmite al terreno su propio peso y cargas recibidas, por lo que la estructura que soporta debe ser estable, la presión transferida deberá estar por debajo del valor permitido limitando los asentamientos (Yepes, 2020).

### **2.2.2. Columnas**

Elementos estructurales verticales cuya función principal consiste en transmitir las cargas de trabajo hacia la cimentación. También, sirven de apoyo a las vigas cargadas y para asegurar la estabilidad de paredes (Inka, 2019).

### **2.2.3. Vigas**

Estas componentes horizontales son elementos estructurales muy resistentes que conforman el esqueleto de las edificaciones arquitectónicas, para dar soporte a los techos y asegurar la estructura (Navarro, 2021). Diferentes códigos de construcción son empleados para su diseño, su papel principal es soportar cargas o fuerzas que actúan perpendicular a su eje longitudinal, resistiendo esfuerzos de flexión generados por momentos actuantes en sus extremos (Santamaría & Morales, 2018).

### **2.2.4. Losas**

La losa se configura como un componente estructural cuya finalidad principal es actuar como una barrera entre los diferentes niveles de una estructura, a menudo referida como losa de entrepiso. Además de esta función, cumple con el propósito de soportar las cargas de ocupación, que incluyen tanto las cargas vivas como las cargas muertas (Londoño, 2021).

## **2.3. Materiales**

### **2.3.1. Hormigón**

El hormigón es una mezcla de componentes como lo son: agregados, conformados por arena y grava generalmente, y pasta, hecha con cemento y agua. La calidad de este depende de la calidad de los materiales que lo conforman y de su unión (Kosmatka et al., 2004).

### **2.3.2. Acero**

El acero se ha utilizado como materia de construcción durante más de un siglo, su primer uso en una estructura grande tuvo lugar en Shorpsire, Inglaterra donde se construyó un puente en forma de arco sobre el río Severn. Acontecimiento que cambio el curso de la Revolución Industrial al introducir el hierro como material estructural marcando un hito en la historia de la ingeniería (McCormac & Csernak, 2012).

## **2.4. Generalidades de diseño**

### **2.4.1. Cargas de Diseño**

Una de las tareas más importante como proyectista es estimar las diferentes cargas a la que estará sometida la estructura durante su vida útil, todas las cargas que pueden llegar a presentarse deben de ser consideradas en el cálculo de diseño. En esta investigación los pesos de muchos materiales son tomados de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, sin embargo, las cargas de diseño también pueden ser obtenidas de la American Society of Civil Engineers intitulada Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures (McCormac & Csernak, 2012).

**2.4.1.1. Carga permanente.** También llamadas cargas muertas, “están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes,

recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura” (NEC SE CG, 2015).

**2.4.1.2. Carga viva.** Son aquellas que cambian de lugar y de magnitud, generalmente producidas por el uso, mantenimiento y ocupación de la edificación (McCormac & Csernak, 2012). Es importante definir la función que tendrá la edificación ya que en el diseño se considera los bienes muebles y personas que ocuparan la estructura (Murillo & Caicedo, 2015)

**2.4.1.3. Combinaciones de carga.** Las construcciones en Ecuador generalmente deben diseñarse para resistir combinaciones de cargas, además de las cargas permanentes y vivas se toma en consideración las cargas ambientales (viento y granizo) y las cargas accidentales (acciones sísmicas) (NEC SE CG, 2015).

#### **2.4.2. Consideraciones Sísmicas**

**2.4.2.1. Zonificación sísmica y factor de zona Z.** Ecuador está dividido en zonas que caracterizan el comportamiento sísmico que posee. Hay un total de 6 zonas sísmicas los cuales tienen un valor determinado del factor z. Este factor es una representación de la aceleración máxima en roca esperada por el sismo de diseño. Estos coeficientes se muestran en la Tabla 1 como los propone la NEC-2015.

**Tabla 1**  
*Valores de coeficiente de zonificación sísmica*

<b>Zona sísmica</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>Valor Factor Z</b>	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5

<b>Caracterización del peligro sísmico</b>	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta
--	------------	------	------	------	------	----------

*Nota.* Zonificación sísmica y Factor de zona Z, tomado de NEC-SE-DS, 2015

**2.4.2.2. Tipo de perfiles de suelo.** Existe 6 formas de clasificar las propiedades que un suelo posee, estos van desde A hasta la letra E. Esta forma de clasificarlo va desde una calidad superior a una inferior, comenzando de suelos conformados por rocas hasta suelos conformados por arcillas o relleno.

**2.4.2.3. Coeficiente de perfil del suelo.** Estos coeficientes, determinados según la (NEC SE DS, 2015) como  $F_a$ ,  $F_d$ , y  $F_s$ , aportarán algunas modificaciones al espectro de respuesta elástico y al comportamiento del suelo. El valor de estos depende del valor de Z y el tipo de perfil de suelo que presente el sitio.

Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto ( $F_a$ ): Este coeficiente amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones en roca. Los valores del factor estarán definidos por la Tabla 2.

**Tabla 2**  
*Factor de sitio  $F_a$  y tipo de suelo*

$F_a$	Factor Z						
	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	
Tipo de suelo	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	0.85

*Nota.* Coeficiente de amplificación de suelo, valores tomados de NEC-SE-DS (2015).

Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca ( $F_d$ ): El coeficiente  $F_s$  tiene como característica amplificar las ordenadas del

espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en rocas. Los valores del factor estarán definidos por la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Factores de sitio  $F_d$  y tipo de suelo*

$F_d$	Factor Z						
		0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5
Tipo de suelo	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

*Nota.* Coeficiente de amplificación de suelo, valores tomados de NEC-SE-DS (2015).

Comportamiento no lineal de los suelos ( $F_s$ ): En este punto, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos se toma en cuenta varios puntos como el comportamiento no lineal del suelo, la degradación del periodo del sitio y los desplazamientos relativos del suelo.

Los valores del factor estarán definidos por la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Factores de sitio  $F_s$  y tipo de suelo*

$F_s$	Factor Z						
		0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5
Tipo de suelo	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	1.4
	E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

*Nota.* Coeficiente de amplificación de suelo, valores tomados de NEC-SE-DS (2015).

**2.4.2.4. Periodo de vibración de la estructura  $T$ .** El periodo de vibración es definido como “el tiempo que transcurre dentro de un movimiento armónico ondulatorio para que el sistema vibratorio vuelva a su posición original” (NEC SE DS, 2015). En una

estructura cuando este alcanza su mayor valor en la dirección horizontal es conocido como periodo de vibración fundamental. La NEC para esto propone la siguiente ecuación para obtener un valor aproximado.

$$T = C_t \cdot h_n^\alpha \quad (2.1)$$

Los valores de las variables están establecidos por la NEC según el tipo de estructura de la edificación como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5**  
*Coefficientes según el tipo de estructura*

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

*Nota.* Los valores fueron tomados de la NEC-SE-DS, 2015

#### **2.4.2.5. Espectro elástico e inelástico de aceleraciones.** Además de las cargas

gravitacionales, la NEC-SE-DS (2015) recomienda que en un diseño sismorresistente se toma en cuenta las fuerzas horizontales que las cargas sísmicas aplican. Para representar esto, se usa espectro de respuesta elástico de aceleraciones ( $Sa$ ), que se expresa como fracción de la aceleración de la gravedad. Determinamos  $Sa$  con las siguientes ecuaciones establecidas en NEC 2015.

$$Sa = \eta \cdot z \cdot Fa \quad (2.2)$$

$$S_a = \eta \cdot z \cdot F_a \frac{T_c}{T} \quad (2.3)$$

Donde las variables que la definen son:

- El factor  $Z$
- El tipo de suelo donde la estructura se va a construir  $\eta$
- Los coeficientes de amplificación como  $F_a$ ,  $F_d$ , y  $F_s$

Por otra parte, para el espectro de aceleraciones inelásticas ( $C_s$ ) se requieren definir variables como coeficiente de importancia  $I$  de la estructura, grupo estructural  $R$  al que pertenece la edificación y la configuración que está tenga en elevación  $\phi_E$  como en planta  $\phi_P$ .

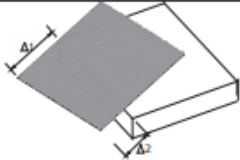

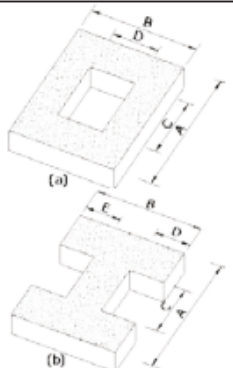
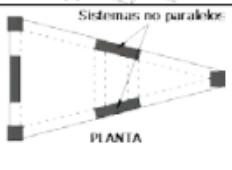
$$C_s(T) = \frac{S_a \cdot I}{R \cdot \phi_P \cdot \phi_E} \quad (2.4)$$

Las configuraciones pueden ser regulares e irregulares tanto en planta como en elevación y se definen según los casos propuestos por la NEC en el apartado de sismorresistencia como se indican en la Ilustración 1 e Ilustración 2.



## Ilustración 1

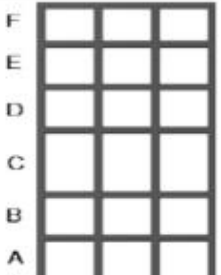
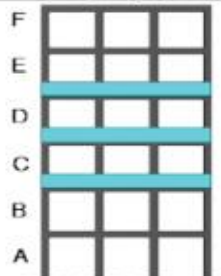
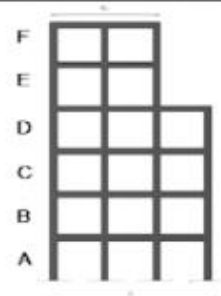
### Casos de irregularidades en planta

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

Nota. Valores y coeficientes tomados de NEC-SE-DS, 2015

## Ilustración 2

### Casos de irregularidades en elevación

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

Nota. Valores y coeficientes tomados de NEC-SE-DS, 2015

Es importante analizar cada tipo de irregularidad para asegurar que la estructura tenga un comportamiento satisfactorio. También, establecemos que el grupo estructural R al que pertenece la edificación es un sistema estructural dúctil ya que están diseñados como pórticos resistentes a momentos.

**Tabla 6***Coeficiente R, correspondiente al sistema estructural*

<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Pórticos especiales sismorresistentes de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismorresistentes de acero laminados en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero lamido en caliente	8

*Nota.* Valores y coeficientes tomados de NEC-SE-DS, 2015

**2.4.2.6. Coeficiente de importancia de la estructura.** Las estructuras que se van a diseñar con un diseño sismorresistente se deben clasificar e identificar su categoría para asignarle un factor de importancia I esta clasificación depende de las características de uso y el nivel de daño que este debe recibir (NEC SE DS, 2015).

**Tabla 7***Coeficientes de importancia según el tipo de uso de la estructura*

<b>Edificaciones Esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias contra incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
<b>Ocupación Especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1,3
<b>Otros</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1

*Nota.* Estos valores se obtienen de NEC-SE-DS (2015) y se definen según la categoría de tipo de estructura que se va a analizar.

**2.4.2.7. Control de derivas de piso.** La deriva de piso, definida como el desplazamiento lateral relativo de un piso respecto al piso consecutivo, tiene un valor máximo el cual no debe exceder los límites de deriva inelástica establecidas por la NEC SE DS , (2015) como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8**  
*Deriva máxima permisible*

<b>Estructura de</b>	<b><math>\Delta_e</math> máxima (sin unidad)</b>
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Nota. Valores y coeficientes tomados de NEC-SE-DS, 2015

La ecuación para calcular la deriva máxima inelástica va a depender de la definición de variables como el grupo estructural R y el desplazamiento lateral  $\Delta_e$  en cada piso.

$$\Delta_i = 0.75 \cdot R \cdot \Delta_e \quad (2.5)$$

**2.4.2.8. Índice de estabilidad.** Es importante verificar que el índice de estabilidad  $Q_i$  no sea mayor a 0.30, ya que indicara que estructura es inestable y necesitara aumentar las secciones para rigidizar.

La ecuación 2.6 determina el índice de estabilidad que dependerá de variables como la suma de la carga vertical total sin mayorar  $P_i$ , derivas de piso  $\Delta_i$ , cortante del piso  $V_i$  y la altura  $h_i$  de este.

$$Q_i = \frac{P_i \cdot \Delta_i}{V_i \cdot h_i} \quad (2.6)$$

**2.4.2.9. Carga sísmica reactiva W.** La carga sísmica W es la carga reactivada que el sismo proporciona. La carga sísmica va a ser igual a la carga permanente total de la estructura (NEC SE DS, 2015).

**2.4.2.10. Cortante basal de diseño V.** Es la fuerza total de diseño provenientes de cargas laterales por acción de sismos, que es aplicada en la base de la estructura (NEC SE DS, 2015). El cálculo de esto se puede dar por la formula dada por la NEC o por resultados provenientes de software de diseño estructural.

$$V_{NEC} = Peso \cdot Cs \quad (2.7)$$

### 2.4.3. Métodos de Diseño.

La AISC establece métodos de diseño estándares, el Diseño por esfuerzos permisibles (ASD) y el Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) ambos procedimientos se basan en los principios de diseño de estado limites que nos ayudan en el diseño de elementos estructurales y sus conectores.

$$\phi R_n \geq R_u \text{ (LRFD)} \quad (2.8)$$

$$\frac{R_n}{\Omega} \geq R_a \text{ (ASD)} \quad (2.9)$$

## 2.5. Área de estudio

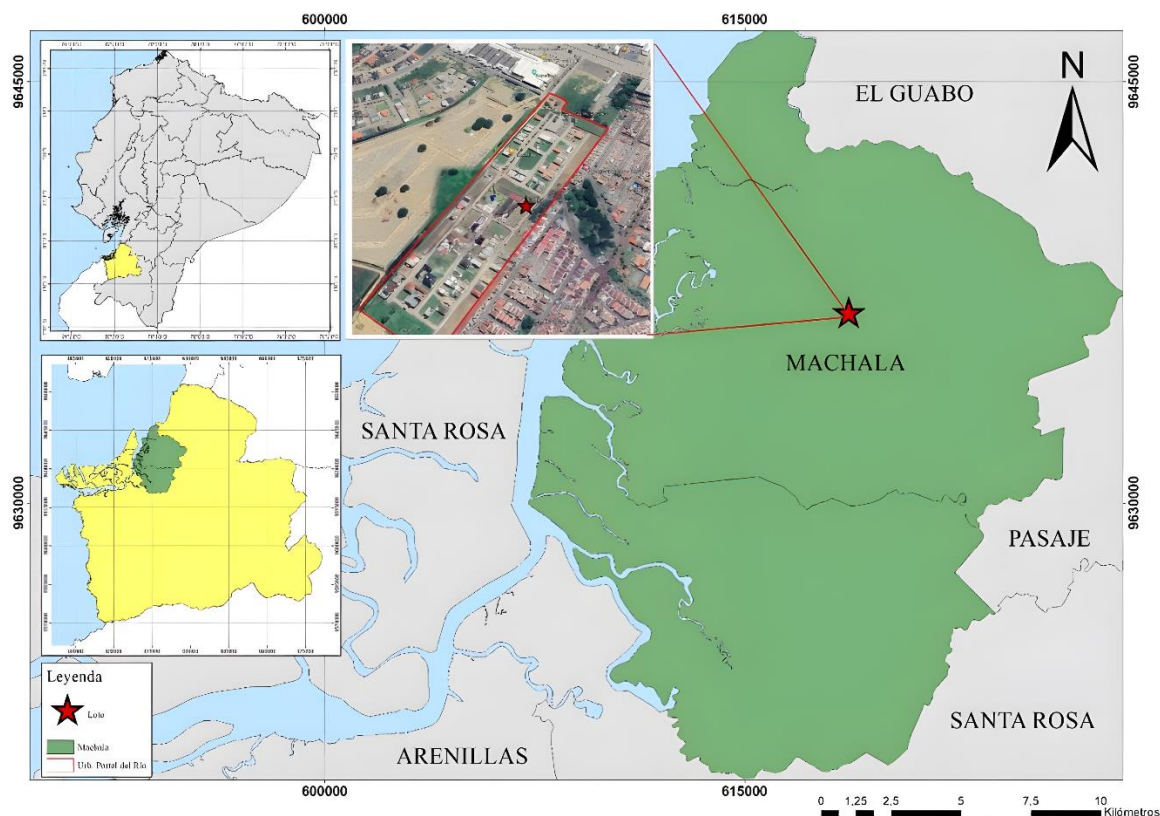
### 2.5.1. Ubicación Geográfica

El cantón Machala, situado en la provincia de El Oro, se extiende sobre una llanura costera de baja altitud, no superando los 20 metros sobre el nivel del mar. Sus límites políticos están definidos por los cantones El Guabo al norte, Santa Rosa al sur y al oeste, y Pasaje al este

(Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Machala, 2022a). El océano Pacífico y el archipiélago de Jambelí conforman su límite occidental como se muestra en la Ilustración 3.

### Ilustración 3

*Ubicación geográfica del terreno*



Nota. Tomada de la investigación de Guamán & Cevallos, 2023

En el presente proyecto se va a diseñar una vivienda de uso residencial unifamiliar, ubicado en la Urbanización Privada “Portal del Río” parroquia La Providencia, el terreno cuenta con un área de  $112 m^2$ . El predio donde se ejecutará la obra se encuentra georreferenciado en las coordenadas noreste como los muestra la Tabla 9.

**Tabla 9***Coordenadas UTM del terreno*

<b>Coordenada Este</b>	<b>Coordenada Norte</b>
618687	9636837

La Urbanización “Portal del Río” es un sector residencial, diseñada para ofrecer a sus residentes un alto estándar de vida. Además, cuenta con una variada oferta de servicios comunes como piscina, parques, canchas deportivas y salones de eventos. Su ubicación estratégica la sitúa cerca de centros comerciales y zonas recreativas (Jara, 2023).

**Ilustración 4***Ubicación del terreno donde se construirá la vivienda*

*Nota.* La captura de la vista satelital del terreno fue obtenida de Google Earth, el 20 de mayo del 2024

### **2.5.2. Características del terreno**

El suelo en la ciudad de Machala se clasifica como arcilloso, con una designación geológica específica de arcilla marina de estuario este tipo de arcilla permite el desarrollo de actividades agro-productivas, con aproximadamente el 54% de la superficie total dedicada al

cultivo de banano y cacao. La zona urbana ocupa alrededor del 9.9% del territorio total (Alcaldía de Machala, 2015).

## 2.6. Análisis de alternativas

En los países en desarrollo, como lo es Ecuador, es imperativo identificar sistemas constructivos y estructurales que se adapten a las necesidades de vivienda de la población, sus expectativas y sus condiciones socioeconómicas.

Para esta sección, se analizará tres sistemas estructurales específicos para análisis del proyecto: pórticos especiales a momento de hormigón armado, pórticos especiales a momento de estructura metálica y muros portantes de hormigón armado.

### 2.6.1. Pórticos especiales a momento

Sistemas estructurales que se caracterizan por tener una alta capacidad de disipación de energía, la conexión entre la viga y la columna están diseñados cuidadosamente para poder resistir estas fuerzas. Para garantizar un comportamiento adecuado, la estructura debe ser diseñada para que exhiba un comportamiento estructural dúctil en respuesta a cargas y condiciones sísmicas (NEC, 2015).

#### 2.6.1.1. Pórticos Especiales a Momento de Hormigón Armado (PEMHA).

##### Tabla 10

*Ventajas y desventajas en construcciones de pórticos especiales a momento de hormigón armado*

<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Martínez (2010) en su investigación “Análisis técnico económico del diseño sismorresistente de un edificio con estructura de acero vs. estructura de hormigón armado” establece que el hormigón tiene ductilidad muy reducida, es decir, que no tiene capacidad de deformarse antes de llegar a la falla.</li> <li>•Debido a la amplia disponibilidad de sus materiales, el hormigón</li> </ul>
-----------------	---



---

armado goza de más aceptación, ya que es fácil de adquirir (Jácome & Jácome, 2015).

---

**Desventajas**

- Relativamente fácil poderlo moldear con la forma que se desee, sus aplicaciones estructurales son ilimitadas adaptándose a la necesidad, aunque puede crear dificultades por el encofrado (Churt, 1962).
- En términos de sostenibilidad, los materiales utilizados en el hormigón armado no son recuperables, ya que para retirar la estructura se requiere una demolición que conlleva la pérdida de todo el material (Córdova, 2014).

---

### 2.6.1.2. Pórticos Especiales a Momento de Acero Estructural (PMAE)

**Tabla 11**

*Ventajas y desventajas en construcciones de pórticos especiales a momento de acero estructural*

---

**Ventajas**

- Se optimiza al máximo el espacio, ya que el acero utilizado ofrece una gran resistencia frente a las cargas, lo que permite abarcar mayores claros y erigir edificaciones más altas utilizando secciones más pequeñas (Salvatierra & Villavicencio, 2017)
- Es muy posible que se pueda reutilizar el material de la estructura al cumplir su vida útil, lo que en términos de sostenibilidad es una ventaja (SEDEMI, 2023).
- Es posible prefabricar los elementos de una estructura, lo que facilita la unión de diferentes componentes mediante diversos tipos de conectores, como la soldadura, los tornillos y los remaches.

---

**Desventajas**

- Su construcción es mucho más rápida y hace uso de una menor cantidad de mano de obra, sin embargo, esta mano de obra tiende a ser especializada lo que merma en el presupuesto del proyecto (Hernández, 2016).
- Cuando la estructura se encuentra en proximidad al mar, el mantenimiento puede representar un costo significativo, ya que la mayoría de los aceros son vulnerables a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire. Por lo tanto, es necesario aplicar periódicamente pintura anticorrosiva para protegerlos (Córdova, 2014).

---

### 2.6.2. Paredes portantes de hormigón armado (PPHA).

Se trata de un sistema estructural que no cuenta con un pórtico integralmente desarrollado, en el cual las cargas verticales son soportadas por muros de carga, los cuales están reforzados con barras de acero corrugado o mallas electrosoldadas. En este tipo de sistemas estructurales, no se utilizan columnas. (NEC, 2015).

#### Tabla 12

*Ventajas y desventajas en construcciones de paredes portantes de hormigón armado*

Ventajas	Con el sistema de muros portantes de hormigón armado se tarda menos días en la construcción de obra civil de una vivienda, con respecto al sistema de pórticos especiales a momento. Este sistema de construcción permite construir varias viviendas a la vez debido a su sistema de encofrados.
Desventajas	Al utilizar estos encofrados metálicos facilita el proceso de enlucido, sin embargo, este sistema requiere de una mayor inversión inicial, puesto que se debe fabricar los moldes y tienen un alto costo

### 2.6.3. Evaluación de criterios

Para el diseño estructural de la vivienda unifamiliar se escogieron tres alternativas para analizar algunos criterios, donde se deberán evaluar para seleccionar la opción más adecuada de acuerdo con los requerimientos de diseño del cliente.

Los de criterios de valoración que se consideraron más imprescindibles para este proyecto son:

**Tabla 13**  
*Porcentaje de importancia de los criterios establecidos*

	<b>Criterios de análisis</b>	<b>% de Importancia</b>
<b>A</b>	Costo	40%
<b>B</b>	Tiempo de construcción	20%
<b>C</b>	Sismorresistencia	15%
<b>D</b>	Disponibilidad de material	10%
<b>E</b>	Impacto Ambiental	5%
<b>F</b>	Capacitación del personal de obra	5%
<b>G</b>	Impacto Social	5%

- a) **Costo (presupuesto)**, Olivo (2021) en su disertación donde realizo un comparativo estructural y económico de una vivienda unifamiliares con dos métodos constructivos diferentes (acero vs hormigón armado), concluyo que el costo de la estructura de acero es ligeramente menos costoso que la del hormigón armado, además teniendo un tiempo de construcción de 41 días menos.
- b) **Tiempo (construcción)**, en el estudio “Análisis comparativo del desempeño de las obras y las causas del retrabajo de construcción en Latinoamérica aplicando los siguientes métodos estadísticos: chi-cuadrado”, concluyo que las incidencias de corrección de obra solicitadas por el supervisor a cargo ocurridas en obras de larga duración, tienden a tener mayor impacto económico que en obras de corta duración (Hernández, 2016).
- c) **Sismorresistencia**, en la investigación “Comparación técnica-económica de cimentaciones superficiales en edificios sismorresistentes de acero y hormigón armado” se corrobora que las reacciones de las estructuras de acero producen cargas menores comparado con hormigón armado. Por lo cual, un edificio de acero resistirá

mejor las aceleraciones inducidas por un sismo que uno de concreto (Abril & Caiza, 2023).

- d) **Disponibilidad**, aquí nos referimos a la accesibilidad de los materiales utilizados en la construcción de la estructura. En Ecuador, el hormigón armado es el material más habitual y accesible en el ámbito de la construcción, mientras que el acero estructural, al ser producido solo en ciudades principales por empresas nacionales, debe ser transportado a obra, aunque no es difícil de conseguir conlleva un gasto en logística (Medina, 2016).
- e) **Impacto ambiental**, la industria de la construcción emplea aproximadamente un 12-16% del consumo del agua, 40 % del consumo energético y 20-30% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Macozoma, 2002). Uno de los materiales que no causan mucho impacto en los recursos naturales es el acero, ya que es versátil y resistente puede utilizarse para crear estructuras seguras y eficientes. Además, tiene una huella de carbono baja, lo que lo convierte en una opción sostenible para la construcción de edificios (SEDEMI, 2023).
- f) **Capacitación de personal**, (Abril & Caiza, 2023) destacan que el costo inicial de las estructuras de acero puede ser mayor en comparación con otros materiales, y la mano de obra especializada requerida para su fabricación e instalación puede incrementar aún más los gastos.
- g) **Impacto social**, (Jácome & Jácome, 2015) en su artículo “Preferencias de viviendas de los consumidores Guayaquileños”, identificaron que 82.20% de los encuestados preferiría que el material de sus viviendas fuera de concreto.

#### 2.6.4. Selección de alternativa usando la matriz de Lickert

En la etapa de diseño conceptual, es importante poder comparar diferentes soluciones para elegir la mejor (Riba, 2002). Para analizar las alternativas nos basaremos en una escala de valor y estimación tipo Likert, que recogen las percepciones no cuantitativas sobre algún tópico en específico (Canto et al., 2020).

Para cada comparación, se asigna un valor de acuerdo con la siguiente escala:

**Tabla 14**  
*Criterios de calificación de alternativas de acuerdo con cada criterio*

Criterio	Escala				
	5	4	3	2	1
<b>A</b>	Costo muy económico	Costo Económico	Costo moderadamente elevado	Costo elevado	Costo extremadamente elevado
<b>B</b>	Muy corto tiempo de construcción	Corto tiempo de construcción	Aceptable tiempo de construcción	Elevado tiempo de construcción	Muy elevado tiempo de construcción
<b>C</b>	Alta resistencia sísmica	Buena resistencia sísmica	Moderada resistencia sísmica	Resistencia sísmica no satisfactoria	Resistencia sísmica desfavorable
<b>D</b>	Altamente disponible	Amplia disponibilidad	Moderada disponibilidad	Limitada disponibilidad	Poca disponibilidad
<b>E</b>	Muy bajo impacto ambiental	bajo impacto ambiental	Moderado impacto ambiental	Alto impacto ambiental	Muy alto impacto ambiental
<b>F</b>	Personal con muy poca capacitación especializada	Personal con poca capacitación especializada	Personal con moderada capacitación especializada	Personal con capacitación especializada	Personal con alta capacitación especializada
<b>G</b>	Significativa acogida a alternativas constructivas	Positiva acogida a alternativas constructivas	Neutra acogida a alternativas constructivas	Poca acogida a alternativas constructivas	Negativa acogida a alternativas constructivas

*Nota.* Esta escala fue definida conforme a la Matriz de Escala de Likert.

La Tabla 14 está basada en la escala de Lickert esto nos permitirá elegir las dos alternativas optimas según los criterios de evaluación, escogidos tomando en cuenta los objetivos de este proyecto, cada alternativa será evaluada según los criterios estipulados.

**Tabla 15**

*Calificación de criterios para alternativa Pórticos resistentes a momento a Hormigón Armado (PRMHA)*

Criterio	% I	PRMHA					Total
		1	2	3	4	5	
<b>A</b>	40%				X		1.6
<b>B</b>	20%			X			0.6
<b>C</b>	15%				X		0.6
<b>D</b>	10%				X		0.4
<b>E</b>	5%		X				0.1
<b>F</b>	5%			X			0.15
<b>G</b>	5%				X		0.2
<b>TOTAL</b>							3.65

Como se puede observar el criterio de mayor importancia para el diseño de la estructura es el costo y el tiempo de construcción que están directamente relacionados ya que uno de los objetivos de este proyecto es determinar la estructura más económica para el cliente. En la alternativa PCRM, los criterios como costo, resistencia y disponibilidad son los que mayor puntaje tiene ya que este sistema estructural destaca en dichas características.

**Tabla 16**

*Calificación de criterios para alternativa Pórticos resistente a momento de Acero Estructural (PRMAE)*

Criterio	% I	PRMAE					Total
		1	2	3	4	5	
<b>A</b>	40%			X			1,2
<b>B</b>	20%			X			0,6
<b>C</b>	15%					X	0,75
<b>D</b>	10%			X			0,3
<b>E</b>	5%				X		0,2

<b>F</b>	5%	X	0.1
<b>G</b>	5%	X	0.15
<b>TOTAL</b>			3.3

Al hablar de impacto social nos referimos a la preferencia del material de construcción que tienen las personas, la elección del material en un proyecto repercute en el presupuesto de éste (Khouyali, 2020). Por ello la alternativa PARM, a pesar de que el acero estructural no es muy utilizado en construcciones de viviendas en la actualidad se está teniendo una mejor aceptación a nuevos métodos constructivos. Criterios como sismo resistencia e impacto ambiental fueron las mejores calificadas debido a las características del material.

**Tabla 17**

*Calificación de criterios para alternativa Paredes portantes de Hormigón Armado (PPHA)*

<b>Criterio</b>	<b>% I</b>	<b>PPHA</b>					<b>Total</b>
		1	2	3	4	5	
<b>A</b>	40%	X					0.4
<b>B</b>	20%				X		0.8
<b>C</b>	15%					X	0.75
<b>D</b>	10%			X			0.3
<b>E</b>	5%		X				0.1
<b>F</b>	5%		X				0.1
<b>G</b>	5%		X				0.1
<b>TOTAL</b>							2.55

Al evaluar las alternativas para cada criterio correspondiente, se tomó en cuenta las ventajas y desventajas de cada opción. Por ejemplo, en la Tabla 17 cuando se habla de costos en la construcción la opción más desfavorable sería construcciones de PPHA ya que conlleva una mayor inversión inicial, cabe mencionar que los valores indicados son opiniones de los autores y no se basan en datos cuantitativos. Por último, la evaluación global de cada solución se obtiene

sumando los productos de la calificación de cada alternativa por la ponderación de los criterios correspondientes.

Entonces, las alternativas de PCRM y PARM tienen un puntaje mayor y se las escoge para el prediseño de la vivienda unifamiliar.



## **Capítulo 3**

### 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.1. Cargas de la estructura

Las cargas fueron tomadas en su mayoría de la normativa ecuatoriana “NEC SE CG CARGAS” y otros fueron obtenidos por medios empíricos. Los casos seleccionados son típicos en una vivienda unifamiliar, estos se aprecian en la Tabla 19 y en la Tabla 20 con sus respectivos valores de carga, tanto con cargas permanentes como cargas variables.

##### 3.1.1. *Carga permanente*

Para determinar las cargas permanentes que actúan en la estructura, se tomaran en cuenta algunos conceptos fundamentales dados por la Normativa Ecuatoriana de la Construcción en la sección de cargas No Sísmicas.

Hay algunos casos como lo son, los muros, las losas, que fueron obtenidos a través de un proceso distinto. Debido a que las cargas que se colocan son cargas por área, los elementos como los muros de mampostería, las cuales son distribuidas de forma lineal en ciertas zonas de la vivienda, no se pueden sumar directamente junto con las otras cargas obtenidas de la normativa. Para poder realizar la suma se usa un factor de conversión ( $f$ ), el cual es obtenido con la ecuación 1, donde multiplicando la carga del muro de mampostería, el cual es calculado a partir del peso de un ladrillo común, con ese factor, se obtiene una carga correctamente distribuida.

$$f = \frac{\text{Área de muros totales del piso}}{\text{Área total de la losa}} \quad (3.1)$$

$$f = 1.7$$

Según el catálogo de Disensa “Bloques livianos Rocafuerte” el peso de un bloque con dimensiones 9x19x39cm es de 7 kg y la cantidad de ladrillos por metro cuadrado es de 12.5 ladrillos. Entonces usando la Ecuación 3.2 se obtiene el peso lineal de mampostería que es aplicada sobre la losa y el cual está ya tabulada en las tablas de cargas.

$$\text{Peso del muro} = f \cdot \text{Peso del ladrillo} \cdot \text{Cantidad de ladrillos por } m^2 \quad (3.2)$$

$$\text{Peso del muro} = 1.7 \cdot 7 \text{ kg} \cdot \frac{12.5 \text{ ladrillos}}{m^2} = 148.75 \frac{\text{kg}}{m^2}$$

La carga por enlucido de pared, al ser colocadas de la misma manera que la pared, no se puede colocar el valor que aparece en la NEC. Por lo cual se hace en un procedimiento similar al peso del muro.

**Tabla 18**

*Carga por enlucido de pared*

<b>Enlucido</b>		
<b>Recubrimiento por cara</b>	0.015	m
<b>Recubrimiento por pared</b>	0.03	m
<b>Enlucido por pared</b>	0.03	m/pared
<b>Peso mortero</b>	2.1	ton/m <sup>2</sup>
<b>Peso Mortero x pared</b>	0.063	ton/m <sup>2</sup>
<b>Factor de conversión</b>	1.7	
<b>Enlucido para paredes</b>	0.107	ton/m <sup>2</sup>

**3.1.1.1. Hormigón Armado.** El peso propio de la losa nervada en dos direcciones se sabe por conocimientos empíricos que para una losa con un espesor de 20 cm su peso es de 0.250 ton/m<sup>2</sup>.

**Tabla 19***Carga permanente primer piso, hormigón armado*

<b>Cargas de Piso</b>		
<b>Paredes</b>	0.149	ton/m <sup>2</sup>
<b>Bloque de aligeramiento</b>	0.080	ton/m <sup>2</sup>
<b>Peso Propio de la losa</b>	0.250	ton/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	0.010	ton/m <sup>2</sup>
<b>Enlucidos</b>	0.107	ton/m <sup>2</sup>
<b>Tumbado</b>	0.020	ton/m <sup>2</sup>
<b>Acabados del piso</b>	0.031	ton/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	0.644	ton/m <sup>2</sup>

*Nota.* Algunos valores fueron definidos según la NEC en la sección de cargas No Sísmicas

**Tabla 20***Carga permanente cubierta, hormigón armado*

<b>Cargas de Cubierta</b>		
<b>Bloque de aligeramiento</b>	0.080	ton/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	0.010	ton/m <sup>2</sup>
<b>Peso Propio de la losa</b>	0.250	ton/m <sup>2</sup>
<b>Tumbado</b>	0.020	ton/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	0.360	ton/m <sup>2</sup>

*Nota.* Algunos valores fueron definidos según la NEC en la sección de cargas No Sísmicas

**3.1.1.2. Acero.** El peso propio de la losa Steel Deck, es obtenido del catálogo de Navacero, Se

toma en cuenta el peso de la placa colaborante con el concreto y de la malla electrosoldada.

**Tabla 21***Cargas permanentes primer piso, acero estructural*

<b>Cargas Piso</b>		
<b>Paredes</b>	0.149	ton/m <sup>2</sup>
<b>Enlucidos</b>	0.107	ton/m <sup>2</sup>

<b>Steel Deck (Losa)</b>	0.189	ton/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	0.010	ton/m <sup>2</sup>
<b>Acabado de piso</b>	0.031	ton/m <sup>2</sup>
<b>Tumbado</b>	0.020	ton/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	0.506	ton/m <sup>2</sup>

*Nota.* Algunos valores fueron definidos según la NEC en la sección de cargas No Sísmicas

**Tabla 22**

*Cargas permanentes cubierta, acero estructural*

<b>Cargas de Cubierta</b>		
<b>Steel Deck (Losa)</b>	189.33	ton/m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones</b>	0.010	ton/m <sup>2</sup>
<b>Acabado de piso</b>	0.031	ton/m <sup>2</sup>
<b>Tumbado</b>	0.020	ton/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	0.251	ton/m <sup>2</sup>

*Nota.* Algunos valores fueron definidos según la NEC en la sección de cargas No Sísmicas

### 3.1.2. Carga variable

La NEC en su sección de cargas No Sísmicas establece que la carga viva para hoteles y residencias multifamiliares es de 2 kN/m<sup>2</sup> para suelo y 0.7 kN/m<sup>2</sup> para cubierta. Estas, son consideradas tanto en la estructura de hormigón armado como en la de acero.

**Tabla 23**

*Cargas variables*

<b>Cargas según el uso de suelo</b>		
<b>Piso</b>	0.204	ton/m <sup>2</sup>
<b>Cubierta</b>	0.071	ton/m <sup>2</sup>

*Nota.* Algunos valores fueron definidos según la NEC en la sección de cargas No Sísmicas

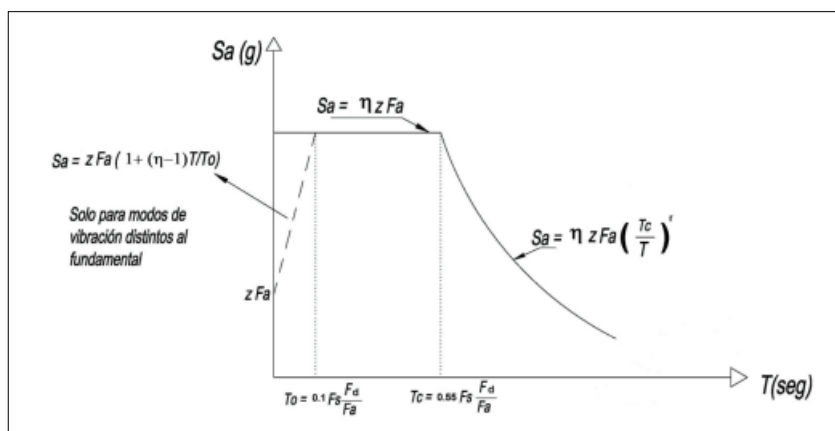
### 3.1.3. Carga Sísmica

Además de tomar en cuenta la contribución de las cargas por gravedad, también hay que considerar el diseño desde un punto de vista sismorresistente. Se calcula el espectro de respuesta sísmico, que indica el comportamiento elástico e inelástico de la estructura, en función de los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015).

La Ilustración 5 muestra el espectro sísmico elástico de aceleraciones ( $S_a$ ) que representa el sismo de diseño. Estos a su vez depende de variables como el coeficiente  $\eta$ , factor de zona ( $Z$ ), los coeficientes de perfil de suelo  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$  y el tiempo ( $T$ ). Con los datos del proyecto consideramos que el suelo, según el estudio de geotecnia del terreno aldeaño antes mencionado, es tipo C.

### Ilustración 5

#### Espectro elástico de diseño



*Nota.* El gráfico fue obtenido de la NEC-SE-DS, 2015.

En el contexto de la presente investigación, la estructura a diseñar es de naturaleza residencial, lo que implica un factor o coeficiente de importancia ( $I$ ) igual a 1. Debido a las características particulares de la estructura, el factor de reducción de resistencia sísmica  $R$  se

asigna con un valor de 8. Los coeficientes relacionados con la planta ( $\phi_P$ ) y elevación ( $\phi_E$ ) se supondrán un valor de 1 en ambos, sin embargo, esto lo comprobaremos en el análisis de sismorresistencia de la estructura. En la Tabla 24 establecemos las consideraciones puntualizadas y los resultados de este análisis.

**Tabla 24**

*Resumen de las consideraciones sísmicas*

Provincia	Cantón	Z	$\eta$	Suelo	r	$F_a$	$F_d$	$F_s$	I	R
El Oro	Machala	0.4	1.8	C	1	1.2	1.1	1.1	1	8

*Nota.* Las consideraciones sísmicas de este proyecto fueron definidas según las condiciones establecidas por NEC-SE-DS, 2015.

Asumiendo que la estructura no tiene irregularidades en planta ni en elevación y con las consideraciones ya definidas podemos calcular el espectro elástico e inelástico de aceleraciones.

**Tabla 25**

*Resumen de consideraciones de irregularidad en planta y elevación*

	Irregularidades en Planta	Irregularidades en Elevación
<b>Tipo 1</b>	1	1
<b>Tipo 2</b>	1	1
<b>Tipo 3</b>	1	1
<b>Tipo 4</b>	1	1

*Nota.* Las irregularidades en planta y elevación de este proyecto fueron establecidas según las condiciones estipuladas en NEC-SE-DS, 2015

El análisis se inicia con el cálculo aproximado del periodo  $T$  de la edificación con la Ecuación 2.1, tomando en cuenta que el valor de  $C_t$  va a cambiar ya que tenemos dos tipos de estructura. Por último, se obtiene el espectro de respuesta sísmica  $C_s$  y  $S_a$ .

### Hormigón Armado

$$C_t = 0.055$$

$$\alpha = 0.9$$

$$T = 0.30 \text{ seg}$$

$$1.3 \cdot T = 0.39 \text{ seg}$$

$$S_a = 0.864$$

$$C_s(T) = 0.108$$

### Acero estructural

$$C_t = 0.072$$

$$\alpha = 0.8$$

$$T = 0.324 \text{ seg}$$

$$1.3 \cdot T = 0.421 \text{ seg}$$

$$S_a = 0.864$$

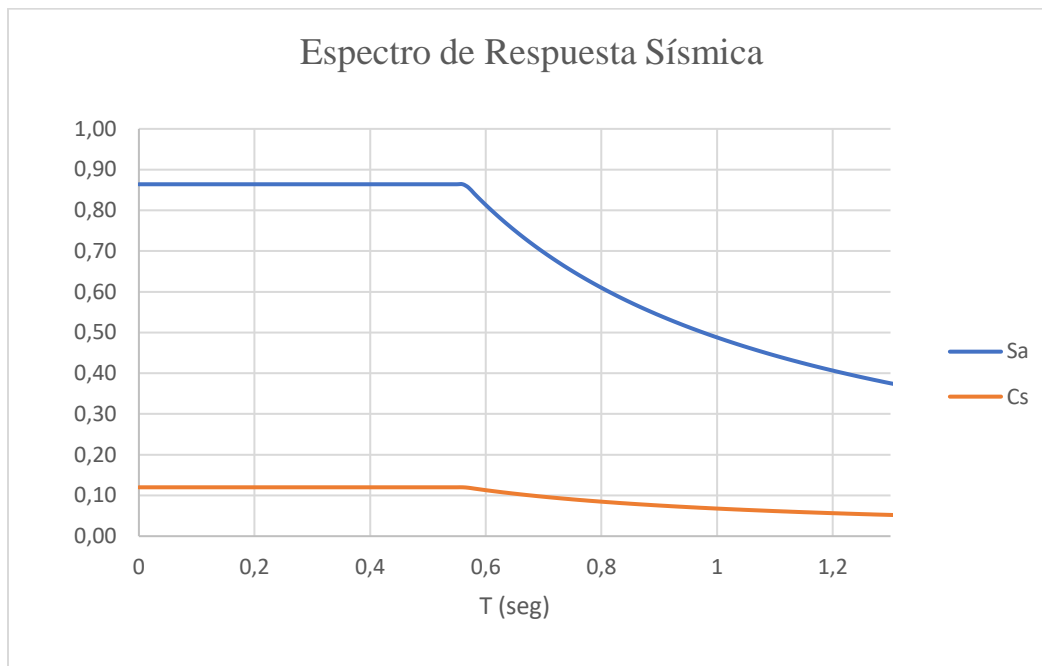
$$C_s(T) = 0.108$$

Una vez definidos todos los parámetros, graficamos el espectro de aceleración elástico  $S_a$  (azul) e inelástico  $C_s$  (amarillo) del edificio que aparece en la Ilustración 6, tener en cuenta que el gráfico puede cambiar una vez verificadas las condiciones de irregularidad.



## Ilustración 6

### Espectro de aceleración elástico e inelástico



*Nota.* Los espectros fueron definidos en el análisis estático lineal de la estructura, que se encuentra en Anexos.

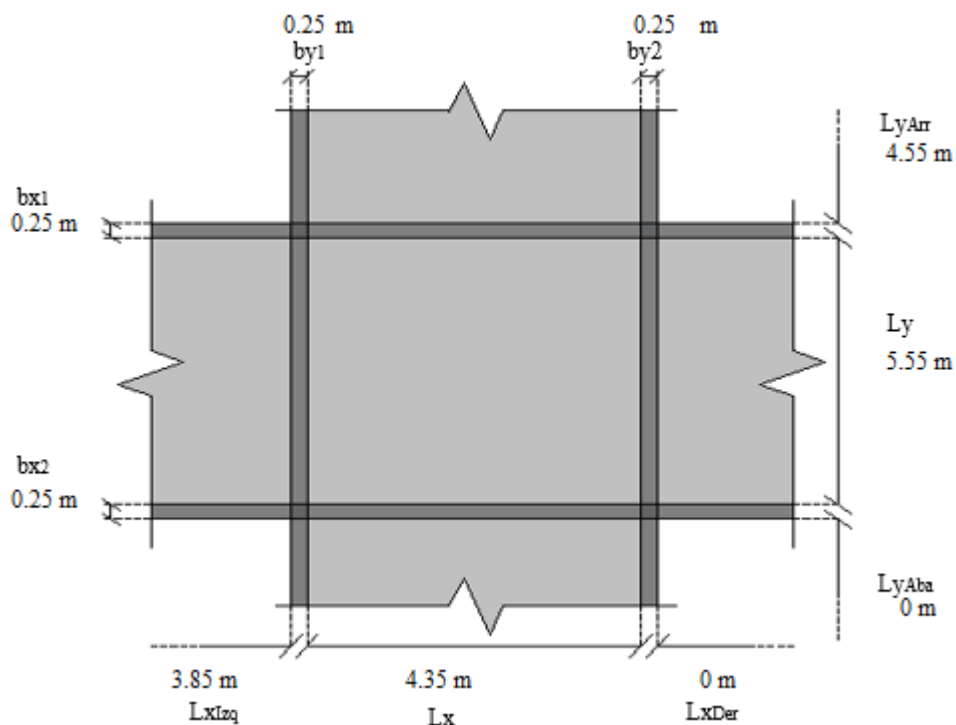
## 3.2. Cálculo y diseño de hormigón armado

### 3.2.1. Predimensionamiento de losa nervada en dos direcciones

Se eligió usar una losa nervada en 2 direcciones, el cual para su prediseño se toman las dimensiones mínimas que la ACI dicta. Para corroborar que estas dimensiones cumplen con el criterio de luz libre entre apoyos, se transformó esta losa en 2 direcciones a una losa maciza para el cual la ACI si tiene un mínimo según la luz libre entre apoyos.

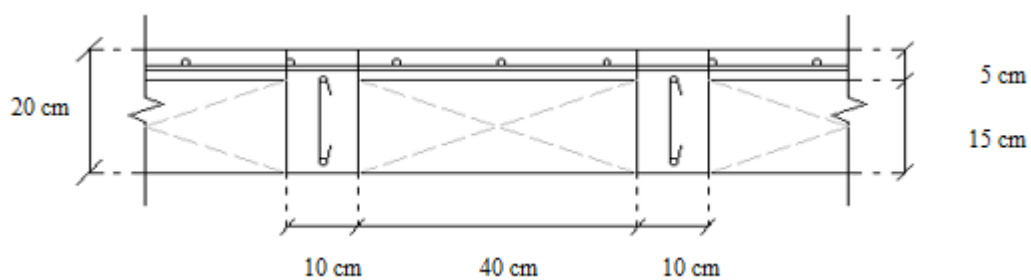
Primero se tomó la losa con luces más grandes y se forma un esquema como se ve en la Ilustración 7.

**Ilustración 7**  
*Esquema de losa*



Para hacer esta conversión de losa nervada a losa maciza, la idea fue encontrar una losa maciza que tenga la misma inercia que la losa nervada y para esto hay que encontrar primero la inercia de la losa nervada.

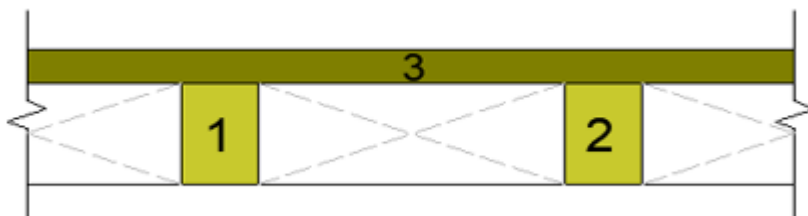
**Ilustración 8**  
*Esquema losa nervada*



Con las dimensiones mínimas del ACI se propone un modelo de losa nervada para el cual se le calculó la inercia usando el teorema de Steiner. En la Ilustración 8 y Tabla 26 está como se tomó el esquema de la losa y los cálculos de inercia.

### Ilustración 9

*Modelo losa nervada para análisis*



**Tabla 26**

*Análisis de inercia de la losa nervada*

	<b>A</b>	<b>y</b>	<b>A · y</b>	<b>I<sub>o</sub></b>	<b>d<sup>2</sup></b>	<b>I<sub>t</sub></b>
	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>m</i>	<i>m<sup>3</sup></i>	<i>10<sup>5</sup> · m<sup>4</sup></i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>10<sup>5</sup> · m<sup>4</sup></i>
<b>1</b>	0.015	0.075	0.001125	2.81	0.0039	8.67
<b>2</b>	0.015	0.075	0.001125	2.81	0.0039	8.67
<b>3</b>	0.015	0.175	0.008750	1.04	0.0014	8.07
	<b>Centroide Y [m]</b>		0.1375		<b>I<sub>L2D</sub></b>	25.42

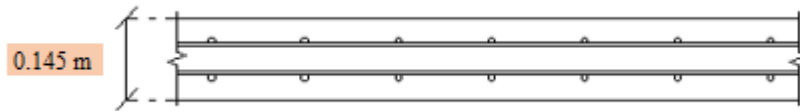
Una vez encontrado la inercia de la losa nervada, ya sabemos cuál es la inercia que la nueva losa debe tener. La losa maciza como es un rectángulo, la inercia se encuentra usando la formula básica de inercia de una figura rectangular. Pero en este paso no se calculó la inercia, sino que se despejó la altura que es el valor que se buscó y va a ser el espesor de la losa maciza, como dice la Ecuación 3.3.

$$h = \sqrt[3]{\frac{12I}{b}} \quad (3.3)$$

$$h = 0.145 \text{ m}$$

### Ilustración 10

*Espesor de losa maciza, esquema*



Ahora como losa maciza, se puede usar la tabla 8.3.1.2 de la ACI que indica el espesor mínimo de la losa según su luz libre. Esta tabla necesita el valor de relación de rigidez de flexión el cual se obtiene con la ecuación de la ACI en la sección 8.3.2.1. Esta fórmula trabaja con el módulo de elasticidad del hormigón y la inercia de la losa y vigas, pero como el hormigón es el mismo tanto en losa como en vigas, este término es suprimido. Por lo cual esa ecuación queda como la división entre la inercia de las vigas que rodean a la losa con la inercia de la losa, como se ve en la Ecuación 3.4.

$$\alpha_f = \frac{E_{CB} \cdot I_B}{E_{CS} \cdot I_S} \quad (3.4)$$

En el cálculo de la inercia de las vigas que rodean a la losa, no se usó solamente la fórmula básica de inercia de un rectángulo, ya que la losa también aporta inercia a la misma. Las vigas que se forman tomando en cuenta la losa, son en forma de viga L o viga T, si es una viga de borde o viga central respectivamente. Para no complicar mucho el cálculo de inercia de estas vigas, si es una viga en L se multiplicó por 1.5 la inercia de la viga y si es una viga T se multiplicó por 2.

**Ilustración 11**

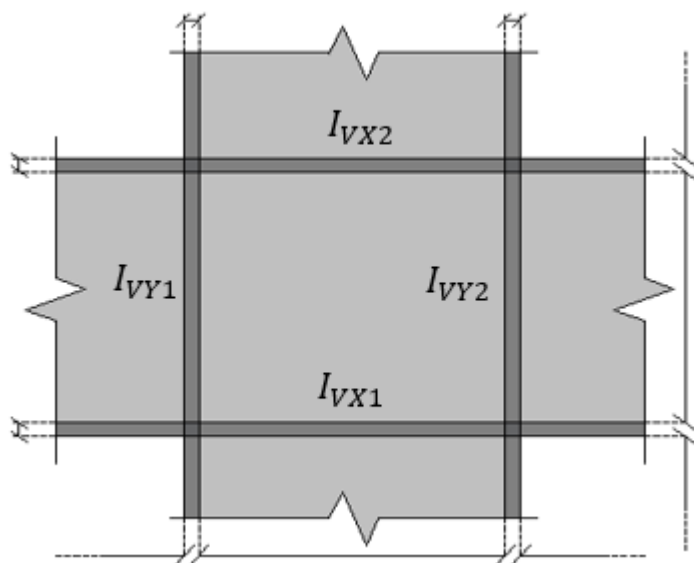
*Esquema referencial de vigas para análisis de inercia*



El cálculo de la inercia de las vigas esta tabulado en la Tabla 27 para cada viga alrededor de la losa analizada, teniendo la Ilustración 12 como referencia.

**Ilustración 12**

*Esquema de vigas con las inercias a calcular*

**Tabla 27**

*Análisis de inercia de vigas*

Inercia De Vigas		
I <sub>VX1</sub>	0.002	m <sup>4</sup>

<b>I<sub>VX2</sub></b>	0.002666667	m <sup>4</sup>
<b>I<sub>VY1</sub></b>	0.001125	m <sup>4</sup>
<b>I<sub>VY2</sub></b>	0.00084375	m <sup>4</sup>

Ya con las inercias de las vigas y la altura de la losa encontrada, se calcula la inercia en los cuatros lados de la losa. La inercia será calculada con la misma fórmula de inercia de un rectángulo en el cual la altura será el que se calculó en el paso anterior y la base es al ancho colaborante que es aplicado sobre la viga del lado correspondiente.

**Tabla 28**

*Análisis de inercia de la capa de compresión de la losa*

<b>Inercia De Losa</b>		
<b>I<sub>LX1</sub></b>	0.000769	m <sup>4</sup>
<b>I<sub>LX2</sub></b>	0.001346	m <sup>4</sup>
<b>I<sub>LY1</sub></b>	0.001105	m <sup>4</sup>
<b>I<sub>LY2</sub></b>	0.000616	m <sup>4</sup>

Finalmente, con las inercias de las vigas y la losa, se precedió a calcular la relación de rigidez de flexión  $\alpha$  que nos ayudó a saber el espesor de la losa según la Tabla 8.3.1.2 de la ACI, el cual depende de este valor de  $\alpha$ . Después encontrar cada  $\alpha$  por cada viga que rodea la losa, se sacó el promedio y ese valor se usó para saber el espesor de la losa.

**Tabla 29**

*La relación de rigidez de flexión*

<b>Relación de esbeltez</b>	
<b><math>\alpha_{fx1}</math></b>	2.60

$\alpha_{fx2}$	1.98
$\alpha_{fy1}$	1.02
$\alpha_{fy2}$	1.37
<b><math>\alpha_{fm}</math> (Promedio)</b>	1.74

Según la tabla 8.3.1.2 de la ACI, el espesor mínimo que debe tener una losa nervada es el mayor entre 125 mm o el resultado de la Ecuación 3.5.

$$h = \frac{l_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} \quad (3.5)$$

$$h = 0.133 \text{ m}$$

**Tabla 30**

*Altura mínima de una losa maciza*

<b>Altura mínima de losa maciza</b>	0.133 m
$0.2 \leq \alpha_{fm} \leq 2.0$	0.125 m

La altura mínima según la ACI es 0.133 m el cual es menor a la altura de la losa maciza obtenida por la conversión de losa nervada a maciza. Por lo cual las dimensiones de esa losa nervada en dos direcciones son adecuadas para la luz en la cual está trabajando.

Lo siguiente es determinar la deflexión que la losa sufre debido a las cargas de servicios.

Según la Tabla 24.2.2 del McCorman la deflexión máxima para losas por la carga viva es de

L/360 como se ve en la Tabla 31.

**Tabla 31**  
*Deflexión máxima admisible calculada*

<b>Miembro</b>		<b>Condición</b>	<b>Deflexión considerada</b>	<b>Límite de deflexión</b>
<b>Cubiertas planas</b>		Que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes	Deflexión inmediata a L, S y R	L/180
<b>Entrepiso</b>			Deflexión inmediata debida a L	L/360
<b>Cubierta o entrepisos</b>	Soporten o están ligados a elementos no estructurales	Susceptibles de sufrir daño debido a deflexiones grandes	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales	L/480
			No susceptibles de sufrir daño debido a deflexiones grandes	L/240

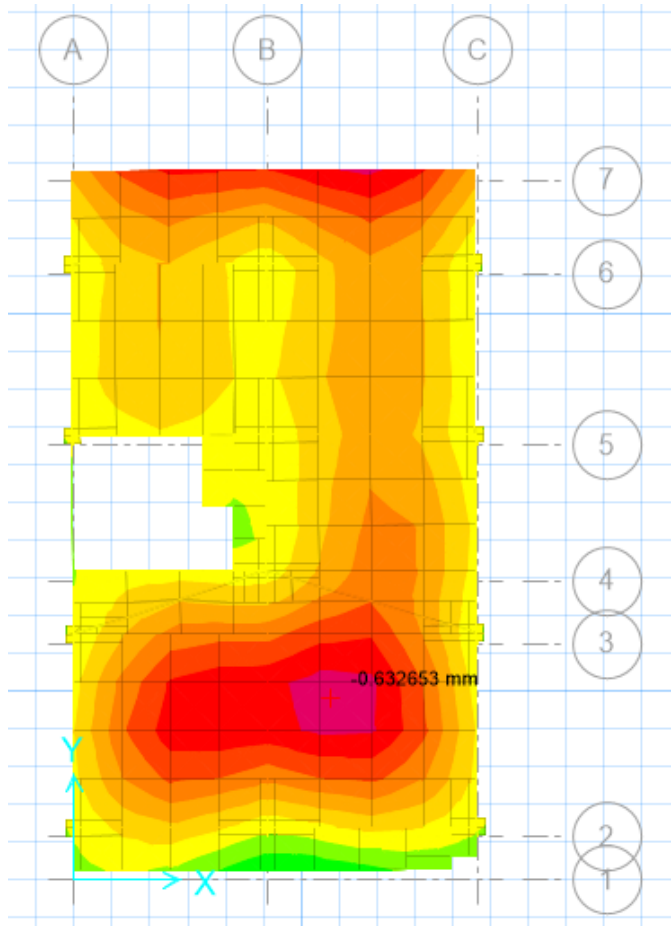
$$\frac{L}{360} = \frac{5.10 \text{ m}}{360} = 0.142 \text{ m} = 14.2 \text{ mm}$$

En la Ilustración 13 se ve la deflexión máxima que la losa del primer piso sufre el cual es menor a 1 mm, lo cual es mucho menor a la deflexión permitida, por lo que las dimensiones de la losa cumplen este criterio.



### Ilustración 13

*Deformación máxima de la losa nervada en dos direcciones*



#### 3.2.2. Predimensionamiento de columnas

El método de predimensionamiento utilizado se basa en conseguir la carga última, multiplicarlo por un área tributaria ( $A_t$ ) y por el número de pisos de la estructura. Esta carga última es obtenida por la combinación de carga de la carga muerta y viva multiplicado por unos factores de seguridad, como se ven en la Ecuación 3.6. Y el área tributaria debe ser escogido del caso más desfavorable.

$$CU = 1.2CP + 1.6CV \quad (3.6)$$

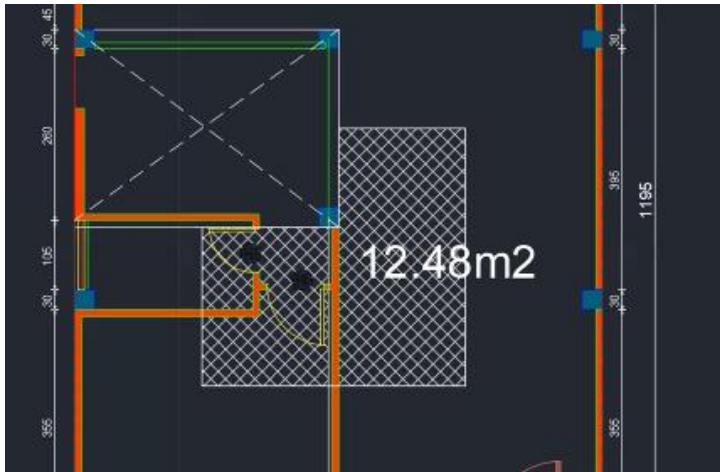
En la Ecuación 3.6, CU indica la carga ultima, CV la carga permanente total aplicada sobre la losa y CV la carga variable total.

Las cargas, que ya fueron definidas en una sección anterior, se muestran en la Tabla 19 y Tabla 20, como el total aplicado tanto en el piso 1 como en la cubierta, separando entre carga permanente y variable total.

El siguiente paso fue encontrar el área tributaria, donde la columna más desfavorable es la columna del centro a lado de la escalera. El  $A_t$  para la columna de la planta baja es de 12.48 m<sup>2</sup> y para la columna de la planta alta es 15.58 m<sup>2</sup>, usando el plano arquitectónico como se puede ver en las Ilustración 14 e Ilustración 15 Para resumir cálculos se tomará el mayor de las áreas y se lo repetirá en ambos pisos.

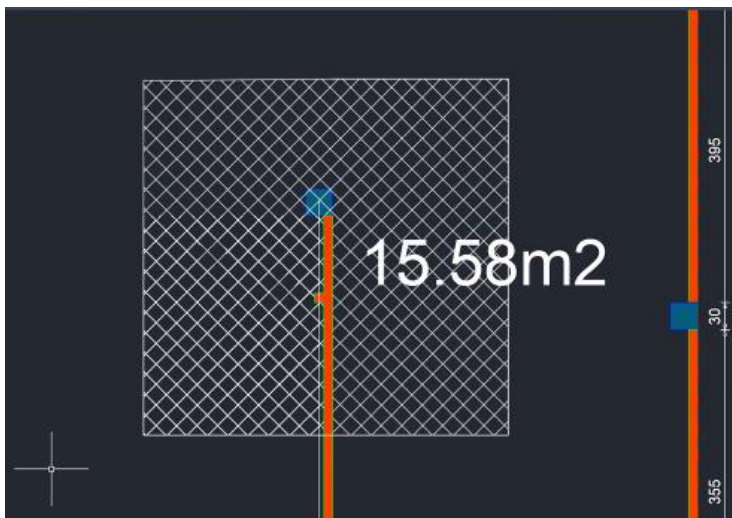
### Ilustración 14

*Área colaborante, primer piso*



### Ilustración 15

*Área colaborante, cubierta*



Con la Ecuación 3.7 se calcula la carga ultima, del cual se obtiene las cargas ultimas aplicadas en cada piso, tabuladas en la Tabla 19. Donde antes de calcular CU hay que revisar si la carga variable puede ser reducida. La ACI en la sección 4.7.2 indica que si el área tributaria multiplicada por factor de elemento de carga viva (Live Load Element Factor)  $K_{LL}$  es mayor a

400 ft<sup>2</sup> o 37.16 m<sup>2</sup>, la carga variable puede ser reducida. El valor de  $K_{LL}$  se obtiene de la tabla 4.7-1 de la ACI. Usando la Ecuación 3.8, se calcula el nuevo valor de la carga variable, por lo que en la Tabla 32, se muestra este proceso con sus resultados.

$$L = L_o \left( 0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} \cdot A_T}} \right) \quad (3.8)$$

$L_o$ : Carga Variable sin reducción

$K_{LL}$ : Factor de elemento de carga viva

$A_T$ : Área tributaria

**Tabla 32**

*Análisis de reducción de carga viva ( $K_{LL}$ )*

¿Se puede reducir CV?		
Ubicación	Interior	
$K_{LL}$	4	
$K_{LL} \cdot A_T$	62.32	m <sup>2</sup>
62.32	>	27.16
<b>Se permite reducir carga viva</b>		

**Tabla 33**

*Cargas ultimas aplicadas en cada piso*

Uso 1: Piso de departamento		
CM	0.65	ton/m <sup>2</sup>
CV	0.17	ton/m <sup>2</sup>
CU	1.05	ton/m <sup>2</sup>
Uso 2: Cubierta		
CM	0.40	ton/m <sup>2</sup>
CV	0.06	ton/m <sup>2</sup>
CU	0.57	ton/m <sup>2</sup>

Una vez determinado los CU se calcula la carga axial  $P_u$  aplicada en la columna, para lo cual se usa la Ecuación 3.9. Donde se suma la multiplicación la carga ultima por su área tributaria correspondiente y por el número de pisos que comparten las mismas condiciones de cargas y de áreas.

$$P_u = \sum Num. Pisos \cdot CU_i \cdot At_i \quad (3.9)$$

$$P_u = 1 \cdot 1.05 \frac{ton}{m^2} \cdot 15.58 m^2 + 1 \cdot 0.57 \frac{ton}{m^2} \cdot 15.58 m^2$$

$$P_u = 25.25 ton$$

Se procedió con el predimensionamiento de la columna y para esto se usó dos métodos. El primer método solo toma en cuenta las cargas por gravedad y la posición de la columna, y el segundo método, busca una alta ductilidad en la columna, por lo que la carga de diseño de la columna  $P_u$ , debe ser hasta un tercio de la capacidad axial máxima de la columna  $P_n$ .

El primer método usa la Ecuación 3.10, que usa  $P_u$  y un coeficiente  $\alpha$  que depende de la ubicación de la columna. El segundo método usa la Ecuación 3.11 donde se considera también un factor  $f$  que incluye la acción del sismo, además de las cargas sísmicas.

$$A_g = \frac{P_u}{\alpha \cdot f'c} \quad (3.10)$$

$$A_g = \frac{3 \cdot P_u \cdot f}{0.841 \cdot f'c + 0.001 \cdot f_y} \quad (3.11)$$

En la Tabla 34 se muestran los resultados de ambos métodos, el cual se sacó un promedio y suponiendo una columna cuadrada, se obtiene el valor de los lados de la columna, sacando la

raíz cuadrada de ese valor. Como las dimensiones mínimas de una columna de hormigón debe ser de al menos 30x30 cm, se colocó esa dimensión, ya que el resultado obtenido es menor a ese.

**Tabla 34**  
*Área gruesa ( $A_g$ ) de la columna y su sección transversal*

<b>Método 1</b>		
<b><math>\alpha</math></b>	0.25	Central
<b><math>A_{g1}</math></b>	0.0481	m <sup>2</sup>
<b>Método 2</b>		
<b>f</b>	1.35	
<b><math>A_{g2}</math></b>	0.0468	m <sup>2</sup>
<b>Promedio</b>		
<b><math>A_{gprom}</math></b>	0.0474	m <sup>2</sup>
<b>Raíz</b>	0.22	m
<b>Dimensiones</b>		
<b>B</b>	0.30	m
<b>H</b>	0.30	m
<b><math>A_{gfinal}</math></b>	0.09	m <sup>2</sup>

### 3.2.3. *Predimensionamiento de la viga*

Así mismo como con la columna, para el predimensionamiento se necesita de las cargas y de un área tributaria para la viga con el caso más crítico. En la Ilustración 16 se muestra la viga que fue seleccionado como las más desfavorable para calcular el  $A_t$  y así realizar el prediseño.

Para el cálculo del momento ultimo sobre la viga, se usaron dos métodos las cuales son: “Método de trapecios y triángulos” y “Método de franja de columna”.

Para el método de trapecios y triángulos, primero hay que determinar si el área alrededor de la viga va a ser considerada como trapecio o triángulo. Para eso hay que seguir las siguientes condiciones.

$$Si L > L1 = \text{Área de trapecios}$$

$$Si L < L1 = \text{Área de triángulos}$$

Donde L es la luz de la viga analizada y L1, la luz de la viga perpendicular a la viga analizada. Y para calcular el área se usan las siguientes ecuaciones, dependiendo del caso.

$$At = \begin{cases} Si L > L1; At = (L + (L - L1)) \cdot \frac{L1}{2} \cdot 0.5 \\ Si L \leq L1; At = L \cdot \frac{L}{2} \cdot 0.5 \end{cases} \quad (3.12)$$

Después de calcular el At, se calcula la carga distribuida a lo largo de la viga, en el cual se toma las cargas de la Tabla 23 y se usa la Ecuación 3.13. Para después calcular el momento ultimo Mu usando la Ecuación 3.14 y un factor de mayoramiento *fps* que considera acción del sismo y peso propio de la viga.

$$Qu \cdot R = \frac{Qu \cdot At}{L} \quad (3.13)$$

$$Mu = \frac{(L-bc)^2 \cdot Qu \cdot R}{10} \cdot fps \quad (3.14)$$

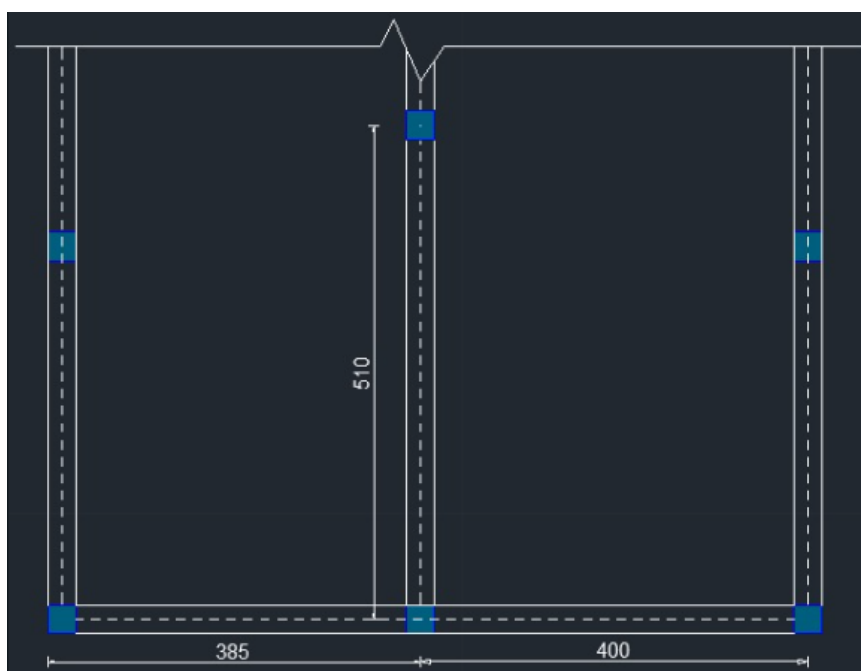
Para el método de franja de columna para el cálculo del momento último, se usa la Ecuación 3.15. Donde se va a necesitar la longitud promedio de las luces de las vigas perpendiculares a la viga de estudio. Además del uso dos coeficientes que consideran el aporte de rigidez de la columna y la losa, junto con factores ya mencionados en las ecuaciones anteriores.

$$Mu = \frac{(L-bc)^2 \cdot Qu \cdot Lp \cdot \alpha \cdot \beta}{10} \cdot fps \quad (3.15)$$

Con estos dos métodos, se obtuvo dos resultados distintos de Mu el cual se calculó un promedio de estos para determinar el Mu que se usó para la viga crítica, que se muestra en la Ilustración 3.11.

### Ilustración 16

*Análisis viga crítica, esquema*



En la Tabla 35 se presentan los datos tabulados de las  $At$  y  $Mu$  obtenidos con estos dos métodos.

**Tabla 35**

*Análisis de momentos últimos*

<b>Mu (Trapezio)</b>	8.02	ton · m
<b>Mu (Franja)</b>	7.30	ton · m
<b>Mu (Promedio)</b>	7.66	ton · m



Para el predimensionamiento de la sección, se usa la Ecuación 3.16 donde se necesita  $M_u$ ,  $f'c$  y el ancho de una viga, que como primera iteración se usara un  $b_w$  de 25 cm.

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 \cdot b_w \cdot f'c}} \quad (3.16)$$

En la Tabla 36 se muestra los valores de la sección de la viga asignada, calculando también la altura efectiva  $d$ , para el cual se asumió una base de 25 cm, un recubrimiento de 4 cm y unas varillas de 10 mm y 12 mm para los estribos y varillas longitudinales respectivamente.

**Tabla 36**  
*Dimensiones de la viga asignada*

<b><math>b_w</math></b>	0.25	m
<b><math>d</math></b>	0.32	m
<b><math>h \geq</math></b>	0.37	m
<b><math>h</math> Elegida</b>	0.40	m
<b><math>d</math> real</b>	0.344	m

El mismo procedimiento se repite para el sentido en X y así mismo para el piso de la cubierta. En la Tabla 37, están tabulados las dimensiones del prediseño de las demás vigas a usar.

**Tabla 37**  
*Sección de vigas seleccionadas para cada nivel.*

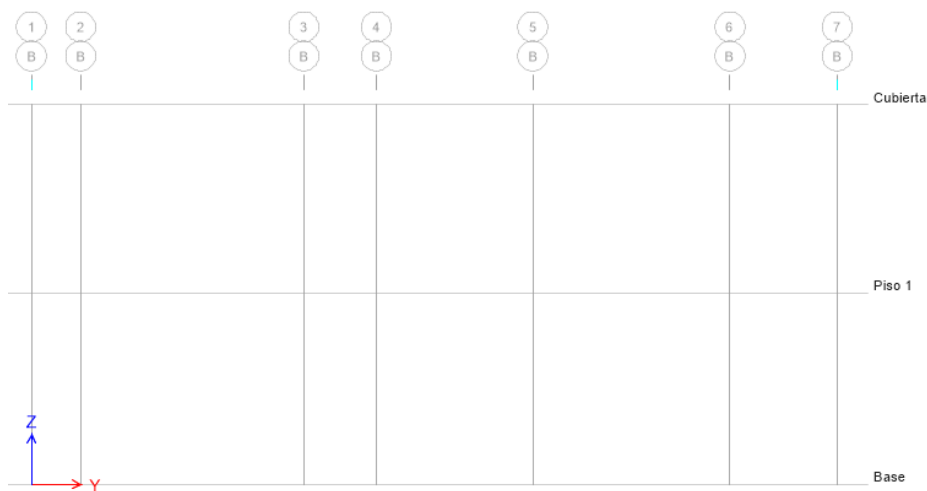
<b>SECCIONES DE VIGAS</b>		
<b>PISO 1</b>		
	<b>EJE X</b>	<b>EJE Y</b>
	m	m
<b>B</b>	0.25	0.25
<b>H</b>	0.30	0.40
<b>CUBIERTA</b>		

	EJE X	EJE Y
	m	m
<b>B</b>	0.25	0.25
<b>H</b>	0.25	0.30

#### **3.2.4. Modelación de software estructural**

Una vez se tiene las cargas y dimensiones de la estructura, se procede a realizar el diseño definitivo, el cual se basa en uno de los métodos que la NEC-SE-DS ofrece. Este es un diseño de fuerzas sísmicas estático lineal, donde es necesario usar un software especializado para el diseño de estructuras.

Lo primero que se realiza en el software es definir el esquema del edificio, donde en la Ilustración 17, se puede ver las dimensiones desde una vista en planta y en la Ilustración 18, se aprecia la altura entre pisos.

**Ilustración 17***Esquema de la estructura, vista en planta***Ilustración 18***Esquema de la estructura, vista en elevación*


Lo siguiente es definir todo lo que se va a usar en el diseño, este consiste en los materiales y las secciones de los elementos estructurales como columnas, vigas y losas. La NEC

Diseño Sismorresistente en su sección 6.1.6 indica que hay que aplicarle una modificación en los coeficientes de inercias en las vigas y columnas en sus respectivos ejes de trabajo. Para viga el coeficiente a usar es de 0.5 y para la columna de 0.8.

### Ilustración 19

*Definición de material, hormigón  $f'c$  2100 ton/m<sup>2</sup>*

#### Material Property Data

General Data	
Material Name	Hormigon
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 <a href="#">Change...</a>
Material Notes	<a href="#">Modify/Show Notes...</a>
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	2.4 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.244732 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2188197.89 tonf/m <sup>2</sup>
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099 1/C
Shear Modulus, G	911749.12 tonf/m <sup>2</sup>

## Ilustración 20

*Propiedades del hormigón.*

### Material Property Design Data

Material Name and Type	
Material Name	Hormigon
Material Type	Concrete, Isotropic
Grade	f <sub>c</sub> 3000 psi
Design Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f <sub>c</sub>	2100 tonf/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

## Ilustración 21

*Definición de material, acero de refuerzo*

### Material Property Data

General Data	
Material Name	Ac. Refuerzo
Material Type	Rebar
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	<span style="background-color: blue; color: white;"> </span> Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...
Material Weight and Mass	
<input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density	<input type="radio"/> Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	7.849 tonf/m <sup>3</sup>
Mass per Unit Volume	0.80038 tonf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	20389019.16 tonf/m <sup>2</sup>
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117 1/C

## Ilustración 22

### *Propiedades acero de refuerzo*

#### Material Property Design Data

Material Name and Type	
Material Name	Ac. Refuerzo
Material Type	Rebar, Uniaxial
Grade	Grade 60
Design Properties for Rebar Materials	
Minimum Yield Strength, Fy	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Minimum Tensile Strength, Fu	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Expected Yield Strength, Fye	42000 tonf/m <sup>2</sup>
Expected Tensile Strength, Fue	42000 tonf/m <sup>2</sup>

## Ilustración 23

### *Definición de elemento estructural, losa nervada*

#### Slab Property Data

General Data	
Property Name	Losa2D
Slab Material	Hormigon ...
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Modeling Type	Shell-Thin
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show...
Display Color	Change...
Property Notes	Modify/Show...
Property Data	
Type	Waffle
Overall Depth	0.2 m
Slab Thickness	0.05 m
Stem Width at Top	0.1 m
Stem Width at Bottom	0.1 m
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis	0.5 m
Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis	0.5 m

## Ilustración 24

*Definición de las dimensiones de la viga principal VP0.25x0.30m*

Frame Section Property Data

General Data	
Property Name	VP(0.25/0.30)
Material	Hormigon <input type="button" value="..."/>
Notional Size Data	<input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/>
Display Color	<input type="button" value="Change..."/>
Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	0.3 m
Width	0.25 m

Property Modifiers	
<input type="button" value="Modify/Show Modifiers..."/>	Currently User Specified
Reinforcement	
<input type="button" value="Modify/Show Rebar..."/>	

## Ilustración 25

*Propiedades de material, viga principal*

Property/Stiffness Modification Factors

Property/Stiffness Modifiers for Analysis	
Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	1
Moment of Inertia about 3 axis	0.5
Mass	1
Weight	1

### Ilustración 26

Definición de NEC diseño sísmico, viga principal

#### Frame Section Property Reinforcement Data

<b>Design Type</b> <input type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column) <input checked="" type="radio"/> M3 Design Only (Beam)		<b>Rebar Material</b> Longitudinal Bars: Ac. Refuerzo Confinement Bars (Ties): Ac. Refuerzo	
<b>Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid</b> Top Bars: 0.06 m Bottom Bars: 0.06 m		<b>Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams</b> Top Bars at I-End: 0 m <sup>2</sup> Top Bars at J-End: 0 m <sup>2</sup> Bottom Bars at I-End: 0 m <sup>2</sup> Bottom Bars at J-End: 0 m <sup>2</sup>	

### Ilustración 27

Definición de elemento estructural, columna 0.30x030m

#### Frame Section Property Data

<b>General Data</b> Property Name: C(0.30/0.30) Material: Hormigon Notional Size Data: Modify/Show Notional Size... Display Color: <span style="background-color: magenta; color: black;"> </span> Change... Notes: Modify/Show Notes...		
<b>Shape</b> Section Shape: Concrete Rectangular		
<b>Section Property Source</b> Source: User Defined		
<b>Section Dimensions</b> Depth: 0.3 m Width: 0.3 m		<b>Property Modifiers</b> Modify/Show Modifiers... Currently User Specified
		<b>Reinforcement</b> Modify/Show Rebar...



**Ilustración 28***Propiedades de material, columna*

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	1
Shear Area in 2 direction	1
Shear Area in 3 direction	1
Torsional Constant	1
Moment of Inertia about 2 axis	0.8
Moment of Inertia about 3 axis	0.8
Mass	1
Weight	1

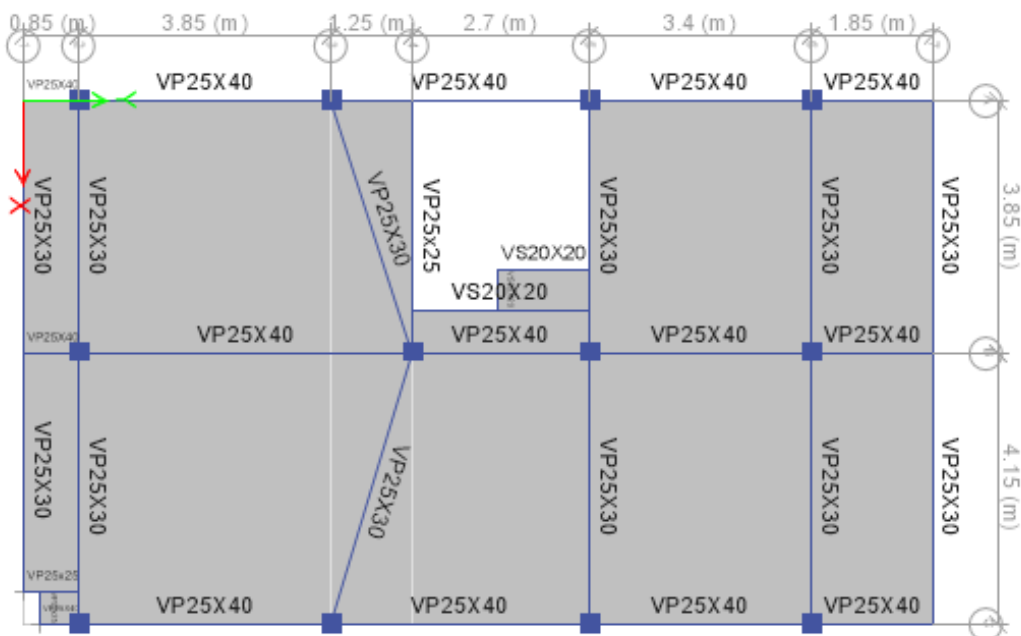
**Ilustración 29***Definición de NEC diseño sísmico, columna*

Frame Section Property Reinforcement Data

<p>Design Type</p> <p><input checked="" type="radio"/> P-M2-M3 Design (Column)</p> <p><input type="radio"/> M3 Design Only (Beam)</p>		<p>Rebar Material</p> <p>Longitudinal Bars <span>Ac. Refuerzo</span> <span>...</span></p> <p>Confinement Bars (Ties) <span>Ac. Refuerzo</span> <span>...</span></p>	
<p>Reinforcement Configuration</p> <p><input checked="" type="radio"/> Rectangular</p> <p><input type="radio"/> Circular</p>		<p>Confinement Bars</p> <p><input checked="" type="radio"/> Ties</p> <p><input type="radio"/> Spirals</p>	
<p>Check/Design</p> <p><input type="radio"/> Reinforcement to be Checked</p> <p><input checked="" type="radio"/> Reinforcement to be Designed</p>			

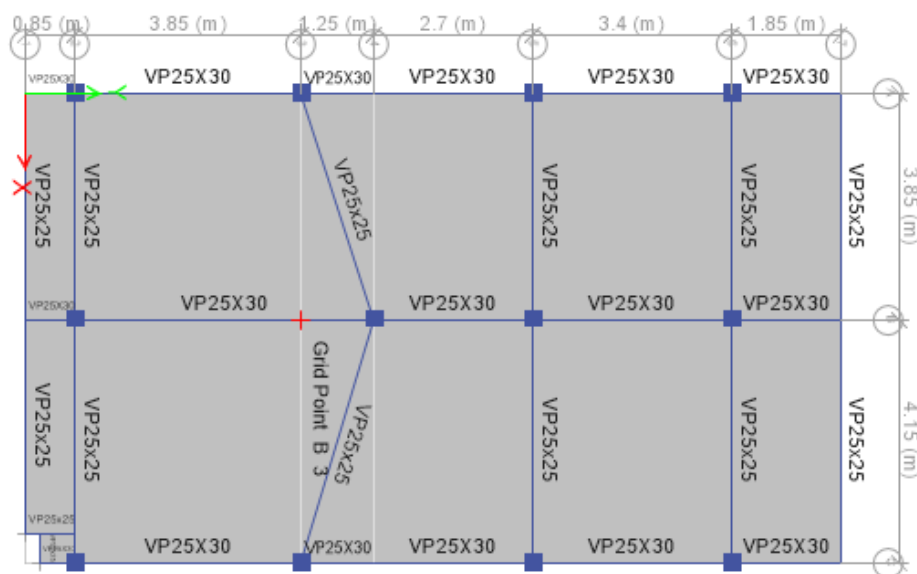
### Ilustración30

*Modelamiento vigas primer piso, vista en planta*



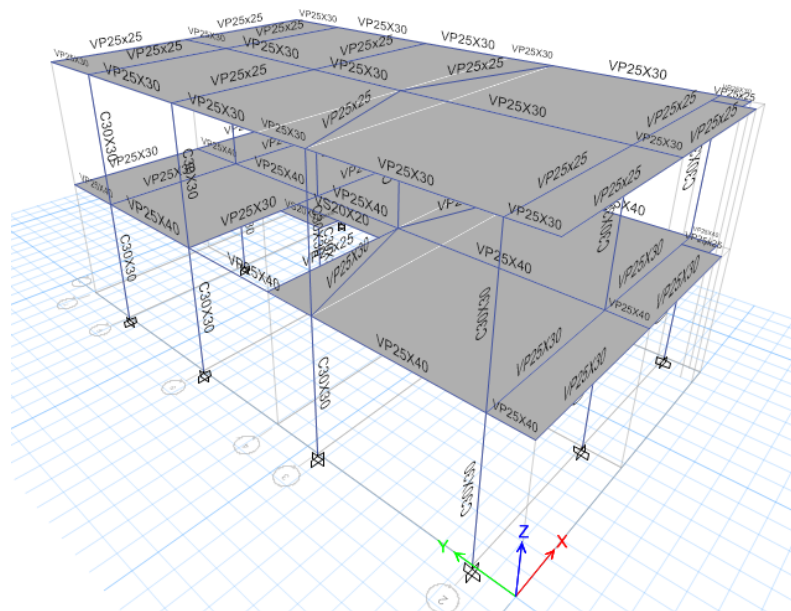
### Ilustración 31

*Modelamiento vigas cubierta, vista en planta*



### Ilustración 32

Modelamiento de la estructura, vista 3D



Después de definir los elementos, se consideró el “Mass Source” como el 100% de la carga muerta según la sección 6.1.7 de NEC Peligro Sísmico. Si la estructura fuera destinado a ser bodega o almacén, se añadiría también el 25% de la carga viva.

### Ilustración 33

Modelamiento de la estructura, vista 3D

Mass Source Data

Mass Source Name	<input type="text" value="Fuente_Masa"/>
<b>Mass Source</b>	
<input type="checkbox"/> Element Self Mass	
<input type="checkbox"/> Additional Mass	
<input checked="" type="checkbox"/> Specified Load Patterns	
<input type="checkbox"/> Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:	
This Ratio of Diaphragm Width in X Direction	<input type="text"/>
This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction	<input type="text"/>
<b>Mass Multipliers for Load Patterns</b>	
Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1
<b>Mass Options</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Include Lateral Mass	
<input type="checkbox"/> Include Vertical Mass	
<input checked="" type="checkbox"/> Lump Lateral Mass at Story Levels	

Una modificación opcional es enmallar la losa a  $0.5\text{ m}$  para obtener datos más precisos de deformación de la losa. Para eso se selecciona toda la losa en todos los pisos y se asigna esa configuración como está en la Ilustración 34.

### Ilustración 34

#### *Configuración enmalle de losa*

Shell Assignment - Floor Auto Mesh Options

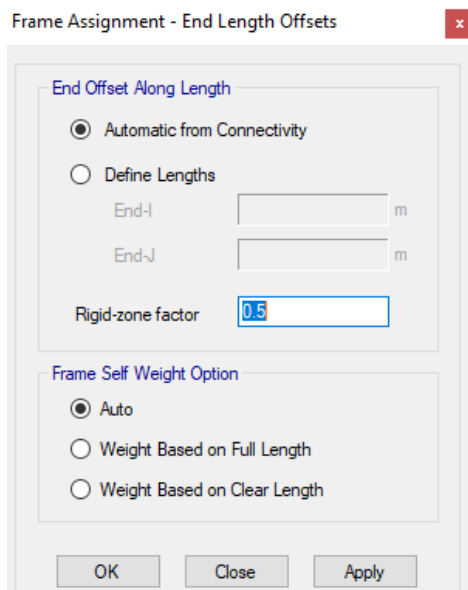
Floor Meshing Options

- Default i
- For Defining Rigid Diaphragm and Mass Only (No Stiffness - No Vertical Load Transfer - Applies to Horizontal Floors Only)
- No Auto Meshing (Use Object as Structural Element)
- Mesh Object Into  by  Elements (Applies for 3 or 4 noded objects only with no curved edges)
- Auto Cookie Cut Object into Structural Elements
  - Mesh at Beams and Other Meshing Lines (Applies to Horizontal Floors Only)
  - Mesh at Vertical/Inclined Wall Edges (Applies to Horizontal Floors Only)
  - Mesh at Visible Grids (Applies to Horizontal Floors Only)
  - Further Mesh Where Needed to Maximum Element Size of  m
- Add Restraints on Edge if Corners have Restraints

Otra modificación para que la estructura tenga un comportamiento más real, es asignar nodos rígidos con un coeficiente de 0.5, de esa forma el comportamiento de los nodos será más parecido a lo real. Para esto se selecciona toda la estructura y se asigna la modificación en los elementos frames como se ve en la Ilustración 35.

### Ilustración 35

*Asignación de nodos rígidos*



El siguiente paso es crear los casos de cargas de gravedad que van a actuar sobre la estructura, estos son la carga Permanente, Variable y Variable de Cubierta.

### Ilustración 36

*Definición de cargas de gravedad*

Define Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Cubierta	Roof Live	0	

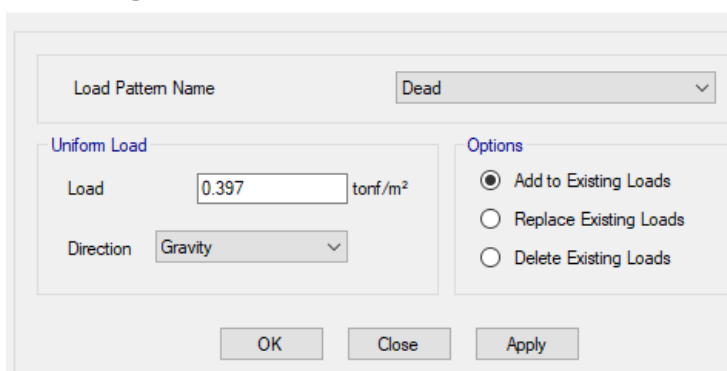
Usando esos casos de cargas se procedió a colocar la cantidad de carga que va a ser aplicado a la losa, lo cual fue calculado en la sección de cargas. Algo a recalcar, es que, al momento de colocar la carga muerta, esta se coloque sin el peso propio de la losa nervada, ya

que el software ya lo toma en cuenta por tener el multiplicador de peso propio en 1. Estos datos se ya están definidos en tablas anteriores y deben aplicarse en los pisos respectivos, encima de la losa.

### Ilustración 37

#### *Asignación casos de carga permanente*

Shell Load Assignment - Uniform

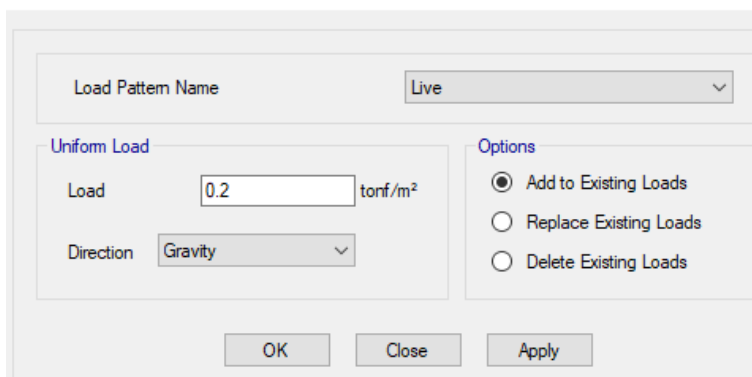


The screenshot shows a software dialog box titled "Shell Load Assignment - Uniform". At the top, there is a dropdown menu for "Load Pattern Name" set to "Dead". Below this, the dialog is divided into two main sections: "Uniform Load" and "Options". In the "Uniform Load" section, the "Load" value is set to "0.397" with the unit "tonf/m²", and the "Direction" is set to "Gravity". In the "Options" section, there are three radio buttons: "Add to Existing Loads" (which is selected), "Replace Existing Loads", and "Delete Existing Loads". At the bottom of the dialog, there are three buttons: "OK", "Close", and "Apply".

### Ilustración 38

#### *Asignación casos de carga viva*

Shell Load Assignment - Uniform

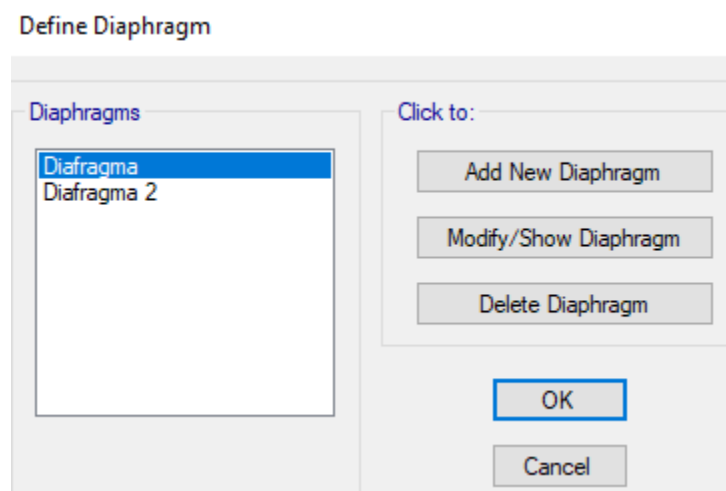


The screenshot shows a software dialog box titled "Shell Load Assignment - Uniform". At the top, there is a dropdown menu for "Load Pattern Name" set to "Live". Below this, the dialog is divided into two main sections: "Uniform Load" and "Options". In the "Uniform Load" section, the "Load" value is set to "0.2" with the unit "tonf/m²", and the "Direction" is set to "Gravity". In the "Options" section, there are three radio buttons: "Add to Existing Loads" (which is selected), "Replace Existing Loads", and "Delete Existing Loads". At the bottom of the dialog, there are three buttons: "OK", "Close", and "Apply".

Después se definió los diafragmas tanto para los niveles de piso 1 y la cubierta por separado. Esto con la finalidad de obtener el desplazamiento de cada nivel que servirá para la verificación de índice de estabilidad.

**Ilustración 39**

*Definición de diafragmas en cada piso*



Lo siguiente es el análisis sísmico sobre la estructura, por lo que lo primero es encontrar el periodo  $T$  de la estructura. Para eso existen dos partes, primero se calculó un  $T$  aproximado que la NEC Peligro Sísmico en la sección 6.3.3 menciona. Con ese  $T$  aproximado se buscó el coeficiente  $C_s$  que representa el porcentaje del sismo que actúa sobre la vivienda.

Donde  $C_t$  y  $\alpha$  son coeficientes que dependen del tipo de estructura, que para la estructura del proyecto corresponden unos valores de 0.055 y 0.9 respectivamente, al ser este un pórtico especial de hormigón armado y el valor de la altura es de 6.55 m.

Ese valor de  $T$  será el mismo para el sentido en X y en Y, ya que en ambos sentidos existe pórtico. Con eso calculado, se encuentra el valor de  $C_s$  dentro de la tabla hecha para realizar el espectro de respuesta sísmica de la Ilustración 40 y también se calcula  $k$  usando la tabla en la sección 6.3.5 que la NEC Peligro Sísmico menciona.

**Tabla 38***Coficiente sísmico de la estructura*

<b>T (aprox)</b> <b>seg</b>	<b>C<sub>s</sub></b> <b>(g)</b>	<b>k</b>
0.299	0.1080	1

Con el periodo manual ya calculado, se procedió a crear los casos de carga por Sismo, donde a cada uno se lo configuró como está en la Ilustración 41 y en donde el valor de C y K los valores de la Tabla 38.

**Ilustración 40***Definición del coeficiente sísmico a la estructura*

E Define Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Sismo X	Seismic	0	User Coefficient
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Cubierta	Roof Live	0	
Sismo X	Seismic	0	User Coefficient
Sismo Y	Seismic	0	User Coefficient

**Ilustración 41***Asignación de coeficiente sísmico a la estructura*

Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story



El siguiente paso fue encontrar el peso de la estructura, que el software de análisis ya lo proporciona por medio de tabla. El peso de la estructura es de 153.95 ton como se ve en la Ilustración 42.

### Ilustración 42

*Peso total de la estructura*

Base Reactions

Output Case	Case Type	FZ tonf
Dead	LinStatic	153.9461

Lo siguiente es encontrar el periodo real de la estructura tanto en X como en Y el cual también es obtenida del software. De la Ilustración 43 se entiende que el periodo en X es 0.505 segundos y en Y es 0.474 segundos, por los valores de  $U_x$  y  $U_y$ , los cuales el que tenga el mayor valor es al cual le corresponde el periodo.

### Ilustración 43

*Periodos de vibración de la estructura*

Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal	1	0.505	0.8468	0.0002
Modal	2	0.445	0.0081	0.6657
Modal	3	0.438	0.0188	0.194

La NEC establece que el periodo de la estructura no puede ser mayor a 1.3 del periodo encontrado manualmente, por lo cual hay que buscar una forma de reducir ese periodo. Una opción es rigidizando la estructura de tal forma que el periodo disminuya, pero el método usado en este trabajo es, reducir el periodo obtenido del software al periodo permitido por la normativa y con ese periodo conseguir un nuevo  $C_s$ , el cual se conseguirá del espectro inelástico a calculado, que haga que se obtenga el periodo permitido por la normativa.

**Tabla 39**

*Reajuste de periodo de vibración y coeficiente sísmico*

<b><math>T_x</math> Real</b>	<b><math>T_y</math> Real</b>	<b><math>1.3 \cdot T</math></b>	<b><math>T_x</math> Adoptado</b>	<b><math>T_y</math> Adoptado</b>	<b>Nuevo <math>C_{s_x}</math></b>	<b>Nuevo <math>C_{s_y}</math></b>
<b>seg</b>	<b>seg</b>	<b>seg</b>	<b>seg</b>	<b>seg</b>	<b>g</b>	<b>g</b>
0.505	0.445	0.388	0.388	0.388	0.120	0.120

Con ese nuevo  $C_s$  se modifica el coeficiente en los casos de carga de sismos, tanto en X como en Y y después se consigue el cortante basal en ambos sentidos. De la Ilustración 44 el cortante basal en X es 16.16 ton y en Y es 16.16 ton.

**Ilustración 44**

*Cortante basal de la estructura*

Base Reactions

<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>FX tonf</b>	<b>FY tonf</b>
Sismo X	LinStatic	-16.1643	-5.74E-07
Sismo Y	LinStatic	0	-16.1643

La NEC también especifica que el cortante basal presente en la estructura debe ser mayor a un valor el cual está determinado por la Ecuación 3.17. Además, especifica que, si el basal real es menor al que dice la normativa, el coeficiente  $C_s$  debe modificarse según la Ecuación 3.18.

$$Basal\ NEC = Peso \cdot C_s \quad (3.17)$$

$$C_{s_f} = \frac{C_s}{Basal\ Real} \cdot Basal \quad (3.18)$$

**Tabla 40**

*Reajuste de cortante basal y coeficiente sísmico*

<b>Basal X Real ton</b>	<b>Basal Y Real ton</b>	<b>Basal NEC ton</b>	<b>Basal NEC ton</b>	<b>¿Alcanza Basal? Sí / No</b>		<b><math>C_{s_x}</math> g</b>	<b><math>C_{s_y}</math> g</b>
16.16	16.16	18.47	18.47	No	No	0.1372	0.1372

Una vez modificado los coeficientes en las cargas de sismos, el siguiente paso es verificar los cumplan los requisitos de derivas permisibles y el índice de estabilidad. Pero antes de este paso, hay que verificar si la asunción de Irregularidad en planta y en elevación fueron correctos.

La irregularidad en planta tiene como primer caso la irregularidad torsional, donde se supuso un valor de 1, el cual la NEC dice que la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura es menor que 1.2 veces la deriva promedio de los extremos. Usando el software encontramos que un valor si excede el 1.2 por lo cual el valor de este caso es de 0.9.

### Ilustración 45

#### Verificación de irregularidad en planta

Story Max Over Avg Drifts

Story	Output Case	Case Type	Ratio
Cubierta	Sismo X	LinStatic	1.228
Cubierta	Sismo Y	LinStatic	1.072
Piso 1	Sismo X	LinStatic	1.153
Piso 1	Sismo Y	LinStatic	1.078

Así mismo, se hizo una asunción en el primer caso de la regularidad en elevación llamado piso flexible. Este se le dio un valor de 1, que según la NEC esto indica que la rigidez lateral de un piso inferior fue mayor al 70% de la rigidez lateral del piso superior a este. El software brinda los datos de rigidez lateral de cada piso y en la Tabla 41 se verificó que la condición que la NEC dice se cumpla, por lo cual el valor de 1 que se asumió queda igual.

### Ilustración 46

#### Verificación de rigidez lateral de la estructura

Story Stiffness

Story	Output Case	Stiff X tonf/m	Stiff Y tonf/m
Cubierta	Sismo X	1897.462	0
Piso 1	Sismo X	3921.794	0
Cubierta	Sismo Y	0	2384.607
Piso 1	Sismo Y	0	5214.673

**Tabla 41***Verificación de irregularidad en elevación y en planta*

Irregularidad Torsional				Piso Flexible			Condición
Story	Output Case	Ratio	Story	Output Case	Stiff X ton/m	Stiff Y ton/m	
Story2	Sismo X	1.228	Story2	Sismo X	1897.46	0	Regular
Story2	Sismo Y	1.072	Story1	Sismo X	3921.79	0	
Story1	Sismo X	1.153	Story2	Sismo Y	0	2384.61	Regular
Story1	Sismo Y	1.078	Story1	Sismo Y	0	5214.67	

Como en la irregularidad torsional un valor salió más de 1.2, el valor que debe tomar esa condición es de 0.9 y no de 1 como se había supuesto en un principio. Debido a este cambio el espectro inelástico no va a ser el mismo porque sus valores de  $C_s$  con los que se han ido trabajando tampoco serán los precisos. Por eso hay que repetir el proceso de revisar los periodos y cortante basal que se hizo en el paso anterior con el nuevo espectro debido al cambio de la irregularidad torsional.

**Tabla 42***Periodos de vibración y coeficiente sísmico*

T (aprox) seg	$C_s$ (g)	k
0.299	0.1200	1

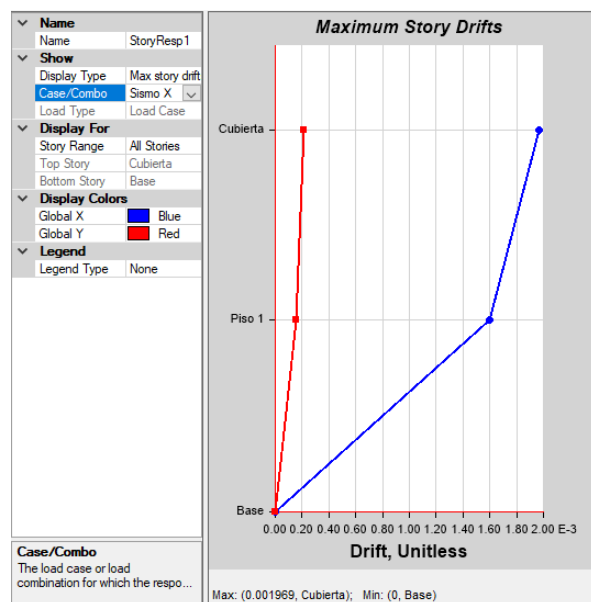
**Tabla 43***Periodos de vibración y coeficiente sísmico ajustados*

Tx Real seg	Ty Real seg	$1.3 \cdot T$ seg	Tx Adoptado seg	Ty Adoptado seg	Nuevo $C_{s_x}$ g	Nuevo $C_{s_y}$ g
0.474	0.417	0.388	0.388	0.388	0.120	0.120

**Tabla 44***Cortante basal y coeficiente sísmico ajustados*

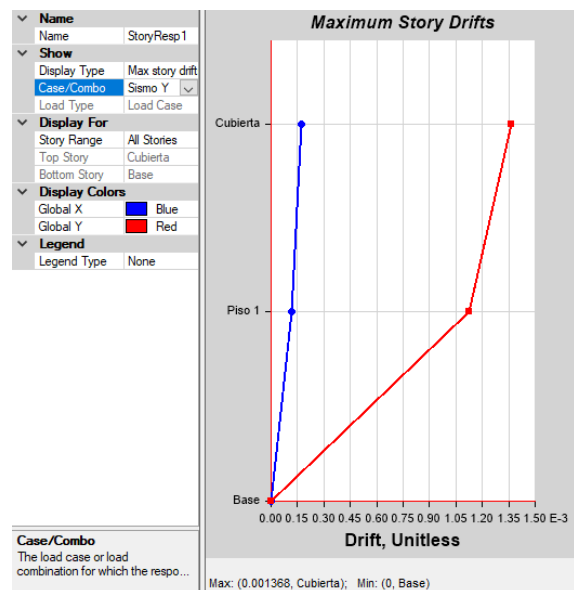
<b>Basal X Real ton</b>	<b>Basal Y Real ton</b>	<b>Basal X NEC ton</b>	<b>Basal Y NEC ton</b>	<b>¿Alcanza Basal? Sí / No</b>	<b><math>Cs_x</math> g</b>	<b><math>Cs_y</math> g</b>
17.96	17.96	18.47	18.47	No No	0.1234	0.1234

Una vez corregido los coeficientes y la corrección de la irregularidad en planta, se procedió con la evaluación de las derivas. La NEC en su edición Peligro Sísmico en su sección 4.2.2 indica que la deriva inelástica debe ser menor a 0.02 para estructuras de hormigón armado. En este proyecto se consiguió la deriva máxima en cada sentido directamente por el software de análisis, con la idea de que, si la deriva máxima cumple esa condición, todas las demás deben de cumplir.

**Ilustración 47***Deriva máxima de la estructura, sentido x*

## Ilustración 48

*Deriva máxima de la estructura, sentido y*



El software da la deriva elástica, pero la que debe compararse con el límite de 0.02 es la deriva inelástica. Ese valor se encuentra usando la ecuación que aparece en la sección 6.3.9 de la NEC Peligro Sísmico y en la Ecuación 3.19 de este documento. En la Tabla 45 están tabulados los resultados y la verificación de que cumplen con la deriva permisible.

$$\Delta_i = 0.75 \cdot R \cdot \Delta_e \quad (3.19)$$

**Tabla 45**

*Resultado y verificación de derivas*

Sismo	Deriva		$\Delta < 0.02$
	Elástica	Inelástica	
X	0.001969	0.0118	Sí
Y	0.001368	0.0082	Sí

Después se siguió con la verificación del índice de estabilidad, que según la NEC Peligro Sísmico en su sección 6.3.8 dice que este debe ser menor a 0.30. Los datos como las fuerzas axiales, cortantes y desplazamientos fueron obtenidos del software, quedando los resultados en la Tabla 46.

### Ilustración 49

#### *Fuerzas axiales de la estructura*

Story Forces

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
Cubierta	Dead	LinStatic	Bottom	60.1758	0	0
Cubierta	Live	LinStatic	Bottom	0	0	0
Cubierta	Cubierta	LinStatic	Bottom	7.6857	0	0
Cubierta	Sismo X	LinStatic	Bottom	0	-9.8864	0
Cubierta	Sismo Y	LinStatic	Bottom	0	0	-9.8864
Piso 1	Dead	LinStatic	Bottom	153.9461	0	-5.723E-07
Piso 1	Live	LinStatic	Bottom	19.8388	0	0
Piso 1	Cubierta	LinStatic	Bottom	7.6857	0	0
Piso 1	Sismo X	LinStatic	Bottom	0	-17.9603	-5.618E-07
Piso 1	Sismo Y	LinStatic	Bottom	0	0	-17.9603

### Ilustración 50

#### *Fuera cortante y desplazamiento de la estructura*

Diaphragm Center Of Mass Displacements

Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX m	UY m
Cubierta	Diafragma 2	Sismo X	LinStatic	0.009896	-2E-06
Cubierta	Diafragma 2	Sismo Y	LinStatic	-7.4E-05	0.007579
Piso 1	Diafragma	Sismo X	LinStatic	0.004634	-2.5E-05
Piso 1	Diafragma	Sismo Y	LinStatic	-1.7E-05	0.003453



**Tabla 46**  
*Comprobación de índice de estabilidad de la estructura*

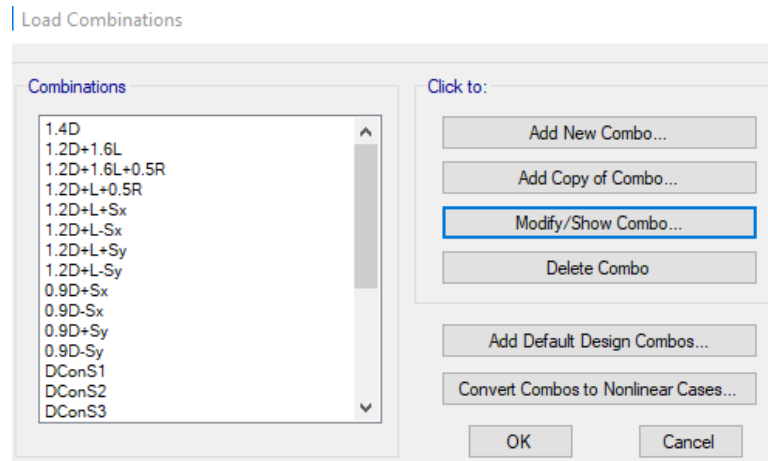
Story	P [ton]			$V_x$ ton	$V_y$ ton	Desplaz. X m	Desplaz. Y m	Altura m	$Qi \leq 0.30$	
	Dead	Live	Cubierta						X	Y
<b>Cubierta</b>	60.18	0.00	7.69	9.89	9.89	0.00990	0.00758	3.25	0.021	0.016
<b>Piso 1</b>	153.95	19.84	7.69	17.96	17.96	0.00463	0.00345	3.3	0.014	0.011

Una vez, que se cumplen esos requisitos se puede proceder con el diseño de los elementos estructurales. El software de diseño proporciona los momentos y cargas necesarias para que se puedan realizar los cálculos para conseguir el acero, pero este también tiene la opción de proporcionar el diseño de acero que cada elemento necesita. Sin embargo, antes de esto, hay que corroborar que todos los elementos no estén bajo ningún tipo de falla.

Antes de comenzar el análisis y posteriormente el diseño de los elementos hay que crear las combinaciones de carga que la NEC Cargas (No Sísmicas) en su sección 3.4.3 define las combinaciones para el diseño por última resistencia.

## Ilustración 51

### Combinaciones de carga



### 3.2.5. Diseño de vigas

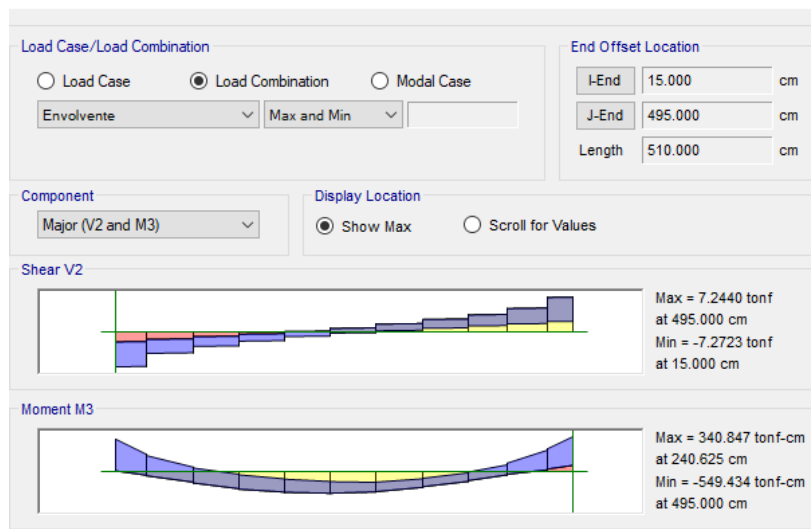
El diseño se realizará usando la opción de “Concrete Frame Design” que el software tiene, pero después se usó una hoja de cálculo para corroborar los resultados que el software da. De esta forma si en el primer ejemplo de diseño ambos resultados son semejantes, se usará la opción del software para un diseño más rápido.

El diseño se hará de la viga más demandada, que es la viga del Piso 1 del eje B y 2 – 4, donde de la Ilustración 52 se ven las demandas a la que esta viga está. El caso de combinación para el diseño de viga es la envolvente que toma todos los máximos y mínimos por la cual la viga es forzada.

## Ilustración 52

### *Demandas de la viga crítica*

Diagram for Beam B13 at Story Piso 1 (VP25X40)



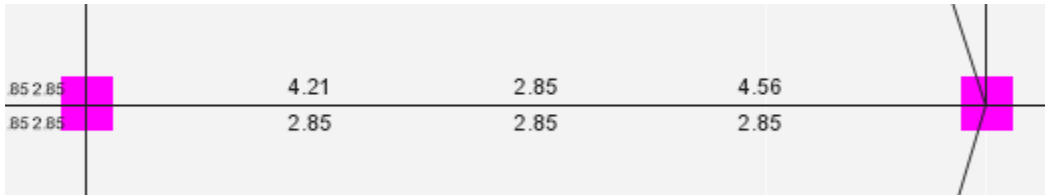
De la Ilustración 52 se toma las mayores demandas en tres puntos, en ambos nodos y en el centro, donde el cual con eso se calcula el acero necesario para soportar esas demandas. Las demandas en esos puntos están en la Tabla 47 y en la Ilustración 53 se observa el acero colocado por el software para esas demandas y con el cual se diseñaría el acero longitudinal.

**Tabla 47**  
*Momentos de la viga crítica*

Momentos [ $ton \cdot m$ ]			
	Nodo Izquierdo (i)	Centro	Nodo derecho (j)
Momento Negativo	5.10	-	5.49
Momento Positivo	-	3.35	-

**Ilustración 53**

*Acero necesario para soportar las demandas en  $cm^2$*



A continuación, como ya se mencionó, se coloca el proceso manual de cálculo de acero longitudinal para corroborar que el software está dando resultados correctos.

***Propiedades del material***

$$f'c = 2100 \frac{ton}{m^2}$$

$$fy = 42000 \frac{ton}{m^2}$$

$$E_{cb} = 20000000 \frac{ton}{m^2}$$

***Dimensiones del elemento***

$$ln = 5.1 \text{ m}$$

$$b = 0.25 \text{ m}$$

$$h = 0.40 \text{ m}$$

$$rec = 0.06 \text{ m}$$

$$d = 0.34 \text{ m}$$

El primer cálculo es encontrar la cuantía mínima para así saber el acero mínimo que debe tener la viga. Para eso se usa las ecuaciones que el ACI en su sección 9.6.1.2 que muestran las ecuaciones de la cuantía mínima que una viga debe tener. En la normativa da tres formas de las ecuaciones con las diferentes unidades que se usan. En este caso se usará las ecuaciones en el sistema ingles ya que es con el que el programa trabaja y así tener menos diferencias con los resultados.

$$\rho_{min1} = \frac{200}{f_y} \quad (3.20)$$

$$\rho_{min2} = \frac{3 \cdot \sqrt{f_{rc}}}{f_y} \quad (3.21)$$

$$\rho_{min1} = \frac{200}{459738.04 \text{ psi}} = 0.00335$$

$$\rho_{min2} = \frac{3 \cdot \sqrt{2986.902 \text{ psi}}}{459738.04 \text{ psi}} = 0.002745$$

La cuantía mínima es el mayor de ambos valores y con ese valor se consigue el acero mínimo de la viga en cada sección de la viga.

$$\rho_{min} = \max(\rho_{min1}, \rho_{min2}) = 0.00335$$

$$A_{s_{min}} = 0.00335 \cdot 25 \text{ cm} \cdot 34 \text{ cm} = 2.85 \text{ cm}^2$$

Una vez obtenido las demandas y el acero mínimo de la viga se comienzan a realizar el diseño del acero longitudinal de la viga. En todas las secciones de la viga se comienza con el cálculo de lo que de compresión de la viga “a” con la Ecuación 3.22 y después el acero

longitudinal con la Ecuación 3.22. Estas ecuaciones salen del bloque de esfuerzos de Whitney y se muestran a continuación.

$$a = d - \sqrt{d - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot f'c \cdot \phi \cdot b}} \quad (3.22)$$

$$A_s = \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})} \quad (3.23)$$

### ***Nodo Izquierdo – Acero negativo***

Se comenzó el diseño por el nodo izquierdo de la viga, específicamente el acero negativo de la viga el cual usa el momento negativo de ese nodo.

$$M_{u1N} = 5.10 \text{ ton m}$$

$$a_{u1N} = 34 \text{ cm} - \sqrt{(34 \text{ cm})^2 - \frac{2 \cdot 5.10 \text{ kg cm } 10^5}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.9 \cdot 25 \text{ cm}}} = 2.71 \text{ cm}$$

$$A_{su1N} = \frac{5.10 \text{ kg cm } 10^5}{0.9 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (34 \text{ cm} - \frac{2.71 \text{ cm}}{2})} = 4.21 \text{ cm}^2$$

$$A_{su1N} > A_{s_{min}} = \text{Cumple}$$

Hay que revisar que el acero resultante sea mayor al acero mínimo permitido, en este caso si se cumple, por lo cual se deja el valor calculado.

Se repite el cálculo para el nodo derecho con las mismas formulas, lo único que va a cambiar va a ser la demanda.

$$M_{u2N} = 5.49 \text{ ton m}$$

$$a_{u2N} = 34 \text{ cm} - \sqrt{(34 \text{ cm})^2 - \frac{2 \cdot 5.49 \text{ kg cm } 10^5}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.9 \cdot 25 \text{ cm}}} = 4.29 \text{ cm}$$

$$A_{su2N} = \frac{5.49 \text{ kg} \cdot \text{cm } 10^5}{0.9 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (34 \text{ cm} - \frac{4.29 \text{ cm}}{2})} = 4.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{su2N} > A_{s_{min}} = \text{Cumple}$$

Acero en el centro de la viga para el acero positivo.

$$M_{uP} = 3.35 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$a_{uP} = 34 \text{ cm} - \sqrt{(34 \text{ cm})^2 - \frac{2 \cdot 3.35 \text{ kg} \cdot \text{cm } 10^5}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 0.9 \cdot 25 \text{ cm}}} = 2.55 \text{ cm}$$

$$A_{suP} = \frac{3.35 \text{ kg} \cdot \text{cm } 10^5}{0.9 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (34 \text{ cm} - \frac{2.55 \text{ cm}}{2})} = 2.71 \text{ cm}^2$$

En este caso el acero calculado es menor que el acero mínimo, por lo que en esa zona se coloca el acero mínimo y no el calculado.

$$A_{suP} = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$A_{suP} > A_{s_{min}} = \text{Cumple}$$

Hasta este punto, se calculó el acero en las zonas donde se tiene la demanda, pero hay zonas en los cuales no se tomó demandas del software ya que era muy poca. En esas zonas se coloca acero según lo que la normativa estipula.

### ***Nodo Izquierdo – Acero Positivo***

La NEC Hormigón Armado en su sección 4.2.5 dice que el momento positivo en los nodos debe ser mayor o igual a la mitad del momento negativo en el mismo nodo. Eso también se lo puede entender como que el acero positivo que vaya en esa sección también debe ser mayor o igual a la mitad del acero negativo colocado en esa zona.

$$A_{su1P} \geq \frac{4.21cm^2}{2} = 2.11cm^2$$

$$A_{su1P} > A_{s_{min}} = \text{No Cumple}$$

Como es menor que el acero mínimo permitido, se coloca el mínimo en lugar de este.

$$A_{su1P} = 2.85cm^2$$

### ***Nodo Derecho – Acero Positivo***

$$A_{su2P} \geq \frac{4.56cm^2}{2} = 2.28cm^2$$

$$A_{su2P} > A_{s_{min}} = \text{No Cumple}$$

$$A_{su2P} = 2.85cm^2$$

### ***Centro – Acero Negativo***



En esta sección, como ya no es el nodo se usa otra especificación que la NEC dicta en la misma sección antes mencionada. Donde especifica que el momento en cualquier sección de la viga debe ser igual o mayor a la cuarta parte del momento máximo en los nodos.

$$A_{sNmax} = 4.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{suN} \geq \frac{4.56 \text{ cm}^2}{4} = 1.14 \text{ cm}^2$$

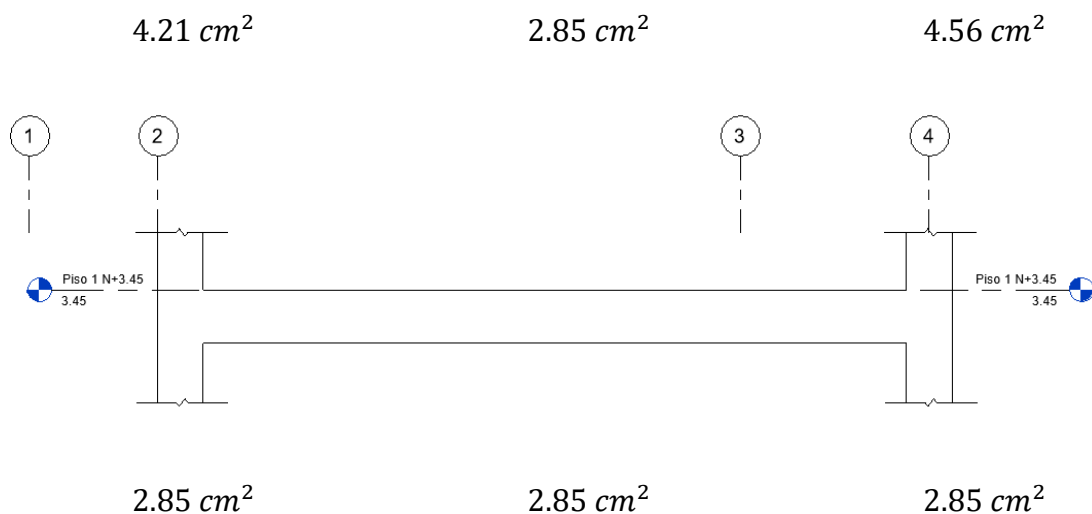
$$A_{suN} = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$A_{suN} > A_{smin} = \text{Cumple}$$

En la Ilustración 54 se ve el resumen del acero longitudinal requerido realizado con cálculos manuales, el cual son los mismos resultados que el software calculó como se puede ver en la Ilustración 53.

#### Ilustración 54

*Acero longitudinal de la viga crítica*



Una vez obtenido la demanda de acero que necesita la viga, se procede a definir el armado de esta. En este paso se proponen diámetros de varillas y una cierta cantidad para así llegar a la demanda ya calculada.

Para determinar el armado se comenzó primero calculando el acero mínimo que va a haber en toda la viga, para después encontrar los refuerzos en las zonas que lo necesiten. El acero mínimo no va a ser necesariamente el que indique la norma, si no de la Ilustración 54 se observa la zona con menor requerimiento de acero y con eso se trabaja.

$$A_{smin} = 2.85cm^2$$

$$\phi_{min} = 14 mm$$

$$cantidad = 2 varillas$$

$$A_{smin} = \frac{\pi}{4} \cdot \phi_{min}^2 \cdot cantidad$$

$$A_{smin} = \frac{\pi}{4} \cdot (1.4 cm)^2 \cdot 2 = 3.08 cm^2$$

Con dos varillas de 14 mm de diámetro se cumple el acero mínimo, que para esta viga es suficiente para casi toda su sección. Lo siguiente fue el cálculo del acero en las zonas donde este acero mínimo no es suficiente, aquí se les añade más acero para que sumado con el acero mínimo colocado, se llegue al acero requerido.

En los extremos hace falta más acero negativo, por lo cual se les añadirán varillas hasta que alcance lo requerido.

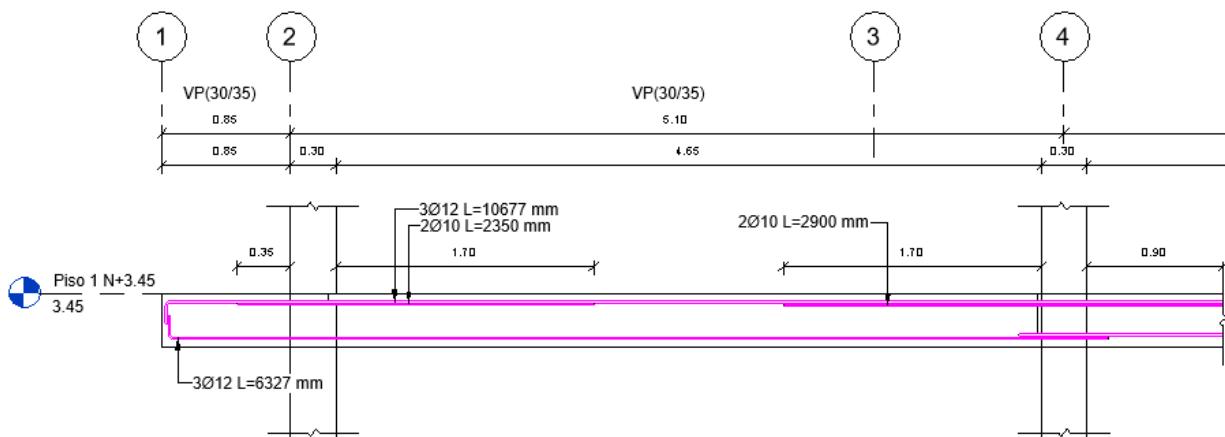
**Tabla 48***Nodo Izquierdo – Acero Negativo*

As requerido	4.21 $cm^2$
As min	3.08 $cm^2$
Refuerzo	
$\emptyset$	14 mm
Cantidad	1
As Extra	1.54 $cm^2$
As Total	4.62 $cm^2$
$A_{total} > A_{req}$	

**Tabla 49***Nodo Derecho – Acero Negativo*

As requerido	4.56 $cm^2$
As min	3.08 $cm^2$
Refuerzo	
$\emptyset$	14 mm
Cantidad	1
As Extra	1.54 $cm^2$
As Total	4.62 $cm^2$
$A_{total} > A_{req}$	

Al final el armado de la viga como se ve en la Ilustración 55.

**Ilustración 55****Esquema de armado de la viga crítica**

Una vez obtenido el armado del acero longitudinal de la viga, hay que revisar las deflexiones que la viga presenta. Para calcular las deformaciones en las vigas hay que definir correctamente las inercias que las vigas poseen. El ACI en su capítulo 6 en su tabla 6.6.3.1.1(a) indica que las inercias hay que multiplicarlas por un factor que reduce su valor dependiendo del elemento. Pero lo que se usa al final es el momento de inercia efectivo  $I$  que se basa en una estimación de la cantidad probable de agrietamiento causado por el momento variable a lo largo del claro.

Los cálculos para definir la inercia efectiva están definidos en la tabla 24.2.3.5 los cuales depende del momento de fisuración y de los momentos que van cambiando a lo largo de la viga. Debido a que no es práctico usar las ecuaciones de la tabla antes mencionada por los cambios constantes de los momentos, lo que se usa es una ecuación para un caso general que está definido en la Ecuación 3.24.

$$I_e = 0.50 \cdot I_{em} + 0.25(I_{e1} + I_{e2}) \quad (3.24)$$

A continuación, se muestra los cálculos para encontrar la inercia real que debe tener una viga, que será el caso más desfavorable para el ejemplo.

### Ilustración 56

#### *Propiedades de la viga analizada*

Property Name	
Section Name	VP30X35
Base Material	Hormigon_fc210
Properties	
Item	Value
Area, m2	0.105
AS2, m2	0.0875
AS3, m2	0.0875
I33, m4	0.001072
I22, m4	0.000787

En este caso, la viga con una base de 30 cm y un peralte de 35 cm tiene una inercia gruesa de 0.001072 m<sup>4</sup>. Lo siguiente es encontrar la inercia fisurada que se calcula usando los coeficientes de la tabla 6.6.3.1(a) que para una viga es de 0.35 el valor de la inercia gruesa.

$$I_g = 0.001072 \text{ m}^4$$

$$I_{cr} = 0.35 \cdot 0.001072 \text{ m}^4 = 0.0003752 \text{ m}^4$$

Lo siguiente es calcular la inercia efectiva usando la Ecuación 3.24 que es la forma resumida, para lo cual se necesita las inercias efectivas, pero de la tabla 24.2.3.5 de la ACI. Para calcular las inercias efectivas se necesitan de ciertos valores estos son: el momento de fisuración  $M_{cr}$ , los momentos presentes en la viga al inicio  $M_1$ , mitad  $M_m$  y final  $M_2$  de su longitud, la inercia gruesa  $I_g$  y la inercia fisurada  $I_{cr}$ .

Para calcular el momento de fisuración se necesita el módulo de rotura del hormigón  $f_r$ , la inercia bruta del hormigón  $I_g$  y la separación de la fibra superior o inferior de la viga o de la columna  $y_t$ . Estos parámetros están escritos a continuación.

$$M_{cr} = \frac{f_r \cdot I_g}{y_t} \quad (3.25)$$

$$f_r = 0.62 \sqrt{f'c} \quad (3.26)$$

$$f_r = 0.62 \sqrt{21 \text{MPa}} = 2.84 \text{MPa} = 289.6 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$y_t = 225 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \frac{2.84 \text{MPa} \cdot 0.001072 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4}{225 \text{ mm} \cdot 10}$$

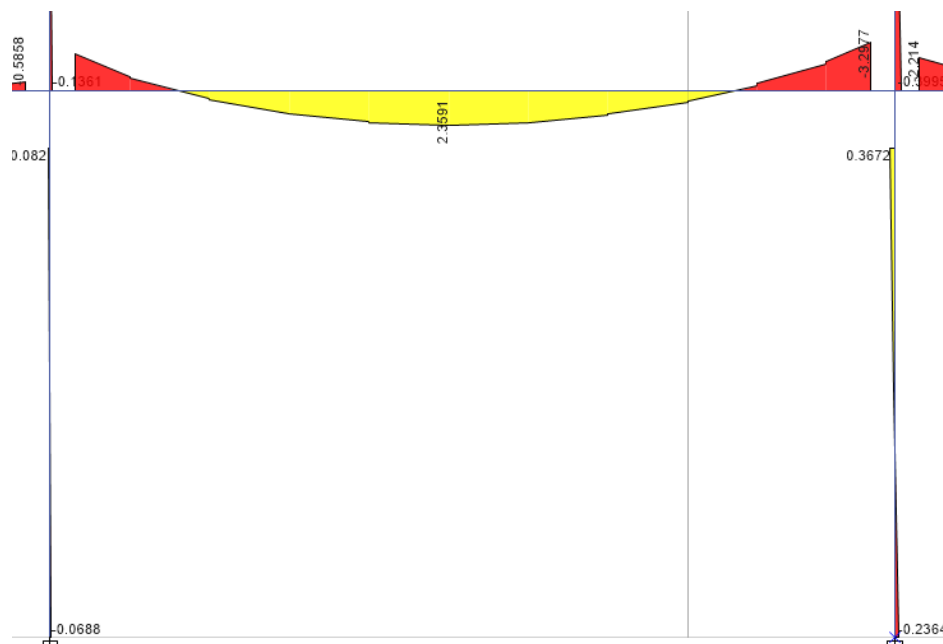
$$M_{cr} = 1.35 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Ahora se puede calcular las inercias efectivas según la tabla 24.2.3.5 donde si el valor de  $I_e$  dependerá de si el momento en la viga es mayor o menor que dos tercios del momento de fisuración.

$$\frac{2}{3} M_{cr} = \frac{2}{3} 1.35 \text{ ton} \cdot \text{m} = 0.90 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

**Ilustración 57**

*Momentos de la viga analizada en ton · m*

**Tabla 50**

*Resumen de momentos de la viga analizada*

M1	2.51	ton · m
M2	3.30	ton · m
Mm	2.32	ton · m

En este caso como todos los momentos son mayores a 0.90 ton-m, se usa la ecuación 3.26 que está en la tabla 24.2.3.5. En este caso como todos los momentos son mayores a 0.90 ton · m, se usa la ecuación 3.27 que está en la Tabla 24.2.3.5 del AISC.

$$I_{ei} = \frac{I_{CR}}{1 - \left( \frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_a} \right)^2 \cdot \left( 1 - \frac{I_{CR}}{I_g} \right)} \quad (3.27)$$

$$I_{e1} = \frac{0.0003752 \text{ m}^4}{1 - \left( \frac{\left( \frac{2}{3} \right) \cdot 1.35 \text{ ton m}}{2.51 \text{ ton m}} \right)^2 \cdot \left( 1 - \frac{0.0003752 \text{ m}^4}{0.001072 \text{ m}^4} \right)} = 0.0004096 \text{ m}^4$$

$$I_{e2} = \frac{0.0003752 \text{ m}^4}{1 - \left( \frac{\left( \frac{2}{3} \right) \cdot 1.35 \text{ ton m}}{3.298 \text{ ton m}} \right)^2 \cdot \left( 1 - \frac{0.0003752 \text{ m}^4}{0.001072 \text{ m}^4} \right)} = 0.0003944 \text{ m}^4$$

$$I_{em} = \frac{0.0003752 \text{ m}^4}{1 - \left( \frac{\left( \frac{2}{3} \right) \cdot 1.35 \text{ ton m}}{2.32 \text{ ton m}} \right)^2 \cdot \left( 1 - \frac{0.0003752 \text{ m}^4}{0.001072 \text{ m}^4} \right)} = 0.0004161 \text{ m}^4$$

Con todos esos valores, se puede calcular la inercia efectiva para toda la viga usando la Ecuación 3.23.

$$I_e = 0.50 \cdot 0.0004161 \text{ m}^4 + 0.25(0.0004096 \text{ m}^4 + 0.0003944 \text{ m}^4) = 0.0004161 \text{ m}^4$$

Como último paso hay que calcular el coeficiente real que represente la inercia fisurada de la viga. Para conseguir el coeficiente real hay que dividir la inercia efectiva con la inercia gruesa y se obtendrá ese coeficiente.

$$\frac{I_e}{I_g} = \frac{0.0004161 \text{ m}^4}{0.001072 \text{ m}^4} = 0.38$$

Este trabaja con este coeficiente y se hace un proceso de iteración donde se vuelve a realizar los cálculos que se hicieron para revisar si este coeficiente cambia o no. Se cambia el



coeficiente de inercia colocado en el predimensionamiento que era de 0.50 y se coloca el calculado y se vuelve a hacer el proceso para revisar si ese valor cambia o no.

Colocando esos el nuevo coeficiente de inercia, los momentos en la viga cambian, los cuales están en la Tablas 51. Con esos momentos, se repiten los cálculos y el nuevo coeficiente calculado es de 0.42.

**Tabla 51**  
*Momentos de la viga modificados*

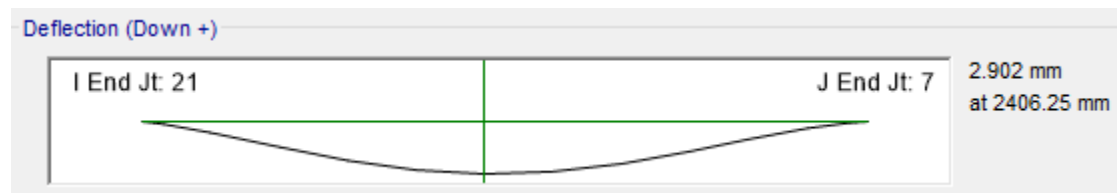
M1	2.10	ton m
M2	1.3	ton m
Mm	2.39	ton m

Se repite el cálculo hasta que ese coeficiente deje de variar, en la siguiente iteración usando los momentos de la Tabla 51 se obtuvo un coeficiente de 0.41, lo cual indica que ese es el coeficiente para usar ya que la variación con el anterior es mínima. Se repite el cálculo hasta que ese coeficiente deje de variar, en la siguiente iteración usando los momentos de la Tabla 51 se obtuvo un coeficiente de 0.41, lo cual indica que ese es el coeficiente por usar ya que la variación con el anterior es mínima.

Con ese coeficiente calculado se calculó las deflexiones de la viga, que luego se comparó con las deflexiones máximas permisibles, donde en la Ilustración 58 se observa que la deflexión bajo la combinación de servicio muerta más vida es de 2.9 mm.

**Ilustración 58**

*Deflexión máxima de la viga analizada*



Según la Ilustración 58 la deflexión máxima para esa combinación de cara es la luz libre dividido para 360. En este caso la deflexión máxima permisible es de 14.17 mm por lo que eso significa que la deflexión dada en la viga está permitida.

Lo siguiente en el diseño es el del refuerzo transversal de la viga y para esto se hace un diseño de cortante por capacidad. Esta metodología indica que la capacidad tiene que ser mayor que la demanda. La capacidad está conformada por la resistencia al cortante que da el hormigón y los estribos. La demanda está conformada por las cargas de gravedad y una demanda generada por el momento probable, el cual depende del acero longitudinal colocado en los nodos de la viga analizada.

**Tabla 52**

*Demandas del acero estructural en los nodos de la viga analizada*

$A_s$	
$A_{sT1N} = 3.39 \text{ cm}^2$	$A_{sT2N} = 3.39 \text{ cm}^2$
$A_{sT1P} = 2.26 \text{ cm}^2$	$A_{sT2P} = 2.26 \text{ cm}^2$
$a$	
$a_{t1} = 3.99 \text{ cm}$	$a_{t2} = 3.99 \text{ cm}$
$a_{b1} = 2.66 \text{ cm}$	$a_{b1} = 2.66 \text{ cm}$
$M_{pr}$	

$M_{prt1} = 5.7 \text{ ton} \cdot m$	$M_{prt2} = 5.7 \text{ ton} \cdot m$
$M_{prb1} = 5.7 \text{ ton} \cdot m$	$M_{prb2} = 5.7 \text{ ton} \cdot m$
$V_{pr}$	
$V_{pr.pos} = 2.23 \text{ ton}$	$V_{pr.neg} = 1.52 \text{ ton}$
$V_{pr} = 2.23 \text{ ton}$	

La demanda por gravedad es obtenida del software de análisis cuyo valor es colocado a continuación.

$$W_u = 0.7 \frac{\text{ton}}{m}$$

$$W_G = \frac{0.7 \frac{\text{ton}}{m} \cdot 5.1m}{2} = 1.79 \text{ ton}$$

También se escribe la demanda por cortante que se genera en la viga, el cual es también obtenido del software.

$$V_e = 4.02 \text{ ton}$$

Una vez obtenido las demandas, se procedió a obtener la resistencia al cortante de la viga. Primero se comienza con el cálculo de la resistencia al cortante del concreto usando la ecuación que da el ACI en su sección 22.5.5.1 y también escrita a continuación.

$$V_c = \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6 \cdot A_g} \right) b \cdot d \quad (3.28)$$

De esa ecuación se necesita el valor de  $\lambda$  que depende del tipo de concreto y  $N_u$  que es la fuerza axial en el elemento. En este caso al ser un hormigón común su valor es 1 y  $N_u$  es 0 ton según el software.

$$V_c = \left( 0.53 \cdot 1 \cdot \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2} + \frac{0}{6 \cdot 1000 cm^2}} \right)$$

$$V_c = \left( 0.53 \cdot 1 \cdot \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2} + \frac{0}{6 \cdot 1000 cm^2}} \right) = 6681.97 kg = 6.69 ton$$

El ACI dice que si  $V_c$  es mayor o igual a la mitad de  $V_e$  entonces se desprecia el aporte de la resistencia del concreto. El ACI dice que si  $V_c$  es mayor o igual a la mitad de  $V_e$  entonces se desprecia el aporte de la resistencia del concreto. Como en este caso eso se cumple  $V_c$  se desprecia en el diseño a cortante.

El siguiente paso fue encontrar el acero necesario para soportar las demandas. Para eso se hace un despeje en la ecuación de capacidad mayor a demanda, como se ve a continuación.

$$\phi V_n \geq V_e$$

$$\phi(V_c + V_s) \geq V_e$$

$$V_s \geq \frac{V_e}{\phi} - V_c$$

$$\frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \geq \frac{V_e}{\phi} - \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$\frac{A_v}{s} \geq \frac{\left(\frac{V_e}{\phi} - V_c\right)}{f_y \cdot d} \quad (3.29)$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{\frac{4.02 ton}{0.75} - 0 ton}{42000 \frac{ton}{m^2} \cdot 0.34 m} = 0.000375 m = 0.0375 \frac{cm^2}{cm}$$

Una vez obtenida el acero para el refuerzo transversal, hay que definir la separación de estos. La NEC Hormigón Armado en su sección 4.2.8 define la configuración para los estribos. Aquí se define la longitud de zona de confinamiento, la separación de los estribos en esa zona y también para la zona de no confinamiento.

**Tabla 53**

*Configuración de los estribos de la viga*

<b>Zona de confinamiento</b>		
<b>2h</b>	80	cm
<b>Separación zona confinada</b>		
<b>s1</b>	8.5	cm
<b>s2</b>	8.4	cm
<b>s3</b>	20	cm
<b>s</b>	8.0	cm
<b>Zona no confinada</b>		
<b>Longitud</b>	3.25	m
<b>Separación</b>	15	cm

Con la separación en cada sección encontrada, ya se pudo calcular el acero que necesita donde después se propuso una configuración de refuerzo colocando los ramales y el diámetro del estribo usado.

$$A_{vc} = S_c \cdot \frac{A_v}{S} \quad (3.30)$$

*Acero transversal en la zona confinada*

$$A_{vc} = 8 \text{ cm} \cdot 0.0375 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} = 0.30 \text{ cm}^2$$

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

$$\text{ramales} = 2$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot \text{ramales}$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 \cdot 2 = 1.57 \text{ cm}^2$$

Con un estribo de 10 mm y dos ramales cumple el acero requerido a cortante.

*Acero transversal en la zona no confinada*

$$A_{vc} = 15 \text{ cm} \cdot 0.0375 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} = 0.56 \text{ cm}^2$$

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

$$\text{ramales} = 2$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot \text{ramales}$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 \cdot 2 = 1.57 \text{ cm}^2$$

Con un estribo de 10 mm y dos ramales cumple el acero requerido a cortante.

El siguiente diseño es por torsión y se revisó si en el elemento analizado se desprecia o no el efecto de la torsión. Para eso hay que calcular el umbral de la torsión  $T_{th}$  donde si la

torsión última  $T_u$  es mayor a este, la torsión no se puede despreciar y hay que diseñar un acero mínimo para este.

En la Ilustración 59 se ve el valor que el software usado da para el umbral de torsión  $T_{th}$ , donde posteriormente se realiza el cálculo manual.

### Ilustración 59

*Capacidad de torsión de la viga*

Torsion Capacity							
Torsion $T_u$ tonf-cm	Threshold $\phi T_{th}$ tonf-cm	Critical $\phi T_{cr}$ tonf-cm	Conc.Area $A_{cp}$ cm <sup>2</sup>	Conc.Area $A_{oh}$ cm <sup>2</sup>	Conc.Area $A_o$ cm <sup>2</sup>	Perimeter $P_{cp}$ cm	Perimeter $P_h$ cm
4.878	22.168	88.672	1000	501.2	426	130	94.44

El umbral de torsión se calcula según la tabla 22.7.4.1(a) de la ACI con la Ecuación 3.31 en donde se necesita calcular ciertos parámetros antes de usar esa ecuación.

#### *Cálculo de propiedades*

$c = 1.75 \text{ in}$ $A_{cp} = b \cdot h$ $A_{oh} = (b - 2c) \cdot (h - 2c)$ $A_o = 0.85 \cdot A_{oh}$ $P_{cp} = 2 \cdot b + 2 \cdot h$	$c = 4.445 \text{ cm}$ $A_{cp} = 25 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^2$ $A_{oh} = (25 \text{ cm} - 2 \cdot 4.44 \text{ cm}) \cdot (40 \text{ cm} - 2 \cdot 4.44 \text{ cm})$ $= 501.18 \text{ cm}^2$ $A_o = 0.85 \cdot 501.18 \text{ cm}^2 = 426 \text{ cm}^2$ $P_{cp} = 2 \cdot 25 \text{ cm} + 2 \cdot 40 \text{ cm} = 130 \text{ cm}$
--	--

$$P_h = 2 \cdot (b - 2c) + 2(h - 2c) \quad \left| \quad \begin{aligned} P_h &= 2 \cdot (25\text{cm} - 2 \cdot 4.44\text{cm}) + 2(40\text{cm} - 2 \cdot 4.44) \\ &= 94.44 \text{ cm} \end{aligned} \right.$$

$$T_{th} = \lambda \cdot \phi \cdot \sqrt{f'c} \cdot \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{4 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c}}} \quad (3.31)$$

$$T_{th} = 1 \cdot 0.75 \cdot \sqrt{2986.9 \text{ psi}} \cdot \left( \frac{(1.55\text{in}^2)^2}{51.18 \text{ in}} \right) \cdot \sqrt{1} = 19241.31 \text{ lb in}$$

$$T_{th} = 19.24132 \text{ klb in} \cdot \frac{0.4536\text{ton} \cdot 2.54\text{cm}}{1\text{klb} \cdot 1\text{in}} = 22.168 \text{ ton cm}$$

Una vez encontrado el umbral de torsión, se busca la demanda que es la torsión última que el software proporciona, el cual es  $T_u = 4.878 \text{ ton cm}$ . Como el  $T_u$  es menor que el  $T_{th}$  el diseño a torsión puede saltarse.

Lo siguiente es revisar si las dimensiones de la sección de la viga cumplen con los límites para secciones transversales que la sección 22.7.7 de la ACI estipula. Donde las demandas por el esfuerzo de torsión y de cortante tienen que ser menor a la resistencia compuesta por la resistencia el esfuerzo del hormigón. La demanda está determinada por la Ecuación 3.32 y la capacidad o resistencia por la Ecuación 3.33.

$$\sqrt{\left( \frac{V_u}{b \cdot d} \right)^2 + \left( \frac{T_u \cdot p_h}{1.7 A^2_{oh}} \right)^2} \quad (3.32)$$

$$\phi \left( \left( \frac{V_c}{b \cdot d} \right) + 8 \sqrt{f'c} \right) \quad (3.33)$$



$$\sqrt{\left(\frac{1.14 \text{ ton}}{25 \text{ cm } 34 \text{ cm}}\right)^2 + \left(\frac{4.88 \text{ ton cm} \cdot 94.44 \text{ cm}}{1.7 \cdot 501.18^2}\right)^2} \cdot 1000 = 1.72 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$0.75 \cdot \left( \left( \frac{1140 \text{ kg}}{25 \text{ cm } 34 \text{ cm}} \right) + 2 \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \right) = 21.74 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

En esta viga la demanda por esfuerzo por torsión y cortante es menor que la resistencia por capacidad, es decir la sección es adecuada.

$$1.72 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 21.74 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para diseñar el acero transversal a torsión se usa la ecuación 22.7.6.1.a de la ACI, pero en la manera como se ve en la Ecuación 3.34, ya que así se obtiene el área de acero por separación.

$$\frac{A_t}{S} = \frac{T_u}{2 \cdot A_o \cdot f_y \cdot \cot(\theta) \cdot \phi} \quad (3.34)$$

$$\frac{A_t}{S} = \frac{4.878 \text{ kg} \cdot \text{cm} \cdot 10^5}{2 \cdot 426 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \cot(45^\circ) \cdot 0.75} = 0.1818 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$\frac{A_{total}}{S} = \frac{A_v}{S} + \frac{A_t}{S} \quad (3.35)$$

$$\frac{A_{total}}{S} = 0.22 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Este acero calculado, se lo suma con el acero necesario por cortante y se vuelve a hacer el cálculo que se hizo en esa sección.

***Acero transversal en la zona confinada***

$$A_{vc} = 8 \text{ cm} \cdot 0.22 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} = 1.75 \text{ cm}^2$$

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

$$\text{ramales} = 2$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot \text{ramales}$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 \cdot 2 = 1.57 \text{ cm}^2$$

Con un estribo de 10 mm y dos ramales cumple el acero requerido a cortante.

***Acero transversal en la zona no confinada***

$$A_{vc} = 15 \text{ cm} \cdot 0.0375 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}} = 0.56 \text{ cm}^2$$

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

$$\text{ramales} = 2$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot \text{ramales}$$

$$A_{vcreal} = \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 \cdot 2 = 1.57 \text{ cm}^2$$

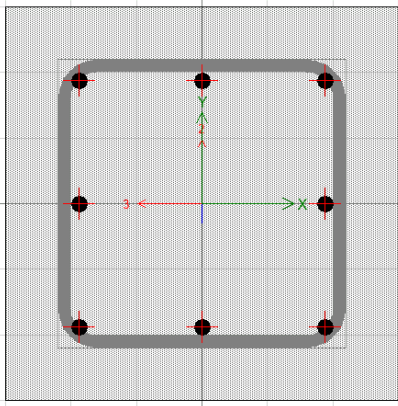
Con un estribo de 10 mm y dos ramales cumple el acero requerido a cortante.

**3.2.6. Diseño de columnas**

Del software de análisis se selecciona la columna más demandada que es la columna desplazada del centro. Usando como demandas las combinaciones descritas en la normativa, el software escogerá la combinación más crítica para diseñar la columna. Se propone una cuantía de 1% para diseñar la columna, el cual está dentro del rango permitido y se obtiene un diseño de 8 varillas de 12 mm para la columna 30x30 cm.

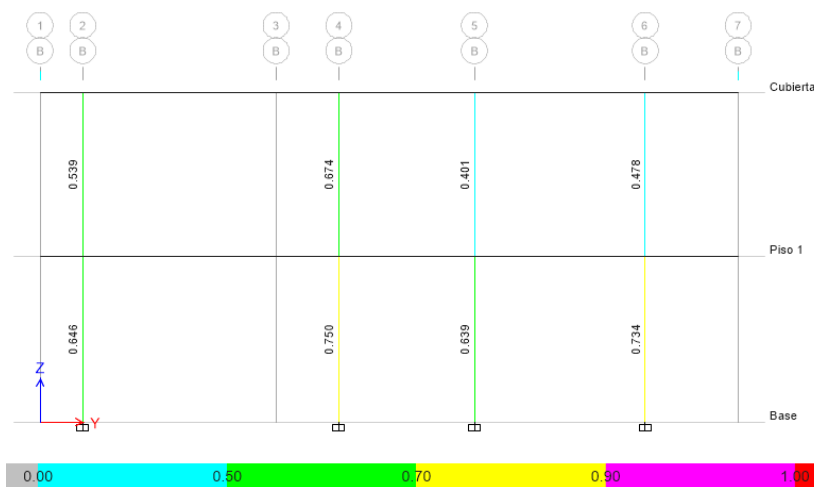
### Ilustración 60

*Diseño preliminar de la columna más demandada ubicada en el eje 4-B*



### Ilustración 61

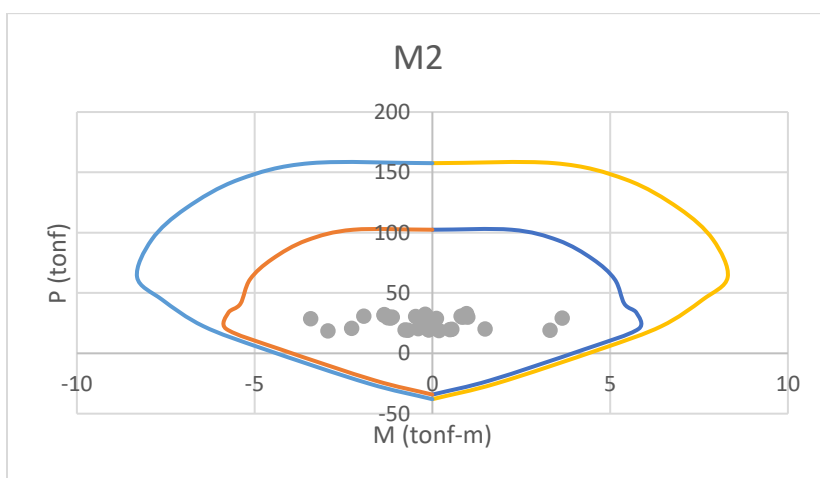
*Verificación de rangos permitidos a través del software de análisis*



La columna analizada que es la B-4, está dentro del rango permitido en el análisis P-M-M que tiene el software. Para comprobar esto, se realizó el diagrama de interacción obtenido con el acero colocado donde después se colocó las demandas obtenidas del software de las diferentes combinaciones de carga definidas.

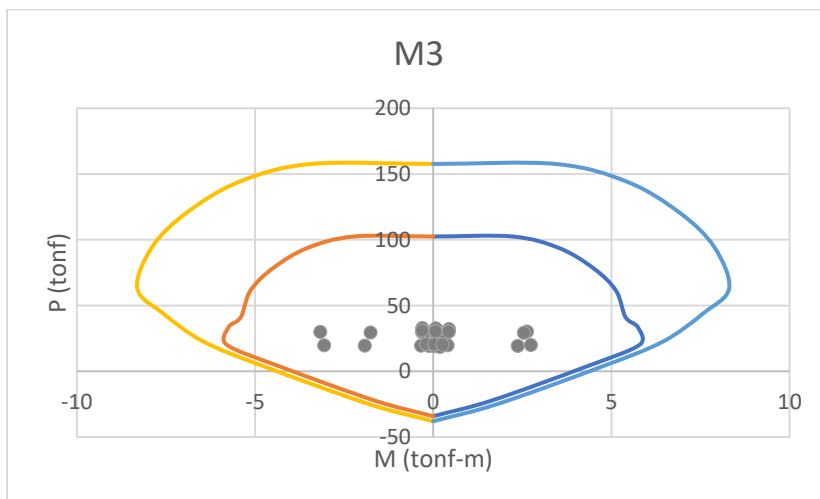
### Ilustración 62

Diagrama de interacción, sentido X  $Mn$  [ton · m] vs  $Pn$  [ton]



### Ilustración 63

Diagrama de interacción, sentido Y  $Mn$  [ton · m] vs  $Pn$  [ton]



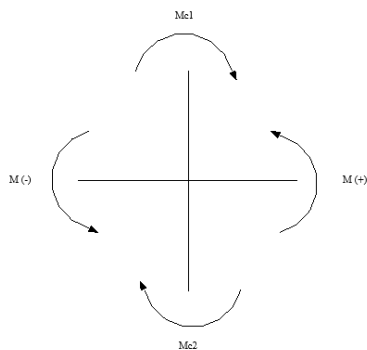
Tanto para el eje X y el eje Y las demandas están dentro del rango permitido, por lo que se concluye que el perfil y el diseño son adecuados. Esta al ser la columna más demandada, se colocó el mismo diseño para el resto de las columnas menos demandadas. No se puede reducir la sección, ni los aceros porque es el mínimo permitido según la normativa, que exige un mínimo de 30x30 cm y una cuantía mínima de 1%.

Después del diseño del acero longitudinal hay un criterio que esta debe cumplir que es el criterio columna fuerte – viga débil. En la sección 18.7.3.2 de la ACI señalan que la resistencia a la flexión debe cumplir que la sumatoria de los momentos resistentes de las columnas en un nodo deben ser mayores a la sumatoria de los momentos nominales de las vigas por 1.2 en ese mismo nodo. Esto debe realizarse en ambos ejes para que así si llega a fallar un elemento estructural, es preferible que sea la viga que la columna.

Este criterio trabaja en sentido opuestos de la viga y de la columna como se ve en la Ilustración 64 donde en la izquierda se trabaja con el acero negativo de la viga y en la derecha el hacer positivo.

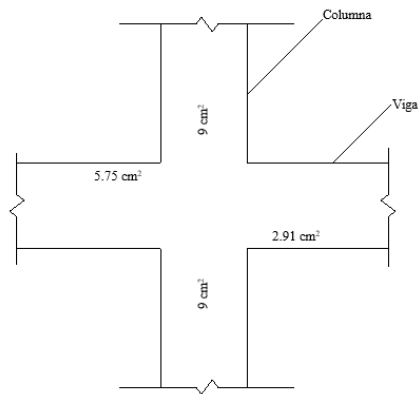
#### **Ilustración 64**

*Sentido de orientación para el análisis de la columna*



### Ilustración 65

*Revisión de criterio en la zona más demandada*



Para dar el ejemplo se revisará este criterio en la zona más demandada que es en la zona de la columna desfasada y verificar lo que dice la normativa, escrito también en la Ecuación 3.36.

$$\sum M_{nc} \geq \sum 1.2 \cdot M_{nb} \quad (3.36)$$

Se comienza el análisis en el sentido en Y donde se tiene en ambos lados vigas de 30 cm de base por 35 cm de peralte, la columna en ambos lados del nodo también tiene la misma sección y además el mismo acero. Los primeros momentos nominales calculados fueron los de las vigas, en este caso se comienza de izquierda a derecha. Para encontrar los momentos nominales se usan las ecuaciones dadas por el análisis del bloque de Whitney y escritos a continuación como Ecuación 3.37 y 3.38.

$$A_s(-) = 5.75 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (3.37)$$

$$a = \frac{5.75 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 30 \text{ cm}} = 4.51 \text{ cm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (3.38)$$

$$M_{n1} = 5.75 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left(31 \text{ cm} - \frac{4.51 \text{ cm}}{2}\right) = 6.94 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Se hace el mismo análisis para la viga de la derecha de la columna.

$$A_s(+) = 2.91 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{2.91 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 30 \text{ cm}} = 2.28 \text{ cm}$$

$$M_{n2} = 2.91 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left(31 \text{ cm} - \frac{2.28 \text{ cm}}{2}\right) = 3.65 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\sum 1.2 \cdot M_{nb}$$

$$\sum 1.2 \cdot (6.94 \text{ ton} \cdot \text{m} + 3.65 \text{ ton} \cdot \text{m}) = 12.71 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

La resistencia que la columna aporta se obtendrá del diagrama de interacción y que según el ACI es la suma de los momentos calculados con la fuerza axial mayorada que conduzcan a la

resistencia a la flexión más baja. Para hacer lo antes mencionado se necesita de dos cosas, las demandas que son los Pu de las combinaciones de diseño y también el diagrama de interacción de la columna que dará la capacidad de la columna que dependerá de sus dimensiones y refuerzo.

Las demandas provenientes de las combinaciones de carga son presentadas en la Tabla 54 y en la Tabla 55 y que son las demandas de la columna arriba del nodo y debajo del nodo analizado, los cuales fueron obtenidos del software de análisis usado.

**Tabla 54**

*Demanda arriba del nodo analizado*

<b>Station</b> <b>m</b>	<b>P</b> <b>ton</b>	<b>M2</b> <b>ton m</b>	<b>M3</b> <b>ton m</b>
0	11.98	1.83	-0.44
0	10.01	1.95	-0.51
0	10.71	1.99	-0.52
0	10.81	1.84	-0.47
0	10.16	1.84	1.19
0	10.06	1.77	-2.11
0	9.86	3.48	-0.43
0	10.36	0.14	-0.50
0	7.75	1.21	1.36
0	7.66	1.14	-1.94
0	7.46	2.85	-0.25
0	7.95	-0.49	-0.32

**Tabla 55**

*Demanda debajo del nodo*

<b>Station</b> <b>m</b>	<b>P</b> <b>ton</b>	<b>M2</b> <b>ton m</b>	<b>M3</b> <b>ton m</b>
2.95	29.94	-1.20	0.39

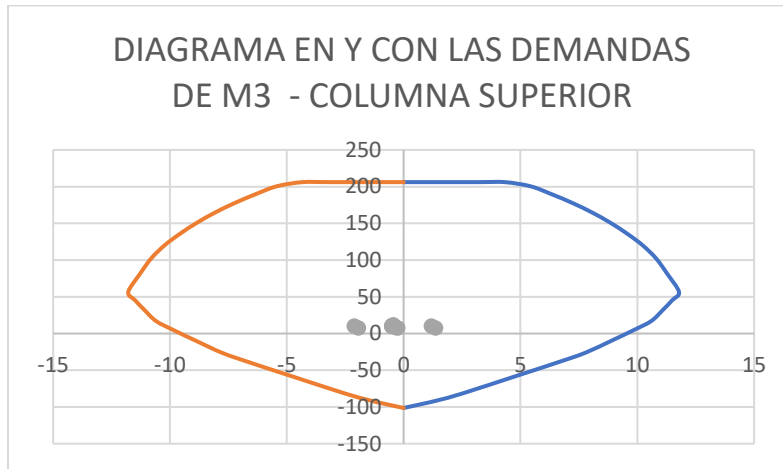


2.95	31.31	-1.44	0.48
2.95	31.97	-1.43	0.48
2.95	29.85	-1.28	0.42
2.95	29.24	-1.32	-1.75
2.95	29.14	-1.24	2.60
2.95	28.40	-3.52	0.38
2.95	29.98	0.96	0.46
2.95	19.30	-0.81	-1.93
2.95	19.19	-0.73	2.42
2.95	18.46	-3.01	0.21
2.95	20.03	1.47	0.29

Lo siguiente es el diagrama de interacción de la columna, que como se vio en el diseño la columna quedó con unas dimensiones de 30 cm por 30 cm y 8 varillas de 12 mm de diámetro. Este diagrama se lo analiza en ambas direcciones, así como el criterio de columna fuerte viga débil, pero como las dimensiones y el acero son simétricos este diagrama será el mismo en ambos sentidos. En la Ilustración 66 se ve el diagrama de interacción en sentido Y de la columna del piso 1, junto con las demandas de la Tabla 54 que son las que actúan en ese eje.

**Ilustración 66**

Diagrama de interacción de la columna superior;  $M_n[\text{ton} \cdot \text{m}]$  vs  $P_n [\text{ton}]$



Lo siguiente es calcular el momento nominal  $M_n$ , donde se usa el menor  $P_u$  y con eso se consigue el  $M_n$ . Para hacer el cálculo de  $M_n$  se puede usar el gráfico y por tanteo ver el  $M_n$  que sale con ese  $P_u$ , otra forma de hacerlo y más precisa es usar las tablas usadas para graficar el diagrama de interacción y hacer una interpolación con esos datos.

$$P_u = 7.46 \text{ ton}$$

Se escoge el  $P_n$  inmediato superior e inferior de las tablas obtenidas del software y sus  $M_n$  respectivos.

$$P_{n1} = 7.46 \text{ ton}$$

$$M_{n1} = 5.65 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$P_{n2} = 5.16 \text{ ton}$$

$$M_{n2} = 4.89 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Con esas cotas calculadas se calcula el momento nominal correspondiente al menor  $P_u$  antes seleccionado por medio de una interpolación, usando la Ecuación 3.39.

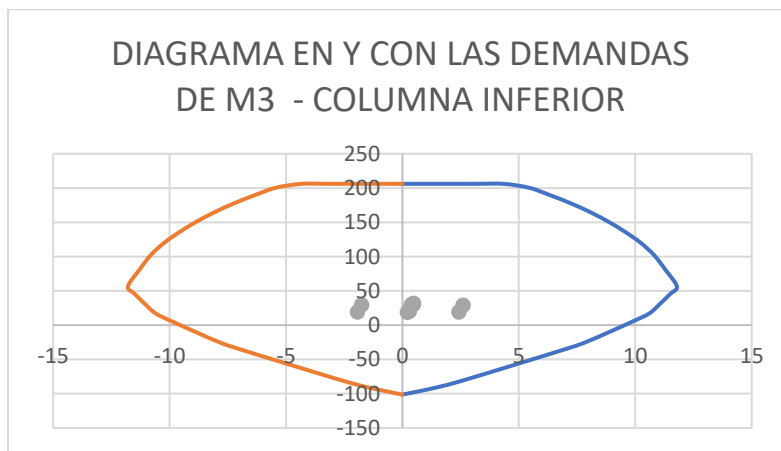
$$y = y_1 + \frac{(y_2 - y_1) \cdot (x - x_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (3.39)$$

$$y = 5.11 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Entonces el momento nominal relacionado a la carga axial mayorada  $P_u$  de la columna superior es 5.11 ton m. Lo siguiente es calcular el momento nominal de la columna del piso inferior, siguiendo el mismo procedimiento. Como la columna es la misma el espectro es el mismo, pero las demandas son distintas, por lo que el  $P_u$  cambiará y el momento nominal relacionado a ese valor también cambiará.

### Ilustración 67

Diagrama de interacción de la columna inferior,  $M_n$  [ton · m] vs  $P_n$  [ton]



$$P_u = 18.46 \text{ ton}$$

$$P_{n1} = 21.04 \text{ ton}$$

$$M_{n1} = 6.32 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$P_{n2} = 13.25 \text{ ton}$$

$$M_{n2} = 5.65 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Con esos datos, se repite el proceso de interpolación y se obtiene como momento nominal 6.10 ton m. Ya con los momentos nominales calculados, se suman y se revisa si son mayores a la suma de los momentos nominales de las vigas.

$$\sum M_{nc}$$

$$\sum 5.11 \text{ ton} \cdot \text{m} + 6.10 \text{ ton} \cdot \text{m} = 11.21 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\sum M_{nc} \geq \sum 1.2M_{nb}$$

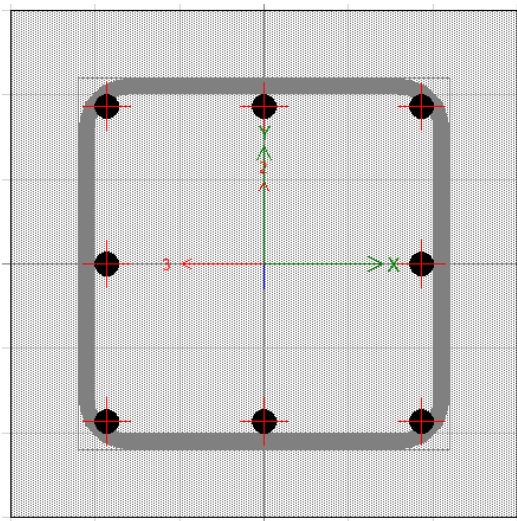
$$11.21 \text{ ton} \cdot \text{m} < 12.71 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Se observa que el criterio de columna fuerte viga débil no se está cumpliendo, por lo cual hay que rediseñar la columna, ya sea en las dimensiones o en el refuerzo.

Para la siguiente iteración se propone la misma cantidad de varillas, pero se aumenta los diámetros a 14 mm, que da una cuantía de 1.51% que está dentro del rango permitido. Con ese nuevo armado se obtiene un momento nominal para la columna superior de 6.36 ton m y 7.20 ton m para la columna inferior dando una suma de 13.56 ton m.

**Ilustración 68**

*Esquema modificado de la configuración del acero longitudinal*



$$13.56 \text{ ton} \cdot \text{m} > 12.71 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Con este nuevo refuerzo, se cumple el criterio de columna fuerte – viga débil, que hizo que la columna este mas reforzada, incluso cuando el acero que tenía ya cumplía con el requerimiento por capacidad.

Debido a este criterio algunas columnas cambiaron de refuerzo estas fueron C3, C6, B2, B4, B6, A3 y A6, las cuales se colocó el mismo diseño de 8 varillas de 14 mm.

Una vez verificado este criterio se realizo el diseño del refuerzo transversal. El refuerzo transversal de una columna va a depender del diseño por confinamiento y por el diseño al cortante. Para hacer esos diseños se comenzará calculando las separaciones de los estribos en su zona confinada y no confinada.

La NEC dice que la zona confinada de una columna es el mayor entre de la dimensión transversal máxima, la luz libre entre 6 y 450 mm. Para la separación entre los refuerzos es el menor entre 100 mm y seis veces el diámetro más pequeño del refuerzo longitudinal.

$$H_n = 2.95 \text{ m}$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$

$$h = 0.30 \text{ m}$$

### ***Longitud de zona confinada***

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

$$\frac{L_N}{6} = \frac{2.95 \text{ m}}{6} = 0.492 \text{ m} = 492 \text{ mm}$$

$$450 \text{ mm}$$

$$L_c = 491.67 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$$

### ***Separación del refuerzo***

$$S_{c1} = 6(14 \text{ mm})^2 = 84 \text{ mm}$$

$$S_{c2} = 100 \text{ mm}$$

$$S_c = 84 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Para la zona no confinada la longitud de esta es la diferencia entre la altura y la zona confinadas calculadas anteriormente. La separación aquí es el menor entre 6 veces el menor diámetro del refuerzo longitudinal y 150 mm.

**Longitud de zona no confinada**

$$L_{NC} = Hn - 2L_c = 2.95 \text{ m} - 2(0.50 \text{ m}) = 1.95 \text{ m} = 1950 \text{ mm}$$

**Separación del refuerzo**

$$S_{c1} = 6(14 \text{ mm}) = 84 \text{ mm}$$

$$S_{c2} = 150 \text{ mm}$$

$$S_c = 84 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

Una vez calculado la separación dictada por la normativa, se procede a diseñar el refuerzo transversal tanto por confinamiento y por cortante.

Para el diseño del refuerzo por confinamiento el ACI en su sección 18.7.5.4 da una tabla donde se indica el acero mínimo para el confinamiento que depende de sus dimensiones y resistencia del hormigón y el acero. Para saber que ecuaciones usar hay que cumplir unas condiciones mostradas a continuación, donde con esos valores se determinó que se van a usar las ecuaciones a y b de la tabla antes mencionada.

$$0.3A_g f'_c = 0.3(0.09 \text{ m}^2) \left( 2100 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) = 56.7 \text{ ton}$$

$$f'_c = 2100 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$A_{sh1} = 0.3 \cdot \frac{s \cdot bc \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad (3.40)$$

$$A_{sh2} = 0.09 \cdot \frac{s \cdot bc \cdot f'c}{fy} \quad (3.41)$$

$$bc = b - 2 \cdot rec - \phi e$$

$$hc = h - 2 \cdot rec - \phi e$$

$$bc = 0.30 \text{ m} - 2 \cdot 0.04 \text{ m} - 0.01 \text{ m} = 0.21 \text{ m}$$

$$hc = 0.30 \text{ m} - 2 \cdot 0.04 \text{ m} - 0.01 \text{ m} = 0.21 \text{ m}$$

$$A_{ch} = bc \cdot hc = 21 \text{ m} \cdot 21 \text{ m} = 0.044 \text{ m}^2$$

$$A_{sh1} = 0.3 \cdot \frac{8 \text{ cm} \cdot 21 \text{ cm} \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \left[ \left( \frac{900 \text{ cm}^2}{441 \text{ cm}^2} \right) - 1 \right] = 2.62 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh2} = 0.09 \cdot \frac{8 \text{ cm} \cdot 21 \text{ cm} \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 2.62 \text{ cm}^2$$

Con el acero necesario se propone un diámetro de estribo para así saber cuántos ramales se necesitan para poder cumplir con esa demanda.

$$\phi e = 10 \text{ mm}$$

$$A_{\phi e} = \frac{\pi}{4} (1 \text{ cm})^2 = 0.79 \text{ cm}^2$$

$$\text{ramales} = \frac{A_{sh}}{A_{\phi e}} = \frac{2.62 \text{ cm}^2}{0.79 \text{ cm}^2} = 3.34$$



Para poder cumplir con el requerimiento se necesita 3.34 ramales de acero de 10 mm que son rodeados a 4 ramales.

Este cálculo hay que realizarlo para ambos sentidos de la columna, para la base y la altura, pero en este caso como la columna es cuadrada el resultado es el mismo. Por lo tanto, en el otro sentido también necesitará 4 ramales de 10 mm de diámetro.

Para el diseño a cortante, se revisa que la resistencia aportada por el hormigón y los estribos sean mayores que la demanda actuante. La demanda que actúa sobre la viga según la ACI en su sección 18.4.3.1 es el cortante correspondiente a las resistencias nominales en cada extremo de la columna y el cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño que incluyan el factor del sismo con un factor amplificador.

Se comenzó encontrando las demandas por los momentos nominales en los extremos de la columna, donde el proceso es igual al hecho para calcular el momento nominal de las columnas para el criterio columna fuerte viga débil. El momento nominal que se encuentra aquí, a diferencia de la sección de columna fuerte viga débil, es que se busca el máximo momento nominal. En la Tabla 56 se colocan los momentos nominales de cada extremo de la columna en sentido X y sentido Y.

**Tabla 56**  
*Momentos nominales en los extremos de la columna*

	M [ton m]	
	X	Y
Top	6.75	6.75

---

Bot 7.94 7.94

---

Con esos momentos, según la figura R18.4.2 de la ACI para encontrar el cortante actuante se suma los momentos y se divide para la altura libre de la columna.

$$V_U = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{Hn} \quad (3.42)$$

$$V_{Ux} = \frac{6.75 \text{ ton} \cdot \text{m} + 7.94 \text{ ton} \cdot \text{m}}{2.95 \text{ m}} = 4.84 \text{ ton}$$

$$V_{Uy} = \frac{6.75 \text{ ton} \cdot \text{m} + 7.94 \text{ ton} \cdot \text{m}}{2.95 \text{ m}} = 4.84 \text{ ton}$$

Lo siguiente es el cortante por las combinaciones que tengan el factor sísmico en ella y además aumentado por un factor. Según el ACI en los comentarios en la sección R18.4.3 se recomienda usar un factor entre 2 y 3, por lo cual se usó un factor de 2.5. Esas combinaciones se crearon en el software de análisis y brindo los siguientes resultados de la Tabla 57.

**Tabla 57**  
*Esfuerzos de la columna más demandada*

Story	Column	Output Case	Station m	P ton	V2 ton	V3 ton	T ton m	M2 ton m	M3 ton m
Piso 1	C7	1.2D+L+2.5Sx	0	-30.213	4.0425	0.7246	-0.107	0.8766	6.8526
Piso 1	C7	1.2D+L+2.5Sy	0	-27.265	-0.168	4.8367	0.0588	7.6684	-0.17
Piso 1	C7	1.2D+L-2.5Sx	0	-29.762	-4.507	0.6239	0.1077	0.7566	-7.389
Piso 1	C7	1.2D+L-2.5Sy	0	-32.71	-0.296	-3.488	-0.058	-6.035	-0.366

Donde se tiene que escoger el mayor cortante en su eje respectivo que en el eje 2 el cortante mayor es de 4.04 ton y en el eje 3 es 4.84 ton. En la Tabla 58 están tabulados las demandas y de esas se escoge el mayor para diseñar.

**Tabla 58***Esfuerzo cortante de la columna analizada*

Cortante en X		Cortante en Y	
Por momento	4.98 ton	Por momento	4.98 ton
Por sismo	4.84 ton	Por sismo	4.04 ton
$V_{u_x}$	4.98 ton	$V_{u_y}$	4.98 ton

Con esa demanda se tendría que diseñar, pero como en el paso previo ya se hizo un diseño para el confinamiento lo que se hizo es revisar ese diseño. Se verificó si resiste la demanda ahora calculada, si no es suficiente se tendría que haber procedido a diseñar por cortante.

$$\phi(V_c + V_s) \geq V_u$$

Para poder usar esa ecuación hace falta la resistencia del concreto que ya fue usada en el diseño a cortante de la viga.

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \left[ 1 + \frac{Nu}{140Ag} \right] bw \cdot d$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210MPa} \left[ 1 + \frac{12.02 \text{ ton}}{140 \cdot 90000 \text{ mm}^2} \right] 300 \text{ mm} \cdot 240 \text{ mm} = 7.68 \text{ ton}$$

Lo siguiente es el aporte de resistencia de los estribos colocados, que son 4 ramales de estribos de 10 mm de diámetro y su resistencia se calcula a continuación.

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \tag{3.43}$$

$$V_s = \frac{(4 \cdot 0.79 \text{ cm}^2) \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 24 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} = 39 \text{ ton}$$

$$\phi(V_c + V_s) = 0.75(7.68 \text{ ton} + 39 \text{ ton}) = 35.45 \text{ ton}$$

Con esa configuración se obtiene una capacidad de 35.45 ton que es mayor a la demanda de 4.98 ton en ambos sentidos. Observando el resultado se concluyó que no es necesario hacer diseño por corte y simplemente quedarse con el diseño por confinamiento.

**Tabla 59***Diseño de viga del eje x, piso 1*

VIGA	Sección cm	Armado Longitudinal [mm]				
		Mínimo En toda su sección	Refuerzo por tramos			
			Inicio	Centro	Final	
A-B 7	20/20	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 7	20/20	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 6	25/30	Superior	2Ø12	+ 1Ø12	+ 0	+ 2Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 6	25/30	Superior	2Ø12	+ 2Ø12	+ 0	+ 1Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 5	25/30	Superior	2Ø12	+ 1Ø12	+ 0	+ 2Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 5	25/30	Superior	2Ø12	+ 2Ø12	+ 0	+ 1Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 4	25/30	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 2Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 4-3	25/30	Superior	2Ø12	+ 1Ø10	+ 0	+ 1Ø10
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 4-3	25/30	Superior	2Ø12	+ 2Ø12	+ 0	+ 1Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 2	25/30	Superior	2Ø12	+ 1Ø10	+ 0	+ 1Ø12
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 2	25/30	Superior	2Ø12	+ 1Ø12	+ 0	+ 1Ø10
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0

A-B 1	20/20	Superior	2Ø10	+ 1Ø10	+ 0	+ 1Ø12
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 1	20/20	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0

**Tabla 60***Diseño de viga del eje y, piso 1*

VIGA	Sección cm	Armado Longitudinal [mm]				
		Mínimo	Refuerzo por tramos			
			En toda su sección	Inicio	Centro	Final
A 7-6	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 6-5	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 1Ø12
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 5-3	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 3-2	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 2-1	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 7-6	30/35	Superior	3Ø12	+ 1Ø12	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 6-5	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 2Ø12
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 5-4	30/35	Superior	3Ø12	+ 1Ø10	+ 0	+ 1Ø10
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 4-2	30/35	Superior	3Ø12	+ 2Ø10	+ 0	+ 3Ø10
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 2-1	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 7-6	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 6-5	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 1Ø10
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0

C 5-3	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 3-2	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 1Ø10
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 2-1	30/35	Superior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	3Ø12	+ 0	+ 0	+ 0

**Tabla 61***Diseño de viga del eje x, cubierta*

VIGA	Sección cm	Armado Longitudinal [mm]				
		Mínimo	Refuerzo por tramos			
			En toda su sección	Inicio	Centro	Final
A-B 7	20/20	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 7	20/20	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 6	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 6	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 5	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 5	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 4-3	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 4-3	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 2	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 2	25/25	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A-B 1	25/25	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0

		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
B-C 1	25/25	Superior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø10	+ 0	+ 0	+ 0

**Tabla 62***Diseño de viga del eje y, cubierta*

VIGA	Sección cm	Armado Longitudinal [mm]				
		Mínimo	Refuerzo por tramos			
			En toda su sección	Inicio	Centro	Final
A 7-6	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 6-5	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 5-3	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 3-2	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
A 2-1	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 7-6	30/35	Superior	2Ø12	+ 1Ø10	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 6-5	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 5-4	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 4-2	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 1Ø10
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
B 2-1	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 7-6	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 6-5	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0

C 5-3	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 3-2	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
C 2-1	30/35	Superior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0
		Inferior	2Ø12	+ 0	+ 0	+ 0

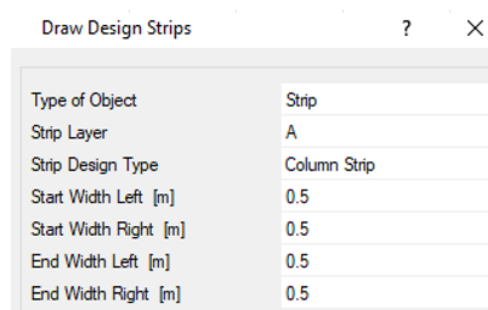
### 3.2.7. Diseño de losa nervada en dos direcciones

Con el predimensionamiento de la losa hecha en la sección anterior, se procede a diseñar el acero que la losa necesita, los cuales son el acero a flexión y el acero a temperatura. Para conseguir la demanda de acero se usa un software especializado en elementos tipo shells, por lo cual se recomienda exportar el archivo trabajado en la sección anterior a este nuevo software.

En el nuevo software se trabaja con la opción “Design Strips” que genera área de análisis donde se determina el diseño que se necesita en esa franja dibujada. Para diseñar la losa se recomienda dibujar una franja de 1m de análisis, definiendo un ancho de 0.5 m en la herramienta antes definida como se ve en la Ilustración 69.

#### Ilustración 69

*Franja de diseño para el análisis de losa*

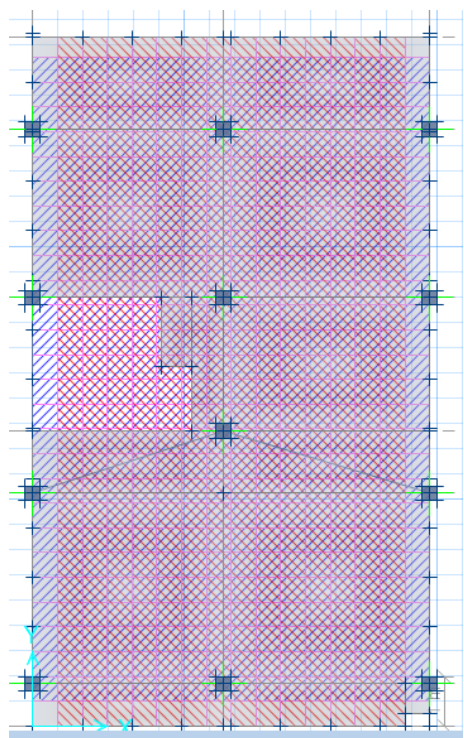




En la Ilustración 70 se ve como queda la losa usando las herramientas antes mencionadas en los dos sentidos. Cuando se pida la demanda se selecciona el sentido ya sea en sentido X o Y y el software mostrará la demanda en la franja seleccionada.

### **Ilustración 70**

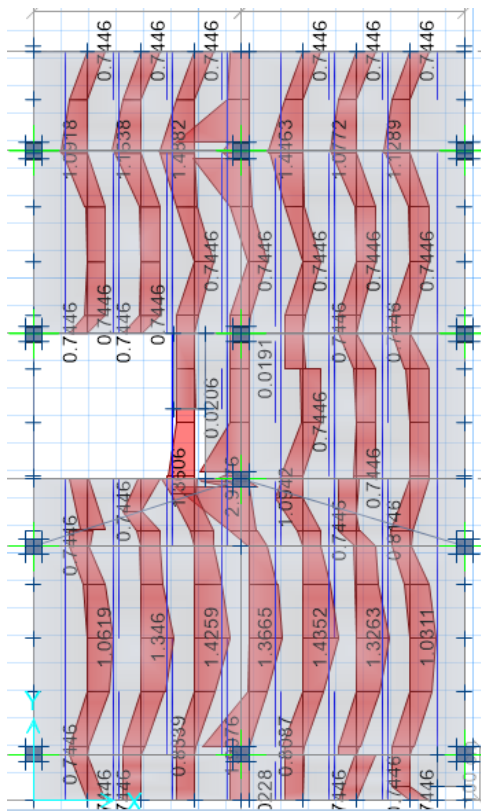
*Esquema de losa nervada en dos direcciones*



En la Ilustración 71 se observa la demanda del acero en sentido en Y en 1m de análisis, recordando del prediseño que en 1m de losa hay dos nervios, por lo cual la demanda que el software muestra es para dos nervios.

### Ilustración 71

*Demanda de acero en  $\text{cm}^2$  en sentido Y de la losa nervada*



El método de diseño usado aquí es seleccionar la demanda más alta que haya en el lado negativo y positivo y repetirlo en los demás nervios, eso si no hay diferencias muy grandes en las demandas. A continuación, se muestra el cálculo hecho para el diseño del acero superior e inferior del nervio.

Primero se coloca la demanda de acero positivo en 1m de análisis, donde como se mencionó anteriormente, en 1m de análisis hay dos nervios, por lo cual se divide esa demanda para el numero de nervios.

$$As(+)\text{ en una franja de }1\text{m} = 1.43\text{ cm}^2$$

$$As(+)\text{ por nervio} = \frac{1.43\text{ cm}^2}{2} = 0.72\text{ cm}^2$$

Después se propone el diámetro y número de la varilla a usar para soportar esas demandas.

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

$$A_{\phi} = \frac{\pi \cdot (1\text{ cm})^2}{4} = 0.79\text{ cm}^2$$

$$\text{bastones} = 1$$

$$A_{Total} = \text{bastones} \cdot A_{\phi} = 1 \cdot 0.79\text{ cm}^2$$

Colocando 1 varilla de 10 mm de diámetro se alcanza la demanda de 0.716 cm<sup>2</sup> que es más que suficiente para aguantar la demanda. Este acero se colocará en toda la extensión de todos los nervios como acero positivo.

Para el diseño del acero negativo los cálculos son los mismos, pero a diferencia del acero positivo, estos solo van en ciertas zonas como lo son los nudos que es donde se genera estos momentos negativos.

### Tabla 63

*Diseño del acero negativo, losa nervada en dos direcciones*

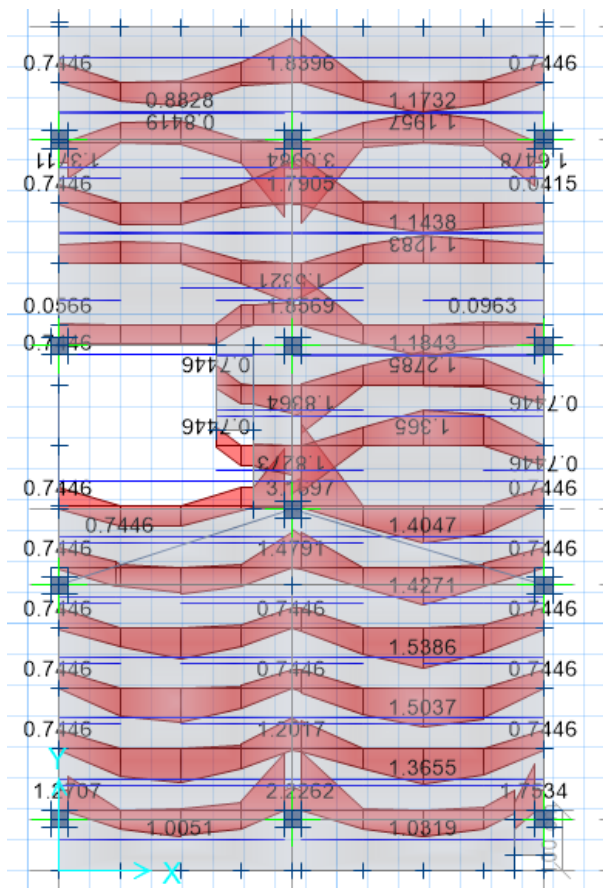
	EJE 2	EJE 3-4	EJE 5	EJE 6
As (-) en una franja de 1 m [cm <sup>2</sup> ]	0.83	1.09	0.75	1.45
As (-) por nervio [cm <sup>2</sup> ]	0.42	0.55	0.37	0.72
$\phi$ [mm]	8	10	8	10

$A\phi$ [cm <sup>2</sup> ]	0.50	0.79	0.50	0.79
bastones [u]	1	1	1	1
$A_{total}$ [cm <sup>2</sup> ]	0.50	0.79	0.50	0.79

El mismo diseño se hace en el sentido en X con las mayores demandas de la Ilustración 72, donde en la Tabla 64 y Tabla 65 se ve el diseño de los bastones a usar.

### Ilustración 72

*Demanda de acero en cm<sup>2</sup> en sentido x de la losa nervada*



**Tabla 64***Diseño del acero positivo, losa nervada en dos direcciones*

As (+) en una franja de 1m [cm <sup>2</sup> ]	1.54
As (+) por nervio [cm <sup>2</sup> ]	0.77
$\phi$ [mm]	10
A $\phi$ [cm <sup>2</sup> ]	0.79
bastones [u]	1
A <sub>total</sub> [cm <sup>2</sup> ]	0.79

**Tabla 65***Diseño del acero negativo sentido en x, losa nervada en dos direcciones*

	EJE A	EJE B	EJE C
As (-) en una franja de 1 m [cm <sup>2</sup> ]	0.75	1.84	0.75
As (-) por nervio [cm <sup>2</sup> ]	0.37	0.92	0.37
$\phi$ [mm]	8	12	8
A $\phi$ [cm <sup>2</sup> ]	0.50	1.13	0.50
bastones [u]	1	1	1
A <sub>total</sub> [cm <sup>2</sup> ]	0.50	1.13	0.50

**3.2.8. Diseño de cimentaciones**

Después del diseño de la superestructura, conformada por las columnas, vigas y losas, se procedió con el diseño de las cimentaciones a usar. Se usó tipo de cimentaciones usada fue plintos aislados de hormigón.

Para comenzar con esta parte, se necesitó la información del suelo donde la vivienda se va a construir. En este proyecto, no se tiene un estudio de suelo específico para la vivienda, pero se usó un estudio de una zona cercana. En este estudio, se llegó a una capacidad de 10.5 ton/m<sup>2</sup> que es el esfuerzo admisible del suelo.

El predimensionamiento del plinto consiste en calcular las dimensiones del área transversal, así como el peralte de este, que servirá para los esfuerzos cortantes y el punzonamiento.

Antes de realizar este predimensionamiento es necesario las demandas del plinto a analizar. Para esto se escogió un plinto central y del software de análisis se consiguió las demandas que son las reacciones de los nodos. Se necesita la demanda axial y momento en cada eje con los casos de cargas muerta, viva y sismos, tanto en combinaciones de servicio y diseño. Para el análisis de los plintos no se trabaja con los casos sísmicos como tal, si no la envolvente de estas, como se ve en la Ilustración 73.

### **Ilustración 73**

#### *Definición de envolventes*

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name:

Combination Type:

Notes:

Auto Combination:

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
Sismo X	1
Sismo Y	1

### Ilustración 74

#### *Envoltentes sísmicas de la estructura*

Joint Reactions

Story	Label	Unique Name	Output Case	Step Type	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m
Base	7	77	Dead		22.0225	0.5921	0.1786
Base	7	77	Live		3.5268	0.1767	0.0578
Base	7	77	Envolvente S...	Max	0.0533	2.812	-0.0413
Base	7	77	Envolvente S...	Min	-0.7866	0.026	-2.8749

Con la Ilustración 74 se usaron las demandas para conseguir las combinaciones de carga de servicio y de diseño que se usaran para los cálculos posteriores, tabulados en la Tabla 66.

**Tabla 66**

#### *Combinaciones de cargas de servicio*

Casos/Combinaciones de cargas	P ton	Mx ton · m	My ton · m
D	22.07	0.59	0.18
L	3.53	0.18	0.06
Envolvente Sx, Sy	0.79	2.81	2.87
D + L	25.60	0.77	0.23
D + L + S	26.39	3.58	3.11
1.2D+1.6L	32.13	0.99	0.30
1.2D+L+S	30.80	3.70	3.14

El primer paso es conseguir el área transversal del plinto el cual se obtiene usando la ecuación de esfuerzo. Donde la fuerza aplicada será la obtenida con la combinación de servicio D+L y además multiplicado por un factor de 1.4 que toma en cuenta factores sísmicos y el

esfuerzo será el esfuerzo admisible del suelo ya calculado previamente, quedando así la Ecuación 3.44.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{P}{\sigma}$$

$$P = \alpha * Pu$$

$$A = \frac{1.4 \cdot Pu}{\sigma} \quad (3.44)$$

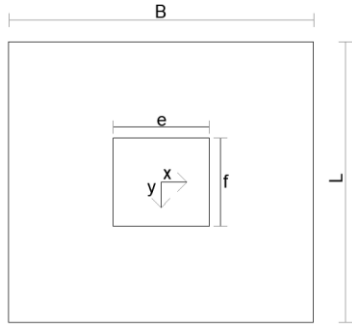
**Tabla 67**  
*Área transversal del plinto*

<b>Dimensiones del plinto</b>		
<b>Área Necesaria</b>	3.41	m <sup>2</sup>
<b>Lado Necesario</b>	1.85	m
<b>B</b>	1.9	m
<b>L</b>	1.9	m
<b>Área Real</b>	3.61	m <sup>2</sup>

Con la dimensión de 1.9 m por lado debería ser área suficiente para transportar al suelo un esfuerzo menor al que puede soportar, pero hay que realizar si efectivamente sucede eso. Para eso se usó las demandas axiales y momentos y el área calculada.

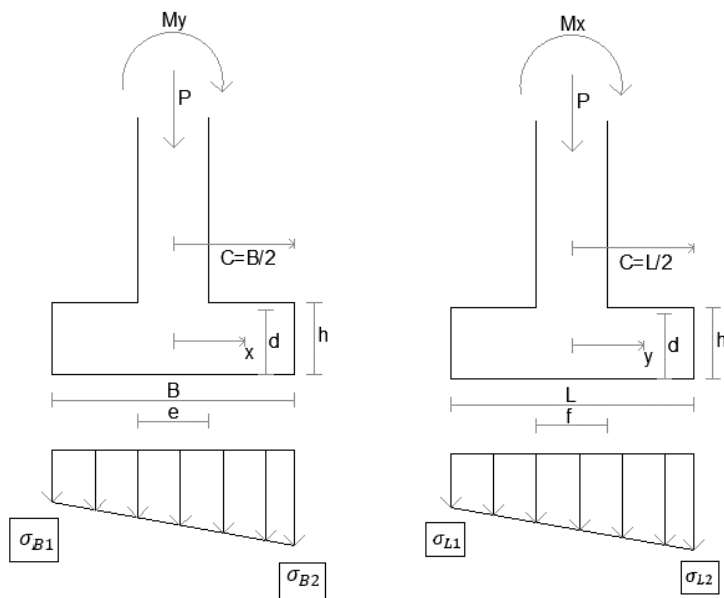


**Ilustración 75**  
*Esquema del plinto*



$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M_C}{I} \quad (3.45)$$

**Ilustración 76**  
*Esquema de esfuerzos generados en los plintos*



$$\sigma_B = \frac{P}{B \cdot L} \pm \frac{M_y \cdot \frac{B}{2}}{\frac{L \cdot B^3}{12}} = \frac{P}{B \cdot L} \pm \frac{6 \cdot M_y}{L \cdot B^2} \quad (3.46)$$

$$\sigma_L = \frac{P}{B \cdot L} \pm \frac{M_x \cdot \frac{L}{2}}{\frac{B \cdot L^3}{12}} = \frac{P}{B \cdot L} \pm \frac{6 \cdot M_x}{B \cdot L^2} \quad (3.47)$$

En la Tabla 68 se ven los esfuerzos generados por las demandas los cuales son menores que el esfuerzo admisible del suelo. Usando la combinación D+L la demanda tiene que ser menor que el esfuerzo del suelo y usando la combinación D+L+S la demanda tiene que ser menor que el esfuerzo del suelo por 4/3 ya que esta combinación tiene el sismo incluido.

**Tabla 68**

*Esfuerzos generados por las demandas y la resistencia del suelo*

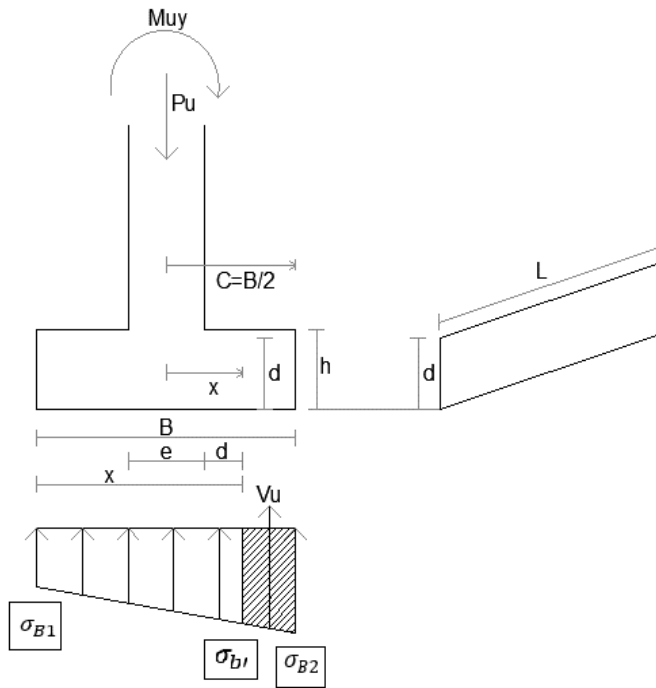
Esfuerzos	Demanda	
	D+L	D+L+S
	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>
B1	6.89	4.59
B2	7.3	10.03
L1	6.42	4.18
L2	7.76	10.44
	Demanda	
	$\sigma_{adm}$	$\frac{4}{3}\sigma_{adm}$
	10.5	14

La siguiente dimensión por conseguir es el peralte el cual va a ayudar a resistir dos casos, el esfuerzo cortante que genera el suelo al plinto y el criterio de punzonamiento. Donde la

resistencia del concreto al cortante debe ser mayor que el esfuerzo generado por el suelo al plinto.

### Ilustración 77

*Esfuerzos de las demandas, vista peralte*



$$Vux = \frac{\sigma_{b2} + \sigma_{b1}}{2} \cdot \left( \frac{B - e}{2} - d \right) * L \quad (3.48)$$

$$\sigma_{b1} = \sigma_{b1} + m \cdot x$$

$$x = \frac{B + e - d}{2}$$

$$m = \frac{\sigma_{b2} - \sigma_{b1}}{B}$$

$$\sigma_{b'} = \sigma_{b1} + \frac{(B + e - d) \cdot (\sigma_{b2} - \sigma_{b1})}{2 \cdot B} \quad (3.49)$$

Esta ecuación definida para el eje en X debe evaluarse con las combinaciones de diseño 1.2D+1.6L y 1.2D+L+S obteniendo así el cortante ultimo.

**Tabla 69**

*Resumen de cálculo del cortante último, eje X*

	<b>Demanda</b>	
	1.2D + 1.6L ton/m <sup>2</sup>	1.2D + L + S ton/m <sup>2</sup>
<b>B1</b>	8.63	5.78
<b>B2</b>	9.17	11.28
<b>B'</b>	8.92	8.75
	<b>Resistencia</b>	
<b>VuX</b>	11.17	12.37

Con las demandas calculadas se calcula la resistencia del hormigón al cortante, donde si no llegara a ser suficiente habría que aumentar el peralte del plinto. Para el cálculo se propone un peralte inicial y con eso se verifica si alcanza o no.

$$V_c = 0.17 \sqrt{f'_c} A_c \quad (3.50)$$

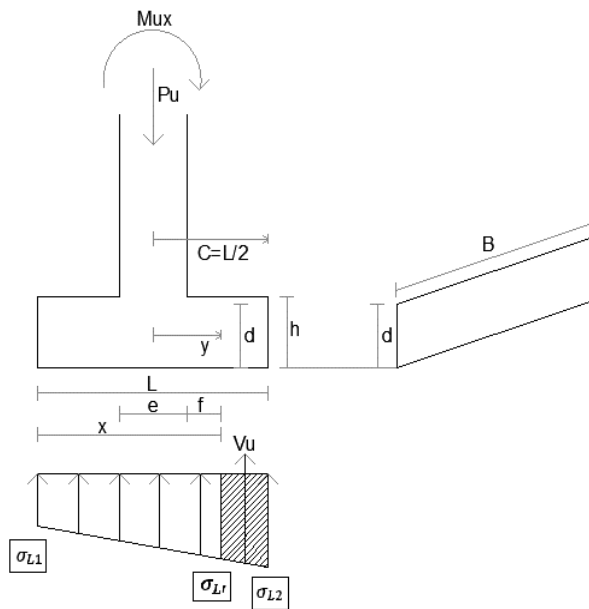
$$V_c = 0.17 \cdot \sqrt{21 \text{MPa}} \cdot 150 \text{ mm} \cdot 1900 \text{ mm} \cdot 0.1 = 22.64 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 0.75 \cdot 22.64 = 16.98 \text{ ton}$$

Como la resistencia del concreto es mayor a los esfuerzos del suelo, el plinto cumple el criterio de cortante unidireccional en el sentido en X, en el otro sentido se hace el mismo calculo.

**Ilustración 78**

*Esfuerzos de las demandas, vista base*



$$Vu y = \frac{\sigma_{L2} + \sigma_{L1}}{2} \cdot \left( \frac{L - f}{2} - d \right) * B \quad (3.51)$$

$$\sigma_{L1} = \sigma_{L1} + m \cdot x$$

$$x = \frac{L + f - d}{2}$$

$$m = \frac{\sigma_{L2} - \sigma_{L1}}{L}$$

$$\sigma_{L1} = \sigma_{L1} + \frac{(L + f - d) \cdot (\sigma_{L2} - \sigma_{L1})}{2 \cdot L} \quad (3.52)$$

**Ilustración 79**

*Resumen de cálculo del cortante último, eje Y de la resistencia al cortante*

Demanda	
1.2D + 1.6L	1.2D + L + S

	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>
<b>L1</b>	8.03	5.30
<b>L2</b>	9.77	11.77
<b>L'</b>	8.97	8.79
<b>Vu<sub>y</sub></b>	11.57	12.69
<b>Resistencia</b>		
	ton/m <sup>2</sup>	
<b>ϕVc<sub>y</sub></b>	16.65	Cumple

Lo siguiente es verificar si ese peralte además de cumplir el cortante unidireccional también cumple el criterio de punzonamiento. Esto sucede cuando el plinto no tiene el suficiente peralte para resistir la carga puntual de la columna y hace que se genere ese efecto.

$$\sum Fy = 0 (\uparrow)$$

$$-Pu + R + Vu = 0$$

$$Vu = Pu - R$$

$$Vux = Pu - \frac{\sigma_{B1} + \sigma_{B2}}{2} \cdot (e + d) \cdot (f + d) \quad (3.52)$$

$$Vuy = Pu - \frac{\sigma_{L1} + \sigma_{L2}}{2} \cdot (e + d) \cdot (f + d) \quad (3.53)$$

**Tabla 70**  
*Cortante unidireccional, punzonamiento*

	<b>Demanda</b>	
	1.2D + 1.6L	1.2D + L + S
	ton/m	ton/m
Vu B	30.33	29.07
Vu L	30.33	29.07

Así mismo como en el punto anterior, esta demanda la resiste el concreto por lo cual se usa la Ecuación 3.57 para encontrar la resistencia en conjunto con la Ecuación 3.56 que da el área que aporta resistencia.

$$Ab = ((e + d) \cdot 2 + (f + d) \cdot 2) \cdot d \quad (3.54)$$

$$\phi Vc = \phi 0.33 \cdot \sqrt{f'c} \cdot Ab \quad (3.55)$$

$$Ab = ((e + d) \cdot 2 + (f + d) \cdot 2) d \quad (3.56)$$

$$\phi Vc = \phi 0.33 \cdot \sqrt{f'c} \cdot Ab \quad (3.57)$$

$$Ab = ((0.3 \text{ m} + 0.15 \text{ m}) \cdot 2 + (0.3 \text{ m} + 0.15 \text{ m}) \cdot 2) 1.50 \text{ m} = 0.27 \text{ m}^2 = 270000 \text{ mm}^2$$

$$\phi Vc = 0.75 \cdot 0.33 \cdot \sqrt{21 \text{ MPa}} \cdot 270000 \text{ mm}^2 \cdot 0.1 = 31.23 \text{ ton}$$

Con esto se obtiene las dimensiones del plinto a utilizar, el paso siguiente es el diseño de la parrilla para soportar los momentos generados en los plintos. Aquí se consigue las demandas para después calcular el acero que necesita usando la Ecuación 3.62 que es una ecuación resumida.

$$\sigma_{B'} = \sigma_{B1} + \frac{(\sigma_{B2} - \sigma_{B1})}{B} \cdot \left( \frac{B - e}{2} + e \right) \quad (3.58)$$

$$Rx = \frac{\sigma_{B'} + \sigma_{B2}}{2} \cdot \frac{B - e}{2} \cdot L \quad (3.59)$$

$$X' = \frac{(\sigma_{B'} + 2 \cdot \sigma_{B2})}{(\sigma_{B'} + \sigma_{B2}) \cdot 3} \cdot \frac{B - e}{2} \cdot L \quad (3.60)$$

$$Mup = Rx \cdot X' \quad (3.61)$$

$$As = \frac{30 \cdot Mu}{d} \quad (3.62)$$

**Tabla 71**

Resumen del diseño a flexión, eje X

	<b>1.2D + 1.6L</b>	<b>1.2D + L + S</b>
	<b>ton/m</b>	<b>ton/m</b>
Eje X		
$\sigma'b$ [ton/m]	8.94	8.97
Rx [ton]	13.76	15.39
x' [m]	0.40	0.42
Mup [ton m]	5.53	6.39
As [cm <sup>2</sup> ]	9.87	11.41
Asmax [cm <sup>2</sup> ]		11.41
$\Phi$ [mm]	14	mm
Varillas aprox.		7.41
Varillas finales		8

Después del diseño del acero se verifica si cumple o no la longitud de desarrollo  $L_d$  que necesita, si llega a no ser suficiente la longitud que tiene se recurre al uso de un gancho. En la



Tabla 72 está el criterio para saber si se usa o no un gancho sísmico. Para usar gancho según el ACI es 12 veces el diámetro de la varilla db y también verificar que la longitud del gancho sea menor que el peralte del plinto.

$$\frac{L - f}{2} \leq Ld \quad \text{Requiere gancho}$$

$$\frac{L - f}{2} \geq Ld \quad \text{No requiere gancho}$$

**Tabla 72**

*Verificación de la longitud de desarrollo, eje X*

<b>Cálculo de longitud de desarrollo</b>		
Ld	916.52	[mm]
$\frac{L - f}{2}$	800	[mm]
Como $Ld < \frac{L-f}{2}$ se necesita gancho		
12db	168	mm
Gancho < H	Sí	
Como el gancho es menor que el peralte del plinto no se modifica el peralte		

Como se coloca el gancho en la parrilla hay que revisar si el peralte usado es suficiente o no y si no es suficiente se aumenta el peralte, ya no por tema de resistencia si no para que los ganchos estén dentro del plinto.

El mismo análisis de momento se realiza en sentido en Y usando las ecuaciones equivalentes, pero en el sentido en Y.

$$\sigma_{L'} = \sigma_{L1} + \frac{(\sigma_{L2} - \sigma_{L1})}{L} \cdot \left( \frac{L-f}{2} + f \right) \quad (3.63)$$

$$Ry = \frac{\sigma_{L'} + \sigma_{L2}}{2} \cdot \frac{L-f}{2} \cdot B \quad (3.64)$$

$$Y' = \frac{(\sigma_{L'} + 2 \cdot \sigma_{L2})}{(\sigma_{L'} + \sigma_{L2}) \cdot 3} \cdot \frac{L-f}{2} \cdot BB \quad (3.65)$$

$$Mup = RyY' \quad (3.66)$$

$$As = \frac{30 \cdot Mu}{d} B \quad (3.67)$$

**Tabla 73**

Resumen del diseño a flexión, eje X

	<b>1.2D + 1.6L</b>	<b>1.2D + L + S</b>
	<b>ton/m</b>	<b>ton/m</b>
Eje X		
$\sigma'b$ [ton/m]	9.04	9.04
Rx [ton]	14.29	15.82
x' [m]	0.41	0.42
Mup [ton m]	5.79	6.60
As [cm <sup>2</sup> ]	10.34	11.79
Asmax [cm <sup>2</sup> ]		11.79
$\Phi$ [mm]	14	mm
Varillas aprox.		7.66
Varillas finales		8

En la Tabla 74 se muestra el resumen del plinto, colocando las dimensiones, acero y gancho que tiene el plinto.

**Tabla 74***Resumen del Plinto central*

Dimensiones		Refuerzo	
B [m]	1.90	X	Y
L [m]	1.90	$\Phi$ (mm)	14 14
d [m]	0.150	Cantidad	8 8
h [m]	0.232	Requieren Gancho	Sí Sí
h real [m]	0.25	Aumentar H	No No
d real [m]	0.168		

Para los plintos se decidió dividirlos en tres tipos, los centrales, los perimetrales y esquineras que tendrán diferentes demandas por lo tanto diferentes dimensiones. El plinto central se acabó de presentar y los otros dos están tabulados a continuación de la misma manera

**Tabla 75***Resumen del Plinto Perimetral*

Dimensiones		Refuerzo	
B [m]	1.40	X	Y
L [m]	1.40	$\Phi$ (mm)	12 12
d [m]	0.160	Cantidad	5 5
h [m]	0.242	Requieren Gancho	Sí Sí
h real [m]	0.25	Aumentar H	No No
d real [m]	0.169		

**Tabla 76***Resumen del Plinto Esquinera*

Dimensiones		Refuerzo	
B [m]	1.50	X	Y
L [m]	1.50	$\Phi$ [mm]	12 12
d [m]	0.160	Cantidad	6 5
h [m]	0.242	Requieren L	Sí Sí
h real [m]	0.25	Aumentar H	No No
d real [m]	0.169		

Una vez obtenido el predimensionamiento de las zapatas, se lo modelo en un software de análisis especializado en elementos tipo losa. Se importó la información del software usado para el análisis de la superestructura al nuevo software mencionado. Esto hará que se importe las cargas, combinaciones y rejillas ya usados. Una vez importado, se procede a definir los elementos y secciones como se hizo anteriormente en el otro software.

### Ilustración 80

#### *Definición de propiedades*

Material Property Data

General Data

Material Name: Fc 210

Material Type: Concrete

Material Display Color: [Color Swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight

Weight per Unit Volume: 2.4028E+00 Tonf/m3

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2188197.89 Tonf/m2

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.9E-06 1/C

Shear Modulus, G: 911749.12 Tonf/m2

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, fc: 2100 Tonf/m2

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: [Field]

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified [Field]

OK Cancel

También se hizo una modificación en el recubrimiento de estos elementos, los cuales van a estar en contacto permanente con el suelo.

## Ilustración 81

### *Modificación del recubrimiento en plintos*

Design Preferences ? >

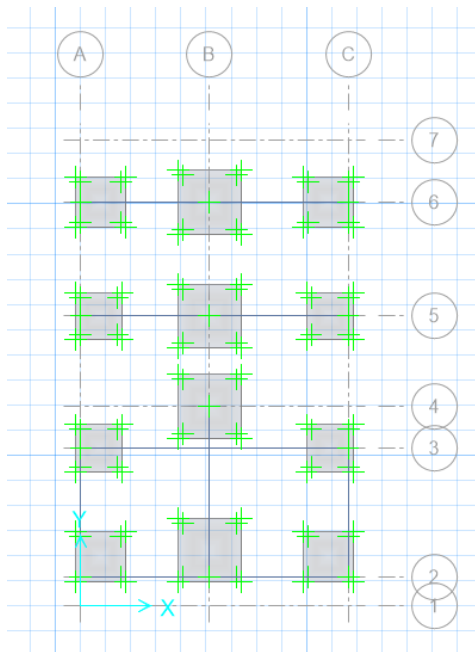
Code Min. Cover Slabs Min. Cover Beams P/T Stress Check

Non-Prestressed Reinforcement	
Clear Cover Top (m)	0.075
Clear Cover Bottom (m)	0.075
Preferred Bar Size	18
Inner Slab Rebar Layer	Layer B
Post-Tensioning	
CGS of Tendon Top (m)	0.025
CGS of Tendon for Bottom of Exterior Bay (m)	0.04
CGS of Tendon for Bottom of Interior Bay (m)	0.025
Minimum Reinforcing	
Slab Type for Minimum Reinforcing	Two Way

Una vez definido los materiales y elementos, se dibujan los plintos a usar sobre los nodos correspondientes.

## Ilustración 82

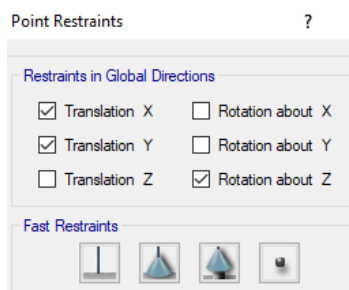
### *Esquema de la vista en planta de plintos*



Después se asignan las restricciones de movimientos, los cuales son en X y Y para traslaciones y en Z para las rotaciones. Esto es porque los plintos se pueden desplazar en el eje vertical Z en forma de asentamientos y también puede girar en X y en Y por fallas de suelo o del plinto.

### Ilustración 83

#### *Asignación de restricciones*



Lo siguiente es definir y asignar el esfuerzo admisible del suelo pero que en el software no se puede definir como tal, sino un equivalente el cual es el coeficiente de balasto o también conocido como módulo de Winkler. El valor de este coeficiente dependerá del esfuerzo admisible, que según la tabla de la tesis “Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler” de Nelson Morrison en 1993, que como se presenta en la Ilustración 84 para un esfuerzo admisible de  $10.5 \text{ ton/m}^2$ , equivalente a  $1.05 \text{ kg/cm}^2$  le correspondería un coeficiente de  $2.29 \text{ kg/cm}^3$ .

### Ilustración 84

*Módulo de reacción del suelo, datos para el software*

Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )	Esf Adm (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Winkler (Kg/Cm <sup>3</sup> )
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

### Ilustración 85

*Definición esfuerzo admisible por medio de coeficiente de balasto*

Soil Subgrade Property Data ?

**General Data**

Property Name:

Display Color:  

Property Notes:

---

**Property**

Subgrade Modulus (Compression Only):  Tonf/m<sup>3</sup>

---

**Nonlinear Option (Nonlinear Cases Only)**

None (Linear)

Tension Only

Compression Only

Elasto-Plastic

Compression Stiffness:

Compression Strength:

Tension Stiffness:

Tension Strength:

Ya con todo modelado se corre el programa y se analiza el esfuerzo en los plintos con las combinaciones de carga de servicio y con sismos. Donde hay que revisar que los datos de

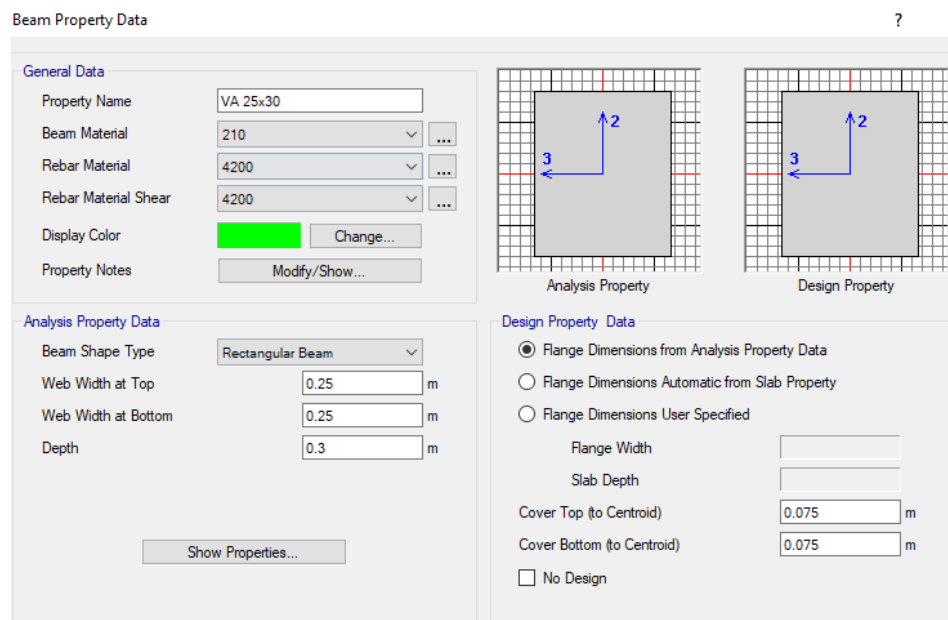
esfuerzo que presenta el software no sobrepasen el esfuerzo que el suelo puede soportar. Se tuvo en cuenta que cuando se analizó con las combinaciones con sismos la resistencia que no debe sobrepasar debe ser  $4/3$  del esfuerzo admisible, en este caso no debe sobrepasar  $14 \text{ ton/m}^2$ .

Normalmente en plintos no concéntricos, el esfuerzo va a ser mucho mayor que el de un plinto concéntrico y que para que este cumpla debe tener dimensiones muy grandes. Para evitar esto se usan vigas de acople que ayudarán a soportar estos esfuerzos.

Para prediseñar estas vigas, se comienza con la base mínima  $0.25 \text{ m}$  y una altura mayor al plinto, definida en este caso como  $0.30 \text{ m}$ .

## Ilustración 86

### *Definición de propiedades, elemento viga*



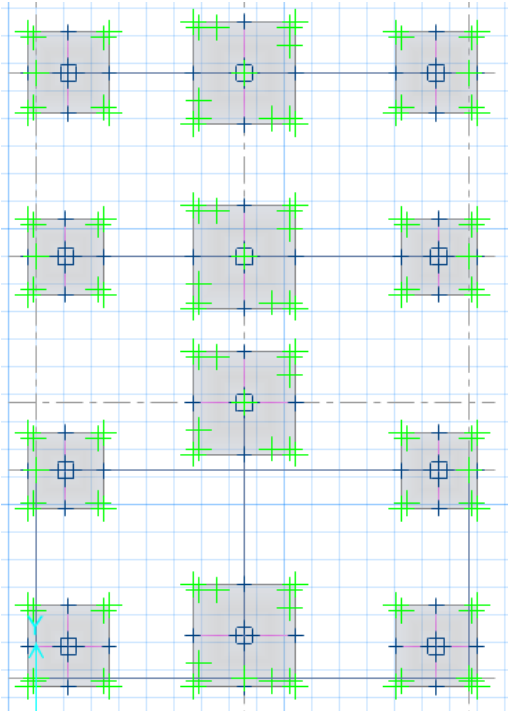
La configuración de las cimentaciones donde cumplan los requerimientos de esfuerzos, cortante y punzonamiento es el que se muestra en la Ilustración 87. Gracias a las vigas de acople



los esfuerzos son distribuidos de mejor forma y a la vez, el efecto del punzonamiento es eliminado.

### Ilustración 87

*Configuración de cimentación, vista en planta*



Como último paso antes del armado de acero de los plintos, se revisa los asentamientos que ocurren en estas cimentaciones y se verifica que estén dentro del rango permitido por la NEC Geotecnia y Cimentaciones. Según la tabla 7 de la NEC Geotecnia y Cimentaciones el asentamiento diferencial para una edificación con pórticos de concretos es de máximo  $L/300$  para una combinación de carga con el 100% de la carga permanente más el 50% de la carga variable.

**Ilustración 88***Definición de asentamientos*

Deformed Shape

Load Case/Load Combination

Load Case

Load Combination D+0.5L

Modal Load Case

Scaling

Automatic

User Defined

Scale Factor

Contour Range

Minimum 0 m

Maximum 0 m

Draw Contours

En las Tabla 77 y Tabla 78 se ven los asentamientos inmediatos que hay en cada plinto y el asentamiento diferencial que hay entre los plintos y sus colindantes, donde este valor de asentamiento es menor al permitido, por lo que no hay problemas de asentamientos.

**Tabla 77***Asentamiento Diferencial, eje X*

Asentamiento Diferencial Entre Plintos en el Eje X [mm]					
Asentamiento Por Plinto		L	$\Delta$		L/300
Eje A-6 4.27	Eje B-6 3.00	3850	1.27	<	12.83
Eje A-5 2.989	Eje B-5 2.068	3850	0.92	<	12.83
Eje A-4 4.89	Eje B-3 3.74	4048	1.14	<	13.49
Eje A-2	Eje B-2				

5.18	5.22	3850	0.04	<	12.83
Eje B-6	Eje C-6				
3.00	4.26	4150	1.26	<	13.83
Eje B-5	Eje C-5				
2.07	4.12	4150	2.05	<	13.83
Eje B-4	Eje C-3				
3.75	5.74	4150	1.99	<	13.83
Eje B-2	Eje C-2				
5.22	5.23	4150	0.01	<	13.83

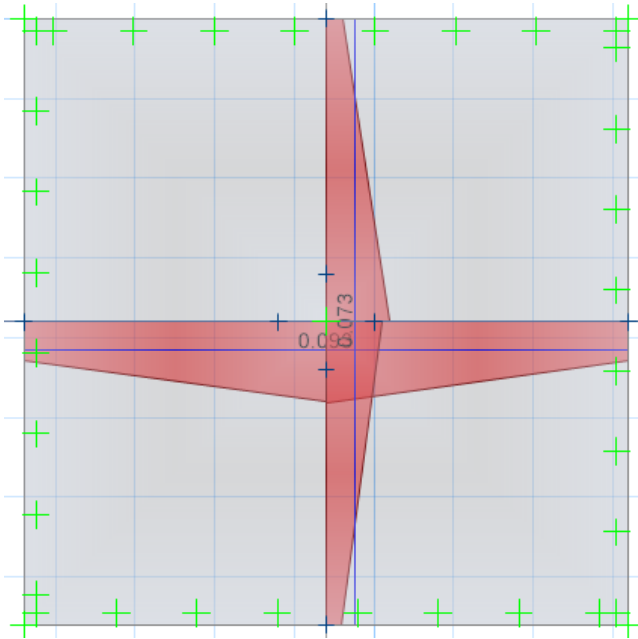
**Tabla 78***Asentamiento diferencial, eje Y*

<b>Asentamiento Diferencial Entre Plintos en el Eje Y</b>					
<b>[mm]</b>					
<b>Asentamiento Por Plinto</b>		<b>L</b>	<b><math>\Delta</math></b>		<b>L/300</b>
Eje A-2	Eje A-3				
5.18	4.89	3850	0.29	<	12.83
Eje B-2	Eje B-4				
5.216	3.745	5100	1.47	<	17.00
Eje C-2	Eje C-3				
5.23	5.74	3850	0.51	<	12.83
Eje A-3	Eje A-5				
4.89	2.99	3950	1.90	<	13.17
Eje B-4	Eje B-5				
3.74	2.07	2700	1.68	<	9.00
Eje C-3	Eje C-5				
5.74	4.12	3950	1.62	<	13.17
Eje A-5	Eje A-6				
2.99	4.27	3400	1.28	<	11.33
Eje B-5	Eje B-6				
2.07	3.00	3400	0.93	<	11.33
Eje C-5	Eje C-6				
4.12	4.26	3400	0.14	<	11.33

Para el diseño de acero de los plintos, el software da el acero requerido por separación en cada sentido del plinto. El acero es dado en  $\text{cm}^2/\text{cm}$  donde se propone un diámetro de varilla en el cual después se obtiene la separación máxima para obtener ese acero requerido.

### Ilustración 89

*Análisis de demandas en el software en el plinto B5 en  $\text{cm}^2/\text{cm}$*



En la Ilustración 89 se ve la demanda que necesita el plinto y con esas demandas se procede a hacer el diseño de acero del plinto. Hay que tener en cuenta que del software se usa la demanda que está en la cara de la columna, es decir 0.30 m del centro del plinto.

$$\frac{Av_x}{Sep} = 0.065 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

$$\phi_x = 14 \text{ mm}$$

$$A_{\phi_x} = \frac{\pi \cdot (1.4\text{cm})^2}{4} = 1.54 \text{ cm}^2$$

$$SepX = \frac{A_{\phi_x}}{\frac{Av_x}{Sep}} = \frac{1.54cm^2}{0.065 \frac{cm^2}{cm}} = 23.68 \text{ cm}$$

$$\frac{Av_y}{Sep} = 0.092 \frac{cm^2}{cm}$$

$$\phi_y = 14 \text{ mm}$$

$$A_{\phi_y} = \frac{\pi \cdot (1.4cm)^2}{4} = 1.54 \text{ cm}^2$$

$$SepY = \frac{A_{\phi_y}}{\frac{Av_y}{Sep}} = \frac{1.54cm^2}{0.092 \frac{cm^2}{cm}} = 16.73 \text{ cm}$$

Con estas demandas las separaciones máximas que podemos tener en este plinto son de 0.237 m y 0.167 m en sentido X y Y respectivamente. Como separación final se puede colocar en X una separación de 0.20 m y en sentido Y 0.15 m. Al elegir la separación final de las varillas hay que revisar que no haya tanta diferencia entre el número de varillas final y también hay que tener en cuenta la homogeneidad de varillas con los otros plintos.

El número de varillas a colocar se obtiene dividiendo el ancho del plinto con la separación colocada, tomando en cuenta también el recubrimiento usado.

$$B = 1.90 \text{ m}$$

$$SepX = 0.20 \text{ m}$$

$$Varillas = \frac{(B - 2 \cdot rec)}{SepX} = \frac{1.90 \text{ m} - 2 \cdot 0.075 \text{ m}}{0.20 \text{ m}} = 8.75 \text{ varillas}$$

Como ultimo cálculo se revisa si se necesita o no ganchos en el acero colocado en los plintos. Para verificar esto se calcula la longitud de desarrollo necesitado y ver si cumple o no el largo que tiene el acero colocado teniendo como referencia desde la cara de la columna. Para el cálculo de la longitud de desarrollo se usó la Ecuación 3.68 y si es mayor a la distancia que hay desde la cara de la columna hacia un lado del plinto, se necesita hacer un gancho para que aporte la longitud de desarrollo faltante y si es lo opuesto, el gancho no es necesario.

$$L_d = \frac{300 \phi}{\sqrt{f'_c}} \quad (3.68)$$

$$L_d = \frac{300 \cdot 14 \text{ mm}}{\sqrt{21 \text{ MPa}}} = 916.52 \text{ mm}$$

$$\frac{L - f}{2} = \frac{1900 - 300}{2} = 800 \text{ mm}$$

En este caso como la longitud que el acero tiene es menor a la longitud de desarrollo calculada, por lo cual hay que extender esa longitud usando un gancho que se calcula con la tabla 25.3.1 de la ACI. Que indica que, para ganchos de 90 grados para diámetros menores a 25 mm, el gancho debe ser 12 veces el diámetro del acero usado.

$$\text{Gancho} = 12 \cdot 14 \text{ mm} = 168 \text{ mm}$$

Con la longitud que el gancho proporciona ya se alcanza la longitud mínima de desarrollo, que es sumando 800 mm más los 168 mm del gancho se obtiene una longitud de 968mm sobrepasando los 916.52 mm calculados.

A continuación, se colocan las tablas con los diseños de los demás plintos, los cuales están divididos en tres tipos, para que el montaje en la obra sea más fácil.

**Tabla 79***Diseño final, plintos esquineros*

Eje	B	H	AvX/sep	AvY/sep	$\phi$	Av	Sep-X	Sep-Y	Sep-X	Sep-Y
	m	m	cm <sup>2</sup> /cm	cm <sup>2</sup> /cm	mm	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm
A-6	1.5	1.5	0.058	0.029	12	1.13	19.50	39.00	15	25
C-6	1.5	1.5	0.06	0.029	12	1.13	18.85	39.00	15	25
A-2	1.5	1.5	0.012	0.045	12	1.13	94.25	25.13	15	25
C-2	1.5	1.5	0.012	0.045	12	1.13	94.25	25.13	15	25
Diseño Final									15	25

**Tabla 80***Diseño final, plintos perimetrales*

Eje	B	H	AvX/sep	AvY/sep	$\phi$	Av	Sep-X	Sep-Y	Sep-X	Sep-Y
	m	m	cm <sup>2</sup> /cm	cm <sup>2</sup> /cm	mm	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm
A-5	1.4	1.4	0.045	0.030	12	1.13	25.13	37.70	15	25
C-5	1.4	1.4	0.057	0.027	12	1.13	19.84	41.89	15	25
A-3	1.4	1.4	0.052	0.025	12	1.13	21.75	45.24	15	25
C-3	1.4	1.4	0.059	0.023	12	1.13	19.17	49.17	15	25
Diseño Final									15	25

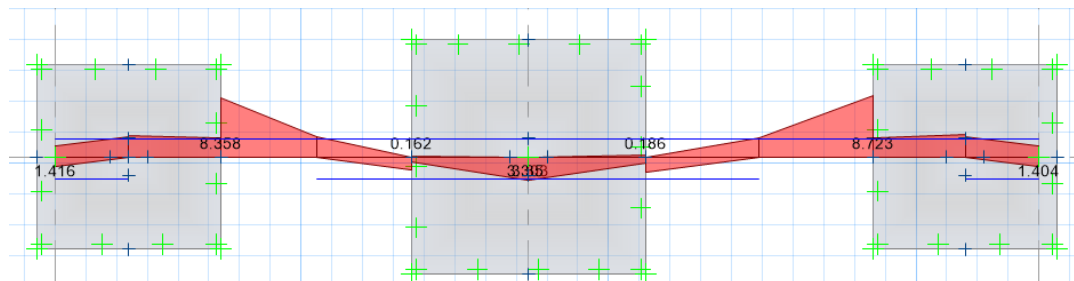
**Tabla 81***Diseño final, plintos centrales*

Eje	B	H	AvX/sep	AvY/sep	$\phi$	Av	Sep-X	Sep-Y	Sep-X	Sep-Y
	m	m	cm <sup>2</sup> /cm	cm <sup>2</sup> /cm	mm	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm
B-6	1.9	1.9	0.065	0.092	14	1.54	23.68	16.73	20	15
B-5	1.9	1.9	0.047	0.061	14	1.54	32.75	25.24	20	20
B-4	1.9	1.9	0.081	0.076	14	1.54	19.00	20.26	20	20
B-2	1.9	1.9	0.027	0.069	14	1.54	57.01	22.31	20	20
Diseño Final									20	15

Debido a que la demanda por demanda en algunos plintos era muy grande, se colocaron vigas de acople los cuales ayudan a la capacidad de momentos y fuerzas cortantes en los plintos.

### Ilustración 90

*Demanda de las vigas de acople que une los plintos A, B y C en  $\text{cm}^2$*



**Tabla 82**

*Diseño de la viga de acople que une los plintos en los ejes A, B y C a lo largo del eje 6*

VIGA	Sección cm	Demanda [ $\text{cm}^2$ ]		
		Inicio	Centro	Final
6 A-B	30/30	2.65	8.32	0.12
		1.25	5.85	2.89
6 B-C	30/30	0.12	8.65	1.39
		2.89	8.74	1.25

Para el diseño de esta viga de acople se determinó un acero mínimo que va a ir a lo largo de todo el plinto que sea idóneo para la mayoría de las demandas y que en las zonas donde se necesite más acero se lo coloca en forma de bastones solo en esas secciones.

Para el acero mínimo se colocó dos varillas de 14 mm tanto arriba como abajo, que dan un acero final de  $3.08 \text{ cm}^2$ . Esa cantidad de acero es suficiente para el acero que necesita la viga en la zona de los plintos, pero insuficiente para la zona donde solo está la viga. Para esa zona se colocó bastiones con la siguiente configuración.



Para el acero superior en las vigas se colocó 4 varillas de 14 mm, que aportan un área de acero de  $6.16 \text{ cm}^2$  que sumado con el área mínima ya colocada da un acero total de  $9.24 \text{ cm}^2$  suficiente para la demanda de  $8.32 \text{ cm}^2$  y  $8.65 \text{ cm}^2$  que pide esas zonas en la parte superior de la viga. En la parte inferior de la viga también hace falta más acero que colocando 3 varillas de 12 mm y 4 de 14 mm ya cumple ese requerimiento. El acero total colocado en esas zonas es de  $6.47 \text{ cm}^2$  y  $9.24 \text{ cm}^2$  que cumple las demandas de  $5.85 \text{ cm}^2$  y  $8.74 \text{ cm}^2$  que pide esas zonas.

**Tabla 83***Diseño de vigas de cimentación en el eje X*

VIGA	Sección cm	Armado Longitudinal [mm]				
		Mínimo En toda su sección	Refuerzo			
			Inicio	Centro	Final	
A 2 - 3	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 4Ø12	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0
B 2 - 3	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 4Ø12	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0
C 2 - 3	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 4Ø12	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0

**Tabla 84***Diseño de vigas de cimentación en el eje Y*

VIGA	Sección cm	Armado Longitudinal [mm]				
		Mínimo En toda su sección	Refuerzo			
			Inicio	Centro	Final	
6 A-B	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 4Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+2Ø14	+0
6 B-C	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 4Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+ 4Ø14	+0
5 A-B	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 3Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0

5 B-C	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 3Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0
3 A-B	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 3Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0
3 B-C	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 3Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+0
2 A-B	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 3Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 0	+0	+ 1Ø12
2 B-C	30/30	Superior	2Ø14	+ 0	+ 3Ø14	+0
		Inferior	2Ø14	+ 1Ø12	+0	+0

### 3.3. Calculo y diseño de acero estructural

#### 3.3.1. Predimensionamiento de los elementos

##### 3.3.1.1. Losa colaborante. Las losas serán diseñadas con placas colaborantes, la

predeterminación de estos componentes se lleva a cabo considerando la distancia entre los elementos que sirven de soporte a la placa. Para su análisis se utilizará una placa disponible en el mercado ecuatoriano, en cuyo catálogo podemos encontrar las propiedades de la placa a utilizar como se muestra en la Tabla 85.

**Tabla 85**

*Propiedades de la placa colaborante*

Espesor placa mm	Espesor Losa mm	Se + cm <sup>3</sup> /m	Se - cm <sup>3</sup> /m	Peso placa ton/m <sup>2</sup>	Peso Hormigón ton/m <sup>2</sup>	Id cm <sup>4</sup> /m	φsMn ton · m
0.76	5	11.76	12.81	0.008	0.198	593.57	0.95

En base a los planos arquitectónicos de la construcción, se examina su disposición geométrica y se opta por una placa de 5 cm de espesor con una lámina de 0.76 mm. La separación entre los puntos de apoyo será de 1.70 m, el análisis se llevó a cabo en el vano más

extenso ubicado en el eje B sección 2-3, que tiene una longitud de 5.10 m, con dos vigas secundarias ubicadas a intervalos de 1.67 m entre sí. Para una separación entre apoyos de 1.80 m el catálogo, con los criterios establecidos por el fabricante, establece que la carga viva no factorada que soporta la placa colaborante es de 1.35 ton/m<sup>2</sup>. Entonces, tomando en cuenta que la carga viva sobreimpuesta es de 0.22 ton/m<sup>2</sup>, según lo especificado por la NEC-SE-DS (2015), podemos concluir que el uso actual del deck metálico sugiere una subutilización, ya que presenta una ventaja evidente con respecto a la carga viva sobreimpuesta.

### ***Determinación de cargas***

De la Tabla 85 se establece que la carga sobre la placa es de 0.198 ton/m<sup>2</sup>, que es del peso del hormigón distribuida en la losa, sumándole el peso de la placa de 0.008 ton/m<sup>2</sup> y la malla electrosoldada, dando como resultado un valor de 0.209 ton/m<sup>2</sup>. Con estas cargas determinamos el peso propio de la losa como nos muestra la Tabla 86.

**Tabla 86**

*Carga Muerta sobre la placa Steel Deck*

<b>Tipo de losa</b>	<b>Steel Deck</b>	
<b>Peso placa</b>	0.007	ton/m <sup>2</sup>
<b>Peso Hormigón</b>	0.180	ton/m <sup>2</sup>
<b>Peso malla electrosoldada</b>	0.002	ton/m <sup>2</sup>
<b>Peso Steel Deck</b>	0,189	ton/m <sup>2</sup>

Finalmente, se pueden determinar la cargas permanentes y vivas que soportara la losa. Estos datos ya fueron definidos en la sección anterior.

**3.3.1.2. Viga Secundaria.** Se procede a analizar la viga secundaria ubicada más solicitada, con una longitud de 5.10 m y situada en el primer piso. Se adopta un modelo de viga simplemente apoyada, considerando las cargas previamente analizadas, tanto vivas como permanentes. Estas fuerzas actúan sobre un ancho cooperante de 1.67 m.

Con el propósito de un prediseño, se desprecia el peso propio de la viga y se lleva a cabo el análisis utilizando la combinación de carga LRFD definida en la NEC-2015. Se obtiene la carga en metros cuadrados mediante este enfoque.

$$D = \text{Peso Losa} + \text{Carga Permanente} = 317.03 + 189.33 = 0.506 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L$$

$$U = 1.2 \left( 0.506 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left( 0.20 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right)$$

$$U = 0.934 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Se multiplica la carga por el ancho cooperante, y se obtiene la carga por longitud uniforme distribuida.

$$qu = 0.934 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot 1.67 \text{ m}$$

$$qu = 1.56 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Al emplear las fórmulas de análisis estructural, se determina un momento máximo positivo de 3.36 ton/m y 2.89 ton/m en las vigas secundaria simplemente apoyada con una longitud de 3.85 m y 4.15 m usando la Ecuación 3.69.

$$Mu = \frac{w L^2}{8} \quad (3.69)$$

$$L = 4.15 \text{ m}$$

$$Mu_1 = \frac{w \cdot L^2}{8}$$

$$Mu_1 = \frac{1.56 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \cdot 4.15^2}{8}$$

$$Mu_1 = 3.36 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$R_1 = \frac{w \cdot L}{2}$$

$$R_1 = 3.24 \text{ ton}$$

$$L = 3,85 \text{ m}$$

$$Mu_2 = \frac{w \cdot L^2}{8}$$

$$Mu_2 = \frac{1,559 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \cdot 3,85^2}{8}$$

$$Mu_2 = 2,89 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$R_2 = \frac{w \cdot L}{2}$$

$$R_2 = 3.00 \text{ ton}$$

Se calcular el valor del módulo plástico, a partir de la Ecuación 3.70 escrita a continuación.

$$Z_{req} = \frac{Mu}{\phi \cdot F_y} \quad (3.70)$$

$\phi = 0.90$  $F_y = 25300 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$	$Zx_{req} = \frac{Mu}{\phi F_y}$ $Zx_{req} = \frac{3.36 \cdot 10^5 \text{ ton} \cdot \text{m}}{0.9 \cdot 25300 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}}$ $Zx_{req} = 147.46 \text{ cm}^3$	$Zx_{req} = \frac{Mu}{\phi F_y}$ $Zx_{req} = \frac{2.890 \cdot 10^5 \text{ ton} \cdot \text{m}}{0,9 \cdot 25300 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}}$ $Zx_{req} = 126.91 \text{ cm}^3$
--	---	--

En este proceso, se busca en los catálogos nacionales las propiedades de las secciones que se acerque a los valores requeridos. Posteriormente, se seleccionan para las vigas secundarias los perfiles IPE180 e IPE200 formada por elementos soldados. Se presenta a continuación en la Tabla 87 las propiedades estructurales del perfil.

**Tabla 87**  
*Propiedades de los perfiles seleccionados*

Propiedades	IPE 180	
<b>h</b>	180	mm
<b>s</b>	5.3	mm
<b>b</b>	91	mm
<b>t</b>	8	mm
<b><math>I_x</math></b>	1317	cm <sup>4</sup>
<b>w</b>	0.021	ton/m
<b><math>Z_x</math></b>	166	cm <sup>3</sup>
Propiedades	IPE 200	
<b>h</b>	200	mm
<b>s</b>	5.6	mm
<b>b</b>	100	mm
<b>t</b>	8.5	mm
<b><math>I_x</math></b>	1943	cm <sup>4</sup>
<b>w</b>	0.025	ton/m
<b><math>Z_x</math></b>	221	cm <sup>3</sup>

Estas secciones deben cumplir con las verificaciones de ancho-espesor establecidos por la AISC 360-10. Esto nos ayuda a determinar el comportamiento dúctil que es clave en el desempeño de pórticos sismorresistentes de estructuras de acero. Es necesario asegurar que sus componentes no sean propensos a fallos por inestabilidad local. Para eso se usa las Ecuaciones 3.71, 3.72 y 3.73 para analizar el patín y las 3.74, 3.75 y 3.76 para analizar el alma obtenidas del libro de “*Diseño de Estructuras de Acero*” de McCorman.

$$\lambda_{ps} = 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.71)$$

$$\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.72)$$

$$\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.73)$$

$$\lambda_{ps} = 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.74)$$

$$\lambda_p = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.75)$$

$$\lambda_r = 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.76)$$

IPE 180	IPE 200
<p>Para el patín:</p> $\lambda_{ps} = 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8.64$ $\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.95$ $\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 28.81$ $\lambda = b - s/2t = 5.36$ <p>El patín es SÍSMICAMENTE COMPACTO</p>	<p>Para el patín:</p> $\lambda_{ps} = 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8.64$ $\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.95$ $\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 28.81$ $\lambda = b - s/2t = 5.55$ <p>El patín es SÍSMICAMENTE COMPACTO</p>
<p>Para el alma:</p> $\lambda_{ps} = 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 70.59$ $\lambda_p = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 108.33$ $\lambda_r = 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 164.22$ $\lambda = h - 2t/s = 30.94$ <p>El alma es SÍSMICAMENTE COMPACTO</p>	<p>Para el alma:</p> $\lambda_{ps} = 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 70.59$ $\lambda_p = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 108.33$ $\lambda_r = 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 164.22$ $\lambda = h - 2t/s = 32.68$ <p>El alma es SÍSMICAMENTE COMPACTO</p>



**3.3.1.3. Viga Principal.** El predimensionamiento de las vigas principales se realizará con el análisis de cargas, en este caso se tomará la viga más desfavorable de la estructura que se encuentra en el eje B sección 2-3. La viga de 5.10 m estará sometida a dos diferentes condiciones, simplemente apoyada y rigidizada en sus extremos, tendrá un ancho colaborante de 1.67 m. Se desprecia la carga propia de la viga y se lleva a cabo el análisis con las reacciones de las cargas  $R_1$  y  $R_2$  de las vigas secundarias que soporta la viga principal, esto nos lleva a estimar el módulo plástico del perfil que soportara dichas cargas.

Al ser una viga en medio de dos paños con vigas secundarias, se utilizó las siguientes ecuaciones para calcular la carga equivalente que se transfiere.

$$R_1 = 3.24 \text{ ton}$$

$$R_2 = 3.00 \text{ ton}$$

$$a = 1.67 \text{ m}$$

$$L_{vp} = 5,10 \text{ m}$$

$$Pu = R_1 + R_2 = 6.24 \text{ ton}$$

$$M_A = \frac{Pu a}{L_{vp}} \cdot (L_{vp} - a) = 7.01 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{BC} = \frac{Pu a^2}{L_{vp}} = 3.41 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_B = Pu a = 10.42 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{max} = \max(M_A, M_{BC}, M_B) = 10.42 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Zx_{req} = \frac{M_{max}}{\phi F_y} = 457.56 \text{ cm}^3$$

La sección IPE 300 es la que más se acerca al valor calculado y sus propiedades estructurales se encuentran en la Tabla 88.

**Tabla 88**  
*Propiedades perfil IPE 300*

Propiedades		
<b>h</b>	300	mm
<b>s</b>	7.1	mm
<b>b</b>	150	mm
<b>t</b>	10.7	mm
<b><math>I_x</math></b>	8356	cm <sup>4</sup>
<b>w</b>	0.047	ton/m
<b><math>Z_x</math></b>	628	cm <sup>3</sup>

Con ello verificaremos con los requisitos ancho-espesor estipulados por normativa y las ecuaciones ya escritas en la sección anterior.

### IPE 300

Para el patín:

$$\lambda_{ps} = 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8.64$$

$$\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 10.95$$

$$\lambda_r = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 28.81$$

$$\lambda = b - s/2t = 6.68$$

El patín es SÍSMICAMENTE  
COMPACTO

Para el alma:

$$\lambda_{ps} = 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 70.59$$

$$\lambda_p = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 108.33$$

$$\lambda_r = 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 164.23$$

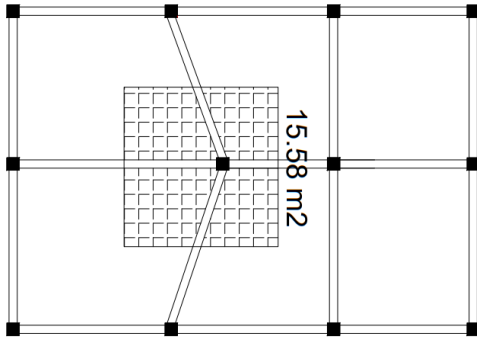
$$\lambda = h - 2t/s = 39.24$$

El alma es SÍSMICAMENTE  
COMPACTO

**3.3.1.4. Columnas.** Para el análisis se escogió la columna con mayor área tributaria, en este prediseño se propone un método sencillo, basado en el manual de construcción en acero de la AISC. Este método consiste en calcular el valor de fuerza crítica de compresión de una columna de acuerdo con su relación de esbeltez ( $KL/r$ ).

**Ilustración 91**

Vista en planta de columnas de la planta baja, con el área tributaria de la columna del eje 4-B



El área tributaria de nuestra columna crítica es de  $15.58 \text{ m}^2$ , que se encuentra en el eje 4-B del primer piso. Ahora, la carga última a la que está sometida la columna analizada.

$$U = 0.934 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$A_{\text{trib}} = 15.58 \text{ m}^2$$

$$\#pisos = 2$$

$$U_f = 1.1 \cdot U = 1.1 \cdot 0.934 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$P_u = U_f \cdot A_{\text{trib}} \cdot \#pisos = 32.012 \text{ ton}$$

Se asume que la esbeltez efectiva será  $KL / r = 50$ , valor de diseño recomendado por McCorman (2012) para calcular el esfuerzo crítico. Así mismo se usa la Ecuación 3.77 para saber que ecuación del esfuerzo crítico en la columna usar donde E es el módulo de elasticidad del acero y  $F_y$  el esfuerzo de fluencia mínimo.

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.77)$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 135.67$$

Como la relación de esbeltez supuesta es menor al valor calculado con la Ecuación 3.77, para calcular el esfuerzo de elasticidad ( $F_e$ ) se usa las ecuaciones 3.78 y para calcular el esfuerzo crítico ( $F_{cr}$ ) se usa la Ecuación 3.79.

$$F_e = \frac{\pi E}{KL / r^2} \quad (3.78)$$

$$F_{cr} = 0.658 \frac{F_y}{F_e} \quad (3.79)$$

$\phi = 0.90$ $F_y = 25300 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $F_e = \frac{\pi E}{KL / r^2} = 829040.68 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$		$F_{cr} = 0.658 \frac{F_y}{F_e} = 22274.39 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $\phi F_{cr} = 20046.95 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $A_{req} = \frac{P_u}{\phi F_{cr}} = 15.97 \text{ cm}^2$
--	--	---

La Tabla 89 nos muestra propiedades perfil seleccionado, donde se corrobora que la sección cumple con el área requerida calculada.

**Tabla 89**  
*Propiedades del perfil seleccionado, columna*

PERFIL	B	e	A	P	I	W	r
--------	---	---	---	---	---	---	---

	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
<b>150X150X4</b>	150	4	22.95	18.01	807.92	107.72	5.93

Ahora, comprobaremos si la sección cumple con el esfuerzo requerido.

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 135.67$$

$$KL / r = 59.83$$

$$F_e = \frac{\pi E}{KL / r^2} = 57895.93 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$F_{cr} = 0.658 \frac{F_y}{F_e} = 21078.23 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$\phi F_{cr} = 18970.41 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$\phi P_n = \phi F_{cr} A = 43.54 \text{ ton}$$

$$P_n = 48.38 \text{ ton}$$

$$P_u = 32.01 \text{ ton}$$

$$P_n > P_u \therefore \text{Cumple}$$

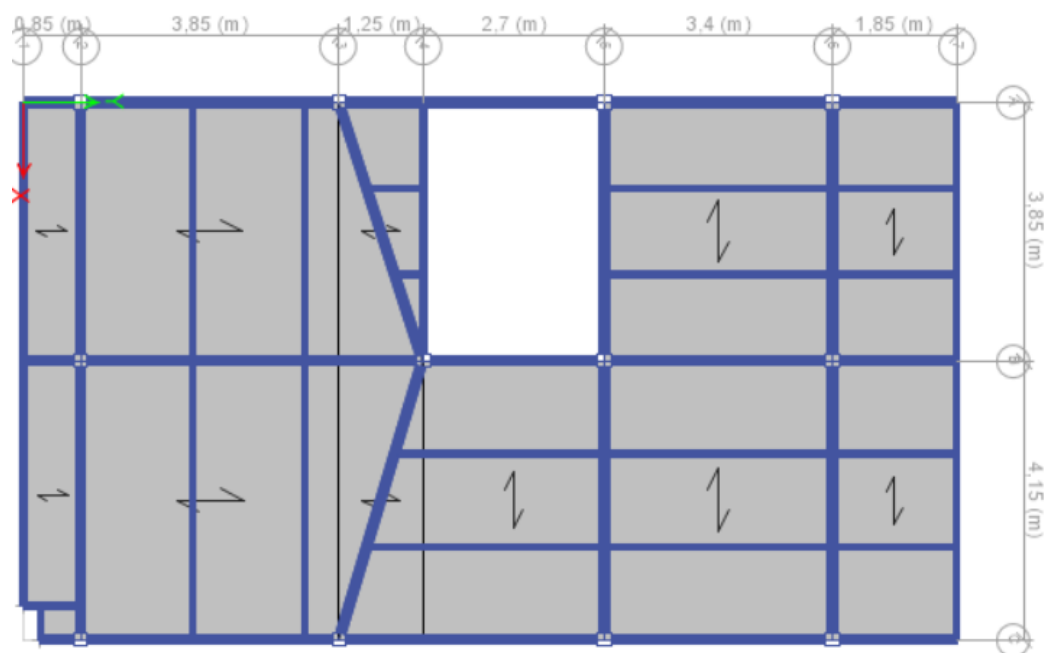
Por último, para el diseño final de la estructura de acero con un programa de análisis estructural realizaremos un proceso iterativo, ingresando los cálculos preliminares (prediseño), revisando los resultados y, en caso necesario, realizar modificaciones al diseño hasta que se obtengan resultados satisfactorios.

### 3.3.2. Modelación en software estructural

Con el fin de lograr mayor precisión en la evaluación de esfuerzos transmitidos, demandas requeridas y desplazamientos estructurales provocados por un sismo, se empleó un programa de modelado estructural.

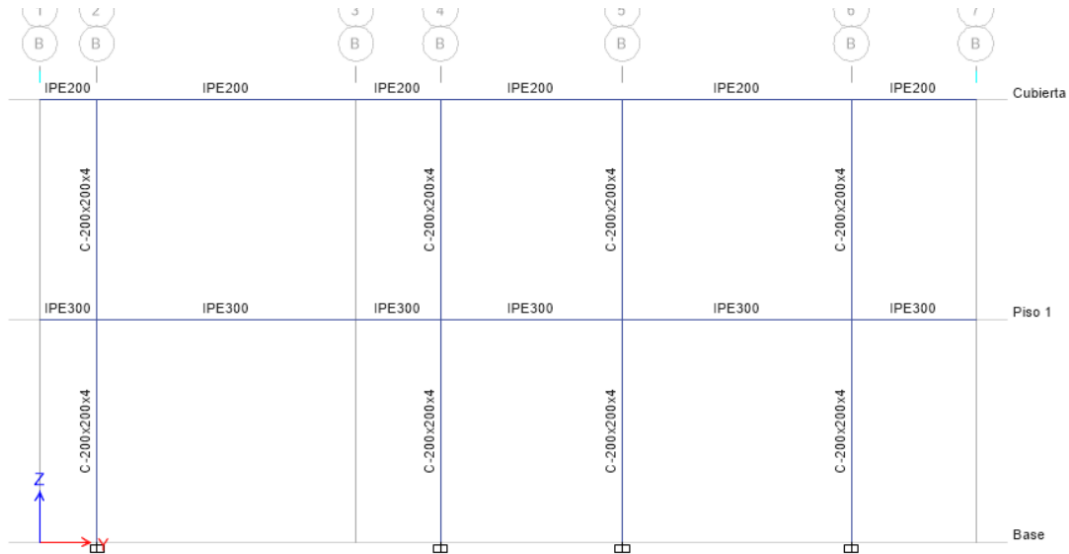
#### Ilustración 92

Configuración de vigas, columnas y losas, vista superior de la planta baja



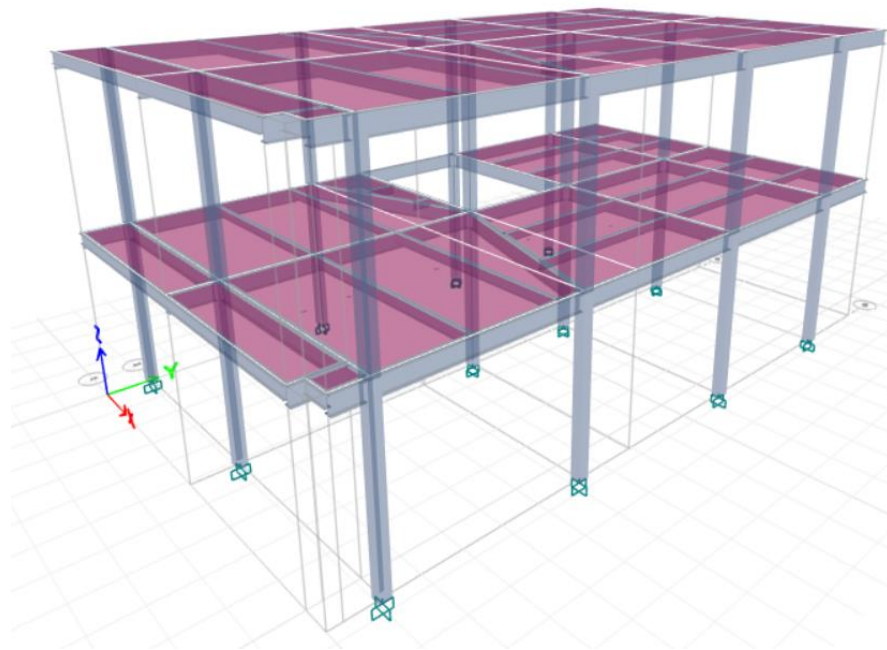
### Ilustración93

Configuración estructura metálica, alzado lateral del Eje A



### Ilustración94

Configuración de la estructura metálica, vista 3D





**3.3.2.1. Ingreso de materiales.** Como se estableció anteriormente el acero que utilizaremos es A36 para los perfiles estructurales. Por lo que se lo definió como material a utilizar en el programa.

### Ilustración 95

#### Definición de materiales

The screenshot shows a software dialog box for defining material properties. It is organized into several sections:

- General Data:**
  - Material Name: Acero A36
  - Material Type: Steel
  - Directional Symmetry Type: Isotropic
  - Material Display Color: Yellow (with a 'Change...' button)
  - Material Notes: (with a 'Modify/Show Notes...' button)
- Material Weight and Mass:**
  - Specify Weight Density (selected) or Specify Mass Density
  - Weight per Unit Volume: 7,849 tonf/m<sup>3</sup>
  - Mass per Unit Volume: 0,80038 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>
- Mechanical Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E: 21000000 tonf/m<sup>2</sup>
  - Poisson's Ratio, U: 0,3
  - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0,0000117 1/C
  - Shear Modulus, G: 8076923,08 tonf/m<sup>2</sup>
- Design Property Data:**
  - (with a 'Modify/Show Material Property Design Data...' button)
- Advanced Material Property Data:**
  - (with buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...')

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

**3.3.2.2. Ingreso de perfiles de vigas, columnas y Steel Deck.** En esta etapa del análisis como se muestra en la Ilustración 96 se definió los diferentes elementos del proyecto en el programa, tomando en cuenta los perfiles que se establecieron en el prediseño.

### Ilustración 96

*Definición de propiedades, perfiles seleccionados*

**General Data**

Property Name: IPE300

Material: Acero A36

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Steel I/Wide Flange

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Total Depth	0,3	m
Top Flange Width	0,15	m
Top Flange Thickness	0,017	m
Web Thickness	0,0071	m
Bottom Flange Width	0,15	m
Bottom Flange Thickness	0,017	m
Fillet Radius	d	m

Show Section Properties...

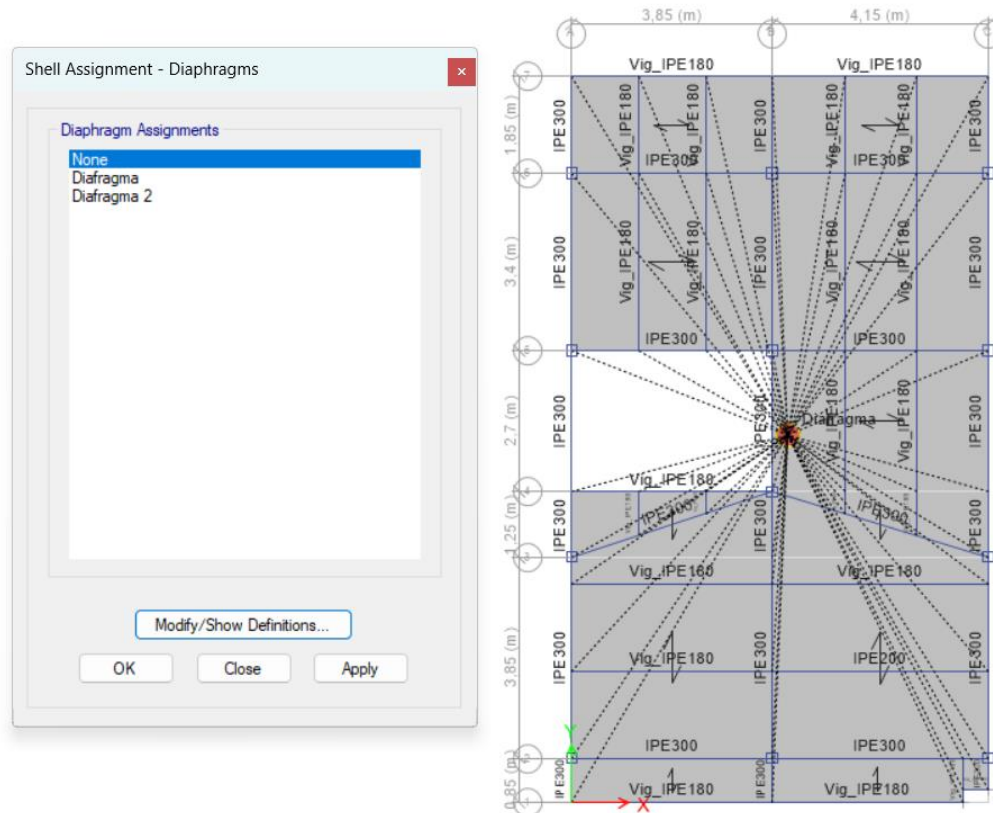
**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

OK  
Cancel

**3.3.2.3. Asignación de diafragmas en cada piso.** Se recurre a diafragmas rígidos en todos los niveles de la losa para que cada piso presente la misma deformación en caso de sismo, unificando el centro de masa y la rigidez de la estructura. De esta manera, se obtiene el desplazamiento de cada nivel, parámetro esencial para verificar el índice de estabilidad de la edificación.

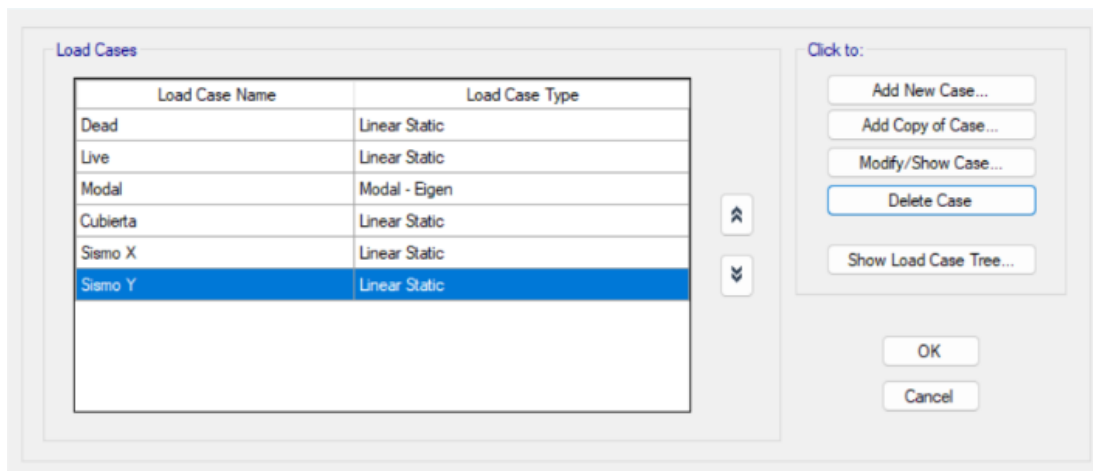
**Ilustración 97**  
*Asignación de diagramas de piso*



**3.3.2.4. Asignación de cargas gravitacionales.** En esta fase se introducen los casos de cargas gravitacionales que afectarán a la estructura, los cuales se obtuvieron previamente en la sección 3.1.1. y 3.1.2. de cargas. Es importante enfatizar que, al ingresar la carga muerta, no se debe incluir el peso propio de la estructura, ya que este valor ya está integrado en el programa.

### Ilustración 98

#### Ingreso cargas gravitacionales



**3.3.2.5. Asignación de cargas sísmicas.** Con el espectro sísmico ya calculado en la sección

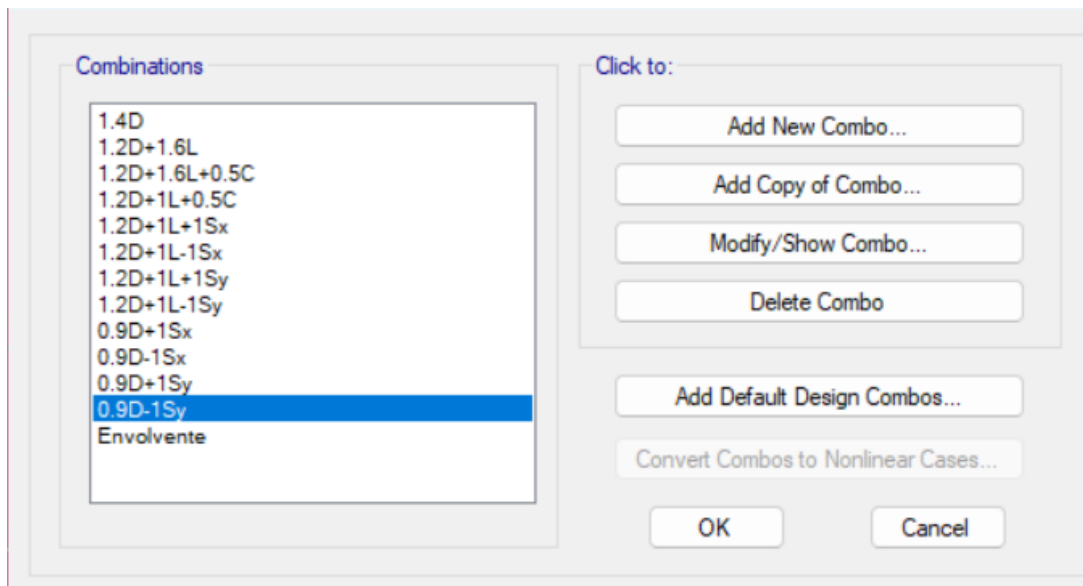
3.1.3. de cargas sísmicas, ingresamos al programa el resultado del análisis en el eje X y el Y.

### Ilustración 99

#### Definición de cargas sísmicas



**3.3.2.6. Combinaciones de cargas.** Se asignan las combinaciones de cargas establecida por la NEC, 2015.

**Ilustración 100***Definición de combinaciones de carga***3.3.3. Análisis estático lineal**

Este análisis sísmico requiere de información obtenida previamente en secciones anteriores donde se define las consideraciones sísmicas y sus espectros elásticos e inelásticos, el siguiente paso es definir el peso de la estructura con la ayuda del software como lo muestra la Ilustración 101. La estructura tiene un peso de 92.11 ton.

**Ilustración 101***Peso de la estructura, definido por el software de análisis*

Base Reactions	
FY tonf	FZ tonf
0	92,1066

Ahora, tenemos que calcular el periodo real de la estructura en los dos ejes (X, Y), por lo que nos ayudaremos del software como lo muestra la Ilustración 102. Entonces, los valores del periodo en X es 0.821 segundos y en Y es 0.923 segundos.

### Ilustración 102

*Periodo de la estructura, definido por el software de análisis*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0,935	0,8213	0,0275	0	0,8213	0,0275	0	0,0008
Modal	2	0,915	0,0355	0,9234	0	0,8568	0,9509	0	0,0423

La NEC establece que el periodo de la estructura no puede ser mayor a 1.3 del calculado en secciones anteriores, por lo tanto, hay que reducir el periodo rigidizando la estructura. Se realizará un método iterativo para que disminuya el periodo, considerando el periodo real como el que se obtuvo por normativa.

### Tabla 90

*Periodo de la estructura, definido por normativa*

$T_x$ Real seg	$T_y$ Real seg	$1.3 \cdot T$ seg	$T_x$ Adoptado seg	$T_y$ Adoptado seg	Nuevo $Cs_x$ g	Nuevo $Cs_y$ g
0.935	0.915	0.421	0.421	0.421	0.1200	0.1200

Al recalcular  $Cs$  se modifica el coeficiente en los casos de carga de sismos, después con la ayuda del programa como lo muestra la Ilustración 103 se halla el cortante basal en ambos sentidos. Lo que nos da que el cortante basal en X es 10.96 ton y en Y es 10.96 ton.

### Ilustración 103

*Cortante basal, definido por el software de análisis*

Output Case	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
Sismo X	-10,9633	0	0	0	-55,5833	81,4828	0	0	0
Sismo Y	0	-10,9633	0	55,5833	0	-46,8843	0	0	0

La NEC especifica que el cortante basal debe ser mayor a un valor el cual está determinado por la Ecuación 3.74. Si el basal real es menor al que dice la normativa, el coeficiente sísmico  $C_s$  debe modificarse según la Ecuación 3.80.

$$C_{Sf} = \frac{C_s}{Basal\ Real} \cdot Basal\ NEC \quad (3.80)$$

**Tabla 91**

*Verificación de cortante basal, definidos por normativas*

Basal X Real ton	Basal Y Real ton	Basal X NEC ton	Basal Y NEC ton	¿Alcanza Basal? Sí / No	$C_{S_x}$ g	$C_{S_y}$ g
9.87	9.87	11.01	11.01	No No	0.1339	0.1339

Ahora, verificaremos si la asunción de irregularidad en planta y en elevación fueron correctos. La NEC establece para primer caso la irregularidad torsional que la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura es menor que 1.2 veces la deriva promedio de los extremos. Con el software como lo muestra la Tabla 90 verificamos que un valor si excede el 1.2 por lo cual el valor de este caso es de 0.9.

**Tabla 92**

*Verificación de valores, caso irregularidad*

File Edit Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Story Max Over Avg Drifts									
Filter: ([Output Case] = 'Sismo X' OR [Output Case] = 'Sismo Y')									
	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Direction	Max Drift m	Avg Drift m	Ratio
▶	Cubierta	Sismo X	LinStatic			X	0,013827	0,011172	1,238
	Cubierta	Sismo Y	LinStatic			Y	0,011384	0,010744	1,06
	Piso 1	Sismo X	LinStatic			X	0,021897	0,019087	1,147
	Piso 1	Sismo Y	LinStatic			Y	0,019831	0,018958	1,046

Por otro lado, para verificar la regularidad en elevación llamado piso flexible. La NEC indica que la rigidez lateral de un piso inferior debe ser mayor al 70% de la rigidez lateral del piso superior a este. Por lo tanto, según los datos obtenidos en la Tabla 93 se verificó que, si cumple con lo estipulado por normativa, por lo cual el valor de 1 queda igual.

**Tabla 93**

*Verificación de irregularidades, definidas por normativa*

Irregularidad Torsional			Piso Flexible				Condición
Story	Output Case	Ratio	Story	Output Case	Stiff X ton/m	Stiff Y ton/m	
<b>Cubierta</b>	Sismo X	1.24	<b>Cubierta</b>	Sismo X	480.98	0	Regular
<b>Cubierta</b>	Sismo Y	1.06	<b>Piso 1</b>	Sismo X	516.96	0	
<b>Piso 1</b>	Sismo X	1.15	<b>Cubierta</b>	Sismo Y	0	500.16	Regular
<b>Piso 1</b>	Sismo Y	1.05	<b>Piso 1</b>	Sismo Y	0	520.48	

Al cambiar el valor de irregularidad a 0.9 se debe de recalculer el valor de  $C_s$ , por ello hay que repetir el proceso de revisar los periodos y cortante basal como se realizó en pasos anteriores.



**Tabla 94***Ajuste de periodo, definido por normativa*

<b>T (aprox)</b>		
<b>seg</b>	<b>C<sub>s</sub> (g)</b>	<b>k</b>
<b>0.324</b>	0.1200	1

**Tabla 95***Corrección de periodo real*

<b>T<sub>x</sub> Real seg</b>	<b>T<sub>y</sub> Real seg</b>	<b>1.3 · T seg</b>	<b>T<sub>x</sub> Adoptado seg</b>	<b>T<sub>y</sub> Adoptado seg</b>	<b>Nuevo C<sub>s</sub><sub>x</sub> g</b>	<b>Nuevo C<sub>s</sub><sub>y</sub> g</b>
0.935	0.915	0.421	0.421	0.421	0.1200	0.1200

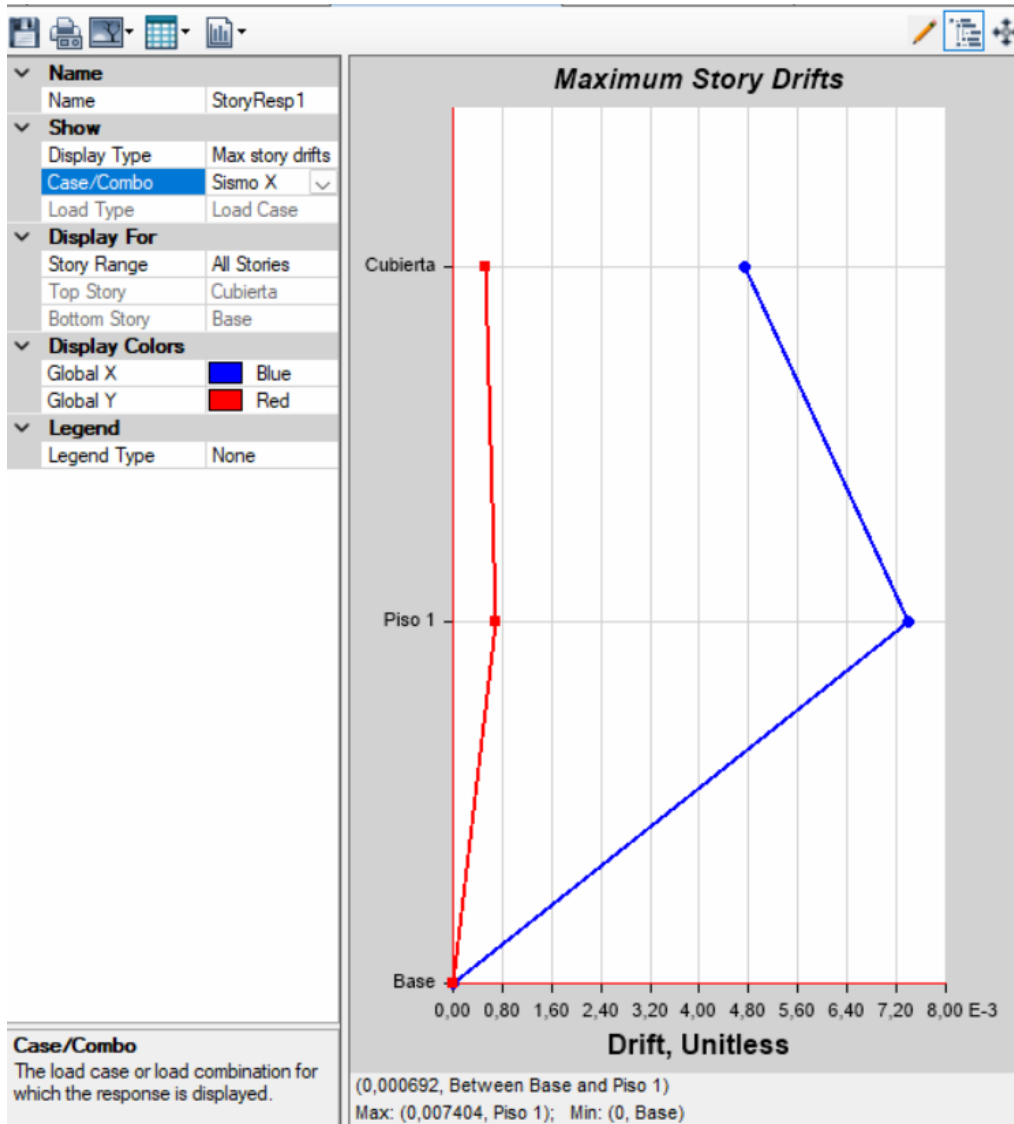
**Tabla 96***Corrección de cortante basal*

<b>Basal X Real ton</b>	<b>Basal Y Real ton</b>	<b>Basal X NEC ton</b>	<b>Basal Y NEC ton</b>	<b>¿Alcanza Basal? Sí / No</b>	<b>C<sub>s</sub><sub>x</sub> g</b>	<b>C<sub>s</sub><sub>y</sub> g</b>
10.96	10.96	11.01	11.01	No No	0.1205	0.1205

Una vez modificado los coeficientes de irregularidad, el siguiente paso es verificar que cumplan con los requisitos de derivas permisibles y el índice de estabilidad. En la Ilustración 104 indica que la deriva inelástica debe ser menor a 0.02 para estructuras metálicas. Hallaremos la deriva en cada sentido y verificaremos si la deriva máxima cumple esa condición, todas las demás deben de cumplir.

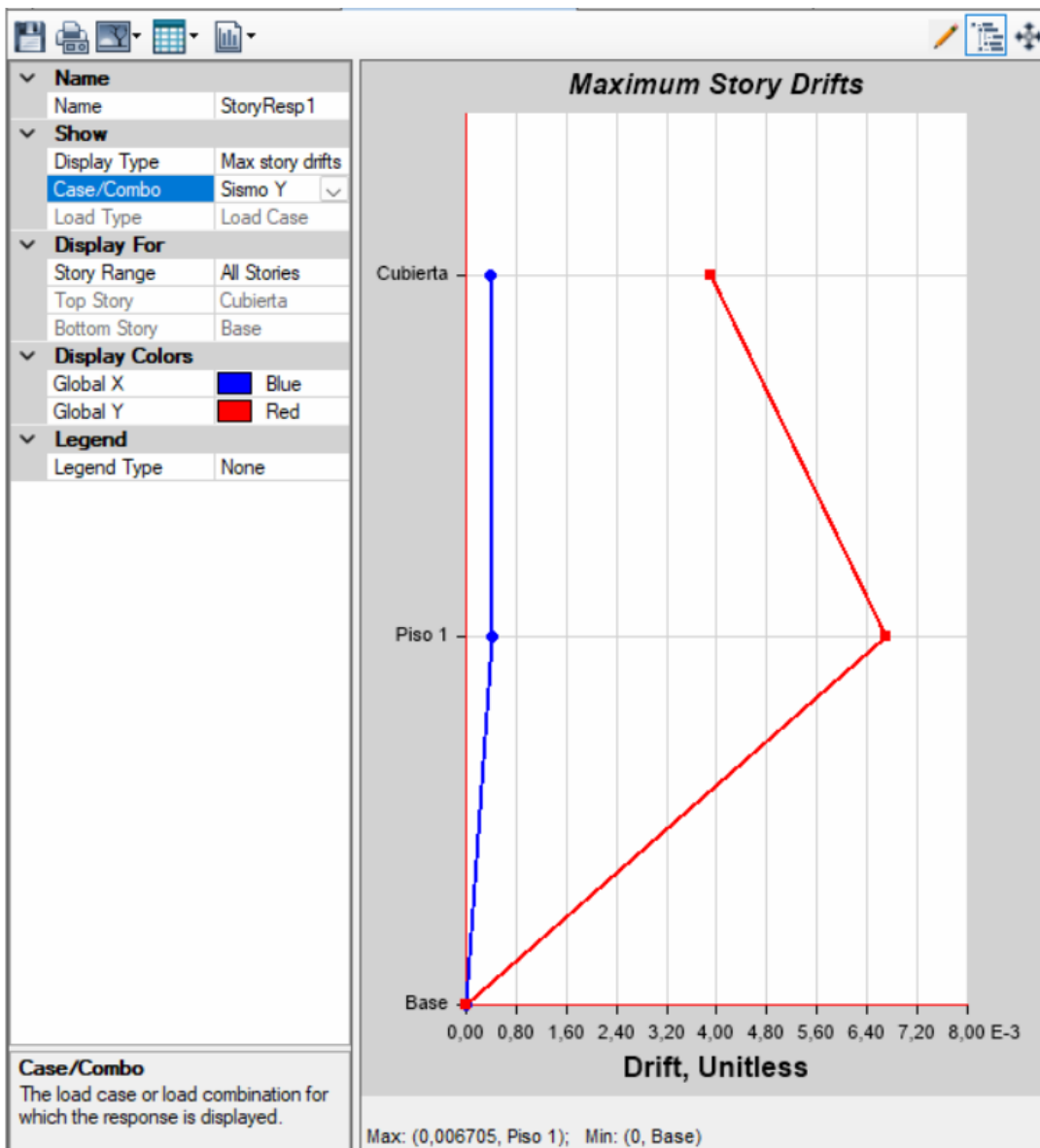
### Ilustración 104

Deriva máxima de la estructura, eje x



### Ilustración 105

Deriva máxima de la estructura, eje Y

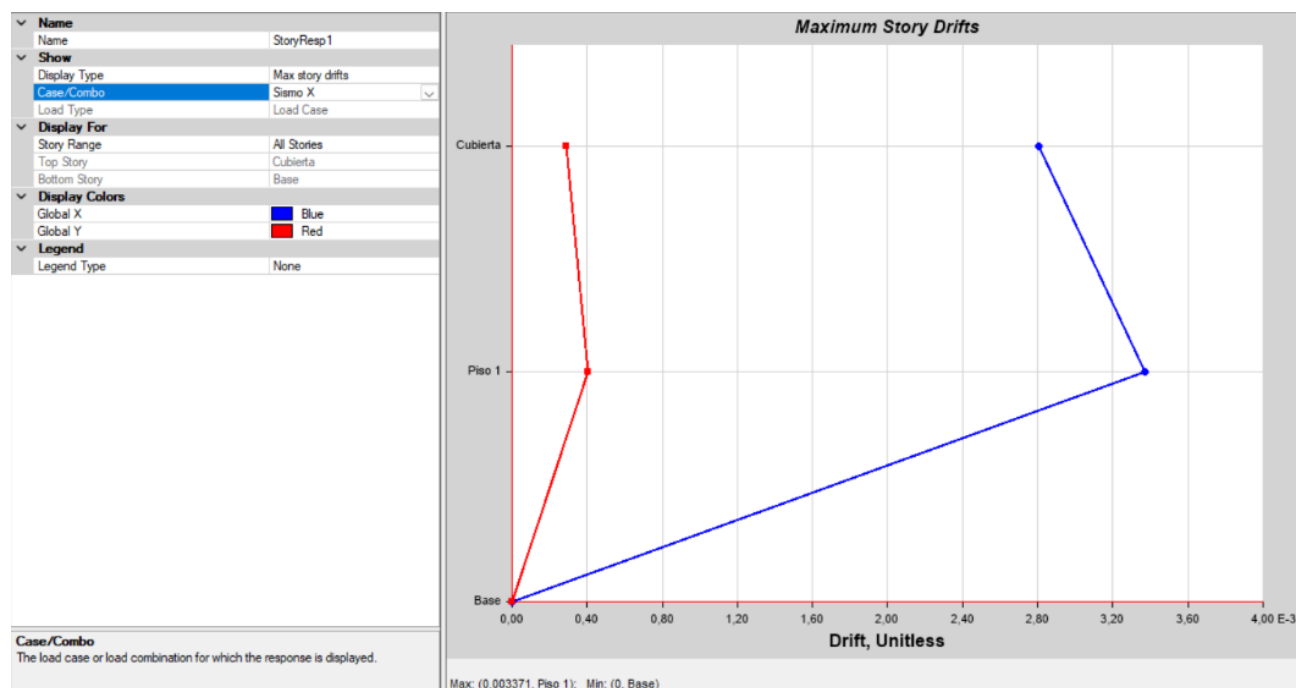


Con la Ecuación 3.18 de la sección anterior se verifica que la estructura cumple con la deriva permisible.

**Tabla 97***Verificación de derivas de la estructura*

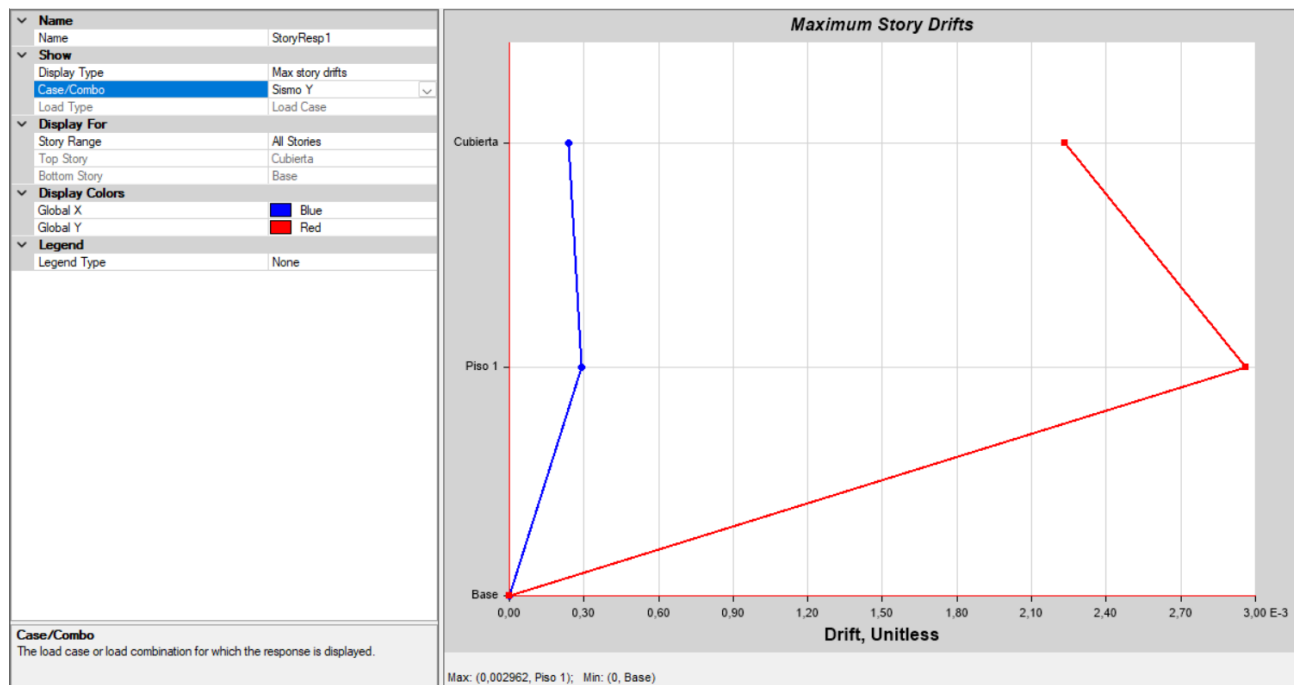
Deriva			
Sismo	Elástica	Inelástica	$\Delta < 0.02$
X	0.007404	0.0444	No
Y	0.006705	0.0402	No

Al verificar que las derivas máximas no cumplen con los límites de la deriva permisible estipulada en NEC-SE-DS, podemos determinar que se necesita aumentar la rigidez de la estructura por lo tanto se opta aumentar el perfil de las columnas. La sección escogida ahora es un perfil cuadrado de 200X200X4 mm. Se vuelve a realizar las verificaciones antes mostradas ahora con el nuevo perfil, chequeando las derivas máximas que tendrá la estructura con el cambio.

**Ilustración 106***Deriva máxima en x del perfil seleccionado*

### Ilustración 107

Deriva máxima en y del perfil seleccionado



**Tabla 98**

Verificación de derivas de la estructura, perfil seleccionado

Deriva			
Sismo	Elástica	Inelástica	$\Delta < 0.02$
X	0.003371	0.0200	Si
Y	0.002962	0.0180	Sí

Por último, verificamos el índice de estabilidad con la Ecuación 2.6 donde establece que este índice debe ser menor a 0.30. Los datos como las fuerzas axiales, cortantes y desplazamientos fueron obtenidos del software como se muestra en la Ilustración 108, Ilustración 109 e Ilustración 110, quedando los resultados en la Tabla 97.

**Ilustración 108***Fuerzas axiales de la estructura*

File Edit Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None										Story Forces
Filter: ([Output Case] = 'Cubierta' OR [Output Case] = 'Dead' OR [Output Case] = 'Live' OR [Output Case] = 'Sismo X' OR [Output Case] = 'Sismo Y') AND ([Location] = 'Bottom')										
	Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m
	Cubierta	Dead	LinStatic			Bottom	34,8966	0	0	0
	Cubierta	Live	LinStatic			Bottom	0	0	0	0
▶	Cubierta	Cubierta	LinStatic			Bottom	7,6857	0	0	0
	Cubierta	Sismo X	LinStatic			Bottom	0	-5,9887	0	46,3124
	Cubierta	Sismo Y	LinStatic			Bottom	0	0	-5,9887	-26,2401
	Piso 1	Dead	LinStatic			Bottom	92,1066	0	0	0
	Piso 1	Live	LinStatic			Bottom	19,8388	0	0	0
	Piso 1	Cubierta	LinStatic			Bottom	7,6857	0	0	0
	Piso 1	Sismo X	LinStatic			Bottom	0	-11,0035	0	81,7669
	Piso 1	Sismo Y	LinStatic			Bottom	0	0	-11,0035	-47,0518

**Ilustración 109***Fuerzas cortantes de la estructura*

File Edit Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None										Diaphragm Center Of Mass Displacements
Filter: ([Output Case] = 'Sismo X')										
	Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	
▶	Cubierta	Diafragma 2	Sismo X	LinStatic	0,016058	-9E-06	-0,000555	1	3,9565	
	Piso 1	Diafragma	Sismo X	LinStatic	0,009807	-7,2E-05	-0,000348	2	4,1501	

**Ilustración 110***Desplazamientos de la estructura*

File Edit Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None										Diaphragm Center Of Mass Displacements
Filter: ([Output Case] = 'Sismo Y')										
	Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m
▶	Cubierta	Diafragma 2	Sismo Y	LinStatic	-0,000106	0,01525	0,000258	1	3,9565	7,0989
	Piso 1	Diafragma	Sismo Y	LinStatic	-6,5E-05	0,009462	0,000167	2	4,1501	7,07

**Tabla 99***Verificación del índice de estabilidad*

Índice de Estabilidad										
Story	P [ton]			$V_x$	$V_y$	Desplaz. X	Desplaz. Y	Altura	$Q_t \leq 0.30$	
	Dead	Live	Cubierta	[ton]	[ton]	[m]	[m]	[m]	X	Y
Cubierta	34.90	0	7.69	5,99	5,99	0,016	0.015	3.25	0.035	0.033
Piso 1	92.11	19.84	7.69	11.00	11.00	0.0098	0.0095	3.3	0.032	0.031

Finalizada la revisión se procede al diseño de los elementos estructurales.

### 3.3.4. Diseño final de los elementos

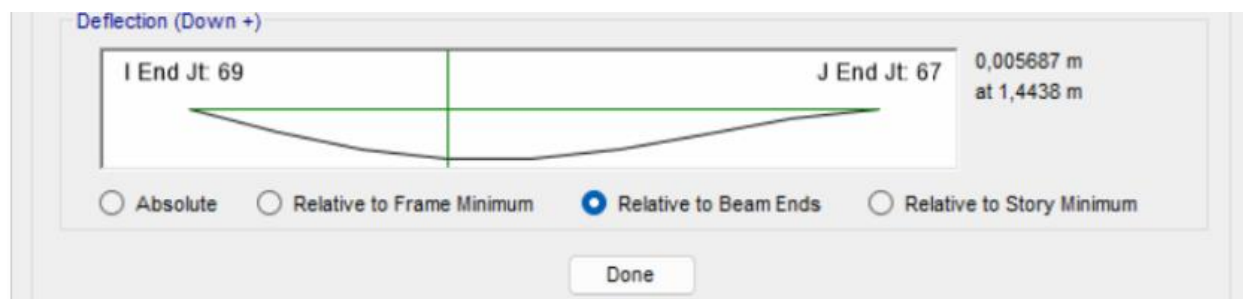
**3.3.4.1. Diseño de vigas.** Primero, realizaremos un análisis de las deflexiones de las vigas principales y secundarias más demandadas. Se muestran los diagramas de cortante, momentos flectores y de deflexiones de las vigas.

#### IPE 180

La deflexión máxima permisible será de  $L/240$  para entrepisos y con la condición de Carga Permanente más Carga Viva, según la Tabla 24.2.2 del capítulo 24 del ACI 318S-14. Se analizará la viga secundaria que se encuentra en el Eje 2 Sección B-C. El software nos muestra en la Ilustración 111 que la viga tendrá una deflexión real de 5.68 mm.

#### Ilustración 111

*Deflexión máxima, viga ubicada en el Eje 2 Sección B-C*



$$L_2 = 3.85 \text{ m}$$

$$\Delta_{real} = 5.68 \text{ mm}$$

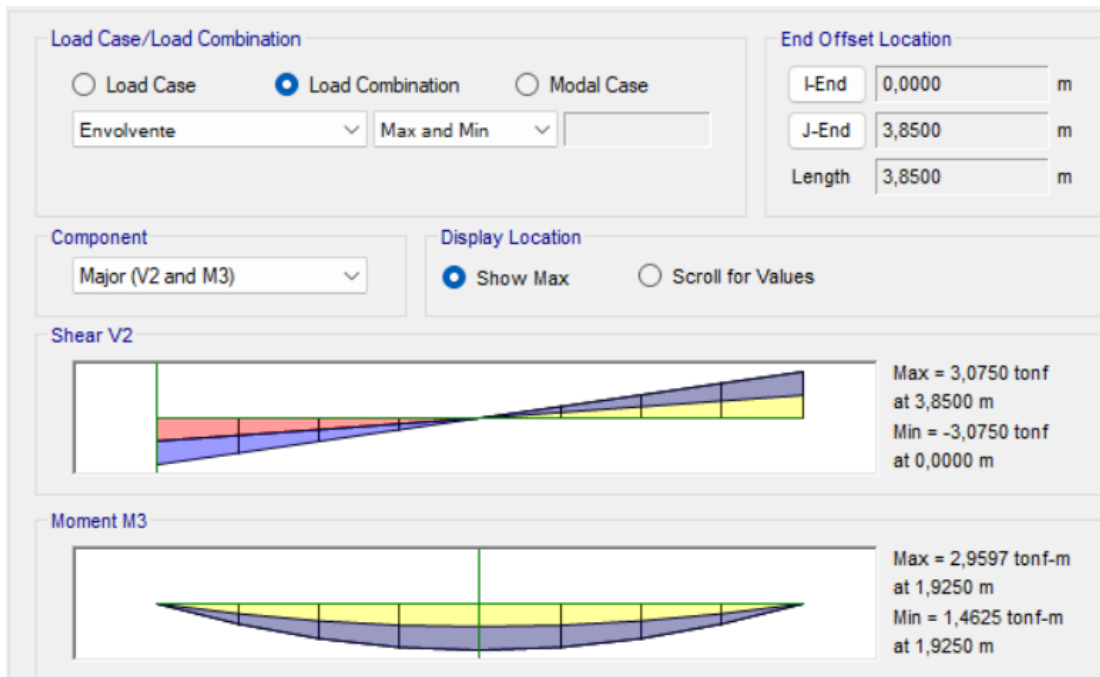
$$\Delta_{perm} = \frac{L}{240} = 16.04 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} > \Delta_{real} \therefore \text{Cumple}$$

Ahora, con el prediseño de la viga secundaria de perfil IPE 180 se realiza el diseño definitivo con la viga crítica con las cargas más demandantes como lo muestra en la Tabla 100.

### Ilustración 112

Casos de carga de viga crítica, ubicada en el eje 2 A-B





**Tabla 100**

Máximas demandas de la viga crítica, ubicada en el eje 2 A-B

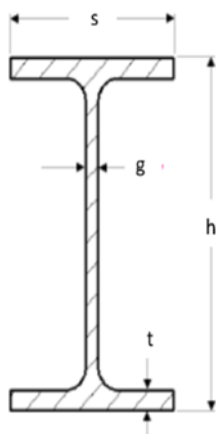
Demandas		
$M_u$	2.96	ton · m
$V_u$	3.07	ton

En la TABLA 101 se muestra las propiedades del perfil seleccionado IPE 180 en el prediseño.

**Tabla 101**

Propiedades de la viga crítica, ubicada en el eje 2 A-B

Propiedades		Unidad
<b>h</b>	180	mm
<b>g</b>	5.3	mm
<b>t</b>	8	mm
<b>s</b>	91	mm
<b>Ag</b>	23.9	cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>x</sub></b>	1320	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>y</sub></b>	101	cm <sup>4</sup>
<b>S<sub>x</sub></b>	146	cm <sup>3</sup>
<b>S<sub>y</sub></b>	22.2	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>x</sub></b>	7.42	cm
<b>Z<sub>x</sub></b>	166	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>y</sub></b>	2.05	cm
<b>Z<sub>y</sub></b>	34.6	cm <sup>3</sup>



### *Diseño a flexión*

Las vigas sometidas a flexión, como la que se analiza en este caso, presentan tres estados límite principales definidos en la AISC:

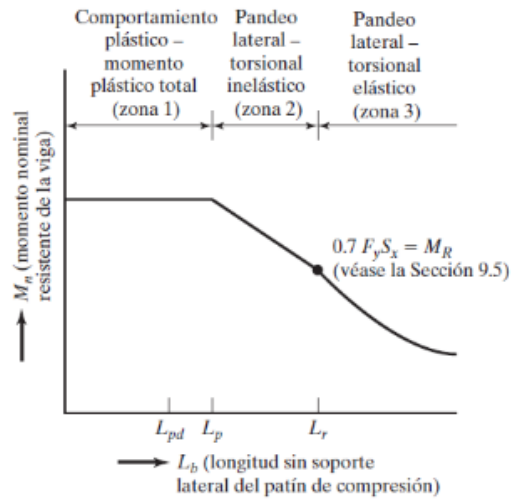
- Fluencia, estado límite se refiere a la pérdida gradual de la capacidad resistente del material de la viga debido a la aplicación sostenida de cargas.
- Pandeo torsional lateral, este estado límite se caracteriza por el pandeo de la viga en su propio plano, es decir, se deforma lateralmente y pierde su estabilidad.
- Pandeo local, estado límite se refiere al pandeo de elementos individuales de la sección transversal de la viga, como las alas o el alma.

La norma AISC 360-10 para el diseño de estructuras de acero coincide en que los estados límite principales para vigas a flexión son la fluencia y el pandeo torsional lateral. La compactes del ala y el alma implica que sus dimensiones son lo suficientemente robustas como para resistir las cargas sin pandeo local. Sin embargo, la norma también enfatiza la importancia de los arriostramientos para prevenir el pandeo torsional lateral, especialmente en vigas con luces largas o almas delgadas.

Lo siguiente es determinar los límites de longitud no arriostrado, calcular en qué zona está y cuál será su comportamiento según la sección F1.1 del manual AISC, de ello podemos obtener la Ilustración 113. Entonces calcularemos las longitudes críticas como la longitud de pandeo ( $L_b$ ), longitud de pandeo plástico ( $L_p$ ) y longitud de pandeo elástico ( $L_r$ ) como lo disponen las Ecuaciones 3.81 y 3.82.

### Ilustración 113

Comportamiento de vigas a flexión en función de su longitud sin arriostrar



Nota. Gráfico obtenido de la sección F1.1 de la normativa AISC 360-10

Ahora calculamos las longitudes de

$$L_b = 3.85 \text{ m}$$

$c = 1$ , Para perfiles con doble simetría

$$L_p = 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.02 \text{ m} \quad (3.81)$$

$$J = \frac{(h \cdot 2 \cdot t) \cdot g^3 + s \cdot t^3 + s \cdot t^3}{3} = 3.92 \text{ cm}^4$$

$$rts = \frac{I_y \cdot (h - t)}{2 \cdot S_x} = 2.44 \text{ cm}$$

$$L_r = 1.95 \cdot rts \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h-t)} + \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h-t)}^2 + \sqrt{6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}} \quad (3.82)$$

$$L_r = 3.59 \text{ m}$$

Según los límites de Longitud No Arriostrado la viga estaría en la sección 3 donde tendría un comportamiento Elástico y se Pandeará de forma lateral y torsional. La compacidad sísmica de la sección transversal indica que la viga tiene suficiente resistencia para soportar las cargas sin presentar pandeo. Por otro lado, debido a que la viga secundaria está conectada a la losa de compresión de la placa colaborante este tendrá un comportamiento de fluencia. Por lo que el momento nominal será el total que el perfil puede alcanzar. A partir de estas dos premisas, podemos inferir con alta probabilidad que el modo de falla predominante para esta viga será la fluencia. Entonces, verificamos su momento por fluencia.

$$M_p = S_x \cdot f_y = 4.20 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n = \phi M_p = 3.78 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n > M_u \quad \therefore \text{Cumple}$$

### ***Diseño por cortante***

Para calcular la resistencia al cortante se usa la Ecuación 3.83 que está definida en la sección G2-1 del AISC y donde dependiendo del valor de  $h/t_w$ , los valores de la constante  $C_v$

variarán. En este caso para elementos I si  $h/t_w$  es menor que  $2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$  el valor de la constante es

$$C_v = 1.$$

$$V_n = 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v \quad (3.83)$$

$$2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 63.58$$

$$h/t_w = 22.5$$

$$h/t_w < 2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Como  $h/t_w$  es menor entonces:

$$C_v = 1$$

$$\phi_v = 1 \quad \text{Para LRFD}$$

$$A_w = g \cdot h = 1.75 \text{ in}^2$$

$$V_n = 14.49 \text{ ton}$$

$$V_u < V_n \quad \therefore \text{Cumple}$$

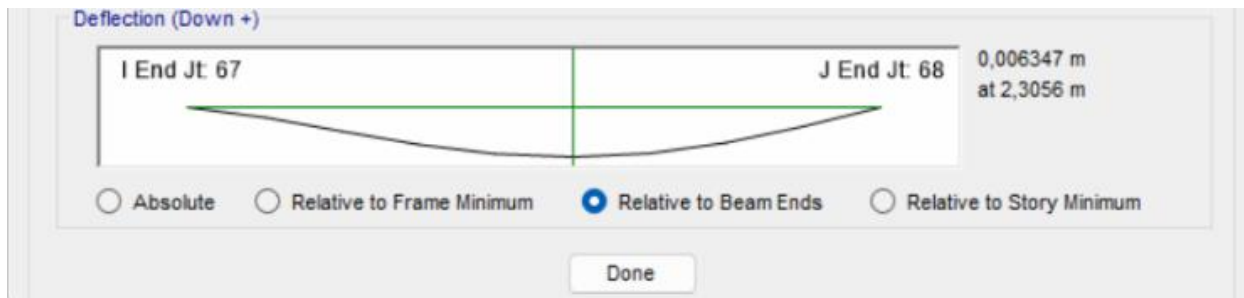
## IPE 200

La deflexión máxima permisible como en el diseño anterior será de  $L/240$  para entrepisos sometida a la combinación de carga D+L, según la Tabla 24.2.2 del capítulo 24 del ACI 318S-14.

Se analizará la viga secundaria que se encuentra apoyada entre las vigas 2-3 B y 2-3 C. El software nos muestra en la Ilustración 114 que la viga tendrá una deflexión real de 6.35 mm

### Ilustración 114

*Deflexión de viga, IPE 200 apoyada entre las vigas 2-3 B y 2-3 C*



$$L_2 = 4.15 \text{ m}$$

$$\Delta_{real} = 6.35 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} = \frac{L}{240} = 17.29 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} > \Delta_{real} \therefore \text{Cumple}$$

Ahora, con el prediseño de la viga secundaria de perfil IPE 200 se realiza el diseño definitivo con la viga crítica con las cargas más demandantes como lo muestra en la Tabla 102.

**Tabla 102**

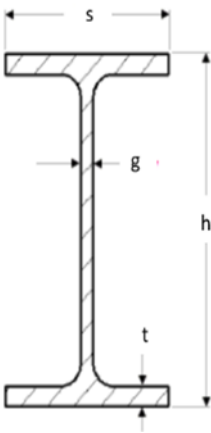
*Cargas más demandantes, IPE 200 apoyada entre las vigas 2-3 B y 2-3 C*

	Demandas	
$M_u$	3.40	ton · m
$V_u$	3.32	ton

En la Tabla 103 se muestra las propiedades del perfil seleccionado IPE 200 en el prediseño.

**Tabla 103**  
*Dimensiones y propiedades del perfil IPE 200*

Propiedades		Unidad
<b>h</b>	200	mm
<b>g</b>	5.6	mm
<b>t</b>	8.5	mm
<b>s</b>	100	mm
<b>Ag</b>	28.5	cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>x</sub></b>	1940	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>y</sub></b>	142	cm <sup>4</sup>
<b>S<sub>x</sub></b>	194	cm <sup>3</sup>
<b>S<sub>y</sub></b>	28.5	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>x</sub></b>	8.26	cm
<b>Z<sub>x</sub></b>	221	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>y</sub></b>	2.24	cm
<b>Z<sub>y</sub></b>	44.6	cm <sup>3</sup>



### *Diseño a flexión*

Lo siguiente es determinar los límites de longitud no arriostrado, calcular en qué zona está y cuál será su comportamiento. Entonces calcularemos las longitudes críticas como la longitud de pandeo ( $L_b$ ), longitud de pandeo plástico ( $L_p$ ) y longitud de pandeo elástico ( $L_r$ ).

$$L_b = 4.15 \text{ m}$$

$c = 1$ , Para perfiles con doble simetría

$$L_p = 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.11 \text{ m}$$

$$J = \frac{(h \cdot 2 \cdot t) \cdot g^3 + s \cdot t^3 + s \cdot t^3}{3} = 5.17 \text{ cm}^4$$

$$rts = \frac{I_y \cdot (h - t)}{2 \cdot S_x} = 2.65 \text{ cm}$$

$$L_r = 0.95 \cdot rts \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h - t)} + \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h - t)}^2 + \sqrt{6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}}$$

$$L_r = 3.78 \text{ m}$$

Según los límites de Longitud No Arriostrado la viga estaría en la sección 3 donde tendría un comportamiento Elástico y se Pandeará de forma lateral y torsional. Se encuentra en la misma condición que el perfil anterior analizado IPE 180, por lo que el momento nominal será el total que el perfil puede alcanzar. A partir de estas dos premisas, podemos inferir con alta probabilidad que el modo de falla predominante para esta viga será la fluencia. Entonces, verificamos su momento por fluencia.

$$M_p = S_x \cdot f_y = 5.59 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n = \phi M_p = 5.03 \text{ ton} \cdot \text{m}$$



$$\phi M_n > M_u \quad \therefore \text{Cumple}$$

### ***Diseño por cortante***

Para calcular la resistencia al cortante, donde dependiendo del valor de  $h/t_w$ , los valores de la constante  $C_v$  variarán. En este caso para elementos I si  $h/t_w$  es menor que  $2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$  el valor de la constante es  $C_v = 1$ .

$$V_n = 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 63.58$$

$$h/t_w = 23.53$$

$$h/t_w < 2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Como  $h/t_w$  es menor entonces:

$$C_v = 1$$

$$\phi_v = 1 \quad \text{Para LRFD}$$

$$A_w = g \cdot h = 1.74 \text{ in}^2$$

$$V_n = 17.01 \text{ ton}$$

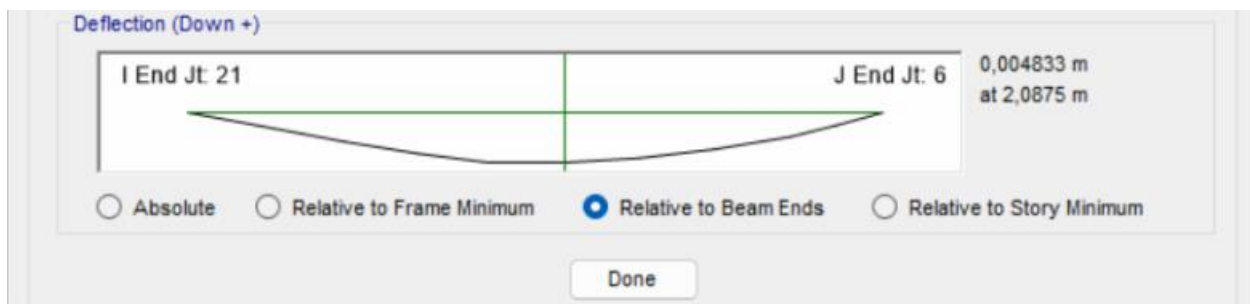
$$V_u < V_n \quad \therefore \text{Cumple}$$

## IPE 300

La deflexión máxima permisible como en el diseño anterior será de  $L/240$  para entrepisos sometida a la combinación de carga  $D+L$ , según la Tabla 24.2.2 del capítulo 24 del ACI 318S-14. Se analizará la viga secundaria que se encuentra en el eje 2-3 B. El software nos muestra en la Ilustración 115 que la viga tendrá una deflexión real de 4.83 mm

### Ilustración 115

*Deflexión de viga, IPE 300 ubicada en el eje 2-3 B*



$$L_2 = 5.10 \text{ m}$$

$$\Delta_{real} = 4.83 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} = \frac{L}{240} = 21.25 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} > \Delta_{real} \therefore \text{Cumple}$$

Ahora, con el prediseño de la viga secundaria de perfil IPE 200 se realiza el diseño definitivo con la viga crítica con las cargas más demandantes como lo muestra en la Tabla 104.

**Tabla 104**

*Cargas más demandantes, IPE 300 ubicada en el eje 2-3 B*

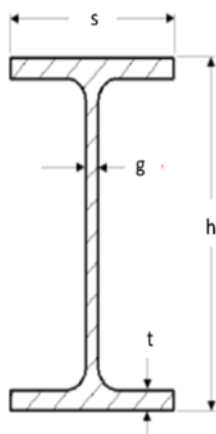
Demandas		
$M_u$	6.09	ton · m
$V_u$	4.90	ton

En la Tabla 105 se muestra las propiedades del perfil seleccionado IPE 300 en el prediseño.

**Tabla 105**

*Dimensiones y propiedades del perfil IPE 300*

Propiedades		Unidad
<b>h</b>	300	mm
<b>g</b>	7.10	mm
<b>t</b>	10.7	mm
<b>s</b>	150	mm
<b>Ag</b>	53.80	cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>x</sub></b>	8356	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>y</sub></b>	604	cm <sup>4</sup>
<b>S<sub>x</sub></b>	557	cm <sup>3</sup>
<b>S<sub>y</sub></b>	80.5	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>x</sub></b>	12.5	cm
<b>Z<sub>x</sub></b>	628	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>y</sub></b>	3.35	cm
<b>Z<sub>y</sub></b>	125	cm <sup>3</sup>



### ***Diseño a flexión***

Lo siguiente es determinar los límites de longitud no arriostrado, calcular en qué zona está y cuál será su comportamiento. Entonces calcularemos las longitudes críticas como la longitud de pandeo ( $L_b$ ), longitud de pandeo plástico ( $L_p$ ) y longitud de pandeo elástico ( $L_r$ ).

$$L_b = 5.10 \text{ m}$$

$c = 1$ , Para perfiles con doble simetría

$$L_p = 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.67 \text{ m}$$

$$J = \frac{(h \cdot 2 \cdot t) \cdot g^3 + s \cdot t^3 + s \cdot t^3}{3} = 15.57 \text{ cm}^4$$

$$rts = \frac{I_y \cdot (h - t)}{2 \cdot S_x} = 3.96 \text{ cm}$$

$$L_r = 1.95 \cdot rts \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h - t)} + \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h - t)}^2 + \sqrt{6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}}$$

$$L_r = 5.2 \text{ m}$$

Según los límites de Longitud No Arriostrado la viga estaría en la sección 2 de pandeo lateral torsional inelástico. Entonces, verificamos su momento por fluencia.

$$M_p = Z_x \cdot f_y = 15.89 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n = \phi M_p = 14.31 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n > M_u \quad \therefore \text{Cumple}$$

Ahora, verificamos la zona 2 de pandeo lateral. Para ello vamos a calcular el momento nominal  $M_n$  requerido con la Ecuación TT, donde  $M_A$  es el máximo momento flector que se

produce en la viga a una distancia igual a un cuarto de su longitud total desde un apoyo,  $M_B$  es máximo momento flector en el punto medio de la viga, y  $M_C$  el máximo momento flector a una distancia igual a tres cuartos de la longitud total de la viga desde un apoyo. Por otro lado, el momento último  $M_u$  de la viga será el momento máximo  $M_{max}$  que tendrá y el factor  $C_b$  se utiliza para considerar la influencia de la distribución de momentos flectores en la capacidad de flexión de la sección

$$C_b = \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.25 M_{max} + 3M_A + 3M_B + 3M_C}$$

$$C_b = 1.32$$

$$M_n = C_b(M_p - (M_p - 0.7 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_b - L_p}\right))$$

$$M_n = 9.151 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_n > M_u \quad \therefore \text{Cumple}$$

Entonces, la viga IPE 300 soporta las cargas impuestas y cumple el diseño por flexión.

### ***Diseño por cortante***

Para calcular la resistencia al cortante, donde dependiendo del valor de  $h/t_w$ , los valores de la constante  $C_v$  variarán. En este caso para elementos I si  $h/t_w$  es menor que  $2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$  el valor de la constante es  $C_v = 1$ .

$$V_n = 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v$$

$$2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 63.58$$

$$h/t_w = 28.037$$

$$h/t_w < 2.24 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Como  $h/t_w$  es menor entonces:

$$C_v = 1$$

$$\phi_v = 1 \quad \text{Para LFRD}$$

$$A_w = g \cdot h = 3.30 \text{ in}^2$$

$$V_n = 32.35 \text{ ton}$$

$$V_u < V_n \quad \therefore \text{Cumple}$$

**3.3.4.2. Diseño de columnas.** En el predimensionamiento de la columna se seleccionó un perfil cuadrado de 150x150x4 mm, sin embargo, en el análisis estático lineal se constató que este perfil no cumplía con la condición de derivas por lo cual se aumentó las dimensiones y eligió un perfil de 200x200x4 mm que cumplen con la condición antes expuesta y tiene las siguientes propiedades:

**Tabla 106**

*Dimensiones y propiedades del perfil cuadrado 200x200x4 mm*

Propiedades		Unidad
<b>h</b>	200	mm

<b>g</b>	4	mm
<b>t</b>	4	mm
<b>s</b>	200	mm
<b>Ag</b>	31,36	cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>x</sub></b>	2008.71	cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>y</sub></b>	2008.71	cm <sup>4</sup>
<b>S<sub>x</sub></b>	200.87	cm <sup>3</sup>
<b>Z<sub>x</sub></b>	230.53	cm <sup>3</sup>
<b>Z<sub>y</sub></b>	230.53	cm <sup>3</sup>
<b>R<sub>y</sub></b>	2.05	cm
<b>E</b>	29000	ksi
<b>R<sub>y</sub></b>	36	ksi

Ahora, definimos el momento de primer orden con ayuda del software estructural, donde se analizó la columna más solicitada que se encuentra ubicada en el eje 6-B someténdola a combinación de carga viva y permanente.

### Ilustración 116

*Demanda por combinación de carga D+L de columna crítica, ubicada en el eje 6-B*

File Edit Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted Hidden Columns: Yes Sort: None									
Filter: ([Column] = 'C9') AND ([Unique Name] = '9') AND ([Output Case] = 'DStID2')									
Element Forces - Columns									
	Story	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Station m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
▶	Piso 1	C9	9	DStID2	Combination	0	-18,4585	-0,2421	-0,052
	Piso 1	C9	9	DStID2	Combination	1,5	-18,4216	0,1587	0,0061
	Piso 1	C9	9	DStID2	Combination	3	-18,3847	0,5595	0,0642

$$P_{nt} = 18.46 \text{ ton}$$

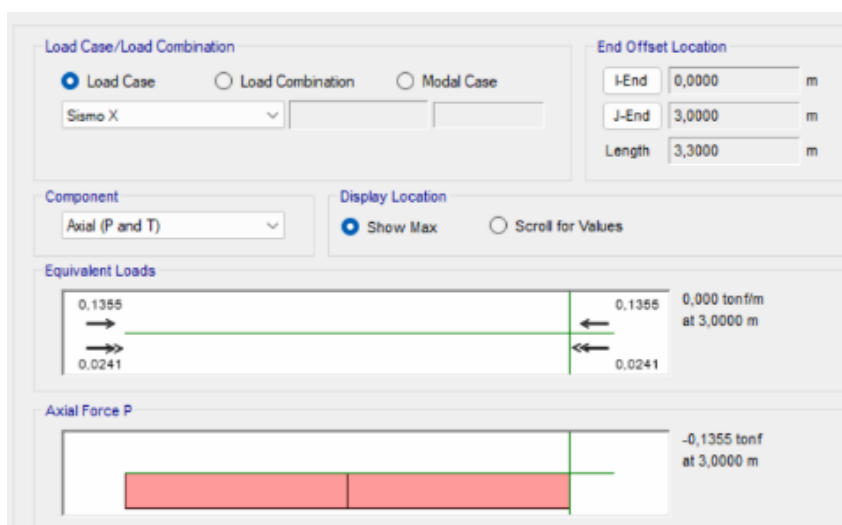
$$M_{ntx} = 0.56 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{nty} = 0.064 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Los momentos de segundo orden se los define sometiendo a la columna analizada a casos de carga en Sismo X y Sismo Y. Además, se establece las deflexiones que las columnas tendrán cuando se aplican sobre ella las cargas mencionadas, como lo muestra la Ilustración 117 e Ilustración 118.

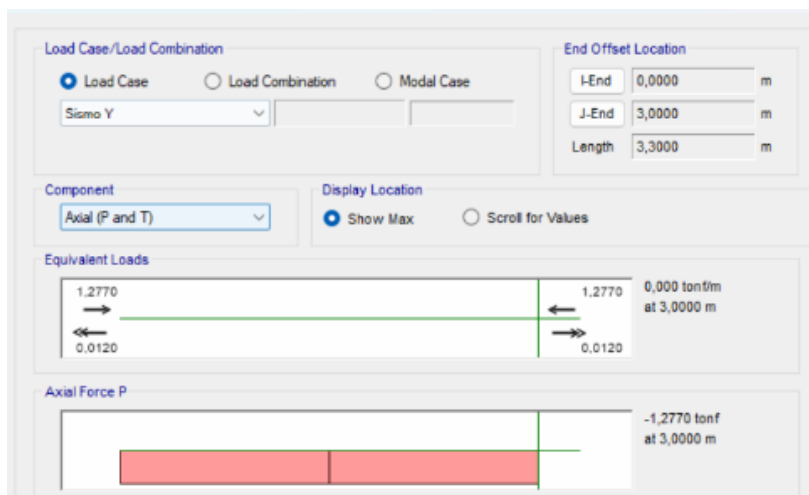
### Ilustración 117

*Fuerza resultante en caso de carga Sismo X, columna ubicada en el eje 3-B*



### Ilustración 118

*Fuerza resultante en caso de carga Sismo Y, columna ubicada en el eje 3-B*





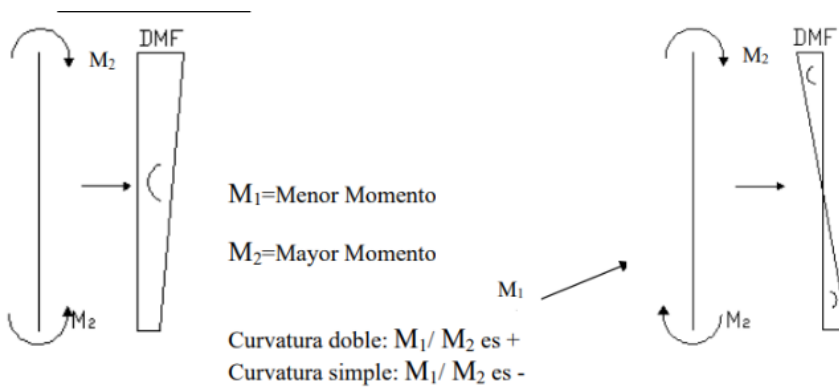
$$\begin{array}{l} \Delta_x = 0.113 \text{ m} \\ P_{ltx} = 0.14 \text{ ton} \\ M_{ltx} = P_{ltx} * \Delta_x = 0.00153 \text{ ton} \cdot \text{m} \end{array} \quad \begin{array}{l} \Delta_y = 0.106 \text{ m} \\ P_{lty} = 1.28 \text{ ton} \\ M_{lty} = P_{lty} * \Delta_y = 0.01 \text{ ton} \cdot \text{m} \end{array}$$

$$P_{lt} = \max(P_{ltx}, P_{lty}) = 1.28 \text{ ton}$$

Se establece el factor de modificación de momento  $C_m$ , que es un coeficiente basado en análisis elástico de primer orden, donde se supone que el material del elemento estructural se comporta de manera lineal y elástica, asumiendo que no hay desplazamiento lateral.

### Ilustración 119

*Representación de curvatura de una columna sometida a momentos flectores*



En el análisis de columnas, la relación  $M_1/M_2$ , donde  $M_1$  representa el momento flector menor y  $M_2$  el momento flector mayor, ofrece datos valiosos sobre la curvatura de la columna y su respuesta ante la carga como nos muestra la Ilustración 119.

La columna evaluada presenta una curvatura simple, caracterizada por una deflexión en una única dirección a lo largo de su longitud. Esta deflexión puede deberse a cargas excéntricas, soportes desiguales o una combinación de ambos factores.

Entonces, para poder obtener el valor de  $C_m$  debemos de definir el signo de la relación  $M_{ntx}/M_{ntx}$  en este caso al ser curvatura simple este va a ser negativo.

$$C_m = 0.6 - 0.4\left(-\frac{M_{ntx}}{M_{ntx}}\right)$$

Definimos la deriva de entrepiso  $\Delta_{x,y}$  como lo muestra la ilustración 120, la carga axial factorada de todas las columnas de un entrepiso  $P_{piso}$  y las cortantes de piso  $V_{x,y}$ .

### Ilustración 120

*Desplazamiento de entrepiso, columna crítica sometida a carga axial*

Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX mm	UY mm	RZ rad	Point	X mm	Y mm
▶ Cubierta	Diafragma 2	Sismo X	LinStatic	17,053	-0,011	-0,000556	1	3954,47	7060,82
Cubierta	Diafragma 2	Sismo Y	LinStatic	-0,099	15,935	0,00027	1	3954,47	7060,82
Piso 1	Diafragma	Sismo X	LinStatic	9,489	-0,069	-0,000327	2	4154,05	7044,87
Piso 1	Diafragma	Sismo Y	LinStatic	-0,059	9,149	0,000183	2	4154,05	7044,87

$$\Delta_x = 9.489 \text{ mm}, \Delta_y = 9.149 \text{ mm}$$

$$V_x = 8.86 \text{ ton}, V_y = 8.68 \text{ ton}$$

$$P_{piso} = 120.789 \text{ ton}$$

El índice de deriva se calcula como la relación entre las derivas de entrepiso y la longitud  $L$  de la columna.

$$\frac{\Delta_x}{L} = \frac{9,489}{3550} = 0.0027$$

$$\frac{\Delta_y}{L} = \frac{9,149}{3550} = 0.0026$$

### ***Cálculo de la relación de la resistencia nominal y requerida***

Para calcular la resistencia requerida a la compresión  $P_r$ , de la Ecuación 3.84 debemos de definir el factor de amplificación  $\beta_2$  que considera el efecto P- $\Delta$ , en un principio vamos a asumir que este factor es igual a 1.

$$P_r = P_{nt} + \beta_2 + P_{tt} = 21,75 \text{ ton} \quad (3.84)$$

El cálculo de la resistencia nominal dependerá de la relación de esbeltez, que se calculará por el método de análisis directo, esta relación mide cuán delgado es un elemento y su susceptibilidad al pandeo bajo carga axial. Un elemento más delgado tendrá una mayor relación de esbeltez y será más propenso al pandeo en comparación con un elemento más robusto.

Al ser un cálculo de método de análisis directo el valor de la longitud efectiva  $K = 1$ , lo que implica que estamos considerando en este análisis que las condiciones de apoyo son ideales. Por otro lado, el radio de giro  $r$  que se considera es el más pequeño y así calcular la mayor esbeltez.

$$I = \min(I_x, I_y)$$

$$r = 2,24 \sqrt{\frac{I}{A}} = 0,08 \text{ m}$$

$$\frac{K \cdot L}{r} = 44,36$$

Con los resultados podemos calcular la resistencia nominal a la compresión.

$$F_e = \frac{\pi \cdot E}{(KL/r)^2} = 11.27 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} = 0.658 \frac{F_y}{F_e} = 2.52 \frac{\text{ton}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi = 0.9 \quad \text{LRFD}$$

$$\phi * P_n = \phi \cdot F_{cr} \cdot A = 71 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

### ***Cálculo de los factores de amplificación $\beta_1$ y $\beta_2$***

Estos factores son parámetros importantes que se utilizan para considerar los efectos de segundo orden y aumentar la estimación de los momentos flectores máximos en la columna. El factor  $\beta_1$  se calcula considerando la interacción entre la carga axial y la deflexión lateral  $\delta$  de la columna en su extremo inferior. Mientras que el factor  $\beta_2$  se calcula considerando la interacción entre la carga axial, la deflexión lateral  $\Delta$  de la columna en el punto donde se calcula el momento, y la curvatura de la columna.

**Considera el efecto P- $\delta$**

$$\beta_1 = \frac{C_m}{1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{P_e}}$$

**Considera el efecto P- $\Delta$**

$$\beta_2 = \frac{1}{1 - \alpha \cdot \frac{P_{piso}}{P_{episo}}}$$

$$\alpha = 1, \text{ LRFD}$$

$$P_e = \frac{\pi^2 \cdot 0,8 \cdot \tau_b \cdot E \cdot I}{(K \cdot L)^2}$$

$$\tau_b = 4 \cdot \left( \alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} \right) \cdot \left( 1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} \right) = 0.75$$

Entonces

$$P_e = 211,36 \text{ ton}$$

$$\beta_{1x,y} = 1.11$$

$$P_{episo} = R_m \cdot \frac{V}{\Delta/L}$$

$P_{episo}$  es la carga de Euler para columnas en pórticos con desplazamiento lateral, y  $R_m$  tomará el valor de 0,85 ya que estamos analizando pórticos resistentes a momento.

$$P_{episo x} = 2817.48 \text{ ton}$$

$$P_{episo y} = 286.82 \text{ ton}$$

$$\beta_{2x,y} = 1.04$$

### ***Cálculo de momentos requeridos y nominales***

Los momentos requeridos  $M_r$  son los momentos flectores máximos que una columna debe soportar en condiciones de servicio o bajo carga real. Definiéndose en la Ecuación 3.85.

$$M_{rx} = \beta_1 \cdot M_{rx} + \beta_2 \cdot M_{ltx} = 0.69 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad (3.85)$$

$$M_{ry} = \beta_1 \cdot M_{ry} + \beta_2 \cdot M_{lty} = 0.09 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

En cambio, los momentos nominales  $M_n$  indican la capacidad de carga a flexión de una columna, es decir, el momento flector máximo que la columna puede resistir antes de fallar. Se calculará primero los estados límites.

$$L_b = 3.55 \text{ m}$$

$c = 1$ , Para perfiles con doble simetría

$$L_p = 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4 \text{ m}$$

$$J = \frac{h \cdot g^3 + 2 \cdot s \cdot t^3}{3} = 1.28 \text{ cm}^4$$

$$rts = \sqrt{\frac{I_y \cdot (h - t)}{2 \cdot S_x}} = 9.9 \text{ cm}$$

$$L_r = 1.95 \cdot rts \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h - t)} + \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot (h - t)}^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}} = 3.59 \text{ m}$$

Como es menor a  $L_r$  está en la zona 2 por lo cual su momento máximo de resistencia no será el total que podría aguantar. Por lo tanto, calculamos los estados límites.

Zona 1: Fluencia	Zona 2: Pandeo Lateral
$\phi = 0.9 \quad LRFD$	$\phi = 0.9 \quad LRFD$
$M_p = Z_{x,y} \cdot F_y$	$C_b = 1$
$M_{px,y} = 6,43 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$BF = 1.764 \text{ ton}$
$\phi M_{px,y} = 5,79 \text{ ton} \cdot \text{m}$	$M_{PL} = C_b(M_{px,y} - BF(L_b - L_p)) = 7.3 \text{ ton} \cdot \text{m}$
	$M_{PL} = 6.57 \text{ ton} \cdot \text{m}$

Con los resultados nos podemos percatar que la columna va a fallar por fluencia, por lo que nuestro momento nominal es  $M_{cx,y} = 5.79 \text{ ton} \cdot \text{m}$ .

Con el objetivo de evaluar si la sección satisface los criterios de flexocompresión, se consultaron las ecuaciones establecidas en la sección H1.1 de la norma AISC 360-10, las cuales definen la relación entre las cargas axiales y de flexión. Pero antes de eso hay que corregir el valor de  $P_r$  ya que en su momento se supuso un valor de  $\beta_2$  igual a 1, después del cálculo correcto de  $\beta_2$  hay que actualizar ese valor.

$$P_r = P_{nt} + \beta_2 + P_{lt} = 21,82 \text{ ton}$$

El criterio dado se define a través de las siguientes ecuaciones:

$$\frac{P_r}{P_c} < 2, \quad \frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1$$

$$\frac{P_r}{P_c} \geq 2, \quad \frac{P_r}{2 \cdot P_c} \cdot \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1$$

Entonces, la ecuación planteada en H1-1a del AISC es la que utilizaremos para verificar si el perfil cumple con la demanda.

$$\frac{P_r}{P_c} = 0.31$$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.43 \quad \therefore \text{Cumple}$$

### 3.3.4.3. Diseño de pernos de anclaje y placa base.

Para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura, se diseñaron placas base y pernos de anclaje de acuerdo con las normas AISC “Base Plate and Anchor Rod Design”. Estas placas se encargan de distribuir las cargas de las columnas sobre las zapatas, mientras que los pernos aseguran la unión entre ambos elementos.

Se analizará la columna más cargada ubicada en el eje 6-B para el diseño de la placa base, la columna tipo cuadrada 200x200x4mm tendrá las siguientes propiedades como lo muestra la Tabla 107, las solicitaciones de diseño fueron tomadas del software estructural de análisis.

**Tabla 107**

*Dimensiones y propiedades del perfil cuadrado 200x200x4 mm*

<b>Características del perfil</b>	
Peralte del perfil ( <b>d</b> )	200 mm
Dimensión del ancho ( <b>bf</b> )	200 mm
Espesor ( <b>tf</b> )	4 mm
<b>Solicitud de diseño</b>	



Solicitación Axial ( $P_u$ )	23.63 ton
Momento Flector ( $M_u$ )	0.64 ton · m
Factor de reducción (LRFD)	0.65

Para el prediseño de la placa base se establece dimensiones preliminares, como el ancho y el largo.

**Tabla 108**

*Prediseño de dimensiones de placa base*

<b>Distancia del borde al centro del perno (<math>P_d</math>)</b>	750 mm
<b>Ancho de la Placa Base (B)</b>	300 mm
<b>Largo de la Placa Base (N)</b>	300 mm
<b>Área placa base (<math>A_1</math>)</b>	90000 mm <sup>2</sup>
<b>Ancho del pedestal de hormigón (<math>H_{pedestal}</math>)</b>	400 mm
<b>Largo del pedestal de hormigón (<math>B_{pedestal}</math>)</b>	400 mm
<b>Área del pedestal (<math>A_2</math>)</b>	160000 mm <sup>2</sup>

Ahora, una vez planteado las dimensiones verificamos que estas cumplen con la condición de excentricidad planteada en la AISC “Base Plate and Anchor Rod Design” dada por la siguiente ecuación.

$$e < e_{cr} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 \cdot q_{max}} = 122.69 \text{ cm} \quad (3.86)$$

La excentricidad de la fuerza axial requerida la definimos con la Ecuación 3.87.

$$e = \frac{M_u}{P_u} = 2.7 \text{ cm} \quad (3.87)$$

$$\therefore e < e_{cr} \rightarrow \text{"Cumple"}$$

Como la condición cumple, se determina que la placa está sometida a pequeños momentos. Ahora se procede a calcular el espesor mínimo requerido de la placa según lo establecido en la AISC. Para ello necesitamos la altura del bloque en compresión (Y) calculada con la Ecuación 3.88.

$$Y = N - 2 \cdot e \quad (3.88)$$

$$Y = 24.62 \text{ cm}$$

$$m = \frac{N - 0.95 \cdot d}{2} = 5.5 \text{ cm}$$

$$n = \frac{B - 0.95 \cdot d}{2} = 5.5 \text{ cm}$$

$$f_p = \frac{P_u}{B \cdot Y} = 290.3 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Si  $Y \geq m$  (LRFD)

$$t_{min} = 1.5 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} = 2.03 \text{ cm}$$

Los pernos de anclaje se diseñan a tensión con la Ecuación 3.89.

$$F_u = 45700 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_{treq} = \frac{P_u}{0.75 \cdot \phi \cdot F_u} \quad (3.89)$$

Se proponen pernos de  $\frac{3}{4}$ ", por lo que el número de pernos requeridos son:

$$A_{perno} = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$d_{perno} = 1.91 \text{ cm}$$

$$\#pernos = \frac{A_{treq}}{A_{perno}} = 2.43$$

Por lo que se colocarán 4 pernos de  $\frac{3}{4}$ ".

Y para calcular su longitud de anclaje, se usó la Ecuación 90 establecidas por la ACI.

$$L_{anclaje} = 12 \cdot d_{perno} \quad (3.90)$$

$$L_{anclaje} = 22.92 \text{ cm}$$

### 3.3.5. *Diseño de conexiones soldadas*

Para unir los componentes estructurales de este proyecto, se utilizará exclusivamente la soldadura. Las uniones se categorizarán en dos tipos: aquellas que resisten momentos flectores y aquellas que soportan fuerzas cortantes. El proceso constructivo se basará en los criterios establecidos en la norma AISC 360-16. Se seleccionó un electrodo E7018 con una resistencia a la tensión de 70 ksi y se empleará el método de soldadura por arco metálico protegido (SMAW). Las soldaduras que conecten el patín con otros elementos requerirán una penetración completa para garantizar una unión sólida, mientras que las soldaduras del alma serán del tipo filete. El

tamaño mínimo de estas soldaduras de filete se determinará de acuerdo con los valores indicados en la Tabla 109.

**Tabla 109**

*Tamaño mínimo de soldadura filete*

Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete, mm
<b>Hasta 6 inclusive</b>	3
<b>Entre 6 - 13</b>	5
<b>Entre 13 - 19</b>	6
<b>Mayor de 19</b>	8

*Nota.* Valores indicados en la sección J, tabla J2.4 de la AISC 360-16

Se tomará en consideración las siguientes ecuaciones para el cálculo de la resistencia de la soldadura, con la Ecuación 3.91 se determinará la resistencia nominal a corte del patín empleando las variables de factor de reducción de carga ( $\phi$ ), ancho del patín ( $bf$ ) y espesor del patín ( $tf$ ) mientras que la Ecuación 3.92 determinará la resistencia nominal a corte del alma con variables como resistencia del electrodo ( $F_{EXX}$ ), ancho mínimo de soldadura ( $a$ ) y longitud de soldadura ( $I$ ).

$$\phi R_n = \phi \cdot F_y \cdot bf \cdot tf \quad (3.91)$$

$$\phi R_n = \phi \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (0.707 \cdot a) \cdot I \quad (3.92)$$

***Diseño de conexiones de soldadura (columna-viga)***

Para el diseño de conexiones soldadas de los elementos columna – viga, se tomó para el análisis algunas propiedades de la viga principal IPE 300 del eje 6 A-B conectada a la columna crítica que se encuentra en el eje 6-B como se muestra en la Tabla 110.

**Tabla 110**  
*Propiedades del perfil IPE 300, ubicado en el eje 6 A-B*

$V_u$	5.95 ton
$\phi_p$	0.9
$\phi_a$	0.75
$a$	3 mm
$bf$	150 mm
$tf$	10.70 mm

Mediante la aplicación de la Ecuación 3.91 y considerando los datos disponibles en la tabla antes expuesta, se determinará la capacidad resistente a cortante del patín. Este valor representará la máxima fuerza cortante que el elemento puede soportar sin experimentar un fallo por cortante.

$$\phi R_n = 40.29 \text{ ton}$$

Ahora, se realizará una verificación de diseño comparando la capacidad resistente calculada con los requisitos mínimos establecidos en la norma AISC 360-16.

$$\phi R_n \geq V_u$$

$$40.29 \text{ ton} \geq 5.95 \text{ ton} \quad \therefore \text{Cumple}$$

La resistencia al cortante del alma depende directamente de la longitud de soldadura. Para calcular esta longitud mínima, se utiliza la siguiente expresión:

$$I = \frac{V_u}{\phi R_n} = 0.16 \text{ cm}$$

Como toda el alma será soldada, la longitud del cordón tendrá el mismo valor que la longitud del alma.

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

Empleando la Ecuación 3.92 calcularemos la capacidad resistente a cortante del alma. Después, compararemos este valor con los requisitos establecidos.

$$\phi R_n = 15.53 \text{ ton}$$

$$\phi R_n \geq V_u$$

$$15.53 \text{ ton} \geq 5.95 \text{ ton} \quad \therefore \text{Cumple}$$

Entonces, la soldadura utilizada en los miembros resistentes al momento garantiza que la conexión viga-columna tenga la capacidad suficiente para resistir las fuerzas aplicadas.

### ***Diseño de conexiones de soldadura (viga-viga)***

Cuando se requiere una conexión que permita una cierta rotación bajo la acción de momentos flectores, se emplean conexiones flexibles. Estas conexiones se utilizan comúnmente para unir vigas secundarias a vigas principales. Para lograr esta flexibilidad, solo el alma de la viga secundaria se suelda a la viga principal, dejando los patines libres para permitir la rotación.

El diseño detallado se centrará en garantizar que la soldadura del alma tenga la capacidad suficiente para resistir las fuerzas transmitidas, comenzamos el análisis con la viga secundaria IPE 200 que se encuentra apoyada entre las vigas 2-3 B y 2-3 C y sus propiedades lo muestra la Tabla 111.

**Tabla 111**

*Propiedades de la viga perfil IPE 200*

$V_u$	3.32 ton
$\phi_p$	0.9
$\phi_a$	0.75
$a$	5 mm
$bf$	100 mm
$tf$	8.5 mm

Para asegurar que el alma pueda resistir las fuerzas cortantes aplicadas, es fundamental determinar la longitud mínima de soldadura requerida. Para ello, volvemos a utilizar la Ecuación 3.91 con los datos de la Tabla 111.

$$\phi R_n = 21.33 \text{ ton}$$

$$I = \frac{V_u}{\phi R_n} = 0.172 \text{ cm}$$

Sin embargo, el alma será totalmente soldada por lo que la longitud del cordón tendrá la siguiente dimensión:

$$I = \frac{V_u}{\phi R_n} = 20 \text{ cm}$$

Por último, se verificará la resistencia a corte del alma con la Ecuación 3.92.

$$\phi R_n = 17.26 \text{ ton}$$

$$\phi R_n \geq V_u$$

$$17.26 \text{ ton} \geq 5.95 \text{ ton} \quad \therefore \text{Cumple}$$

En conclusión, todas las soldaduras sometidas a corte tienen la capacidad suficiente para soportar las cargas aplicadas.

### 3.3.6. *Diseño de cimentaciones*

Para iniciar este proceso, se requirió información sobre las características del suelo donde se construiría la vivienda, estas ya fueron establecidas en la sección 3.2.8. de este documento por lo que algunos pasos serán omitidos.

Se definieron las diversas combinaciones de cargas a las que estará sometida la estructura, tanto en condiciones normales de servicio como en condiciones extremas. Estas combinaciones se han tabulado en la Tabla 112 para facilitar su uso en los cálculos posteriores.

**Tabla 112**  
*Combinación de cargas de servicio*

<b>Casos/Combinaciones de cargas</b>	<b>P ton</b>	<b><math>M_x</math> ton · m</b>	<b><math>M_y</math> ton · m</b>
D	13.51	0.30	0.09
L	3.26	0.13	0.03
Envolvente $S_x, S_y$	0.23	1.58	1.58
D + L	16.77	0.43	0.12
D + L + S	17.00	2.01	1.70
1.2D+1-6L	21.43	0.57	0.16
1.2D+L+S	19.71	2.07	1.72



Inicialmente, se determina el área de la base del plinto mediante la ecuación de esfuerzos. Para ello, se utiliza la fuerza resultante de sumar las cargas muertas (D) y las cargas vivas (L), multiplicada por un factor de seguridad de 1.4, y se divide entre el esfuerzo admisible del suelo el resultado de las dimensiones calculadas se la muestra en la Tabla 113.

**Tabla 113**  
*Área transversal, plinto ubicado en el eje 6-B*

<b>Área Necesaria</b>	2.24	m <sup>2</sup>
<b>Lado necesario</b>	1.50	m
<b>B</b>	1.5	m
<b>L</b>	1.5	m
<b>Área Real</b>	2.25	m <sup>2</sup>

Los esfuerzos calculados y presentados en la Tabla 114 son inferiores al límite máximo que el suelo puede soportar. Esto se cumple tanto para la combinación de cargas muertas y vivas (D+L), como para la combinación que incluye cargas sísmicas (D+L+S), en la cual los esfuerzos deben ser un 25% menores que el esfuerzo admisible del suelo.

**Tabla 114**  
*Esfuerzo generado por cargas y resistencia del suelo*

<b>Esfuerzos</b>	<b>Demanda</b>	
	<b>D+L</b>	<b>D+L+S</b>
	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>
B1	7.24	4.53
B2	7.67	10.58
L1	6.69	3.99
L2	8.22	11.13

**Demanda**

$\sigma_{adm}$	$\frac{4}{3}\sigma_{adm}$
10.5	14

El siguiente paso es calcular el espesor necesario del plinto. Este elemento debe ser capaz de resistir tanto los esfuerzos cortantes producidos por el suelo como las fuerzas de punzonamiento. Para ello, se compara la resistencia a cortante del concreto con las sollicitaciones externas. Si la resistencia del concreto es menor que las sollicitaciones, se debe aumentar el espesor del plinto. Este cálculo se realiza tanto para el eje X como para el eje Y. El resumen de los cálculos se los muestra en la Tabla 115 y Tabla 116.

**Tabla 115***Resumen de cálculo del cortante último, eje X*

	<b>Demanda</b>	
	1.2D + 1.6L ton/m <sup>2</sup>	1.2D + L + S ton/m <sup>2</sup>
<b>B1</b>	9.24	5.70
<b>B2</b>	9.81	11.82
<b>B'</b>	9.55	9.06
<b>Resistencia</b>		
<b>Vu<sub>x</sub></b>	6.53	13.15

**Tabla 116***Resumen de cálculo del cortante último, eje Y*

	<b>Demanda</b>	
	1.2D + 1.6L ton/m <sup>2</sup>	1.2D + L + S ton/m <sup>2</sup>
<b>L1</b>	8.52	5.08
<b>L2</b>	10.53	12.44
<b>L'</b>	9.62	9.13
<b>Vu<sub>y</sub></b>	6.80	7.28

<b>Resistencia</b>	
ton/m <sup>2</sup>	
$\phi V_{cy}$	13.15      Cumple

Adicionalmente, se debe verificar que el espesor del plinto sea suficiente para evitar el fenómeno de punzonamiento como lo muestra la Tabla 117. Este fallo ocurre cuando la carga concentrada de la columna sobrepasa la capacidad resistente del concreto en la zona próxima a la columna, provocando una perforación del elemento.

**Tabla 117**  
*Corte unidimensional, punzonamiento*

	<b>Demanda</b>	
	1.2D + 1.6L	1.2D + L + S
	ton/m	ton/m
Vu B	19.50	17.93
Vu L	19.50	17.93

Con estos cálculos, se obtienen las dimensiones finales del plinto. Posteriormente, se procede al diseño de la armadura, para lo cual se calculan los momentos flectores y se determina la cantidad de acero necesaria.

Una vez dimensionado el acero, se verifica si la longitud de anclaje es suficiente para garantizar la adherencia entre el acero y el concreto. En caso de que la longitud de anclaje sea insuficiente, se recurre al uso de ganchos. La Tabla 118 y Tabla 119 presenta los criterios para determinar la necesidad de utilizar ganchos sísmicos, según los cuales la longitud del gancho debe ser al menos 12 veces el diámetro de la barra, de acuerdo con el código ACI.

**Tabla 118**  
Resumen de diseño a flexión, eje X

	<b>1.2D + 1.6L</b>	<b>1.2D + L + S</b>
	<b>ton/m</b>	<b>ton/m</b>
Eje X		
$\sigma'b$ [ton/m]	9.58	9.37
$R_x$ [ton]	8.72	9.53
$x'$ [m]	0.30	0.31
$M_{up}$ [ton m]	2.63	2.97
As [cm <sup>2</sup> ]	4.66	5.27
$As_{max}$ [cm <sup>2</sup> ]		5.27
$\Phi$ [mm]	12	12
Varillas aprox.		4.66
Varillas finales		5

**Tabla 119**  
Resumen de diseño a flexión, eje Y

	<b>1.2D + 1.6L</b>	<b>1.2D + L + S</b>
	<b>ton/m</b>	<b>ton/m</b>
Eje X		
$\sigma'b$ [ton/m]	9.72	9.49
$R_x$ [ton]	9.11	9.87
$x'$ [m]	0.30	0.31
$M_{up}$ [ton m]	2.77	3.09
As [cm <sup>2</sup> ]	4.92	5.49
$As_{max}$ [cm <sup>2</sup> ]		5.49
$\Phi$ [mm]	12	mm
Varillas aprox.		4.85
Varillas finales		5

La Tabla 120, Tabla 121 y Tabla 122 resume las características geométricas y de refuerzo de los plintos diseñados para la estructura. Se han establecido tres tipologías de plintos: centrales, perimetrales y esquineros, cada uno con requerimientos estructurales particulares debido a su ubicación y a las cargas que soportan. El plinto central, cuya descripción se ha presentado previamente, ha sido dimensionado considerando las cargas máximas a las que estará sometido. Los plintos perimetrales y esquineros, cuyas características se detallan en las tablas siguientes, han sido diseñados siguiendo los mismos criterios.

**Tabla 120**  
*Resumen del Plinto Central*

Dimensiones		Refuerzo		
B [m]	1.50		X	Y
L [m]	1.50	$\phi$	12	12
d [m]	0.150	Cantidad	5	5
h [m]	0.232	Requieren L	Sí	Sí
h real [m]	0.25	Aumentar H	No	No
d real [m]	0.169			

**Tabla 121**  
*Resumen del Plinto Perimetral*

Dimensiones		Refuerzo		
B [m]	1.60		X	Y
L [m]	1.60	$\phi$	12	12
d [m]	0.160	Cantidad	6	6
h [m]	0.242	Requieren L	Sí	Sí
h real [m]	0.25	Aumentar H	No	No
d real [m]	0.169			

**Tabla 122**  
*Resumen del Plinto Esquinero*

Dimensiones		Refuerzo		
B [m]	1.20		X	Y
L [m]	1.20	$\phi$	12	12
d [m]	0.160	Cantidad	3	3
h [m]	0.242	Requieren L	Sí	Sí
h real [m]	0.25	Aumentar H	No	No
d real [m]	0.169			

### ***Diseño de acero en plintos***

El dimensionamiento del acero de los plintos se llevó a cabo utilizando un software de análisis estructural, siguiendo una metodología similar a la descrita en la sección 3.2.8. La cantidad de acero se expresa en  $\text{cm}^2/\text{cm}$ , y se selecciona un diámetro de varilla para luego calcular la separación entre barras. El software calcula las demandas máximas en la cara de la columna, a una distancia de 40 cm del centro del plinto, las cuales sirven como base para el diseño del refuerzo.

A partir de las solicitaciones obtenidas, se establecieron las separaciones máximas entre barras de refuerzo. El número de barras se determinó dividiendo el ancho del plinto entre la separación seleccionada, teniendo en cuenta el recubrimiento de concreto. Finalmente, se verificó la necesidad de utilizar ganchos en los extremos de las barras, comparando la longitud de desarrollo requerida con la longitud efectiva disponible. En la Tabla 123, Tabla 124 y Tabla 125 se muestra el resumen de los resultados obtenidos.

**Tabla 123**  
*Diseño final, plintos centrales*

Eje	B	H	$A_vX/\text{sep}$	$A_vY/\text{sep}$	$\phi$	$A_v$	Sep-X	Sep-Y	Sep-X	Sep-Y
-----	---	---	-------------------	-------------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

	[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
B-4	1.5	1.5	0.065	0.092	14	1.54	23.68	16.73	20	20
B-5	1.5	1.5	0.054	0.052	14	1.54	28.51	29.60	20	20
Diseño Final									20	20

**Tabla 124***Diseño final, plintos esquineros*

Eje	B	H	AvX/sep	AvY/sep	φ	Av	Sep-X	Sep-Y	Sep-X	Sep-Y
	[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
A-6	1.4	1.4	0.045	0.045	12	1.13	25.13	25.13	25	25
C-6	1.4	1.4	0.045	0.045	12	1.13	25.13	25.13	25	25
A-2	1.4	1.4	0.045	0.045	12	1.13	25.13	25.13	25	25
C-2	1.4	1.4	0.045	0.045	12	1.13	25.13	25.13	25	25
Diseño Final									25	25

**Tabla 125***Diseño final, plintos perimetrales*

Eje	B	H	AvX/sep	AvY/sep	φ	Av	Sep-X	Sep-Y	Sep-X	Sep-Y
	[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm <sup>2</sup> /cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
A-5	1.6	1.6	0.041	0.045	12	1.13	27.58	25.13	25	25
C-5	1.6	1.6	0.041	0.042	12	1.13	27.58	26.93	25	25
A-3	1.6	1.6	0.042	0.043	12	1.13	26.93	26.30	25	25
C-3	1.6	1.6	0.041	0.044	12	1.13	27.58	25.70	25	25
B-6	1.6	1.6	0.052	0.060	12	1.13	21.75	18.85	25	25
B-2	1.6	1.6	0.043	0.045	12	1.13	26.30	25.13	25	25
Diseño Final									25	25

Como último, se revisa los asentamientos que ocurren en estas cimentaciones como lo muestra la Tabla 126 y Tabla 127, se verifica las condiciones según la tabla 7 de la NEC Geotecnia y Cimentaciones. El asentamiento máximo para una edificación en estructura metálica

será L/160 para una combinación de carga con el 100% de la carga permanente más el 50% de la carga variable.

**Tabla 126**  
*Asentamiento Diferencial Entre Plintos en el Eje X, en mm*

Asentamiento Por Plinto		L	$\Delta$		L/160
Eje A-6 0,26	Eje B-6 3,25	3850	2.99	<	24.06
Eje A-5 1,887	Eje B-5 1,918	3850	0.03	<	24.06
Eje A-3 3,55	Eje B-4 3,35	4048	0.20	<	25.30
Eje A-2 0,26	Eje B-2 2,46	3850	2.20	<	24.06
Eje B-6 3,25	Eje C-6 0,26	4150	2.99	<	25.94
Eje B-5 1,91	Eje C-5 3,13	4150	1.22	<	25.94
Eje B-4 3,37	Eje C-3 4,46	4150	1.09	<	25.94
Eje B-2 2,45	Eje C-2 0,26	4150	2.19	<	25.94

**Tabla 127**  
*Asentamiento Diferencial Entre Plintos en el Eje Y, en mm*

Asentamiento Por Plinto		L	$\Delta$		L/160
Eje A-2 0,26	Eje A-3 3,55	3850	3.29	<	24.06
Eje B-2 2,462	Eje B-4 3,373	5100	0.91	<	31.88
Eje C-2 5,23	Eje C-3 5,74	3850	0.51	<	24.06
Eje A-3 3,55	Eje A-5 1,86	3950	1.69	<	24.69
Eje B-4 3,37	Eje B-5 1,92	2700	1.46	<	16.88
Eje C-3	Eje C-5				



4,46	3,13	3950	1.33	<	24.69
Eje A-5	Eje A-6				
1,86	0,26	3400	1.60	<	21.25
Eje B-5	Eje B-6				
1,92	3,25	3400	1.33	<	21.25
Eje C-5	Eje C-6				
3,13	0,26	3400	2.87	<	21.25

**3.3.6.1. Diseño de pedestal.** Para el diseño del pedestal se analizará la columna más crítica que se encuentra en el eje 6-B, por lo cual se define las propiedades de la columna y las dimensiones de la zapata de cimentación, en la que reposará el pedestal, como se muestra en la Tabla 128.

**Tabla 128**

*Propiedades de la columna crítica y dimensiones de la zapata 6-B*

$P_u$	23.63 ton
$f'_c$	2100 ton/m <sup>2</sup>
$F_y$	42000 ton/m <sup>2</sup>
$\phi_c$	0.65
$H_{zapata}$	1.60 m
$B_{zapata}$	1.60 m

Para el diseño calcularemos su dimensión según la Ecuación 3.93 del Capítulo 21 de código ACI 318, la variable a utilizar será la dimensión del ancho de la zapata ( $H_{zapata}$ ).

$$L = \frac{H_{zapata}}{4} \quad (3.93)$$

$$L = 40 \text{ cm}$$

Entonces el pedestal tendrá una dimensión de 40x40 cm y su longitud ( $L_p$ ) será de 92 cm, con ello podemos estimar el acero transversal necesario para el pedestal tomando en cuenta que la cuantía del acero mínimo para columnas de hormigón armado es del 1%. Con la Ecuación RR definiremos el acero mínimo requerido para el pedestal.

$$A_s = 0.01 \cdot H_{pedestal} \cdot B_{pedestal} = 0.16 \text{ cm}^2$$

Se asumirá unas barras  $\emptyset 14$  para la armadura de que tendrá un área de:

$$\emptyset_{barra} = 1.54 \text{ cm}^2$$

Con 12 barras.

$$A_{tb} = 12 \cdot \emptyset_{barra} = 18.48 \text{ cm}^2$$

Ya que el área propuesta es mayor que el área requerida, definimos que el acero transversal del pedestal será de 12 barras con un diámetro de 14 mm.

Ahora, verificaremos la resistencia a la compresión con la Ecuación YY propuesta por ACI 318, sección 21.2. Donde  $A_p$  es el área del pedestal.

$$\emptyset P_n = 0.80 \cdot \emptyset_c \cdot [0.85 \cdot f'_c \cdot (A_p - A_{tb}) + A_{tb} \cdot F_y]$$

$$\emptyset P_n = 206.305 \text{ ton}$$

$$\emptyset P_n \geq P_u$$

$$206.305 \text{ ton} \geq 23.63 \text{ ton} \quad \therefore \text{Cumple}$$

***Diseño de estribos en pedestal***

De acuerdo con la NEC, la zona confinada de una columna es la mayor dimensión entre la sección transversal, un valor obtenido al dividir la luz libre entre 6 y 450 mm. La separación máxima entre los refuerzos se establece como el menor valor entre 100 mm y seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal más pequeño.

Entonces, la longitud de zona confinada debe ser el mayor entre:

$$\left\{ \begin{array}{l} h_c = 40 \text{ cm} \\ L_p/6 = 15.33 \text{ cm} \\ 45 \text{ cm} \end{array} \right.$$

La separación de refuerzo se definirá como la menor entre:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{c1} = 6 \cdot 14 \text{ mm} = 8.4 \text{ cm} \\ S_{c2} = 10 \text{ cm} \end{array} \right.$$

En este caso la separación de refuerzos en la zona confinada será de 8 cm.

La zona de la columna que no requiere confinamiento adicional tiene una longitud igual a la altura total de la columna menos la altura de la zona confinada. La separación máxima de los refuerzos en esta zona es el menor valor entre 6 veces el diámetro del refuerzo longitudinal y 150 mm.

Entonces, la longitud de zona no confinada debe ser la resta entre:

$$L_{nc} = L_p - L_c = 47 \text{ cm}$$

Y, la separación de refuerzo tomara el menor valor de:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{c1} = 6 \cdot 14 \text{ mm} = 8.4 \text{ cm} \\ S_{c2} = 15 \text{ cm} \end{array} \right.$$

Finalizando, la zona no confinada tendrá una separación de 8 cm.

Para el diseño del refuerzo por confinamiento el ACI en su sección 18.7.5.4 da una tabla donde se indica el acero mínimo para el confinamiento que depende de sus dimensiones y resistencia del hormigón y el acero. Para saber que ecuaciones usar hay que cumplir unas condiciones mostradas a continuación, donde con esos valores se determinó que se van a usar las ecuaciones a y b de la tabla antes mencionada.

$$0.3A_g f'_c = 0.3(0.16 \text{ m}^2) \left( 2100 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) = 100.8 \text{ ton}$$

$$f'_c = 2100 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$A_{sh1} = 0.3 \cdot \frac{s \cdot bc \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh2} = 0.09 \cdot \frac{s \cdot bc \cdot f'_c}{f_y}$$

$$bc = b - 2 \cdot rec - \phi e$$

$$hc = h - 2 \cdot rec - \phi e$$

$$bc = 0.40 \text{ m} - 2 \cdot 0.04 \text{ m} - 0.01 \text{ m} = 0.31 \text{ m}$$

$$hc = 0.30 \text{ m} - 2 \cdot 0.04 \text{ m} - 0.01 \text{ m} = 0.31 \text{ m}$$

$$A_{ch} = bc \cdot hc = 0.31 \text{ m} \cdot 0.31 \text{ m} = 0.096 \text{ m}^2$$

$$A_{Sh1} = 0.3 \cdot \frac{8 \text{ cm} \cdot 31 \text{ cm} \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \cdot \left[ \left( \frac{1600 \text{ cm}^2}{961 \text{ cm}^2} \right) - 1 \right] = 2.71 \text{ cm}^2$$

$$A_{Sh2} = 0.09 \cdot \frac{8 \text{ cm} \cdot 31 \text{ cm} \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1.12 \text{ cm}^2$$

$$A_{Sh} = 2.71 \text{ cm}^2$$

Con el acero necesario se propone un diámetro de estribo para así saber cuántos ramales se necesitan para poder cumplir con esa demanda.

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

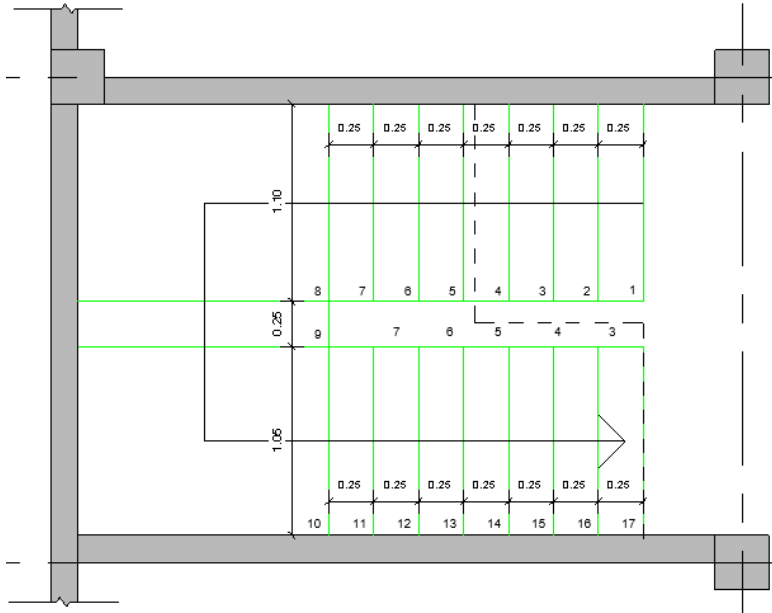
$$A_{\phi_e} = \frac{\pi}{4} (1 \text{ cm})^2 = 0.79 \text{ cm}^2$$

$$\text{ramales} = \frac{A_{Sh}}{A_{\phi_e}} = \frac{2.71 \text{ cm}^2}{0.79 \text{ cm}^2} = 3.43$$

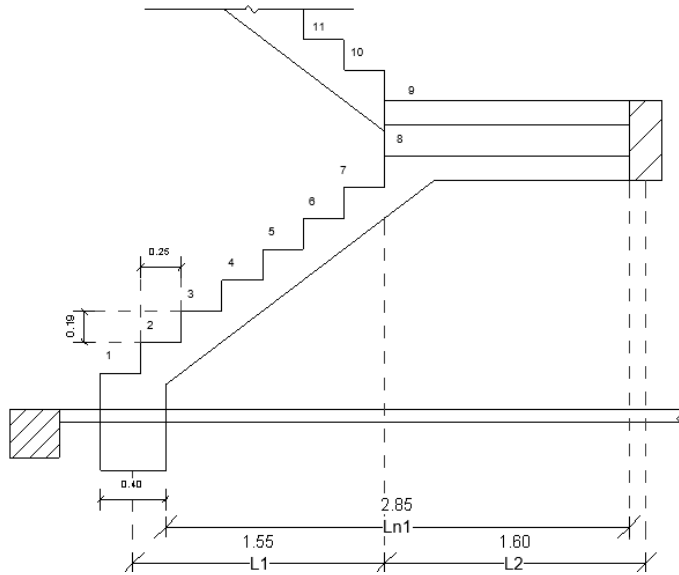
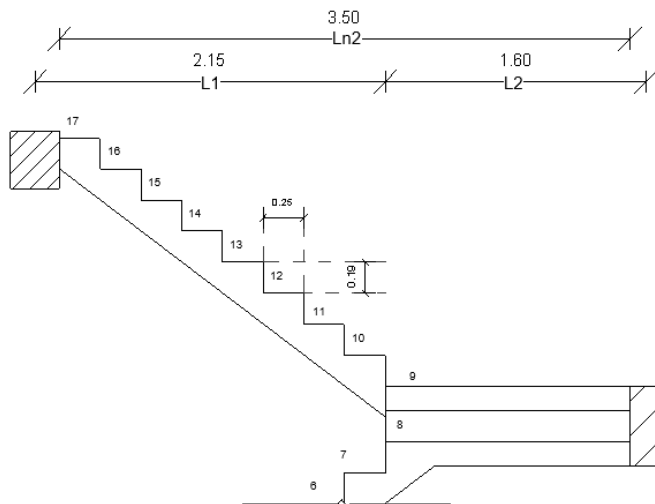
Para poder cumplir con el requerimiento se necesita 3.34 ramales de acero de 10 mm que son rodeados a 4 ramales.

### **3.1. Diseño de escalera**

Para el diseño de la escalera necesitamos un esquema arquitectónico del mismo. En la Ilustración 121 tenemos un esquema de la escalera, el cual va a ser una escalera U de dos tramos. Para poder llegar al siguiente piso en el espacio dado para la escalera, se propone escalones con huella de 0.25 m y una contra huella de 0.19 m.

**Ilustración 121***Esquema de la escalera, vista superior*

Además, también se necesita un alzado vertical del mismo para obtener longitudes como lo muestra la Ilustración y alturas de la escalera, que usaremos para los cálculos posteriores.

**Ilustración 122***Esquema de la escalera, vista lateral de la planta baja***Ilustración 123***Esquema de la escalera, vista lateral de la planta alta*

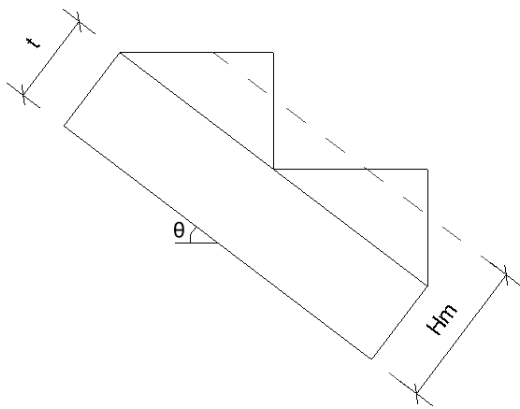
Una vez obtenido el esquema se comienza con el diseño de los elementos de la columna.

Primero se comienza con el espesor de la garganta de la escalera  $t$  y la altura media  $H_m$  que es

un promedio entre el espesor de la garganta o losa y los escalones. Para esto se usa la Ecuación 3.94 y Ecuación 3.95 escritas a continuación.

**Ilustración 124**

*Esquema del espesor de la garganta de la escalera*



$$t_1 = \frac{Ln1}{20} \quad (3.94)$$

$$t_2 = \frac{Ln1}{25} \quad (3.95)$$

**Tramo 1**

$$t_1 = \frac{2.85}{20} = 0.14 \text{ m}$$

$$t_2 = \frac{2.85}{25} = 0.11 \text{ m}$$

$$t_{1prom} = 0.13 \text{ m}$$

En el primer tramo se necesita un espesor de garganta de 0.13 m que al final es redondeado a 0.15 m.



$$t_1 = 0.15 \text{ m}$$

El mismo procedimiento se hace para el tramo 2 y se obtiene el siguiente espesor de garganta.

$$t_2 = 0.15 \text{ m}$$

Para el cálculo de la altura media  $Hm$  se usa la Ecuación 3.96 y Ecuación 3.97.  $P$  es la longitud de la huella y  $CP$  la de la contra huella y  $\theta$  es el ángulo entre la horizontal y la pendiente de la escalera.

$$\cos\theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}} \quad (3.96)$$

$$Hm = \frac{t}{\cos\theta} + \frac{cp}{2} \quad (3.97)$$

Haciendo los cálculos, tanto para el primer y segundo tramo se obtienen los mismos resultados. Esto sucede porque la formula solo depende de las medidas de la huella y contrahuella que en ambos casos son el mismo.

$$\cos\theta = \frac{25 \text{ cm}}{\sqrt{(25 \text{ cm})^2 + (19 \text{ cm})^2}} = 0.80$$

$$Hm = \frac{0.15 \text{ m}}{0.80} + \frac{0.25 \text{ m}}{2} = 0.28 \text{ m}$$

Una vez haber obtenido el espesor de la losa el cual va a aguantar todas las cargas que estén sobre ella, lo siguiente es hacer el metrado de esas cargas.

Para el tramo 1 tanto para la parte de la escalera y el descanso, en las siguientes tablas se coloca el metrado de cargas muertas y viva que actúan sobre ellas.

**Tabla 129***Metrado de garganta, Tramo 1*

<b>CARGA MUERTA (WD)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Peso Propio	2.4 ton/m <sup>3</sup>	0.28	1.1	0.75
Peso Piso Terminado	0.1 ton/m <sup>2</sup>		1.1	0.11
Total				0.86
<b>CARGA VIVA (WL)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Sobrecarga	0.4 ton/m <sup>2</sup>		1.1	0.44
Total				0.44
$W_u = 1.4WD + 1.7WL$			$W_{g1} =$	1.95

**Tabla 130***Metrado de descanso, Tramo 1*

<b>CARGA MUERTA (WD)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Peso Propio	2.4 ton/m <sup>3</sup>	0.15	1.25	0.45
Peso Piso Terminado	0.1 ton/m <sup>2</sup>		1.25	0.13
Total				0.58
<b>CARGA VIVA (WL)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Sobrecarga	0.4 ton/m <sup>2</sup>		1.25	0.5
Total				0.5
$W_u = 1.4WD + 1.7WL$			$W_{d1} =$	1.66

**Tabla 131**  
*Metrado de garganta, Tramo 2*

<b>CARGA MUERTA (WD)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Peso Propio	2.4 ton/m <sup>3</sup>	0.28	1.1	0.75
Peso Piso Terminado	0.1 ton/m <sup>2</sup>		1.1	0.11
Total				0.86
<b>CARGA VIVA (WL)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Sobrecarga	0.4 ton/m <sup>2</sup>		1.1	0.44
Total				0.44
$W_u = 1.4WD + 1.7WL$			$W_{g1} =$	1.95

**Tabla 132**  
*Metrado de descanso, Tramo 2*

<b>CARGA MUERTA (WD)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Peso Propio	2.4 ton/m <sup>3</sup>	0.15	1.25	0.45
Peso Piso Terminado	0.1 ton/m <sup>2</sup>		1.25	0.13
Total				0.58
<b>CARGA VIVA (WL)</b>	<b>Carga</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Peso (ton/m)</b>
Sobrecarga	0.4 ton/m <sup>2</sup>		1.25	0.5
Total				0.5
$W_u = 1.4WD + 1.7WL$			$W_{d1} =$	1.66

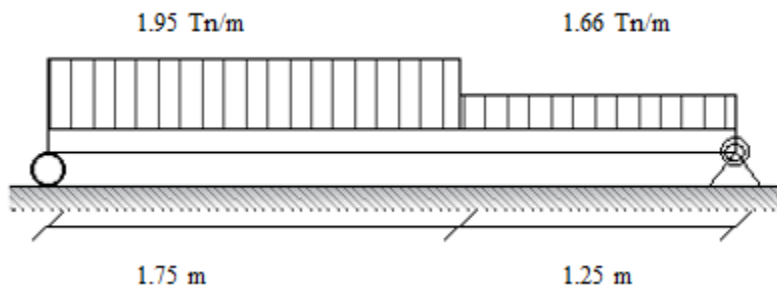
Una vez obtenido el metrado de carga, se comenzó a hacer el análisis estructural de estos, donde se realizó el cálculo de reacciones, fuerzas cortantes y momentos.

Se realiza un análisis estático de cada tramo, donde se hará la suposición de que este está simplemente apoyado y desde encontrar las reacciones.

Para el primer tramo en la Ilustración 125 se tiene el caso de análisis de forma idealizada con las secciones del primer tramo y sus cargas.

### Ilustración 125

*Idealización del caso de análisis, primer tramo*



Con esos datos se consiguen las reacciones en los nodos, paso siguiente se hace una sumatoria de momentos para obtener una de las reacciones y para obtener la reacción que falta se hace un análisis de fuerzas verticales. Las reacciones en este caso son las escritas a continuación.

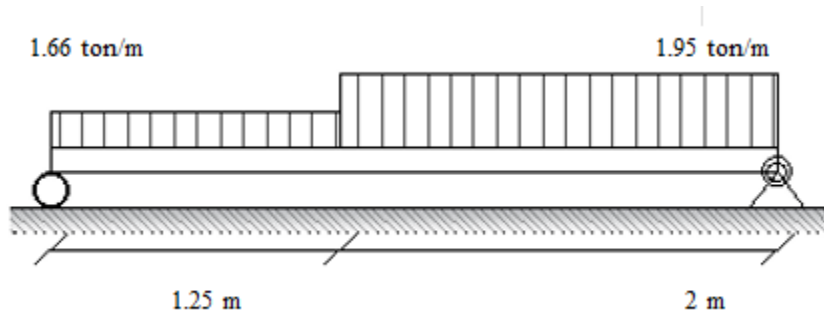
$$R_A = 2.63 \text{ ton}$$

$$R_B = 2.85 \text{ ton}$$

Para el segundo tramo se realiza el mismo análisis para obtener las reacciones y se obtienen los siguientes resultados.

**Ilustración 126**

*Idealización del caso de análisis, segundo tramo*



$$R_C = 3.10 \text{ ton}$$

$$R_D = 2.87 \text{ ton}$$

Lo siguiente es encontrar el cortante que actúa sobre la escalera, para lo cual se hizo un análisis de esfuerzos. En el primer tramo se obtuvo la Ecuación 3.98 y para el tramo 2 se obtuvo la Ecuación 3.99 después de hacer los despejes correspondientes. Estas ecuaciones nos dan la ubicación en la viga donde su cortante es cero, que significa a su vez que ahí su momento será el máximo.

$$V = R_A - Q_1 \cdot x$$

$$x = \frac{R_A}{W_1} \quad (3.98)$$

$$V = R_C - Q_1 \cdot L_1 - Q_2 \cdot (x - L_1)$$

$$x = \frac{R_C - W_1 \cdot L_1 + W_2 \cdot L_1}{W_2} \quad (3.99)$$

En el primer tramo el cortante es cero en  $x = 1.46$  m y en el segundo tramo en  $x = 1.66$  m. También hay que indicar cuales son los cortantes máximos en la escalera, los cuales estos están en los extremos de la escalera, por lo cual será el mayor valor de las reacciones. En el tramo 1 su cortante máximo es 2.85 ton y en el tramo 2 es 3.10 ton.

El último paso en el análisis estructural de la escalera es conseguir el momento máximo actuante. Para eso se vuelve a realizar un análisis de esfuerzos, generando con ese análisis ecuaciones que nos den el comportamiento de momento en la escalera. La Ecuación 3.100 describe el comportamiento de momento en la escalera en este caso. Con esa ecuación hay que reemplazar los variables donde una de ellas es  $x$ , dato calculado en el paso anterior.

$$M_{max} = R_A x - \frac{Q_1 \cdot x^2}{2} \quad (3.100)$$

$$M_{max} = 2.85 \text{ ton} \cdot 1.46 \text{ m} - \frac{1.95 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \cdot (1.46 \text{ m})^2}{2} = 2.08 \text{ ton m}$$

Ya obtenidos las demandas se comenzó a diseñar el acero y verificar las secciones antes diseñadas. Comenzando con el primer tramo, se comienza con una verificación del cortante, donde las fuerzas actuantes son la reacción y la carga de gravedad y que hay que acomodar el cortante en el sentido correcto de la escalera. El cortante actuante en la escalera está representado por la Ecuación 3.101 obtenida de un análisis de fuerzas. Después se lo acomoda con el ángulo de inclinación la escalera y después se revisa la resistencia al cortante que la sección de la garganta tiene.

$$V_{ud} = R_A - W u_1 \cdot \left( \frac{C}{2} + d \right) \quad (3.101)$$

$$Vud' = \frac{Vud}{\cos\theta}$$

$$Vn = \frac{Vud'}{d}$$

$$Vud = 2.85 \text{ ton} - 1.95 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \left( \frac{0.40 \text{ m}}{2} + 0.12 \text{ m} \right) = 2.22 \text{ ton}$$

$$Vud' = \frac{2.22 \text{ ton}}{0.80} = 2.79 \text{ ton}$$

$$Vn = \frac{2.79 \text{ ton}}{0.12} = 3.29 \text{ ton}$$

Una vez obtenida la demanda por cortante se revisa la resistencia del hormigón, con la ecuación de la ACI.

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

$$Vc = 0.53\sqrt{210} \cdot 125 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm} = 11520.64 \text{ kg}$$

$$Vc = 11.52 \text{ ton}$$

La resistencia del hormigón es mayor al cortante aplicado, por lo cual la sección calculada es adecuada.

El siguiente paso es el diseño del acero de refuerzo que la escalera necesita por los momentos positivos y negativos. Para el diseño del acero positivo se usó las ecuaciones obtenidas del bloque de Whitney usadas en las secciones anteriores del capítulo de diseño.

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$As(+)= \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})}$$

Para la primera iteración se propone un valor para el bloque de compresión  $a$ , dándole un valor de 1 cm y con eso se usó la ecuación de acero.

$$As (+) = \frac{2.08 \cdot 10^5 \text{ kg cm}}{0.9 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot (12 \text{ cm} - \frac{1 \text{ cm}}{2})} = 4.78 \text{ cm}^2$$

Con ese valor de valor del acero se calcula el valor de  $a$  para revisar que tan alejado está el valor que asumimos del real.

$$a = \frac{4.78 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 110 \text{ cm}} = 1.02 \text{ cm}$$

Como el valor obtenido es muy cercano al supuesto en primer lugar, nos quedamos con ese valor de acero. Lo siguiente es definir un diámetro de varilla para llegar a esta demanda de acero, para lo cual se define un diámetro y se lo divide para el acero requerido. Se define un diámetro de 12 mm el cual tiene un área de acero de 1.13 cm<sup>2</sup> y se lo divide para el acero total.

$$n = \frac{As}{A_{\phi}}$$

$$n = \frac{4.78 \text{ cm}^2}{1.13 \text{ cm}^2} = 4.23$$



Para cumplir con el requerimiento de acero se necesita 4.23 varillas, pero se redondea a 5 unidades. Lo siguiente es calcular la separación a la que se debe colocar las varillas usando la Ecuación 3.102.

$$S = \frac{B-2r-\phi}{n-1} \quad (3.102)$$

$$S = \frac{110 \text{ cm} - 2(3 \text{ cm}) - 1.2 \text{ cm}}{5 - 1} = 23 \text{ cm}$$

Las varillas para el acero positivo son varillas de 12 mm de diámetro colocadas a cada 20 cm.

Como se hizo una suposición que la escalera estaba simplemente apoyada no existe momento negativo que analizar. Pero por normativas se indica que el momento negativo en los nodos debe ser al menos la mitad del momento positivo. Tomando en cuenta eso, se reduce el cálculo del acero tomando la cantidad del acero positivo y dividirlo para dos como se ve en la Ecuación 3.103.

$$A_s (-) = \frac{A_s(+)}{2} \quad (3.103)$$

$$A_s (-) = \frac{4.78 \text{ cm}^2}{2} = 4.23 \text{ cm}^2$$

Con el acero negativo requerido ya calculado se hace el mismo procedimiento anterior en el acero positivo. Los resultados obtenidos de eso son 4 varillas de 10 mm de diámetro colocados a cada 30 cm.

Para el segundo tramo el procedimiento es el mismo y debido a que tiene la misma longitud y los mismos escalones, el diseño del acero es el mismo.

Por último, se hace el diseño del acero por temperatura el cual lo diseñamos por cuantía mínima. Cuando se usa barras corrugadas con un  $f_y$  igual o mayor a  $4200 \text{ kg/cm}^2$  la cuantía a usar es de 0.0018. La sección a la que se le saca la cuantía es la sección formada por el ancho de la escalera por 1 m de análisis.

$$A_t = 0.0018 \cdot 110 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 2.70 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Para llegar a ese requerimiento se define un diámetro de 10 mm que tiene un área de  $0.79 \text{ cm}^2$ . Luego se calculó la separación del acero dividiendo el área requerida por metro, por el área de la varilla propuesta.

$$S = \frac{A_\phi}{A_S}$$

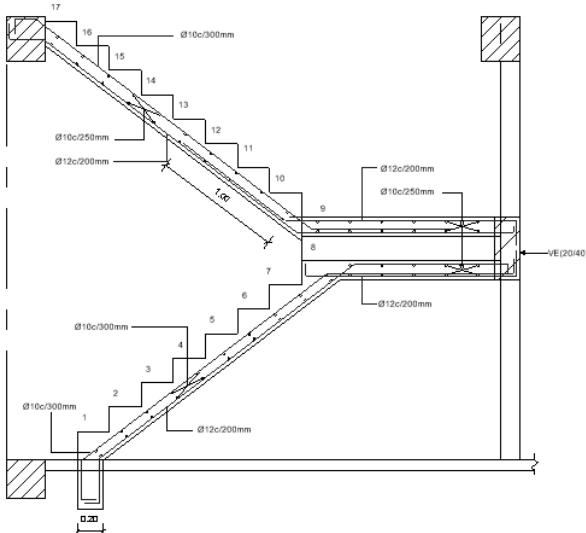
$$S = \frac{2.70 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}}{0.79 \text{ cm}^2} = 29.09 \text{ cm}^2$$

Con ese resultado se diseña el acero de temperatura con varillas de 10 mm con una separación de 25 cm.

En la Ilustración 127 está el diseño final de la escalera, tanto para las secciones de sus elementos, como el acero de refuerzo.

### Ilustración 127

*Diseño final de la escalera*

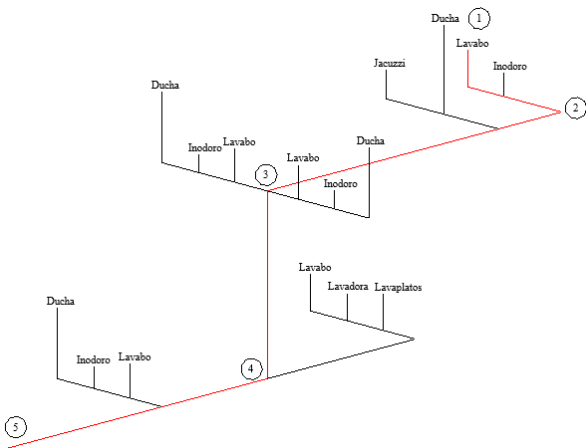


### 3.2. Diseño de instalaciones hidrosanitarias

Se comienza con el predimensionamiento de la línea de agua potable donde se escoge la ruta crítica que deberá cumplir criterios de presión y velocidad.

### Ilustración 128

*Diagrama de la ruta crítica de la línea de agua potable*



**Tabla 133**  
*Caudales mínimo según el aparato sanitario*

Aparato Sanitario	Caudal instantáneo mínimo	Presión	
		Recomendada	Mínima
	L/s	m.c.a.	m.c.a.
<b>Bañera/tina</b>	0.3	7.0	3.0
<b>Bidet</b>	0.1	7.0	3.0
<b>Calentadores/calderas</b>	0.3	15.0	10.0
<b>Ducha</b>	0.2	10.0	3.0
<b>Fregadero cocina</b>	0.2	5.0	2.0
<b>Fuentes para beber</b>	0.1	3.0	2.0
<b>Grifo para manguera</b>	0.2	7.0	3.0
<b>Inodoro con depósito</b>	0.1	7.0	3.0
<b>Inodoro con fluxor</b>	1.25	15.0	10.0
<b>Lavabo</b>	0.1	5.0	2.0
<b>Máquina de lava ropa</b>	0.2	7.0	3.0
<b>Maquina lava vajilla</b>	0.2	7.0	3.0
<b>Urinario con fluxor</b>	0.5	15.0	10.0
<b>Urinario con llave</b>	0.15	7.0	3.0
<b>Sauna o hidromasaje</b>	1	15.0	10.0

*Nota.* Esta tabla es obtenida de las tablas de ábaco

De la Ilustración 128 se observa la ruta crítica, donde además se dividió por tramos para el predimensionamiento de los diámetros de las tuberías. En la ruta crítica seleccionada el aparato final es un lavamanos el cual de la Tabla 133 se obtiene el caudal instantáneo mínimo de los aparatos que conforman el primer tramo.

$$\sum Q_i = 0.10 \frac{L}{s} + 0.10 \frac{L}{s} = 0.20 \frac{L}{s}$$

Lo siguiente es calcular el coeficiente de simultaneidad con la Ecuación 3.104, donde  $s$  será el número de aparatos en ese tramo.

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{s-1}} \quad (3.104)$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

Después se calculó el caudal máximo probable (QMP) con la Ecuación 3.105, donde  $Q_i$  es el caudal instantáneo ya calculado y  $k_s$  el coeficiente de simultaneidad.

$$QMP = \sum Q_i k_s \quad (3.105)$$

$$QMP = 0.20 \frac{L}{s} 1 = 0.20 \frac{L}{s}$$

Antes del siguiente paso se debe hacer una suposición con la velocidad, el cual debe estar entre 0.6 y 1.5 m/s. Para el ejercicio actual se usa una velocidad de 1.5 m/s que servirá para calcular el diámetro de tubería a usar.

El paso final en el predimensionamiento se calcula el diámetro de la tubería a usar, donde se usa como base la Ecuación 106. La ecuación indica que el caudal en una tubería es igual a el área de la tubería por la velocidad del agua. De esta ecuación se despejó la variable del diámetro que es lo que se busca.

$$Q = A V$$

$$Q = \left(\frac{\pi}{4} \phi^2\right) V$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad (3.106)$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \left(0.28 \frac{L}{s}\right) \left(\frac{1m^3}{1000L}\right) \left(\frac{1000 mm}{1 m}\right)}{\pi \left(1.5 \frac{m}{s}\right)}} = 13.03 mm$$

Con ese diámetro se busca un diámetro comercial, donde en la Ilustración 129 se ve diferentes tipos de diámetros comerciales. Para este tramo sería suficiente usando una tubería de media pulgada (1/2”).

### Ilustración 129

*Tipo de diámetros comerciales de tubería de agua potable*

plg	mm	Esesor de pared	long
1/2	20	3,4	6m
3/4	25	3,9	6m
1	32	4,9	6m
1 1/4	40	5,7	6m
1 1/2	50	6,3	6m
2	63	7,5	6m

TUBERÍAS ROSCABLE PP

Para los siguientes tramos se realiza el mismo proceso, donde la suma de los caudales tiene que hacerse tomando en cuenta los caudales del tramo anterior, así como el coeficiente de simultaneidad. En la Tabla 134 están el predimensionamiento de las tuberías de agua potable, en el siguiente paso se hará el diseño final considerando la velocidad y presión real.

**Tabla 134**  
*Prediseño de los diámetros de las tuberías*

<b>Tramo</b>	$\Sigma Q_i$	$\Sigma Q_i$	<b>s</b>	<b>Ks</b>	<b>QMP</b>	<b>V</b>	$\emptyset$	$\emptyset$
	[L/s]		[un]		[L/s]	[m/s]	[mm]	[plg]
<b>1-2</b>	0.2		2	1.00	0.20	1.5	13.03	1/2
<b>2-3</b>	1.5		4	0.58	0.87	1.5	27.11	1
<b>3-4</b>	2.5		10	0.33	0.83	1.5	26.60	1
<b>4-5</b>	3.4		16	0.26	0.88	1.5	27.30	1

Para el diseño de las tuberías se comienza definiendo la presión del aparato crítico que en este caso es el lavamanos, que de la Tabla 133 se ve que es 5 m.c.a. Para el primer tramo hay que colocar las unidades según la cantidad de aparatos que haya. En el tramo como hay un lavamanos y un inodoro, para el lavamanos se considera una unidad y para el inodoro otra unidad más que da como resultado 2 unidades.

Con esa unidad y el diámetro de ese tramo antes pre dimensionado se usa las tablas de Flamant. En esas tablas se entran el diámetro a usar, por las unidades antes calculada y se anotan los datos de caudal, velocidad, cabezal, el coeficiente de fricción del material de la tubería y las pérdidas por fricción.

**Ilustración 130***Tabla de Flammant de media pulgada*

<b>1/2"</b>										
$j = 4C (V^{1.75} / D^{1.2}) \quad Q = AV \quad j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$										
Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Coeficiente de fricción C				
						Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00031	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
1	3,79	0,06	0,47	0,01	0,079	0,058	0,046	0,030	0,025	
2	2	7,57	0,13	1,03	0,05	0,304	0,226	0,177	0,118	0,098
3	3	11,35	0,19	1,50	0,11	0,591	0,439	0,343	0,229	0,191
5	4	15,14	0,25	1,97	0,20	0,956	0,709	0,555	0,370	0,308
6	5	18,92	0,32	2,53	0,33	1,472	1,092	0,855	0,570	0,475
7	6	22,71	0,38	3,00	0,46	1,989	1,475	1,155	0,770	0,642
8	7	26,50	0,44	3,49	0,62	2,587	1,919	1,502	1,001	0,834
10	8	30,28	0,50	3,98	0,81	3,267	2,424	1,897	1,265	1,054
12	9	34,07	0,57	4,48	1,02	4,015	2,979	2,331	1,554	1,295
14	10	37,85	0,63	4,98	1,26	4,828	3,582	2,804	1,869	1,558
16	12	45,42	0,76	5,98	1,82	6,643	4,929	3,857	2,571	2,143
20	14	52,99	0,88	6,97	2,48	8,700	6,455	5,052	3,368	2,806

$$Q = 0.13 \frac{L}{s}$$

$$V = 1.03 \frac{m}{s}$$

$$hv = 0.05 m$$

Cuando se usa esa tabla hay que revisar que la velocidad este entre 0.6 m/s y 2.5 m/s que son las velocidades aceptables en una tubería de agua potable. En el prediseño se había supuesto una velocidad en todos los tramos de 1.5 m/s pero esta es la real. Si esta velocidad no está en el rango permitido, lo que se hace es aumentar el diámetro de la tubería y por ende usar la tabla correspondiente a ese diámetro. En los tramos siguientes se analizó con los diámetros del predimensionamiento y se revisaba las velocidades obtenidas, donde algunas se tuvieron que o aumentar el diámetro o disminuirlo.



Lo siguiente es calcular las pérdidas, que son por fricción y por accesorios. Para las pérdidas por fricción se necesitan las longitudes horizontales y verticales que serán las que darán las pérdidas por fricción.

$$\text{Horizontal} = 2.9 \text{ m}$$

$$\text{Vertical} = 0.9 \text{ m}$$

Para las pérdidas por accesorios se necesita identificar la cantidad y los tipos de accesorios que hay. De la ruta crítica, el cual comienza por un lavamanos, está el codo a 90° que alimenta al lavamanos, después el codo a 90° que lo conecta a la línea crítica, después pasa por el tee a 90° unidireccional del inodoro y finalmente el codo a 90° que gira para cambiar de sentido en la tubería. Las pérdidas colocadas son las que se obtiene de las tablas de pérdidas de accesorios como longitud equivalente.

**Tabla 135**  
*Pérdidas de los accesorios*

<b>Tramo</b>	<b>1-2</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Amount</b>	<b>Length</b>	<b>Total</b>
<b>Codo radio corto 90° 1/2"</b>	3	0.36	1.08
<b>Tee paso directo 1/2"</b>	1	0.2	0.2
<b>Total</b>			1.28

Entonces la pérdida total sería la suma de las longitudes con la de los accesorios. Después se multiplicó esa pérdida por el dato de coeficiente de fricción tomado de la Ilustración 130 para obtener la pérdida de cabezal J.

$$Perdidas = 2.9 m + 0.9 m + 1.28 m = 5.08 m$$

$$J = Perdidas \times j = 5.08 m \times 0.098 \frac{m}{m} = 0.498 m$$

El paso final es el cálculo final de presión que va a ser la suma de la presión del tramo o artefacto anterior con J, hv y la longitud vertical.

$$P = 0.498 m + 0.05 m + 0.9 m + 5 m = 6.45 m. c. a.$$

Los mismos pasos se realizan en el resto de la ruta crítica, donde dichos resultados están en la Tabla 136 colocada a continuación.

**Tabla 136**

*Diseño final de los diámetros de las tuberías de agua potable*

Descripción	Tramo	Unid u	F L/s	V m/s	hv m	C fricción	j m/m	Ø plg	Presión m
Lavamanos	1								5
Lava-Esquina	1-2	2	0.13	1.03	0.05	0.0001	0.098	1/2''	6.45
Esquina-Riser	2-3	4	0.25	1.97	0.2	0.0001	0.308	1/2''	9.99
Riser-Piso 1	3-4	10	0.5	1.75	0.16	0.0001	0.151	3/4"	14.35
Piso -Bomba	4-5	16	0.76	1.49	0.11	0.0001	0.080	1"	15.23

Para el diseño de aguas servidas se debe identificar el tipo y número de aparatos que hay en la vivienda. Identificado los aparatos se asignó su número de descarga y el diámetro que cada aparato tiene. En la Tabla 137 están el aparato, el diámetro recomendado a usar y las unidades de descarga designado para cada uno de ellos.

**Tabla 137**

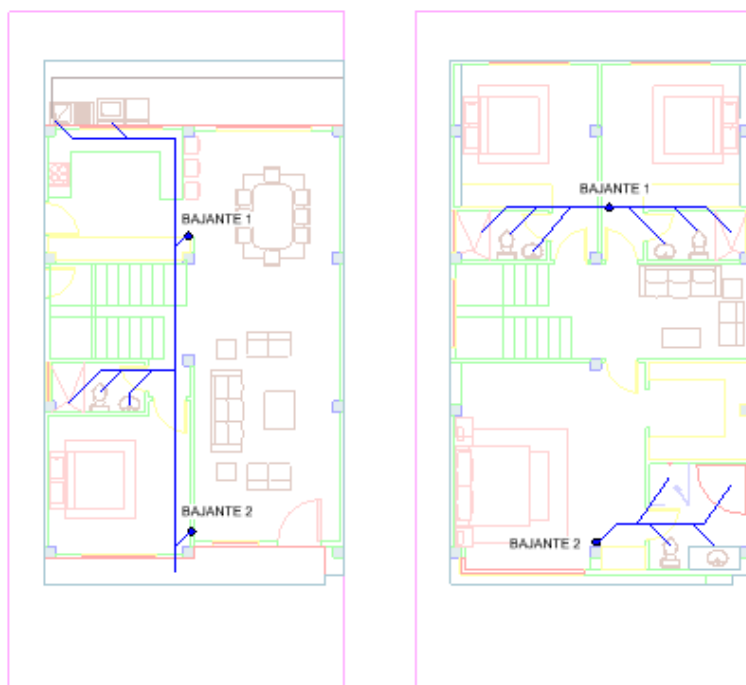
*Resumen de las tuberías PVC de aguas servidas en el proyecto*

<b>Cantidad</b>	<b>Aparato</b>	<b>Ø</b>	<b>UD</b>
4	Inodoro	110	3
1	Lavadora	50	2
1	Lavaplatos	50	2
1	Fregadero de ropa	50	2
4	Lavamanos	50	2
4	Ducha	75	2
1	Tina	50	3

En el siguiente paso se estableció las ubicaciones de las bajantes y los colectores que conformaran el sistema de drenaje de aguas servidas.

**Ilustración 131**

*Esquema de las tuberías de aguas servidas*



Lo siguiente fue revisar si cada bajante cumple con el número máximo de unidades de descarga. La bajante número 1 y 2 tiene una total de 10 y 14 unidades respectivamente y según la Tabla 138 usando una tubería de diámetro 75 mm se pueden soportar 30 unidades si se está en una vivienda de hasta 3 casas. Debido a que existen inodoros y estos usan un diámetro de 110 mm, se recomienda continuar la línea con un diámetro igual o mayor, por lo cual la bajante también será de 110 mm. Usando un diámetro de 110 mm las unidades de descargas máximas son de 240, por lo cual las bajantes están dentro del rango permitido de unidades de descarga y serán los seleccionados para el diseño.

**Tabla 138**

*Límites de unidades por tubería*

<b>Bajante</b>		<b>Más de 3 pisos</b>	
<b>Diámetro mm</b>	<b>Hasta 3 pisos</b>	<b>Total por bajante</b>	<b>Total por piso</b>
75	30	60	16
110	240	500	90
160	960	1900	350
200	2200	3600	600
150	3800	5600	1000
315	6000	8400	1500

Para el diseño de los colectores se tiene que analizar estos por tramos identificando las unidades de descargas que les corresponden y el caudal que hay en esas tuberías según las unidades de descarga que estos tienen.

En el tramo A-B existen 3 aparatos sanitarios los cuales son el fregadero de ropa, la lavadora y el lavaplatos. Estos suman 6 unidades de descargas los cuales según la Tabla 139 le corresponde un caudal de 1.69 L/s que es el valor más pequeño que hay.

**Tabla 139**  
*Caudal para fluxómetros*

Unidades	Caudal		
	gal/min	l/min	l/s
10	27	102	1.69
12	28.6	108.3	1.81
14	30.5	114.3	1.91
16	31.8	120.4	1.99
18	33.4	126	2.09
20	35	132.5	2.19

*Nota:* Esta tabla es una fracción de la Tabla 5.3 Caudales para fluxómetros

Con ese caudal usando las tablas de Manning usando la pendiente y el diámetro de la tubería se obtiene la velocidad y caudal a tubo lleno de esa tubería. Usando la pendiente mínima de 1% y un diámetro 110 mm o 4 pulgadas se obtiene una velocidad de 0.96 L/s y un caudal de 7.78 L/s.

**Tabla 140**  
*Tabla de Manning para tubería de 4"*

4"	n = 0.009	
	V	Q
S %	m/seg	L/seg
0.8	0.86	6.96

0.9	0.91	7.38
1	0.96	7.78
1.1	1.01	8.16
1.2	1.05	8.53

*Nota:* Esta tabla es una fracción de la Tabla 5.6 Tablas de Manning

Lo siguiente fue encontrar las relaciones hidráulicas en la tubería para corroborar que estos cumplan con el criterio de que la profundidad de lámina en la tubería sea menor al 75% del diámetro de la tubería y que la velocidad real sea mayor al 60% de la velocidad a tubo lleno. Para eso se usa la relación de caudales que es el caudal de diseño dividido para el caudal a tubo lleno ya calculados y con eso se encuentra las relaciones antes dichas en la Tabla 141.

**Tabla 141**

*Relaciones hidráulicas en tubería*

<b>Q/Qo</b>	<b>Y/φ</b>	<b>V/Vo</b>	<b>D/φ</b>	<b>A/Ao</b>
0.22	0.361	0.664	0.266	0.325
0.24	0.377	0.681	0.28	0.345
0.26	0.393	0.699	0.294	0.365
0.28	0.409	0.715	0.307	0.385
0.30	0.424	0.732	0.321	0.404
0.32	0.439	0.747	0.334	0.422
0.34	0.453	0.763	0.348	0.441
0.36	0.468	0.778	0.361	0.459

$$\frac{Q}{Q_o} = \frac{1.69 \frac{L}{s}}{0.78 \frac{L}{s}} = 2.17$$

$$\frac{y}{\emptyset} = 0.36$$

$$\frac{V}{V_o} = 0.71$$

De las relaciones hidráulicas obtenidas se observa que la profundidad de la lámina es el 36% del diámetro lleno de la tubería y que la velocidad real es el 71% de la velocidad a tubo lleno. Esta tubería con la pendiente y el diámetro seleccionado cumple con los criterios antes mencionados por lo cual se usa para el diseño en el tramo analizado. El mismo proceso se hace con los demás tramos con la diferencia que las unidades se van acumulando respecto a los anteriores, como se ve en la Tabla 142.

**Tabla 142**

*Comprobación de los criterios de diseño para tuberías de aguas servidas*

Tramo	Unid.	Q L/seg	S %	V m/s	Q <sub>o</sub> L/s	Q/Q <sub>o</sub>	y/∅	v/V <sub>o</sub>	Y < 0.75∅	V > 0.6V <sub>o</sub>
A-B	6	1.69	1	0.96	0.78	2.17	0.361	0.707	Si	Si
B-C	20	2.19	1	0.96	0.78	2.81	0.409	0.715	Si	Si
C-D	27	2.45	1	0.96	0.78	3.14	0.435	0.816	Si	Si
D-E	37	2.81	1	0.96	0.78	3.60	0.468	0.778	Si	Si

### 3.3. Diseño de instalaciones eléctricas

El diseño eléctrico está conformado por los circuitos de tomacorrientes y los puntos de luces. Para comenzar con el diseño se recomienda crear algunos circuitos donde cada uno de ellos va a un breaker distinto. Para crear los circuitos se recomienda dividirlos por áreas según el uso de las habitaciones de las viviendas.

Como primer circuito a diseñar se selecciona el área de la entrada y la sala como uno solo. En este circuito hay que asignar unos tomacorrientes que va a depender de las necesidades de esa zona. Según la arquitectura se recomienda colocar 5 tomacorrientes donde cada uno va a consumir una carga de 200 vatios (W) según la NEC Instalaciones Eléctricas en su sección 3.2. Lo siguiente es calcular la potencia total en ese circuito que va a ser la multiplicación de la carga por el número de tomacorrientes, como se ve en la Ecuación 3.107.

$$Potencia\ Total = Carga\ x\ Cantidad\ Tomacorrientes \quad (3.107)$$

$$Potencia\ Total = 200\ W\ x\ 5\ tomacorrientes = 1000W$$

El siguiente paso es determinar la corriente que necesita ese circuito usando la Ecuación 3.108 que divide la potencia total del circuito con el voltaje de corriente que llega. En Ecuador el voltaje que llega a las viviendas es de 220 voltios (V) usando las dos fases, pero para circuitos comunes se usa solo 110V.

$$Corriente = \frac{Potencia\ Total}{Voltaje} \quad (3.108)$$

$$Corriente = \frac{1000\ W}{110\ V} = 9.09\ A$$



Ese circuito genera un consumo de 9.09 amperios (A) donde como paso siguiente es asignarle un breaker a ese circuito que aguante esa corriente. Antes de asignarle el breaker hay que aplicarle un factor de seguridad de 1.25 a la corriente que circula por ese circuito.

$$\text{Corriente} = 1.25(9.09 A) = 11.36 A$$

El breaker comercial que cumple con ese requerimiento es el de 15 A, para el cual se le asigna ese en el tablero.

Lo siguiente fue definir los cables que conforman la red del circuito. Para eso se usarán claves de cobre con recubrimiento THHN que son los usados para conexiones en viviendas. Como se requiere un cable que aguante 11.36 A que genera el circuito, usando un cable de calibre 14 AWG (American Wire Gauge) sería suficiente ya que este aguanta hasta 20 A. La NEC Instalaciones Eléctricas en su sección 5.3 indica que el calibre mínimo para circuitos de tomacorrientes debe ser de 12 AWG. El diseño del cable va a ser de un calibre de 12 AWG tanto para la fase y el neutro. Para el cable a tierra el calibre mínimo según la tabla 6 de la sección 8.6 de la NEC Instalaciones Eléctricas es de 14 AWG.

**Ilustración 132***Calibre mínimo para circuitos de tomacorrientes*

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de:	Tamaño nominal mm <sup>2</sup> (AWG o kcmil)	
	(A)	Conductor de cobre
15	2,08 (14)	---
20	3,31 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)

*Nota.* Obtenido de la tabla 6 de la sección 8.6 de la NEC Instalaciones Eléctricas

Por último, se selecciona el tubo por el cual los cables van a recorrer la vivienda y conformar el circuito. Para eso se usa la Ilustración 133 que se seleccionará dependiendo del calibre de los cables del circuito y la cantidad de cables. En este caso como el mayor calibre es el de 12 AWG y hay tres cables que son la fase, el neutro y la tierra será suficiente con un tubo de 16 mm de diámetro tipo RH.

### Ilustración 133

*Tipo de tuberías Conduit según los cables usados*

Letras de tipo	Tamaño nominal del cable		Diámetro nominal en mm					
	mm <sup>2</sup>	AWG kcmil	16	21	27	35	41	53
RH	2,082	14	4	8	15	27	37	61
	3,307	12	3	7	12	21	29	49
RHH, RHW	2,082	14	3	6	10	19	26	43
RHW-2	3,307	12	2	5	9	16	22	36
							17	
RH, RHH, RHW	5,26	10	1	4	7	13	9	29
RHW-2	8,367	8	1	1	3	6	7	15
	13,3	6	1	1	3	5	6	12
	21,15	4	1	1	2	4	5	9
	26,67	3	1	1	1	3	4	8
	33,62	2	0	1	1	3	3	7
	42,41	1	0	1	1	1	2	5
	53,48	1/0	0	0	1	1	1	4
	67,43	2/0	0	0	1	1	1	3
	85,01	3/0	0	0	1	1	1	3
	107,2	4/0	0	0	1	1	1	2
	126,67	250	0	0	0	1	1	1
	152,01	300	0	0	0	1	1	1
	177,34	350	0	0	0	1	1	1
	202,68	400	0	0	0	1	1	1
	253,35	500	0	0	0	0	1	1

Para los circuitos de iluminación el proceso es similar al ya mostrad., Existen cambios como la carga de cada punto de luz, el número máximo de puntos por circuito y el calibre mínimo de cable para el circuito.

Para los circuitos de cargas especiales tiene el mismo proceso y los mismos cambios antes mencionados. La diferencia de este tipo de circuitos con los anteriores es que este trabaja a 220 V y solo debe existir un aparato por circuito.

A continuación, se muestra la tabla resumen con el diseño eléctrico tanto de la planta baja como el primer piso.

**Tabla 143**  
*Diseño eléctrico de la planta baja*

Tablero	Circuito	Descripción	Nominal Cable	Tube Conduit
			AWG	[in]
TD1	C1 Outlet	Sala	1F#12+1N#12+1T#14 TW	16mm RH
	C2 Outlet	Comedor-Cocina	1F#12+1N#12+1T#14 TW	16mm RH
	C3 Outlet	Pasillo-Baño	1F#12+1N#12+1T#14 TW	16mm RH
	C4 Light	Sala	1F#14+1N#14+1T#14 TW	16mm RH
	C5 Light	Comedor-Cocina	1F#14+1N#14+1T#14 TW	16mm RH
	C6 Light	Pasillo-Baño	1F#14+1N#14+1T#14 TW	16mm RH
	C7 A/C	Sala	2F#10+1T#10 TW	21 mm RH

**Tabla 144**  
*Diseño eléctrico de la planta alta*

Tablero	Circuito	Descripción	Nominal Cable	Tube Conduit
			AWG	
TD2	C1 Outlet	Dormitorio-Baño- Escalera-Sala	1F#12+1N#12+1 T#14 TW	16mm RH
	C2 Outlet	Dormitorio-Baño	1F#12+1N#12+1 T#14 TW	16mm RH
	C3 Light	Dormitorio-Baño- Escalera-Sala	1F#14+1N#14+1 T#14 TW	16mm RH
	C4 Light	Dormitorio-Baño	1F#14+1N#14+1 T#14 TW	16mm RH
	C5 A/C	Sala	2F#10+1T#10 TW	21 mm RH
	C6 A/C	Sala	2F#10+1T#10 TW	21 mm RH
	C7 A/C	Jacuzzi	2F#10+1T#10 TW	21 mm RH

### **3.4. Especificaciones técnicas**

#### **3.4.1. Normativas de diseño**

Las recomendaciones utilizadas para el diseño son las normativas o reglamentos que se enlistan a continuación:

- AISC 360-16, Specification for Structural Steel Buildings.
- AISC 341-16, Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
- AISC: Base Plate and Anchor Rod Design.
- AWS D1.1, Structural Welding Code Steel.
- NEC-SE-AC, Normativa Ecuatoriana de la Construcción para Estructuras de Acero.
- NEC-SE-DS, Peligro sísmico sismorresistente.
- NEC-11, Normativa Ecuatoriana de la Construcción para instalaciones hidrosanitarias.
- NEC-SB-IE, Normativa Ecuatoriana de la Construcción para instalaciones eléctricas.

#### **3.4.2. Especificaciones de rubros**

##### **1. Preliminares**

###### **1.01. Limpieza manual del terreno**

***Descripción:***

Consistirá en preparar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada, siguiendo las especificaciones y documentos correspondientes, en las áreas indicadas en los planos. Se deberá realizar el corte, la extracción de raíces y la eliminación de arbustos, hierbas y cualquier tipo de vegetación en las áreas de construcción.

***Procedimiento:***

La limpieza se llevará a cabo manualmente, eliminando la vegetación en el área de construcción de manera que no interfiera con el desarrollo de los trabajos. Los huecos y cortes generados por la remoción de árboles y arbustos deberán ser rellenados con material seleccionado y compactado conforme a las directrices. Se debe retirar todo el material resultante de la limpieza y mantener limpia el área destinada para el proyecto. El material no utilizado debe ser desplazado fuera del área de construcción.

Unidad: m<sup>2</sup>

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra mínima calificada: Peón (Estructura Ocupacional E2).

***Forma de Pago:***

El valor por pagar se establecerá de manera proporcional a la superficie a intervenir, expresada en metros cuadrados.

**1.02. Replanteo y nivelación con equipo topográfico**

***Descripción:***

El replanteo es el proceso de trasladar al terreno el trazado de los planos arquitectónicos, verificando las longitudes y niveles como etapa previa a la construcción del proyecto.

***Procedimiento:***

Se deberán establecer referencias estables para los ejes, que se mantendrán fijas durante toda la fase de construcción. El trazado y replanteo se deben llevar a cabo utilizando equipos de

precisión certificados, tales como estación total, teodolito, nivel de precisión, y cintas métricas metálicas, y debe ser realizado por personal profesional con experiencia. Las áreas de construcción se marcarán con estacas de madera y piola, y se determinará el lugar exacto para efectuar los rellenos y excavaciones de acuerdo con las abscisas y cotas del proyecto especificadas en los planos.

Unidad: m<sup>2</sup>

Materiales mínimos: Estacas de madera, Tiras 2.5x2.5x250, Clavos c/c liso 20x1,50 3/4x17

Equipo mínimo: Equipo de topografía, herramienta menor.

Mano de obra mínima calificada: Topógrafo (Estructura Ocupacional C1), Cadenero (Estructura ocupacional D2).

***Forma de Pago:***

El valor por pagar se establecerá de manera proporcional a la superficie a intervenir, expresada en metros cuadrados.

**1.03. Instalación provisional de agua**

***Descripción:***

El contratista se encargará de proporcionar agua potable para garantizar la correcta ejecución de las obras, utilizando camiones cisterna u otros métodos disponibles.

Si existe una red de distribución de agua, esta será la fuente de agua para la construcción, en caso de que no haya una red de distribución, el contratista deberá suministrar el agua necesaria a su

propio costo, considerando este gasto dentro de los precios establecidos para el proyecto. El contratista es responsable de asegurar que el agua sea adecuada para su uso en la construcción y cumpla con los requisitos establecidos.

Al finalizar las obras, el contratista debe retirar todas las conexiones y tuberías provisionales, y restaurar cualquier área afectada a su condición original.

Unidad: La provisión de agua para la construcción se medirá por una media de consumo mensual.

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2),

Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago se realizará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el presupuesto, gasto de media mensual. Este precio y pago cubrirán completamente todos los costos asociados a mano de obra, herramientas, equipos, materiales y posibles imprevistos.

**1.04. Instalación provisional de luz**

***Descripción:***

Instalación de puntos de luz y tomacorrientes dobles de 110V.

***Procedimiento:***



Instalación en ubicaciones proporcionadas por los planos, verificación del circuito de alimentación.

Unidad: Punto (pto).

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Electricista (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

Se medirá y pagará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el presupuesto, estipulado dentro del contrato incluye los materiales, equipos, herramientas y mano de obra.

## **2. Cimentación**

### **2.01. Excavación manual de cimientos y plintos**

***Descripción:***

Este rubro comprende la excavación de zanjas para la cimentación de estructuras, siguiendo las dimensiones y profundidades indicadas en los planos. Se busca obtener un terreno estable y nivelado para la posterior construcción de cimientos y plintos.

***Procedimiento:***

Las excavaciones se ejecutarán conforme a las dimensiones y profundidades especificadas en los planos estructurales, conservando la verticalidad de los costados de las zanjas. Se deberá nivelar y limpiar el fondo de las excavaciones, asegurándose de que esté libre

de escombros y restos de materiales. Una vez finalizados los trabajos de cimentación, se procederá a rellenar y compactar el espacio excavado con la tierra extraída.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de volumen y el pago se efectuará por metro cúbico ( $m^3$ ) ejecutado de acuerdo con los planos. Se incluye en este rubro la mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la excavación.

**2.02. Relleno compactado con material clasificado**

***Descripción:***

Este ítem consiste en la ejecución de rellenos con material seleccionado y compactado mecánicamente en las áreas indicadas en los planos arquitectónicos, estructurales y estudio de suelos. El objetivo es crear una base estable y uniforme para la construcción de estructuras posteriores.

***Procedimiento:***

El relleno compactado con material clasificado se realiza en un proceso meticuloso que inicia con la inspección del terreno y la selección del material adecuado. El material se transporta al sitio, se humedece y se coloca en capas sucesivas. Cada capa se compacta cuidadosamente

hasta alcanzar el grado de compactación especificado. Se realizan ajustes en la humedad y las pendientes si es necesario, y el proceso se repite hasta alcanzar la altura final. La ejecución de este procedimiento debe estar bajo la supervisión y control de personal calificado, siguiendo las especificaciones técnicas y normas de seguridad establecidas en el proyecto.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores, plancha vibroapisonadora.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago del relleno compactado con material clasificado se realiza por metro cúbico ( $m^3$ ). La medición se obtiene mediante cálculos sobre planos arquitectónicos o mediciones directas en el sitio de obra. El precio unitario incluye el suministro de materiales, transporte, mano de obra, equipos y herramientas, agua para humectación, mantenimiento y aseo del sitio de obra. La ejecución del trabajo debe cumplir con las especificaciones técnicas y normas de seguridad establecidas en el proyecto.

**2.03. Relleno compactado con material de sitio**

***Descripción:***

Este material se obtendrá de zonas cercanas al proyecto. El material se hidratará y compactará para cumplir con las especificaciones técnicas. La excavación e incorporación del material a la obra estarán sujetas a la aprobación de la supervisión.

***Procedimiento:***

El procedimiento para el relleno compactado con material de sitio se inicia con la preparación del terreno. Luego, se procede a la excavación del material en las zonas de préstamo indicadas, asegurando su calidad y cumpliendo con los requisitos establecidos. El material excavado se transporta a la zona de trabajo y se coloca en capas horizontales, cada capa se humedece o seca hasta alcanzar la humedad óptima, se nivela, perfila y compacta cuidadosamente antes de colocar la siguiente.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores, rodillo vibratorio, retroexcavadora.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1), Chofer volqueta (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago del relleno compactado con material de sitio se realiza por metro cúbico ( $m^3$ ) de material excavado e incorporado a la obra, medido en el sitio original de extracción. El precio unitario contractual incluirá la excavación, colocación, compactación del material, uso de equipos, herramientas, materiales y demás actividades necesarias para cumplir con las especificaciones técnicas y ambientales.

**2.04. Desalojo de material con volqueta. Cargado manual.*****Descripción:***

Esta actividad consiste en retirar y trasladar los materiales sobrantes generados durante las excavaciones o demoliciones. El personal a cargo utilizará herramientas manuales para cargar y transportar estos materiales hasta el lugar designado por la supervisión de la obra.

***Procedimiento:***

Se trata de un rubro que abarca la recolección, transporte y disposición final de los materiales resultantes de las excavaciones y demoliciones. El contratista será responsable de realizar todas las tareas necesarias para cumplir con esta actividad y se le pagará un precio fijo por unidad de área trabajada.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Chofer volqueta (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago por este trabajo se calculará en función del área donde se realizaron las labores de limpieza. El precio acordado en el contrato incluirá todas las tareas necesarias para completar la actividad, como el cargado, transporte, disposición final de los desechos y cumplimiento de las normas ambientales. Es decir, el contratista se encargará de todo lo relacionado con la eliminación de los materiales de desecho, desde el inicio hasta su disposición final en un lugar autorizado.

**2.05. Hormigón en replantillo ( $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ )**

***Descripción:***

Este rubro consiste en la colocación de un replantillo de hormigón simple sobre el terreno previamente excavado y nivelado, para servir como base sólida para la cimentación de estructuras. El hormigón simple utilizado debe cumplir con la resistencia especificada en los planos ( $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ), asegurando una superficie nivelada y compacta para la posterior construcción de cimientos y plintos.

***Procedimiento:***

El terreno se preparará para la colocación del replantillo, incluyendo nivelación, limpieza y eliminación de cualquier material suelto o inestable. Se verterá el hormigón simple sobre el terreno preparado, manteniendo un espesor uniforme según lo indicado en los planos estructurales. El hormigón simple recién vertido se compactará para asegurar una superficie densa y resistente. Posteriormente, se procederá al curado del hormigón mediante la aplicación de agua o membranas de curado, para mantener la humedad adecuada durante el proceso de fraguado y endurecimiento.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de volumen y el pago se efectuará por metro cúbico ( $m^3$ ) ejecutado de acuerdo con los planos. Se incluye en este rubro la mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la preparación del terreno, transporte y mezcla del hormigón, vaciado, compactación y curado del replantillo.

## **2.06. Hormigón simple en zapatas y pedestal ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ). Incluye encofrado**

### ***Descripción:***

Las zapatas de hormigón armado son elementos fundamentales en la construcción, ya que sirven como base para soportar las cargas de un edificio. Estas estructuras, generalmente de forma rectangular o cuadrada, se construyen con hormigón de alta resistencia reforzado con barras de acero. Su diseño y dimensiones dependen de factores como el tipo de suelo, las cargas que deben soportar y las dimensiones de la estructura. Las zapatas se ubican directamente sobre el terreno y transmiten las cargas del edificio al suelo de manera uniforme, evitando asentamientos diferenciales y asegurando la estabilidad de la construcción.

### ***Procedimiento:***

La construcción de una zapata de hormigón armado implica varios pasos. En primer lugar, se excava el terreno hasta alcanzar la cota de fundación indicada en el proyecto. A continuación, se coloca un encofrado, que es un molde que dará forma a la zapata. Dentro del encofrado se coloca la armadura de acero, compuesta por barras de diferentes diámetros y longitudes, que se unen mediante soldadura o amarre. La cantidad y distribución de la armadura depende de los cálculos estructurales. Una vez colocada la armadura, se procede al vaciado del

hormigón. Es importante que el hormigón se compacte adecuadamente para eliminar las burbujas de aire y garantizar una buena adherencia con el acero. Después del vaciado, se deja curar el hormigón durante un período determinado, permitiendo que adquiera su máxima resistencia. Finalmente, se retira el encofrado y se obtiene la zapata terminada.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores, concreteira, vibrador.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de volumen y el pago se efectuará por metro cúbico ( $m^3$ ) ejecutado de acuerdo con los planos. Se incluye en este rubro la mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la preparación del terreno, transporte y mezcla del hormigón y vaciado.

**2.07. Acero estructural de la placa base y pernos de anclaje, (ASTM A36,  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ )**

***Descripción:***

Son piezas de acero muy resistentes diseñadas para sujetar estructuras de acero a una base de hormigón. Funcionan como conectores, distribuyendo el peso de la estructura a través del hormigón.



***Procedimiento:***

Antes de iniciar la instalación, se preparan los pernos y placas de acero en taller. Se roscan los ejes y se perforan las placas según los planos del proyecto. En obra, se determina la ubicación exacta de cada perno y placa, siguiendo las indicaciones de los planos constructivos. Una vez definida la posición, se procede a limpiar y preparar el área de trabajo, protegiéndola para evitar daños y accidentes.

Los pernos y placas se instalan de manera precisa, asegurando que estén alineados y correctamente posicionados. Es fundamental que esta tarea sea realizada por personal capacitado y experimentado.

Unidad: kg.

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2) Perfilero (Estructura Ocupacional C1), Maestro soldador (Estructura Ocupacional C1), Soldador (Estructura Ocupacional C3).

***Forma de pago:***

El pago por este trabajo se basará en la cantidad de acero utilizado (pernos y placa) y en los precios establecidos en el contrato. Esto incluye todos los costos asociados, como la fabricación de los pernos, el transporte y la mano de obra.

**2.08. Hormigón simple en riostra ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ). Incluye encofrado*****Descripción:***

En este rubro, las riostras se construirán utilizando hormigón simple (mezcla de cemento, arena, ripio y agua) y se incluirán los costos asociados al encofrado necesario para darle forma al hormigón mientras fragua.

***Procedimiento:***

Se inicia elaborando un encofrado con tablas o paneles, dándole la forma exacta de la riostra según el diseño estructural. A continuación, se coloca el acero de refuerzo dentro del encofrado, siguiendo los planos. Luego se vierte el hormigón simple, vibrando el encofrado para eliminar el aire y compactar el hormigón. Una vez alcanzado el tiempo de fraguado necesario, se retira el encofrado, dejando al descubierto la riostra de hormigón curada.

Unidad:  $m^3$ .

Equipo mínimo: Herramientas menores, vibrador y concretetera.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro soldador (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de volumen y el pago se efectuará por metro cúbico ( $m^3$ ) ejecutado de acuerdo con los planos. Se incluye en este rubro la mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la preparación del terreno, transporte y mezcla del hormigón y vaciado.

**2.09. Acero de refuerzo ( $f'c = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ). Incluye armado**

***Descripción:***

Este rubro se refiere a todo el acero utilizado para reforzar el hormigón en una obra. El acero de refuerzo, comúnmente conocido como varillas, proporciona resistencia a la tracción al hormigón, que es débil en tensión. El "armado" implica la correcta colocación de estas varillas dentro del encofrado, siguiendo los planos estructurales.

***Procedimiento:***

Se requiere un diseño estructural detallado que indique el tipo, diámetro, cantidad y disposición de las varillas de refuerzo que se encuentra en los planos estructurales. Las varillas se cortan a las longitudes requeridas y se doblan según los detalles del diseño. Luego se colocan dentro del encofrado, asegurando que mantengan las distancias y posiciones especificadas en los planos. Se utilizan elementos de sujeción como sillas y ganchos para mantener las varillas en su lugar. Por último, se verifica que el armado se haya realizado correctamente antes de verter el hormigón.

Unidad: kg.

Equipo mínimo: Herramientas menores, dobladora de hierro.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2, Albañil (Estructura Ocupacional D2), Fierro (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

El pago por este trabajo se basará en la cantidad de acero de refuerzo utilizado y en los precios establecidos en el contrato.

### **2.10. Contrapiso de hormigón simple, $e= 8 \text{ cm. } (f'c = 210 \text{ kg/cm}^2)$**

#### ***Descripción:***

Este rubro se refiere a la ejecución de un contrapiso de hormigón simple, es decir, una capa de hormigón que se coloca sobre una base para nivelar el suelo y proporcionar una superficie firme y resistente para futuras terminaciones. En este caso, el espesor del contrapiso es de 8 centímetros.

#### ***Procedimiento:***

Para realizar un contrapiso de hormigón simple se inicia preparando la base, eliminando cualquier material suelto o irregularidad. Luego, se coloca una malla electrosoldada sobre la base para reforzar el hormigón y evitar fisuras. A continuación, se vierte el hormigón simple sobre la malla, distribuyéndolo de manera uniforme y vibrando para compactarlo. Una vez colocado el hormigón, se nivela la superficie utilizando una regla vibratoria o manual. Finalmente, se procede al curado del hormigón para garantizar su resistencia, lo cual se puede lograr mediante el riego con agua o el uso de productos curadores comerciales. Este proceso asegura una base sólida y nivelada para las futuras terminaciones.

Unidad:  $m^2$ .

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2, Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

Dado que el rubro se mide en metros cuadrados ( $m^2$ ), el pago se realizará por cada metro cuadrado de contrapiso ejecutado.

### **3. Superestructura**

#### **3.01. Losa de hormigón simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , ( $e = 10\text{cm}$ )**

***Descripción:***

Se trata de una losa de hormigón de alta resistencia ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) diseñada para ser colocada directamente sobre placas metálicas colaborantes. El hormigón utilizado es autocompactante, lo que significa que fluye y se compacta por su propio peso, llenando completamente los espacios entre las armaduras y adhiriéndose a la placa metálica sin necesidad de vibrado.

***Procedimiento:***

Previo a la ejecución de la losa, se verifica que las placas colaborantes estén correctamente posicionadas y niveladas. Se procede a limpiar y humedecer la superficie de las placas para asegurar una adecuada adherencia del hormigón.

A continuación, se elabora la mezcla de hormigón autocompactante, siguiendo estrictamente el diseño de mezcla aprobado. Esta mezcla, que incluye cemento, agregados, agua y aditivos específicos, se dosifica y mezcla de manera homogénea.

Una vez lista la mezcla, se vierte de forma continua y uniforme sobre las placas colaborantes. La fluidez del hormigón autocompactante permite que se expanda y llene completamente los espacios entre las armaduras y adhiera a la placa metálica sin necesidad de vibrado. En algunos casos, puede ser necesario un vibrado superficial para eliminar burbujas de aire y mejorar el acabado.

Finalmente, se procede al curado de la losa. Esta etapa es fundamental para garantizar el desarrollo de las propiedades mecánicas del hormigón. Se utilizan métodos de curado como el curado por agua o la aplicación de productos curadores, según lo especificado en el proyecto.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2, Albañil (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

El pago se realizará por metro cuadrado de losa hormigonada ejecutada, conforme a las mediciones realizadas en obra y a los precios unitarios establecidos en el contrato.

**3.02. Placa colaborante Steel Deck, ( $e = 0,75 \text{ mm}$ )**

***Descripción:***

Constituye en el elemento complementario de unión entre los elementos de acero y los de hormigón. Estas placas de acero reciben en su plano por soldadura las vigas de acero y mediante pernos de anclaje que las atraviesan se unen a los elementos de hormigón. El acero A36 tiene

como esfuerzo de fluencia mínimo de 36 ksi. Normalmente, el material de conexión se especifica como A36, sin importar el grado de sus propios componentes primarios.

***Procedimiento:***

Antes de realizar el montaje, se deberá corregir con cuidado cualquier abolladura o torcedura que haya aparecido durante las operaciones de transporte. Si el defecto no se puede corregir o se presume que después de corregido puede afectar la resistencia o estabilidad de la estructura, se rechaza la pieza marcándola debidamente para dejar constancia de ello. Verificar replanteo, señalización y trazados en planos para la colocación. Cuando la placa vaya a ser soldada, tiene que ser utilizado un procedimiento de soldado adecuado para el grado de acero y el uso o servicio previsto. Verificar las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen. No se comenzará el atornillado definitivo o soldadura de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición definitiva.

Durante la ejecución se debe comprobar en proyecto el diámetro de los agujeros de pernos, con indicación de la forma de mecanizado. Verificar las clases y diámetros de los pernos empleados. La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los bordes y posiciones de soldadura, los materiales de aportación y el orden de ejecución.

Unidad:  $m^2$ .

Equipo mínimo: Herramientas menores, amoldadora, soldadora.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2Soldador (Estructura Ocupacional C3), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La medición será de acuerdo con la cantidad efectiva fabricada y montada en proyecto. Su pago será  $m^2$  con todo el sistema verificado en proyecto y con planos del proyecto.

**3.03. Suministro, y montaje de perfiles estructurales con grúa (Acero Estructural ASTM**

**A36,  $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ ).**

***Descripción:***

El presente ítem contractual abarca el suministro, fabricación y montaje de elementos estructurales de acero ASTM A36, conforme a los planos de ingeniería y especificaciones técnicas. Los trabajos comprenden la adquisición del material, su procesamiento in situ (corte, doblado, perforación), el transporte al sitio de obra, el montaje y la protección superficial mediante pintura anticorrosiva.

***Procedimiento:***

Se realizará un control de calidad del material en origen, conforme a la norma INEN 106, verificando la conformidad de las propiedades mecánicas y la ausencia de defectos superficiales.

Los trabajos de soldadura se ejecutarán de acuerdo con las normas AWS D1.1, utilizando procedimientos calificados y personal certificado. Se realizarán inspecciones visuales y no destructivas para verificar la calidad de las uniones soldadas.



La protección superficial se realizará mediante la aplicación de una o dos manos de pintura anticorrosiva, según las especificaciones técnicas del proyecto.

Unidad: kg.

Equipo mínimo: Herramientas menores, amoldadora, soldadora eléctrica, grúa móvil, equipo oxicorte.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Perfilero (Estructura Ocupacional C1), Maestro soldador (Estructura Ocupacional C1), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1), Soldador (Estructura Ocupacional C3).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en base al peso efectivo de acero suministrado y montado, de acuerdo con los registros de obra y los planos. El pago se efectuará por kilogramo de acero, conforme a los precios unitarios establecidos en el contrato.

**3.04. Malla electrosoldada A50 4.5-15. Incluye montaje.**

***Descripción:***

Este rubro comprende el suministro e instalación de malla electrosoldada de la clase, tipo y dimensiones indicadas en los planos, para reforzar el hormigón de la losa Steel Deck. La malla electrosoldada aporta resistencia y estabilidad a la estructura de hormigón, previniendo la formación de grietas y mejorando la capacidad de carga.

***Procedimiento:***

Se debe suministrar la malla electrosoldada conforme a la clase, tipo y dimensiones detalladas en los planos estructurales o en las especificaciones técnicas del proyecto. La malla se cortará y doblará de acuerdo con las indicaciones de los planos. La malla electrosoldada se colocará sobre la Steel Deck, asegurando su correcta posición y espaciamiento conforme a los planos. Finalmente, se fijará la malla al encofrado mediante alambres galvanizados u otros métodos adecuados.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de superficie y el pago se efectuará por metro cuadrado ( $m^2$ ) de malla electrosoldada instalada. Se incluye en este rubro el suministro de la malla, mano de obra para corte, doblado, colocación y fijación, así como los materiales necesarios para su sujeción al encofrado.

**3.05. Mampostería de bloque 40x20 cm con mortero 1:6, e=10 cm**

***Descripción:***

Ejecución de mampostería de relleno, con bloques de hormigón alivianado de 10 cm de espesor, unidos con mortero de cemento. La mampostería se ejecutará de acuerdo con los planos

y especificaciones técnicas del proyecto, con el fin de obtener paredes divisorias con las características de resistencia y durabilidad requeridas.

***Procedimiento:***

Para construir una pared con bloques livianos de 10 cm, se inicia preparando la superficie sobre la cual se asentará la mampostería. Esta debe estar limpia, nivelada y libre de cualquier material suelto que pueda afectar la adherencia del mortero. Se extiende una capa de mortero de espesor uniforme sobre la base, asegurándose de que cubra toda la superficie. A continuación, se colocan los primeros bloques sobre el mortero, verificando que estén nivelados y alineados. Es importante rellenar completamente las juntas entre los bloques con mortero, tanto las verticales como las horizontales.

A medida que se avanza en la construcción de la pared, se debe verificar constantemente la verticalidad y horizontalidad de la misma, utilizando herramientas como el nivel y la plomada. Se recomienda utilizar refuerzos estructurales, como varillas de acero, en las juntas horizontales para aumentar la resistencia de la pared, especialmente en zonas de mayor exigencia.

Una vez finalizada la construcción, se procede a limpiar la superficie de la pared, retirando el exceso de mortero y asegurando que las juntas estén bien rellenas. Es fundamental proteger la mampostería recién construida de la lluvia y el sol directo durante al menos 48 horas para permitir que el mortero adquiera la resistencia adecuada.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramientas menores, andamio.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2)

***Forma de pago:***

La medición se realizará en base al área efectiva de la mampostería ejecutada, y el pago se efectuará por metro cuadrado, conforme a los precios unitarios establecidos en el contrato.

**3.06. Ventana corrediza flotado claro, 3mm de espesor. Incluye instalación**

***Descripción:***

Suministro e instalación de ventanas corredizas de aluminio con vidrio flotado transparente. Los perfiles de aluminio serán anodizados y cumplirán con las normas técnicas aplicables. Los trabajos incluirán la toma de medidas en obra, la fabricación de los marcos y hojas, el montaje de los herrajes y el sellado de las juntas.

***Procedimiento:***

Se realizará una inspección de los perfiles de aluminio para verificar su calidad y dimensiones. Se tomarán medidas precisas en obra utilizando instrumentos de medición adecuados. Los perfiles se cortarán y ensamblarán mediante soldadura o unión mecánica. Se realizarán pruebas de estanqueidad en las uniones antes de proceder a la instalación.

Las ventanas se fijarán a la obra mediante anclajes mecánicos o químicos, según las características del soporte. Se ajustarán las hojas y los herrajes para asegurar un funcionamiento suave y seguro. Se aplicará un sellador elástico en las juntas para garantizar la estanqueidad al agua y al aire.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de superficie y el pago se efectuará por metro cuadrado ( $m^2$ ).

**3.07. Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalación.**

***Descripción:***

Este rubro engloba la provisión e instalación completa de una puerta corrediza, incluyendo los elementos necesarios para su funcionamiento como el marco, el tapamarco y los herrajes. Este tipo de puerta se desliza a lo largo de una guía, lo que permite ahorrar espacio en comparación con las puertas batientes.

***Procedimiento:***

a instalación de una puerta corrediza de vidrio requiere precisión y cuidado. Comienza con una preparación meticulosa del vano, asegurando que esté nivelado y limpio. A continuación, se instala el marco perimetral, fijando los perfiles inferior, lateral y superior. Posteriormente, se coloca el vidrio templado en los perfiles, asegurando un sellado perfecto para evitar filtraciones. Una vez colocado el vidrio, se instalan los herrajes como rodamientos, manilla y cerrojo. Finalmente, se realizan los acabados, aplicando sellador adicional y limpiando la superficie.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

La medición se realizará en unidades de superficie y el pago se efectuará por metro cuadrado ( $m^2$ ), asegurando que corresponda a lo especificado en el proyecto y a las cantidades efectivamente ejecutadas.

**3.08. Puerta Principal, con marco y tapamarco. Incluye instalación.**

***Descripción:***

Suministro e instalación de puertas de madera maciza de laurel, con marco y tapajuntas. Los trabajos incluirán el montaje de los herrajes y la instalación en los vanos correspondientes.

***Procedimiento:***

Se realizará una inspección de los vanos para verificar sus dimensiones y condiciones. Las piezas se ensamblarán mediante uniones mecánicas o encoladas, los marcos se fijarán a la obra mediante anclajes mecánicos. Las hojas de puerta se colgarán en las bisagras y se ajustarán los herrajes. Se instalarán los tapajuntas para proteger las uniones entre la puerta y la pared. La puerta se colocará a 1 cm del suelo terminado.

Unidad: u.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Carpintero (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago se basará en una medición detallada de cada puerta instalada, asegurando que corresponda a lo especificado en el proyecto y a las cantidades efectivamente ejecutadas.

**3.09. Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco. Incluye instalación**

***Descripción:***

Suministro e instalación de puertas de paso interiores de madera maciza de laurel, con marco y tapajuntas. Los trabajos incluirán el montaje de los herrajes y la instalación en los vanos correspondientes.

***Procedimiento:***

Se realizará una inspección de los vanos para verificar sus dimensiones y condiciones. Las piezas se ensamblarán mediante uniones mecánicas o encoladas. Se utilizará madera de laurel para los batientes y las puertas. Los batientes se fijarán a la obra mediante tornillos. Los marcos se instalarán en los batientes y las hojas de puerta se colgarán en las bisagras. Se instalarán los tapajuntas para proteger las uniones entre la puerta y la pared. Las puertas se colocarán a 1 cm del suelo terminado y se equiparán con chapas tipo pomo.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramienta menor

Mano de obra: Carpintero (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago se basará en una medición detallada de cada puerta instalada, asegurando que corresponda a lo especificado en el proyecto y a las cantidades efectivamente ejecutadas.

**3.10. Piso cerámico, incluye instalación**

***Descripción:***

Suministro e instalación de revestimiento cerámico en pisos. Los trabajos incluirán la preparación del soporte, la selección y suministro de los materiales, la colocación de los cerámicos y la rejuntado de las juntas.

***Procedimiento:***

Previo al inicio de los trabajos, se realizará una inspección detallada del soporte donde se colocará el revestimiento cerámico. Se verificará que la superficie esté limpia, seca, nivelada y libre de cualquier sustancia que pueda afectar la adherencia del adhesivo. Se realizarán las reparaciones necesarias para garantizar un soporte uniforme y resistente.

Se seleccionará el adhesivo cerámico adecuado según el tipo de soporte y las características del cerámico. El adhesivo se preparará siguiendo las instrucciones del fabricante, asegurando una mezcla homogénea y sin grumos.



Se marcarán las líneas de referencia en el suelo para garantizar la alineación y nivelación de las piezas cerámicas. Se utilizarán herramientas de medición precisas y niveles para asegurar la correcta ubicación de las líneas.

Se extenderá una capa uniforme de adhesivo sobre el soporte, utilizando una llana dentada para crear surcos que faciliten la adherencia del cerámico. Se colocarán las piezas cerámicas presionándolas firmemente contra el adhesivo y golpeándolas suavemente con un martillo de goma para asegurar un buen contacto.

Se utilizarán crucetas plásticas para mantener un espacio uniforme entre las piezas cerámicas y facilitar el rejuntado. Se verificará constantemente la nivelación de las piezas utilizando un nivel de burbuja.

Una vez seco el adhesivo, se procederá al rejuntado de las juntas. Se seleccionará una lechada de color y consistencia adecuada para el tipo de cerámico y las juntas. Se aplicará la lechada con una llana de goma, rellenando completamente las juntas y eliminando el exceso.

Finalmente, se limpiarán las superficies cerámicas con una esponja húmeda para eliminar los restos de lechada y se protegerán las juntas con un producto impermeabilizante.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

Forma de pago:

La medición y pago se realizarán por metro cuadrado de superficie revestida, de acuerdo con el plano y los registros de obra.

### **3.11. Cielo raso modular (Fibrocel Mediterráneo), Incluye instalación.**

***Descripción:***

Ejecución de un falso techo suspendido con paneles de yeso resistente a la humedad, tipo fibrocel Mediterráneo, en las zonas especificadas en los planos.

***Procedimiento:***

Se inicia trazando una línea de nivel en el perímetro del área a cubrir y fijando ángulos perimetrales a la pared. Posteriormente, se instala una estructura metálica compuesta por tensores verticales y niveladores, asegurando su nivelación y verticalidad. A continuación, se colocan las placas de fibrocel, fijándolas a la estructura con tornillos y sellando las juntas con masilla. Se refuerzan las juntas con cinta de papel y se aplica una capa final de masilla para lograr un acabado liso y uniforme. Por último, se lija toda la superficie para obtener un acabado perfecto y se limpia el área de trabajo.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Mampostero (Estructura Ocupacional E2).

***Forma de pago:***

El pago por este trabajo se calculará por metro cuadrado de cielo raso instalado, de acuerdo con las mediciones realizadas en obra y los precios establecidos en el contrato.

**3.12. Hormigón en escaleras ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ), incluye encofrado*****Descripción:***

Conformación de gradas de hormigón armado, garantizando la calidad y resistencia del elemento estructural.

***Procedimiento:***

Una vez revisados los planos y finalizados los elementos estructurales que soportarán las gradas, se procede a verificar la precisión de los encofrados, asegurando que los plomos, niveles y dimensiones correspondan a lo diseñado. A continuación, se verifica la correcta posición del acero de refuerzo, un elemento esencial para garantizar la resistencia de la estructura. El hormigonado se inicia desde la parte inferior, llenando primero la estructura principal de la grada y luego los escalones de forma continua, vibrando el hormigón para eliminar el aire y asegurar una buena compactación. Una vez finalizado el vaciado, se procede al curado del hormigón, protegiéndolo de posibles daños hasta que alcance la resistencia requerida. Finalmente, se retira el encofrado con cuidado para evitar dañar el hormigón fresco y se protegen las gradas hasta que alcancen la resistencia de diseño.

Unidad:  $m^3$

Equipo mínimo: Herramientas menores, concretera.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago se basará en una medición exacta del volumen de hormigón colocado en obra, expresado en metros cúbicos. Esta medición será verificada en sitio para garantizar la precisión del cálculo.

**3.13. Pintura interior, incluye empaste**

**3.14. Pintura exterior, incluye empaste**

***Descripción:***

Se realizará un acabado de alta calidad en las superficies exteriores e interiores mediante la aplicación de pintura elastomérica sobre un fondo preparado con empaste.

***Procedimiento:***

Se realizarán pruebas de adherencia y resistencia en los sustratos a recubrir. Se prepararán las superficies mediante la aplicación de mortero y empaste para lograr una superficie lisa y uniforme. Se aplicarán varias manos de pintura elastomérica, siguiendo las recomendaciones del fabricante, para garantizar la impermeabilización y protección de las superficies.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo: Herramienta menor.

Mano de obra: Pintor (Estructura Ocupacional E2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago por este rubro se determinará por metro cuadrado pintado, de acuerdo con las especificaciones de los planos.

**4. Agua Potable****4.01. Instalación y suministro de tubería de 1/2" PVC roscable****4.02. Instalación y suministro de tubería de 3/4" PVC roscable****4.03. Instalación y suministro de tubería de 1" PVC roscable*****Descripción:***

Ejecución de una red de distribución de agua potable empleando tubería de PVC presión, con uniones roscadas.

***Procedimiento:***

Se realizará la instalación de una red de tubería de PVC presión, utilizando conexiones roscadas para garantizar la estanqueidad y durabilidad del sistema. Las tuberías y accesorios empleados serán nuevos y cumplirán con las normas técnicas vigentes, asegurando así la calidad del agua potable suministrada. Previo a la instalación, se verificarán los trazados y se protegerán las tuberías durante el almacenamiento para evitar daños. Los cortes de las tuberías se efectuarán en ángulo recto y se desbarbarán para asegurar una unión perfecta con los accesorios. Las conexiones se realizarán de manera precisa, evitando fugas y asegurando la correcta alineación de las tuberías. Se prestará especial atención a los puntos de cruce con otras instalaciones y elementos estructurales, adoptando las medidas necesarias para evitar interferencias. Una vez

finalizada la instalación, se realizarán las pruebas de presión correspondientes para garantizar la hermeticidad del sistema.

Unidad: m

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago se efectuará por metro lineal de tubería una vez que la supervisión haya verificado y aprobado la instalación.

**5. Piezas sanitarias**

**5.01. Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea económica)**

***Descripción:***

Se instalarán lavamanos de porcelana empotrados. El cliente elegirá el color del lavamanos para que combine con la cerámica del baño. La instalación incluirá todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento: grifería, llaves angulares, tuberías, sifón, tornillos y herrajes.

***Procedimiento:***

Antes de instalar el lavamanos, se limpiará el sistema de agua potable para eliminar cualquier residuo. Luego, se colocará el lavamanos empotrado en la pared, asegurándose de que esté nivelado. Una vez instalado, se realizarán pruebas para verificar que no haya fugas. Si el lavamanos se va a instalar en un mueble, se marcará el corte en el tablero siguiendo las indicaciones del fabricante. Para conectar el lavamanos a las tuberías de agua y desagüe, se utilizarán las piezas correspondientes.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2),

Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

Se pagará por cada lavamanos instalado, el precio incluye todos los materiales, herramientas, mano de obra y otros gastos asociados a la instalación, desde el suministro hasta la puesta en funcionamiento.

**5.02. Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea económica)**

***Descripción:***

Se instalarán inodoros de porcelana de calidad intermedia, con tanque bajo. El color del inodoro será seleccionado por el cliente para que combine con la cerámica del baño. La instalación incluirá todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento: asiento, válvula de llenado, tornillos, aro de cera y conexiones de agua.

***Procedimiento:***

Antes de instalar el inodoro, se verificará que las conexiones de agua y desagüe estén en el lugar correcto y que funcionen correctamente. Se nivelará el inodoro en el suelo y se fijará con pernos. Luego, se conectará la válvula de llenado y la tubería de agua. Finalmente, se realizarán pruebas para verificar que no haya fugas y que el inodoro funcione correctamente.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

Se pagará por cada inodoro instalado y aprobado por el supervisor. El precio incluye todos los materiales, mano de obra y otros gastos asociados a la instalación.

**5.03. Suministro e instalación de fregadero inoxidable (Lavaplatos). Grifería y accesorios incluidos.*****Descripción:***

El suministro comprende un fregadero de acero inoxidable de un pozo con escurridor, incluyendo grifería y accesorios necesarios para su funcionamiento. El contratista se encargará de proporcionar e instalar este elemento sanitario en la ubicación especificada en el proyecto.

***Procedimiento:***



La instalación del fregadero se realizará en el mesón de la cocina, previo a esto se verificará que la zona esté lista para la instalación, es decir, con acabados finales como pisos, cerámicas y muebles. Se realizará un marcado preciso para asegurar la correcta ubicación del fregadero y se procederá a su instalación, asegurando la estanqueidad de las conexiones mediante selladores de silicona. Finalmente, se realizará una prueba de funcionamiento para verificar la ausencia de fugas.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2),

Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago por este ítem se realizará por cada unidad instalada y verificada en obra, de acuerdo con el precio unitario establecido en el presupuesto.

**5.04. Suministro e instalación de lavadero de cemento**

***Descripción:***

Este rubro engloba la provisión e instalación completa de un lavadero de cemento en un determinado espacio. Esto incluye el propio lavadero de cemento, los accesorios necesarios como grifería, sifón y desagüe, así como la mano de obra para su instalación.

***Procedimiento:***

Primero se prepara la superficie donde se colocará el lavadero, luego se marca la posición exacta y se instala el sifón. A continuación, se coloca el lavadero en su lugar y se asegura con los elementos de fijación correspondientes. Se conecta la grifería al lavadero y se sellan las juntas con un material adecuado para evitar fugas. Finalmente, se realizan pruebas para verificar que no haya fugas y que el desagüe funcione correctamente.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago por este ítem se realizará por cada unidad instalada y verificada en obra, de acuerdo con el precio unitario establecido en el presupuesto.

**5.05. Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada). Incluye grifería**

***Descripción:***

Incluye la provisión e instalación de una ducha completa, compuesta por una regadera cromada, una llave mezcladora y todos los accesorios necesarios para su funcionamiento, según lo especificado en el proyecto.

***Procedimiento:***

Se suministrarán e instalarán conjuntos de ducha cromados completos, incluyendo grifería y accesorios. Se utilizarán selladores y empaques conforme a las especificaciones del fabricante. La instalación se realizará según planos y normas técnicas.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

La cantidad por pagar se determinará por el número de unidades instaladas y verificadas en campo, conforme a lo especificado en el contrato.

**5.06. Tina de Hidromasaje, incluye instalación**

***Descripción:***

Este rubro engloba la provisión e instalación completa de una tina de hidromasaje en un determinado espacio, generalmente un baño. Esto incluye la tina con sus sistemas de hidromasaje (jets, bomba, control), los accesorios necesarios (grifería, desagüe), y la mano de obra para su instalación y conexión a las fuentes de agua y electricidad.

***Procedimiento:***

Se inicia preparando el área donde se colocará la tina, luego se instala la estructura de soporte y se conectan las tuberías de agua y desagüe. Posteriormente, se instala la bomba de

hidromasaje y los jets, y se realiza la conexión eléctrica. Finalmente, se realiza una prueba del sistema para verificar que funcione correctamente y se realizan los ajustes finales.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Plomero (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

La cantidad por pagar se determinará por el número de unidades instaladas y verificadas en campo, conforme a lo especificado en el contrato.

### **5.07. Llave de Jardín**

***Descripción:***

Este rubro se refiere al suministro e instalación de una llave de jardín, también conocida como grifo exterior. Este tipo de grifo se utiliza principalmente para regar jardines, lavar herramientas o vehículos, y se instala en exteriores, generalmente cerca de una fuente de agua.

***Procedimiento:***

La instalación de una llave de jardín es un proceso relativamente sencillo que implica cortar la tubería principal de agua, instalar una conexión y luego enroscar la llave de jardín en dicha conexión. Antes de comenzar, es fundamental cerrar la llave de paso general del agua. Una vez instalada la llave, se abre lentamente para verificar que no haya fugas.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2),

Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

La cantidad por pagar se determinará por el número de unidades instaladas y verificadas en campo, conforme a lo especificado en el contrato.

**6. Agua Servidas**

**6.01. Instalación y suministro de tubería de 4" PVC**

**6.02. Instalación y suministro de tubería de 3" PVC**

**6.03. Instalación y suministro de tubería de 2" PVC**

***Descripción:***

Este rubro se refiere a la provisión e instalación de tuberías de PVC de diferentes diámetros (4", 3" y 2") específicamente diseñadas para transportar aguas residuales. Incluye todos los materiales necesarios como tuberías, conexiones, selladores, así como la mano de obra para colocación de las tuberías y conexiones.

***Procedimiento:***

La instalación de tuberías de PVC para aguas servidas implica colocar las tuberías con la pendiente adecuada, realizar las conexiones entre las tuberías y los aparatos sanitarios, y

finalmente, realizar pruebas de estanqueidad y acabados. Este proceso asegura que las aguas residuales sean evacuadas de manera eficiente y sin causar problemas de fugas u obstrucciones.

Unidad: m

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Plomero (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

Dado que este rubro se mide en metros, el pago se realiza por el metro lineal de tubería instalado.

#### **6.04. Cajas de registro**

***Descripción:***

Las cajas de registro son elementos fundamentales en cualquier sistema de plomería, especialmente en instalaciones sanitarias de viviendas. Son compartimentos accesibles que se instalan en puntos estratégicos de las tuberías de aguas negras y pluviales, permitiendo la inspección, limpieza y mantenimiento del sistema.

***Procedimiento:***

La instalación de una caja de registro implica primero determinar su ubicación según los planos. Luego, se excava un espacio para alojar la caja y se conectan las tuberías de entrada y salida, asegurando un sellado hermético. La caja se coloca en el espacio excavado y se fija de

manera segura. Finalmente, se rellena el espacio alrededor de la caja y se coloca la tapa, asegurando así un acceso fácil para futuras inspecciones y mantenimiento del sistema de drenaje.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago por la instalación de una caja de registro suele realizarse por unidad, es decir, por cada caja instalada

**6.05. Rejillas de piso**

Descripción:

Las rejillas de piso son elementos esenciales en las duchas, ya que permiten el drenaje del agua y evitan que se acumule en el piso, lo que podría provocar resbalones y la proliferación de bacterias. Estas rejillas están diseñadas para encajar en un desagüe y suelen ser de materiales resistentes a la humedad y a los productos de limpieza.

***Procedimiento:***

Primero, se prepara el desagüe asegurándose de que esté limpio y libre de obstrucciones. Luego, la rejilla se coloca sobre la abertura del desagüe y se fija de manera segura, ya sea mediante un sistema de encaje, tornillos o adhesivo. Finalmente, se sella el perímetro de la rejilla

con un material impermeable para garantizar un sellado hermético y se realiza una prueba de agua para verificar que no haya fugas.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramienta menores.

Mano de obra: Plomero (Estructura Ocupacional D2), Ayudante de Plomero (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

El pago por la instalación de una rejilla de piso suele realizarse por unidad, es decir, por cada rejilla instalada.

**7. Instalaciones eléctricas**

**7.01. Suministro e instalación de punto de tomacorrientes de 110v**

**7.02. Suministro e instalación de punto de tomacorrientes de 220v**

***Descripción:***

Este ítem incluye todas las actividades necesarias para la instalación de puntos de tomacorriente, desde la instalación de tuberías y cajas hasta la conexión de los tomacorrientes. Se emplearán materiales y técnicas de instalación que cumplan con las normas eléctricas vigentes.

***Procedimiento:***

Previo a la instalación, se realizará un análisis detallado de los planos eléctricos para determinar la ubicación de los tomacorrientes, el tipo de cableado y los dispositivos a utilizar. Se



instalarán tuberías y cajas de acuerdo con los planos y normas eléctricas, verificando siempre la alineación y nivelación. Los conductores eléctricos se instalarán dentro de las tuberías, asegurando una protección adecuada. Finalmente, se realizarán pruebas para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Unidad: puntos

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Electricista (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

El pago se realizará por cada punto de tomacorriente instalado y verificado, de acuerdo con el número de tomacorrientes y al precio unitario establecido en el presupuesto.

**7.03. Suministro e instalación de luminarias simple**

***Descripción:***

Este ítem incluye el suministro de todas las luminarias y materiales necesarios, así como la instalación completa de los puntos de iluminación, según lo indicado en los planos eléctricos.

***Procedimiento:***

La instalación se realizará de forma manual, utilizando herramientas manuales. Se montarán las luminarias en las cajas empotradas en las paredes, a una altura de 1.4 metros del piso terminado. Se conectarán los cables a los tableros y se realizarán las pruebas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Electricista (Estructura Ocupacional D2).

***Forma de pago:***

El pago se realizará por cada unidad de luminaria instalada y verificada, de acuerdo con el número de luminaria y precio unitario establecido en el presupuesto.

**7.04. Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica 2 polo 10-32 AMPS**

**Square D**

***Descripción:***

Se suministrará e instalará el tablero eléctrico principal, encargado de recibir y distribuir la energía eléctrica a los diferentes circuitos de la instalación, protegiéndolos ante posibles sobrecargas o cortocircuitos.

***Procedimiento:***

La instalación del tablero eléctrico se realizará en un lugar accesible y seguro, siguiendo las especificaciones de los planos eléctricos y las normas técnicas vigentes. Se realizarán las conexiones eléctricas necesarias y se llevarán a cabo pruebas de funcionamiento para garantizar su correcto desempeño.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Electricista (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago se efectuará conforme a los precios establecidos en el contrato, una vez que el tablero haya sido instalado y se haya comprobado su correcto funcionamiento.

**7.05. Varilla cooperweld 5/8" (puesta a tierra)**

***Descripción:***

La varilla puesta a tierra es un elemento fundamental en cualquier instalación eléctrica, ya que sirve como conductor para llevar las corrientes de falla a la tierra, protegiendo así a personas y equipos de descargas eléctricas. En el contexto de una vivienda, la varilla puesta a tierra se conecta al sistema eléctrico para garantizar la seguridad de los habitantes.

***Procedimiento:***

La instalación de una varilla puesta a tierra implica excavar en un lugar húmedo y conducir una varilla de cobre o cobreweld hasta una profundidad específica. A esta varilla se conecta un conductor que se lleva hasta el tablero eléctrico para conectarlo a la barra de tierra. Finalmente, se realiza una medición de la resistencia para verificar que la conexión a tierra sea efectiva y cumpla con las normas eléctricas.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Electricista (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

***Forma de pago:***

El pago por la instalación de una varilla puesta a tierra suele realizarse por unidad, es decir, por cada varilla instalada.

**7.06. Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocación.  
(12, 000 BTU)**

***Descripción:***

Un equipo de aire acondicionado tipo mini split es un sistema de climatización que se compone de una unidad interior y otra exterior, conectadas entre sí por tuberías. La unidad interior se encarga de distribuir el aire frío o caliente en el ambiente, mientras que la unidad exterior alberga el compresor y otras componentes necesarias para el funcionamiento del sistema.

***Procedimiento:***

Se perfora la pared para pasar las tuberías y cables, y luego se fijan las unidades interior y exterior. A continuación, se conectan las tuberías de refrigerante, los cables eléctricos y se realiza el vacío del sistema para eliminar el aire y la humedad. Finalmente, se carga el sistema con refrigerante y se realiza una prueba de funcionamiento para asegurar que esté operando correctamente.

Unidad: u

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Electricista (Estructura Ocupacional D2).

**Forma de pago:**

El pago por la instalación de un equipo de aire acondicionado tipo mini split suele realizarse por unidad, es decir, por cada equipo instalado.

**7.07. Limpieza final de la obra****Descripción:**

La vivienda será entregada por el contratista en condiciones impecables, con una terminación de alta calidad en todos los trabajos realizados.

**Procedimiento:**

Al finalizar los trabajos, el contratista procederá a la remoción de todo el equipo y materiales sobrantes, dejando la obra limpia y ordenada.

Unidad:  $m^2$

Equipo mínimo:

Mano de obra: Peón (Estructura Ocupacional E2), Albañil (Estructura Ocupacional D2), Maestro Mayor (Estructura Ocupacional C1).

**Forma de pago:**

El pago por este rubro se determinará por metro cuadrado limpio, de acuerdo con las especificaciones de los planos

# Capítulo 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1. Descripción del proyecto

De acuerdo con el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (2022), alrededor de 120 millones viven en asentamientos con viviendas inadecuadas e informales, este crecimiento acelerado de la población humana nos lleva a expandirnos constantemente a diferentes territorios para cubrir nuestras diversas necesidades (Moreno, 2007). Es crucial destacar que este aumento ha llevado a un mayor deterioro ambiental, afectando la calidad del aire, el suministro de agua potable y provocando la desaparición de especies animales y vegetales, entre otros aspectos. Por esta razón, es de suma importancia que aprendamos a satisfacer nuestras necesidades con el menor impacto ambiental posible (Moreira et al., 2019).

El siguiente proyecto tiene como finalidad el diseño estructural de una vivienda unifamiliar con un sistema estructural de pórticos especiales a momento de dos sistemas constructivos diferentes que son acero estructural y hormigón armado. Las actividades más significativas del proyecto se dan una vez se ejecute la construcción, por lo que se evaluará el impacto ambiental de éstas.

Entonces, abordaremos esta sección analizando los impactos en las diferentes actividades de la obra, para luego realizar una caracterización de los diferentes elementos ambientales que se ven afectados, y finalmente definir un conjunto de medidas o métodos efectivos para disminuir las agresiones al medio ambiente y conservar los recursos ambientales que se ven involucrados en el proyecto.

## 4.2. Línea base ambiental

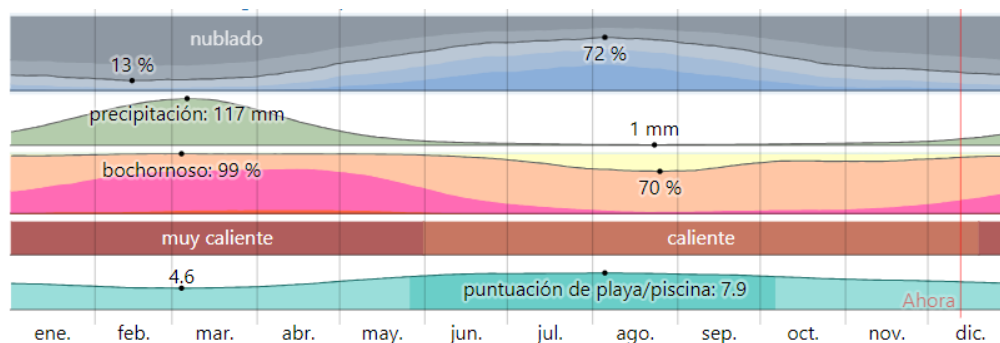
La línea base es definida como el estado base de un sistema en el momento previo a alguna modificación posterior. En esta sección se definen los estados iniciales de los elementos y factores de la zona de estudio que pueden verse afectados. El estudio se realiza en los medios definidos por Garmendia que son el medio biofísico y el medio socioeconómico-cultural.

### 4.2.1. Clima

Según un informe climatológico realizado por Weather Spark en el 2023, Machala tiene temporadas de lluvia muy calientes y nubladas, con temporadas secas donde el ambiente es seco y parcialmente nublada. La temperatura está en el rango de 21 °C a 31 °C, donde raramente baja de los 20 °C o sube de los 33°C.

#### Ilustración 134

*Resumen del Clima de Machala, El Oro.*



*Nota.* Gráfico obtenido de Weather Spark, 2023

### 4.2.2. Suelo

La Alcaldía de Machala en su “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Machala” en el año 2015, clasifica al suelo como arcilloso. Este tipo de suelo es idóneo para actividades agroproductivas, donde aproximadamente un 54% de la superficie del terreno es dedicada al cultivo de banano y cacao.



### 4.2.3. Medio Humano

Según el censo realizado por la INEC en el año 2001, la población de Machala representa el 41.4% del total de habitantes de la provincia de El Oro. La mayor parte de la población se encuentra ubicada en zona urbana, con una cantidad de 204578 habitantes. La mayor parte de la población de Machala es joven con un porcentaje de 42.5% para personas menores de 20 años.

### 4.3. Actividades del proyecto

El proyecto, el cual entra en la categoría de “Diseño Estructural”, está conformado por fases como: prediseño, diseño, que es lo que abarca el documento, y construcción. En esta sección, se describen las actividades que podrían causar algún impacto en el ambiente de la zona de trabajo en cualquier de fases anteriormente mencionadas.

En la Tabla 145 y Tabla 146, se presenta un resumen de las actividades de la fase constructiva de las dos alternativas del proyecto que podrían generar impactos ambientales. La identificación y evaluación de las actividades con potencial impacto ambiental durante la fase constructiva del proyecto es fundamental para la implementación de un plan de manejo ambiental efectivo.

**Tabla 145**

*Actividades de la construcción de Hormigón Armado*

<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>Movimiento de tierras, mejoramiento y replanteo</b>	Limpieza del terreno
	Replanteo del suelo con maquinaria
	Nivelación del terreno

<b>Cimentación</b>	Excavación de cimentación Armado de acero Fundición de cimientos Encofrado y desencofrado Contrapiso de concreto
<b>Estructura</b>	Armado de acero en losas, vigas y columnas Encofrado y fundición de los elementos Desencofrado Levantamiento de paredes
<b>Instalaciones</b>	Hidrosanitarias Eléctricas
<b>Acabados</b>	Enlucido de paredes y losas Instalación de cielo raso Instalación de cerámicos Instalación de puertas y ventanas Empaste y pintura
<b>Termino de obra</b>	Limpieza de escombros y desechos

**Tabla 146***Actividades de la construcción de Acero Estructural*

<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>Movimiento de tierras, mejoramiento y replanteo</b>	Limpieza del terreno Replanteo del suelo con maquinaria Nivelación del terreno
<b>Cimentación</b>	Excavación de cimentación Armado de acero Fundición de cimientos Encofrado y desencofrado Contrapiso de concreto
<b>Estructura</b>	Montaje de vigas y columnas Ejecución de soldadura de los elementos Fundición de losa Levantamiento de paredes

<b>Instalaciones</b>	Hidrosanitarias Eléctricas
<b>Acabados</b>	Enlucido de paredes y losas Instalación de cielo raso Instalación de cerámicos Instalación de puertas y ventanas Empaste y pintura
<b>Finalización de obra</b>	Limpieza de escombros y desechos

#### 4.4. Identificación de impactos ambientales

En estas fases, se identifican como las actividades que se realizan afectaran al medio y a la zona donde se ubican. Es importante definir y entender cuáles son esos campos donde se va a tener un impacto e identificar esas actividades que ocasionan dicho impacto.

A continuación, se presenta una tabla resumen, donde se indica el área afectada junto con las actividades que realizan dicho impacto. Estos están clasificados a su vez, en el sistema y medio correspondiente.

**Tabla 147**  
*Impactos ambientales*

<b>Entorno</b>	<b>Elemento</b>	<b>Componente Ambiental</b>	<b>Actividad</b>	<b>Potenciales Impactos</b>
	Atmosfera	Ruido	Movimiento de tierras, excavación de cimentación, armado de acero, fundición de cimientos, encofrado y desencofrado	La operación de maquinaria pesada y equipos genera ruido que puede molestar a las personas que viven o trabajan cerca del sitio de obra. El ruido excesivo puede tener efectos negativos en la salud, como estrés, trastornos del sueño y problemas auditivos.

**Medio Físico**

	Calidad del Aire	Movimiento de tierras, excavación de cimentación, armado de acero, fundición de cimientos	Las actividades de construcción, como el movimiento de tierras y el uso de maquinaria, generan polvo y gases de combustión que pueden contaminar el aire. La contaminación del aire puede afectar la salud respiratoria, especialmente en niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias.
Agua	Calidad de aguas superficiales	Lavado de materiales, curado del concreto, instalaciones hidrosanitarias	Las actividades de construcción, como el lavado de materiales y el curado del concreto, requieren de grandes cantidades de agua. Las aguas residuales generadas por las actividades de construcción, como el lavado de materiales pueden contener contaminantes como detergentes, aceites y pinturas lo que puede contaminar los cuerpos de agua y afectar la salud de los ecosistemas acuáticos
Suelo	Calidad del suelo	Todas las actividades	Las actividades de construcción generan una gran cantidad de residuos sólidos, como escombros, materiales de empaque y restos de comida. La disposición inadecuada de estos residuos puede contaminar el suelo y afectar la calidad del agua.
	Perdida del suelo	Movimiento de tierras, excavación de cimentación	El movimiento de tierras durante la construcción puede exponer el suelo a la erosión por viento y agua. La erosión del suelo puede provocar la pérdida de fertilidad, la formación de cárcavas y la sedimentación de cuerpos de agua.

	Perceptual	Alteración del paisaje natural	Todas las actividades	La construcción de la vivienda puede alterar el paisaje natural del sitio, especialmente si se trata de un área con vegetación o con características geomorfológicas particulares. La alteración del paisaje puede afectar la estética del lugar y la percepción que las personas tienen del entorno.
<b>Medio Biótico</b>	Flora	Pérdida de hábitat natural	Limpieza del terreno, movimiento de tierras	La construcción de la vivienda implica la remoción de vegetación y la alteración del suelo, lo que puede destruir el hábitat de diversas especies de plantas.
	Fauna	Alteración del hábitat de fauna	Limpieza del terreno, movimiento de tierras	La remoción de vegetación y la alteración del suelo, lo que puede destruir el hábitat de diversas especies de animales.
<b>Medio Socioeconómico</b>	Economía	Empleos	Todas las actividades	Puede generar empleos directos e indirectos en la zona, lo que puede contribuir al desarrollo económico local.

#### 4.5. Valoración de impactos ambientales

Se debe evaluar el impacto ambiental potencial de las actividades anteriores para identificar, comprender y mitigar su impacto ambiental negativo. Para tal fin, se propone utilizar la Matriz de Leopold, una herramienta ampliamente utilizada en la evaluación de impactos ambientales.

La matriz se basa en una tabla donde las columnas representan las acciones humanas que pueden alterar el medio ambiente, mientras que las filas representan las características ambientales (factores ambientales) susceptibles de ser afectadas. Al cruzar las filas y columnas,

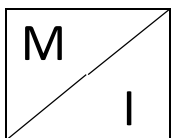
se definen las interacciones entre las acciones humanas y los factores ambientales, permitiendo identificar los potenciales impactos ambientales.

Una vez identificados los posibles efectos medioambientales mediante la matriz de Leopold, se evalúan individualmente los efectos considerados más importantes.

Cada cuadrícula que representa un impacto potencial como se muestra en la Imagen 135 se evalúa tomando en cuenta dos valores; la magnitud (M) que será un valor numérico del 1 al 10, donde 10 representa la alteración máxima posible en el factor ambiental considerado y 1 la mínima alteración, los valores de magnitud van precedidos con un signo + o con un signo -, según se trate de efectos ambientales positivos o negativos (Ponce, 2011). Y la importancia (I), que representa un valor que refleja el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto.

La matriz de Leopold, para la evaluación del impacto ambiental

**Ilustración 135|**  
*Impactos ambientales*



Estos valores van a variar dependiendo de la severidad del caso o actividad que se considere, y dependerá de la siguiente tabla.

**Tabla 148**

*Valores de Magnitud e Importancia de la matriz de Leopold.*

<b>Magnitud (M)</b>			<b>Importancia (I)</b>		
Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
<b>Baja</b>	Baja	(+/-) 1	Temporal	Puntual	1
<b>Baja</b>	Media	(+/-) 2	Media	Puntual	2
<b>Baja</b>	Alta	(+/-) 3	Permanente	Puntual	3
<b>Media</b>	Baja	(+/-) 4	Temporal	Local	4
<b>Media</b>	Media	(+/-) 5	Media	Local	5
<b>Media</b>	Alta	(+/-) 6	Permanente	Local	6
<b>Alta</b>	Baja	(+/-) 7	Temporal	Regional	7
<b>Alta</b>	Media	(+/-) 8	Media	Regional	8
<b>Alta</b>	Alta	(+/-) 9	Permanente	Regional	9
<b>Muy Alta</b>	Alta	(+/-) 10	Permanente	Nacional	10

*Nota.* Tabla obtenida y adaptada de Leopold (1971)

Los criterios de evaluación cuantitativa de los valores dependerán de lo establecido por la Tabla 149.

**Tabla 149**

*Criterios de evaluación cuantitativa de factores*

<b>Característica</b>	<b>Puntaje</b>				
	1	2,5	5	7,5	10
<b>Extensión</b>	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
<b>Duración</b>	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
<b>Reversibilidad</b>	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible
<b>Magnitud</b>	Poca Incidencia		Mediana Incidencia	Alta Incidencia	

Además, la escala que evalúa el IA potencial total del proyecto se establece en la siguiente tabla.

**Tabla 150**  
*Escala de valoración de Impactos*

<b>Calificación negativa</b>		
Irrelevantes	0	-25
Moderados	-25	-50
Severos	-50	-75
Críticos	> -75	
<b>Calificación positiva</b>		
Poco importante	0	25
Importante	25	50
Muy importante	> 50	

*Nota.* Tabla obtenida y adaptada de Leopold (1971)

A continuación, se presenta la matriz final de Impacto Ambiental (IA) para la ejecución del proyecto de construcción, considerando la estructura de hormigón armado y acero estructural. La matriz sintetiza los impactos ambientales identificados y evaluados a lo largo de este capítulo.



**Ilustración 136**  
*Matriz de Leopold de la estructura de Hormigón Armado*

Matriz de Leopold Construcción de una vivienda unifamiliar de dos pisos de Hormigón Armado		Movimiento de tierras y replanteo				Cimentación				Estructura				Instalación		Mampostería				Cierre	Interacción		Sumatoria			
		Limpieza del terreno	Replanteo del sitio con maquinaria	Nivelación del terreno	Excavación de cimentación	Armado de acero	Fundición de cimientes	Encofrado y desencofrado	Contrapiso de concreto	Armado de acero en losas, vigas y columnas	Encofrado y funcionamiento de los cimios	Desencofrado de los elementos	Levantamiento de paredes	Hidroamarrillas	Eléctricas	Enlucido de paredes y losas	Instalación de cielo raso	Instalación de cerámicos	Instalación de puertas y ventanas	Empaste y pintura	Limpieza de escombros y desechos	+	-	+	-	
Medio Físico	Atmósfera	Ruido	-6	-2	-2	-2	-2	-3	-6	-3	-3											0	8	0	-27	
		Calidad del aire	-1	-1	-1	-2	-3	-5	-5							-1	-1	-2	-1	-2	-2	0	13	0	-27	
	Agua	Calidad de agua superficiales	-1													2	2	3	2	3	3	0	3	0	-7	
		Calidad del suelo		-2	-4	-6		-4														0	4	0	-16	
	Suelo	Perdida del suelo		-2	-2	-4		-5														0	4	0	-13	
		Alteración del paisaje natural		-1	-1																	0	4	0	-11	
Medio Biótico	Flora	-3	-3	-1	-1																0	4	0	-8		
	Fauna	-2	-2	-1	-1																0	5	0	-7		
Medio Socioeconómico	Economía	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	20	0	180	0		
Interacción	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20					
	-	4	7	7	6	1	5	1	3	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1			45			
Sumatoria	+	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			180	60		
	-	-7	-17	-12	-16	-3	-19	-3	-9	-10	-3	-3	-5	2	0	0	0	-1	-1	2				-116		
<b>RESULTADO</b>																							9,00	2,58	3,00	2,51

**Ilustración 137**  
*Matriz de Leopold de la estructura de Acero Estructural*

Construcción de una vivienda unifamiliar de dos pisos de Acero Estructural			Movimiento de tierras y replanteo			Cimentación					Estructura				Instalación		Mampostería					Cierre	Interacción		Sumatoria	
			Limpeza del terreno	Replanteo del suelo con maquinaria	Nivelación del terreno	Excavación de cimentación	Armado de acero	Fundición de cimientos	Encofrado y desencofrado	Contraplano de concreto	Montaje de vigas y columnas	Ejecución de soldadura de los elementos	Fundición de losa	Levantamiento de paredes	Hidro-sanitarias	Eléctricas	Entucido de paredes y fosas	Instalación de cielo raso	Instalación de cerámicos	Instalación de puertas y ventanas	Empaste y pintura	Limpeza de escombros y desechos	+	-	+	-
Medio Físico	Atmósfera	Ruido	-6	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	0	8	0	-25	
		Calidad del aire	-1	-1	-1	-2	-3	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-1	-1	-2	-1	-2	-2	0	13	0	-27	
	Agua	Calidad de agua superficiales	-1	-1	-1	-1	-1	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	0	3	0	-7	
		Calidad del suelo	-2	-4	-6	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	0	4	0	-16	
	Suelo	Perdida del suelo	-2	-2	-4	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	0	4	0	-13	
		Alteración del paisaje natural	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	4	0	-9	
	Medio Biótico	Flora	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	4	0	-8	
Fauna		-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	5	0	-7		
Medio Socioeconómico	Economía	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	20	0	180	0		
Interacción	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	0	180	0		
	-	4	7	7	6	1	5	1	3	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	45	0	0	
Sumatoria	+	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	20	0	180	0		
	-	-7	-17	-12	-16	-3	-19	-3	-9	-4	-6	-2	-5	0	0	-1	-1	-2	-1	-2	-2	0	45	0	-112	
<b>RESULTADO</b>																					9,00	3,00	2,49	2,49		

El análisis de los resultados de la evaluación de impactos ambientales para las estructuras de hormigón armado y acero estructural revela que las actividades de cimentación, estructura y mampostería generan el mayor impacto negativo. Estos impactos se asocian principalmente a la alteración del suelo, la generación de residuos y la emisión de contaminantes. Si bien ambas estructuras presentan impactos negativos, el valor total del IA en el caso del acero estructural (2,49) es levemente menor al del hormigón armado (2,58). De acuerdo con la Tabla 150, ambos valores se clasifican como irrelevantes, lo que implica que los impactos negativos generales de los proyectos no son significativos.

Si bien ambas estructuras presentan impactos ambientales irrelevantes, el acero estructural se destaca por su menor incidencia ambiental debido a su menor demanda de recursos, mayor reciclabilidad y estructuras más livianas.

#### **4.6. Medidas de prevención**

A las actividades que tienen un impacto negativo es necesario aplicarles algunas medidas, las cuales pueden ser de preventivas, correctoras o compensatorias. Estas se pueden realizar llevando a cabo una gestión ambiental adecuada en la obra. Para este proyecto, las medidas a utilizar pueden ser preventivas, ya que tienen un mejor efecto en el ámbito social y económico. La siguiente tabla muestra las medidas de mitigación para su impacto respectivo.

**Tabla 151**  
*Medidas de prevención para las estructuras del proyecto*

<b>Entorno</b>	<b>Elemento</b>	<b>Componente Ambiental</b>	<b>Medidas de prevención</b>
----------------	-----------------	-----------------------------	------------------------------

<b>Medio Físico</b>	Atmosfera	Ruido	Implementar un programa de control de ruido que incluya el uso de maquinaria con bajo nivel de ruido, y horarios de trabajo restringidos. Informar a la comunidad sobre las actividades a realizar y los posibles impactos en el ruido.
		Calidad del Aire	Humedecer el terreno y las vías de acceso para reducir la generación de polvo. Implementar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos.
	Agua	Calidad de aguas superficiales	Evitar el vertido accidental de residuos de construcción en cuerpos de agua.
	Suelo	Calidad y pérdida del suelo	Minimizar la remoción de vegetación y la alteración del suelo. Evitar el uso de maquinaria pesada en terrenos con pendiente pronunciada. Implementar medidas de control de erosión, como la revegetación de áreas expuestas.
	Perceptual	Alteración del paisaje natural	Implementar medidas de paisajismo para integrar la obra al entorno natural. Minimizar la iluminación nocturna y utilizar iluminación artificial de bajo impacto.
<b>Medio Biótico</b>	Flora	Pérdida de hábitat natural	Minimizar la tala de árboles y la remoción de vegetación. Utilizar especies vegetales nativas para la reforestación. Evitar el uso de herbicidas y pesticidas.

	Fauna	Alteración del hábitat de fauna	Minimizar el ruido y la actividad humana durante la construcción. Utilizar técnicas de construcción que minimicen el impacto en la fauna. Educar a los trabajadores sobre la importancia de proteger la fauna.
<b>Medio Socioeconómico</b>	Economía	Empleos	Contratar mano de obra local en la medida de lo posible. Adquirir materiales y servicios a proveedores locales.

Las actividades y áreas seleccionadas fueron definidas tomando en cuenta, el tipo de proyecto y la zona de ubicación. Porque si bien, podría haber más áreas que pudieran ser afectadas debido a la zona en la que se encuentra, debido a la actividad estas no son tomadas en cuenta.

# Capítulo 5

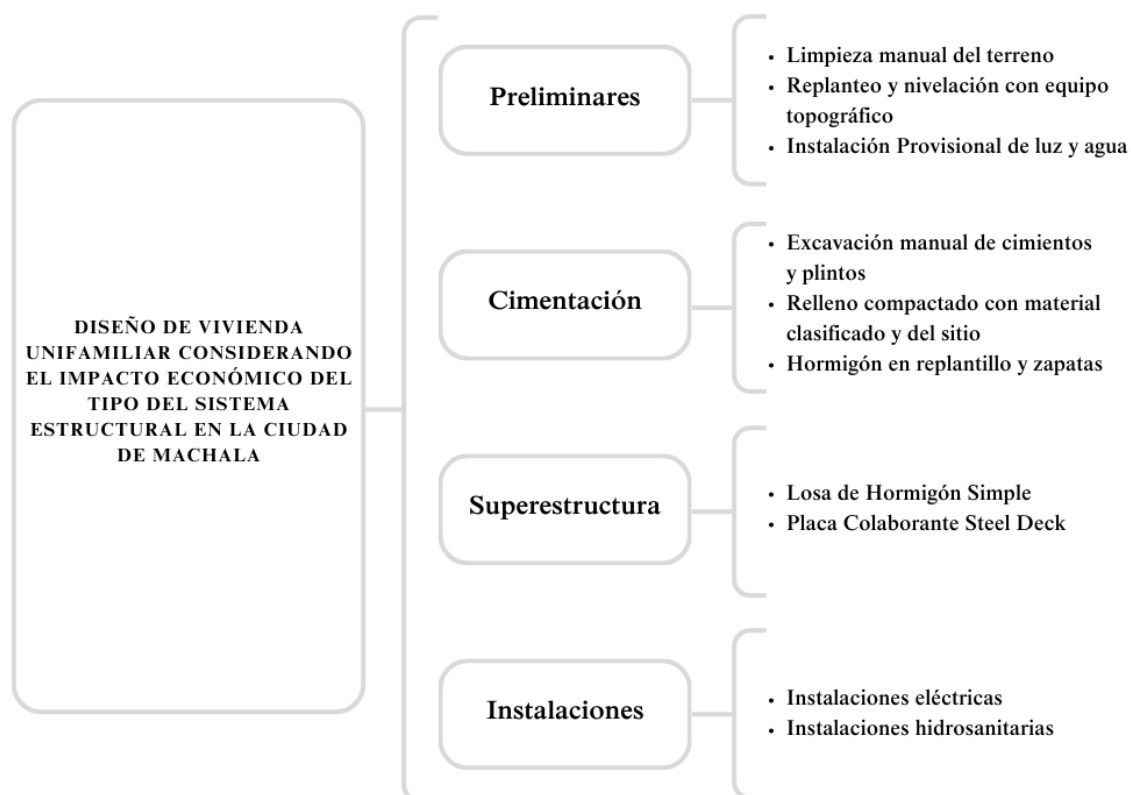
## 5. PRESUPUESTO

### 5.1. Estructura Desglosa del trabajo

Con el propósito de optimizar la gestión del proyecto, descompondremos las actividades constructivas en tareas más específicas y fáciles de controlar. En esta etapa, nos enfocaremos en cuantificar los costos asociados a la estructura de la vivienda, lo que nos permitirá tomar decisiones más informadas en las siguientes fases del proyecto.

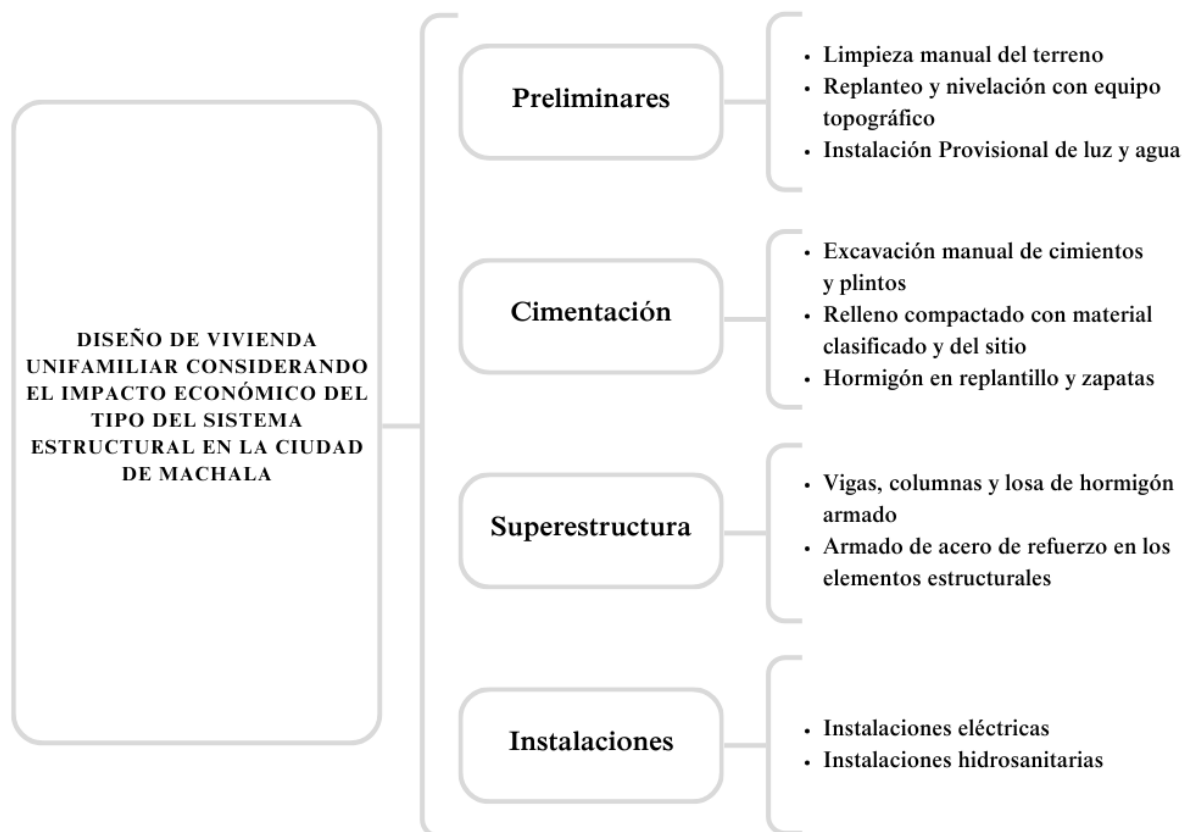
#### Ilustración 138

*Estructura de actividades, construcción de vivienda de acero estructural*



### Ilustración 139

*Estructura de actividades, construcción de vivienda de hormigón armado*



#### 5.1.1. Preliminares

Las actividades preliminares incluyen la limpieza del terreno, el replanteo y nivelación con equipo topográfico, y la instalación provisional de servicios como agua y electricidad. Esta fase asegura que el terreno esté adecuadamente preparado y que se establezcan las condiciones necesarias para iniciar la construcción (Ochoa, 2020).



Esta etapa es crucial porque garantizan que el sitio de construcción esté limpio, seguro y correctamente marcado para la construcción. Esto previene errores costosos durante las etapas posteriores y establece una base sólida para el éxito del proyecto. La provisión de servicios temporales permite que los trabajos iniciales se realicen de manera eficiente y sin interrupciones.

### **5.1.2. Cimentación**

La cimentación implica la excavación, preparación y construcción de las bases de la estructura, utilizando hormigón armado y, en algunos casos, acero estructural. Las cimentaciones distribuyen las cargas de la superestructura al suelo, proporcionando estabilidad y resistencia a la estructura. Una cimentación bien diseñada y construida evita asentamientos diferenciales, deslizamientos y otros problemas que pueden comprometer la integridad estructural del edificio (Yepes, 2016).

### **5.1.3. Superestructura**

La superestructura se refiere a la construcción de los elementos estructurales que se encuentran por encima del nivel del suelo, como columnas, vigas, losas y muros de mampostería, ya sea en los métodos constructivos de hormigón armado o acero estructural (Ekos, 2023). Estos componentes forman la estructura principal del edificio y soportan las cargas verticales y laterales.

Esta parte del proceso es esencial porque define la forma y funcionalidad del edificio. El uso de acero estructural proporciona flexibilidad en el diseño, resistencia a la tracción y facilidad de ensamblaje, mientras que el hormigón armado ofrece durabilidad y resistencia a la

compresión. La correcta ejecución de la superestructura es vital para la seguridad, estabilidad y longevidad del edificio, así como para su capacidad de resistir cargas sísmicas y vientos fuertes.

## **5.2. Rubros y análisis de precios unitarios**

En el proyecto el análisis de precios unitarios (APU) nos permitió determinar el costo de cada elemento que compone una obra. Descomponiendo un rubro en sus componentes básicos: materiales, mano de obra, equipos y transporte este desglose se encuentra en la parte de Anexos. Para cada componente se calcula la cantidad necesaria y se asigna un costo unitario, considerando en nuestro caso el factor rendimiento que es la eficiencia con la que se ejecutara la actividad del rubro. La suma de todos estos costos da como resultado el precio unitario del rubro. La Ilustración 140 e Ilustración 141 nos muestra los precios unitarios de cada rubro que formara parte del proyecto tanto en el diseño de hormigón armado como en el de acero estructural.

## Ilustración 140

### Análisis de Precios Unitarios, estructura de hormigón armado

RUBRO No	DESCRIPCIÓN	UNL.	CANT.	P. UNIT
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
1,01	Limpieza manual del terreno	m2	111,20	1,56
1,02	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	111,20	2,19
1,03	Instalacion provisional de agua	mes	10,00	121,06
1,04	Instalacion provisional de luz	mes	10,00	31,40
<b>2</b>	<b>CIMENTACION</b>			
2,01	Excavación manual de cimientos y plintos	m3	9,70	13,59
2,02	Relleno compactado con material clasificado	m3	27,80	18,44
2,03	Relleno compactado con material de sitio	m3	27,80	6,16
2,04	Desalojo de material con volqueta. Cargada Manual	m3	10,00	18,07
2,05	Hormigón en Replantillo $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$	m3	3,13	120,74
2,06	Acero de Refuerzo ( $f_c=4200 \text{ kg/cm}^2$ ) (Sub-estructura)	kg	1.301,54	1,96
2,07	Hormigón simple en Zapatas $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , incl. Encofrado	m3	7,56	131,67
2,08	Hormigón simple en vigas de cimentacion y riostras ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ), incl. Encofrado	m3	5,35	159,62
2,09	Contrapiso de hormigón simple $f'c=(210 \text{ kg/cm}^2)$ , ( $e=8\text{cm}$ )	m2	78,26	22,93
<b>3</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>			
3,03	Acero de Refuerzo ( $f_c=4200 \text{ kg/cm}^2$ ), (Super-estructura)	kg	4.625,60	1,96
3,04	Hormigon simple columnas $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incluye encofrado	m3	8,84	165,26
3,05	Hormigon simple vigas $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado	m3	12,41	165,71
3,06	Encorfrado tabla de monte - Losa, inc. Vigas de madera (1 USO)	m2	111,20	36,82
3,07	Losa de hormigon simple $f_c=210\text{kg/cm}^2$ $e= 20 \text{ cm}$	m2	180,54	31,89
3,08	Bloque de Alivianamiento 15x20x40 cm timbrado + estibaje	u	1.263,00	0,74
3,09	Malla electrosoldada A50 4.5-15. Incluye montaje.	m2	180,54	2,48
3,10	Mamposteria de bloque 40x20x10 cm, mortero 1:6, E=2.0 cm	m2	349,16	12,08
3,11	Ventana corrediza flotado claro, 3mm de espesor. Incluye instalacion	m2	11,42	49,71
3,12	Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalacion.	m2	3,36	83,39
3,13	Puerta Principal, con marco y tapamarco (incluye instalacion)	u	1,00	273,35
3,14	Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco (incluye instalacion)	u	8,00	161,13
3,15	Piso ceramica, incluye instalación	m2	180,54	29,99
3,16	Cielo raso modular (Fibrocel Mediterraneo), incluye instalación	m2	187,98	13,66
3,17	Hormigon en escaleras, $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , incluye encofrado	m3	1,69	193,03
3,18	Pintura Interior, incluye empaste	m2	454,09	3,88
3,19	Pintura Exterior, incluye empaste	m2	249,24	4,69
<b>4</b>	<b>AGUA POTABLE</b>			
4,01	Instalacion y suministro de tuberia de 1/2" PVC roscable	m	48,00	2,84
4,02	Instalacion y suministro de tuberia de 3/4" PVC roscable	m	6,00	3,56
4,03	Instalacion y suministro de tuberia de 1" PVC roscable	m	18,00	4,53
<b>5</b>	<b>PIEZAS SANITARIA</b>			
5,01	Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea economica)	u	4,00	117,25
5,02	Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea economica)	u	4,00	76,99
5,03	Suministro e instalación de fregadero inox. Griferia cuello de ganzo)	u	1,00	263,78
5,04	Suministro e instalación de lavadero de cemento	u	1,00	263,78
5,05	Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada, incl griferia)	u	4,00	52,22
5,06	Tina de Hidromasaje, incluye intalación	u	1,00	1.809,73
5,07	Llave de Jardín	u	3,00	23,39
<b>6</b>	<b>AGUA SERVIDAS</b>			
6,01	Instalacion y suministro de tubería de 4" PVC	m	39,00	5,26
6,02	Instalacion y suministro de tubería de 3" PVC	m	9,00	5,19
6,03	Instalacion y suministro de tubería de 2" PVC	m	9,00	4,78
6,04	Cajas de registro	u	1,00	30,91
6,05	Rejillas de piso	u	4,00	1,33
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>			
7,01	Punto de tomacorrientes de 110v	ptos	25,00	52,76
7,02	Punto de tomacorrientes de 220v	ptos	4,00	52,76
7,03	Suministro e instalación de luminarias simples	u	19,00	27,94
7,04	Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica 2 polo 10-32 amps square d	u	2,00	433,65
7,05	Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocacion. (12, 000 BTU)	u	4,00	320,55
<b>8</b>	<b>FINALIZACION DE OBRA</b>			
8,01	Limpieza final de la obra	m2	111,20	1,18

**Ilustración 141***Análisis de Precios Unitarios, estructura de acero*

RUBRO N°	DESCRIPCIÓN	UNL.	CANT.	P. UNIT
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>			
1,01	Limpieza manual del terreno	m2	111,20	1,56
1,02	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	111,20	2,19
1,03	Instalacion provisional de agua	mes	10,00	121,06
1,04	Instalacion provisional de luz	mes	10,00	31,40
<b>2</b>	<b>CIMENTACION</b>			
2,01	Excavación manual de cimientos y plintos	m3	9,70	13,59
2,02	Relleno compactado con material clasificado	m3	27,80	18,44
2,03	Relleno compactado con material de sitio	m3	27,80	6,16
2,04	Desalojo de material con volqueta. Cargada manual.	m3	10,00	18,07
2,05	Hormigón en Replanteo f'c=140 kg/cm²	m3	2,77	120,74
2,06	Hormigón simple en zapatas y pedestal f'c=210 kg/cm², Incluye encofrado.	m3	7,08	131,67
2,07	Acero estructural de la placa base y pernos de anclaje, (ASTM A36, Fy=2530 kg/cm²)	kg	161,52	5,48
2,08	Hormigón simple en Riostras (f'c=210 kg/cm²). Incluye Encofrado	m3	3,08	145,15
2,09	Acero de Refuerzo (f'c=4200 kg/cm²). Incluye armado	kg	1.189,89	1,93
2,1	Contrapiso de hormigón simple, e=8 cm. (f'c=210 kg/cm²)	m2	78,26	22,93
<b>3</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>			
3,01	Losa de hormigón simple (f'c=210 kg/cm²). Incluye encofrado.	m3	13,52	157,80
3,02	Placa colaborante Steel Deck (e=0,75 mm)	m2	180,54	19,10
3,03	Suministro, y montaje de perfiles estructurales con grúa. (Acero Estructural ASTM A36, Fy=2530 kg/cm2).	kg	10.506,64	6,60
3,04	Malla electrosoldada A50 4.5-15. Incluye montaje.	m2	180,54	2,48
3,05	Mampostería de bloque 40x20 cm con mortero 1:6, e=10 cm	m2	349,16	14,49
3,06	Ventana corrediza flotado claro, 3mm de espesor. Incluye instalación	m2	11,42	49,71
3,07	Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalacion.	m2	3,36	83,39
3,08	Puerta Principal, con marco y tapamarco. Incluye instalación.	u	1,00	273,35
3,09	Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco. Incluye instalación.	u	8,00	161,87
3,1	Piso ceramica, incluye instalación	m2	180,54	30,49
3,11	Cielo raso modular (Fibrocel Mediterraneo), Incluye instalación.	m2	187,98	13,78
3,12	Hormigón simple en escaleras, f'c=210 kg/cm². Incluye encofrado	m3	1,69	193,03
3,13	Pintura Interior, incluye empaste	m2	454,09	4,20
3,14	Pintura Exterior, incluye empaste	m2	249,24	5,25
<b>4</b>	<b>AGUA POTABLE</b>			
4,01	Instalación y suministro de tubería de 1/2" PVC roscable	m	48,00	2,84
4,02	Instalación y suministro de tubería de 3/4" PVC roscable	m	6,00	3,56
4,03	Instalación y suministro de tubería de 1" PVC roscable	m	18,00	4,53
<b>5</b>	<b>PIEZAS SANITARIA</b>			
5,01	Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea económica)	u	4,00	117,25
5,02	Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea económica)	u	4,00	76,99
5,03	Suministro e instalación de fregadero inox. Grifería cuello de ganso	u	1,00	263,78
5,04	Suministro e instalación de lavadero de cemento	u	1,00	263,78
5,05	Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada, incl grifería)	u	4,00	52,22
5,06	Tina de Hidromasaje, incluye intalación	u	1,00	1.809,73
5,07	Llave de Jardín	u	3,00	23,39
<b>6</b>	<b>AGUA SERVIDAS</b>			
6,01	Instalación y suministro de tubería de 4" PVC	m	39,00	5,26
6,02	Instalación y suministro de tubería de 3" PVC	m	9,00	5,19
6,03	Instalación y suministro de tubería de 2" PVC	m	9,00	4,78
6,04	Cajas de registro	u	1,00	30,91
6,05	Rejillas de piso	u	4,00	1,33
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>			
7,01	Suministro e instalación de punto de tomacorrientes de 110v	ptos	25,00	24,63
7,02	Suministro e instalacion de punto de tomacorrientes de 220v	ptos	4,00	41,89
7,03	Suministro e instalación de luminarias simples	u	19,00	24,96
7,04	Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica 2 polo 10-32 AMPS Square D	u	2,00	211,03
7,05	Varilla cooperweld 5/8" (puesta a tierra)	u	1,00	18,72
7,06	Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocación. (12, 000 BTU)	u	4,00	320,55
<b>8</b>	<b>FINALIZACION DE OBRA</b>			
8,01	Limpieza final de la obra	m2	111,20	1,18

### **5.3. Descripción de cantidades de obra**

Para determinar las cantidades de materiales, se empleó Revit para cuantificar el acero de refuerzo, y el hormigón de elementos como plintos, riostras, pedestales, vigas y columnas.

Además, se obtuvo los kilogramos de acero estructural de los perfiles utilizados en el diseño de estructura de acero. Los volúmenes de mampostería, así como las cantidades de materiales para las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, se calcularon de forma manual.

#### **5.3.1. Cálculo de cantidades de hormigón armado**

El cálculo de cantidades fue realizado en su mayoría con las herramientas de tablas de cantidades de Revit, solo ciertos elementos fueron calculados a mano. Los elementos calculados en Revit fue el hormigón y el acero de refuerzo que son los más abundantes en el proyecto.

##### **Acero de refuerzo**

El modelado de los elementos en Revit se lo llevo con mucho detalle a la hora de crear y ordenar los elementos. Teniendo en cuenta que además del modelado se iba a realizar un cálculo de cantidades se crearon ciertas etiquetas para el manejo y orden de estos elementos. El Revit tiene unas opciones de colocarles comentarios y marca a los elementos que harán que el control sobre estos sea más fácil.

Al acero de refuerzo se le colocaba como comentario el tipo de elemento y el nombre del eje en el cual se ubicaba y en marca se colocaba si era acero longitudinal o estribos. De tal manera, que al momento de hacer la cuantificación de cantidades estos se podían clasificar por acero en columnas, en vigas, en plintos o por losa, además de clasificarlos por pisos o fases.

Estas tablas lo que proporcionan son las cantidades y las dimensiones que estos elementos tienen. Con esa información, como el acero se lo mide por kg, lo que se hace es encontrar la longitud final de los elementos y se lo multiplica por el peso por diámetro que estos tienen. El dato de los pesos por varillas se lo encuentra en la Tabla 152 de información del catálogo del proveedor.

**Tabla 152**  
*Peso según el tamaño de varilla*

<b>Ø</b> <b>mm</b>	<b>Peso</b> <b>lineal</b> <b>kg/m</b>
8	0.395
10	0.617
12	0.888
14	1.208
16	1.578
18	1.998
20	2.466
22	2.984
25	3.853

Con todo eso dicho a continuación, se coloca las cantidades del acero de refuerzo que la estructura tiene.

**Tabla 153***Cantidades del acero de refuerzo, columna T1*

COLUMNAS T1 30x30																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES (m)									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
3	L	48	1	48	Ø14	0.20	8.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.55	410.40	1.208	495.76
1	O	450	1	450	Ø10	0.09	0.22	0.22	0.22	0.22	0.00	0.09	1.06	477.00	0.617	294.31
4	O	450	1	450	Ø10	0.09	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	0.09	0.86	387.00	0.617	238.78
<b>TOTAL</b>																
															<b>1 028.85</b>	

**Tabla 154***Cantidades del acero de refuerzo, columna T2*

COLUMNAS T2 30x30																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES (m)									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
5	L	48	1	48	Ø12	0.20	8.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.55	410.40	0.888	364.44
1	O	450	1	450	Ø10	0.09	0.22	0.22	0.22	0.22	0.00	0.09	1.06	477.00	0.617	294.31
4	O	450	1	450	Ø10	0.09	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	0.09	0.86	387.00	0.617	238.78
<b>TOTAL</b>																
															<b>897.52</b>	

**Tabla 155***Cantidades del acero de refuerzo, plintos*

PLINTOS																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES (m)									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
63	C	92	1	92	Ø14	0.00	0.15	1.75	0.15	0.00	0.00	0.00	2.05	188.60	1.208	227.83
64	C	64	1	64	Ø12	0.09	0.15	1.25	0.15	0.00	0.00	0.00	1.64	104.96	0.888	93.20
65	C	68	1	68	Ø12	0.09	0.15	1.35	0.15	0.00	0.00	0.00	1.74	118.32	0.888	105.07
<b>TOTAL</b>																
															<b>426.10</b>	

**Tabla 156***Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje B*

VC - CIM - EJE B																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES (m)									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
104	I	4	1	4	Ø12	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25	13.00	0.888	11.54
103	C	23	1	23	Ø14	0.09	0.15	5.15	0.15	0.00	0.00	0.09	5.63	129.49	1.208	156.42
66	O	23	1	23	Ø10	0.09	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00	0.09	0.78	17.94	0.617	11.07
<b>TOTAL</b>																
															<b>179.04</b>	

**Tabla 157**  
*Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje 6*

VC - CIM - EJE 6																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
101	I	14	1	14	Ø14	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	28.00	1.208	33.82
68	C	2	1	2	Ø14	0.00	0.15	7.85	0.15	0.00	0.00	0.09	8.24	16.48	1.208	19.91
66	O	76	1	76	Ø10	0.09	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00	0.09	0.78	59.28	0.617	36.58
<b>TOTAL</b>																<b>90.31</b>

**Tabla 158**  
*Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje 3-5*

VC - CIM - EJE 3 - 5																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
101	I	30	1	30	Ø14	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	60.00	1.208	72.48
68	C	12	1	12	Ø14	0.00	0.15	7.85	0.15	0.00	0.00	0.09	8.24	98.88	1.208	119.45
66	O	228	1	228	Ø10	0.09	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00	0.09	0.78	177.84	0.617	109.73
<b>TOTAL</b>																<b>301.65</b>

**Tabla 159**  
*Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje A-C*

VIGA PLANTA BAJA																
VR - BASE - EJE A - C																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
106	C	8	1	8	Ø12	0.00	0.15	11.10	0.15	0.00	0.00	0.00	11.40	91.20	0.888	80.99
66	O	202	1	202	Ø10	0.09	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00	0.09	0.78	157.56	0.617	97.21
<b>TOTAL</b>																<b>178.20</b>

**Tabla 160**  
*Cantidades del acero de refuerzo, viga de cimentación Eje 2-6*

VR - BASE - EJE 2 - 6																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
107	C	8	1	8	Ø12	0.00	0.15	7.85	0.15	0.00	0.00	0.00	8.15	65.20	0.888	57.90
66	O	142	1	142	Ø10	0.09	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00	0.09	0.78	110.76	0.617	68.34
<b>TOTAL</b>																<b>126.24</b>



**Tabla 161**  
**Cantidades del acero de refuerzo, viga piso 1**

VIGAS PISO 1																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro (mm)	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
14	I	1	1	1	Ø10	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.05	2.05	0.617	1.26
19	I	1	1	1	Ø10	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.617	1.23
8	Vincha	98	1	98	Ø10	0.08	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.43	42.14	0.617	26.00
11	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	3.86	0	0	0	0	4.01	12.03	0.888	10.68
16	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	9.45	0	0	0	0	9.60	28.80	0.888	25.57
17	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	10.3	0	0	0	0	10.45	31.35	0.888	27.84
18	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	4.7	0	0	0	0	4.85	14.55	0.888	12.92
6	O	131	1	131	Ø10	0.09	0.27	0.22	0.27	0.22	0	0.09	1.16	151.96	0.617	93.76
12	I	2	1	2	Ø10	0	2.35	0	0	0	0	0	2.35	4.70	0.617	2.90
13	I	2	1	2	Ø10	0	2.9	0	0	0	0	0	2.90	5.80	0.617	3.58
14	I	2	1	2	Ø10	0	2.05	0	0	0	0	0	2.05	4.10	0.617	2.53
8	Vincha	31	1	31	Ø10	0.08	0.27	0	0	0	0	0.08	0.43	13.33	0.617	8.22
7	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	6.2	0	0	0	0	6.35	19.05	0.888	16.92
9	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	10.55	0	0	0	0	10.70	32.10	0.888	28.50
10	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	8.2	0	0	0	0	8.35	25.05	0.888	22.24
11	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	3.86	0	0	0	0	4.01	12.03	0.888	10.68
6	O	119	1	119	Ø10	0.09	0.27	0.22	0.27	0.22	0	0.09	1.16	138.04	0.617	85.17
8	Vincha	10	1	10	Ø10	0.08	0.27	0	0	0	0	0.08	0.43	4.30	0.617	2.65
47	C	4	1	4	Ø10	0	0.11	7.85	0.11	0	0	0	8.07	32.28	0.617	19.92
43	I	4	1	4	Ø12	0	2.7	0	0	0	0	0	2.70	10.80	0.888	9.59
39	C	8	1	8	Ø12	0	0.15	7.85	0.15	0	0	0	8.15	65.20	0.888	57.90
44	L	2	1	2	Ø10	0	0.12	1.35	0	0	0	0	1.47	2.94	0.617	1.81
45	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	1.45	0	0	0	0	1.60	3.20	0.888	2.84
23	O	30	1	30	Ø10	0.09	0.17	0.22	0.17	0.22	0	0.09	0.96	28.80	0.617	17.77
41	O	98	1	98	Ø10	0.09	0.17	0.24	0.17	0.24	0	0.09	1.00	98.00	0.617	60.47
26	I	1	1	1	Ø10	0	2.7	0	0	0	0	0	2.70	2.70	0.617	1.67
28	C	4	1	4	Ø12	0	0.15	7.9	0.15	0	0	0	8.20	32.80	0.888	29.13
25	L	1	1	1	Ø10	0	0.12	1.38	0	0	0	0	1.50	1.50	0.617	0.93
27	L	1	1	1	Ø10	0	0.12	1.45	0	0	0	0	1.57	1.57	0.617	0.97
23	O	66	1	66	Ø10	0.09	0.17	0.22	0.17	0.22	0	0.09	0.96	63.36	0.617	39.09
22	C	4	1	4	Ø10	0	0.12	7.43	0.12	0	0	0	7.67	30.68	0.617	18.93
20	O	50	1	50	Ø10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0.09	0.66	33.00	0.617	20.36
111	C	4	1	4	Ø10	0	0.11	0.61	0.11	0	0	0	0.83	3.32	0.617	2.05
20	O	2	1	2	Ø10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0.09	0.66	1.32	0.617	0.81
109	C	4	1	4	Ø10	0	0.09	0.79	0.09	0	0	0	0.97	3.88	0.617	2.39
20	O	6	1	6	Ø10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0.09	0.66	3.96	0.617	2.44
116	C	4	1	4	Ø10	0	0.09	2.87	0.09	0	0	0	3.05	12.20	0.617	7.53
112	O	25	1	25	Ø10	0.09	0.2	0.12	0.2	0.12	0	0.09	0.82	20.50	0.617	12.65
114	C	4	1	4	Ø10	0	0.1	1.4	0.1	0	0	0	1.60	6.40	0.617	3.95
112	O	11	1	11	Ø10	0.09	0.2	0.12	0.2	0.12	0	0.09	0.82	9.02	0.617	5.57
117	C	2	1	2	Ø10	0	0.1	1	0.1	0	0	0	1.20	2.40	0.617	1.48
20	O	6	1	6	Ø10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0.09	0.66	3.96	0.617	2.44
14	I	1	1	1	Ø10	0	2.05	0	0	0	0	0	2.05	2.05	0.617	1.26
8	Vincha	69	1	69	Ø10	0.08	0.27	0	0	0	0	0.08	0.43	29.67	0.617	18.31
9	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	10.55	0	0	0	0	10.70	32.10	0.888	28.50
11	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	3.86	0	0	0	0	4.01	12.03	0.888	10.68
15	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	4.95	0	0	0	0	5.10	15.30	0.888	13.59
16	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	9.45	0	0	0	0	9.60	28.80	0.888	25.57
6	O	135	1	135	Ø10	0.09	0.27	0.22	0.27	0.22	0	0.09	1.16	156.60	0.617	96.62
32	C	4	1	4	Ø12	0	0.15	4.1	0.15	0	0	0	4.40	17.60	0.888	15.63
35	C	4	1	4	Ø12	0	0.15	4.4	0.15	0	0	0	4.70	18.80	0.888	16.69
27	L	2	1	2	Ø10	0	0.12	1.45	0	0	0	0	1.57	3.14	0.617	1.94
38	L	3	1	3	Ø12	0	0.15	1.55	0	0	0	0	1.70	5.10	0.888	4.53
29	O	33	1	33	Ø10	0.09	0.2	0.25	0.2	0.25	0	0.09	1.08	35.64	0.617	21.99
36	O	34	1	34	Ø10	0.09	0.2	0.25	0.2	0.25	0	0.09	1.08	36.72	0.617	22.66
<b>TOTAL</b>																<b>983.34</b>

**Tabla 162**  
*Cantidades del acero de refuerzo, viga cubierta*

VIGA CUBIERTA																
CARACTERISTICAS					DIMENSIONES ( m )								Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
17	L	2	1	2	Ø12	0.00	0.15	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	10.45	20.90	0.888	18.56
53	L	2	1	2	Ø12	0.00	0.15	8.64	0.00	0.00	0.00	0.00	8.79	17.58	0.888	15.61
54	L	2	1	2	Ø12	0.00	0.15	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	4.03	8.06	0.888	7.16
55	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	5.54	0	0	0	0	5.69	11.38	0.888	10.11
48	O	122	1	122	Ø10	0.09	0.22	0.17	0.22	0.17	0	0.09	0.96	117.12	0.617	72.26
13	I	1	1	1	Ø10	0	2.9	0	0	0	0	0	2.90	2.90	0.617	1.79
14	I	1	1	1	Ø10	0	2.05	0	0	0	0	0	2.05	2.05	0.617	1.26
9	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	10.55	0	0	0	0	10.70	21.40	0.888	19.00
49	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	3.89	0	0	0	0	4.04	8.08	0.888	7.18
50	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	8.91	0	0	0	0	9.06	18.12	0.888	16.09
51	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	5.55	0	0	0	0	5.70	11.40	0.888	10.12
48	O	126	1	126	Ø10	0.09	0.22	0.17	0.22	0.17	0	0.09	0.96	120.96	0.617	74.63
9	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	10.55	0	0	0	0	10.70	21.40	0.888	19.00
49	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	3.89	0	0	0	0	4.04	8.08	0.888	7.18
50	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	8.91	0	0	0	0	9.06	18.12	0.888	16.09
51	L	2	1	2	Ø12	0	0.15	5.55	0	0	0	0	5.70	11.40	0.888	10.12
48	O	125	1	125	Ø10	0.09	0.22	0.17	0.22	0.17	0	0.09	0.96	120.00	0.617	74.04
59	C	4	1	4	Ø10	0	0.12	7.92	0.12	0	0	0	8.16	32.64	0.617	20.14
20	O	63	1	63	Ø10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0.09	0.66	41.58	0.617	25.65
61	C	4	1	4	Ø12	0	0.16	4.1	0.16	0	0	0	4.42	17.68	0.888	15.70
60	O	32	1	32	Ø12	0.11	0.17	0.17	0.17	0.17	0	0.11	0.90	28.80	0.888	25.57
28	C	12	1	12	Ø12	0	0.15	7.9	0.15	0	0	0	8.20	98.40	0.888	87.38
56	O	192	1	192	Ø10	0.09	0.17	0.17	0.17	0.17	0	0.09	0.86	165.12	0.617	101.88
58	C	4	1	4	Ø10	0	0.12	7.45	0.12	0	0	0	7.69	30.76	0.617	18.98
20	O	60	1	60	Ø10	0.09	0.12	0.12	0.12	0.12	0	0.09	0.66	39.60	0.617	24.43
62	C	4	1	4	Ø12	0	0.15	4.39	0.15	0	0	0	4.69	18.76	0.888	16.66
56	O	34	1	34	Ø10	0.09	0.17	0.17	0.17	0.17	0	0.09	0.86	29.24	0.617	18.04
<b>TOTAL</b>																<b>734.64</b>

**Tabla 163**  
*Cantidades del acero de refuerzo, nervios*

NERVIOS																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
79	C	3	1	3	10	0	0.12	4.75	0.12	0	0	0	4.99	14.97	0.617	9.24
80	C	3	1	3	10	0	0.12	5.44	0.12	0	0	0	5.68	17.04	0.617	10.51
81	C	28	1	28	10	0	0.12	1.8	0.12	0	0	0	2.04	57.12	0.617	35.24
82	C	21	1	21	8	0	0.1	2.45	0.1	0	0	0	2.65	55.65	0.395	21.98
83	C	7	1	7	8	0	0.1	1.15	0.1	0	0	0	1.35	9.45	0.395	3.73
85	C	21	1	21	10	0	0.12	4	0.12	0	0	0	4.24	89.04	0.617	54.94
86	C	7	1	7	10	0	0.12	2.9	0.12	0	0	0	3.14	21.98	0.617	13.56
87	C	28	1	28	8	0	0.1	2.09	0.1	0	0	0	2.29	64.12	0.395	25.33
89	C	2	1	2	12	0	0.12	2.15	0.12	0	0	0	2.39	4.78	0.888	4.24
90	C	48	1	48	12	0	0.12	2.75	0.12	0	0	0	2.99	143.52	0.888	127.45
93	C	43	1	43	10	0	0.12	7.74	0.12	0	0	0	7.98	343.14	0.617	211.72
96	C	7	1	7	10	0	0.12	5.93	0.12	0	0	0	6.17	43.19	0.617	26.65
97	C	1	1	1	10	0	0.12	5.23	0.12	0	0	0	5.47	5.47	0.617	3.37
98	C	6	1	6	10	0	0.12	5.23	0.12	0	0	0	5.47	32.82	0.617	20.25
100	C	1	1	1	10	0	0.12	7.34	0.12	0	0	0	7.58	7.58	0.617	4.68
91	L	44	1	44	8	0	0.1	1.3	0	0	0	0	1.40	61.60	0.395	24.33
92	L	50	1	50	8	0	0.1	1.4	0	0	0	0	1.50	75.00	0.395	29.63
94	L	20	1	20	10	0	0.12	8.83	0	0	0	0	8.95	179.00	0.617	110.44
95	L	22	1	22	10	0	0.12	5.43	0	0	0	0	5.55	122.10	0.617	75.34
99	L	1	1	1	10	0	0.12	8.57	0	0	0	0	8.69	8.69	0.617	5.36
<b>TOTAL</b>															<b>817.99</b>	

**Tabla 164**  
*Cantidades del acero de refuerzo, escalera*

ESCALERA																
CARACTERISTICAS				DIMENSIONES ( m )									Longitud		Peso	
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
300		4	1	4	Ø10	0.00	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	17.60	0.617	10.86
301		6	1	6	Ø12	0.09	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.39	26.34	0.888	23.39
302		40	1	40	Ø10	0.09	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	43.60	0.617	26.90
303		22	1	22	Ø10	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	25.30	0.617	15.61
304		14	1	14	Ø12	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	26.60	0.888	23.62
305		6	1	6	Ø12	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	18.00	0.888	15.98
306		6	1	6	Ø12	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	24.60	0.888	21.84
307		6	1	6	Ø12	0.00	4.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	28.20	0.888	25.04
<b>TOTAL</b>															<b>163.25</b>	

*Hormigón simple*

Este material se lo calculo también con ayuda de las herramientas dada por Revit, sin embargo, elementos como la escalera fueron calculados a manos, ya que este no fue modelado, si no que dibujado con líneas de detalle.

**Tabla 165**

*Volumen en obra de hormigón estructural f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>*

TIPO	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>
C (30/30) TIPO 1	4.42	43.66
C (30/30) TIPO 2	4.42	
VC (30/30)	2.27	
VR (30/30)	3.08	
VIGAS PISO 1	7.15	
VIGAS CUBIERTA	5.26	
NERVIOS (10/15)	9.49	
PLINTOS	7.56	

**Tabla 166**

*Volumen en obra de hormigón estructural f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, plinto*

TIPO	NÚMERO	PLANTA/SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	LONG/ESPEJOR (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>
PLINTO TIPO 1	4.00	3.61	0.10	1.44	3.13
PLINTO TIPO 2	4.00	1.96	0.10	0.78	
PLINTO TIPO 3	4.00	2.25	0.10	0.90	

**Tabla 167**

*Volumen en obra de hormigón estructural f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, contrapiso*

TIPO	NÚMERO	PLANTA/SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	LONG/ESPEJOR (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>
LOSA e=8cm	1.00	78.26	0.08	6.26	15.29
LOSA e=5cm	1.00	86.55	0.05	4.33	

LOSA e=5cm	1.00	93.99	0.05	4.70
------------	------	-------	------	------

**Tabla 168**

*Volumen en obra de hormigón estructural  $f'c$  2100 kg/cm<sup>2</sup>, escalera*

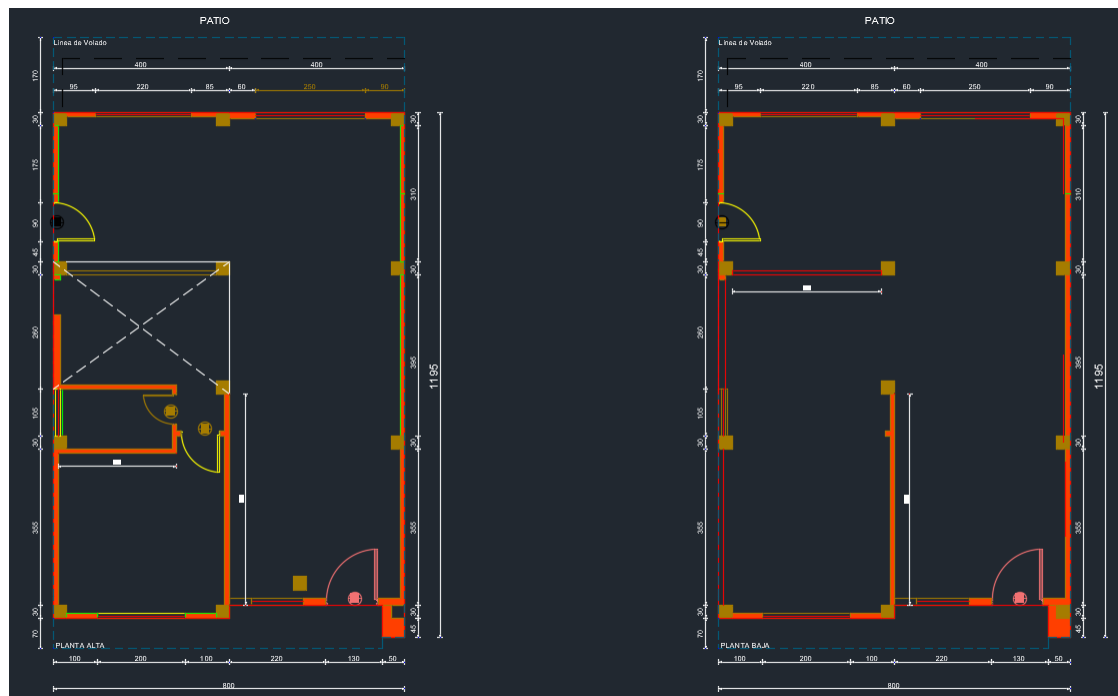
TIPO	NÚMERO	PLANTA/SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	LONG/ESPESOR (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>
Escalones	17.00	0.024	1.10	0.45	
Garganta e=15cm	2.00	0.38	1.10	0.83	1.69
Descanso e=15cm	2.00	0.17	1.25	0.41	

### ***Mampostería***

Para calcular el área total de pared se toma en consideración el plano arquitectónico proporcionado por el cliente, como se muestra en la Ilustración 142. Se excluyeron las superficies correspondientes a huecos como puertas y ventanas, ya que estos elementos se consideran rubros independientes en la medición.

### Ilustración 142

*Distribución de mampostería, hormigón armado*



Finalmente, se obtiene la Tabla 169 como resultado total del cálculo de pared en las dos plantas de la vivienda.

**Tabla 169**

*Cálculo de mampostería de paredes, hormigón armado*

PLANTA BAJA	LONG (m)	ALTURA (m)	AREA (m <sup>2</sup> )
PARED FRONTAL	8	3.1	24.80
PARED LATERAL	24.15	3.1	74.87
PARED SEPAR. AMB	9.8	3.1	30.38
PARED POSTERIOR	8	3.1	24.80
PLANTA ALTA	LONG (m)	ALTURA (m)	AREA (m <sup>2</sup> )
PARED FRONTAL	8	2.85	22.80
PARED LATERAL	27.78	2.85	79.17
PARED SEPAR. AMB	244	2.85	69.54

<b>PARED POSTERIOR</b>	8	2.85	22.80
<b>TOTAL</b>			349.16

Para calcular la cantidad de pintura de exterior e interior que en el rubro se encuentra en  $m^2$ , se realizo el mismo procedimiento tomando en cuenta las caras de la pared. El resultado se muestra en la Tabla 170 y Tabla 171.

**Tabla 170**

*Cálculo de mampostería, pintura de paredes interiores*

<b>PLANTA BAJA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (<math>m^2</math>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	3.1	24.80
<b>PARED LATERAL</b>	24.15	3.1	74.87
<b>PARED SEPAR. AMB</b>	20.85	3.1	64.64
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	3.1	24.80
<b>PLANTA ALTA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (<math>m^2</math>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	2.85	22.80
<b>PARED LATERAL</b>	27.78	2.85	79.17
<b>PARED SEPAR. AMB</b>	49.2	2.85	140.22
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	2.85	22.80
<b>TOTAL</b>			454.09

**Tabla 171**

*Cálculo de mampostería, pintura de paredes exteriores*

<b>PLANTA BAJA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (<math>m^2</math>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	3.1	24.80
<b>PARED LATERAL</b>	24.15	3.1	74.87
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	3.1	24.80
<b>PLANTA ALTA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (m2)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	2.85	22.80

<b>PARED LATERAL</b>	27.78	2.85	79.17
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	2.85	22.80
<b>TOTAL</b>			249.24

### 5.3.2. Cálculo de cantidades de estructura de acero

#### Acero de refuerzo

En el pedestal se obtuvo con el mismo procedimiento del acero de refuerzo explicado en la sección 5.3.1. Entonces el peso en kilogramo de todo el acero utilizado lo muestra la Tabla 172.

**Tabla 172**  
*Cantidad de acero de refuerzo, pedestal*

PEDESTAL 40x40																	
CARACTERISTICAS					DIMENSIONES ( m )								Longitud		Peso		
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)	
23	L	48	1	48	Ø14	0,00	0,17	1,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	58,56	1,208	70,740	
24	L	48	1	144	Ø14	0,00	1,05	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	175,68	1,208	212,221	
19	O	144	1	144	Ø10	0,09	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,09	1,18	169,92	0,617	104,841	
21	O	144	1	144	Ø10	0,09	0,25	0,14	0,25	0,14	0,00	0,09	0,96	138,24	0,617	85,294	
22	O	144	1	144	Ø10	0,09	0,14	0,25	0,14	0,25	0,00	0,09	0,96	138,24	0,617	85,294	
<b>TOTAL</b>																<b>558,39 kg</b>	

Para el cálculo del acero de refuerzo en riostras realizamos el mismo procedimiento, entonces el peso en kilogramos se muestra en la Tabla 173.

**Tabla 173**  
*Cantidad de acero de refuerzo, riostras*

VIGA PLANTA BAJA																	
VR - BASE - EJE A - B																	
CARACTERISTICAS					DIMENSIONES ( m )								Longitud		Peso		
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)	
106	C	8	1	8	Ø12	0,00	0,15	11,10	0,15	0,00	0,00	0,00	11,40	91,20	0,888	80,986	
66	O	202	1	202	Ø10	0,09	0,15	0,15	0,15	0,15	0,00	0,09	0,78	157,56	0,617	97,215	
<b>TOTAL</b>																<b>178,20 kg</b>	
VR - BASE - EJE 2 - 6																	
CARACTERISTICAS					DIMENSIONES ( m )								Longitud		Peso		
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)	
107	C	8	1	8	Ø12	0,00	0,15	7,85	0,15	0,00	0,00	0,00	8,15	65,20	0,888	57,898	
66	O	142	1	142	Ø10	0,09	0,15	0,15	0,15	0,15	0,00	0,09	0,78	110,76	0,617	68,339	
<b>TOTAL</b>																<b>126,24 kg</b>	



Por último, para plintos se calcula el peso total del acero de refuerzo de los tres tipos de plintos diseñados como nos muestra la Tabla 174.

**Tabla 174**  
*Cantidad de acero de refuerzo, plintos*

PLINTO														Peso		
CARACTERISTICAS					DIMENSIONES ( m )							Longitud		Peso		
Marca	Forma	Cantidad	Elementos	Cantidad Total	Diametro ( mm )	a	b	c	d	e	f	g	Parcial (m)	Total (m)	Unitario (Kg/m)	Total (Kg)
3	C	36	1	36	Ø12	0,00	0,15	1,35	0,15	0,00	0,00	0,00	1,65	59,40	0,888	52,747
1	C	120	1	120	Ø12	0,00	0,15	1,45	0,15	0,00	0,00	0,00	1,75	210,00	0,888	186,480
2	C	48	1	48	Ø12	0,00	0,15	1,25	0,15	0,00	0,00	0,00	1,55	74,40	0,888	66,067
<b>TOTAL</b>																<b>305,29 kg</b>

Sumando todos los resultados obtenidos tenemos 1331.37 kilogramos de acero de refuerzo.

### *Acero Estructural*

Para la placa base se utiliza un acero A36 del cual conocemos que la densidad es de 37.39 kg/m<sup>2</sup>, multiplicando con el área total utilizado en la obra obtenemos el peso total en kilogramos como lo muestra la Tabla 175.

**Tabla 175**  
*Cantidad de acero estructural, placa base*

Placa Acero			Densidad Acero A36 (kg/m <sup>2</sup> )	Cantidad	Total (kg)
Ancho (m)	Largo (m)	Espesor			
<b>0,3</b>	0.3	0.002	7800	12	16.848

Ahora, para la determinar el peso de los elementos columna, viga principal y secundaria sobre metro de longitud (kg/m) como nos muestra la Tabla 176.

**Tabla 176***Cantidad de acero estructural, columnas*

<b>PERFIL CUADRADO 200x200x4 mm</b>			
<b>Peso (kg/m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (kg)</b>
<b>18,01</b>	6.76	12	1460.9712
VIGAS			
VM 1 (IPE300)			
<b>Peso (kg/m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (kg)</b>
<b>40,2</b>	174.66	1	7021.332
VM 2 (IPE180)			
<b>Peso (kg/m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total (kg)</b>
<b>18,8</b>	96.12	1	1807.056

Finalmente, el total de peso de acero estructural en la obra es de 10289.36 kg.

***Mampostería***

El análisis es similar a la sección anterior, se obtiene la Tabla 177 como resultado total del cálculo de pared en las dos plantas de la vivienda.

**Tabla 177***Cantidad de mampostería, paredes*

<b>PLANTA BAJA</b>	<b>LONG</b>	<b>ALTURA</b>	<b>AREA</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	3.1	24.80
<b>PARED LATERAL</b>	24.15	3.1	74.87
<b>PARED SEPAR. AMB</b>	9.8	3.1	30.38
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	3.1	24.80
<b>PLANTA ALTA</b>	<b>LONG</b>	<b>ALTURA</b>	<b>AREA</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	2.85	22.80
<b>PARED LATERAL</b>	27,78	2.85	79.17
<b>PARED SEPAR. AMB</b>	24,4	2.85	69.54

<b>PARED POSTERIOR</b>	8	2.85	22.80
<b>TOTAL</b>			349.16

Para calcular la cantidad de pintura de exterior e interior que en el rubro se encuentra en  $m^2$ , se realizo el mismo procedimiento tomando en cuenta las caras de la pared. El resultado se muestra en la Tabla 178 y Tabla 179.

**Tabla 178**  
*Cantidad de mampostería, pintura de paredes interiores*

<b>PLANTA BAJA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (<math>m^2</math>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	3,1	24.80
<b>PARED LATERAL</b>	24,15	3,1	74.87
<b>PARED SEPAR. AMB</b>	20,85	3,1	64.64
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	3,1	24.80
<b>PLANTA ALTA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (<math>m^2</math>)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	2.85	22.80
<b>PARED LATERAL</b>	27,78	2.85	79.17
<b>PARED SEPAR. AMB</b>	49,2	2.85	140.22
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	2.85	22.80
<b>TOTAL</b>			454.09

**Tabla 179**  
*Cantidad de mampostería, pintura de paredes exteriores*

<b>PLANTA BAJA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (m2)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	3.1	24.80
<b>PARED LATERAL</b>	24.15	3.1	74.87
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	3.1	24.80
<b>PLANTA ALTA</b>	<b>LONG (m)</b>	<b>ALTURA (m)</b>	<b>AREA (m2)</b>
<b>PARED FRONTAL</b>	8	2.85	22.80

<b>PARED LATERAL</b>	27.78	2.85	79.17
<b>PARED POSTERIOR</b>	8	2.85	22.80
<b>TOTAL</b>			249.24

### *Hormigón simple*

Para su cálculo se considera las dimensiones presentadas en el plano. Para el cálculo del volumen de hormigón se tomó en cuenta el volumen sobre la cresta de la placa colaborante. Esta cantidad se la calcula según la Ecuación TT del catálogo. Donde  $h$  es la altura sobre la cresta, en este caso es de 5cm.

$$V = 0.033 + h \quad (5.01)$$

$$V = 0.0749 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

La Tabla 180 muestra los resultados obtenidos de los metros cúbicos calculados en cada losa de entrepiso.

**Tabla 180**

*Volumen en obra de hormigón simple  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, losa*

<b>TIPO</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PLANTA/SECCIÓN</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>m3</b>
		<b>(m2)</b>	<b>(m3/m2)</b>	<b>(m3)</b>	
<b>LOSA COLABORANTE PLANTA B.</b>	1.00	86.55	0.0749	6.48	<b>13.52</b>
<b>LOSA COLABORANTE PLANTA A.</b>	1.00	93.99	0.0749	7.04	

Para el volumen de contrapiso se consideró el área dada en planos y el espesor de diseño de 8 cm como lo muestra la Tabla 181.

**Tabla 181**

*Volumen en obra de hormigón simple  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, contrapiso*

TIPO	NÚMERO	PLANTA/SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	LONG/ESPEJOR (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>
LOSA CONTRAPISO e=8cm	1.00	78.26	0.08	6.26	<b>6.26</b>

Por último, para calcular el volumen de hormigón simple en plintos, se consideró las dimensiones de cada uno según el diseño propuesto. Su resultado lo muestra la Tabla YY.

**Tabla 182**

*Volumen en obra de hormigón simple  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, plinto*

TIPO	NÚMERO	PLANTA/SECCIÓN (m <sup>2</sup> )	LONG/ESPEJOR (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup>
PLINTO TIPO 1	4.00	2.25	0.25	2.25	<b>6.77</b>
PLINTO TIPO 2	4.00	2.56	0.25	2.56	
PLINTO TIPO 3	4.00	1.96	0.25	1.96	

### 5.3.3. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

Para el cálculo de estos rubros se consideró el plano arquitectónico, el plano hidrosanitario y el plano eléctrico obtenidos en el diseño y que se encuentra en la parte de Anexos. Los resúmenes de las cantidades se muestran en la Tabla 183 y Tabla 184.

**Tabla 183**

*Cantidad de tuberías y accesorios, aguas servidas*

INSTALACION HIDROSANITARIA	
TUBERIAS 6 M	
m	u

PVC 4"	38	13.00
PVC 3"	8	3.00
PVC 2"	8	3.00
<b>ACCESORIOS</b>		
		<b>u</b>
Codo 45° 4"		1
Codo 45° 3"		1
Codo 45° (4" a 3")		4
Adaptador (4" a 3")		4
Tee 45° 4"		5
Tee 90° (4" a 3")		1
Tee 90° (4" a 2")		4

**Tabla 184**

*Cantidad de tuberías y accesorios, agua potable*

<b>INSTALACION HIDROSANITARIA</b>		
<b>TUBERIAS 6 M</b>		
	<b>m</b>	<b>u</b>
PVC 1/2"	42.8	8.00
PVC 3/4"	4	1.00
PVC 1"	13.3	3.00
<b>ACCESORIOS</b>		
		<b>u</b>
Codo 90° 1/2"		19
Tee 90° 1/2"		12
Tee reductor 90° (1/2" a 3/4")		1
Tee reductor 90° (1" a 3/4")		1
Tee reductor 90° (1" a 1/2")		1

#### 5.4. Valoración integral de costos del proyecto

En el diseño de la vivienda de acero estructural, con un área de 202.22 metros cuadrados y un presupuesto total que incluyó todas las instalaciones es de \$81589.20 dólares americanos, arrojó un costo unitario de \$403.47 por metro cuadrado construido. El presupuesto total lo

podemos visualizar en la Ilustración 143. Por otro lado, en el presupuesto de hormigón armado con la misma área tiene un presupuesto total de \$54091.91 dólares americanos, con un costo unitario de \$267.49 por metro cuadrado construido que lo podemos visualizar en la Ilustración 144.

### Ilustración 143

#### Valoración integral de costos, acero estructural

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala					
RUBRO No	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANT.	P. UNIT	P. TOT
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>1.331,76</b>
1.01	Limpieza manual del terreno	m <sup>2</sup>	111,20	1,56	173,47
1.02	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m <sup>2</sup>	111,20	2,19	243,53
1.03	Instalación provisional de agua	mes	600	121,06	726,36
1.04	Instalación provisional de luz	mes	600	31,40	188,40
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				<b>6.893,45</b>
2.01	Excavación manual de cimientos y plintos	m <sup>3</sup>	9,70	13,59	131,82
2.02	Relleno compactado con material clasificado	m <sup>3</sup>	27,80	18,44	512,63
2.03	Relleno compactado con material de sitio	m <sup>3</sup>	27,80	6,16	171,25
2.04	Desalzo de material con volquete. Cargada manual.	m <sup>3</sup>	10,00	18,07	180,70
2.05	Hormigón en Replanteo f'c=140 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2,77	120,74	334,45
2.06	Hormigón simple en zapatas y pedestal f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incl. Encofrado	m <sup>3</sup>	7,08	131,67	932,22
2.07	Acero estructural de la placa base y pernos de anclaje, (ASTM A36, Fy=2530 kg/cm <sup>2</sup> )	kg	16,85	5,48	92,33
2.08	Hormigón simple en Riestras (f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye Encofrado	m <sup>3</sup>	3,08	145,15	447,06
2.09	Acero de Refuerzo (f'c=4200 kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye armado	kg	1.189,89	1,93	2.296,49
2.1	Contrapiso de hormigón simple, e=8 cm. (f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	78,26	22,93	1.794,50
<b>3</b>	<b>SUPERESTRUCTURA</b>				<b>74.447,54</b>
3.01	Losa de hormigón simple (f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye encofrado.	m <sup>3</sup>	13,52	157,80	2.133,46
3.02	Placa colaborante Steel Deck (e=0,75 mm)	m <sup>2</sup>	180,54	19,10	3.448,31
3.03	Suministro y montaje de perfiles estructurales con grua. (Acero Estructural ASTM A36, Fy=2530 kg/cm <sup>2</sup> ). Incluye montaje	kg	10.506,64	4,80	50.431,87
3.04	Malla electrosoldada A50 4.5-15. Incluye montaje.	m <sup>2</sup>	180,54	2,48	447,74
3.05	Mampostería de bloque 40x20x10 cm con mortero 1:6, B=2,0 cm	m <sup>2</sup>	349,16	12,08	4.217,85
3.06	Ventana corrediza fibrado claro, 3mm de espesor. Incluye instalación	m <sup>2</sup>	11,42	49,71	567,75
3.07	Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalación.	m <sup>2</sup>	3,36	83,39	280,19
3.08	Puerta Principal, con marco y tapamarco. Incluye instalación.	u	1,00	273,35	273,35
3.09	Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco. Incluye instalación.	u	8,00	161,87	1.294,96
3.1	Piso cerámica, incluye instalación	m <sup>2</sup>	180,54	30,49	5.504,66
3.11	Cielo raso modular (Fibrocel Mediterráneo), incluye instalación	m <sup>2</sup>	187,98	13,78	2.590,36
3.12	Hormigón simple en escaleras, f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado	m <sup>3</sup>	1,69	193,03	326,22
3.13	Pintura Interior, incluye empaste	m <sup>2</sup>	454,09	3,88	1.761,87
3.14	Pintura Exterior, incluye empaste	m <sup>2</sup>	249,24	4,69	1.168,94
<b>4</b>	<b>AGUA POTABLE</b>				<b>239,22</b>
4.01	Instalación y suministro de tubería de 1/2" PVC roscable	m	48,00	2,84	136,32
4.02	Instalación y suministro de tubería de 3/4" PVC roscable	m	6,00	3,56	21,36
4.03	Instalación y suministro de tubería de 1" PVC roscable	m	18,00	4,53	81,54
<b>5</b>	<b>PIEZAS SANITARIA</b>				<b>3.393,30</b>
5.01	Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea económica)	u	4,00	117,25	469,00
5.02	Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea económica)	u	4,00	76,99	307,96
5.03	Suministro e instalación de fregadero inox. Grifería cuello de ganso	u	1,00	263,78	263,78
5.04	Suministro e instalación de lavadero de cemento	u	1,00	263,78	263,78
5.05	Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada, incl. grifería)	u	4,00	52,22	208,88
5.06	Tina de Hidromasaje, incluye instalación	u	1,00	1.809,73	1.809,73
5.07	Llave de Jardín	u	3,00	23,39	70,17
<b>6</b>	<b>AGUA SERVIDAS</b>				<b>331,10</b>
6.01	Instalación y suministro de tubería de 4" PVC	m	39,00	5,26	205,14
6.02	Instalación y suministro de tubería de 3" PVC	m	9,00	5,19	46,71
6.03	Instalación y suministro de tubería de 2" PVC	m	9,00	4,78	43,02
6.04	Cajas de registro	u	1,00	30,91	30,91
6.05	Rejillas de piso	u	4,00	1,33	5,32
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>2.980,53</b>
7.01	Suministro e instalación de punto de tomacorrientes de 110v	pnta	25,00	24,63	615,75
7.02	Suministro e instalación de punto de tomacorrientes de 220v	pnta	4,00	41,89	167,56
7.03	Suministro e instalación de luminarias simples	u	19,00	24,96	474,24
7.04	Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica 2 polo 10-32 AMPs Square D	u	2,00	211,03	422,06
7.05	Varilla cooperweld 5/8" x 6 (puesta a tierra)	u	1,00	18,72	18,72
7.06	Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocación. (12.000 BTU)	u	4,00	320,55	1.282,20
<b>8</b>	<b>FINALIZACIÓN DE OBRA</b>				<b>131,22</b>
8.01	Limpieza final de la obra	m <sup>2</sup>	111,20	1,18	131,22
<b>TOTAL</b>					<b>81.589,20</b>
<b>COSTO POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN</b>					<b>403,47</b>



## Ilustración 144

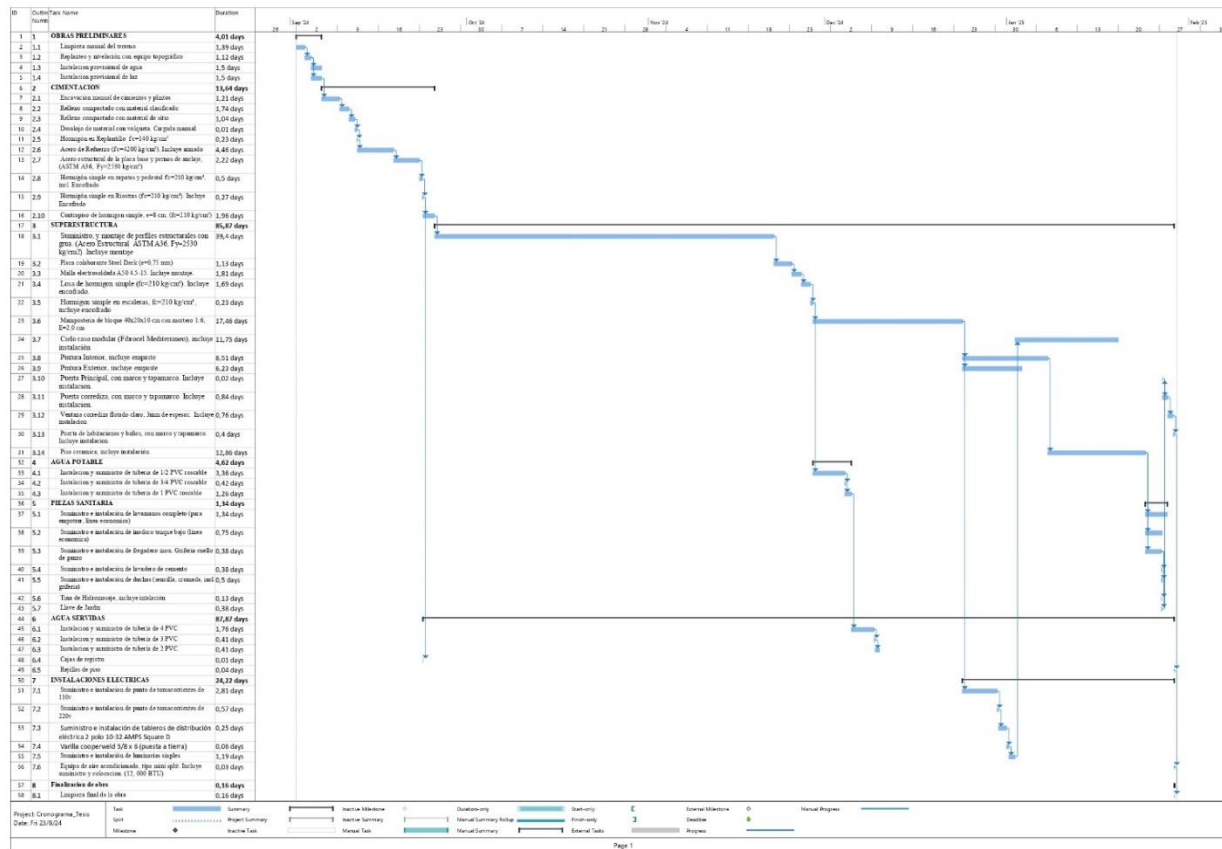
### Valoración integral de costos, hormigón armado

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala					
RUBRO No	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANT.	P. UNIT	P. TOT
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>1.941,60</b>
1.01	Limpieza manual del terreno	m <sup>2</sup>	111,20	1,56	173,47
1.02	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m <sup>2</sup>	111,20	2,19	243,53
1.03	Instalación provisional de agua	mes	10,00	121,06	1.210,60
1.04	Instalación provisional de luz	mes	10,00	31,40	314,00
<b>2</b>	<b>CIMENTACION</b>				<b>7.569,23</b>
2.01	Excavación manual de cimientos y plintos	m <sup>3</sup>	9,70	13,59	131,82
2.02	Relleno compactado con material clasificado	m <sup>3</sup>	27,80	18,44	512,63
2.03	Relleno compactado con material de sitio	m <sup>3</sup>	27,80	6,16	171,25
2.04	Desalajo de material con volquete. Cargada Manual	m <sup>3</sup>	10,00	18,07	180,70
2.05	Hormigón en Replanteo $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>	3,13	120,74	377,92
2.06	Acero de Refuerzo ( $f_c=4200 \text{ kg/cm}^2$ ) (Sub-estructura)	kg	1.301,54	1,96	2.551,01
2.07	Hormigón simple en Zapatas $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , incl. Encofrado	m <sup>3</sup>	7,56	131,67	995,43
2.08	Hormigón simple en vigas de cimentación y riostras ( $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ), incl. Encofrado	m <sup>3</sup>	5,35	159,62	853,97
2.09	Contrapiso de hormigón simple $f'c=(210 \text{ kg/cm}^2)$ , (e=8cm)	m <sup>2</sup>	78,26	22,93	1.794,50
<b>3</b>	<b>SUPER ESTRUCTURA</b>				<b>41.685,04</b>
3.03	Acero de Refuerzo ( $f_c=4200 \text{ kg/cm}^2$ ), (Super-estructura)	kg	4.625,60	1,96	9.066,17
3.04	Hormigón simple columnas $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incluye encofrado	m <sup>3</sup>	8,84	165,26	1.460,90
3.05	Hormigón simple vigas $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , no incluye encofrado	m <sup>3</sup>	12,41	165,71	2.056,46
3.06	Encofrado tabla de monte - Losa, inc. Vigas de madera (1 USO)	m <sup>2</sup>	111,20	36,82	4.094,38
3.07	Losa de hormigón simple $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ e=20 cm	m <sup>2</sup>	180,54	31,89	5.757,42
3.08	Bloque de Aliviamiento 15x20x40 cm timbrado + estibaje	u	1.263,00	0,74	934,62
3.09	Red eléctrica A50 4.5-15. Incluye montaje.	m <sup>2</sup>	180,54	2,48	447,74
3.10	Mampostería de bloque 40x20x10 cm, mortero 1:6, E=2.0 cm	m <sup>2</sup>	349,16	12,08	4.217,85
3.11	Ventana corrediza flotada claro, 3mm de espesor. Incluye instalación	m <sup>2</sup>	11,42	49,71	567,69
3.12	Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalación	m <sup>2</sup>	3,36	83,39	280,19
3.13	Puerta Principal, con marco y tapamarco (incluye instalación)	u	1,00	273,35	273,35
3.14	Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco (incluye instalación)	u	8,00	161,13	1.289,04
3.15	Piso cerámica, incluye instalación	m <sup>2</sup>	180,54	29,99	5.414,39
3.16	Cielo raso modular (Fibroc el Mediterraneo), incluye instalación	m <sup>2</sup>	187,98	13,66	2.567,81
3.17	Hormigón en escaleras, $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , incluye encofrado	m <sup>3</sup>	1,69	193,03	326,22
3.18	Pintura Interior, incluye empaque	m <sup>2</sup>	454,09	3,88	1.761,87
3.19	Pintura Exterior, incluye empaque	m <sup>2</sup>	249,24	4,69	1.168,94
<b>4</b>	<b>AGUA POTABLE</b>				<b>239,22</b>
4.01	Instalación y suministro de tubería de 1/2" PVC roscable	m	48,00	2,84	136,32
4.02	Instalación y suministro de tubería de 3/4" PVC roscable	m	6,00	3,56	21,36
4.03	Instalación y suministro de tubería de 1" PVC roscable	m	18,00	4,53	81,54
<b>5</b>	<b>PIEZAS SANITARIA</b>				<b>3.393,30</b>
5.01	Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea económica)	u	4,00	117,25	469,00
5.02	Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea económica)	u	4,00	76,99	307,96
5.03	Suministro e instalación de fregadero inox. Grifería cuello de ganso)	u	1,00	263,78	263,78
5.04	Suministro e instalación de lavadero de cemento	u	1,00	263,78	263,78
5.05	Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada, incl grifería)	u	4,00	52,22	208,88
5.06	Tina de Hidromasaje, incluye instalación	u	1,00	1.809,73	1.809,73
5.07	Llave de Jardín	u	3,00	23,39	70,17
<b>6</b>	<b>AGUA SERVIDAS</b>				<b>331,10</b>
6.01	Instalación y suministro de tubería de 4" PVC	m	39,00	5,26	205,14
6.02	Instalación y suministro de tubería de 3" PVC	m	9,00	5,19	46,71
6.03	Instalación y suministro de tubería de 2" PVC	m	9,00	4,78	43,02
6.04	Cajas de registro	u	1,00	30,91	30,91
6.05	Rejillas de piso	u	4,00	1,33	5,32
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>4.210,40</b>
7.01	Punto de tomacorrientes de 110v	ptos	25,00	52,76	1.319,00
7.02	Punto de tomacorrientes de 220v	ptos	4,00	52,76	211,04
7.03	Suministro e instalación de luminarias simples	u	19,00	27,94	530,86
7.04	Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica 2 polo 10-32 amps square d	u	2,00	433,65	867,30
7.05	Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocación. (12.000 BTU)	u	4,00	320,55	1.282,20
<b>8</b>	<b>FINALIZACION DE OBRA</b>				<b>131,22</b>
8.01	Limpieza final de la obra	m <sup>2</sup>	111,20	1,18	131,22
<b>TOTAL</b>					<b>54.091,91</b>
<b>COSTO POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN</b>					<b>267,49</b>

## 5.5. Cronograma de obra

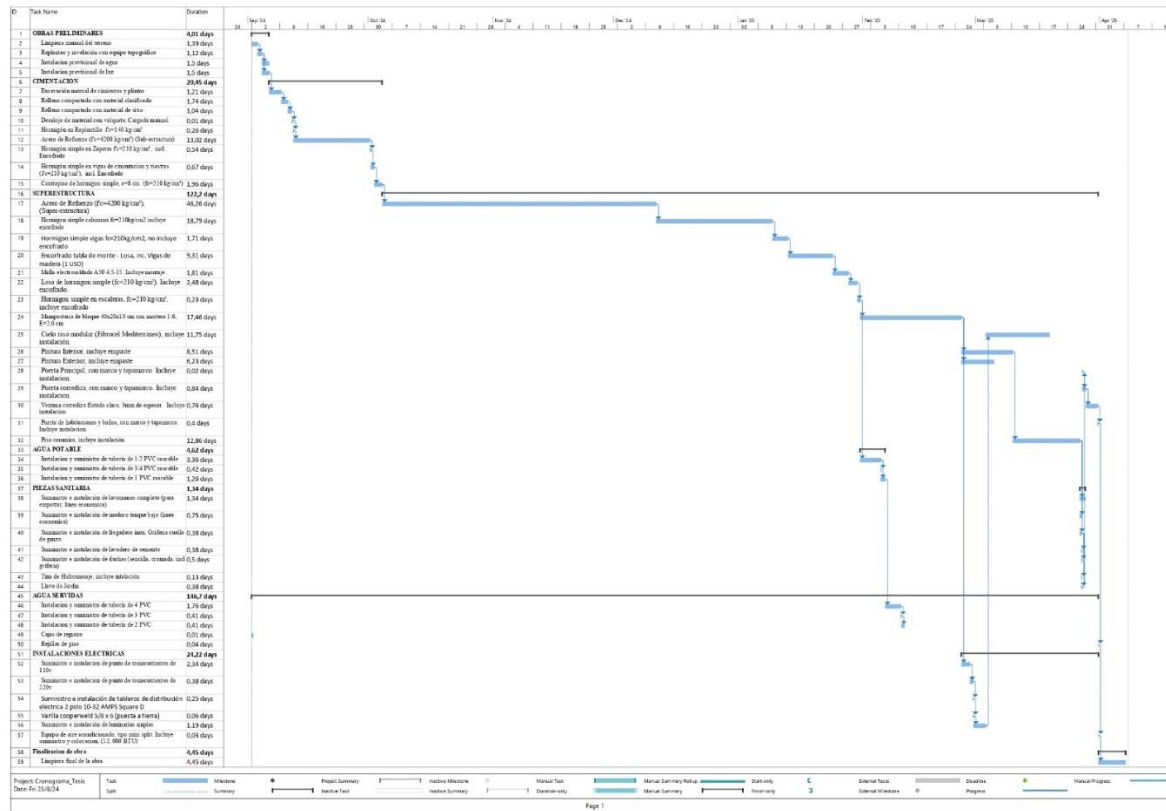
### 5.5.1. Cronograma de obra de la vivienda de acero estructural

Ilustración 145  
Cronograma de obra, acero estructural



### 5.5.2. Cronograma de obra de la vivienda de hormigón armado

Ilustración 146  
Cronograma de obra, hormigón armado



# Capítulo 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Los métodos usados para el predimensionamiento fueron efectivos debido a que las dimensiones finales de los elementos tuvieron cambios mínimos comparados a las iniciales. Esto se evidencia observando que hubo elementos que no cambiaron para nada sus dimensiones como las columnas de hormigón, los perfiles de vigas de acero y las losas en sus respectivos sistemas. Los demás elementos tuvieron cambios mínimos como las secciones en las vigas de hormigón y en las columnas de acero en su espesor.
- Ambos sistemas estructurales cumplieron los requerimientos sísmicos, pero por sus resultados se concluye que la estructura de hormigón armado tiene un mejor comportamiento frente a los sismos. Los resultados de los análisis sísmicos como derivas, coeficiente de estabilidad o periodos fueron menores a los obtenidos en la estructura de acero estructural.
- El diseño del acero de refuerzo en la estructura de hormigón armado siguió los requerimientos dictados por las normativas mencionadas en el proyecto y se observó ciertos comportamientos. Los momentos positivos eran cubiertos por el acero mínimo ya colocado, a diferencia de los momentos negativos donde se necesitó más refuerzo. Otra observación fue que en el nivel de cubierta solo fue necesario el armado mínimo.
- Se concluye que, si no existen inconvenientes por temas arquitectónicos, la cubierta será hecha por un material más liviano, como una cubierta de láminas fibrocemento.

- En cuanto al diseño de las columnas de hormigón, se concluye que el criterio de columna fuerte y viga débil es de gran importancia, ya que este modificó el diseño de la mitad de las columnas en la estructura.
- En el diseño del armado transversal de la columna, para estructuras con forma y cargas convencionales, el criterio de armado por confinamiento va a prevalecer sobre el diseño por cortante. El armado obtenido de las ecuaciones por confinamiento sobrepasa el requerimiento de cortante por capacidad que las columnas necesitan.
- En el diseño de los perfiles de acero estructural influye que tipo de nodos se vayan a asignar. Si se hubiera asignado nudos rígidos en la conexión viga-viga, y no un nudo flexible, se hubieran obtenidos perfiles más pequeños. Pero si se hubieran escogidos perfiles más pequeños, no cumplirían las deflexiones permitidas por normativa.
- En las cimentaciones se concluye que la alternativa de acero estructural es más beneficiosa que la alternativa de hormigón armado por su menores dimensiones y procesos constructivos. Debido al menor peso que esta alternativa tiene solo se necesitaron plintos aislados. Por el contrario, las cimentaciones en el hormigón armado fueron plintos más grandes, acompañadas con vigas de cimentaciones para distribuir mejor los esfuerzos sobre el suelo.
- Respecto a los impactos ambientales se identificaron varios, como la contaminación del aire y agua, la generación de residuos sólidos, la erosión del suelo. Para mitigar estos efectos, se proponen medidas como la humectación de suelo y técnicas de control de erosión. Estas acciones deben implementarse desde el inicio del proyecto y mantenerse a lo largo de su duración.

- En el tema del costo de construcción trae más beneficio la alternativa de hormigón armado que la de acero estructural. La primera opción tiene un costo de \$ 54 091.91 a diferencia de la otra que tiene un costo de \$ 82 309.95. La opción de hormigón armado es 34.3% más barato que la alternativa de acero estructural, habiendo una diferencia de \$ 28 218.04 entre ellas. Tomando en cuenta el tiempo de obra, la alternativa de acero estructural es más rápida que la de hormigón armado. La primera alternativa demora 139 días y le segunda 189 días, siendo el tiempo de la alternativa de acero estructural 26.4% más rápida que la de hormigón armado.

## 6.2. Recomendaciones

- Para obtener diseños más cercanos a la solución final, se recomienda usar métodos de predimensionamiento que tomen en cuenta las demandas actuantes sobre el elemento.
- En el diseño de los perfiles de vigas de acero estructural se recomienda usar conexión flexible entre la conexión viga-viga y usar conexión rígida en la conexión columna-viga. Lo primero es porque al asignar conexión flexible, se comporta como viga simplemente apoyada y este tiene un momento mayor. Que dará como resultado un perfil algo más sobredimensionado, pero que a la hora de verificar deflexiones este cumplirá este requerimiento, reduciendo la iteración de perfiles.
- Para reducir costos en la opción de la estructura de acero, se recomienda usar otra alternativa de viga que los perfiles IPE usados en este proyecto. Una alternativa a esto son vigas tipo cerchas donde el peso y el precio del material es menor, pero con la desventaja de un mayor tiempo de montaje y poca disipación de energía sísmica.

- En este proyecto se diseñó estructuras tipo pórticos especiales resistentes a momentos (PERM) en ambas alternativas. Observando los resultados obtenidos de las demandas y características de la estructura el cual es una vivienda de dos niveles, se propone la idea de diseñarlas como pórticos intermedios resistentes a momentos (PIRM). En este tipo de estructuras, que son poco demandadas y que no son de uso especial, la alternativa de PERM puede estar sobrecalificado.



# **BIBLIOGRAFÍA**

- Abril, A., & Caiza, P. (2023). Comparación técnica-económica de cimentaciones superficiales en edificios sismorresistentes de acero y hormigón armado. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 4, 1139–1181.
- Acosta, M. (2022, March). *Mejorando vidas en Ecuador: Vivienda social inclusiva*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Barros, L., & Peñafiel, M. (2015a). Análisis comparativo económico - estructural entre un sistema aporticado, con muros estructurales y un sistema de paredes portantes, en un edificio de 10 pisos.
- Barros, L., & Peñafiel, M. (2015b). Análisis comparativo económico - estructural entre un sistema aporticado, un sistema aporticado con muros estructurales y un sistema de paredes portantes, en un edificio de 10 pisos. [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10314/3/CD-6143.pdf>
- Canto, A., Sosa, W., Ortega, J., Escobar, J., & Santillán, A. (2020). Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social. . *Revista de La Alta Tecnología y Sociedad*, 12, 14–29.
- Churt, L. (1962). Proyecto y dimensionamiento de las estructuras de hormigón: manual teórico-práctico para uso de las escuelas y facultades de Ingeniería. In Editorial Reverté.
- Córdova, Fernanda. (2014). Estudio comparativo del sistema constructivo en hormigón y acero, en un edificio [Universidad de Cuenca]. <https://core.ac.uk/download/pdf/38666166.pdf>
- De la Colina, J., & Ramírez, H. (2000). La Ingeniería Estructural. *Ciencia Ergo Sum*, 7. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10401812.pdf>
- Del Pino, D. (2006). Análisis de sistemas estructurales de viviendas unifamiliares de bajo costo. Universidad Central de Venezuela.
- Díaz, I., Larrea, K., & Barros, J. (2022). El sector de la construcción en la economía ecuatoriana, importancia y perspectivas. *Revista Ciencias Sociales y Economicas - UTEQ*. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/csye/article/view/598/738>
- Ekos. (2023). Superestructura vs. Subestructura: ¿cuáles son sus aplicaciones? Ekos Construcción. <https://ekosnegocios.com/articulo/superestructura-vs-subestructura-cuales-son-sus-aplicaciones>
- Guamán, G., & Cevallos, A. (2023). Diseño en hormigón armado para una vivienda unifamiliar de dos pisos ubicada en Machala, empleando diferentes materiales y cimentaciones, aplicando metodología BIM. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Hernandez, A. (2016). Análisis comparativo del performance de las obras y las causas del re trabajo de diversos proyectos de construcción en Latinoamérica. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins.
- Inka. (2019, June 25). Tipos de columnas de construcción. <https://www.cementosinka.com.pe/blog/tipos-de-columnas-de-construccion/>
- Jácome, M., & Jácome, X. (2015a). Preferencias de Vivienda de los Consumidores Guayaquileños. *Revista Empresarial*, Vol. 9(No 2), 31–46. <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-empresarial/index.php/empresarial-ucsg/article/view/64/57>
- Jácome, M., & Jácome, X. (2015b). Preferencias de Vivienda de los Consumidores Guayaquileños. *Revista Empresarial*, Vol. 9(No 2), 31–46. <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-empresarial/index.php/empresarial-ucsg/article/view/64/57>
- Jara, C. (2023). Urbanización Portal del Río, Machala, Ecuador. Multiple Listing Services. <https://mlsacbir.com/sobre-nosotros/>
- Julián, C., William, A., & Fabián, E. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(4), 479–490. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>
- Khouyali Karim. (2020). Evaluación de los sistemas estructurales en edificios de altura [Grado de Fundamentos de Arquitectura]. Universidad Politécnica de Madrid.
- Kosmatka Steven, Kerkoff Beatrix, Panarese William, & Tanesi Jussara. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Portland Cement Association .
- Londoño, E. (2021). Losa de concreto armado. 360 En Concreto. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/losa-de-concreto-armado/>
- López, P. (2022). Hacia un mejor acceso a la vivienda en América Latina y el Caribe. Banco de Desarrollo de América Latina y El Caribe . <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2022/03/hacia-un-mejor-acceso-a-la-vivienda-en-america-latina-y-el-caribe/#:~:text=De%20los%20aproximadamente%20600%20millones,23%20personas%20por%20cada%20100.>
- Macozoma, D. (2002). Construction site waste management and minimization: international report. International Council for Research and Innovation in Buildings. <http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/Pub278/06Construction.pdf>
- McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Structural Steel Design (Fifth Edition)*. Pearson Education.
- Medina, L. (2016). Proceso de Fabricación del Hormigón.

- Moreira, E. L., Toala, M. M., & Loor, J. N. (2019). Construcciones sostenibles: materiales ecológicos en viviendas de interés social como aporte al hábitat urbano. *DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura*, 1(7), 67–81. <https://doi.org/10.33324/daya.v1i7.248>
- Moreno, S. (2007). El debate sobre el desarrollo sustentable o sostenible y las experiencias internacionales de desarrollo urbano sustentable. . Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 29. <http://centro.paot.org.mx/documentos/cesop/debate.pdf>
- Muñoz Márquez, C. R. (2016). Modelo de vivienda urbana sostenible: buscando alternativas para cambiar de rumbo. *Entorno*, 61, 25–39. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i61.6127>
- Murillo, J., & Caicedo, D. (2015). Desempeño sísmico del sistema estructural de una vivienda unifamiliar de 3 losas ubicada en San Carlos – Quevedo, y propuesta de reforzamiento si es necesario. Universidad de Gyaquil.
- Navarro, L. (2021, July 4). Tipos de vigas y sus funciones. Hierros Moral S.A. <https://hierros-moral.com/2021/11/04/tipos-de-vigas-y-sus-funciones/#:~:text=En%20cuanto%20a%20las%20funciones,elemento%20estructural%20de%20los%20puentes.>
- NEC. (2015). Estructuras De Hormigón Armado. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC-SE-CG. (2015). Cargas (No Sísmicas).
- NEC-SE-DS. (2015). Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente.
- NEC-SE-HM. (2015). Estructuras de Hormigón Armado.
- NSR-10. (2010). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente.
- Núñez Herrera, J. L. (2019). Análisis comparativo de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: “Duales versus Diagrid”. *Revista Veritas Et Scientia - UPT*, 7(2), 970–979. <https://doi.org/10.47796/ves.v7i2.74>
- Ochoa, E. (2020). Los trabajos preliminares de una obra. <https://trignum.mx/arquitectura/los-trabajos-preliminares-de-una-obra/>
- Olivo, J. (2021). Análisis comparativo estructural y económico de una vivienda modular unifamiliar a base de contenedores reciclados y hormigón armado para el cantón Ambato [Universidad Técnica de Ambato ]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33567/1/Tesis%20I.%20C.%201529%20-%20Olivo%20%20Mera%20Javier%20Enrique.pdf>

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Machala , Gobierno Autónomo Descentralizado de Machala (2022).
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Del Cantón Machala , Gobierno Autónomo Descentralizado de Machala (2022).
- Ponce, V. (2011). La matriz de Leopold, para la evaluación del impacto ambiental. [https://ponce.sdsu.edu/la\\_matriz\\_de\\_leopold.html](https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html)
- Riba, C. (2002). Diseño concurrente (Universitat Politècnica de Catalunya, Ed.; Primera edición). Edicions UPC.
- Salgado, J. (2023, November). Ecuador mejorará su oferta de viviendas para población en situación de pobreza y vulnerabilidad. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Salvatierra, A., & Villavicencio, J. (2017, August). Sistemas constructivos ventajas y desventajas. Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana. <http://hdl.handle.net/20.500.11763/ec17sistemas-constructivos-ecuador>
- Santamaría, J., & Morales, L. (2018). Diseño a flexión de vigas de hormigón simplemente apoyadas utilizando lógica difusa. Universidad Central del Ecuador.
- SEDEMI. (2023, June 6). Edificar un futuro sostenible es posible gracias al uso del acero en la construcción. SEDEMI Corporativo. <https://sedemi.com/edificar-un-futuro-sostenible-es-posible-gracias-al-uso-del-acero-en-la-construccion/>
- Yepes Piqueras, V. (2020). Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Colección Manual de Referencia, 2, 480. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/01/11/criterios-basicos-de-eleccion-del-tipo-de-cimentacion/>
- Yepes, V. (2016). Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Editorial Universidad Politécnica de València.

# **ANEXO**

## DISEÑO DE VIGA DE CONCRETO

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la compresión del hormigón

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la tensión del acero

$$E_{cb} := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Modulo de elasticidad

$$\phi := 0.9$$

$$l_n := 0.6 \text{ m}$$

Luz libre

$$b := 25 \text{ cm}$$

Ancho

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

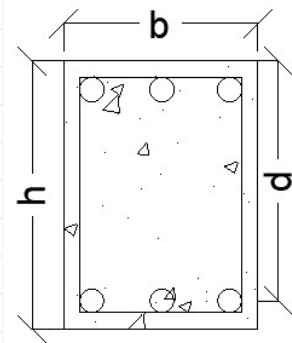
Altura

$$\text{rec} := 6 \text{ cm}$$

Recubrimiento

$$d := h - \text{rec} = 14 \text{ cm}$$

Altura Efectiva



$$\beta := 0.85 - 0.05 \left( \frac{f'_c \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}} - 280}{70} \right) = 0.9$$

### Cuantía

$$\rho_{min1} := \frac{200}{\frac{fy}{psi}} = 0.0033$$

$$\rho_{min2} := \frac{3 \cdot \sqrt{f'_c \cdot psi}}{fy} = 0.002745$$

$$\rho_{min} := \max(\rho_{min1}, \rho_{min2}) = 0.00335$$

$$\rho_b := \frac{\beta \cdot 0.85 \cdot f'_c}{fy} \cdot \left( \frac{0.003}{0.003 + \frac{fy}{E_{cb}}} \right) = 0.0225$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_b = 0.0169$$

$$A_{smin} := \rho_{min} \cdot b \cdot d = 1.17 \text{ cm}^2$$

## Acero Longitudinal

### **Nodo Izquierdo - Acero Negativo**

$$M_{u1N} := 0.3642 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a_{u1N} := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 |M_{u1N}|}{0.85 \cdot f'c \cdot \phi \cdot b}} = 0.66 \text{ cm} \quad 9.5.2.1, 22.3.1.1, 22.2 \text{ ACI}$$

$$A_{su1N} := \frac{M_{u1N}}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a_{u1N}}{2}\right)} = 0.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{su1N} := \text{if}(A_{su1N} > A_{smin}, A_{su1N}, A_{smin}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

### **Nodo Derecho - Acero Negativo**

$$M_{u2N} := 0.1682 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a_{u2N} := d - \sqrt{d^2 - \frac{|2 M_{u2N}|}{0.85 \cdot f'c \cdot \phi \cdot b}} = 0.3 \text{ cm}$$

$$A_{su2N} := \frac{M_{u2N}}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a_{u2N}}{2}\right)} = 0.32 \text{ cm}^2$$

$$A_{su2N} := \text{if}(A_{su2N} > A_{smin}, A_{su2N}, A_{smin}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

### **Centro - Acero Positivo**

$$M_{uP} := 0.0488 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a_{uP} := d - \sqrt{d^2 - \frac{|2 M_{uP}|}{0.85 \cdot f'c \cdot \phi \cdot b}} = 0.09 \text{ cm}$$

$$A_{suP} := \frac{M_{uP}}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a_{uP}}{2}\right)} = 0.09 \text{ cm}^2$$

$$A_{suP} := \text{if}(A_{suP} > A_{smin}, A_{suP}, A_{smin}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

### **Nodo Izquierdo - Acero Positivo**

$$A_{su1P} := \frac{A_{su1N}}{2} = 0.59 \text{ cm}^2$$



$$A_{su1P} := \text{if} (A_{su1P} > A_{smin}, A_{su1P}, A_{smin}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

### ***Nodo Derecho - Acero Positivo***

$$A_{su2P} := \frac{A_{su2N}}{2} = 0.59 \text{ cm}^2$$

$$A_{su2P} := \text{if} (A_{su2P} > A_{smin}, A_{su2P}, A_{smin}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

### ***Centro - Acero Negativo***

$$A_{sNmax} := \max (A_{su1N}, A_{su2N}, A_{su1P}, A_{su2P}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

$$A_{suN} := \frac{A_{sNmax}}{4} = 0.29 \text{ cm}^2$$

$$A_{suN} := \text{if} (A_{suN} > A_{smin}, A_{suN}, A_{smin}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

### **Distribución del acero requerido**

$$A_{su1N} = 1.17 \text{ cm}^2$$

$$A_{suN} = 1.17 \text{ cm}^2$$

$$A_{su2N} = 1.17 \text{ cm}^2$$



$$A_{su1P} = 1.17 \text{ cm}^2$$

$$A_{suP} = 1.17 \text{ cm}^2$$

$$A_{su2P} = 1.17 \text{ cm}^2$$

## Distribución del acero refuerzo real

### Calculo de acero mínimo

$$A_{s_{min}} := \min(A_{su1N}, A_{suN}, A_{su2N}, A_{su1P}, A_{suP}, A_{su2P}) = 1.17 \text{ cm}^2$$

$$\phi_{min} := 10 \text{ mm} \quad num := 2$$

$$A_{s_{min}} := num \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{min}^2 = 1.57 \text{ cm}^2$$

### Calculo de acero refuerzo

#### Acero Negativo

$$\phi_{ref1N} := 14 \text{ mm} \quad n_{1N} := 0$$

$$A_{s_{ref1N}} := n_{1N} \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{ref1N}^2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{T1N}} := A_{s_{min}} + A_{s_{ref1N}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{s_{T1N}} > A_{su1N}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

$$\phi_{ref2N} := 10 \text{ mm} \quad n_{2N} := 0$$

$$A_{s_{ref2N}} := n_{2N} \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{ref2N}^2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{T2N}} := A_{s_{min}} + A_{s_{ref2N}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{s_{T2N}} > A_{su2N}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

$$\phi_{refN} := 12 \text{ mm} \quad n_N := 0$$

$$A_{s_{refN}} := n_N \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{refN}^2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{TN}} := A_{s_{min}} + A_{s_{refN}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{s_{TN}} > A_{suN}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

#### Acero Positivo

$$\phi_{ref1P} := 12 \text{ mm} \quad n_{1P} := 0$$

$$A_{s_{ref1P}} := n_{1P} \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{ref1P}^2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{T1P}} := A_{s_{min}} + A_{s_{ref1P}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{s_{T1P}} > A_{su1P}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

$$\phi_{ref2P} := 12 \text{ mm} \quad n_{2P} := 0$$

$$A_{s_{ref2P}} := n_{2P} \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{ref2P}^2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{T2P}} := A_{s_{min}} + A_{s_{ref2P}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{s_{T2P}} > A_{su2P}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

$$\phi_{refP} := 12 \text{ mm} \quad n_P := 0$$

$$A_{s_{refP}} := n_P \cdot \frac{\pi}{4} \phi_{refP}^2 = 0 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{TP}} := A_{s_{min}} + A_{s_{refP}} = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{s_{TP}} > A_{suP}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

## RESUMEN

$$num = 2 \quad \phi_{min} = 10 \text{ mm}$$

$$n_{1N} = 0$$

$$n_N = 0$$

$$n_{2N} = 0$$

$$\phi_{ref1N} = 14 \text{ mm}$$

$$\phi_{refN} = 12 \text{ mm}$$

$$\phi_{ref2N} = 10 \text{ mm}$$



$$n_{1P} = 0$$

$$n_P = 0$$

$$n_{2P} = 0$$

$$\phi_{ref1P} = 12 \text{ mm}$$

$$\phi_{refP} = 12 \text{ mm}$$

$$\phi_{ref2P} = 12 \text{ mm}$$

### Diseño por Cortante por Capacidad

$$\beta := 0.85$$

$$A_g := b \cdot h = 500 \text{ cm}^2 \quad \text{Área bruta de la sección de concreto}$$

$$N_u := 0 \text{ tonnef} \quad \text{Fuerza Axial mayorada que ocurre simultáneamente con } Vu \text{ o } Tu \\ \text{(+) en Compresión, (-) en tracción}$$

$$V_u := 0.7823 \text{ tonnef} \quad \text{Cortante Ultimo - Cortante de Analisis}$$

$$\lambda := 1 \quad \text{Factor de modificación 19.2.4.2 ACI}$$

$$\phi := 0.75$$

$$T_u := 44.449 \text{ tonnef} \cdot \text{cm}$$

### Cortante Probable ( $V_{pr}$ )

$$As_{T1N} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$As_{T2N} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$As_{T1P} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$As_{T2P} = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$a_{t1} := \frac{1.25 \cdot As_{T1N} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 1.85 \text{ cm}$$

$$a_{t2} := \frac{1.25 \cdot As_{T2N} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 1.85 \text{ cm}$$

$$a_{b1} := \frac{1.25 \cdot As_{T1P} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 1.85 \text{ cm}$$

$$a_{b2} := \frac{1.25 \cdot As_{T2P} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 1.85 \text{ cm}$$

$$M_{prt1} := 1.25 \cdot As_{T1N} \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{t1}}{2} \right) = 1.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{prt2} := 1.25 \cdot As_{T2N} \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{t2}}{2} \right) = 1.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{prb1} := 1.25 \cdot As_{T1P} \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{b1}}{2} \right) = 1.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{prb2} := 1.25 \cdot As_{T2P} \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{b2}}{2} \right) = 1.08 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{pr.pos.} := \frac{M_{prt1} + M_{prb2}}{ln} = 3.59 \text{ tonnef}$$

$$V_{pr.neg.} := \frac{M_{prb1} + M_{prt2}}{ln} = 3.59 \text{ tonnef}$$

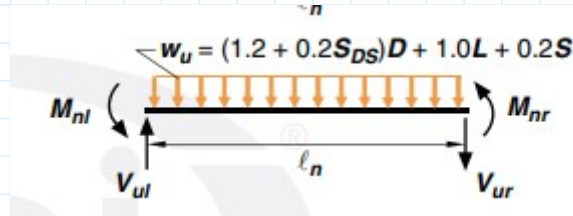
$$V_{pr} := \max(V_{pr.pos.}, V_{pr.neg.}) = 3.59 \text{ tonnef}$$

Cortante por gravedad (Vg)

$$D := 0.36 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad L := 0.07 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad ac := \frac{4.15}{2} \text{ m} \quad S_{DS} := 1$$

$$W_{u2} := \left( (1.2 + 0.2 \cdot S_{DS}) D + L \right) \cdot \frac{ln}{2} = 0.17 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Sds es la parte de arriba del espectro elastico



$$W_u := 1.33 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad W_{uc} := 0$$

$$V_G := \frac{W_u \cdot ln}{2} = 0.4 \text{ tonnef}$$

Cortante de Diseño  $V_e := V_{pr} + V_G = 3.99 \text{ tonnef}$

Cortante de Análisis  $V_u = 0.78 \text{ tonnef}$

**Demanda**  $V_D := \max(V_e, V_u) = 3.99 \text{ tonnef}$

**Resistencia del concreto al cortante (Vc)**

**22.5.5 V<sub>c</sub> for nonprestressed members**

**22.5.5.1** For nonprestressed members, V<sub>c</sub> shall be calculated in accordance with Table 22.5.5.1 and 22.5.5.1.1 through 22.5.5.1.3.

**Table 22.5.5.1—V<sub>c</sub> for nonprestressed members**

Criteria	V <sub>c</sub>	
A <sub>v</sub> ≥ A <sub>v,min</sub>	Either of:	$\left[ 2\lambda\sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right] b_w d$ (a)
		$\left[ 8\lambda(\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right] b_w d$ (b)
A <sub>v</sub> < A <sub>v,min</sub>		$\left[ 8\lambda_s \lambda(\rho_w)^{1/3} \sqrt{f'_c} + \frac{N_u}{6A_g} \right] b_w d$ (c)

Notes:

1. Axial load, N<sub>u</sub>, is positive for compression and negative for tension.
2. V<sub>c</sub> shall not be taken less than zero.

$$A_s := 285 \text{ mm}^2$$

**Acero Longitudinal colocado**

$$\rho_w := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0081$$

**Cuantía**

$$\lambda := 1$$

**Factores de modificación por tipo de hormigón 19.2.4.2 ACI**

$$\phi := 0.75$$

**Factor de modificación 19.2.4.2 ACI**

$$\lambda_s := \sqrt{\frac{2}{1 + 0.004 \cdot \frac{d}{\text{mm}}}} = 1.13$$

**Factor de modificación por efecto del tamaño 22.5.5.1.3 ACI**

**En unidades mks**

$$V_{c1} := \left( 0.53 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{-N_u}{14 \cdot A_g}} \right) \cdot b \cdot d = 2.69 \text{ tonnef}$$

Quando  $A_v > A_{min}$

$$V_{c2} := \left( 2.1 \cdot \lambda \cdot (\rho_w)^{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{-N_u}{6 \cdot A_g}} \right) \cdot b \cdot d = 2.14 \text{ tonnef}$$

Quando  $A_v < A_{min}$

$$V_{c3} := \left( 2.1 \cdot \lambda_s \cdot \lambda \cdot (\rho_w)^{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{-N_u}{6 \cdot A_g}} \right) \cdot b \cdot d = 2.43 \text{ tonnef}$$

$$V_c := \max(V_{c1}, V_{c2}) = 2.69 \text{ tonnef}$$

$$V_{max} := 1.33 \lambda \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b \cdot d = 6.75 \text{ tonnef}$$

$V_c$  no debe ser mayor que  $V_{max}$  22.5.5.1.1

$$V_c := \min(V_c, V_{max}) = 2.69 \text{ tonnef}$$

**¿Considerar  $V_c = 0$ ?**

### 18.6.5 Shear strength

#### 18.6.5.1 Design forces

The design shear force  $V_c$  shall be calculated from consideration of the forces on the portion of the beam between faces of the joints. It shall be assumed that moments of opposite sign corresponding to probable flexural strength,  $M_{pr}$ , act at the joint faces and that the beam is loaded with the factored gravity and vertical earthquake loads along its span.

- The earthquake-induced shear force calculated in accordance with 18.6.5.1 represents at least one-half of the maximum required shear strength within those lengths.
- The factored axial compressive force  $P_u$  including earthquake effects is less than  $A_g f'_c / 20$ .

#### 18.6.5.2 Transverse reinforcement

Transverse reinforcement over the lengths identified in 18.6.4.1 shall be designed to resist shear assuming  $V_c = 0$  when both (a) and (b) occur:

$$V_{pr} = 3.59 \text{ tonnef}$$

$$V_e = 3.99 \text{ tonnef}$$

$$0.5 \cdot V_e = 2 \text{ tonnef}$$

$$N_u = 0 \text{ tonnef}$$

$$P_{20} := \frac{A_g \cdot f'_c}{20} = 5.25 \text{ tonnef}$$

$$A := \text{if}(V_{pr} \geq 0.5 V_e, \text{"Ok"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Ok"}$$

$$B := \text{if}(N_u < P_{20}, \text{"Ok"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Ok"}$$

$$V_c := \text{if}(A = \text{"Ok"} \wedge B = \text{"Ok"}, 0 \text{ tonnef}, V_c) = 0 \text{ tonnef}$$

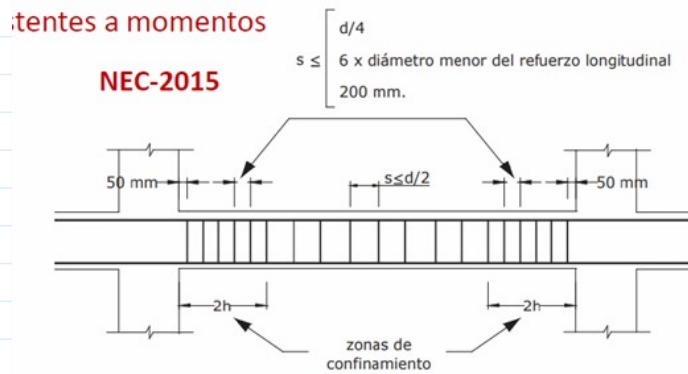
### Acero de refuerzo transversal sobre separación

$$V_e = 3.99 \text{ tonnef}$$

$$V_c = 0 \text{ tonnef}$$

$$AvSep := \frac{\frac{V_e}{\phi} - V_c}{f_y \cdot d} = 0.0906 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

### Separación



### En la zona de confinamiento

$$2 h = 40 \text{ cm}$$

Zona de confinamiento

$$s_1 := \frac{d}{4} = 3.5 \text{ cm}$$

$$\phi_{min} := \min(\phi_{min}, \phi_{ref1N}, \phi_{ref1N}, \phi_{ref2N}, \phi_{ref1P}, \phi_{ref1P}, \phi_{ref2P}) = 10 \text{ mm}$$

$$s_2 := 6 \phi_{min} = 6 \text{ cm}$$

$$s_3 := 20 \text{ cm}$$

$$s_s := \min(s_1, s_2, s_3) = 3.5 \text{ cm}$$

$$s_c := 7 \text{ cm}$$

**En la zona no confinada**

$$l_{nc} := l_n - b - 4 h = -0.45 \text{ m}$$

$$s_{nc} := \frac{d}{2} = 7 \text{ cm}$$

$$s_{nc} := 15 \text{ cm}$$

**Diseño de Refuerzo Transversal**

**Zona confinada**

$$A_{vc} := s_c \cdot AvSep = 0.63 \text{ cm}^2$$

$$\phi_e := 10 \text{ mm}$$

$$ramales := 2$$

$$A_{vcreal} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot ramales = 1.57 \text{ cm}^2$$

**Zona no confinada**

$$A_{vnc} := s_{nc} \cdot AvSep = 1.36 \text{ cm}^2$$

$$\phi_e := 10 \text{ mm}$$

$$ramales := 2$$

$$A_{vncreal} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot ramales = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{vcreal} > A_{vc}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

if ( $A_{vncreal} > A_{vnc}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

### **CALCULO DE CORTANTE Y TORSIÓN**

Primero hay que revisar si el elemento analizado se desprecia o no el efecto de la torsión. Para eso hay que calcular el **Umbral de la torsión  $T_{th}$**  donde si la **torsión ultima  $T_u$**  es mayor a este, la torsión no se puede despreciar y hay que diseñar un acero mínimo para este.

#### **22.7.4 Umbral de torsión**

**22.7.4.1** El umbral de torsión,  $T_{th}$ , debe calcularse de acuerdo con la Tabla 22.7.4.1(a) para las secciones transversales sólidas y con la Tabla 22.7.4.1(b) para las secciones transversales huecas, donde  $N_u$  es positivo para compresión y negativo para tensión.

**Tabla 22.7.4.1(a) — Umbral de torsión para secciones**



### transversales sólidas

Tipo de miembro	$T_{th}$	
Miembros no preesforzados	$0.083\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$	(a)
Miembros preesforzados	$0.083\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{f_{pc}}{0.33\lambda\sqrt{f'_c}}}$	(b)
Miembros no preesforzados sometidos a tracción axial	$0.083\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{0.33A_g\lambda\sqrt{f'_c}}}$	(c)

**Sistema SI**  
Esfuerzos en MPa

**Sistema mks**  
Esfuerzos en kgf/cm2

**Sistema ingles**  
Esfuerzos en lb/pulg2

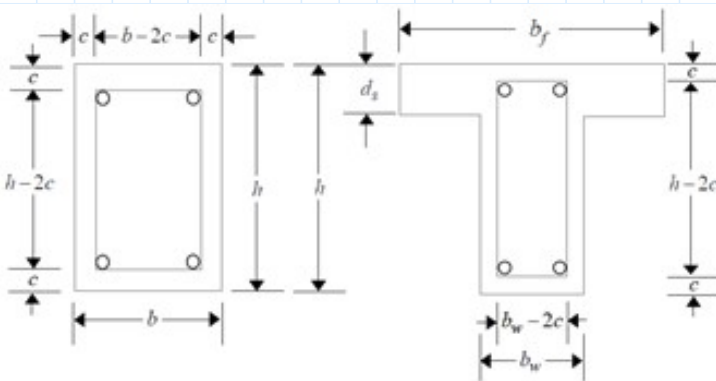
$$T_{th} < 0.083\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{0.33A_g\lambda\sqrt{f'_c}}}$$

$$T_{th} < 0.27\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{A_g\lambda\sqrt{f'_c}}}$$

$$T_{th} < \lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{4A_g\lambda\sqrt{f'_c}}}$$

22.7.4.1 (c)

### Cálculo de propiedades



$$c := 1.75 \text{ in} = 4.445 \text{ cm}$$

$$A_{cp} := b \cdot h = 500 \text{ cm}^2$$

$$A_{oh} := (b - 2 \cdot c) \cdot (h - 2 \cdot c) = 178.98 \text{ cm}^2$$

$$A_o := 0.85 \cdot A_{oh} = 152.13 \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 90 \text{ cm}$$

$$P_h := 2 \cdot (b - 2 \cdot c) + 2 \cdot (h - 2 \cdot c) = 54.44 \text{ cm}$$

$c$  Distancia medida desde la fibra extrema en compresión al eje neutro

$A_{cp}$  Área encerrada por el perímetro exterior de la sección transversal de concreto

$A_{oh}$  Área encerrada por el eje del refuerzo transversal cerrado más externo dispuesto para resistir la torsión

$A_o$  Área total encerrada por la trayectoria del flujo de cortante torsional

$P_{cp}$  Perímetro exterior de la sección transversal de concreto

$P_h$  Perímetro de la línea central del refuerzo transversal para torsión localizado más cerca del exterior de la sección

### Umbral de torsión

$$N_u = 0 \text{ tonnef}$$

Fuerza Axial mayorada que ocurre simultáneamente con  $V_u$  o  $T_u$   
(+) en Compresión, (-) en tracción

$$T_u = 44.45 \text{ tonnef} \cdot \text{cm}$$

Torsión Ultima

$$\lambda := 1$$

**Factores de modificación por tipo de hormigón 19.2.4.2 ACI**

$$\phi := 0.75$$

**Factores de reducción de resistencia 21.2.1 ACI**

$$T_{th} := \lambda \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{psi}} \cdot \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \cdot \sqrt{1 + \frac{-N_u}{4 \cdot A_{cp} \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{psi}}}} = 8.00511 \text{ tonnef} \cdot \text{cm}$$

**Conclusion** := if ( $T_u > T_{th}$ , “Es necesario considerar la torsión”, “No es necesario considerar la torsión”)

**Conclusion** = “Es necesario considerar la torsión”

### Torsión de fisuración

#### 22.7.5 Torsión de fisuración

22.7.5.1 La torsión de fisuración,  $T_{cr}$ , debe calcularse de acuerdo con la Tabla 22.7.5.1 para secciones sólidas y secciones transversales huecas, donde  $N_u$  es positivo para compresión y negativo para tracción.

Tabla 22.7.5.1 — Torsión de fisuración

Tipo de miembro	$T_{cr}$	
Miembros no preesforzados	$0.33\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$	(a)
Miembros preesforzados	$0.33\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{f_{pc}}{0.33\lambda\sqrt{f'_c}}}$	(b)
Miembros no preesforzados sometidos a fuerza axial	$0.33\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{0.33A_g\lambda\sqrt{f'_c}}}$	(c)

$$T_{cr} := 4 \cdot T_{th} = 32.02 \text{ tonnef} \cdot \text{cm}$$

$$22.7.5.1(a) \quad \left| T_{cr} = 0.33\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \left| T_{cr} = \lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \left| T_{cr} = 4\lambda\sqrt{f'_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \right.$$

$$T_{cr} := 4 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{psi}} \cdot \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 42.69 \text{ tonnef} \cdot \text{cm}$$

### Límites para secciones transversales

#### 22.7.7 Límites para secciones transversales

22.7.7.1 Las dimensiones de la sección transversal deben ser tales que se cumpla (a) o (b):

(a) en secciones sólidas:

$$\left| \sqrt{\left( \frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left( \frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \left( \frac{V_c}{b_w d} + 0.66 \sqrt{f'_c} \right) \quad (22.7.7.1a)$$

**Sistema SI**  
Esfuerzos en MPa

**Sistema mks**  
Esfuerzos en kgf/cm<sup>2</sup>

**Sistema ingles**  
Esfuerzos en lb/pulg<sup>2</sup>

$$22.7.7.1a \quad \left| \sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66 \sqrt{f'_c}\right) \right| \quad \left| \sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 2 \sqrt{f'_c}\right) \right| \quad \left| \sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 8 \sqrt{f'_c}\right) \right|$$

$$V_u = 0.78 \text{ tonnef}$$

$$T_u = 0.44 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_{pr} = 3.59 \text{ tonnef}$$

$$Demanda := \sqrt{\left(\frac{V_D}{b \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_h}{1.7 \cdot A_{oh}^2}\right)^2} = 45.88 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.75 \quad Capacidad := \phi \cdot \left(\frac{V_c}{b \cdot d} + 8 \sqrt{f'_c \cdot \text{psi}}\right) = 23.05 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$R := \frac{Demanda}{Capacidad} = 198.98\%$$

**Conclusion** := if ( $R > 1$ , "O/S #45 Shear Stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed", "La sección es adecuada")

**Conclusion** = "O/S #45 Shear Stress due to shear force and torsion together exceeds maximum allowed"

### Calculo de acero transversal por torsión

$$(a) T_n = \frac{2 A_o A_t f_{yt}}{s} \cot \theta \quad (22.7.6.1a)$$

$$T_u = 0.44 \text{ tonnef} \cdot m \quad A_o = 152.13 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 0.75 \quad T_u := 6.03 \text{ tonnef} \cdot m \quad A_o := 1092.34 \text{ cm}^2$$

$$\phi := 0.85 \quad A_t \text{ Sep} := \frac{T_u}{2 \cdot A_o \cdot f_y \cdot \cot(45^\circ) \cdot \phi} = 0.0773 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

### Diseño de Refuerzo Torsional

$$A_v \text{ Sep} = 0.0906 \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}}$$

Requerido por cortante

$cm$

$$A_tSep = 0.08 \frac{cm^2}{cm}$$

*Requerido por torsión*

$$A_{vT} := A_{vSep} + A_tSep = 0.17 \frac{cm^2}{cm}$$

*Zona confinada*

*Zona no confinada*

$$A_{vc} := s_c \cdot A_{vT} = 1.18 \text{ cm}^2$$

$$A_{vnc} := s_{nc} \cdot A_{vT} = 2.52 \text{ cm}^2$$

$$\phi_e := 10 \text{ mm}$$

$$\phi_e := 10 \text{ mm}$$

$$ramales := 2$$

$$ramales := 2$$

$$A_{vcreal} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot ramales = 1.57 \text{ cm}^2$$

$$A_{vncreal} := \frac{\pi}{4} \cdot \phi_e^2 \cdot ramales = 1.57 \text{ cm}^2$$

if ( $A_{vcreal} > A_{vc}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

if ( $A_{vncreal} > A_{vnc}$ , "Cumple", "No cumple") = "No cumple"

DEMANDA

CAPACIDAD

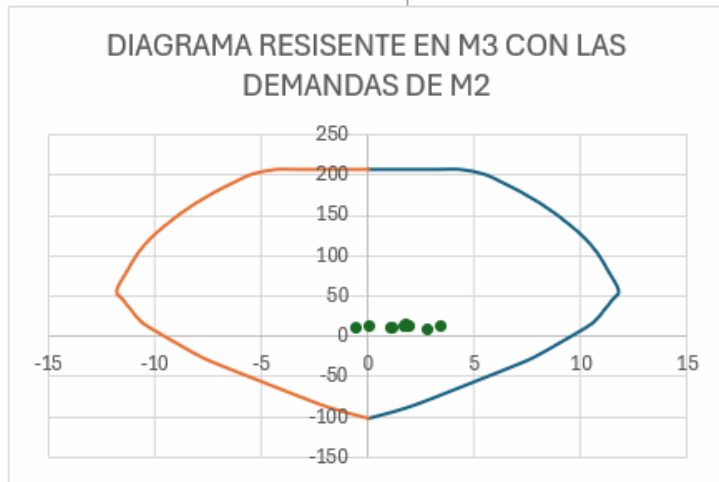
COLUMNA SUPERIOR

Station m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Curve #1 0 deg				Curve #13 180 deg				Curve #7 90 deg				Curve #19 270 deg			
				Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
0	11,98	1,83	-0,44	1	206,1575	0	0	1	206,1575	0	0	1	206,1575	0	0	1	206,1575	0	0
0	10,01	1,95	-0,51	2	206,1575	0	3,1176	2	206,1575	0	-3,1176	2	206,1575	3,1176	0	2	206,1575	-3,1176	0
0	10,71	1,99	-0,52	3	206,1575	0	4,3193	3	206,1575	0	-4,3193	3	206,1575	4,3193	0	3	206,1575	-4,3193	0
0	10,81	1,84	-0,47	4	200,529	0	5,4248	4	200,529	0	-5,4248	4	200,529	5,4248	0	4	200,529	-5,4248	0
0	10,16	1,84	1,19	5	190,0636	0	6,3061	5	190,0636	0	-6,3061	5	190,0636	6,3061	0	5	190,0636	-6,3061	0
0	10,06	1,77	-2,11	6	177,6425	0	7,2324	6	177,6425	0	-7,2324	6	177,6425	7,2324	0	6	177,6425	-7,2324	0
0	9,86	3,48	-0,43	7	164,5918	0	8,078	7	164,5918	0	-8,078	7	164,5918	8,078	0	7	164,5918	-8,078	0
0	10,36	0,14	-0,50	8	150,7688	0	8,8515	8	150,7688	0	-8,8515	8	150,7688	8,8515	0	8	150,7688	-8,8515	0
0	7,75	1,21	1,36	9	135,9837	0	9,5641	9	135,9837	0	-9,5641	9	135,9837	9,5641	0	9	135,9837	-9,5641	0
0	7,66	1,14	-1,94	10	120,6973	0	10,2089	10	120,6973	0	-10,2089	10	120,6973	10,2089	0	10	120,6973	-10,2089	0
0	7,46	2,85	-0,25	11	102,5365	0	10,7979	11	102,5365	0	-10,7979	11	102,5365	10,7979	0	11	102,5365	-10,7979	0
0	7,95	-0,49	-0,32	12	81,1296	0	11,2865	12	81,1296	0	-11,2865	12	81,1296	11,2865	0	12	81,1296	-11,2865	0
				13	56,4474	0	11,7872	13	56,4474	0	-11,7872	13	56,4474	11,7872	0	13	56,4474	-11,7872	0
				14	45,2386	0	11,4919	14	45,2386	0	-11,4919	14	45,2386	11,4919	0	14	45,2386	-11,4919	0
				15	32,0149	0	11,0919	15	32,0149	0	-11,0919	15	32,0149	11,0919	0	15	32,0149	-11,0919	0
				16	17,0621	0	10,6001	16	17,0621	0	-10,6001	16	17,0621	10,6001	0	16	17,0621	-10,6001	0
				17	4,7041	0	9,8501	17	4,7041	0	-9,8501	17	4,7041	9,8501	0	17	4,7041	-9,8501	0
				18	-9,3849	0	8,9221	18	-9,3849	0	-8,9221	18	-9,3849	8,9221	0	18	-9,3849	-8,9221	0
				19	-26,356	0	7,7631	19	-26,356	0	-7,7631	19	-26,356	7,7631	0	19	-26,356	-7,7631	0
				20	-38,8899	0	6,6336	20	-38,8899	0	-6,6336	20	-38,8899	6,6336	0	20	-38,8899	-6,6336	0
				21	-56,266	0	4,9683	21	-56,266	0	-4,9683	21	-56,266	4,9683	0	21	-56,266	-4,9683	0
				22	-81,598	0	2,5157	22	-81,598	0	-2,5157	22	-81,598	2,5157	0	22	-81,598	-2,5157	0
				23	-90,4696	0	1,5221	23	-90,4696	0	-1,5221	23	-90,4696	1,5221	0	23	-90,4696	-1,5221	0
				24	-95,912	0	0,7887	24	-95,912	0	-0,7887	24	-95,912	0,7887	0	24	-95,912	-0,7887	0
				25	-101,3544	0	0	25	-101,3544	0	0	25	-101,3544	0	0	25	-101,3544	0	0

EJE 2 es el verde

EJE 3 es el azul

Resiste los momentos M3 (Resiste los momentos que vengan del eje 3)



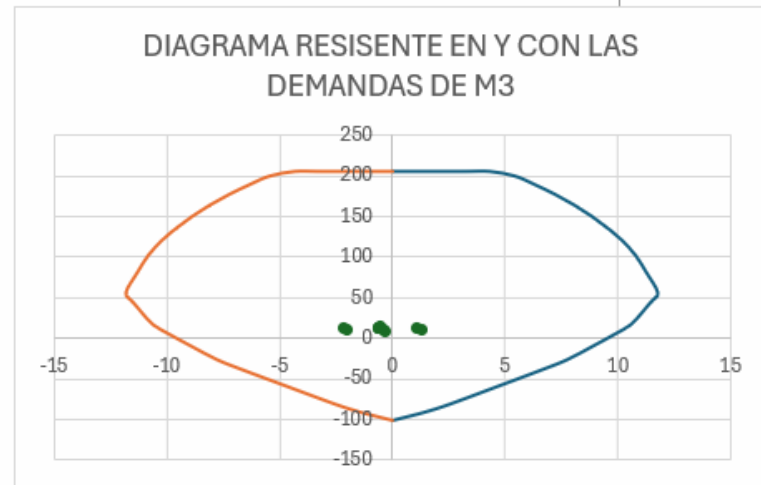
Momento Nominal de la columna de superior en sentido en 3

Pn	17,06	7,46	4,70
Mn	10,60	10,02	9,85

EJE 2 es el verde

EJE 3 es el azul

Resiste los momentos M2 (Resiste los momentos que vengan del eje23)



Momento Nominal de la columna de superior en sentido en 2

Pn	17,06	7,46	4,70
Mn	10,60	10,02	9,85

**COLUMNA INFERIOR**

				Curve #1 0 deg				Curve #13 180 deg				Curve #7 90 deg				Curve #19 270 deg			
				Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
				1	206,1575	0	0	1	206,1575	0	0	1	206,1575	0	0	1	206,1575	0	0
<b>Demanda debajo del nodo</b>				2	206,1575	0	3,1176	2	206,1575	0	-3,1176	2	206,1575	3,1176	0	2	206,1575	-3,1176	0
<b>Station</b>	<b>P</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	3	206,1575	0	4,3193	3	206,1575	0	-4,3193	3	206,1575	4,3193	0	3	206,1575	-4,3193	0
<b>m</b>	<b>tonf</b>	<b>tonf-m</b>	<b>tonf-m</b>	4	200,529	0	5,4248	4	200,529	0	-5,4248	4	200,529	5,4248	0	4	200,529	-5,4248	0
2,95	29,94	-1,20	0,39	5	190,0636	0	6,3061	5	190,0636	0	-6,3061	5	190,0636	6,3061	0	5	190,0636	-6,3061	0
2,95	31,31	-1,44	0,48	6	177,6425	0	7,2324	6	177,6425	0	-7,2324	6	177,6425	7,2324	0	6	177,6425	-7,2324	0
2,95	31,97	-1,43	0,48	7	164,5918	0	8,078	7	164,5918	0	-8,078	7	164,5918	8,078	0	7	164,5918	-8,078	0
2,95	29,85	-1,28	0,42	8	150,7688	0	8,8515	8	150,7688	0	-8,8515	8	150,7688	8,8515	0	8	150,7688	-8,8515	0
2,95	29,24	-1,32	-1,75	9	135,9837	0	9,5641	9	135,9837	0	-9,5641	9	135,9837	9,5641	0	9	135,9837	-9,5641	0
2,95	29,14	-1,24	2,60	10	120,6973	0	10,2089	10	120,6973	0	-10,2089	10	120,6973	10,2089	0	10	120,6973	-10,2089	0
2,95	28,40	-3,52	0,38	11	102,5365	0	10,7979	11	102,5365	0	-10,7979	11	102,5365	10,7979	0	11	102,5365	-10,7979	0
2,95	29,98	0,96	0,46	12	81,1296	0	11,2865	12	81,1296	0	-11,2865	12	81,1296	11,2865	0	12	81,1296	-11,2865	0
2,95	19,30	-0,81	-1,93	13	56,4474	0	11,7872	13	56,4474	0	-11,7872	13	56,4474	11,7872	0	13	56,4474	-11,7872	0
2,95	19,19	-0,73	2,42	14	45,2386	0	11,4919	14	45,2386	0	-11,4919	14	45,2386	11,4919	0	14	45,2386	-11,4919	0
2,95	18,46	-3,01	0,21	15	32,0149	0	11,0919	15	32,0149	0	-11,0919	15	32,0149	11,0919	0	15	32,0149	-11,0919	0
2,95	20,03	1,47	0,29	16	17,0621	0	10,6001	16	17,0621	0	-10,6001	16	17,0621	10,6001	0	16	17,0621	-10,6001	0
				17	4,7041	0	9,8501	17	4,7041	0	-9,8501	17	4,7041	9,8501	0	17	4,7041	-9,8501	0
				18	-9,3849	0	8,9221	18	-9,3849	0	-8,9221	18	-9,3849	8,9221	0	18	-9,3849	-8,9221	0
				19	-26,356	0	7,7631	19	-26,356	0	-7,7631	19	-26,356	7,7631	0	19	-26,356	-7,7631	0
				20	-38,8899	0	6,6336	20	-38,8899	0	-6,6336	20	-38,8899	6,6336	0	20	-38,8899	-6,6336	0
				21	-56,266	0	4,9683	21	-56,266	0	-4,9683	21	-56,266	4,9683	0	21	-56,266	-4,9683	0
				22	-81,598	0	2,5157	22	-81,598	0	-2,5157	22	-81,598	2,5157	0	22	-81,598	-2,5157	0
				23	-90,4696	0	1,5221	23	-90,4696	0	-1,5221	23	-90,4696	1,5221	0	23	-90,4696	-1,5221	0
				24	-95,912	0	0,7887	24	-95,912	0	-0,7887	24	-95,912	0,7887	0	24	-95,912	-0,7887	0
				25	-101,3544	0	0	25	-101,3544	0	0	25	-101,3544	0	0	25	-101,3544	0	0

DIAGRAMA RESISENTE EN M3 CON LAS DEMANDAS DE M2

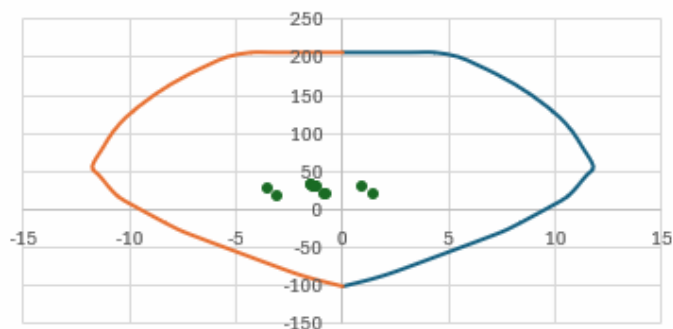
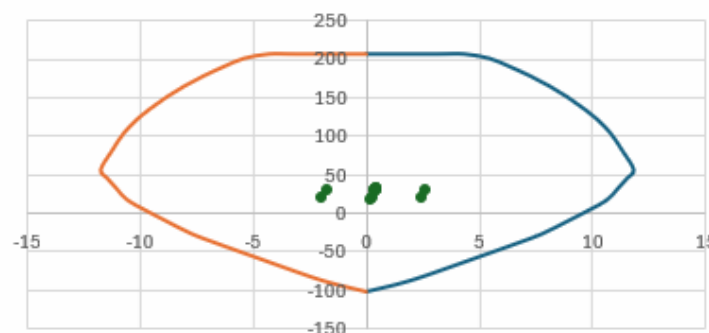


DIAGRAMA RESISENTE EN M2 CON LAS DEMANDAS DE M3



Momento Nominal de la columna de superior en sentido en :

Pn	32,01	18,46	17,06
Mn	11,09	10,65	10,60

$$\sum McX = 20,66 \text{ ton-m}$$

$$\sum MvX = 1 \text{ ton-m}$$

$$\frac{\sum 1.2MvX}{\sum McX} = 0,0484 \text{ Cumple}$$

Momento Nominal de la columna de superior en sentido en :

Pn	32,01	18,46	17,06
Mn	11,09	10,65	10,60

$$\sum McY = 20,66 \text{ ton-m}$$

$$\sum MvY = 12,71 \text{ ton-m}$$

$$\frac{\sum 1.2MvY}{\sum McY} = 0,615 \text{ Cumple}$$

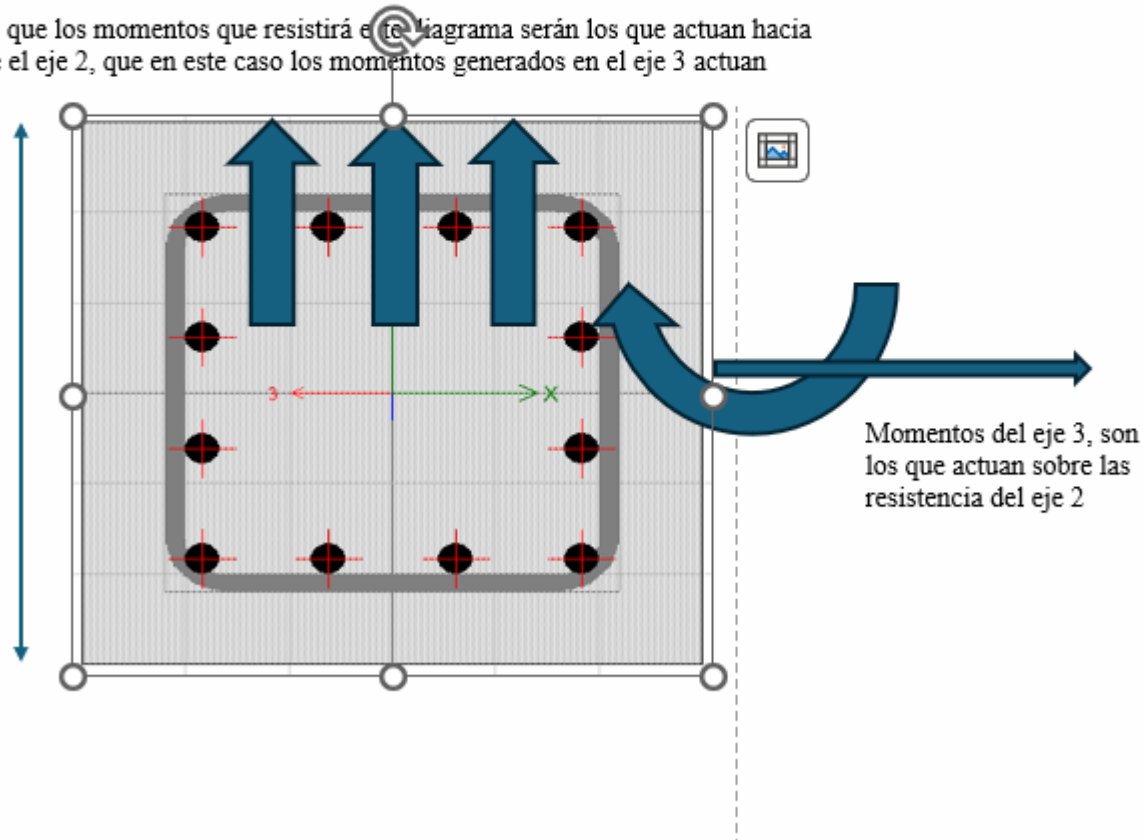


Explicación solo para el diagrama número 2, lo mismo va para el diagrama 1.

Este diagrama indica que resiste los momentos que vienen en dirección 2 del eje de la columna.

Es decir los que aportaran resistencia será la altura en Y (o en el eje 2) de la columna y los aceros que estos igualmente deben distribuirse igualatoria en todos lados, así que si aumenta el acero aumenta en ambas direcciones de manera igual.

Por eso que los momentos que resistirá el diagrama serán los que actúan hacia y desde el eje 2, que en este caso los momentos generados en el eje 3 actúan



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

## Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala

### PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Víctor Bryan Banchón Bajaña  
Evelyn Lissette Pilataxi Murillo

GUAYAQUIL - ECUADOR  
I PAO 2024

---

## Descripción general del edificio

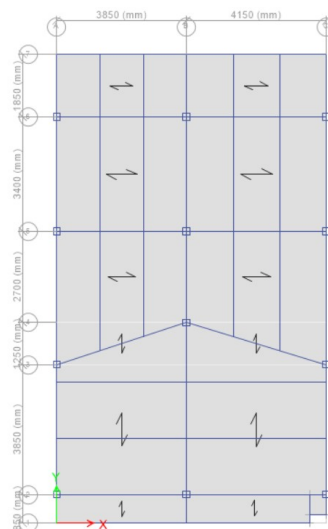
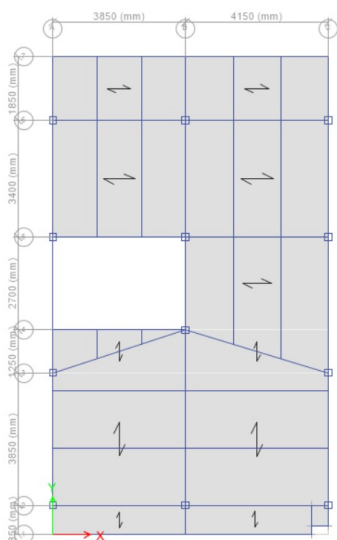
En el presente proyecto se va a diseñar una vivienda de uso residencial unifamiliar, ubicado en la Urbanización Ciudad Verde parroquia La Providencia del cantón Machala provincia de El Oro.

El suelo en la ciudad de Machala se clasifica como arcilloso, con una designación geológica específica de arcilla marina de estuario este tipo de arcilla permite el desarrollo de actividades agroproductivas, con aproximadamente el 54% de la superficie total dedicada al cultivo de banano y cacao. La zona urbana ocupa alrededor del 9.9% del territorio total

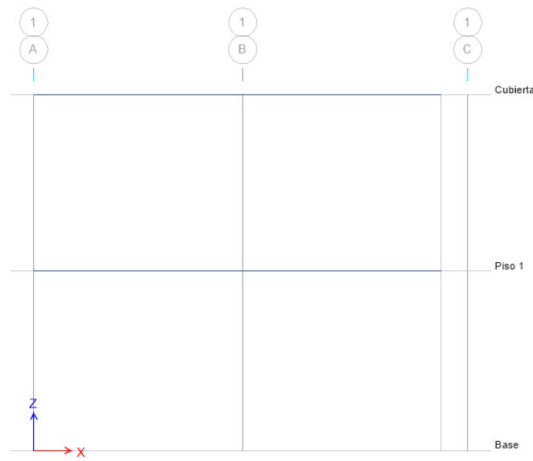
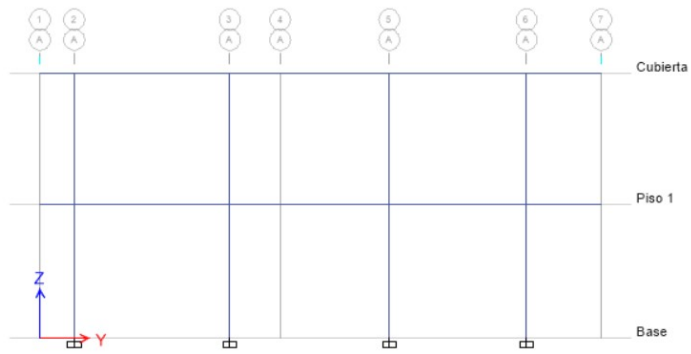


## Análisis y diseño de la estructura

### Diseño arquitectónico en planta



# Diseño arquitectónico en elevación



## Predimensionamiento de los elementos estructurales

### Predimensionamiento de losa colaborante

Para el Predimensionamiento de losa colaborante se usó el catálogo de novacero.

#### TIPOS DE NOVALOSA

##### NOVALOSA 55

###### NORMAS TÉCNICAS:

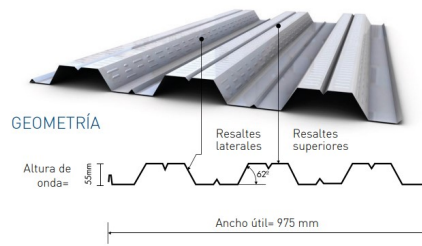
NTE INEN 2397  
ASTM A653  
ANSI/ASCE 3-91

###### LONGITUDES:

4, 5 y 6 metros en stock  
Otras longitudes bajo pedido

###### RECUBRIMIENTO:

Galvanizado G90



Propiedades de la Sección Simple Novalosa 55 mm					
Espesor Novalosa (mm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Ie+ (cm <sup>2</sup> /m)	Se+ (cm <sup>2</sup> /m)	Se- (cm <sup>2</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)
0,76	7,47	36,89	11,46	12,81	9,03
1,00	9,82	52,38	16,76	18,84	12,02

###### USO DEL PRODUCTO:

Sistema de losa alivianada para: entresijos de estructuras metálicas, entresijos de sistemas mixtos con una estructura principal de hormigón y vigas secundarias metálicas.

Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 55 mm					
Espesor Novalosa (mm)	Espesor losa {a} (cm)	Volumen homigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Peso hormigón (kg/m <sup>2</sup> )	Id {b} (cm <sup>2</sup> /m)	ΦsMno {c} (Ton.m)
0,76	5	0,07491	179,8	593,57	0,950
	6	0,08491	203,8	773,98	1,109
	8	0,10491	251,8	1238,75	1,442
	10	0,12491	299,8	1861,98	1,789
	12	0,14491	347,8	2667,20	2,145
	14	0,16491	395,8	3677,76	2,508
1,00	5	0,07473	179,3	654,57	1,230
	6	0,08473	203,3	851,84	1,437
	8	0,10473	251,3	1358,74	1,872
	10	0,12473	299,3	2035,55	2,327
	12	0,14473	347,3	2906,07	2,796
	14	0,16473	395,3	3993,85	3,274
	16	0,18473	443,3	5322,30	3,759

Seleccionamos un espesor de losa de 5 cm, con un espesor de placa colaborante de 0.76 mm.

Espesor losa {a} (cm)	Máxima Longitud sin Apuntalar Novalosa 55 mm {d} (m)					
	e = 0,76 mm			e = 1,00 mm		
	1 vano	2 vanos	3 vanos	1 vano	2 vanos	3 vanos
5	1,853	2,230	2,257	2,078	2,785	2,567
6	1,780	2,140	2,166	1,996	2,675	2,465
8	1,612	1,891	2,015	1,864	2,498	2,302
10	1,359	1,612	1,699	1,761	2,360	2,175
12	1,174	1,393	1,468	1,678	2,235	2,072
14	1,034	1,226	1,292	1,608	2,124	1,986
16	0,924	1,095	1,154	1,549	1,969	1,913

Observamos que si cumple la máxima longitud sin apuntalar según el mismo catálogo

#### Determinación de carga muerta de la losa

Los siguientes datos de cargas fueron obtenidos de la NEC - 15

$$W_{mamposteria} := 148.75 \frac{kgf}{m^2} \quad W_{Enlucidos} := 107.10 \frac{kgf}{m^2} \quad W_{Instalaciones} := 10.20 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{Tumbado} := 20.39 \frac{kgf}{m^2} \quad W_{pisos} := 30.59 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{muerta} := W_{Enlucidos} + W_{Instalaciones} + W_{mamposteria} + W_{Tumbado} + W_{pisos} = 317.03 \frac{kgf}{m^2}$$

### Peso propio de la losa

Obtenida del mismo catálogo

$$W_{SteelDeck} := 7.47 \frac{kgf}{m^2} \quad W_{HormigonDeck} := 179.8 \frac{kgf}{m^2} \quad W_{MallaElec} := 2.06 \frac{kgf}{m^2}$$

$$W_{losa} := W_{SteelDeck} + W_{HormigonDeck} + W_{MallaElec} = 189.33 \frac{kgf}{m^2}$$

CARGAS PERMANENTES		
PISO		
Paredes =	148,75	kg/m2
Enlucidos =	107,10	kg/m2
Steel Deck (Losa) =	189,33	kg/m2
Instalaciones =	10,2	kg/m2
Wpisos (ceramica, lechada, etc) =	30,59	kg/m2
Wtumbado =	20,39	kg/m2
Total	506,36	kg/m2

### Carga viva

Residencias	
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00
Habitaciones	4.80
Salones de uso público y sus corredores	

NEC - 2015 establece que la carga viva para hoteles y residencias multifamiliares es de 2 kn/m<sup>2</sup>

$$W_{viva} := 203.94 \frac{kgf}{m^2}$$

El mismo catálogo nos proporciona la carga viva no factorada que soporta nuestro diseño.

Carga Viva no Factorada Noalosa 55 mm {e} (kg/m²)														
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa {a} (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1714	1325	1047	841	684	562	465	387	323	270	226	188	156
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2622	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2530	2006	1618	1322	1093	910	763	643	543	460	389	329
	12	3924	3044	2415	1950	1596	1320	1102	925	781	661	561	476	404
	14	4596	3568	2833	2288	1875	1553	1297	1091	922	782	665	566	481
	16	5277	4099	3256	2632	2158	1788	1495	1259	1066	905	771	657	560
1,00	5	2261	1757	1396	1129	926	768	643	542	459	390	333	284	243
	6	2646	2057	1636	1324	1087	903	756	638	542	462	394	338	289
	8	3460	2693	2144	1738	1429	1189	998	844	718	614	526	452	389
	10	4314	3360	2677	2172	1788	1490	1252	1061	905	775	666	574	495
	12	5194	4047	3227	2621	2159	1800	1515	1286	1097	942	811	700	606
	14	6091	4749	3789	3079	2538	2118	1784	1515	1295	1112	959	830	719
	16	7003	5462	4359	3544	2923	2441	2058	1749	1496	1286	1110	962	835

$$W_{VNF} := 2007 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

### Predimensionamiento de vigas secundarias

El ancho cooperante de las vigas secundarias es de 1.67 m.  
Se spondran conexiones flexibles.

$$CM_{total} := W_{muerta} + W_{losa}$$

$$CM_{total} = 506.36 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$U := 1.2 CM_{total} + 1.6 W_{viva}$$

$$U = 933.936 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Multiplicamos por el ancho cooperante y obtenemos la carga por longitud uniformemente distribuida  
 $ancho := 1.67 \text{ m}$

$$wu := U \cdot ancho = (1.56 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Procedemos a obtener el máximo momento positivo

$$L := 4.15 \text{ m}$$

$$L2 := 3.85 \text{ m}$$

$$Mu := \frac{wu \cdot L^2}{8} = 3.358 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu2 := \frac{wu \cdot L2^2}{8} = 2.89 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$R := \frac{wu \cdot L}{2} = 3.236 \text{ tonnef}$$

$$R2 := \frac{wu \cdot L2}{2} = 3.002 \text{ tonnef}$$

Ahora determinamos el valor del módulo plástico requerido. Utilizando acero A36

$$\phi_b := 0.9$$

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

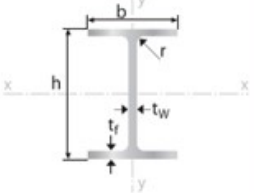
$$Z_{xreq} := \frac{Mu}{\phi_b \cdot f_y}$$

$$Z_{xreq2} := \frac{Mu2}{\phi_b \cdot f_y}$$

$$Z_{xreq} = 147.403 \text{ cm}^3$$

$$Z_{xreq2} = 126.862 \text{ cm}^3$$


Verificamos en el catálogo un perfil que cumpla con lo requerido



Largo normal:  
6 metros / 12 metros  
Recubrimiento:  
Negro  
Calidad de Acero:  
ASTM A 36 / ASTM A 572 Gr 50  
Norma de Fabricación:  
INEN 2230 / INEN 2215 / EN 10024  
Observaciones:  
Otras dimensiones y largos previa consulta.

Aplicaciones

- Estructuras.
- Soporte de polipasto en puentes grúas o techos.
- Puentes.
- Rieles.



Designación	Dimensiones							Área	Peso	Propiedades Elásticas						Módulo Plástico		Cons Tors
	Altura		Ala		Distancias					Eje y-y			Eje x-x			Zx	Zy	
	h	s	b	t	r1	r2	d			Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/mt	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	
IPE 80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
IPE 100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
IPE 120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
IPE 140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
IPE 160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
IPE 180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,60	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
IPE 200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
IPE 220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
IPE 240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
IPE 270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	11,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90
IPE 300	300,00	7,10	150,00	10,70	15,00	278,60	248,60	53,80	42,20	8356,00	557,00	12,50	604,00	80,50	3,35	628,00	125,00	20,10
IPE 330	330,00	7,50	160,00	11,50	18,00	307,00	271,00	62,60	49,10	11770,00	713,00	13,70	788,00	98,50	3,55	804,00	154,00	28,10
IPE 360	360,00	8,00	170,00	12,70	18,00	334,60	298,60	72,70	57,10	16270,00	904,00	15,00	1043,00	123,00	3,79	1019,00	191,00	37,30

Por lo tanto elegimos dos tipos de perfiles de viga para el lado izquierdo **IPE 180** y para el lado derecho **IPE 200** del catálogo

Verificar la relación ancho/espesor del patín y del alma

Datos del perfil IPE-200

$$h := 200 \text{ mm} \quad s := 100 \text{ mm} \quad g := 5.60 \text{ mm} \quad t := 8.6 \text{ mm} \quad E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Para el Patín:

$$\lambda_{ps} := 0.3 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{f_y}} = 8.641 \quad \lambda_p := 0.38 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{f_y}} = 10.946 \quad \lambda_r := 1 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{f_y}} = 28.805$$

$$\lambda := \frac{s-g}{2 \cdot t} = 5.488$$

El patín es SÍSMICAMENTE COMPACTA



**Para el Alma:**

$$\lambda_{ps} := 2.45 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 70.572 \quad \lambda_p := 3.76 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 108.306 \quad \lambda_r := 5.7 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 164.187$$

$$\lambda := \frac{h - 2 \cdot t}{g} = 32.643 \quad \therefore \text{El alma es SÍSMICAMENTE COMPACTA}$$

**Verificar la relación ancho/espesor del patín y del alma**

Datos del perfil **IPE-180**

$$h := 180 \text{ mm} \quad s := 91 \text{ mm} \quad g := 5.30 \text{ mm} \quad t := 8 \text{ mm} \quad E := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

**Para el Patín:**

$$\lambda_{ps} := 0.3 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 8.641 \quad \lambda_p := 0.38 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 10.946 \quad \lambda_r := 1 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 28.805$$

$$\lambda := \frac{s - g}{2 \cdot t} = 5.356 \quad \text{El patín es SÍSMICAMENTE COMPACTA}$$

**Para el Alma:**

$$\lambda_{ps} := 2.45 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 70.572 \quad \lambda_p := 3.76 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 108.306 \quad \lambda_r := 5.7 \cdot \sqrt[2]{\frac{E}{fy}} = 164.187$$

$$\lambda := \frac{h - 2 \cdot t}{g} = 30.943 \quad \therefore \text{El alma es SÍSMICAMENTE COMPACTA}$$

## Predimensionamiento de vigas principales

Para el pre-dimensionamiento de las vigas principales se utiliza la viga con la longitud mas critica que según nuestro diseño es de 5 metros.  
Se supondran conexiones rígidas

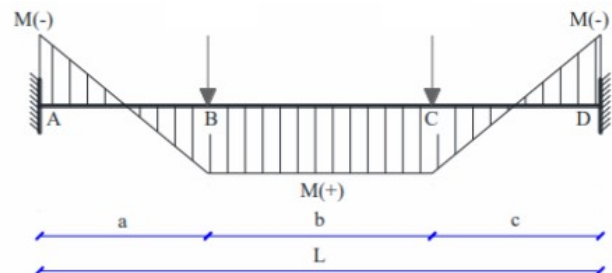
$$R = 3.236 \text{ tonnef} \quad R2 = 3.002 \text{ tonnef}$$

$$Pu := R + R2 = 6.239 \text{ tonnef}$$

$$a := 1.67 \cdot m$$

$$L_{vp} := 5 \cdot m$$

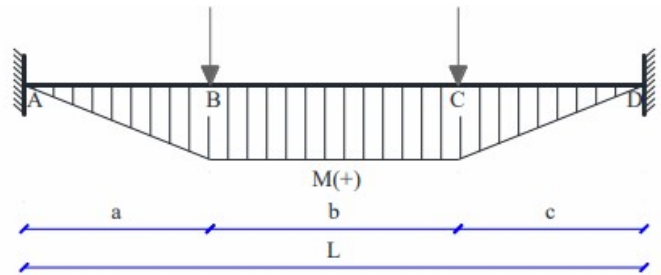
$$M_A := \frac{Pu \cdot a}{L_{vp}} \cdot (L_{vp} - a) = 6.939 \text{ tonnef} \cdot m$$



$$M_{BC} := \frac{Pu \cdot a^2}{L_{vp}} = 3.48 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_B := Pu \cdot a = 10.419 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{max} := \max(M_A, M_B, M_{BC}) = 10.419 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



Se puede notar que este es el momento máximo y se va a diseñar bajo este momento

$$Zx := \frac{M_{max}}{0.9 \cdot fy} = 457.378 \text{ cm}^3$$

Designación	Dimensiones							Área	Peso	Propiedades Elásticas						Módulo Plástico		Cons Tors
	Altura		Ala		Distancias					Eje y-y			Eje x-x			Zx	Zy	Jt
	h	s	b	t	r1	r2	d			Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry	Zx	Zy	Jt
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
IPE 300	300,00	7,10	150,00	10,70	15,00	278,60	248,60	53,80	42,20	8356,00	557,00	12,50	604,00	80,50	3,35	628,00	125,00	20,10

Se escoge la viga IPE - 300

### Verificar la relación ancho-espesor del patín y del alma

Datos geométricos del perfil IPE-300:

$$h := 300 \text{ mm}$$

$$s := 150 \text{ mm}$$

$$g := 7.10 \text{ mm}$$

$$t := 10.70 \text{ mm}$$

**Para el Patín:**

$$\lambda_{ps} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 8.641$$

$$\lambda_p := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 10.946$$

$$\lambda_r := 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 28.805$$

$$\lambda := \frac{s-g}{2 \cdot t} = 6.678$$

El patín es SÍSMICAMENTE COMPACTA

**Para el Alma:**

$$\lambda_{ps} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 70.572$$

$$\lambda_p := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 108.306$$

$$\lambda_r := 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 164.187$$

$$\lambda := \frac{h-2 \cdot t}{g} = 39.239$$

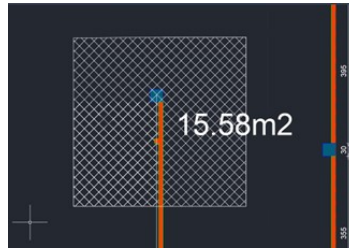
El alma es SÍSMICAMENTE COMPACTA

## Pre-dimensionamiento de Columnas

Se realiza el pre-dimensionamiento de la columna más esforzada del edificio que corresponde a la del primer piso.

$$U = 0.934 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$U_f := 1.1 \cdot U = 1.027 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$



$$A_{trib} := 15.58 \cdot \text{m}^2$$

$$Pisos := 2$$

$$P_u := U_f \cdot A_{trib} \cdot Pisos = 32.012 \text{ tonnef}$$

Se asumen un valor de  $KL/r = 50$

Se calcula el valor del esfuerzo critico ( $F_{cr}$ )

$$F_y := 36 \text{ ksi}$$

$$4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 135.669$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{(50)^2} = (8.29 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y = (2.227 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \phi := 0.9$$

$$\phi \cdot F_{cr} = (2.005 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{req} := \frac{P_u}{\phi \cdot F_{cr}} = 15.968 \text{ cm}^2$$

Requerido

$$A_{req} = 2.475 \text{ in}^2$$

Se selecciona el perfil 150x150x4

Designaciones	Área	Peso	Propiedades Estáticas			
			Eje x-x = y-y			
			Momento de inercia	Módulo de resistencia	Radio de giro	
B	e	A	P	I	W	i
mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
150	3,00	17,41	13,67	622,76	83,03	5,98
	4,00	22,95	18,01	807,92	107,72	5,93
	5,00	28,36	22,26	982,37	130,98	5,89
	6,00	33,63	26,40	1146,43	152,86	5,84

Comprobación del perfil seleccionado:

Propiedades del perfil:  $A := 22.95 \text{ cm}^2$   $I_y := 807.92 \text{ cm}^4$   $r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 5.933 \text{ cm}$

Altura de entrepiso:  $L := 3.55 \text{ m}$   $K := 1$  Asumido

$$\frac{K \cdot L}{r_y} = 59.832$$

$$4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 135.669$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r_y}\right)^2} = (5.79 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y = (2.108 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \phi := 0.9$$

$$\phi \cdot F_{cr} = (1.897 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_u = 32.012 \text{ tonnef}$$

$$\phi P_n := \phi \cdot F_{cr} \cdot A = 43.537 \text{ tonnef}$$

$$P_n > P_u \quad \text{Cumple}$$

# Modelación de la estructura en software estructural usando Etabs

## Definición de materiales y secciones

### Material de Viga y Columna

Como se estableció anteriormente el acero que utilizaremos es A36.

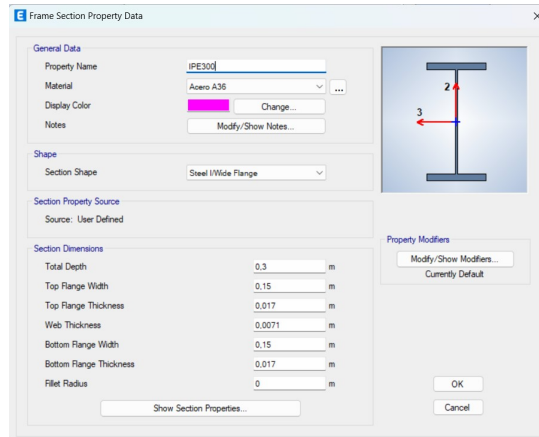
The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for 'Acero A36'. The 'General Data' section includes: Material Name (Acero A36), Material Type (Steel), Directional Symmetry Type (Isotropic), Material Display Color (Yellow), and Material Notes (Modify/Show Notes...). The 'Material Weight and Mass' section has 'Specify Weight Density' selected, with Weight per Unit Volume (7,849 tonf/m³) and Mass per Unit Volume (0,80038 tonf-s²/m⁴). The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity, E (21000000 tonf/m²), Poisson's Ratio, U (0,3), Coefficient of Thermal Expansion, A (0,000117 1/C), and Shear Modulus, G (8076923,08 tonf/m²). The 'Design Property Data' section has a 'Modify/Show Material Property Design Data...' button. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

### Material de Losa

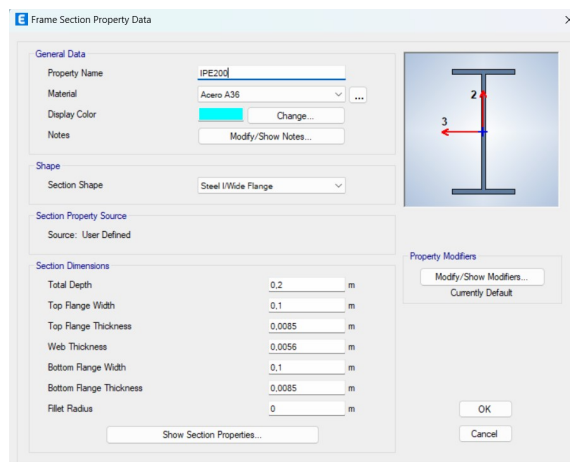
Para lo losa se utiliza plancha de acero

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for 'Acero A653 Gr90'. The 'General Data' section includes: Material Name (Acero A653 Gr90), Material Type (Rebar), Directional Symmetry Type (Uniaxial), Material Display Color (Blue), and Material Notes (Modify/Show Notes...). The 'Material Weight and Mass' section has 'Specify Weight Density' selected, with Weight per Unit Volume (7,849 tonf/m³) and Mass per Unit Volume (0,80038 tonf-s²/m⁴). The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity, E (21000000 tonf/m²) and Coefficient of Thermal Expansion, A (0,000117 1/C). The 'Design Property Data' section has a 'Modify/Show Material Property Design Data...' button. The 'Advanced Material Property Data' section has buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

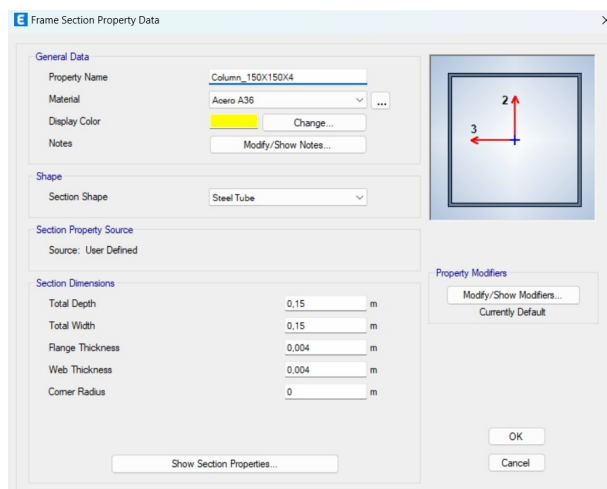
## Sección de la Viga Principal



## Sección de la Viga Secundaria



## Sección de la Columna para planta alta y baja



## Sección de la Losa colaborante

Deck Property Data

General Data

Property Name: Placa\_Colaborante

Type: Filled

Slab Material: Hormigon\_Fc210

Deck Material: Acero A653 Gr90

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

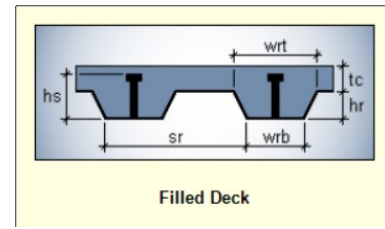
Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

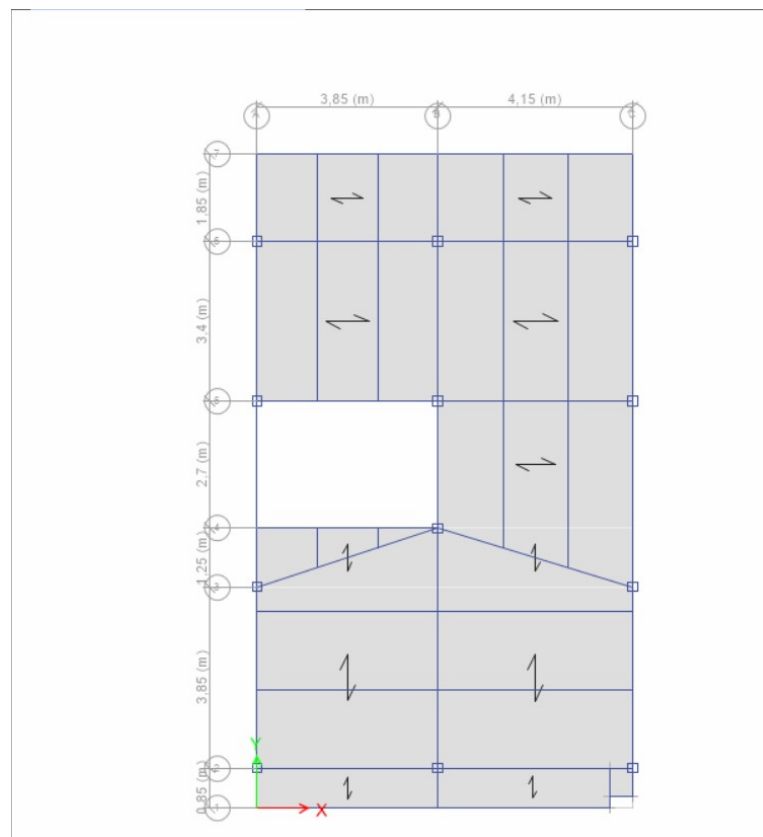
Slab Depth, tc	0,05	m
Rib Depth, hr	0,055	m
Rib Width Top, wrt	0,175	m
Rib Width Bottom, wrb	0,125	m
Rib Spacing, sr	0,3	m
Deck Shear Thickness	0,001	m
Deck Unit Weight	0,011	tonf/m <sup>2</sup>
Shear Stud Diameter	0,019	m
Shear Stud Height, hs	0,15	m
Shear Stud Tensile Strength, Fu	40788,65	tonf/m <sup>2</sup>

OK Cancel

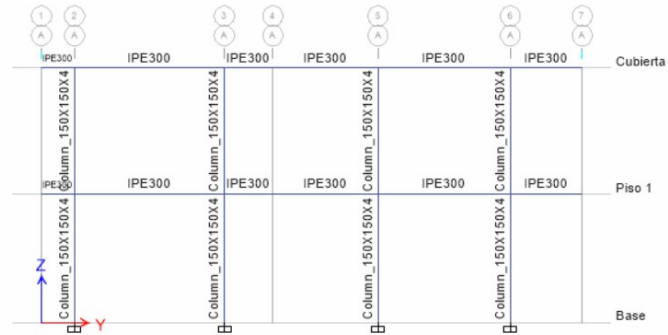


## Modelado de columnas, vigas y el sistema de piso

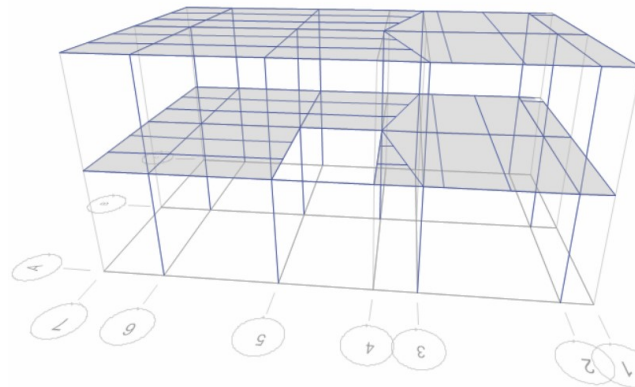
### Vista en planta



## Vista en perfil

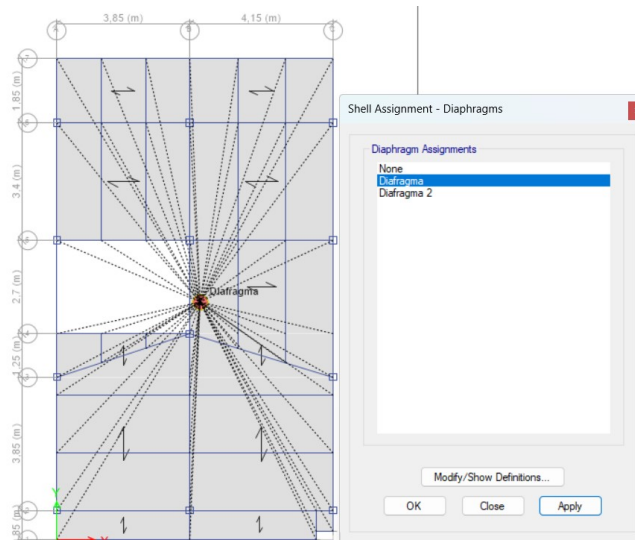
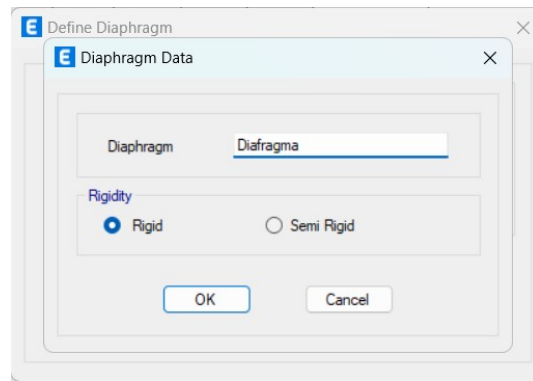


## Vista en 3D



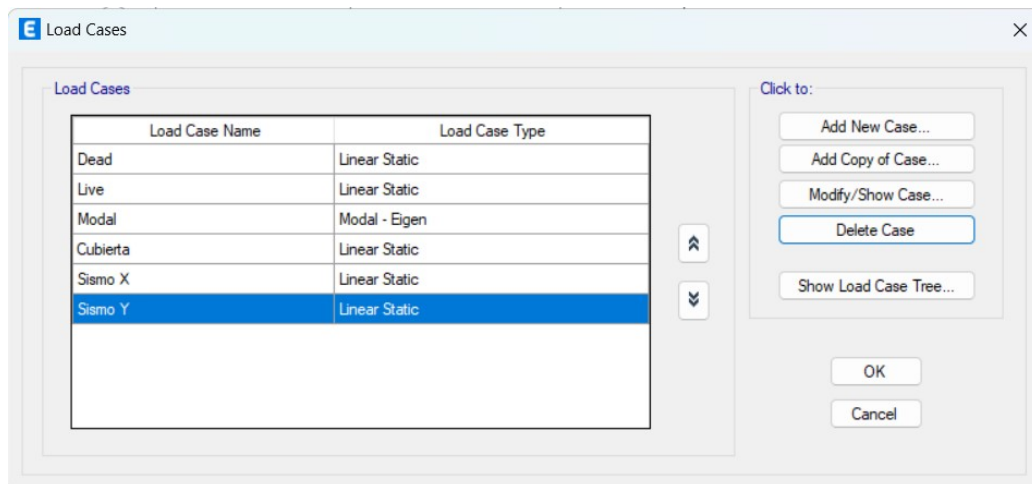


## Asignación de diafragmas rígidos de cada piso



## Definición de los estados de carga gravitacional y carga sísmica

### Estados de carga gravitacional



## Definición de la carga sísmica según la NEC- 15

Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir  Y Dir

X Dir + Eccentricity  Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity  Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

**Factors**

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

**Story Range**

Top Story

Bottom Story

Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir  Y Dir

X Dir + Eccentricity  Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity  Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)

Overwrite Eccentricities

**Factors**

Base Shear Coefficient, C

Building Height Exp., K

**Story Range**

Top Story

Bottom Story

## Definición de las combinaciones de carga según NEC-15

### Ejemplo de definición de una combinación de carga

Load Combination Data

**General Data**

Load Combination Name

Combination Type

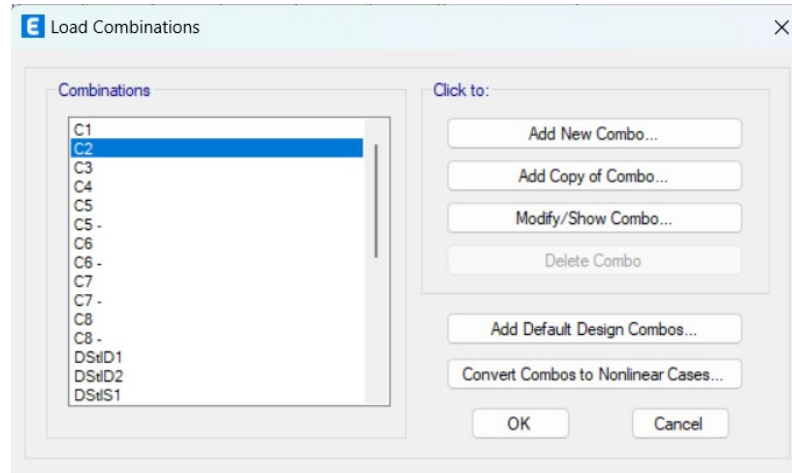
Notes

Auto Combination

**Define Combination of Load Case/Combo Results**

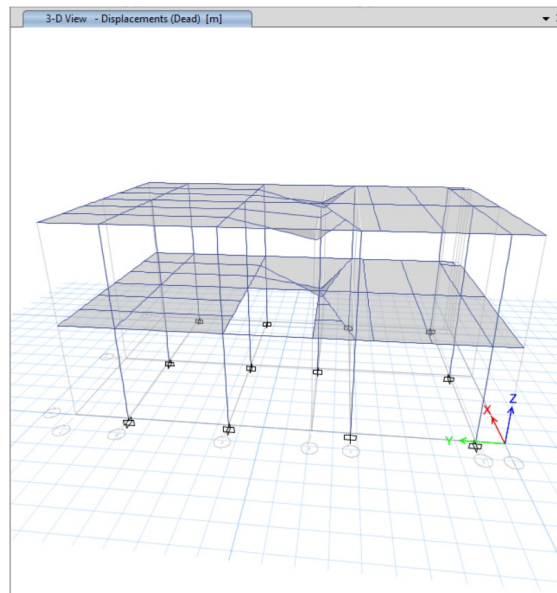
Load Name	Scale Factor
Dead	1.2
Live	1.6

## Todas las combinaciones según la NEC -15



## Análisis estructural

Se procede primaremente a realizar el correr el programa para posteriormente realizar el análisis de cada elemento de la estructura.



Realizaremos un analisis de las deflexiones de las vigas principales y secundarias más demandadas. Se muestran los diagramas de cortante, momentos flectores y de deflexiones de las vigas.

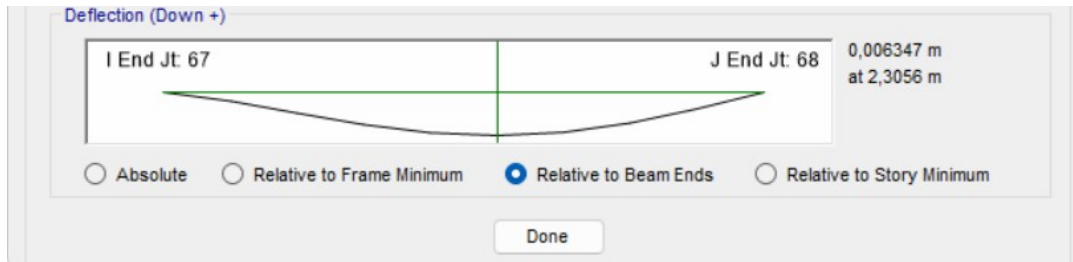
**Tabla 24.2.2 — Deflexión máxima admisible calculada**

Miembro	Condición		Deflexión considerada	Límite de deflexión
Cubiertas planas	Que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes		Deflexión inmediata debida a $L_r$ , $S$ y $R$	$l/180^{[1]}$
Entrepisos			Deflexión inmediata debida a $L$	$l/360$
Cubiertas o entrepisos	Soporten o están ligados a elementos no estructurales	Susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) <sup>[2]</sup>	$l/480^{[3]}$
		No susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240^{[4]}$

La deflexion maxima permisible sera de  $L/240$  para entrepisos y con la condicion de Carga Permanente

mas Carga Viva, segun la Tabla 24.2.2 del capitulo 24 del ACI 318S-14

### Verificamos deflexion maxima IPE 200



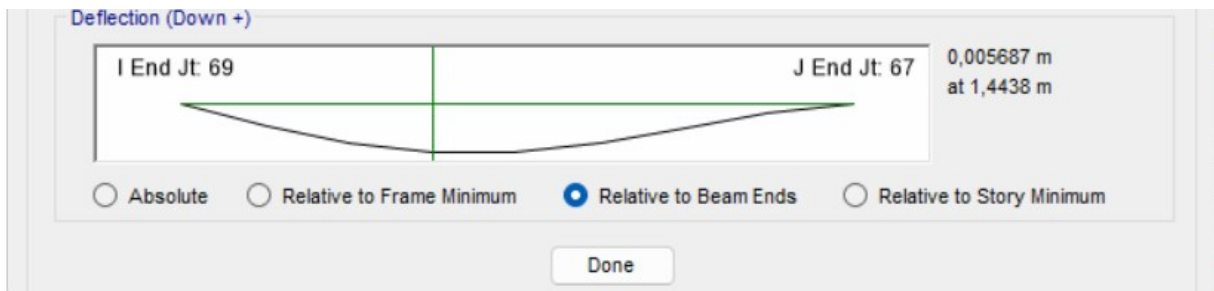
$$\Delta_{real} := 6.34 \cdot mm$$

$$L := 4.15 \cdot m$$

$$\Delta_{perm} := \frac{L}{240} = 17.292 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} > \Delta_{real} \quad \text{Si cumple la deflexión}$$

### Verificamos deflexion maxima IPE 180



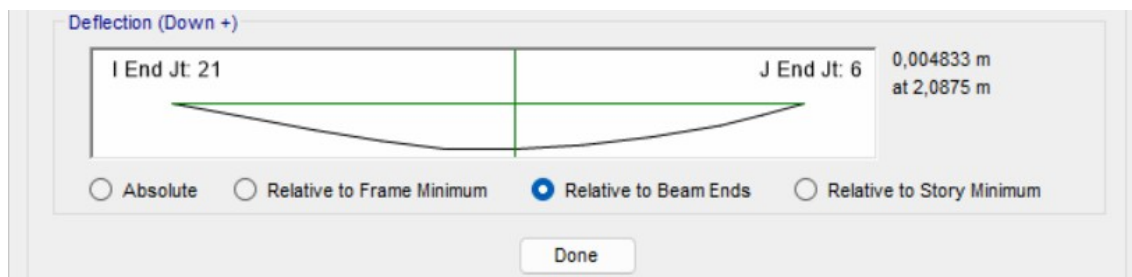
$$\Delta_{real} := 5.68 \cdot mm$$

$$L2 = 3.85 \text{ m}$$

$$\Delta_{perm} := \frac{L2}{240} = 16.042 \text{ mm}$$

$$\Delta_{perm} > \Delta_{real} \quad \text{Si cumple la deflexión}$$

## Verificar la deflexión máxima IPE 300



$$\Delta_{real} := 4.83 \cdot mm$$

$$ln := 5.10 \cdot m$$

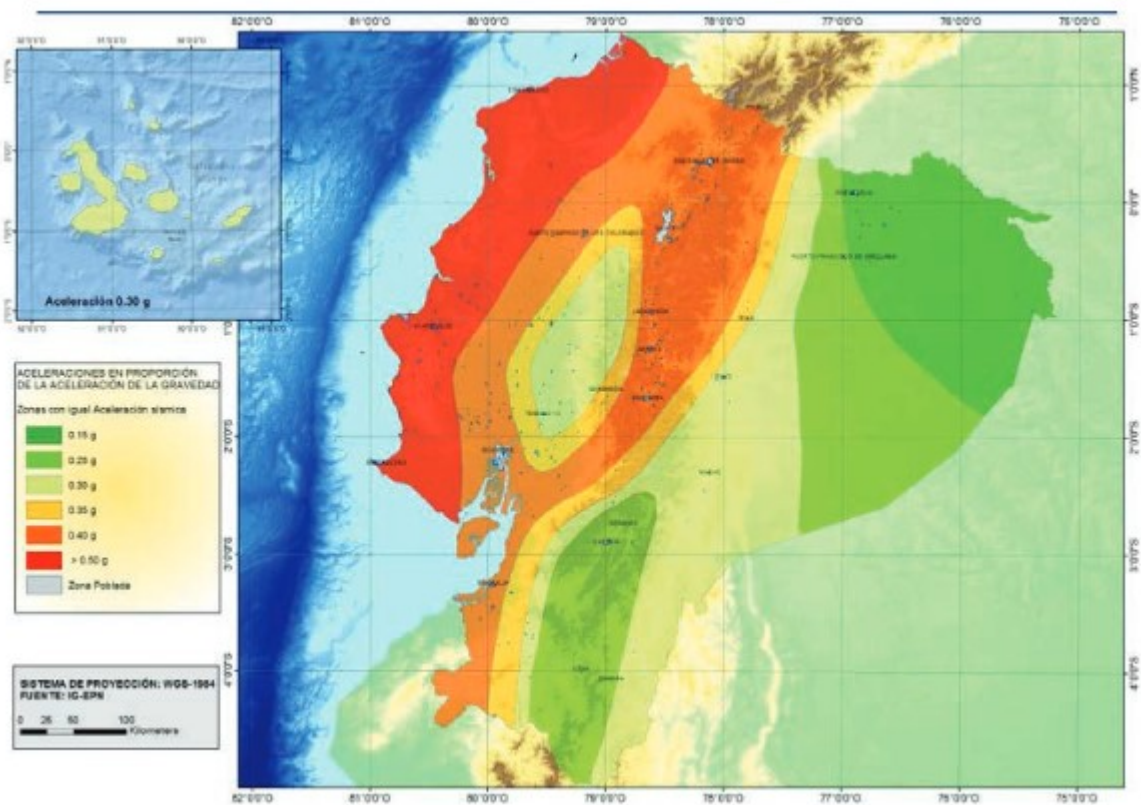
$$\Delta_{perm} := \frac{ln}{240} = 2.125 \text{ cm}$$

$$\Delta_{perm} > \Delta_{real} \quad \text{Si cumple la deflexión máxima}$$

## Análisis lineal estático

### Definición del espectro de diseño elástico e inelástico según NEC -15

Para definir el espectro de respuesta elástico e inelástico se tomará en cuenta que la estructura será construida en la ciudad de Machala, y que el tipo de suelo es "C". Nos basamos en la norma NEC-SE-DS



El proyecto está ubicado en la ciudad de Machala por lo tanto el factor de importancia sísmica Factor Z: 0.4

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

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Alta

Factor Fa: 1.2

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 3: Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_a$

Factor Fd: 1.11

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 4 : Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$

Factor Fs: 1.11

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					

Tabla 5 : Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F<sub>s</sub>

Definimos el factor n, para la costa es de:

$$n := 1.8$$

Coefficiente de Importancia: 1.0

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

Coefficiente de reducción: 8

Ya que trabajamos con pórticos especiales sismo resistentes

Sistemas Estructurales Dúctiles		R
<b>Sistemas Duales</b>		
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).		8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.		8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).		8

### Resumen de datos encontrados:

$$F_a := 1.2$$

$$R := 8$$

$$F_d := 1.11$$

$$n := 1.8$$

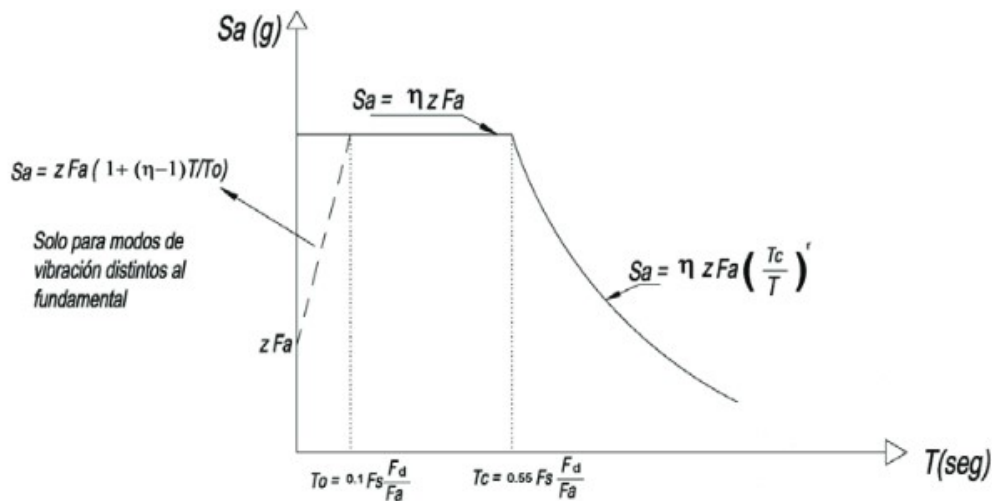
$$F_s := 1.11$$

$$r := 1$$

$$I := 1$$

$$Z := 0.4$$

### Periodos de vibración:

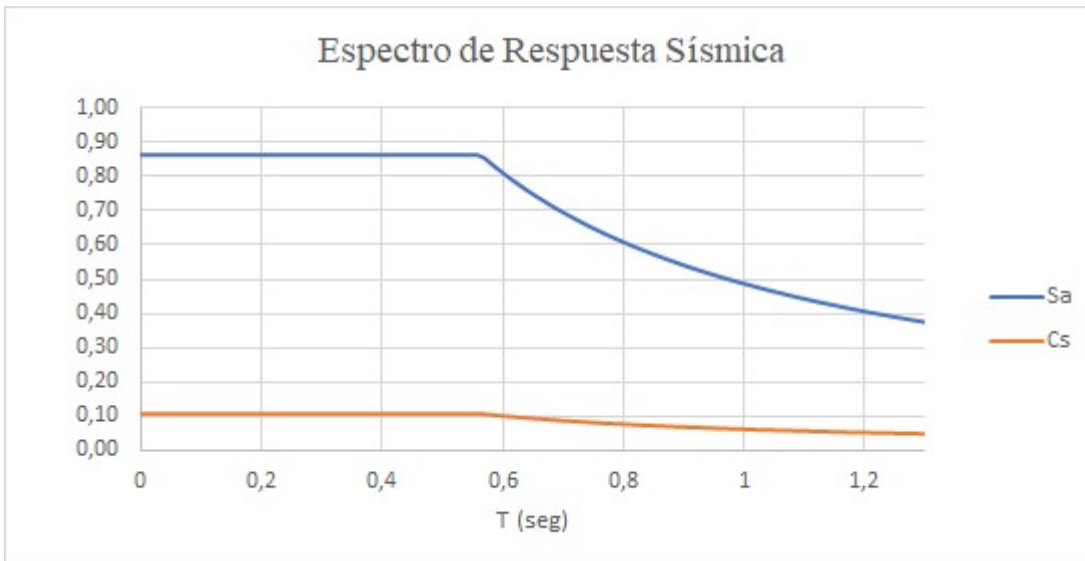


$$T_0 := 0.1 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 0.103$$

$$T_c := 0.55 \cdot F_s \cdot \frac{F_d}{F_a} = 0.565$$



## Representación del diseño elástico e inelástico



## Estimación del peso sísmico "W"

La NEC-SE-DS en la sección 6.1.7 establece que la carga sísmica reactiva  $W$  debe ser igual al peso propio de la estructura.

El peso sísmico real de la estructura, se obtiene directamente del programa ETABS.

	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-mm	MY tonf-mm	MZ tonf-mm
▶	Dead	LinStatic			0	0	92,1066	650109,62	-376450,67	0
	Live	LinStatic			0	0	19,8388	141831,56	-82369,16	0

Sería el peso en el nivel 1. El cual es de 92.10 ton

$$W := 92.10 \text{ tonnef}$$

## Influencia de las irregularidades en planta y elevación de la estructura

Para calcular el coeficiente de irregularidad en planta y elevación, se revisa la Tabla 13 y Tabla 14 de la NEC-SE-DS y se analiza cada caso con las condiciones de la estructura. En la condición de Tipo 1 en ambos casos se supondrá un valor de 1 para un inicio de análisis y luego se verificará con ETABS.


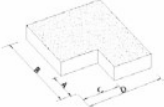
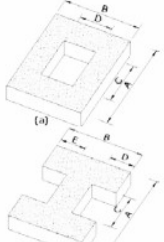

<p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b>  <math>\phi_{\tau}=0.9</math>  <math>\Delta &gt; 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}</math></p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente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

Tabla 13: Coeficientes de irregularidad en planta

Irregularidades en Planta		
Tipo 1	1	Verificar en ETABS
Tipo 2	1	
Tipo 3	1	
Tipo 4	1	

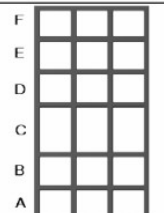
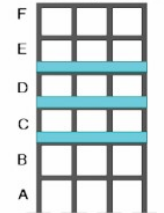
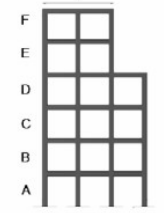
<p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b>  <math>\phi_{\tau}=0.9</math>            Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_0</math>  <math>Rigidez &lt; 0.80 \frac{(K_{D1} + K_{E1} + K_{F1})}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Distribución de masa</b>  <math>\phi_{\tau}=0.9</math>  <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math> ó  <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b>  <math>\phi_{\tau}=0.9</math>  <math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

Tabla 14 : Coeficientes de irregularidad en elevación

Irregularidades en Elevación		
Tipo 1	1	Verificar en ETABS
Tipo 2	1	No aplica por tener solo 2 pisos
Tipo 3	1	

$\Phi_p := 1$  Coeficiente de irregularidad en planta

$\Phi_e := 1$       Coeficiente de irregularidad en elevación

### Estimación del periodo fundamental de la estructura

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

Se considera que el edificio es no arriostrado por lo tanto:

$$C_t := 0.072$$

$$\alpha := 0.8$$

$$h_n := 6.55$$

Dónde:

$C_t$       Coeficiente que depende del tipo de edificio

$h_n$       Altura máxima de la edificación de  $n$  pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

$T$       Periodo de vibración

$$T := C_t \cdot h_n^\alpha = 0.324 \quad \text{Periodo aproximado}$$

$$T_2 := 1.3 \cdot T = 0.421$$

### Coeficiente de vibración

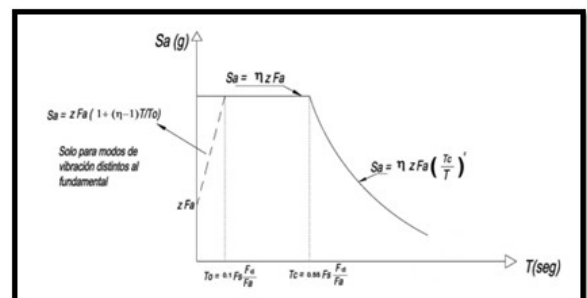
$$S_{a_1} := n \cdot F_a \cdot Z = 0.864$$

$$S_{a_2} := n \cdot Z \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_c}{T}\right)^r = 1.507$$

$$T_c = 0.565$$

$$S_a := S_{a_1}$$

$$C_s := \frac{S_a \cdot I}{R \cdot \Phi_p \cdot \Phi_e} = 0.108$$



## Cálculo del cortante basal de diseño

La NEC-SE-DS sección 6.3.2 establece que el cortante basal de diseño se calcula con la siguiente expresión:

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \Phi_P \Phi_E} W$$

Dónde

$S_a(T_a)$  Espectro de diseño en aceleración; véase en la sección [3.3.2]

$\Phi_P$  y  $\Phi_E$  Coeficientes de configuración en planta y elevación; véase en la sección [5.3]

$I$  Coeficiente de importancia; se determina en la sección [4.1]

$R$  Factor de reducción de resistencia sísmica; véase en la sección [6.3.4]

$V$  Cortante basal total de diseño

$W$  Carga sísmica reactiva; véase en la sección [6.1.7]

$T_a$  Período de vibración; véase en la sección [6.3.3]

$$V := \frac{I \cdot S_a}{R \cdot \Phi_e \cdot \Phi_p} \cdot W = 9.947 \text{ tonnef}$$

## Chequeo de las derivas de entrepiso elásticas e inelásticas

$$\Delta_M = 0.75R\Delta_E$$

Dónde:

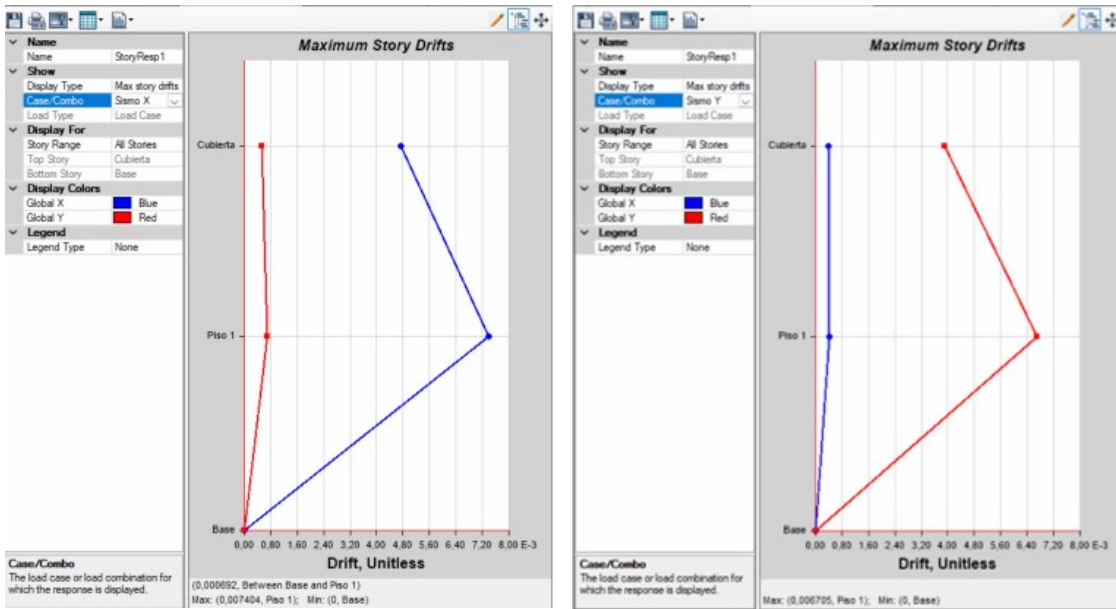
$\Delta_M$  Deriva máxima inelástica

$\Delta_E$  Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas

$R$  Factor de reducción de resistencia (véase la sección 6.3.4)

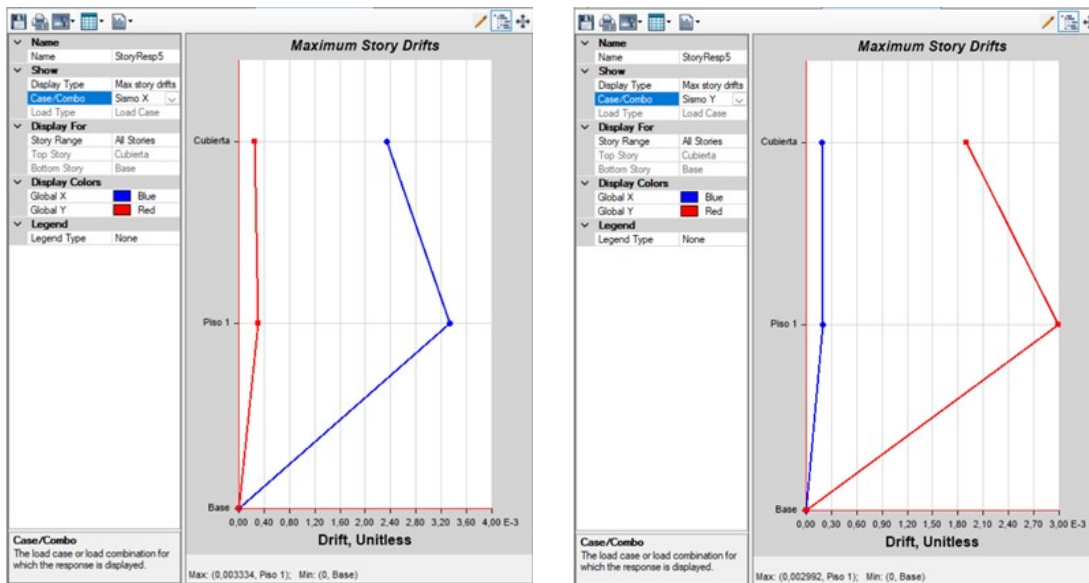
La NEC también establece las derivas máximas permitidas. Para nuestro caso es una estructura de acero estructural por lo tanto las deformaciones máximas son de 0.02

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



Deriva			
Sismo	Elastica	Inelastica	$\Delta < 0.02$
X	0,007404	0,0444	No
Y	0,006705	0,0402	No

Al verificar si las derivas maximas cumplen con los limites de las deriva permisible estipulada en NEC-SEDS, podemos determinar que se necesita aumentar la rigidez de la estructura por lo tanto se opta aumentar el perfil de las columnas.



Deriva			
Sismo	Elastica	Inelastica	$\Delta < 0.02$
X	0,003334	0,0200	Si
Y	0,003002	0,0180	Si

Con el cambio de la nueva sección, se corrobora que el perfil seleccionado cumple con la deriva permisible.

Diseño de la losa colaborante Steel Deck

A continuación se muestra los datos obtenidos del catálogo de novacero y de los valores obtenidos en el predimensionamiento de la losa colaborante

Datos de la sección simple

$$e := 0.76 \text{ mm}$$

$$anchoutil := 975 \text{ mm}$$

$$S_{neg} := 12.81 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

$$A_s := 9.03 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

TIPOS DE NOVALOSA

NOVALOSA 55

NORMAS TÉCNICAS:

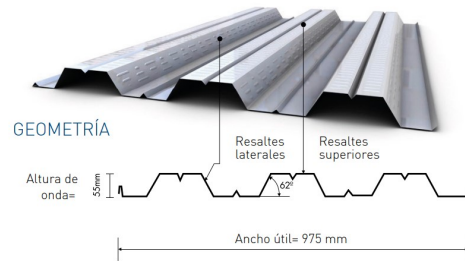
NTE INEN 2397  
ASTM A653  
ANSI/ASCE 3-91

LONGITUDES:

4, 5 y 6 metros en stock  
Otras longitudes bajo pedido

RECUBRIMIENTO:

Galvanizado G90



Propiedades de la Sección Simple Novalosa 55 mm

Espesor Novalosa (mm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Ie+ (cm <sup>4</sup> /m)	Se+ (cm <sup>3</sup> /m)	Se- (cm <sup>3</sup> /m)	As (cm <sup>2</sup> /m)
0,76	7,47	36,89	11,46	12,81	9,03

$$elosa := 5 \text{ cm}$$

$$I_{pos} := 36.89 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}}$$

$$S_{pos} := 11.46 \frac{\text{cm}^3}{\text{m}}$$

Propiedades de la sección compuesta

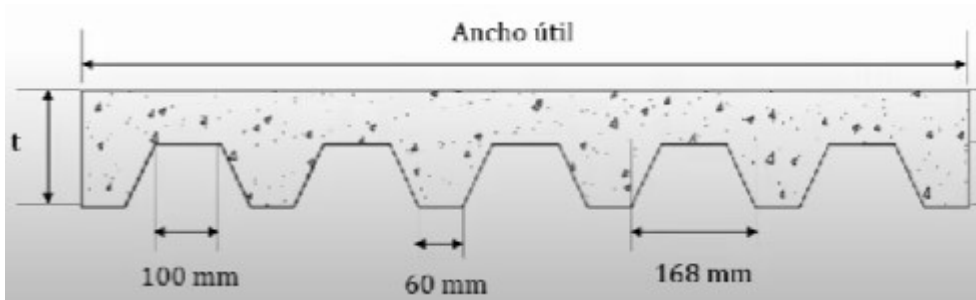
$$I_d := 593.57 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}}$$

$$M_{no} := 0.95 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 55 mm

Espesor Novalosa (mm)	Espesor losa {a} (cm)	Volumen homigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	Peso hormigón (kg/m <sup>2</sup> )	I <sub>d</sub> {b} (cm <sup>4</sup> /m)	ΦsM <sub>no</sub> {c} (Ton.m)
0,76	5	0,07491	179,8	593,57	0,950
	6	0,08491	203,8	773,98	1,109
	8	0,10491	251,8	1238,75	1,442
	10	0,12491	299,8	1861,98	1,789

## Sección típica de placa colaborante



## Verificación de la placa colaborante

$$L_{max} := 1.67 \text{ m}$$

$$U = 933.936 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

De acuerdo al catálogo nuestra carga viva no factorada es de 1714 m kg/m<sup>2</sup>.

$$U < 1714 \text{ kg/m}^2$$

Carga Viva no Factorada Noalosa 55 mm {e} (kg/m <sup>2</sup> )														
Espesor placa colaborante (mm)	Espesor losa {a} (cm)	Separación entre apoyos (m)												
		1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,76	5	1714	1325	1047	841	684	562	465	387	323	270	226	188	156
	6	2007	1552	1227	987	804	662	549	457	383	321	269	225	188
	8	2622	2031	1608	1295	1057	872	725	607	510	429	362	305	256
	10	3264	2530	2006	1618	1322	1093	910	763	643	543	460	389	329

## Determinación de deflexión permisible en la losa colaborante

$$b := 1 \text{ m} \quad E = (2.1 \cdot 10^7) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad CM_{total} = 0.506 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$I_{pos} = 36.89 \frac{\text{cm}^4}{\text{m}}$$

## Deformaciones admisibles

$$\Delta_{adm} := \frac{L_{max}}{180} = 0.928 \text{ cm}$$

$$\Delta := \frac{0.0069 \cdot CM_{total} \cdot L_{max}^4}{E \cdot I_{pos}} = 0.351 \text{ cm}$$

Por lo tanto si cumple  $\Delta_{adm} > \Delta$

# DISEÑO A FLEXIÓN Y CORTANTE DE LAS VIGAS

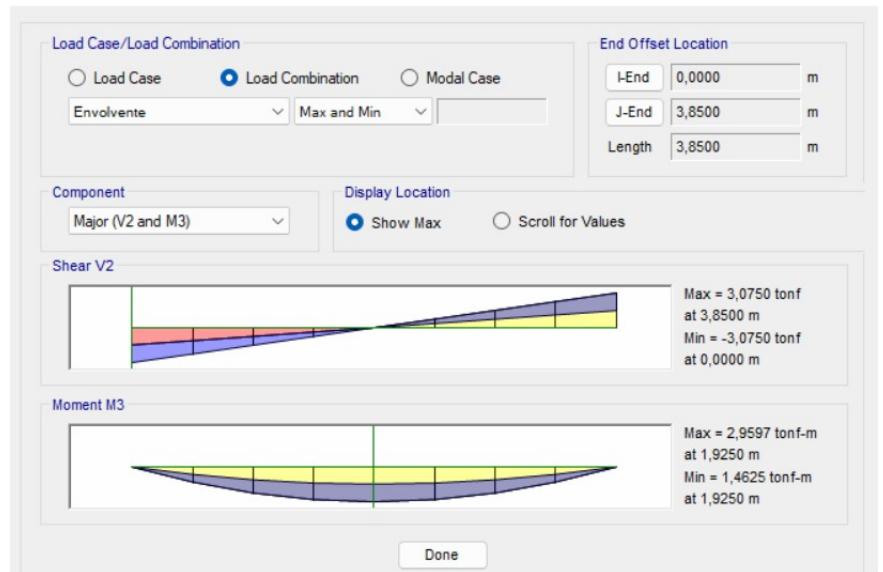
## VIGAS SECUNDARIAS

### VIGA IPE 180

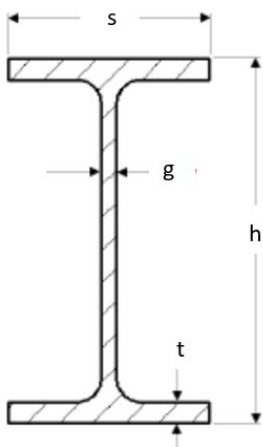
$$l := 3.85 \text{ m}$$

$$M_u := 2.96 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_u := 3.075 \cdot \text{tonnef}$$



### Propiedades:



#### Dimensiones

$$h := 180 \text{ mm}$$

$$g := 5.3 \text{ mm}$$

$$t := 8 \text{ mm}$$

$$s := 91 \text{ mm}$$

#### Propiedades

$$A_g := 23.90 \text{ cm}^2$$

$$I_x := 1320 \text{ cm}^4$$

$$I_y := 101 \text{ cm}^4$$

$$S_x := 146 \text{ cm}^3$$

$$S_y := 22.2 \text{ cm}^3$$

$$R_x := 7.42 \text{ cm}$$

$$Z_x := 166 \text{ cm}^3$$

$$R_y := 2.05 \text{ cm}$$

$$Z_y := 34.60 \text{ cm}^3$$

Designación	Dimensiones							Área	Peso	Propiedades Elásticas						Módulo Plástico	Cons Tors	
	Altura		Ala		Distancias					Eje y-y			Eje x-x					
	h	s	b	t	r1	r2	d			Ix	Sx	Rx	Iy	Sy	Ry			Zx
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/mt	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	
IPE 80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
IPE 100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
IPE 120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
IPE 140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
IPE 160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
IPE 180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,80	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
IPE 200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
IPE 220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
IPE 240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
IPE 270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	11,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90
IPE 300	300,00	7,10	150,00	10,70	15,00	278,60	248,60	53,80	42,20	8356,00	557,00	12,50	604,00	80,50	3,35	628,00	125,00	20,10
IPE 330	330,00	7,50	160,00	11,50	18,00	307,00	271,00	62,60	49,10	11770,00	713,00	13,70	788,00	98,50	3,55	804,00	154,00	28,10
IPE 360	360,00	8,00	170,00	12,70	18,00	334,60	298,60	72,70	57,10	16270,00	904,00	15,00	1043,00	123,00	3,79	1019,00	191,00	37,30

### Condiciones a cumplir:

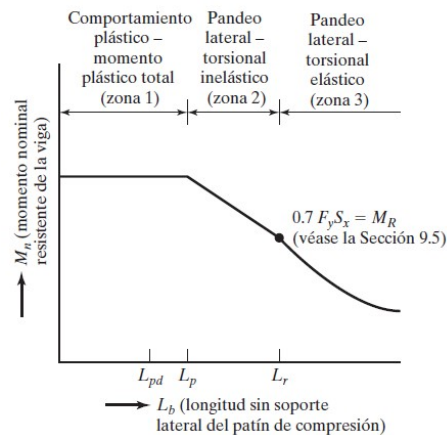
- Alas Compactas (OK)
- Alma Compacta (OK)
- Deflexión (OK)

## DISEÑO A FLEXIÓN



## Límites de Longitud No Arriostrada

Lo siguiente es determinar los límites de longitud no arriostrado para determinar en que zona está y cual será su comportamiento según la sección F1.1 del manual AISC.



$$f_y := 36 \text{ ksi}$$

$$f_u := 50 \text{ ksi}$$

$$E := 29000 \text{ ksi}$$

$$L_p := 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.024 \text{ m}$$

$$h_o := h - t = 172 \text{ mm}$$

$$h_1 := h - 2 \cdot t = 164 \text{ mm}$$

$$c := 1$$

Para perfiles con doble simetría

$$J := \frac{(h_1 \cdot g^3 + s \cdot t^3 + s \cdot t^3)}{3} = 3.92 \text{ cm}^4$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_o}{2 \cdot S_x}} = 2.439 \text{ cm}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}} = 3.592 \text{ m}$$

Longitud No Soportada:

$$L_b := l = 3.85 \text{ m}$$

$$L_p = 1.024 \text{ m}$$

$$L_r = 3.592 \text{ m}$$

$$L_b = 3.85 \text{ m}$$

Según los límites de Longitud No Arriostrada la viga estaría en la sección 3 donde tendría un comportamiento Elástico y se Pandeará de forma lateral y torsional. Debido a que la viga secundaria esta conectada a la losa de compresión de la Steel Deck este tendrá un comportamiento de fluencia. Por lo que el momento nominal será el total que el perfil puede alcanzar.

### Zona 1: Fluencia

$$\phi := 0.9$$

$$M_p := Z_x \cdot f_y = 4.202 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n := \phi \cdot M_p = 3.781 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi Mn > Mu = 1$$

La Viga IPE 180 soporta cargas impuestas y cumple el diseño por flexión.

## DISEÑO A CORTANTE

Para calcular la resistencia al cortante se usa la ecuación G2-1 del AISC donde dependiendo del valor de  $h/tw$  los valores de la constante variará. Para elementos I si  $h/tw$  es menor que la ecuación de la AISC, los valores de la constante es  $C_v=1$ .

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v \quad (\text{Ecuación G2-1 del AISC})$$

$$\frac{h}{t} = 22.5 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 63.576$$

$$\frac{h}{t} < 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 1$$

Como  $h/t$  es menor entonces:

$$C_v := 1 \quad \phi_v := 1 \quad \text{Para LRFD}$$

$$\text{Área del alma: } A_w := g \cdot h = 1.479 \text{ in}^2$$

$$V_n := 0.6 \cdot fy \cdot A_w \cdot C_v = 14.488 \text{ tonnef}$$

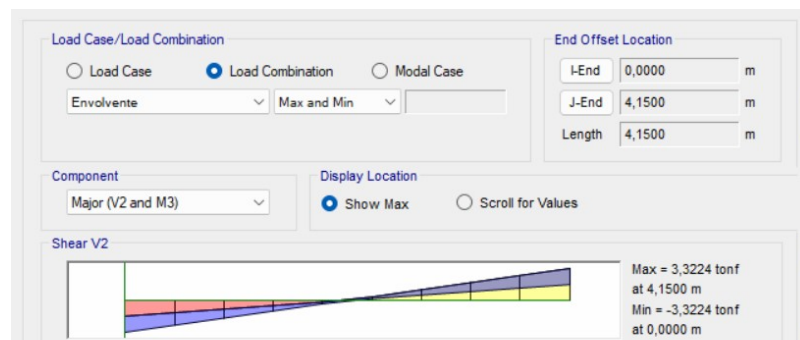
$$V_u = 3.075 \text{ tonnef}$$

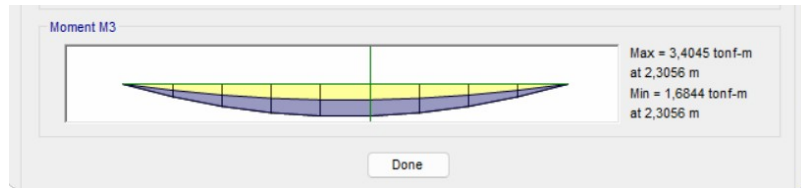
## VIGA IPE 200

$$l := 4.15 \text{ m}$$

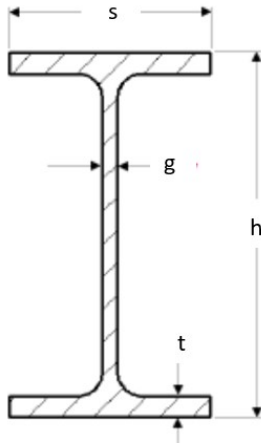
$$Mu := 3.40 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Vu := 3.3224 \cdot \text{tonnef}$$





## Propiedades:



### Dimensiones

$$h := 200 \text{ mm}$$

$$g := 5.60 \text{ mm}$$

$$t := 8.5 \text{ mm}$$

$$s := 100 \text{ mm}$$

### Propiedades

$$A_g := 28.50 \text{ cm}^2$$

$$I_x := 1940 \text{ cm}^4$$

$$I_y := 142 \text{ cm}^4$$

$$S_x := 194 \text{ cm}^3$$

$$S_y := 28.5 \text{ cm}^3$$

$$R_x := 8.26 \text{ cm}$$

$$Z_x := 221 \text{ cm}^3$$

$$R_y := 2.24 \text{ cm}$$

$$Z_y := 44.60 \text{ cm}^3$$

Designación	Dimensiones							Área	Peso	Propiedades Elásticas						Módulo Plástico		Cons Tors
	Altura		Ala		Distancias					Eje y-y			Eje x-x			Zx	Zy	
	h	s	b	t	r1	r2	d			Ix	Sx	rx	Iy	Sy	ry			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/mt	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
IPE 80	80,00	3,80	46,00	5,20	5,00	69,60	59,60	7,64	6,00	80,10	20,00	3,24	8,50	3,70	1,05	23,20	5,80	0,70
IPE 100	100,00	4,10	55,00	5,70	7,00	88,60	74,60	10,30	8,10	171,00	34,20	4,07	15,90	5,80	1,24	39,40	9,10	1,20
IPE 120	120,00	4,40	64,00	6,30	7,00	107,40	93,40	13,20	10,40	318,00	53,00	4,90	27,70	8,60	1,45	60,70	13,60	1,74
IPE 140	140,00	4,70	73,00	6,90	7,00	126,20	112,20	16,40	12,90	541,00	77,30	5,74	44,90	12,30	1,65	88,30	19,20	2,45
IPE 160	160,00	5,00	82,00	7,40	9,00	145,20	127,20	20,10	15,80	869,00	109,00	6,58	68,30	16,70	1,84	124,00	26,10	3,60
IPE 180	180,00	5,30	91,00	8,00	9,00	164,00	146,00	23,90	18,80	1317,00	146,00	7,42	101,00	22,20	2,05	166,00	34,60	4,79
IPE 200	200,00	5,60	100,00	8,50	12,00	183,00	159,00	28,50	22,40	1943,00	194,00	8,26	142,00	28,50	2,24	221,00	44,60	6,98
IPE 220	220,00	5,90	110,00	9,20	12,00	201,60	177,60	33,40	26,20	2772,00	252,00	9,11	205,00	37,30	2,48	285,00	58,10	9,07
IPE 240	240,00	6,20	120,00	9,80	15,00	220,40	190,40	39,10	30,70	3892,00	324,00	9,97	284,00	47,30	2,69	367,00	73,90	12,90
IPE 270	270,00	6,60	135,00	10,20	15,00	249,60	219,60	45,90	36,10	5790,00	429,00	11,20	420,00	62,20	3,02	484,00	97,00	15,90
IPE 300	300,00	7,10	150,00	10,70	15,00	278,60	248,60	53,80	42,20	8356,00	557,00	12,50	604,00	80,50	3,35	628,00	125,00	20,10
IPE 330	330,00	7,50	160,00	11,50	18,00	307,00	271,00	62,60	49,10	11770,00	713,00	13,70	788,00	98,50	3,55	804,00	154,00	28,10
IPE 360	360,00	8,00	170,00	12,70	18,00	334,60	298,60	72,70	57,10	16270,00	904,00	15,00	1043,00	123,00	3,79	1019,00	191,00	37,30

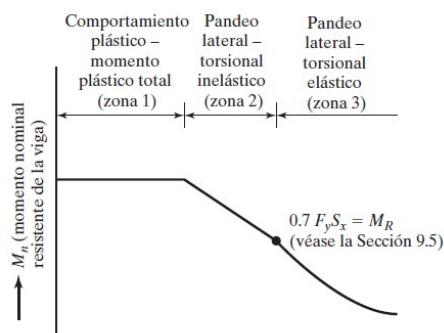
## Condiciones a cumplir:

- Alas Compactas (OK)
- Alma Compacta (OK)
- Deflexión (OK)

## DISEÑO A FLEXIÓN

### Límites de Longitud No Arriostrada

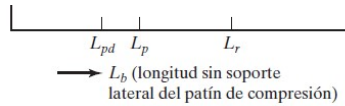
Lo siguiente es determinar los límites de longitud no arriostrada para determinar en que zona está y cual será su comportamiento según la sección F1.1 del manual AISC.



$$f_y := 36 \text{ ksi}$$

$$f_u := 50 \text{ ksi}$$

$$E := 29000 \text{ ksi}$$



$$L_p := 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.119 \text{ m}$$

$$h_o := h - t = 191.5 \text{ mm}$$

$$h_1 := h - 2 \cdot t = 183 \text{ mm}$$

$$c := 1$$

Para perfiles con doble simetría

$$J := \frac{(h_1 \cdot g^3 + s \cdot t^3 + s \cdot t^3)}{3} = 5.165 \text{ cm}^4$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_o}{2 \cdot S_x}} = 2.647 \text{ cm}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}} = 3.778 \text{ m}$$

Longitud No Soportada:

$$L_b := l = 4.15 \text{ m}$$

$$L_p = 1.119 \text{ m}$$

$$L_r = 3.778 \text{ m}$$

$$L_b = 4.15 \text{ m}$$

Según los límites de Longitud No Arriostrado la viga estaría en la sección 3 donde tendría un comportamiento Elástico y se Pandeará de forma lateral y torsional. Debido a que la viga secundaria esta conectada a la losa de compresión de la Steel Deck este tendrá un comportamiento de fluencia. Por lo que el momento nominal será el total que el perfil puede alcanzar.

### Zona 1: Fluencia

$$\phi := 0.9$$

$$M_p := Z_x \cdot f_y = 5.594 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n := \phi \cdot M_p = 5.034 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n > M_u = 1$$

**La Viga IPE 200 soporta cargas impuestas y cumple el diseño por flexión.**

### DISEÑO A CORTANTE

Para calcular la resistencia al cortante se usa la ecuación G2-1 del AISC donde dependiendo del valor de  $h/t_w$  los valores de la constante variará. Para elementos I si  $h/t_w$  es menor que la ecuación de la AISC, los valores de la constante es  $C_v=1$ .

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v \quad (\text{Ecuación G2-1 del AISC})$$

$$\frac{h}{t} = 23.529 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 63.576$$

$$\frac{h}{t} < 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1$$

Como  $h/t$  es menor entonces:

$$C_v := 1 \quad \phi_v := 1 \quad \text{Para LRFD}$$

Área del alma:  $A_w := g \cdot h = 1.736 \text{ in}^2$

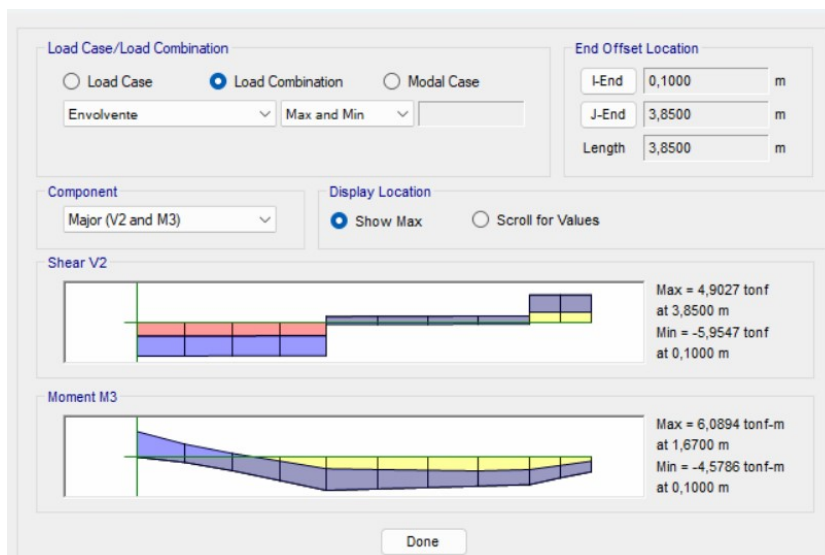
$$V_n := 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v = 17.009 \text{ tonnef}$$

$$V_u = 3.322 \text{ tonnef}$$

## VIGA PRINCIPAL

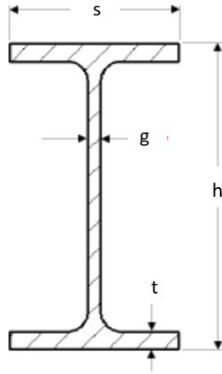
### VIGA IPE 300

$$M_u := 6.09 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$



Del pre-dimensionamiento se eligió una viga principal IPE 300.  
Propiedades:

Dimensiones  
 $h := 300 \text{ mm}$   
 $t := 10.70 \text{ mm}$   
 $s := 150 \text{ mm}$   
 $g := 7.10 \text{ mm}$



Propiedades

$A_g := 53.80 \text{ cm}^2$   
 $I_x := 8356 \text{ cm}^4$   
 $I_y := 604 \text{ cm}^4$   
 $R_x := 12.50 \text{ cm}$   
 $R_y := 3.35 \text{ cm}$

$S_x := 557 \text{ cm}^3$   
 $S_y := 80.50 \text{ cm}^3$   
 $Z_x := 628 \text{ cm}^3$   
 $Z_y := 125 \text{ cm}^3$

Designación	Dimensiones							Área	Peso	Propiedades Elásticas						Módulo Plástico		Cores Tors	
	Altura		Ala		Distancias					Eje y-y			Eje x-x			Zx	Zy	Jt	Jt
	h	s	b	t	r1	r2	d			ix	Sx	rx	ly	Sy	ry				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>		
IPE 80	80.00	3.80	46.00	5.20	5.00	69.60	59.60	7.64	6.00	80.10	20.00	3.24	8.50	3.70	1.05	23.20	5.80	0.70	
IPE 100	100.00	4.10	55.00	5.70	7.00	88.60	74.60	10.30	8.10	171.00	34.20	4.07	15.90	5.80	1.24	39.40	9.10	1.20	
IPE 120	120.00	4.40	64.00	6.30	7.00	107.40	93.40	13.20	10.40	318.00	53.00	4.90	27.70	8.60	1.45	60.70	13.60	1.74	
IPE 140	140.00	4.70	73.00	6.90	7.00	126.20	112.20	16.40	12.90	541.00	77.30	5.74	44.90	12.30	1.65	88.30	19.20	2.45	
IPE 160	160.00	5.00	82.00	7.40	9.00	145.20	127.20	20.10	15.80	869.00	109.00	6.58	68.30	16.70	1.84	124.00	26.10	3.60	
IPE 180	180.00	5.30	91.00	8.00	9.00	164.00	146.00	23.90	18.80	1317.00	146.00	7.42	101.00	22.20	2.05	166.00	34.60	4.79	
IPE 200	200.00	5.60	100.00	8.50	12.00	183.00	159.00	28.50	22.40	1943.00	194.00	8.26	142.00	28.50	2.24	221.00	44.60	6.96	
IPE 220	220.00	5.90	110.00	9.20	12.00	201.60	177.60	33.40	26.20	2772.00	252.00	9.11	205.00	37.30	2.48	285.00	58.10	9.07	
IPE 240	240.00	6.20	120.00	9.80	15.00	220.40	190.40	38.10	30.70	3892.00	324.00	9.97	284.00	47.30	2.69	367.00	73.90	12.90	
IPE 270	270.00	6.80	135.00	10.20	15.00	249.60	219.60	45.90	36.10	5790.00	429.00	11.20	420.00	62.20	3.02	484.00	97.00	15.90	
IPE 300	300.00	7.10	150.00	10.70	15.00	278.60	248.60	53.80	42.20	8356.00	557.00	12.50	604.00	80.50	3.35	628.00	125.00	20.10	
IPE 330	330.00	7.50	160.00	11.50	18.00	307.00	271.00	62.60	49.10	11770.00	713.00	13.70	788.00	96.50	3.55	804.00	154.00	28.10	
IPE 360	360.00	8.00	170.00	12.70	18.00	334.60	296.60	72.70	57.10	16270.00	904.00	15.00	1043.00	123.00	3.79	1019.00	191.00	37.30	

Condiciones a cumplir:

- Alas Esbeltas (OK)
- Alma Esbelta (OK)
- Deflexión (OK)

## DISEÑO A FLEXIÓN

### Límites de Longitud No Arriostrada

Lo siguiente es determinar los límites de longitud no arriostrada para determinar en que zona está y cual será su comportamiento según la sección F1.1 del manual AISC.

$$E := 29000 \text{ ksi}$$

$$f_u := 50 \text{ ksi}$$

$$f_y := 36 \text{ ksi}$$

$$L_p := 1.76 \cdot R_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1.673 \text{ m}$$

$$h_o := h - t = 289.3 \text{ mm}$$

$$h_1 := h - 2 \cdot t = 278.6 \text{ mm}$$

$$c := 1$$

Para perfiles con doble simetría

$$J := \frac{(h_1 \cdot g^3 + s \cdot t^3 + s \cdot t^3)}{3} = 15.574 \text{ cm}^4$$

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_o}{2 \cdot S_x}} = 3.961 \text{ cm}$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot f_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot f_y}{E}\right)^2}} = 5.2 \text{ m}$$

Longitud No Soportada:

$$L_b := l = 4.15 \text{ m}$$

$$L_p = 1.673 \text{ m}$$

$$L_b = 4.15 \text{ m}$$

$$L_r = 5.2 \text{ m}$$

## Zona 1: Fluencia

$$\phi := 0.9$$

$$M_p := Z_x \cdot f_y = 15.895 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n := \phi \cdot M_p = 14.305 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n > M_u = 1$$

$$M_{max} := M_u$$

## Zona 2: Pandeo Lateral

$$\phi := 0.9$$

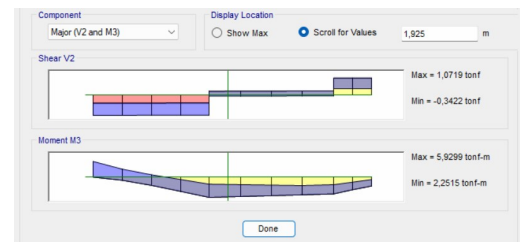
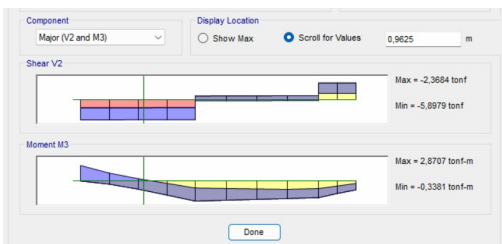
MA: Momento a 1/4 de L

MB: Momento a 1/2 de L

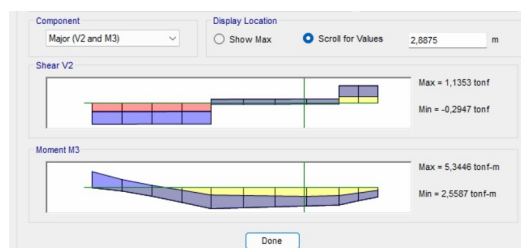
MC: Momento a 3/4 de L

$$M_A := 2.87 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_B := 5.93 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$



$$M_C := 5.34 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m}$$



$$C_b := \frac{12.5 M_{max}}{2.5 M_{max} + 3 M_A + 3 M_B + 3 M_C}$$

$$C_b = 1.321$$

$$M_n := C_b \cdot \left( M_p - \left( M_p - 0.7 \cdot f_y \cdot S_x \cdot \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) \right)$$

$$M_n = 9.151 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u = 6.09 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

La Viga IPE 300 soporta cargas impuestas y cumple el diseño por flexión.

## DISEÑO A CORTANTE

Para calcular la resistencia al cortante se usa la ecuación G2-1 del AISC donde dependiendo del valor de  $h/t_w$  los valores de la constante variará. Para elementos I si  $h/t_w$  es menor según la ecuación de la AISC, los valores de la constante es  $C_v=1$ .

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v \quad (\text{Ecuación G2-1 del AISC})$$

$$\frac{h}{t} = 28.037 \quad 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 63.576$$

$$\frac{h}{t} < 2.24 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1$$

Como  $h/t$  es menor entonces:

$$C_v := 1 \quad \phi_v := 1 \quad \text{Para LRFD}$$

$$\text{Área del alma:} \quad A_w := g \cdot h = 3.302 \text{ in}^2$$

$$V_u := 5.95 \cdot \text{tonnef}$$

$$V_n := 0.6 \cdot f_y \cdot A_w \cdot C_v = 32.347 \text{ tonnef}$$



## DISEÑO COLUMNAS

### Flexo-compresión de las columnas

#### Dimensiones y Propiedades

$h := 200 \text{ mm}$	<i>Alma(Altura)</i>	$A := 31.36 \text{ cm}^2$	$I_x := 2008.71 \text{ cm}^4$
$g := 4 \text{ mm}$	<i>Espesor de alma</i>	$S_x := 200.87 \text{ cm}^3$	$I_y := 2008.71 \text{ cm}^4$
$s := 200 \text{ mm}$	<i>Ala(Ancho)</i>		
$t := 4 \text{ mm}$	<i>Espesor de ala</i>	$Z_x := 230.53 \text{ cm}^3$	$E := 29000 \text{ ksi}$
$F_y := 36 \text{ ksi}$			
$L := 3.55 \text{ m}$		$Z_y := 230.53 \text{ cm}^3$	

Geometric Properties		
Area	i	3136 mm <sup>2</sup>
Centroid <sub>z</sub>	i	100 mm
Centroid <sub>y</sub>	i	100 mm
Moment of Inertia		
I <sub>z</sub>	i	20.0871 x10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
I <sub>y</sub>	i	20.0871 x10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
I <sub>zy</sub>	i	0 mm <sup>4</sup>
r <sub>z</sub>	i	80.0333 mm
r <sub>y</sub>	i	80.0333 mm
Section Moduli		
S <sub>zt</sub>	i	200.871 x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
S <sub>zb</sub>	i	200.871 x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
S <sub>yt</sub>	i	200.871 x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
S <sub>yb</sub>	i	200.871 x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Z <sub>zp</sub>	i	230.528 x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
Z <sub>yp</sub>	i	230.528 x10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
PNA <sub>z</sub>	i	0 mm
PNA <sub>y</sub>	i	0 mm

## DATOS ETABS

$$\begin{aligned}
 P_{nt} &:= 18.4585 \cdot \text{tonnef} & M_{ntx} &:= 0.5595 \text{ tonnef} \cdot \text{m} & M_{nty} &:= 0.0642 \cdot \text{tonnef} \cdot \text{m} \\
 P_{ltx} &:= 0.1355 \text{ tonnef} & \Delta_x &:= 11.29 \cdot \text{mm} & \Delta_y &:= 10.57 \text{ mm} \\
 M_{ltx} &:= P_{ltx} \cdot \Delta_x = 0.002 \text{ tonnef} \cdot \text{m} & & & P_{lty} &:= 1.2770 \text{ tonnef} \\
 & & & & M_{lty} &:= P_{lty} \cdot \Delta_y = 0.013 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \\
 P_{lt} &:= \max(P_{ltx}, P_{lty}) = 1.277 \text{ tonnef}
 \end{aligned}$$

$$C_{mx} := 0.6 - 0.4 \cdot \left( \frac{-M_{ntx}}{M_{ntx}} \right) = 1 \quad C_{my} := 1 \quad \text{Factor de modificación del momento}$$

200X200X4			C2=CARGA FACTORADA (1,2D+1,6V)										
P factorada)	V2 x	V3 y	Story	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Station mm	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-mm	
-9,2788	0,6825	1,0208	Piso 1	C1	86	C2	Combination	0	-9,2788	-0,106	0,1727	0,7	
-4,2988	0,8261	0,9381	Piso 1	C3	3	C2	Combination	0	-4,2988	-0,0973	0,0838	0,7	
-9,314	0,8118	0,7402	Piso 1	C4	4	C2	Combination	0	-9,314	-0,2303	-0,0519	0,7	
-21,4264	0,8167	1,3376	Piso 1	C7	92	C2	Combination	0	-21,4264	-0,1384	0,4645	0,7	
-11,2672	0,9019	1,0115	Piso 1	C8	8	C2	Combination	0	-11,2672	-0,1559	0,0831	0,7	
-23,6318	1,1098	0,538	Piso 1	C9	9	C2	Combination	0	-23,6318	-0,0512	-0,3509	0,7	
-8,107	1,168	1,131	Piso 1	C14	14	C2	Combination	0	-8,107	0,308	0,1518	0,7	
-10,0199	1,2161	0,8465	Piso 1	C15	15	C2	Combination	0	-10,0199	0,2448	-0,0697	0,7	
-6,4305	0,5516	0,74	Piso 1	C18	35	C2	Combination	0	-6,4305	-0,1423	-0,04	0,7	
-17,024	0,7716	0,375	Piso 1	C20	37	C2	Combination	0	-17,024	0,0008	-0,5008	0,7	
-120,798	8,8561	6,6787											

$$P_{\text{piso}} := 120.789 \cdot \text{tonnef} \quad \text{Carga axial factorada de todas las columnas de un estrepiso}$$

$$H_x := 8.86 \cdot \text{tonnef}$$

$$\text{Cortante de piso - } C5=D+L+SISMO X$$

$$H_y := 8.68 \cdot \text{tonnef}$$

$$C6=D+L+SISMO Y$$

Diaphragm Center Of Mass Displacements										
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	UX mm	UY mm	RZ rad	Point	X mm	Y mm	
Cubierta	Diaphragma 2	Sismo X	LinStatic	17,053	-0,011	-0,000556	1	3954,47	7060,82	
Cubierta	Diaphragma 2	Sismo Y	LinStatic	-0,099	15,935	0,00027	1	3954,47	7060,82	
Piso 1	Diaphragma	Sismo X	LinStatic	9,489	-0,069	-0,000327	2	4154,05	7044,87	
Piso 1	Diaphragma	Sismo Y	LinStatic	-0,059	9,149	0,000163	2	4154,05	7044,87	

$$\Delta_H L_x := \frac{9.489}{3550} = 0.0027 \quad \text{Indice de deriva - ETABS}$$

$$\Delta_H L_y := \frac{9.149}{3550} = 0.0026 \quad \text{Indice de deriva - ETABS}$$

## Cálculo de la relación de la resistencia nominal y requerida

### Cálculo de resistencia requerida

$P_{nt} = 40.694 \text{ kip}$  Fuerza resultado de un análisis de primer orden (Sucede en marcos arriostrados)

$P_{lt} = 2.815 \text{ kip}$  Fuerza resultado de un análisis de primer orden (Sucede en marcos NO arriostrados)

$\beta_2 := 1$  Factor de amplificación que considera el efecto P- $\Delta$  (Sucede en marcos NO arriostrados)

$P_r := P_{nt} + \beta_2 \cdot P_{lt} = 43.509 \text{ kip}$  Resistencia requerida a la compresión (DEMANDA)

Hay que calcular el factor B2 pero por el momento se hará una suposición que es igual a 1, para poder seguir resolviendo el ejercicio.

### ***Cálculo de resistencia nominal***

Cálculo de la relación de esbeltez

$K := 1$  Porque estamos usando el **método de análisis directo**

$$I := \min(I_x, I_y)$$

$$r := \sqrt{\frac{I}{A}} = 3.151 \text{ in}$$
 Se necesita el radio de giro más pequeño, para obtener la relación de esbeltez mas grande

$$\frac{K \cdot L}{r} = 44.357$$

Cálculo del limite del gráfico

$$4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 133.681$$

Se calcula el esfuerzo crítico según donde haya quedado el valor de la relación de esbeltez

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r}\right)^2} = (1.023 \cdot 10^4) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) \cdot F_y = (2.282 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.9 \quad \text{LRFD}$$

$$\phi P_n := \phi \cdot F_{cr} \cdot A = 141.99 \text{ kip}$$

$$P_c := \phi P_n \quad \text{Resistencia nominal a la compresión}$$

Normalmente aquí se calcularía la relación entre las fuerzas axiales pero como el factor B2 no ha sido correctamente calculado, se espera hasta que se lo encuentre.

## Cálculo de momentos requeridos (demandas) y nominales (resistentes)

### Cálculo de momento requerido

El momento requerido se lo cálculo al inicio de esta hoja, pero hay que multiplicarlos por unos factores que toman en consideración otros efectos. Este esta dado por la siguiente fórmula:

$M_{nt}$	Momento resultado de un análisis de primer orden	(Sucede en marcos arriostrados)
$\beta_1$	Factor de amplificación que considera el efecto P- $\delta$	(Sucede en marcos arriostrados)
$M_{lt}$	Momento resultado de un análisis de primer orden	(Sucede en marcos NO arriostrados)
$\beta_2$	Factor de amplificación que considera el efecto P- $\Delta$	(Sucede en marcos NO arriostrados)

$$M_r = \beta_1 \cdot M_{nt} + \beta_2 \cdot M_{lt}$$

Los momentos ya están definidos, solo faltan encontrar los factores de amplificación para cada caso

$$M_{ntx} = 4.047 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{ltx} = 0.011 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{nty} = 0.464 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{lty} = 0.098 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

### Cálculo de los factores de amplificación

#### Calculo de B1

$\beta_1$  Factor de amplificación que considera el efecto P- $\delta$

$C_m$  Factor de modificación del momento

$P_r$  Resistencia requerida a la compresión (DEMANDA)

$Pe_1$  Resistencia al pandeo de Euler

$$\beta_1 = \frac{C_m}{1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{Pe_1}}$$

#### Calculo de B1x

$$C_{mx} = 1$$

$\alpha := 1$  En LRFD

$$P_r = 43.509 \text{ kip}$$

$$Pe_{1x} = \frac{\pi^2 \cdot 0.8 \cdot \tau_b \cdot E \cdot I_x}{(K \cdot L)^2}$$

$\tau_b$  Depende de una relación de fuerzas axiales

$$P_y := A \cdot F_y = 174.989 \text{ kip}$$

$$\alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} = 0.249 \text{ Como es mayor a } 0.5 \quad \tau_b := 4 \cdot \left( \alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} \right) \cdot \left( 1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} \right) = 0.747$$

$$Pe_{1x} := \frac{\pi^2 \cdot 0.8 \cdot \tau_b \cdot E \cdot I_x}{(K \cdot L)^2} = 422.73 \text{ kip}$$

Como ya están todas las variables se calcula el valor del factor B1

$$\beta_{1x} := \frac{C_{mx}}{1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{Pe_{1x}}} = 1.115$$

$$\beta_{1x} = 1.115$$

### Calculo de B1y

$$C_{my} = 1$$

$$\alpha := 1 \quad \text{En LRFD}$$

$$P_r = 43.509 \text{ kip}$$

$$Pe_{1y} := \frac{\pi^2 \cdot 0.8 \cdot \tau_b \cdot E \cdot I_y}{(K \cdot L)^2}$$

$\tau_b$  Depende de una relación de fuerzas axiales

$$P_y := A \cdot F_y = 174.989 \text{ kip}$$

$$\alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} = 0.249 \text{ Como es mayor a } 0.5 \quad \tau_b := 4 \cdot \left( \alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} \right) \cdot \left( 1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{P_y} \right) = 0.747$$

$$Pe_{1y} := \frac{\pi^2 \cdot 0.8 \cdot \tau_b \cdot E \cdot I_y}{(K \cdot L)^2} = 422.73 \text{ kip}$$

Como ya están todas las variables se calcula el valor del factor B1

$$\beta_{1y} := \frac{C_{my}}{1 - \alpha \cdot \frac{P_r}{P_{e_{1y}}}} = 1.115$$

$$\beta_{1y} = 1.115$$

### Calculo de B2

$\beta_2$  Factor de amplificación que considera el efecto P- $\Delta$

$P_{piso}$  Carga axial factorada de todas las columnas de un estrepiso

$P_{e_{piso}}$  Carga de Euler para columnas en porticos con desplazamiento lateral

$$\beta_2 = \frac{1}{1 - \alpha \cdot \frac{P_{piso}}{P_{episo}}}$$

$$P_{piso} = 120.79 \text{ tonnef}$$

$$P_{episo} = R_m \cdot \frac{H}{\Delta_H L}$$

$$R_m := 0.85$$

$$P_{episo_x} := R_m \cdot \frac{H_x}{\Delta_H L_x} = 2817.48 \text{ tonnef}$$

$$P_{episo_y} := R_m \cdot \frac{H_y}{\Delta_H L_y} = 2862.82 \text{ tonnef}$$

Como ya están todas las variables se calcula el valor del factor B2

### Calculo de B2x y B2y

$$\beta_{2x} := \frac{1}{1 - \alpha \cdot \frac{P_{piso}}{P_{episo_x}}} = 1.045$$

$$\beta_{2y} := \frac{1}{1 - \alpha \cdot \frac{P_{piso}}{P_{episo_y}}} = 1.044$$

Calculados ya los factores de amplificación se calcula el momento requerido

$$\beta_{1x} = 1.115 \quad M_{ntx} = 4.047 \text{ ft} \cdot \text{kip} \quad M_{ltx} = 0.011 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$\beta_{1y} = 1.115 \quad M_{nty} = 0.464 \text{ ft} \cdot \text{kip} \quad M_{lty} = 0.098 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{rx} := \beta_{1x} \cdot M_{ntx} + \beta_{2x} \cdot M_{ltx} = 4.523 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

Momento requerido en X

$$M_{ry} := \beta_{1y} \cdot M_{nty} + \beta_{2y} \cdot M_{lty} = 0.62 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

momento requerido en Y

### Cálculo de momento nominal

Ya calculado el momento requerido, se procede con el momento nominal (resistencia).

Cálculo de límites de fronteras

$$I := \min(I_x, I_y)$$

$$r_y := \sqrt{\frac{I}{A}} = 3.151 \text{ in}$$

El radio de giro del eje débil  
Como I en el eje Y es el menor, el radio de giro usado es el  $r_y$

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3.998 \text{ m}$$

$$c := 1$$

Para perfiles con doble simetría (perfiles W y H)

$$h_o := h - t = 196 \text{ mm}$$

Distancia entre centroides de las alas

$$r_{ts} := \sqrt{\frac{I_y \cdot h_o}{2 \cdot S_x}} = 9.9 \text{ cm}$$

$$J := \frac{(h \cdot g^3 + 2 \cdot s \cdot t^3)}{3} = 1.28 \text{ cm}^4$$

Constante de torsión

$$L_r := 1.95 \cdot r_{ts} \cdot \frac{E}{0.7 \cdot F_y} \cdot \sqrt{\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o} + \sqrt{\left(\frac{J \cdot c}{S_x \cdot h_o}\right)^2 + 6.76 \cdot \left(\frac{0.7 \cdot F_y}{E}\right)^2}} = 11.344 \text{ m}$$

Longitud No Soportada:

$$L_b := L = 3.55 \text{ m}$$

$$L_b = 3.55 \text{ m}$$

$$L_p = 3.998 \text{ m}$$

$$L_r = 11.344 \text{ m}$$

Como es menor a  $L_r$  está en la zona 2 por lo cual su momento máximo de resistencia no será el total que podría aguantar.

### Zona 1: Fluencia

$$\phi := 0.9$$

$$M_{px} := Z_x \cdot F_y = 42.203 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{nx} := \phi \cdot M_{px} = 37.983 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$\phi := 0.9$$

$$M_{py} := Z_y \cdot F_y = 42.203 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{ny} := \phi \cdot M_{py} = 37.983 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

### Zona 2: Pandeo Lateral

Para ejercicios reales, usar la otra formula

$$C_b := 1 \quad BF := 3.89 \text{ kip}$$

$$BF = 1.764 \text{ tonnef}$$

$$C_b := 1 \quad BF := 3.89 \text{ kip}$$

$$M_{ix} := C_b \cdot (M_{px} - BF \cdot (L_b - L_p)) = 47.92 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{nx2} := \phi \cdot M_{ix} = 43.128 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{cx} := M_{nx}$$

$$M_{iy} := C_b \cdot (M_{py} - BF \cdot (L_b - L_p)) = 47.92 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{ny2} := \phi \cdot M_{iy} = 43.128 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{cy} := M_{ny}$$

### Verificación del perfil con la ecuación empírica

En este punto ya hay que revisar cual ecuación de verificación se va a usar, si la H1-1a o la H1-1b de la AISC. Pero antes de eso hay que corregir el valor de Pr ya que en su momento se supuso un valor de B2 igual a 1, después del calculo correcto de B2 hay que actualizar ese valor.

### Corrección de Pr

$$P_{nt} = 40.694 \text{ kip} \quad P_{lt} = 2.815 \text{ kip} \quad \beta_2 := \max(\beta_{2x}, \beta_{2y})$$

$$P_r := P_{nt} + \beta_2 \cdot P_{lt} = 43.635 \text{ kip}$$

### Definir que ecuación empírica se va a usar

$$\frac{P_r}{P_c} = 0.307$$

Como es mayor a 0.2

Se usa la ecuación H1-1a del AISC

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right)$$

Uso de la ecuación empírica, para verificar si el perfil satisface adecuadamente la demanda



$$P_r = 43.635 \text{ kip}$$

$$M_{rx} = 4.523 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{ry} = 0.62 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$P_c = 141.99 \text{ kip}$$

$$M_{cx} = 37.983 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$M_{cy} = 37.983 \text{ ft} \cdot \text{kip}$$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) = 0.43$$

## DISEÑO DE PLACA BASE Y PERNOS DE ANCLAJE

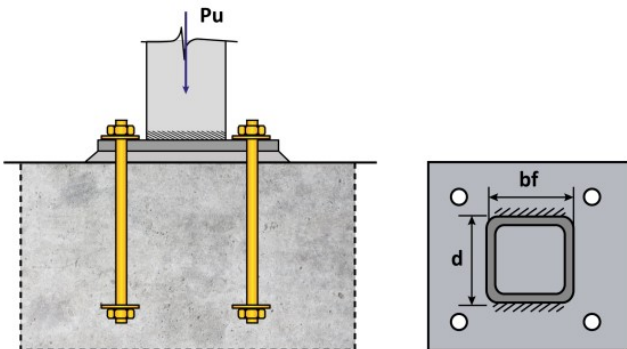
### Propiedades de los materiales

Resistencia del hormigón  $f'_c := 210 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Esfuerzo de fluencia del acero de placa base

$$F_y = 36 \text{ ksi}$$

$$F_y = (2.531 \cdot 10^3) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



### Características del perfil

Peralte del perfil  $d := 20 \cdot \text{cm}$

Dimensión del ancho  $bf := 20 \cdot \text{cm}$

Espesor  $tf := 0.4 \cdot \text{cm}$

$P_d := 25 \text{ mm}$  Distancia del borde al centro del perno

### Solicitud de diseño

Solicitud Axial  $P_u := 23.63 \cdot \text{tonf}$

Momento Flector  $M_u := 0.6361 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$

Story	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Station mm	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-mm
Piso 1	C1	86	C2	Combination	0	-9,2788	-0,106	0,1787	0,7
Piso 1	C3	3	C2	Combination	0	-4,2988	-0,0973	0,0838	0,7
Piso 1	C4	4	C2	Combination	0	-9,314	-0,2303	-0,0519	0,7
Piso 1	C7	92	C2	Combination	0	-21,4264	-0,1384	0,4645	0,7
Piso 1	C8	8	C2	Combination	0	-11,2672	-0,1559	0,0831	0,7
Piso 1	C9	9	C2	Combination	0	-23,6318	-0,0512	-0,3509	0,7
Piso 1	C14	14	C2	Combination	0	-8,107	0,308	0,1516	0,7
Piso 1	C15	15	C2	Combination	0	-10,0199	0,2448	-0,0697	0,7
Piso 1	C18	35	C2	Combination	0	-6,4305	-0,1423	-0,04	0,7
Piso 1	C20	37	C2	Combination	0	-17,024	0,0008	-0,5008	0,7



Factor de reducción (LRFD)  $\phi := 0.65$

### Prediseño de placa base

$$B := bf + 4 \cdot P_d = 0.3 \text{ m}$$

$$N := d + 4 \cdot P_d = 0.3 \text{ m}$$

### Verificación de la excentricidad

Área de la placa base  $A_1 := N \cdot B = 900 \text{ cm}^2$

Ancho del pedestal de hormigón  $H_{pedestal} := 40 \cdot \text{cm}$

Largo del pedestal de hormigón  $B_{pedestal} := 40 \cdot \text{cm}$

Área del pedestal  $A_2 := H_{pedestal} \cdot B_{pedestal}$

$$A_2 = 1600 \text{ cm}^2$$

## Resistencia al aplastamiento del concreto

Además, según el ACI 318:

$$f_{pmax} = \phi \cdot (0.85 \cdot f'c) \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$f_{pmax} := \begin{cases} \text{if } \phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq \phi \cdot 1.7 \cdot f'c \\ \quad \phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \\ \text{else} \\ \quad \phi \cdot 1.7 \cdot f'c \end{cases}$$

$$f_{pmax} = 154.7 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

## Excentricidad de la fuerza axial

$$e := \frac{M_u}{P_u} = 0.027 \text{ m}$$

## Esfuerzo de compresión máximo

$$q_{max} := 4620 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$$

Esfuerzo de compresión máximo:  $q_{max} := f_{pmax} \cdot B =$

## Excentricidad crítica

$$e_{cr} := \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 \cdot q_{max}} = 0.127 \text{ m}$$

$$e < \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 \cdot q_{max}}$$

$$VER_1 := \begin{cases} \text{if } e < e_{cr} \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No Cumple"} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

Cumple la condición, placa está sometida a pequeños momentos. Ahora se procede a calcular el espesor mínimo requerido de la placa según lo establecido en la AISC:

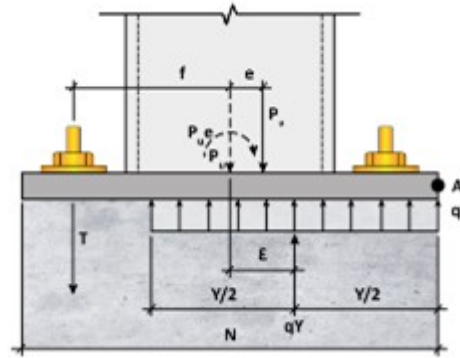
Altura del bloque en compresión

$$Y := N - 2 \cdot e = 0.246 \text{ m}$$

$$Y = 24.616 \text{ cm}$$

$$f_p := \frac{P_u}{B \cdot Y} = (2.847 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$f_p = 29.028 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



Flexión de la placa base en la zona de compresión

Flexión en la dirección "m"

$$m := \frac{N - 0.95 d}{2} = 0.055 \text{ m}$$

$$t_{p_{req1}} := \begin{cases} \text{if } Y < m \\ \left| \left| 2.11 \cdot \sqrt{\frac{f_{pmax} \cdot Y \left( m - \frac{Y}{2} \right)}{F_y}} \right| \right| = 0.009 \text{ m} \\ \text{else} \\ \left| \left| 1.5 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} \right| \right| \end{cases}$$

Flexión en la dirección "n"

$$n := \frac{B - 0.95 d}{2} = 0.055 \text{ m}$$

$$b_{eff} := \begin{cases} \text{if } Y \geq 2 \cdot n \\ \left| \left| Y \right| \right| = 0.246 \text{ m} \\ \text{else} \\ \left| \left| \frac{Y}{2} + n \right| \right| \end{cases}$$

$$t_{p_{req2}} := \sqrt{\frac{2 \cdot f_{pmax} \cdot Y \cdot n^2}{0.9 \cdot F_y \cdot b_{eff}}} = 0.02 \text{ m}$$

Espesor final de la placa base

$$t_p := \max(t_{p_{req1}}, t_{p_{req2}}) = 2.027 \text{ cm}$$

$$t_p := 2.5 \cdot \text{cm}$$

Los pernos de anclaje se diseñan a tensión con la siguiente formula:

$$\phi := 0.9$$

$$F_u := 4570 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{treq} := \frac{P_u}{0.75 \cdot \phi \cdot F_u} = 6.949 \text{ cm}^2$$

Se proponen pernos de  $\frac{3}{4}$ " , por lo que el número de pernos requeridos son

$$A_{perno} := 2.85 \cdot \text{cm}^2$$

$$d_{perno} := 1.91 \cdot \text{cm}$$

$$\#pernos := \frac{A_{treq}}{A_{perno}} = 2.438$$

Se colocaran 4 pernos  $\#pernos := 4$

Y para calcular su longitud de anclaje, se usó las fórmulas establecidas por la ACI

$$L_{anclaje} := 12 \cdot d_{perno} = 22.92 \text{ cm}$$

$$L_{anclaje} := 25 \cdot \text{cm}$$

## DISEÑO DE PEDESTAL

Story	Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Station mm	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-mm
Piso 1	C1	86	C2	Combination	0	-9,2788	-0,106	0,1787	0,7
Piso 1	C3	3	C2	Combination	0	-4,2988	-0,0973	0,0838	0,7
Piso 1	C4	4	C2	Combination	0	-9,314	-0,2303	-0,0519	0,7
Piso 1	C7	92	C2	Combination	0	-21,4264	-0,1384	0,4645	0,7
Piso 1	C8	8	C2	Combination	0	-11,2672	-0,1559	0,0831	0,7
Piso 1	C9	9	C2	Combination	0	-23,6318	-0,0512	-0,3509	0,7
Piso 1	C14	14	C2	Combination	0	-8,107	0,308	0,1516	0,7
Piso 1	C15	15	C2	Combination	0	-10,0199	0,2448	-0,0697	0,7
Piso 1	C18	35	C2	Combination	0	-6,4305	-0,1423	-0,04	0,7
Piso 1	C20	37	C2	Combination	0	-17,024	0,0008	-0,5008	0,7

Solicitación Axial  $P_u := 23.63 \cdot \text{tonf}$

Ancho del pedestal de hormigón  $H_{pedestal} := 40 \cdot \text{cm}$

Largo del pedestal de hormigón  $B_{pedestal} := 40 \cdot \text{cm}$

$$A_p := H_{pedestal} \cdot B_{pedestal} = 0.16 \text{ m}^2$$

Longitud del pedestal de hormigón  $L_p := 92 \cdot \text{cm}$

$$f'_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'_c = 2100 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$F_y := 4200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_y = 42000 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

### Datos de la zapata

Ancho de la zapata  $H_{zapata} := 1.60 \cdot \text{m}$

Largo de la zapata  $B_{zapata} := 1.60 \cdot \text{m}$

Calculo de la dimension del pedestal, segun el Capítulo 21 del código ACI318

$$L := \frac{H_{zapata}}{4} = 40 \text{ cm}$$

La cuantia del acero minimo para columnas es del 1%

$$A_{st} := 0.01 \cdot H_{pedestal} \cdot B_{pedestal} = 16 \text{ cm}^2$$

Se asumira unas barras para la armadura de  $\phi 14$  que tendra un area de

$$\phi_{barra} := 1.54 \cdot \text{cm}^2$$

Con 12 barra

$$A_{tb} := 12 \cdot \phi_{barra} = 18.48 \text{ cm}^2 \quad \text{El area propuesta es mayor } A_{st}$$

Ahora verificaremos la resistencia a la compresion

$$\phi_{comp} := 0.65 \quad \text{ACI 318-19}$$

Deformación unitaria neta a tracción, $\epsilon_t$	Clasificación	$\phi$			
		Tipo de refuerzo transversal			
		Espirales que cumplen con 25.7.3		Otro	
$\epsilon_t \leq \epsilon_{ty}$	Controlada por compresión	0.75	(a)	0.65	(b)
$\epsilon_{ty} < \epsilon_t < \epsilon_{ty} + 0.003$	Transición <sup>(1)</sup>	$0.75 + 0.15 \frac{(\epsilon_t - \epsilon_{ty})}{(0.003)}$	(c)	$0.65 + 0.25 \frac{(\epsilon_t - \epsilon_{ty})}{(0.003)}$	(d)
$\epsilon_t \geq \epsilon_{ty} + 0.003$	Controlada por tracción	0.90	(e)	0.90	(f)

$$\phi P_n := 0.80 \cdot \phi_{comp} \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (A_p - A_{tb}) + A_{tb} \cdot F_y)$$

$$\phi P_n = 187157.006 \text{ kgf}$$

$$\phi P_n = 206.305 \text{ tonf}$$

$$\text{Verif} := \begin{cases} \text{if } \phi P_n > P_u \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No Cumple”} \end{array} \right. \\ \end{cases} = \text{“Cumple”}$$

## Diseno de estribos

Como se usa barra de  $\phi 14$  para el acero transversal, para los estribos se utilizara barras de  $\phi 12$

La NEC dice que la zona confinada de una columna es el mayor entre de la dimensión transversal máxima, la luz libre entre 6 y 450 mm. Para la separación entre los refuerzos es el menor entre 100 mm y seis veces el diámetro más pequeño del refuerzo longitudinal.

$$L_p = 0.92 \text{ m}$$

Longitud de zona confinada

$$h_c := 40 \cdot \text{cm}$$

$$\frac{L_p}{6} = 15.333 \text{ cm}$$

$$450 \cdot \text{mm}$$

$$L_c := 450 \cdot \text{mm}$$

Separación del refuerzo

$$S_{c1} := 6 \cdot 14 \cdot \text{mm} = 0.084 \text{ m}$$

$$S_{c2} := 100 \cdot \text{mm}$$

$$S_c := \min(S_{c1}, S_{c2}) = 0.084 \text{ m}$$

$$S_c := 80 \cdot \text{mm}$$

Para la zona no confinada la longitud de esta es la diferencia entre la altura y la zona confinadas calculadas anteriormente. La separación aquí es el menor entre 6 veces el diámetro del refuerzo longitudinal y 150 mm.

*Longitud de zona confinada*

$$L_{nc} := L_p - L_c = 47 \text{ cm}$$

*Separación del refuerzo*

$$S_{nc1} := 6 \cdot 14 \cdot \text{mm} = 0.084 \text{ m}$$

$$S_{c2} := 150 \cdot \text{mm}$$

$$S_c := \min(S_{c1}, S_{c2}) = 0.084 \text{ m}$$

$$S_c := 80 \cdot \text{mm}$$

## DISEÑO DE SOLDADURA

Para unir los componentes estructurales de este proyecto, se utilizará exclusivamente la soldadura. Las uniones se categorizarán en dos tipos: aquellas que resisten momentos flectores y aquellas que soportan fuerzas cortantes. El proceso constructivo se basará en los criterios establecidos en la norma AISC 360-16. Se seleccionó un electrodo E7018 con una resistencia a la tensión de 70 ksi y se empleará el método de soldadura por arco metálico protegido (SMAW). Las soldaduras que conecten el patín con otros elementos requerirán una penetración completa para garantizar una unión sólida, mientras que las soldaduras del alma serán del tipo filete. El tamaño mínimo de estas soldaduras de filete se determinará de acuerdo con los valores indicados en la Tabla J de la norma AISC.

*Tamaño mínimo de Soldadura de Filete*

Espesor de parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete <sup>(a)</sup> , mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

<sup>(a)</sup> Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple.  
Nota: Ver la Sección J2.2b para el tamaño máximo de soldaduras de filete.

*Nota.* Criterio dado por la AISC 360-16, Tabla J2.4.



$$F_y := 2530 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo de fluencia del acero

$t_{min}$

Espesor mínimo de la sección

$V_u$  Cortante último

$a$

Ancho mínimo de soldadura

$$F_{EXX} := 4921.5 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia del electrodo}$$

$bf$

Ancho del patín (Longitud total)

$tf$  Espesor del patín

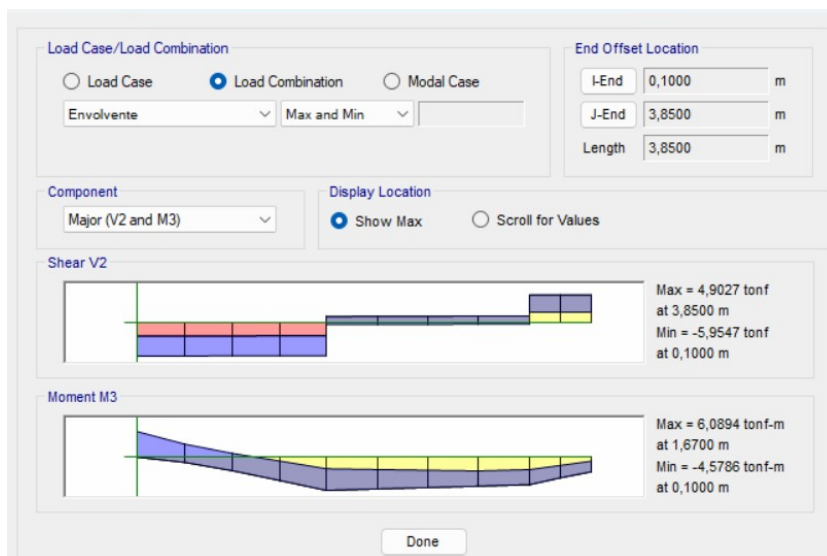
$\phi$

Factor de reducción de carga

$I$  Longitud de soldadura

### Conexiones soldadas (columna-viga)

Para el diseño se tomó la columna más crítica que se encuentra en el eje 6-B con la viga cargadora que se encuentra en 6-AB



$$V_u := 5.95 \cdot \text{tonnef}$$

$$V_u = 5950 \text{ kgf}$$

$$\phi_{patin} := 0.9$$

$$\phi_{alma} := 0.75$$

$$a := 3 \cdot \text{mm}$$

$$bf := 150 \text{ mm}$$

$$tf := 10.70 \text{ mm}$$

Con estos valores determinar la resistencia a corte del patín, utilizandose la Ecuacion XX y verificamos que cumple con la condicion estipulada por la AISC 360-16

$$\phi R_n := \phi_{patin} \cdot F_y \cdot bf \cdot tf$$

$$\phi R_n = 36545.85 \text{ kgf}$$

$$\phi R_n = 40.285 \text{ tonf}$$

$$\text{Verific} := \begin{cases} \text{“Cumple Requerimiento”} & \text{if } \phi R_n \geq V_u \\ \text{“NoCumple Requerimiento”} & \text{else} \end{cases} = \text{“Cumple Requerimiento”}$$

Para determinar la resistencia a corte del alma se debe estimar la longitud minima de la soldadura, se lo calcula con la siguiente ecuación

$$I := \frac{V_u}{\phi R_n}$$

$$I = 0.163$$

Como toda el alma sera soldada, la logitud del cordon sera

$$I := 30 \cdot \text{cm}$$

En este caso se soldará toda el alma, por lo que:

$$\phi R_n := \phi_{alma} \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (0.707 \cdot a) \cdot I$$

$$\phi R_n = 15.534 \text{ tonf}$$

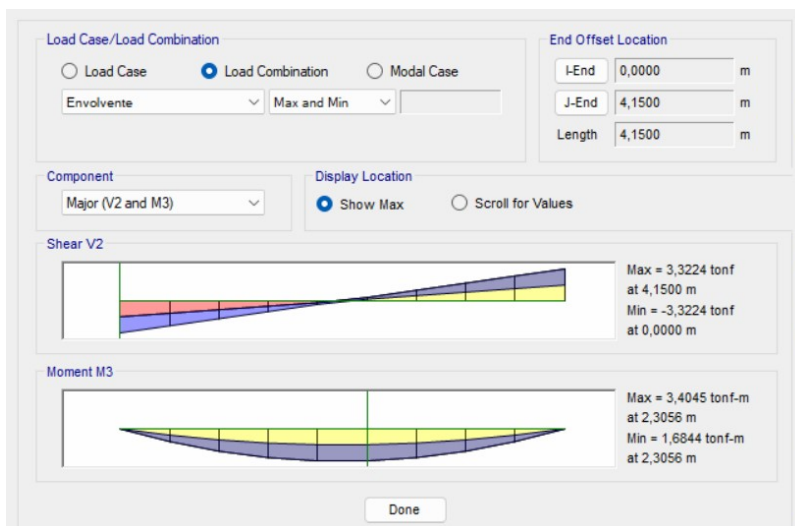
$$\text{Verific} := \begin{cases} \text{if } \phi R_n \geq V_u \\ \quad \text{“Cumple Requerimiento”} \\ \text{else} \\ \quad \text{“No Cumple Requerimiento”} \end{cases} = \text{“Cumple Requerimiento”}$$

Entones, la soldadura para elementos resistentes a momento soportará las demandas impuestas la conexion viga-columna cumple con las resistencias demandadas.

### Conexiones soldadas (viga-viga)

Se consideran conexiones flexibles al movimiento en el instante que se aplica un momento flector. Se da usualmente al conectar una viga secundaria a una viga principal.

En este tipo de conexiones se suelda únicamente el alma de la viga dejando los patines libres. Se diseñará el soldado de la viga secundaria



$$V_u := 3.322 \cdot \text{tonnef}$$

$$V_u = 3322 \text{ kgf}$$

$$\phi_{patin} := 0.9$$

$$\phi_{alma} := 0.75$$

$$a := 5 \cdot \text{mm}$$

$$bf := 100 \text{ mm}$$

$$tf := 8.5 \text{ mm}$$

Para determinar la resistencia a corte del alma se debe estimar la longitud minima de la soldadura

$$\phi R_n := \phi_{patin} \cdot F_y \cdot bf \cdot tf$$

$$\phi R_n = 19354.5 \text{ kgf}$$

$$I := \frac{V_u}{\phi R_n}$$

$$I = 0.172$$

Como toda el alma sera soldada, la logitud del cordon sera

$$I := 20 \cdot \text{cm}$$

Entonces, su resistencia a corte del alma

$$\phi R_n := \phi_{alma} \cdot 0.6 \cdot F_{EXX} \cdot (0.707 \cdot a) \cdot I$$

$$\phi R_n = 17.26 \text{ tonf}$$

$Verific :=$  if  $\phi R_n \geq V_u$  | = "Cumple Requerimiento"  
|| "Cumple Requerimiento"  
else  
|| "No Cumple Requerimiento"

Siendo así, se puede concluir que la soldadura para todos elementos sometidas a corte soportará las demandas impuestas

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL PROYECTISTA:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 1

**CODIGO TESIS :**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

Limpieza manual del terreno

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

**RENDIMIENTO:** 0,100

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,06	4,62%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,06</b>	<b>4,62%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	3,00	4,14	12,42	0,100	1,24	95,38%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,24</b>	<b>95,38%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	1,30
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	1,56

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,56</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 2  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Replanteo y nivelación con equipo topográfico **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,081

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	2,73%
ESTACION TOTAL	1,00	5,63	5,63	0,081	0,45	24,59%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,50</b>	<b>27,32%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
CADENERO EO D2	2,00	4,19	8,38	0,081	0,68	37,16%
TOPÓGRAFO (EN CONSTRUCCIÓN) EO C1	1,00	4,75	4,75	0,081	0,38	20,77%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,06</b>	<b>57,92%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ESTACAS DE MADERA	u	0,200	0,75	0,15	8,20%	
TIRAS 2.5x2.5x250	u	0,200	0,38	0,08	4,37%	
CLAVOS C/C LISO 20X1,50 3/4X17	kg	0,010	4,49	0,04	2,19%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,27</b>	<b>14,75%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,83
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	2,19

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>2,19</b>
--------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 3

**CODIGO N°:**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

Instalacion provisional de agua

**UNIDAD:** mes

**ESPECIFICACION:**

**RENDIMIENTO:** 2,000

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,42	0,42%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>0,42%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PLOMERO EO D2	1,00	4,19	4,19	2,000	8,38	8,31%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,38</b>	<b>8,31%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO		COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B		C = A x B	D / M
LLAVE DE MANGUERA MANIJA "T" 1/2	u	0,34	9,55		3,25	3,22%
TUBERÍA PVC (PRESION ROSCABLE) 1/2" 420 PSI	6m	0,4	9,57		3,83	3,80%
AGUA	m3	100	0,85		85,00	84,26%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>92,08</b>	<b>91,28%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	100,88
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,09
<b>UTILIDAD</b>	10,09
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	121,06

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>121,06</b>
--------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 4

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

Instalacion provisional de luz

**UNIDAD:** mes

**ESPECIFICACION:**

**RENDIMIENTO:** 2,000

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,42	1,61%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>1,61%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
ELECTRISTA EO D2	1,00	4,19	4,19	2,000	8,38	32,03%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,38</b>	<b>32,03%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
BREAKER 2 POLOS 32-63 AMP. SD.	u	0,340	16,55	5,63	21,52%	
LUZ	mes	1,000	1,00	1,00	3,82%	
TUBERIA GALV. EMT 1 1/2"x3m	u	0,180	15,45	2,78	10,63%	
BASE SOCKET	u	0,170	12,90	2,19	8,37%	
REVERSIBLE EMT DE 2"	u	0,170	9,75	1,66	6,35%	
BASE MEDIDOR CLASE 100	u	0,170	18,55	3,15	12,04%	
FOCO 100W	u	1,00	0,95	0,95	3,63%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>17,36</b>	<b>66,36%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	26,16
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	31,40

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>31,40</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 5  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Excavación manual de cimientos y plintos **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,54	4,77%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,54</b>	<b>4,77%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,50	4,14	10,35	1,000	10,35	91,35%
MAESTRO MAYOR EJE. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	1,000	0,44	3,88%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>10,79</b>	<b>95,23%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	11,33
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	13,59

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>13,59</b>
-------------------------------------	--------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 6  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Relleno compactado con material clasificado **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,500

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,14	0,91%
PALNCHA VOBROAPISONADORA	1,00	6,26	6,26	0,500	3,13	20,38%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>3,27</b>	<b>21,29%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,500	2,07	13,48%
ALBAÑIL EO D2	0,20	4,19	0,84	0,500	0,42	2,73%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,500	0,22	1,43%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2,71</b>	<b>17,64%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CASCAJO MEDIO-FINO	m3	1,250	7,50	9,38	61,07%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>9,38</b>	<b>61,07%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	15,36
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	1,54
<b>UTILIDAD</b>	1,54
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	18,44

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>18,44</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 7  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Relleno compactado con material de sitio **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,300

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,22	4,28%
RODILLO VIBRATORIO DOBLE TAMBOR	0,03	30,00	0,90	0,300	0,27	5,25%
RETROESCAVADORA 75 HP	0,03	35,00	1,05	0,300	0,32	6,23%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,81</b>	<b>15,76%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,300	2,48	48,25%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,300	0,03	0,58%
CHOFER VOLQUETAS (ESTR. OC. C1)	1,00	6,08	6,08	0,300	1,82	35,41%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>4,33</b>	<b>84,24%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	5,14
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	6,16

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>6,16</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 8  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Desalojo de material con volqueta. Cargada Manual **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,010

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,010	0,04	0,27%
CHOFER	0,10	6,08	0,61	0,010	0,01	0,07%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,05</b>	<b>0,33%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
VOLQUETA	1,00	0,50	1,00	30,000	15,00	99,67%
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>15,00</b>	<b>99,67%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>15,05</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>18,07</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>18,07</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N°:**  
**RUBRO:** Hormigón en Replanteo  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$

**HOJA N°:** 9  
**TOTAL APUS:** 51  
**UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,670

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,41	1,40%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	4,48	4,48	0,670	3,00	2,98%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>4,41</b>	<b>4,38%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	8,00	4,14	33,12	0,670	22,19	22,05%
ALBAÑIL EO D2	2,00	4,19	8,38	0,670	5,61	5,58%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,670	0,30	0,30%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>28,10</b>	<b>27,93%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	6,180	7,68	47,46	47,17%
ARENA	m3	0,650	12,50	8,13	8,08%
RIPIO	m3	0,950	13,00	12,35	12,27%
AGUA	m3	0,240	0,72	0,17	0,17%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>68,11</b>	<b>67,69%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	100,62
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,06
UTILIDAD	10,06
PRECIO DE CALCULO	120,74

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 120,74**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 10  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Acero de Refuerzo (f<sub>c</sub>=4200 kg/cm<sup>2</sup>) (Sub-estructura) **UNIDAD:** kg  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,01	0,61%
CORTADORA DOBLADORA DE HIERRO	0,70	0,51	0,36	0,080	0,03	1,83%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,04</b>	<b>2,44%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,01	4,14	0,04	0,080	0,00	0,00%
ALBAÑIL EO D2	0,01	4,19	0,04	0,080	0,00	0,00%
FIERRERO EO D2	0,50	4,19	2,10	0,080	0,17	10,37%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,17</b>	<b>10,37%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
ALAMBRE GALVANIZADO No. 18	kg	0,05	2,38	0,12	7,32%
ACERO DE REFUERZO 4200 KGCM2	kg	1,05	1,25	1,31	79,88%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,43</b>	<b>87,20%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,64
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>1,96</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,96</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 11  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Hormigón simple en Zapatas  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , incl. Encofrado **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,570

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,49	0,45%
VIBRADOR	0,57	1,00	0,57	0,570	0,32	0,29%
CONCRETERA 1 SACO	0,57	2,10	1,20	0,570	0,68	0,62%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,49</b>	<b>1,36%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	3,00	4,14	12,42	0,570	7,08	6,45%
CARPINTERO	1,00	4,19	4,19	0,570	2,39	2,18%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,570	0,25	0,23%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>9,72</b>	<b>8,86%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	68,10%
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	2,60	4,42	4,03%
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	4,41	1,54	1,40%
ARENA	m3	0,52	12,50	6,50	5,92%
AGUA	m3	0,22	0,72	0,16	0,15%
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	2,38	0,28	0,26%
RIPIO	m3	0,53	13,00	6,89	6,28%
CUARTONES DE ENCOFRADO	u	1,79	1,12	2,00	1,82%
PUNTAL DE MADERA DE EUCALIPTO 6 m	u	1,79	1,12	2,00	1,82%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>98,52</b>	<b>89,78%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	109,73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,97
<b>UTILIDAD</b>	10,97
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	131,67

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>131,67</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 12  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Hormigón simple en vigas de cimentación y riostras (f'c=210 kg/cm²), incl. Encofrado **UNIDAD:** m3  
**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 1,000

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,69	1,27%
VIBRADOR	1,00	1,00	1,00	1,000	1,00	0,75%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,10	2,10	1,000	2,10	1,58%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>4,79</b>	<b>3,60%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	5,00	4,14	20,70	1,000	20,70	15,56%
CARPINTERO EO D2	3,00	4,19	12,57	1,000	12,57	9,45%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	1,000	0,44	0,33%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>33,71</b>	<b>25,34%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	56,18%
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	2,60	4,42	3,32%
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	4,41	1,54	1,16%
ARENA	m3	0,52	12,50	6,50	4,89%
AGUA	m3	0,22	0,72	0,16	0,12%
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	2,38	0,28	0,21%
RIPIO	m3	0,53	13,00	6,89	5,18%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>94,52</b>	<b>71,06%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	133,02
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	13,30
<b>UTILIDAD</b>	13,30
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	159,62

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>159,62</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 13  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Contrapiso de hormigón simple f'c=(210 kg)/cm<sup>2</sup> , (e=8cm) **UNIDAD:** m<sup>2</sup>  
**RENDIMIENTO:** 0,200

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,75	3,92%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,10	2,10	0,200	0,42	21,99%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,17</b>	<b>25,91%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	9,00	4,14	37,26	0,200	7,45	38,98%
ALBAÑIL	9,00	4,19	37,71	0,200	7,54	39,46%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,200	0,09	0,47%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>15,08</b>	<b>78,91%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	0,22	7,68	1,69	8,84%	
ARENA	m <sup>3</sup>	0,02	12,50	0,25	1,31%	
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,07	13,00	0,91	4,76%	
AGUA	m <sup>3</sup>	0,01	0,72	0,01	0,05%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>2,86</b>	<b>14,97%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	19,11
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	22,93

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>22,93</b>
-------------------------------------	--------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 14  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Acero de Refuerzo (f<sub>c</sub>=4200 kg/cm<sup>2</sup>), (Super-estructura) **UNIDAD:** kg  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,01	0,61%
CORTADORA DOBLADORA DE HIERRO	0,70	0,51	0,36	0,080	0,03	1,83%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,04</b>	<b>2,44%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,01	4,14	0,04	0,080	0,00	0,00%
ALBAÑIL EO D2	0,01	4,19	0,04	0,080	0,00	0,00%
FIERRERO EO D2	0,50	4,19	2,10	0,080	0,17	10,37%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,17</b>	<b>10,37%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
ALAMBRE GALVANIZADO No. 14	kg	0,05	2,38	0,12	7,32%
ACERO DE REFUERZO 4200 KGCM2	kg	1,05	1,25	1,31	79,88%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,43</b>	<b>87,20%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,64
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>1,96</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,96</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 15  
**CODIGO N°:** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Hormigon simple columnas fc=210kg/cm2 incluye encofrado **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 17,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,64	1,19%
Concretera 1 saco	0,06	4,48	0,27	17,000	4,57	33,19%
Vibrador de manguera	0,06	4,06	0,24	17,000	4,14	30,07%
Andamio	0,06	0,06	0,00	17,000	0,06	0,44%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>10,41</b>	<b>64,88%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,29	4,14	1,20	17,000	20,41	14,82%
CARPINTERO EO D2	0,10	4,19	0,42	17,000	7,12	5,17%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,07	4,42	0,31	17,000	5,26	3,82%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>32,79</b>	<b>23,81%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	54,26%	
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	2,60	4,42	3,21%	
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	4,41	1,54	1,12%	
ARENA	m3	0,52	12,50	6,50	4,72%	
AGUA	m3	0,22	0,72	0,16	0,12%	
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	2,38	0,28	0,20%	
RIPIO	m3	0,53	13,00	6,89	5,00%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>94,52</b>	<b>68,63%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	137,72
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	13,77
<b>UTILIDAD</b>	13,77
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>165,26</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>165,26</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 16  
**CODIGO N°:** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Hormigon simple vigas  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , no incluye encofrado **UNIDAD:** m<sup>3</sup>  
**RENDIMIENTO:** 1,100

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,62	1,17%
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	1,100	4,93	35,70%
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	1,100	4,47	32,37%
Andamio	1,00	0,06	0,06	1,100	0,07	0,51%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>11,09</b>	<b>69,75%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	5,00	4,14	20,70	1,100	22,77	16,49%
CARPINTERO EO D2	2,00	4,19	8,38	1,100	9,22	6,68%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	1,100	0,49	0,35%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>32,48</b>	<b>23,52%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	54,12%	
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	2,60	4,42	3,20%	
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	4,41	1,54	1,12%	
ARENA	m <sup>3</sup>	0,52	12,50	6,50	4,71%	
AGUA	m <sup>3</sup>	0,22	0,72	0,16	0,12%	
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	2,38	0,28	0,20%	
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,53	13,00	6,89	4,99%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>94,52</b>	<b>68,45%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	138,09
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	13,81
<b>UTILIDAD</b>	13,81
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	165,71

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>165,71</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 17  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Encorfrado tabla de monte - Losa, inc. Vigas de madera (1 **UNIDAD:** m2  
**USO)** **RENDIMIENTO:** 0,670

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,43	1,40%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,43</b>	<b>1,40%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	3,00	4,14	12,42	0,670	8,32	27,12%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,670	0,30	0,98%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,62</b>	<b>28,10%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
Tabla dura de encorfrado de 20 cm	u	2,31	4,72	10,90	35,53%	
Alfajia 7x7x250	u	1,25	1,25	1,56	5,08%	
Accite quemado	gl	0,08	0,08	0,01	0,03%	
Viga de madera tratada 8x8 cm	m	3,00	3,00	9,00	29,34%	
Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,40	0,40	0,16	0,52%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>21,63</b>	<b>70,50%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	30,68
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	3,07
<b>UTILIDAD</b>	3,07
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>36,82</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>36,82</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 18  
**CODIGO N°:** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Losa de hormigon simple  $f_c=210\text{kg/cm}^2$   $e=20\text{ cm}$  **UNIDAD:** m<sup>2</sup>  
**RENDIMIENTO:** 0,110

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,18	0,68%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,10	2,10	0,110	0,23	0,87%
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	0,110	0,45	16,92%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,86</b>	<b>18,46%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	8,00	4,14	33,12	0,110	3,64	13,70%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,110	0,05	0,19%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>3,69</b>	<b>13,89%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	2,43	7,68	18,66	70,23%	
ARENA	m <sup>3</sup>	0,13	12,50	1,63	6,13%	
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,13	13,00	1,69	6,36%	
AGUA	m <sup>3</sup>	0,06	0,72	0,04	0,15%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>22,02</b>	<b>82,88%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>26,57</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>31,89</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>31,89</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 19  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Bloque de Alivianamiento 15x20x40 cm timbrado + estibaje **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,020

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,01	1,61%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,01</b>	<b>1,61%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,020	0,17	27,42%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,17</b>	<b>27,42%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
BLOQUE LIVIANO 15X20X40	u	1,000	0,44	0,44	70,97%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,44</b>	<b>70,97%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	0,62
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	0,74

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>0,74</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 20  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Malla electrosoldada A50 4.5-15. Incluye montaje. **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,00	0,00%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,08	4,14	0,33	0,080	0,03	1,46%
ALBAÑIL EO D2	0,08	4,19	0,34	0,080	0,03	1,46%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,01	4,42	0,04	0,080	0,00	0,00%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,06</b>	<b>2,91%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
MALLA ELECTROSOLDADA CORRUG A50 4.5-15	m	0,070	28,64	2,00	97,09%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>2,00</b>	<b>97,09%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>2,06</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>2,48</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>2,48</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 21  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Mampostería de bloque 40x20x10 cm, mortero 1:6, E=2.0 cm **UNIDAD:** m<sup>2</sup>  
**RENDIMIENTO:** 0,400

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,17	1,69%
ANDAMIO	1,00	0,42	0,42	0,400	0,17	16,83%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,34</b>	<b>18,52%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,400	1,66	16,50%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	0,400	1,68	16,70%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>3,34</b>	<b>33,20%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 Kg - HOLCIM DISENSA	saco	0,120	7,68	0,92	9,15%	
BLOQUE 40x20x10	u	13,000	0,39	5,07	50,40%	
ARENA	m3	0,030	12,50	0,38	3,78%	
AGUA	m3	0,010	0,72	0,01	0,10%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>6,38</b>	<b>63,42%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	10,06
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	1,01
UTILIDAD	1,01
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>12,08</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>12,08</b>
-------------------------------------	--------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 22  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Ventana corrediza flotado claro, 3mm de espesor. Incluye instalación **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,530

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,22	0,53%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,22</b>	<b>0,53%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,530	2,19	5,29%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	0,530	2,22	5,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>4,41</b>	<b>10,64%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
VIDRIO FLOTADO. CLARO DE 3 MM. DIM= 1.83X2.44 M	m2	0,800	46,00	36,80	88,82%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>36,80</b>	<b>88,82%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	41,43
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 4,14
UTILIDAD	10,00% 4,14
PRECIO DE CALCULO	49,71

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$ 49,71**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 23  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalacion. **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 2,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,83	1,19%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,83</b>	<b>1,19%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	2,000	8,28	11,92%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	2,000	8,38	12,06%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>16,66</b>	<b>23,97%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6 MM (INCL. CERRADURA)	m2	1,000	52,00	52,00	74,83%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>52,00</b>	<b>74,83%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	69,49
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	83,39

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>83,39</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 24  
**CODIGO N°:** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Puerta Principal, con marco y tapamarco (incluye instalacion) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,130

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,06	0,03%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,06</b>	<b>0,03%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
CARPINTERO	1,00	4,19	4,19	0,130	0,54	0,24%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1,00	4,42	4,42	0,130	0,57	0,25%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,11</b>	<b>0,49%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CERRADURA PRINCIPAL POMO LOCKSET CROMADA	u	1,000	14,04	14,04	6,16%
BISAGRA 3X3 (CAJA DE 2 UNID)	u	1,500	3,58	3,58	1,57%
PUERTA EMBUT SEIKE 2.05X0.90	u	1,000	188,00	188,00	82,53%
BATIENTE DE LAUREL	jgo	1,00	15,00	15,00	6,59%
JAMBAS DE LAUREL	jgo	2,00	6,00	6,00	2,63%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>226,62</b>	<b>99,49%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	227,79
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	22,78
<b>UTILIDAD</b>	22,78
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>273,35</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>273,35</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 25  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,400  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				1,37	1,02%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,37</b>	<b>1,02%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
CARPINTERO	12,50	4,10	51,25	0,400	20,50	15,27%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	4,00	4,33	17,32	0,400	6,93	5,16%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>27,43</b>	<b>20,43%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CERRADURA DE POMO PARA DORM/OFIC/BAÑO	UND.	1,000	13,89	13,89	10,34%
BISAGRA 3X3 (CAJA DE 2 UNID)	UND.	1,500	3,58	3,58	2,67%
PUERTA EMBUT SEIKE 2.05X0.80	UND.	1,000	67,00	67,00	49,90%
BATIENTE DE LAUREL	jgo	1,00	15,00	15,00	11,17%
JAMBAS DE LAUREL	jgo	2,00	6,00	6,00	4,47%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>105,47</b>	<b>78,55%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	134,27
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	13,43
<b>UTILIDAD</b>	13,43
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	161,13

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>161,13</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N°:**  
**RUBRO:** Piso ceramica, incluye instalación

**HOJA N°:** 26  
**TOTAL APUS:** 51  
**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,570

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,26	1,04%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,26</b>	<b>1,04%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,57	4,05	2,31	0,570	1,32	5,28%
ALBAÑIL EO D2	1,14	3,66	4,17	0,570	2,38	9,52%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,57	4,33	2,47	0,570	1,41	5,64%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>5,11</b>	<b>20,45%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50KG - HOLCIM DISENSA	saco	0,250	7,68	1,92	7,68%
EMPORADOR DE CERÁMICA PORCELANA BLANCA	kg	1,150	1,33	3,58	14,33%
CERÁMICA PIEDRA CID DESERTSTONE (45.4x45.5)	m2	1,000	11,65	11,65	46,62%
ARENA	m3	0,03	13,50	0,41	1,64%
CLAVOS	kg	2,000	1,03	2,06	8,24%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>19,62</b>	<b>78,51%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	24,99
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	29,99

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>29,99</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 27  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Cielo raso modular (Fibrocel Mediterraneo), incluye instalación **UNIDAD:** m2  
**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 0,500

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,09	0,79%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,09</b>	<b>0,79%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,70	4,05	2,84	0,500	1,42	12,48%
INSTALADOR REVESTIMIENTO EN GENERAL	0,25	3,66	0,92	0,500	0,46	4,04%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,88</b>	<b>16,52%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ALAMBRE GALVANIZADO N18	kg	0,100	2,54	0,25	2,20%	
FIBROCEL MEDITERRANEO BLANCO 0.605X1,21X4mm	pln	1,370	3,54	3,58	31,46%	
CLAVO DE ACERO NEGRO	lb	0,020	1,50	0,03	0,26%	
ERFIL T12	UND.	0,24	3,86	0,93	8,17%	
PERFIL T4	UND.	1,370	1,11	3,58	31,46%	
PERFIL T2	UND.	0,690	0,63	0,43	3,78%	
PERFIL L10	UND.	0,30	2,02	0,61	5,36%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>9,41</b>	<b>82,69%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	11,38
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	1,14
<b>UTILIDAD</b>	1,14
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>13,66</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>13,66</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 28  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Hormigon en escaleras, fc=210kg/cm2, incluye encofrado **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 1,100

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				2,17	1,35%
CONCRETERA 1 SACO	0,57	4,48	2,55	1,100	2,81	1,75%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>4,98</b>	<b>3,10%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,08	4,14	0,33	1,100	0,36	0,22%
ALBAÑIL EO D2	5,37	4,19	22,50	1,100	24,75	15,39%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	3,76	4,42	16,62	1,100	18,28	11,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>43,39</b>	<b>26,98%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	7,800	7,68	59,90	37,24%
ARENA	m3	0,650	12,50	8,13	5,05%
RIPIO	m3	0,950	13,00	12,35	7,68%
AGUA	m3	0,190	0,72	0,14	0,09%
PLASTIMENT BV-40 10 KG SIKA - DISENSA	u	0,070	22,60	1,58	0,98%
CUARTONES DE ENCOFRADO	u	3,000	4,00	12,00	7,46%
TIRAS DE ENCOFRADO	u	1,000	1,88	1,88	1,17%
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 M	u	3,000	5,50	16,50	10,26%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>112,48</b>	<b>69,93%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	160,85
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	16,09
<b>UTILIDAD</b>	16,09
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	193,03

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 193,03**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 29

**CODIGO N°:**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

**Pintura Interior, incluye empaste**

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

**ESPECIFICACION:**

**RENDIMIENTO:** 0,150

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,10	3,09%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,10</b>	<b>3,09%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PINTOR EO E2	3,00	4,19	12,57	0,150	1,89	58,33%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,150	0,07	2,16%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,96</b>	<b>60,49%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
LATEX SUPREMO INT/EXT	4000 CC	0,050	4,10	0,21	6,48%
ADITEC EMPASTE INTERIOR 20 KG	u	0,070	4,33	0,30	9,26%
RESINA Y EMPASTE PARA INT	saco	0,070	9,60	0,67	20,68%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,18</b>	<b>36,42%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>3,24</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>3,88</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>3,88</b>
-------------------------------------	-------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N :**  
**RUBRO:** Pintura Exterior, incluye empaste

**HOJA N°:** 30  
**TOTAL APUS:** 51  
**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,200

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,09	2,30%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,09</b>	<b>2,30%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PINTOR EO E2	2,00	4,19	8,38	0,200	1,68	42,97%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,200	0,09	2,30%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,77</b>	<b>45,27%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
LATEX SUPREMO INT/EXT	4000 CC	0,050	4,10	0,21	5,37%
ADITEC EMPASTE INTERIOR 20 KG	u	0,070	4,33	0,30	7,67%
RESINA Y EMPASTE PARA INT	saco	0,080	19,27	1,54	39,39%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>2,05</b>	<b>52,43%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,91
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	4,69

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>4,69</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 31  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Instalación y suministro de tubería de 1/2" PVC roscable **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,560

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	2,12%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>2,12%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,560	0,46	19,49%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,560	0,470	19,92%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,560	0,050	2,12%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,98</b>	<b>41,53%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TEE PVC CED 40 (P/PRESION) ROSCABLE 1/2"	u	0,100	1,06	0,11	4,66%
CODO 90 GR PVC ROSCABLE	u	0,100	0,38	0,04	1,69%
UNION PVC ROSCABLE 1/2"	u	0,330	0,32	0,11	4,66%
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,300	0,42	0,13	5,51%
TUBERIA PVC (PRESION ROSCABLE) 1/2" 929 MPA	6m	0,180	5,24	0,94	39,83%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,33</b>	<b>56,36%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,36
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	2,84

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>2,84</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 32  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Instalación y suministro de tubería de 3/4" PVC roscable **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,560

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	1,69%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>1,69%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,560	0,46	15,54%
PLOMERO	0,20	4,19	0,84	0,560	0,470	15,88%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,560	0,050	1,69%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,98</b>	<b>33,11%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TEE PVC CED 40 (P/PRESION) ROSCABLE 3/4"	u	0,100	2,62	0,26	8,78%
CODO 90 GR PVC ROSCABLE 3/4"	u	0,100	0,83	0,08	2,70%
UNION PVC ROSCABLE 3/4"	u	0,330	0,58	0,19	6,42%
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,100	0,42	0,04	1,35%
TUBERIA PVC (PRESION ROSCABLE) 3/4" 929 MPA)	6m	0,180	7,57	1,36	45,95%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,93</b>	<b>65,20%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,96
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	3,56

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>3,56</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 33  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Instalación y suministro de tubería de 1" PVC roscable **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,560

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	1,33%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>1,33%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,560	0,46	12,20%
PLOMERO	0,20	4,19	0,84	0,560	0,470	12,47%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,560	0,050	1,33%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,98</b>	<b>25,99%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
UNION PVC ROSCABLE 1"	u	0,200	0,94	0,19	5,04%
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,200	0,42	0,08	2,12%
TUBERIA PVC (PRESION ROSCABLE) 1" 929 MPA)	6m	0,170	14,54	2,47	65,52%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>2,74</b>	<b>72,68%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,77
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,38
UTILIDAD	10,00% 0,38
PRECIO DE CALCULO	4,53

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>4,53</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 34  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea económica) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 2,670

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				2,34	2,39%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,34</b>	<b>2,39%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	2,67	22,11	0,23
PLOMERO	2,00	4,19	8,38	2,67	22,37	0,23
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	2,67	2,36	0,02
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>46,84</b>	<b>47,94%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
LAVAMANO ANGELICA DE SOBREPONER BLANCO FV	u	1,000	39,87	39,87	40,80%	
SILICON 20ML	tbi	0,100	0,99	0,10	0,10%	
SIFON 1"-1/2"	u	1,000	4,33	4,33	4,43%	
MANGUERA FLEXIBLE 12"+LLAVE ANGULAR (LAVAMANOS)	u	1,000	4,23	4,23	4,33%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>48,53</b>	<b>49,67%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	97,71
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	117,25

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S** **117,25**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 35  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea económica) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,500

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,63	0,98%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,63</b>	<b>0,98%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	1,500	6,21	9,68%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	1,500	6,29	9,81%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>12,50</b>	<b>19,49%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM DISENSA	saco	0,080	7,68	0,61	0,95%	
ARENA	m3	0,030	13,50	0,41	0,64%	
AGUA	m3	0,000	0,85	0,00	0,00%	
INODORO TANQUE BAJO	u	1,000	50,00	50,00	77,94%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>51,02</b>	<b>79,53%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	64,15
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	76,99

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>76,99</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 36  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de fregadero inox. Grifería cuello de ganzo) **UNIDAD:** u  
**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 3,030

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				2,66	1,21%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,66</b>	<b>1,21%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	3,030	25,09	11,41%
PLOMERO	2,00	4,19	8,38	3,030	25,39	11,55%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	3,030	2,68	1,22%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>53,16</b>	<b>24,18%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
SILICON 20ML	lbi	0,500	0,99	0,50	0,23%	
SIFON 1"-1/2"	u	1,000	0,33	0,33	0,15%	
FREGADERO DE COCINA ACERO 1 POZO 1 ESCURRIDOR	u	1,000	102,66	102,66	46,70%	
MANGUERA FLEXIBLE 12"+LLAVE ANGULAR LAVAPLATOS	u	2,000	19,71	39,42	17,93%	
GRIFERIA CUELLO DE GANZO PARA LAVAPLATOS	u	1,000	21,09	21,09	9,59%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>164,00</b>	<b>74,61%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	219,82
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	21,98
<b>UTILIDAD</b>	21,98
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	263,78

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>263,78</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 37  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de lavadero de cemento **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 3,030

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				2,66	1,21%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,66</b>	<b>1,21%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	3,030	25,09	11,41%
PLOMERO EO D2	2,00	4,19	8,38	3,030	25,390	11,55%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	3,030	2,680	1,22%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>53,16</b>	<b>24,18%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
SILICON 20ML	tbi	0,500	0,99	0,50	0,23%	
SIFON 1"-1/2"	u	1,000	0,33	0,33	0,15%	
FREGADERO DE COCINA ACERO 1 POZO 1 ESCURRIDOR	u	1,000	102,66	102,66	46,70%	
MANGUERA FLEXIBLE 12"+LLAVE ANGULAR LAVAPLATOS	u	2,000	19,71	39,42	17,93%	
GRIFERIA CUELLO DE GANZO PARA LAVAPLATOS	u	1,00	21,09	21,09	9,59%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>164,00</b>	<b>74,61%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	219,82
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	21,98
<b>UTILIDAD</b>	21,98
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	263,78

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>263,78</b>
-------------------------------------	---------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 38  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada, incl grifería) **UNIDAD:** u  
**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 1,000

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,42	0,97%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>0,97%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	1,000	4,14	9,51%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	1,000	4,19	9,63%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,33</b>	<b>19,14%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
DUCHA SENCILLA CROMADA	UND.	1,000	4,00	4,00	9,19%
GRIFERIA PARA DUCHA	UND.	1,000	30,77	30,77	70,70%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>34,77</b>	<b>79,89%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	43,52
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	52,22

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>52,22</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 39  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Tina de Hidromasaje, incluye intalación **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				2,29	0,15%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,29</b>	<b>0,15%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	5,00	4,14	20,70	1,000	20,70	1,37%
ALBAÑIL EO D2	5,00	4,19	20,95	1,000	20,95	1,39%
PLOMERO EO D2	1,00	4,19	4,19	1,000	4,19	0,28%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>45,84</b>	<b>3,04%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TINA DE HIDROMASAJE BEIGE DE 135x135x65 cm	u	1,000	1,459,98	1,459,98	96,81%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,459,98</b>	<b>96,81%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.508,11
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	150,81
UTILIDAD	150,81
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>1.809,73</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 1.809,73**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 40  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Llave de Jardín **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,49	2,51%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,49</b>	<b>2,51%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	1,000	4,14	21,24%
PLOMERO	1,00	4,19	4,19	1,000	4,190	21,50%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,33	4,42	1,46	1,000	1,460	7,49%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>9,79</b>	<b>50,23%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
UNION PVC ROSCABLE 1/2"	u	1,000	0,32	0,32	1,64%
LLAVE DE PICO. MANIJA T 1/2"	u	1,000	8,68	8,68	44,54%
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,500	0,42	0,21	1,08%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>9,21</b>	<b>47,26%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	19,49
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	23,39

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>23,39</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 41  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Instalación y suministro de tubería de 4" PVC **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,360

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,03	0,68%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>0,68%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,360	0,30	6,85%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,360	0,30	6,85%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,360	0,03	0,68%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,63</b>	<b>14,38%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TUBO PVC DE 4" L=3	3m	0,320	9,47	3,03	69,18%
CODO PVC 110 mm. x 90 GRADOS DESAGÜE	u	0,040	2,30	0,09	2,05%
TEE PVC 110 MM DESAGÜE	u	0,040	3,06	0,12	2,74%
UNIÓN PVC (DESAGÜE) 110 mm	u	0,330	1,44	0,48	10,96%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>3,72</b>	<b>84,93%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>4,38</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>5,26</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>5,26</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 42  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Instalación y suministro de tubería de 3" PVC **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,360

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,03	0,69%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>0,69%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,360	0,30	6,93%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,360	0,30	6,93%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,360	0,03	0,69%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,63</b>	<b>14,55%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TUBO PVC DE 3" L=3	3m	0,410	7,39	3,03	69,98%
CODO PVC 75 mm. x 90 GRADOS DESAGÜE	u	0,040	1,60	0,06	1,39%
TEE PVC 75 MM DESAGÜE	u	0,040	2,45	0,10	2,31%
UNIÓN PVC (DESAGÜE) 75 mm	u	0,330	1,44	0,48	11,09%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>3,67</b>	<b>84,76%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	4,33
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	5,19

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>5,19</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 43  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Instalación y suministro de tubería de 2" PVC **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,360

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,03	0,75%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>0,75%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,360	0,30	7,54%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,360	0,30	7,54%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,360	0,03	0,75%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,63</b>	<b>15,83%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TUBO PVC DE 2" L=3	3m	0,900	3,33	3,00	75,38%
CODO PVC 50 mm. x 90 GRADOS DESAGÜE	u	0,040	0,83	0,03	0,75%
TEE PVC 50 MM DESAGÜE	u	0,040	0,90	0,04	1,01%
UNIÓN PVC (DESAGÜE) 50 mm	u	0,330	0,75	0,25	6,28%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>3,32</b>	<b>83,42%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,98
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	4,78

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>4,78</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 44  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Cajas de registro **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,12	0,47%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,12</b>	<b>0,47%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,080	0,66	2,56%
ALBANIL	4,00	4,19	16,76	0,080	1,340	5,20%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1,00	4,42	4,42	0,080	0,350	1,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2,35</b>	<b>9,13%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM DISENSA	saco	1,100	7,68	8,45	32,82%
VARILLA CORRUGADA 8-10-12 MM	qq	0,120	40,11	4,81	18,68%
ARENA	m3	0,150	13,50	2,03	7,88%
PIEDRA	m3	0,060	10,63	0,64	2,49%
BLOQUE LIVIANO PL-9 (39X19X9) BLOQCIM DISENSA	u	15,000	0,49	7,35	28,54%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>23,28</b>	<b>90,41%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	25,75
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	30,91

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>30,91</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 45

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

Rejillas de piso

**UNIDAD:** u

**ESPECIFICACION:**

**RENDIMIENTO:** 0,080

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	4,50%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>4,50%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
AYUDANTE DE PLOMERO EO E2	1,00	4,14	4,14	0,080	0,33	29,73%
PLOMERO EO D2	2,00	4,19	8,38	0,080	0,670	60,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,00</b>	<b>90,09%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
REJILLA DE BRONCE 4"	m	1,000	0,06	0,06	5,41%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>0,06</b>	<b>5,41%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,11
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	1,33

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,33</b>
-------------------------------------	-------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 46

**CODIGO N°:**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

**Punto de tomacorrientes de 110v**

**UNIDAD:** ptos

**ESPECIFICACION:**

**RENDIMIENTO:** 0,750

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,98	2,23%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,98</b>	<b>2,23%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	4,00	4,05	16,20	0,750	12,15	27,64%
ELECTRICISTA	2,00	4,10	8,20	0,750	6,150	13,99%
MAESTRO ELECTRICISTA	0,40	4,55	1,82	0,750	1,370	3,12%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>19,67</b>	<b>44,75%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
ALAMBRE GALBANIZADO N18	kg	0,130	2,54	0,33	0,75%
ALAMBRE SOLIDO THHN 12 AWG	m	14,000	0,58	8,12	18,47%
CAJA PCV RECTANGULAR	UND.	1,000	0,79	0,79	1,80%
CONECTORES EMT 1/2"	UND.	2,000	0,32	0,64	1,46%
TUBO CONDUIT EMT 1/2" X 3M	UND.	2,000	3,62	7,24	16,47%
UNION CONDUIT 1/2"	UND.	2,000	0,30	0,60	1,36%
TOMA CORRIENTE INDUSTRIAL POLARIZADO CON TAPA 21-220V	UND.	1,000	5,00	5,00	11,37%
CINTA AISLANTE 19MM X 9M X0,13M	UND.	1,000	0,59	0,59	1,34%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>23,31</b>	<b>53,03%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	43,96
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	4,40
<b>UTILIDAD</b>	4,40
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	52,76

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>52,76</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 47

**CODIGO N°:**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

**Punto de tomacorrientes de 220v**

**UNIDAD:** ptos

**ESPECIFICACION:**

**RENDIMIENTO:** 0,750

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,98	2,23%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,98</b>	<b>2,23%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	4,00	4,05	16,20	0,750	12,15	27,64%
ELECTRICISTA	2,00	4,10	8,20	0,750	6,150	13,99%
MAESTRO ELECTRICISTA	0,40	4,55	1,82	0,750	1,370	3,12%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>19,67</b>	<b>44,75%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
ALAMBRE GALBANIZADO N18	kg	0,130	2,54	0,33	0,75%
ALAMBRE SOLIDO THHN 12 AWG	m	14,000	0,58	8,12	18,47%
CAJA PCV RECTANGULAR	UND.	1,000	0,79	0,79	1,80%
CONECTORES EMT 1/2"	UND.	2,000	0,32	0,64	1,46%
TUBO CONDUIT EMT 1/2" X 3M	UND.	2,000	3,62	7,24	16,47%
UNION CONDUIT 1/2"	UND.	2,000	0,30	0,60	1,36%
TOMA CORRIENTE INDUSTRIAL POLARIZADO CON TAPA 21-220V	UND.	1,000	5,00	5,00	11,37%
CINTA AISLANTE 19MM X 9M X0,13M	UND.	1,000	0,59	0,59	1,34%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>23,31</b>	<b>53,03%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	43,96
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	4,40
<b>UTILIDAD</b>	4,40
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	52,76

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>52,76</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 48  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de luminarias simples **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,500

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,41	1,76%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,41</b>	<b>1,76%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,500	4,14	17,78%
ELECTRICISTA (ESTRUC. OCUP. D2)	2,00	4,10	8,20	0,500	4,100	17,61%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,24</b>	<b>35,40%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CABLE TW SOLODI #12	m	12,000	0,49	5,88	25,26%	
INTERUPTOR SIMPLE	UND.	1,000	2,35	2,35	10,09%	
MANGUERA FLEX PE 1/2" PLASTIDOR	m	6,000	0,40	2,40	10,31%	
LUMINARIA	UND.	1,000	4,00	4,00	17,18%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>14,63</b>	<b>62,84%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	23,28
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	2,33
UTILIDAD	2,33
PRECIO DE CALCULO	27,94

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>27,94</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 49  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000  
**ESPECIFICACION:** 2 polo 10-32 amps square d

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramienta menor 5% de M.O.	5,00%				0,87	0,24%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,87</b>	<b>0,24%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	1,000	8,28	2,29%
ELECTRICISTA (ESTRUC. OCUP. D2)	2,00	4,10	8,20	1,000	8,200	2,27%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	1,000	0,880	0,24%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>17,36</b>	<b>4,80%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG	saco	0,300	7,68	2,30	0,64%	
HOLCIM DISENSA	UND.	40,000	7,58	303,20	83,90%	
BREAKER 1 POLO 10-32 AMPS SQUARE D	UND.	0,600	13,50	8,10	2,24%	
ARENA	m3	0,020	0,85	0,02	0,01%	
AGUA	UND.	0,080	0,45	0,04	0,01%	
CITA AISLANTE	UND.	1,00	29,48	29,48	8,16%	
TABLERO BIFASICO 40 PTS	UND.					
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>343,14</b>	<b>94,96%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	361,37
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 36,14
UTILIDAD	10,00% 36,14
PRECIO DE CALCULO	433,65

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$ 433,65**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 50  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 51  
**RUBRO:** Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocacion. (12, 000 BTU) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,050

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,01	0,00%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,01</b>	<b>0,00%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,050	0,21	0,08%
ELECTRICISTA (ESTRUC. OCUP. D2)	0,10	4,10	0,41	0,050	0,020	0,01%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,23</b>	<b>0,09%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
EQUIPO ACONDICIONADO TIPO MINI SPLIT (12,000 BTU)	u	1,000	266,89	266,89	99,91%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>266,89</b>	<b>99,91%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	267,13
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	320,55

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>320,55</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 51

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 51

**RUBRO:**

Limpieza final de la obra

**UNIDAD:** m2

**RENDIMIENTO:** 0,320

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	5,10%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>5,10%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,64	4,14	2,65	0,320	0,85	86,73%
ELECTRICISTA (ESTRUC. OCUP. D2)	0,03	4,10	0,12	0,320	0,040	4,08%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,03	4,42	0,13	0,320	0,040	4,08%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,93</b>	<b>94,90%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	0,98
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	1,18

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,18</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL PROYECTISTA:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 1  
**CODIGO TESIS :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Limpieza manual del terreno **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,100

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,06	4,62%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,06</b>	<b>4,62%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	3,00	4,14	12,42	0,100	1,24	95,38%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,24</b>	<b>95,38%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,30
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,13
UTILIDAD	10,00% 0,13
PRECIO DE CALCULO	1,56

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,56</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 2

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:**

Replanteo y nivelación con equipo topográfico

**UNIDAD:** m2

**RENDIMIENTO:** 0,081

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	2,73%
ESTACION TOTAL	1,00	5,63	5,63	0,081	0,45	24,59%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,50</b>	<b>27,32%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
CADENERO EO D2	2,00	4,19	8,38	0,081	0,68	37,16%
TOPÓGRAFO (EN CONSTRUCCIÓN) EO C1	1,00	4,75	4,75	0,081	0,38	20,77%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,06</b>	<b>57,92%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ESTACAS DE MADERA	u	0,200	0,75	0,15	8,20%	
TIRAS 2.5x2.5x250	u	0,200	0,38	0,08	4,37%	
CLAVOS C/C LISO 20X1,50 3/4X17	kg	0,010	4,49	0,04	2,19%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,27</b>	<b>14,75%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,83
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	2,19

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>2,19</b>
--------------------------------------	-------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N :**  
**RUBRO:** Instalacion provisional de agua

**HOJA N°:** 3  
**TOTAL APUS:** 50  
**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:** 2,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,42	0,42%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>0,42%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PLOMERO EO D2	1,00	4,19	4,19	2,000	8,38	8,31%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,38</b>	<b>8,31%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
LLAVE DE MANGUERA MANIJA "T" 1/2	u	0,340	9,55	3,25	3,22%	
TUBERÍA PVC (PRESION ROSCABLE) 1/2" 420 PSI	6m	0,400	9,57	3,83	3,80%	
AGUA	m3	100,00	0,85	85,00	84,26%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>92,08</b>	<b>91,28%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>100,88</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,09</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,09</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>121,06</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>121,06</b>
--------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N :**  
**RUBRO:** Instalacion provisional de luz

**HOJA N°:** 4  
**TOTAL APUS:** 50  
**UNIDAD:** mes  
**RENDIMIENTO:** 2,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
HERRAMIENTA MENOR 5% de M.O.	5,00%				0,42	1,61%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>1,61%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
ELECTRISISTA EO D2	1,00	4,19	4,19	2,000	8,38	32,03%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,38</b>	<b>32,03%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
BREAKER 2 POLOS 32-63 AMP. SD.	u	0,340	16,55	5,63	21,52%	
LUZ	mes	1,000	1,00	1,00	3,82%	
TUBERIA GALV. EMT 1 1/2"x3m	u	0,180	15,45	2,78	10,63%	
BASE SOCKET	u	0,170	12,90	2,19	8,37%	
REVERSIBLE EMT DE 2"	u	0,170	9,75	1,66	6,35%	
BASE MEDIDOR CLASE 100	u	0,170	18,55	3,15	12,04%	
FOCO 100W	u	1,00	0,95	0,95	3,63%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>17,36</b>	<b>66,36%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	26,16
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00%
<b>UTILIDAD</b>	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	31,40

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>31,40</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N :**  
**RUBRO:** Excavación manual de cimientos y plintos

**HOJA N°:** 5  
**TOTAL APUS:** 50  
**UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,54	4,77%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,54</b>	<b>4,77%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,50	4,14	10,35	1,000	10,35	91,35%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	1,000	0,44	3,88%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>10,79</b>	<b>95,23%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	11,33
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	1,13
UTILIDAD	1,13
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>13,59</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>13,59</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 6

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:**

Relleno compactado con material clasificado

**UNIDAD:** m3

**RENDIMIENTO:** 0,500

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,14	0,91%
PLANCHA VOBROAPISONADORA	1,00	6,26	6,26	0,500	3,13	20,38%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>3,27</b>	<b>21,29%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,500	2,07	13,48%
ALBAÑIL EO D2	0,20	4,19	0,84	0,500	0,42	2,73%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,500	0,22	1,43%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2,71</b>	<b>17,64%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
CASCAJO MEDIANO-FINO	m3	1,250	7,50	9,38	61,07%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>9,38</b>	<b>61,07%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	15,36
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	1,54
UTILIDAD	1,54
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>18,44</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>18,44</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 7  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Relleno compactado con material de sitio **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,300

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,22	4,28%
RODILLO VIBRATORIO DOBLE TAMBOR	0,03	30,00	0,90	0,300	0,27	5,25%
RETROSCAVADORA 75 HP	0,03	35,00	1,05	0,300	0,32	6,23%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,81</b>	<b>15,76%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,300	2,48	48,25%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,300	0,03	0,58%
CHOFER VOLQUETAS (ESTR. OC. C1)	1,00	6,08	6,08	0,300	1,82	35,41%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>4,33</b>	<b>84,24%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	5,14
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	6,16

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>6,16</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 8

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:**

Desalojo de material con volqueta. Cargada manual.

**UNIDAD:** m3

**RENDIMIENTO:** 0,010

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,010	0,04	0,27%
CHOFER VOLQUETAS (ESTR. OC. C1)	0,10	6,08	0,61	0,010	0,01	0,07%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,05</b>	<b>0,33%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
VOLQUETA	1	0,5	1	30,000	15,00	34,73%
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>15,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>15,05</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>18,07</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>18,07</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 9

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:**

**Hormigón en Replanteo f'c=140 kg/cm²**

**UNIDAD:** m3

**RENDIMIENTO:** 0,670

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,41	1,40%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	4,48	4,48	0,670	3,00	2,98%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>4,41</b>	<b>4,38%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	8,00	4,14	33,12	0,670	22,19	22,05%
ALBAÑIL EO D2	2,00	4,19	8,38	0,670	5,61	5,58%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,670	0,30	0,30%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>28,10</b>	<b>27,93%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	6,180	7,68	47,46	47,17%	
ARENA	m3	0,650	12,50	8,13	8,08%	
RIPIO	m3	0,950	13,00	12,35	12,27%	
AGUA	m3	0,240	0,72	0,17	0,17%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>68,11</b>	<b>67,69%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>100,62</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,06</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,06</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>120,74</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>120,74</b>
--------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 10  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Hormigón simple en zapatas y pedestal f'c=210 kg/cm², incl. Encofrado **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 0,570

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,49	0,45%
CONCRETERA 1 SACO	0,57	2,10	1,20	0,570	0,68	0,62%
VIBRADOR	0,57	1,00	0,57	0,570	0,32	0,29%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,49</b>	<b>1,36%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	3,00	4,14	12,42	0,570	7,08	6,45%
CARPINTERO	1,00	4,19	4,19	0,570	2,39	2,18%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,570	0,25	0,23%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>9,72</b>	<b>8,86%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	68,10%	
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	2,60	4,42	4,03%	
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	4,41	1,54	1,40%	
ARENA	m3	0,52	12,50	6,50	5,92%	
AGUA	m3	0,22	0,72	0,16	0,15%	
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	2,38	0,28	0,26%	
RIPIO	m3	0,53	13,00	6,89	6,28%	
CUARTONES DE ENCOFRADO	u	1,79	1,12	2,00	1,82%	
PUNTAL DE MADERA DE EUCALIPTO	u	1,79	1,12	2,00	1,82%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>98,52</b>	<b>89,78%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	109,73
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,97
<b>UTILIDAD</b>	10,97
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	131,67

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>131,67</b>
--------------------------------------	---------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 11

**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:** Acero estructural de la placa base y pernos de anclaje, **UNIDAD:** kg  
(ASTM A36, Fy=2530 kg/cm<sup>2</sup>) **RENDIMIENTO:** 0,110

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,10	2,19%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,10</b>	<b>2,19%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	3,00	4,14	12,42	0,110	1,370	30,04%
PERFILERO	1,00	4,42	4,42	0,110	0,490	10,75%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,110	0,050	1,10%
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO (EN CON	0,10	4,75	0,48	0,110	0,050	1,10%
SOLDADOR EN CONSTRUCCIÓN EO C3	0,11	4,16	0,46	0,110	0,050	1,10%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2,01</b>	<b>44,08%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ACERO EN PERFIL A36	kg	1,050	1,05	1,10	24,12%	
ELECTRODO #7010 3/16	kg	0,05	2,34	0,12	2,63%	
ANTICORROSIVO AZARCON	4000CC	0,010	15,56	0,16	3,51%	
DISCO DE CORTE	u	0,010	1,65	0,02	0,44%	
ACERO DE BARRAS CORRUGADAS, GRADO 60	kg	1,97	0,53	1,05	23,03%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>2,45</b>	<b>53,73%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>4,56</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b> <b>0,46</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b> <b>0,46</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>5,48</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>5,48</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 12

**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:** Hormigón simple en Ríostros (f'c=210 kg/cm²). Incluye Encofrado **UNIDAD:** m3

**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 0,700

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,74	0,61%
VIBRADOR	1,00	1,00	1,00	0,700	0,70	0,58%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,10	2,10	0,700	1,47	1,22%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,91</b>	<b>2,41%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	4,00	4,14	16,56	0,700	11,59	9,58%
CARPINTERO EO D2	1,00	4,19	4,19	0,700	2,93	2,42%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,700	0,31	0,26%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>14,83</b>	<b>12,26%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO		COSTO TOTAL	Porcentaje
			A	B		
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	61,79%	
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	5,50	9,35	7,73%	
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	1,03	0,36	0,30%	
ARENA	m3	0,52	13,50	7,02	5,80%	
AGUA	m3	0,22	18,00	3,96	3,27%	
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	1,53	0,18	0,15%	
RIPIO	m3	0,53	0,85	0,45	0,37%	
CUARTONES DE ENCOFRADO	u	1,79	4,00	7,16	5,92%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>103,21</b>	<b>85,33%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
			A	B		
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	120,95
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	12,10
UTILIDAD	12,10
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>145,15</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S** **145,15**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 13  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Acero de Refuerzo (f<sub>c</sub>=4200 kg/cm<sup>2</sup>). Incluye armado **UNIDAD:** kg  
**RENDIMIENTO:** 0,030

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,01	0,62%
CORTADORA DOBLADORA DE HIERRO	1,00	0,51	0,51	0,030	0,02	1,24%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>1,86%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,05	4,14	0,21	0,030	0,01	0,62%
ALBAÑIL EO D2	0,05	4,19	0,21	0,030	0,01	0,62%
FIERRERO EO D2	1,00	4,19	4,19	0,030	0,13	8,07%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,15</b>	<b>9,32%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,050	2,38	0,12	7,45%	
ACERO DE REFFUERZO (f <sub>c</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> )	kg	1,050	1,25	1,31	81,37%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1,43</b>	<b>88,82%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,61
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,16
UTILIDAD	10,00% 0,16
PRECIO DE CALCULO	1,93

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$ 1,93**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 14  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Contrapiso de hormigon simple, e=8 cm. (fc=210 kg/cm<sup>2</sup>) **UNIDAD:** m<sup>2</sup>  
**RENDIMIENTO:** 0,200

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,75	3,92%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,10	2,10	0,200	0,42	2,20%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,17</b>	<b>6,12%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	9,00	4,14	37,26	0,200	7,45	38,98%
ALBAÑIL EO D2	9,00	4,19	37,71	0,200	7,54	39,46%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,200	0,09	0,47%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>15,08</b>	<b>78,91%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	u	0,220	7,68	1,69	8,84%	
ARENA	m <sup>3</sup>	0,020	12,5	0,25	1,31%	
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,070	13,00	0,91	4,76%	
AGUA	m <sup>3</sup>	0,010	0,72	0,01	0,05%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>2,86</b>	<b>14,97%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	19,11
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 1,91
UTILIDAD	10,00% 1,91
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>22,93</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 22,93**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 15  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Losa de hormigon simple (fc=210 kg/cm²). Incluye encofrado. **UNIDAD:** m3  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,25	0,95%
CONCRETERA 1 SACO	1,00	2,10	2,10	1,000	2,10	1,60%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>3,35</b>	<b>2,55%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	4,00	4,14	16,56	1,000	16,56	12,59%
ALBAÑIL EO D2	2,00	4,19	8,38	1,000	8,38	6,37%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>24,94</b>	<b>18,97%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	9,73	7,68	74,73	56,83%	
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 m	u	1,70	5,50	9,35	7,11%	
CLAVOS 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	0,35	1,03	0,36	0,27%	
ARENA	m3	0,52	13,50	7,02	5,34%	
AGUA	m3	0,22	18,00	3,96	3,01%	
ALAMBRE DE AMARRE #14	kg	0,12	1,53	0,18	0,14%	
RIPPIO	m3	0,53	0,85	0,45	0,34%	
CUARTONES DE ENCOFRADO	u	1,79	4,00	7,16	5,44%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>103,21</b>	<b>78,49%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	131,50
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 13,15
UTILIDAD	10,00% 13,15
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>157,80</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S** **157,80**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 16

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:**

Placa colaborante Steel Deck (e=0,75 mm)

**UNIDAD:** m2

**RENDIMIENTO:** 0,050

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	0,31%
AMOLADORA	2,00	1,25	2,50	0,050	0,13	8,18%
SOLDADORA	1,00	1,50	1,50	0,050	0,08	5,03%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,26</b>	<b>13,52%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,050	0,41	2,58%
SOLDADOR EO E2	2,00	4,16	8,32	0,050	0,42	2,64%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1,00	4,42	4,42	0,050	0,22	1,38%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,05</b>	<b>6,60%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
PLACA COLABORANTE E=0,75 mm	m2	1,000	14,18	14,18	89,07%
PERNOS DE 1/2"	u	0,500	0,40	0,20	1,26%
ELECTRODO #7018	kg	0,100	2,34	0,23	1,44%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>14,61</b>	<b>91,77%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	15,92
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	19,10

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>19,10</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 17  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro, y montaje de perfiles estructurales con grua. **UNIDAD:** kg  
**RENDIMIENTO:** 0,030  
**(Acero Estructural ASTM A36, Fy=2530 kg/cm2). Incluye**

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	1,25%
AMOLDADORA ELECTRICA	1,20	4,30	5,16	0,030	0,15	37,50%
SOLDADORA ELECTRICA 300 a	1,20	1,98	2,38	0,030	0,07	17,50%
GRUA MOVIL	1,20	30,00	36,00	0,030	1,08	270,00%
EQUIPO OXICORTE	1,20	1,54	1,85	0,030	0,06	15,00%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,41</b>	<b>341,25%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	4,00	4,14	16,56	0,030	0,500	12,50%
PERFILERO	2,00	4,42	8,84	0,030	0,270	6,75%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1,00	4,42	4,42	0,030	0,130	3,25%
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO (EN CON	1,00	4,75	4,75	0,030	0,140	3,50%
SOLDADOR EN CONSTRUCCIÓN EO C3	0,11	4,16	0,46	0,030	0,010	0,25%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,05</b>	<b>26,25%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ANTICORROSIVO AZARCON	4000CC	0,010	15,56	0,16	4,00%	
THINNER COMERCIAL (DILUYENTE TECNI THINER LACA)	4000CC	0,010	13,95	0,14	3,50%	
DISCO DE CORTE	u	0,010	1,65	0,02	0,50%	
ACERO EN PERFIL A36	kg	1,050	1,05	1,10	27,50%	
ELECTRODO #7018 3/16	kg	0,05	2,34	0,12	3,00%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1,54</b>	<b>38,50%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	4,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	4,80

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S** **4,80**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 18  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Malla electrosoldada A50 4.5-15. Incluye montaje. **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,00	0,00%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,08	4,14	0,33	0,080	0,03	1,46%
ALBAÑIL EO D2	0,08	4,19	0,34	0,080	0,03	1,46%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,01	4,42	0,04	0,080	0,00	0,00%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,06</b>	<b>2,91%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
MALLA ELECTROSOLDADA CORRUG A50 4.5-15	m	0,070	28,64	2,00	97,09%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>2,00</b>	<b>97,09%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,06
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,21
UTILIDAD	10,00% 0,21
PRECIO DE CALCULO	2,48

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>2,48</b>
-------------------------------------	-------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 19

**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:** Mampostería de bloque 40x20x10 cm con mortero 1:6, E=2,0 **UNIDAD:** m2

**ESPECIFICACION:** cm **RENDIMIENTO:** 0,400

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,17	1,69%
ANDAMIO	1,00	0,42	0,42	0,400	0,17	16,83%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,34</b>	<b>18,52%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,400	1,66	16,50%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	0,400	1,68	16,70%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>3,34</b>	<b>33,20%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	0,120	7,68	0,92	9,15%	
BLOQUE BLOQUE 40x20x10	u	13,000	0,39	5,07	50,40%	
ARENA	m3	0,030	12,50	0,38	3,78%	
AGUA	m3	0,010	0,72	0,01	0,10%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>6,38</b>	<b>63,42%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	10,06
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	12,08

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S** **12,08**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 20  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Ventana corrediza flotado claro, 3mm de espesor. Incluye instalación **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,530

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,22	0,53%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,22</b>	<b>0,53%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,530	2,19	5,29%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	0,530	2,22	5,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>4,41</b>	<b>10,64%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
VIDRIO FLOTADO. CLARO DE 3 MM. DIM=1.83X2.44 M	m2	0,800	46,00	36,80	88,82%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>36,80</b>	<b>88,82%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	41,43
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	49,71

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>49,71</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 21  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Puerta corrediza, con marco y tapamarco. Incluye instalación. **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 2,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,83	1,19%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,83</b>	<b>1,19%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	2,000	8,28	11,92%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	2,000	8,38	12,06%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>16,66</b>	<b>23,97%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
PUERTA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6 MM (INCL. CERRADURA)	m2	1,000	52,00	52,00	74,83%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>52,00</b>	<b>74,83%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	69,49
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>83,39</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>83,39</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 22  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Puerta Principal, con marco y tapamarco. Incluye instalacion. **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,130

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,06	0,03%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,06</b>	<b>0,03%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
CARPINTERO	1,00	4,19	4,19	0,130	0,54	0,24%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1,00	4,42	4,42	0,130	0,57	0,25%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,11</b>	<b>0,49%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CERRADURA PRINCIPAL POMO LOCKSET CROMADA	u	1,000	14,04	14,04	6,16%	
BISAGRA 3X3 (CAJA DE 2 UNID)	u	1,500	3,58	3,58	1,57%	
PUERTA EMBUT SEIKE 2.05X0.90	u	1,000	188,00	188,00	82,53%	
BATIENTE DE LAUREL	jgo	1,00	15,00	15,00	6,59%	
JAMBAS DE LAUREL	jgo	2,00	6,00	6,00	2,63%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>226,62</b>	<b>99,49%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	227,79
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b> <span style="float: right;"><b>10,00%</b></span>	22,78
<b>UTILIDAD</b> <span style="float: right;"><b>10,00%</b></span>	22,78
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>273,35</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>273,35</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Victor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 23  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Puerta de habitaciones y baños, con marco y tapamarco. **UNIDAD:** u  
 Incluye instalacion. **RENDIMIENTO:** 0,400

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				1,40	1,04%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>1,40</b>	<b>1,04%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
CARPINTERO	12,50	4,19	52,38	0,400	20,95	15,53%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	4,00	4,42	17,68	0,400	7,07	5,24%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>28,02</b>	<b>20,77%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CERRADURA DE POMO PARA DORM/OFIC/BAÑO	UND.	1,000	13,89	13,89	10,30%	
BISAGRA 3X3 (CAJA DE 2 UNID)	UND.	1,500	3,58	3,58	2,65%	
PUERTA EMBUT SEIKE 2.05X0.80	UND.	1,000	67,00	67,00	49,67%	
BATIENTE DE LAUREL	jgo	1,00	15,00	15,00	11,12%	
JAMBAS DE LAUREL	jgo	2,00	6,00	6,00	4,45%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>105,47</b>	<b>78,19%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>134,89</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b> 13,49
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b> 13,49
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>161,87</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 161,87**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi  
**CODIGO N :**  
**RUBRO:** Piso ceramica, incluye instalación

**HOJA N°:** 24  
**TOTAL APUS:** 50  
**UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,570

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,28	1,10%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,28</b>	<b>1,10%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,57	4,14	2,36	0,570	1,35	5,31%
ALBAÑIL EO D2	1,14	4,19	4,78	0,570	2,72	10,70%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,57	4,42	2,52	0,570	1,44	5,67%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>5,51</b>	<b>21,68%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50KG - HOLCIM DISENSA	saco	0,250	7,68	1,92	7,56%	
EMPORADOR DE CERÁMICA PORCELANA BLANCA	kg	1,150	1,33	3,58	14,09%	
CERÁMICA PIEDRA CID DESERTSTONE (45.4x45.5)	m2	1,000	11,65	11,65	45,85%	
ARENA	m3	0,03	13,50	0,41	1,61%	
CLAVOS	kg	2,000	1,03	2,06	8,11%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>19,62</b>	<b>77,21%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	25,41
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 2,54
UTILIDAD	10,00% 2,54
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>30,49</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>30,49</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 25

**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:** Cielo raso modular (Fibrocel Mediterraneo), incluye instalación **UNIDAD:** m2

**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 0,500

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,10	0,87%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,10</b>	<b>0,87%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,70	4,14	2,90	0,500	1,45	12,63%
MAMPOSTERO EO E2	0,25	4,19	1,05	0,500	0,52	4,53%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,97</b>	<b>17,16%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ALAMBRE GALVANIZADO N18	kg	0,100	2,54	0,25	2,18%	
FIBROCEL MEDITERRANEO BLANCO 0.605X1,21X4mm	pln	1,370	3,54	3,58	31,18%	
CLAVO DE ACERO NEGRO	lb	0,020	1,50	0,03	0,26%	
PERFIL T12	u	0,24	3,86	0,93	8,10%	
PERFIL T4	u	1,370	1,11	3,58	31,18%	
PERFIL T2	u	0,690	0,63	0,43	3,75%	
PERFIL L10	u	0,30	2,02	0,61	5,31%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>9,41</b>	<b>81,97%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>11,48</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b> 1,15
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b> 1,15
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>13,78</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 13,78**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 26

**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:** Hormigón simple en escaleras, fc=210 kg/cm<sup>2</sup>, incluye encofrado **UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**ESPECIFICACION:** **RENDIMIENTO:** 1,100

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				2,17	1,35%
CONCRETERA 1 SACO	0,57	4,48	2,55	1,100	2,81	1,75%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>4,98</b>	<b>3,10%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,08	4,14	0,33	1,100	0,36	0,22%
ALBAÑIL EO D2	5,37	4,19	22,50	1,100	24,75	15,39%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	3,76	4,42	16,62	1,100	18,28	11,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>43,39</b>	<b>26,98%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM-DISENSA	saco	7,800	7,68	59,90	37,24%	
ARENA	m <sup>3</sup>	0,650	12,5	8,13	5,05%	
RIPIO	m <sup>3</sup>	0,950	13,00	12,35	7,68%	
AGUA	m <sup>3</sup>	0,190	0,72	0,14	0,09%	
PLASTIMENT BV-40 10 KG SIKA - DISENSA	u	0,070	22,60	1,58	0,98%	
CUARTONES DE ENCOFRADO	u	3,000	4,00	12,00	7,46%	
TIRAS DE ENCOFRADO	u	1,000	1,88	1,88	1,17%	
TABLA DURA DE ENCOFRADO DE 0.30 M	u	3,000	5,50	16,50	10,26%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>112,48</b>	<b>69,93%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	160,85
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	16,09
UTILIDAD	16,09
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>193,03</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>193,03</b>
-------------------------------------	---------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

NOMBRE DEL OFERENTE:

Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

HOJA N°: 27

CODIGO N :

TOTAL APUS: 50

RUBRO:

Pintura Interior, incluye empaste

UNIDAD: m2

RENDIMIENTO: 0,150

ESPECIFICACION:

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,10	3,09%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,10</b>	<b>3,09%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PINTOR EO E2	3,00	4,19	12,57	0,150	1,89	58,33%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,150	0,07	2,16%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,96</b>	<b>60,49%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
LATEX SUPREMO INT/EXT	4000 CC	0,050	4,10	0,21	6,48%	
ADITEC EMPASTE INTERIOR 20 KG	u	0,070	4,33	0,30	9,26%	
RESINA Y EMPASTE PARA INT	saco	0,070	9,60	0,67	20,68%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1,18</b>	<b>36,42%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,24
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,32
UTILIDAD	10,00% 0,32
PRECIO DE CALCULO	3,88

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>3,88</b>
--------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 28  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Pintura Exterior, incluye empaste **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,200

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,09	2,30%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,09</b>	<b>2,30%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PINTOR EO E2	2,00	4,19	8,38	0,200	1,68	42,97%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,10	4,42	0,44	0,200	0,09	2,30%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,77</b>	<b>45,27%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
LATEX SUPREMO INT/EXT	4000 CC	0,050	4,10	0,21	5,37%	
ADITEC EMPASTE INTERIOR 20 KG	u	0,070	4,33	0,30	7,67%	
RESINA Y EMPASTE PARA INT	saco	0,080	19,27	1,54	39,39%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>2,05</b>	<b>52,43%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,91
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,39
UTILIDAD	10,00% 0,39
PRECIO DE CALCULO	4,69

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$ 4,69**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 29  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Instalacion y suministro de tubería de 1/2" PVC roscable **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,560

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	2,12%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>2,12%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,560	0,46	19,49%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,560	0,470	19,92%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,560	0,050	2,12%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,98</b>	<b>41,53%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
TEE PVC CED 40 (P/PRESION) ROSCABLE 1/2"	u	0,100	1,06	0,11	4,66%	
CODO 90 GR PVC ROSCABLE	u	0,100	0,38	0,04	1,69%	
UNION PVC ROSCABLE 1/2"	u	0,330	0,32	0,11	4,66%	
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,300	0,42	0,13	5,51%	
TUBERIA PVC (PRESION ROSCABLE) 1/2" 929 MPA	6m	0,180	5,24	0,94	39,83%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1,33</b>	<b>56,36%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,36
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	2,84

DOS CON 84/100 DOLARES  
 ESTE PRECIO NO INCLUYE I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>2,84</b>
--------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

NOMBRE DEL OFERENTE:

Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

HOJA Nº: 30

CODIGO N :

TOTAL APUS: 50

RUBRO:

Instalacion y suministro de tuberia de 3/4" PVC roscable

UNIDAD: m

RENDIMIENTO: 0,560

ESPECIFICACION:

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	1,69%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>1,69%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,560	0,46	15,54%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,560	0,470	15,88%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,560	0,050	1,69%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,98</b>	<b>33,11%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
TEE PVC CED 40 (P/PRESION) ROSCABLE 3/4"	u	0,100	2,620	0,26	8,78%	
CODO 90 GR PVC ROSCABLE 3/4"	u	0,100	0,830	0,08	2,70%	
UNION PVC ROSCABLE 3/4"	u	0,330	0,580	0,19	6,42%	
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,100	0,420	0,04	1,35%	
TUBERIA PVC (PRESION ROSCABLE) 3/4" 929 MPA)	6m	0,180	7,570	1,36	45,95%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1,93</b>	<b>65,20%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,96
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,30
UTILIDAD	10,00% 0,30
PRECIO DE CALCULO	3,56

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>3,56</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 31  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Instalacion y suministro de tuberia de 1" PVC roscable **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,560

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	1,33%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>1,33%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,560	0,46	12,20%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,560	0,470	12,47%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,560	0,050	1,33%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,98</b>	<b>25,99%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
UNION PVC ROSCABLE 1"	u	0,200	0,94	0,19	5,04%	
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,200	0,42	0,08	2,12%	
TUBERIA PVC (PRESION ROSCABLE) 1" 929 MPA)	6m	0,170	14,54	2,47	65,52%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>2,74</b>	<b>72,68%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,77
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,38
UTILIDAD	10,00% 0,38
PRECIO DE CALCULO	4,53

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>4,53</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 32  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalación de lavamanos completo (para empotrar, línea económica) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 2,670

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				2,34	2,39%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,34</b>	<b>2,39%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	2,670	22,11	22,63%
PLOMERO EO D2	2,00	4,19	8,38	2,670	22,370	22,89%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	2,670	2,360	2,42%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>46,84</b>	<b>47,94%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
LAVAMANO ANGELICA DE SOBREPONER BLANCO FV	u	1,000	39,87	39,87	40,80%	
SILICON 20ML	tbi	0,100	0,99	0,10	0,10%	
SIFON 1"-1/2"	u	1,000	4,33	4,33	4,43%	
MANGUERA FLEXIBLE 12"+LLAVE ANGULAR (LAVAMANOS)	u	1,000	4,23	4,23	4,33%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>48,53</b>	<b>49,67%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	97,71
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 9,77
UTILIDAD	10,00% 9,77
PRECIO DE CALCULO	117,25

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>117,25</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 33  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalación de inodoro tanque bajo (línea económica) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,500

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,63	0,98%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,63</b>	<b>0,98%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	1,500	6,21	9,68%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	1,500	6,29	9,81%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>12,50</b>	<b>19,49%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM DISENSA	saco	0,080	7,68	0,61	0,95%	
ARENA	m3	0,030	13,50	0,41	0,64%	
AGUA	m3	0,000	0,85	0,00	0,00%	
INODORO TANQUE BAJO	u	1,000	50,00	50,00	77,94%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>51,02</b>	<b>79,53%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>64,15</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b> 6,42
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b> 6,42
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>76,99</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>76,99</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 34  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalación de fregadero inox. Grifería cuello de ganso **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 3,030

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				2,66	1,21%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,66</b>	<b>1,21%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	3,030	25,09	11,41%
PLOMERO EO D2	2,00	4,19	8,38	3,030	25,390	11,55%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	3,030	2,680	1,22%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>53,16</b>	<b>24,18%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
SILICON 20ML	tbi	0,500	0,99	0,50	0,23%	
SIFON 1"-1/2"	u	1,000	0,33	0,33	0,15%	
FREGADERO DE COCINA ACERO 1 POZO 1 ESCURRIDOR	u	1,000	102,66	102,66	46,70%	
MANGUERA FLEXIBLE 12"+LLAVE ANGULAR LAVAPLATOS	u	2,000	19,71	39,42	17,93%	
GRIFERIA CUELLO DE GANZO PARA LAVAPLATOS	u	1,000	21,09	21,09	9,59%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>164,00</b>	<b>74,61%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>219,82</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b> <span style="float: right;"><b>10,00%</b></span>	<b>21,98</b>
<b>UTILIDAD</b> <span style="float: right;"><b>10,00%</b></span>	<b>21,98</b>
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>263,78</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>263,78</b>
-------------------------------------	---------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 35  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalación de lavadero de cemento **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 3,030

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				2,66	1,21%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,66</b>	<b>1,21%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	3,030	25,09	11,41%
PLOMERO EO D2	2,00	4,19	8,38	3,030	25,390	11,55%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	3,030	2,680	1,22%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>53,16</b>	<b>24,18%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
SILICON 20ML	tbi	0,500	0,99	0,50	0,23%	
SIFON 1"-1/2"	u	1,000	0,33	0,33	0,15%	
FREGADERO DE COCINA ACERO 1 POZO 1 ESCURRIDOR	u	1,000	102,66	102,66	46,70%	
MANGUERA FLEXIBLE 12"+LLAVE ANGULAR LAVAPLATOS	u	2,000	19,71	39,42	17,93%	
GRIFERIA CUELLO DE GANZO PARA LAVAPLATOS	u	1,000	21,09	21,09	9,59%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>164,00</b>	<b>74,61%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	219,82
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 21,98
UTILIDAD	10,00% 21,98
PRECIO DE CALCULO	263,78

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S** **263,78**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 365  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalación de duchas (sencilla, cromada, incl grifería) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,42	0,97%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>0,97%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	1,000	4,14	9,51%
ALBAÑIL EO D2	1,00	4,19	4,19	1,000	4,19	9,63%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,33</b>	<b>19,14%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
DUCHA SENCILLA CROMADA	UND.	1,000	4,00	4,00	9,19%	
GRIFERIA PARA DUCHA	UND.	1,000	30,77	30,77	70,70%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>34,77</b>	<b>79,89%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>43,52</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>10,00%</b> 4,35
<b>UTILIDAD</b>	<b>10,00%</b> 4,35
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>52,22</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>52,22</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 37  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Tina de Hidromasaje, incluye intalación **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				2,29	0,15%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2,29</b>	<b>0,15%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	5,00	4,14	20,70	1,000	20,70	1,37%
ALBAÑIL EO D2	5,00	4,19	20,95	1,000	20,95	1,39%
PLOMERO EO D2	1,00	4,19	4,19	1,000	4,19	0,28%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>45,84</b>	<b>3,04%</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C = A x B	D / M
TINA DE HIDROMASAJE BEIGE DE 135x135x65 cm	u	1,000	1.459,98	1.459,98	96,81%
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>1.459,98</b>	<b>96,81%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	1.508,11
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	150,81
<b>UTILIDAD</b>	150,81
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>1.809,73</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1.809,73</b>
-------------------------------------	-----------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 38  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Llave de Jardin **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,49	2,51%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,49</b>	<b>2,51%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	1,000	4,14	4,14	1,000	4,14	21,24%
PLOMERO EO D2	1,000	4,19	4,19	1,000	4,190	21,50%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,330	4,42	1,46	1,000	1,460	7,49%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>9,79</b>	<b>50,23%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
UNION PVC ROSCABLE 1/2"	u	1,000	0,32	0,32	1,64%	
LLAVE DE PICO. MANIJA T 1/2"	u	1,000	8,68	8,68	44,54%	
CINTA 1 TEFLON 12MM X 10M C/CARRETE	u	0,500	0,42	0,21	1,08%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>9,21</b>	<b>47,26%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	19,49
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 1,95
UTILIDAD	10,00% 1,95
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>23,39</b>

**PRECIO OFERTADO EN DOLARES S 23,39**

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 39  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Instalacion y suministro de tubería de 4" PVC **UNIDAD:** m  
**RENDIMIENTO:** 0,360

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,03	0,68%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>0,68%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,360	0,30	6,85%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,360	0,30	6,85%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,360	0,03	0,68%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,63</b>	<b>14,38%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
TUBO PVC DE 4" L=3	3m	0,320	9,47	3,03	69,18%	
CODO PVC 110 mm. x 90 GRADOS DESAGÜE	u	0,040	2,30	0,09	2,05%	
TEE PVC 110 MM DESAGÜE	u	0,040	3,06	0,12	2,74%	
UNIÓN PVC (DESAGÜE) 110 mm	u	0,330	1,44	0,48	10,96%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>3,72</b>	<b>84,93%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	4,38
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,44
UTILIDAD	10,00% 0,44
PRECIO DE CALCULO	5,26

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>5,26</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

NOMBRE DEL OFERENTE:

Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

HOJA Nº: 40

CODIGO N :

TOTAL APUS: 50

RUBRO:

Instalacion y suministro de tubería de 3" PVC

UNIDAD: m

RENDIMIENTO: 0,360

ESPECIFICACION:

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,03	0,69%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>0,69%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,360	0,30	6,93%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,360	0,30	6,93%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,360	0,03	0,69%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,63</b>	<b>14,55%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
TUBO PVC DE 3" L=3	3m	0,410	7,39	3,03	69,98%	
CODO PVC 75 mm. x 90 GRADOS DESAGÜE	u	0,040	1,60	0,06	1,39%	
TEE PVC 75 MM DESAGÜE	u	0,040	2,45	0,10	2,31%	
UNIÓN PVC (DESAGÜE) 75 mm	u	0,330	1,44	0,48	11,09%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>3,67</b>	<b>84,76%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	4,33
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,43
UTILIDAD	10,00% 0,43
PRECIO DE CALCULO	5,19

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>5,19</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

NOMBRE DEL OFERENTE:

Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

HOJA Nº: 41

CODIGO N :

TOTAL APUS: 50

RUBRO:

Instalacion y suministro de tubería de 2" PVC

UNIDAD: m

RENDIMIENTO: 0,360

ESPECIFICACION:

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,03	0,75%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>	<b>0,75%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,20	4,14	0,83	0,360	0,30	7,54%
PLOMERO EO D2	0,20	4,19	0,84	0,360	0,30	7,54%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,02	4,42	0,09	0,360	0,03	0,75%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,63</b>	<b>15,83%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
TUBO PVC DE 2" L=3	3m	0,900	3,33	3,00	75,38%	
CODO PVC 50 mm. x 90 GRADOS DESAGÜE	u	0,040	0,83	0,03	0,75%	
TEE PVC 50 MM DESAGÜE	u	0,040	0,90	0,04	1,01%	
UNIÓN PVC (DESAGÜE) 50 mm	u	0,330	0,75	0,25	6,28%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>3,32</b>	<b>83,42%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,98
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 0,40
UTILIDAD	10,00% 0,40
PRECIO DE CALCULO	4,78

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>4,78</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 42  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Cajas de registro **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,12	0,47%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,12</b>	<b>0,47%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,080	0,66	2,56%
ALBAÑIL EO D2	4,00	4,19	16,76	0,080	1,340	5,20%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	1,00	4,42	4,42	0,080	0,350	1,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2,35</b>	<b>9,13%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG - HOLCIM DISENSA	saco	1,100	7,68	8,45	32,82%	
VARILLA CORRUGADA 8-10-12 MM	qq	0,120	40,11	4,81	18,68%	
ARENA	m3	0,150	13,50	2,03	7,88%	
PIEDRA	m3	0,060	10,63	0,64	2,49%	
BLOQUE LIVIANO PL-9 (39X19X9) BLOQCIM DISENSA	u	15,000	0,49	7,35	28,54%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>23,28</b>	<b>90,41%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	25,75
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 2,58
UTILIDAD	10,00% 2,58
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>30,91</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>30,91</b>
-------------------------------------	--------------



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 43  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Rejillas de piso **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,080

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	4,50%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>4,50%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
AYUDANTE DE PLOMERO EO E2	1,00	4,14	4,14	0,080	0,33	29,73%
PLOMERO EO D2	2,00	4,19	8,38	0,080	0,670	60,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1,00</b>	<b>90,09%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
REJILLA DE BRONCE 4"	m	1,000	0,06	0,06	5,41%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,06</b>	<b>5,41%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,11
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	1,33

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,33</b>
-------------------------------------	-------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi

**HOJA N°:** 44

**CODIGO N :**

**TOTAL APUS:** 50

**RUBRO:**

Suministro e instalacion de punto de tomacorrientes de 110v

**UNIDAD:** ptos

**RENDIMIENTO:** 0,900

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,28	1,36%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,28</b>	<b>1,36%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,50	4,14	2,07	0,900	1,86	9,06%
ELECTRICISTA EO D2	1,00	4,19	4,19	0,900	3,770	18,36%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>5,63</b>	<b>27,42%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ALAMBRE GALBANIZADO N18	kg	0,130	2,54	0,33	1,61%	
CAJETIN ORTOGONAL PCV	u	1,000	0,63	0,63	3,07%	
CONECTORES EMT 1/2'	u	2,000	0,32	0,64	3,12%	
TUBO CONDUIT EMT 1/2" X 3M	u	2,000	3,62	7,24	35,27%	
UNION CONDUIT 1/2"	u	2,000	0,30	0,60	2,92%	
TOMA CORRIENTE INDUSTRIAL POLARIZADO CON TAPA 21-220V	u	1,000	1,00	1,00	4,87%	
CINTA AISLANTE 19MM X 9M X0,13M	u	1,000	0,59	0,59	2,87%	
CABLE TW SOLIDO #12	m	8,000	0,34	2,71	13,20%	
CABLE TW SOLIDO #14	m	4,000	0,22	0,88	4,29%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>14,62</b>	<b>71,21%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	20,53
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	10,00% 2,05
<b>UTILIDAD</b>	10,00% 2,05
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	24,63

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>24,63</b>
--------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 45  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalacion de punto de tomacorrientes de 220v **UNIDAD:** ptos  
**RENDIMIENTO:** 1,140

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,36	1,03%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,36</b>	<b>1,03%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,50	4,14	2,07	1,140	2,36	6,76%
ELECTRICISTA EO D2	1,00	4,19	4,19	1,140	4,780	13,69%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>7,14</b>	<b>20,45%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
ALAMBRE GALBANIZADO N18	kg	0,130	2,54	0,33	0,95%	
ALAMBRE SOLIDO THHN 12 AWG	m	14,000	0,58	8,12	23,26%	
CAJETIN ORTOGONAL PCV	u	1,000	0,79	0,79	2,26%	
CONECTORES EMT 1/2'	u	2,000	0,32	0,64	1,83%	
TUBO CONDUIT EMT 1/2" X 3M	u	2,000	3,62	7,24	20,74%	
UNION CONDUIT 1/2"	u	2,000	0,30	0,60	1,72%	
TOMA CORRIENTE INDUSTRIAL POLARIZADO CON TAPA 21-220V	u	1,000	1,00	1,00	2,86%	
CINTA AISLANTE 19MM X 9M X0,13M	u	1,000	0,59	0,59	1,69%	
CABLE TW SOLIDO #10	m	15,000	0,54	8,10	23,20%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>27,41</b>	<b>78,52%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	34,91
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 3,49
UTILIDAD	10,00% 3,49
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>41,89</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>41,89</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

NOMBRE DEL OFERENTE:

Victor Banchón | Evelyn Pilataxi

HOJA Nº: 46

CODIGO N :

TOTAL APUS: 50

RUBRO:

Suministro e instalación de luminarias simples

UNIDAD: u

RENDIMIENTO: 0,500

ESPECIFICACION:

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,42	2,02%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,42</b>	<b>2,02%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,500	4,14	19,90%
ELECTRICISTA EO D2	2,00	4,19	8,38	0,500	4,190	20,14%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>8,33</b>	<b>40,05%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CABLE TW SOLODI #14	m	15,000	0,22	3,30	15,87%	
INTERUPTOR SIMPLE	u	1,000	2,35	2,35	11,30%	
MANGUERA FLEX PE 1/2" PLASTIDOR	m	6,000	0,40	2,40	11,54%	
LUMINARIA	u	1,000	4,00	4,00	19,23%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>12,05</b>	<b>57,93%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	20,80
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 2,08
UTILIDAD	10,00% 2,08
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>24,96</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>24,96</b>
-------------------------------------	--------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA N°:** 47  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Suministro e instalación de tableros de distribución eléctrica 2 polo **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 1,000  
**ESPECIFICACION:** 10-32 AMPS Square D

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,88	0,50%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,88</b>	<b>0,50%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	1,000	8,28	4,71%
ELECTRICISTA EO D2	2,00	4,19	8,38	1,000	8,380	4,77%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,42	0,88	1,000	0,880	0,50%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>17,54</b>	<b>9,97%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
CEMENTO FUERTE TIPO GU SACO 50 KG HOLCIM DISENSA	saco	0,300	7,68	2,30	1,31%	
BREAKER 1 POLO 10-32 AMPS SQUARE D	u	14,000	7,58	106,12	60,35%	
ARENA	m3	0,600	13,50	8,10	4,61%	
AGUA	m3	0,020	0,85	0,02	0,01%	
CINTA AISLANTE	u	0,080	0,45	0,04	0,02%	
TABLERO BIFASICO 10 PTS	u	1,00	40,85	40,85	23,23%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>157,43</b>	<b>89,53%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	175,85
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>	17,59
<b>UTILIDAD</b>	17,59
<b>PRECIO DE CALCULO</b>	<b>211,03</b>

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>211,03</b>
--------------------------------------	---------------

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO: Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

NOMBRE DEL OFERENTE: Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi  
 CODIGO N :  
 RUBRO: Varilla cooperweld 5/8" x 6 (puesta a tierra)

HOJA N°: 48  
 TOTAL APUS: 50  
 UNIDAD: u  
 RENDIMIENTO: 0,500

## ESPECIFICACION:

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,43	2,76%
SUB - TOTAL (M)					0,43	2,76%

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	2,00	4,14	8,28	0,500	4,14	26,54%
ELECTRICISTA (ESTRUC. OCUP. D2)	2,00	4,10	8,20	0,500	4,100	26,28%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,20	4,33	0,87	0,500	0,430	2,76%
SUB - TOTAL (N)					8,67	55,58%

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
VARILLA COPPERWELD Y CONECTOR 16X1800MM	u	1,000	6,50	6,50	41,67%	
SUB - TOTAL (O)					6,50	41,67%

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
SUB - TOTAL (P)					0,00	0,00%

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	15,60
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 1,56
UTILIDAD	10,00% 1,56
PRECIO DE CALCULO	18,72

PRECIO OFERTADO EN DOLARES S	18,72
------------------------------	-------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 49  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Equipo de aire acondicionado, tipo mini split. Incluye suministro y colocacion. (12, 000 BTU) **UNIDAD:** u  
**RENDIMIENTO:** 0,050

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero A	TARIFA B	C/HORA C = A x B	Rend. u/h R	COSTO TOTAL D = C x R	Porcentaje D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,01	0,00%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,01</b>	<b>0,00%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero A	JOR. / HORA B	C / HORA C = A x B	Rend. u/h R	COSTO TOTAL D = C x R	Porcentaje D / M
PEON EO E2	1,00	4,14	4,14	0,050	0,21	0,08%
ELECTRICISTA (ESTRUC. OCUP. D2)	0,10	4,10	0,41	0,050	0,020	0,01%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,23</b>	<b>0,09%</b>

MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD A	P. UNITARIO B	COSTO TOTAL C = A x B	Porcentaje D / M	
EQUIPO ACONDICIONADO TIPO MINI SPLIT (12.000 BTU)	u	1,000	266,89	266,89	99,91%	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>				<b>266,89</b>	<b>99,91%</b>	

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD A	DMT (Km) B	TARIFA (Km) C	COSTO TOTAL D = A x B x C	Porcentaje D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	267,13
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00% 26,71
UTILIDAD	10,00% 26,71
PRECIO DE CALCULO	320,55

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>320,55</b>
-------------------------------------	---------------

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

**NOMBRE DEL OFERENTE:** Víctor Banchón | Evelyn Pilataxi **HOJA Nº:** 50  
**CODIGO N :** **TOTAL APUS:** 50  
**RUBRO:** Limpieza final de la obra **UNIDAD:** m2  
**RENDIMIENTO:** 0,320

**ESPECIFICACION:**

EQUIPO						
DESCRIPCION	Numero	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
Herramiento menor 5% de M.O.	5,00%				0,05	5,10%
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>	<b>5,10%</b>

MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	Numero	JOR. / HORA	C / HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL	Porcentaje
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	D / M
PEON EO E2	0,64	4,14	2,65	0,320	0,85	86,73%
ALBAÑIL EO D2	0,03	4,19	0,13	0,320	0,040	4,08%
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1	0,03	4,42	0,13	0,320	0,040	4,08%
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0,93</b>	<b>94,90%</b>

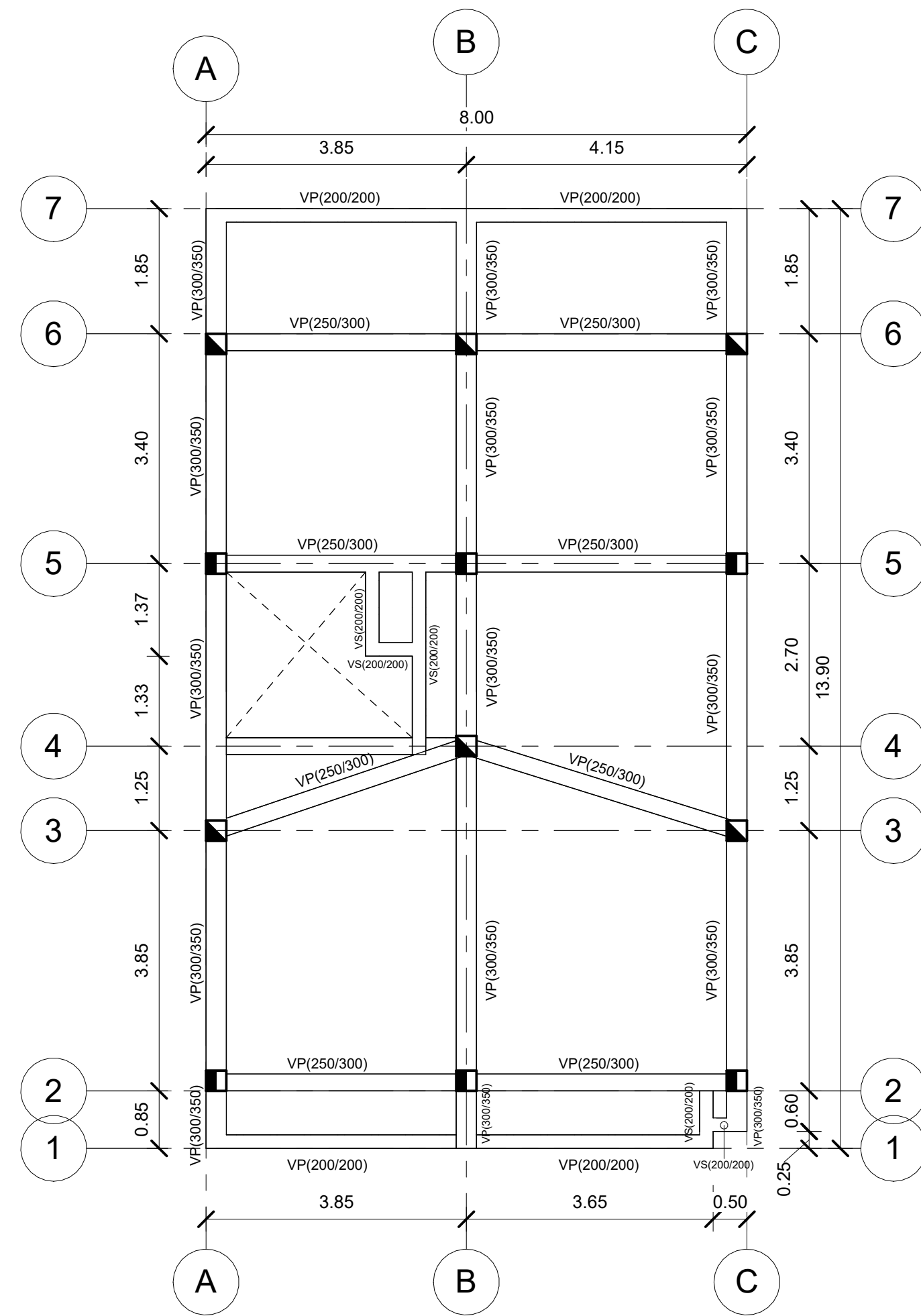
MATERIALES						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	Porcentaje	
		A	B	C = A x B	D / M	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL	Porcentaje
		A	B	C	D = A x B x C	D / M
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>

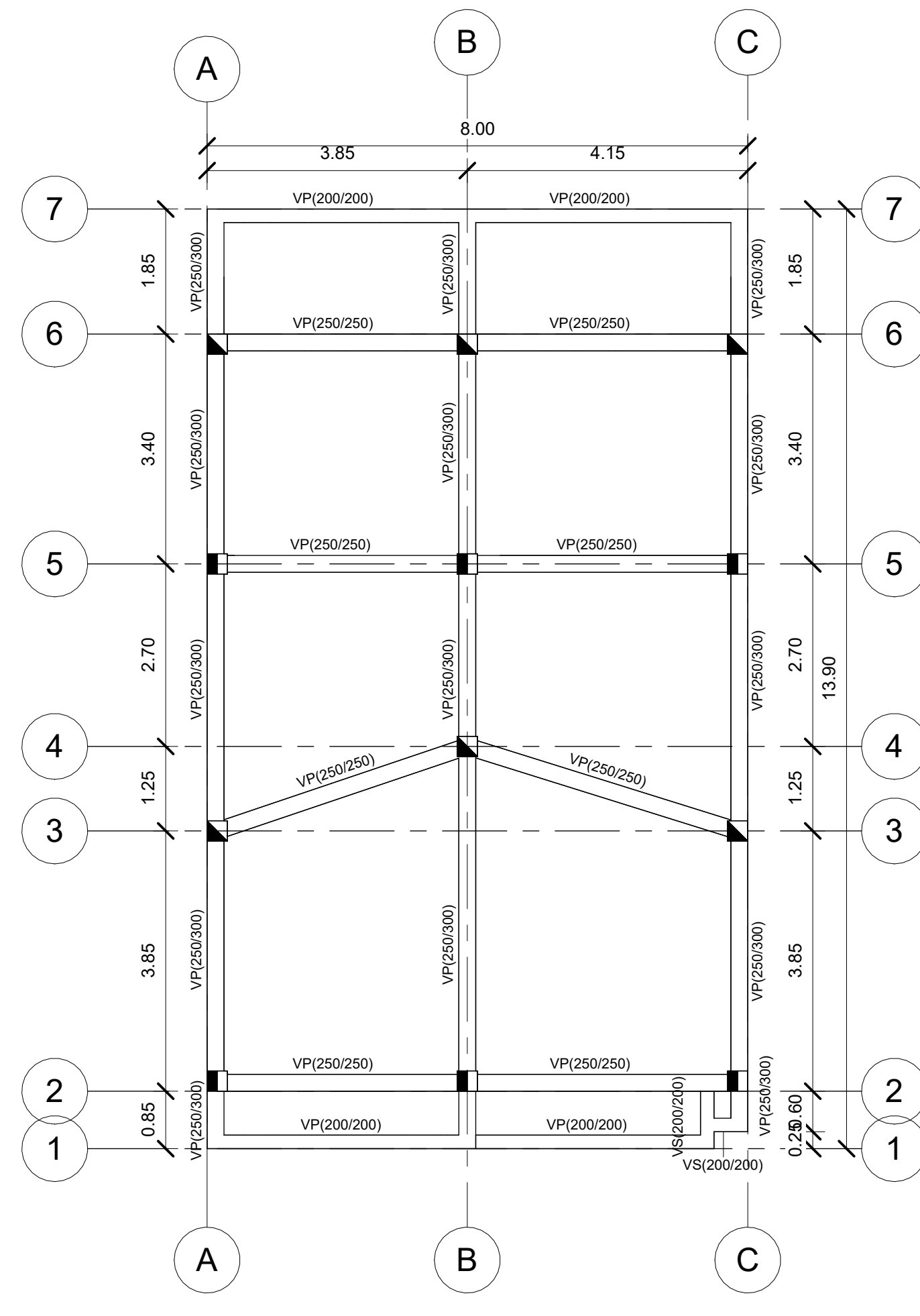
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	0,98
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	10,00%
UTILIDAD	10,00%
PRECIO DE CALCULO	1,18

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES S</b>	<b>1,18</b>
-------------------------------------	-------------

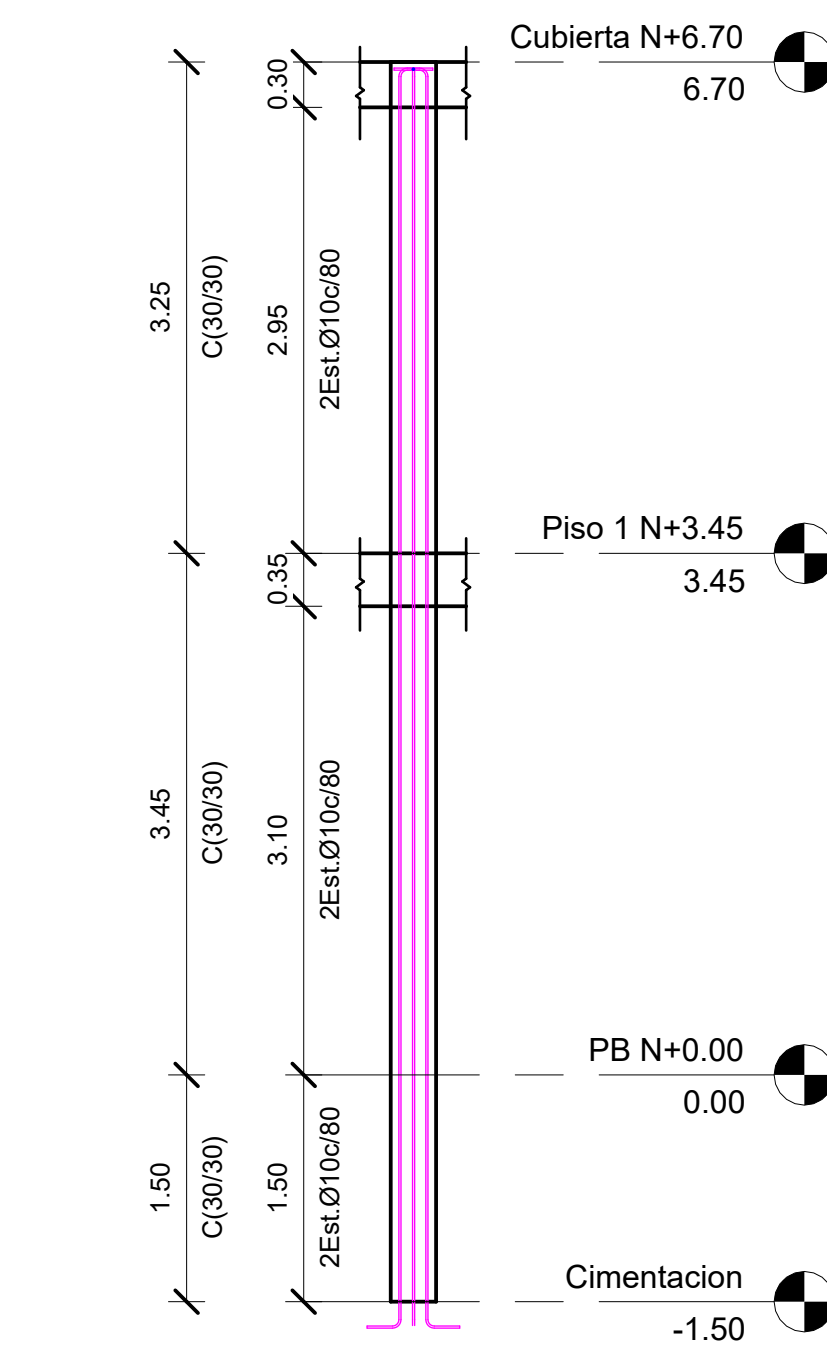




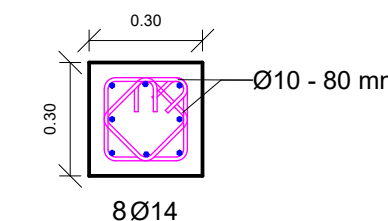
1 **Piso 1 N+3.45**  
1 : 75



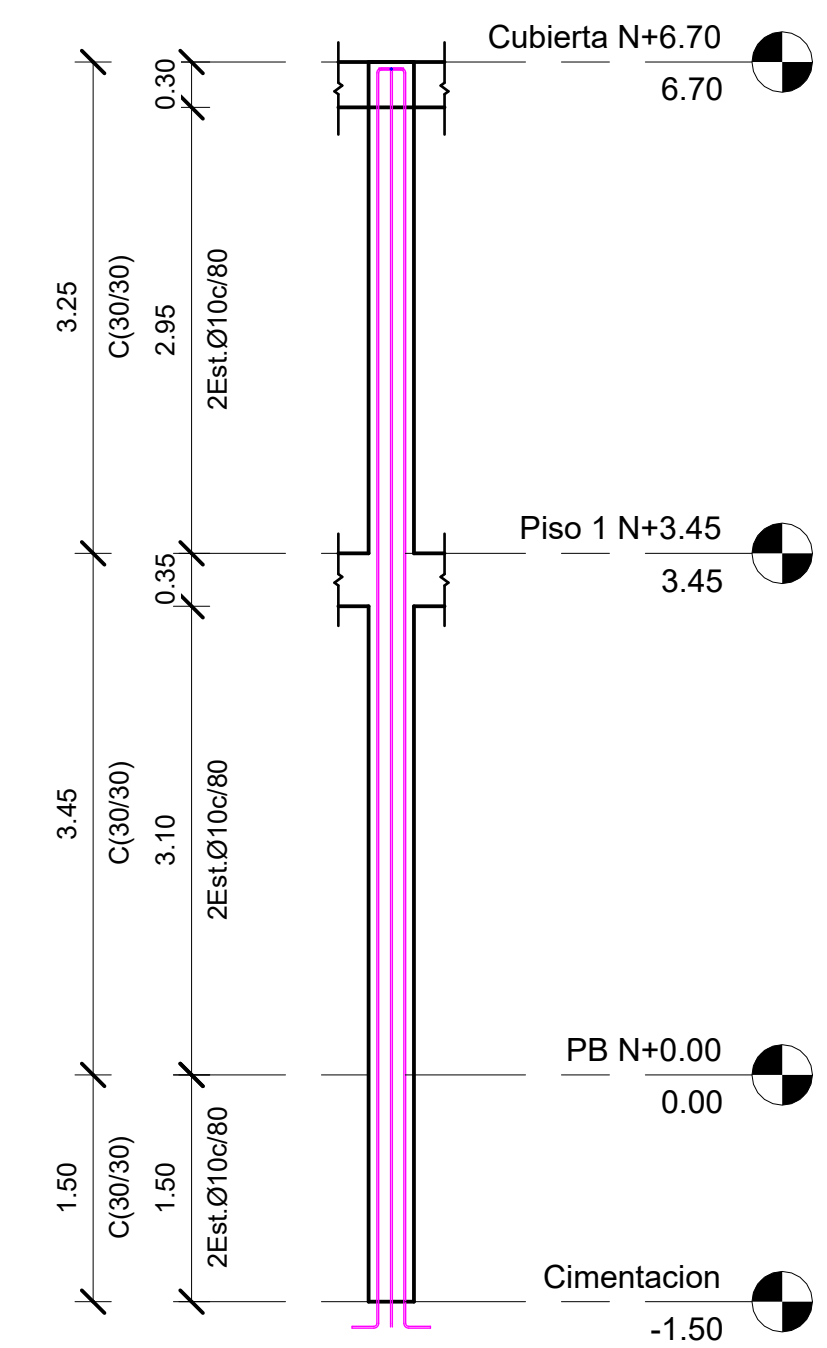
7 **Cubierta N+6.70**  
1 : 75



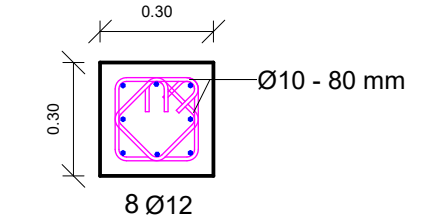
3 **Alzado Columna Tipo 1**  
1 : 50



5 **C(300/300) TIPO 1**  
1 : 20

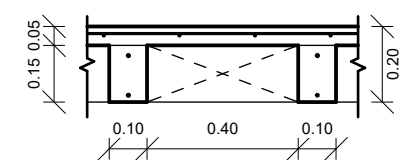


4 **Alzado Columna Tipo 2**  
1 : 50



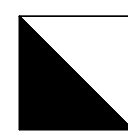
6 **C(300/300) TIPO 2**  
1 : 20

SECCIÓN DE LOSA

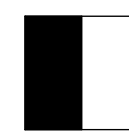


2 **Detalle Losa Nervada**  
1 : 20

SECCIÓN DE COLUMNA

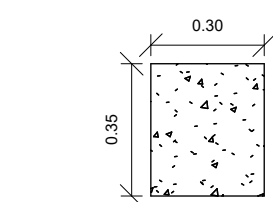


○ **COLUMNNA T1**  
1 : 20

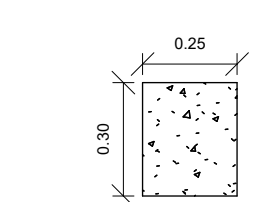


○ **COLUMNNA T2**  
1 : 20

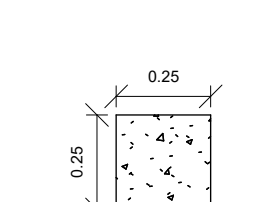
SECCIONES DE VIGAS



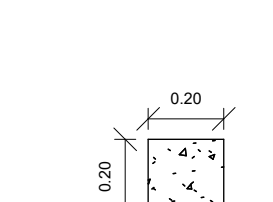
○ **VP(300/350)**  
1 : 20



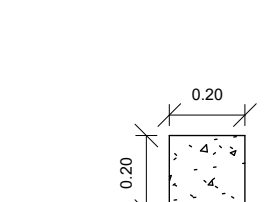
○ **VP(250/300)**  
1 : 20



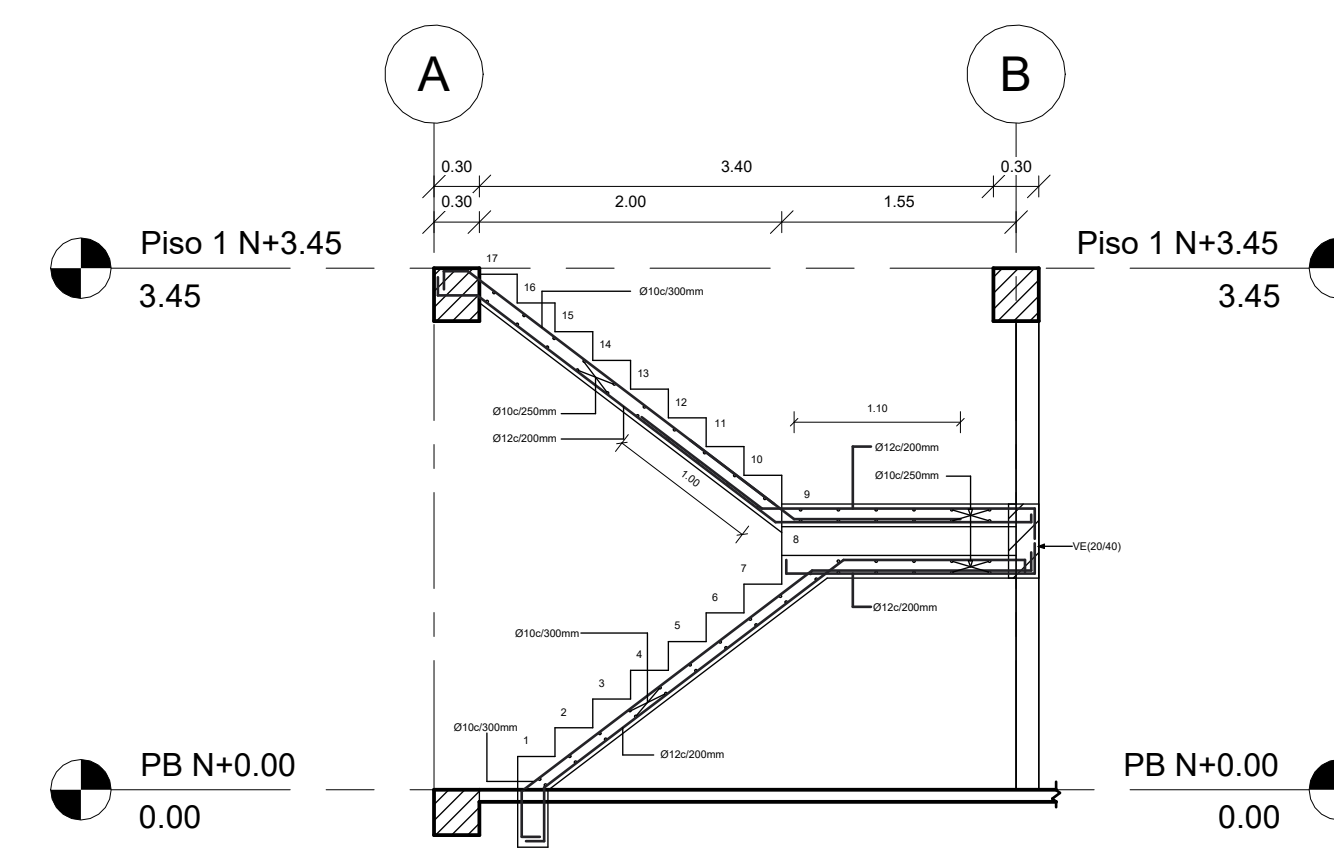
○ **VP(250/250)**  
1 : 20



○ **VP(200/200)**  
1 : 20



○ **VS(200/200)**  
1 : 20



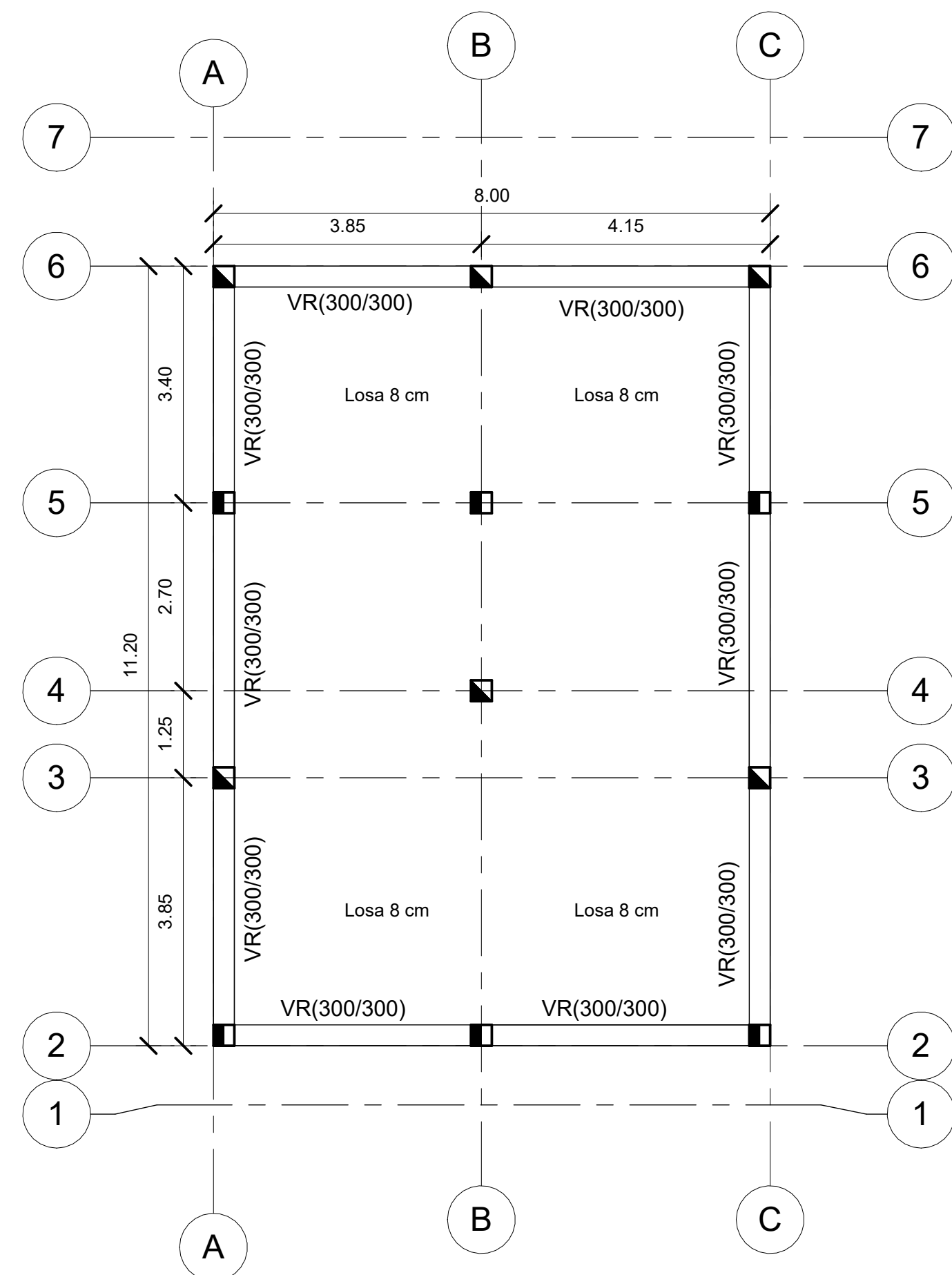
8 **Armado Escalera**  
1 : 50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

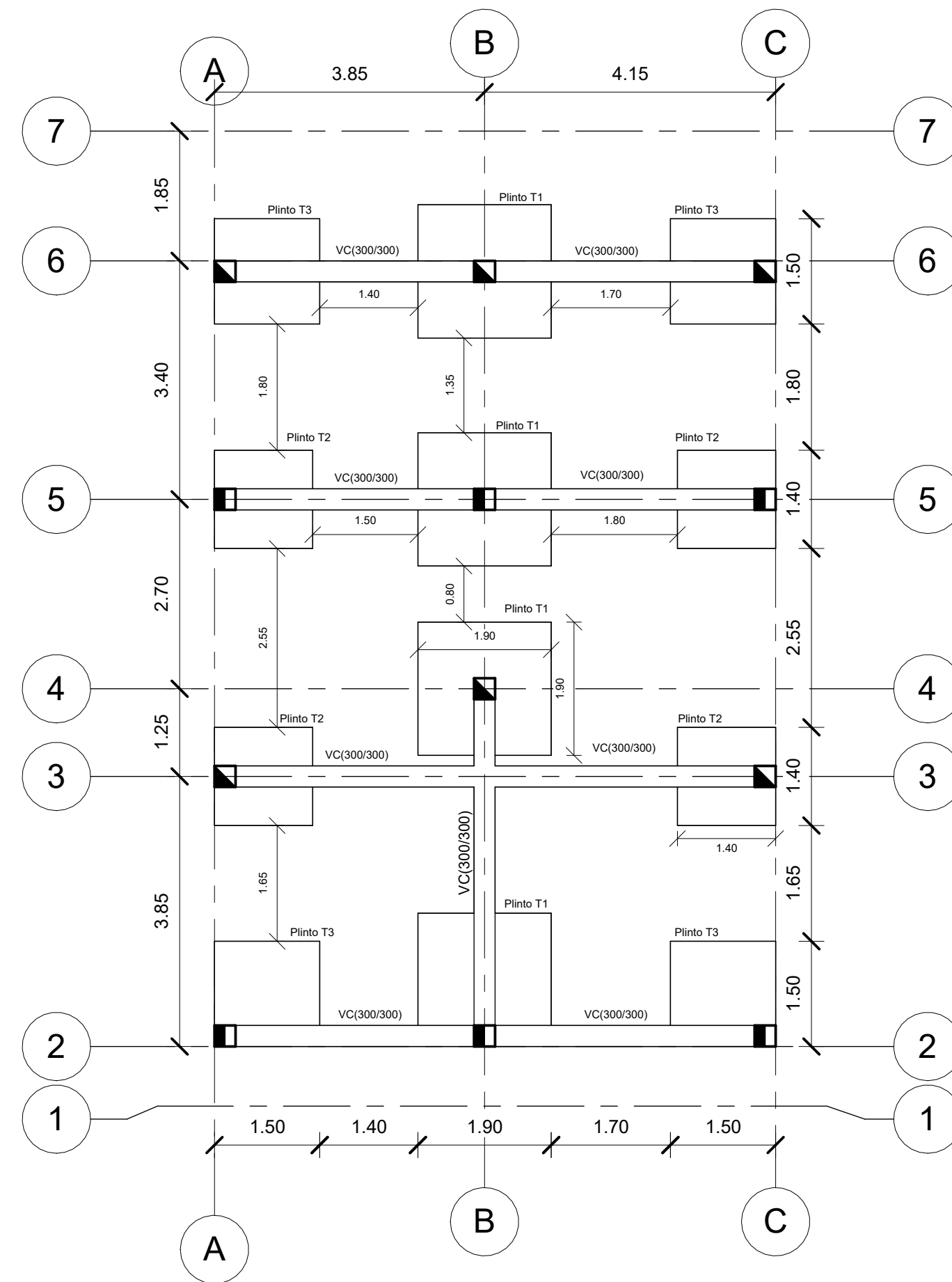
- REGLAMENTO ACI 318-19
- NEC 2019
- RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN:
  - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (Columnas-Vigas-Losa-Plantas)
  - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$  (Replanteo)
- RESISTENCIA DEL ACERO:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ 
  - Columnas Y Vigas  $R = 4 \text{ cm}$
  - Cimentaciones  $R = 7.5 \text{ cm}$
- RECURRIMIENTOS:
  - Columnas Y Vigas  $R = 4 \text{ cm}$
  - Cimentaciones  $R = 7.5 \text{ cm}$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE:  $L = 48\phi$
- LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS
- LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILIMETROS
- EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS
- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

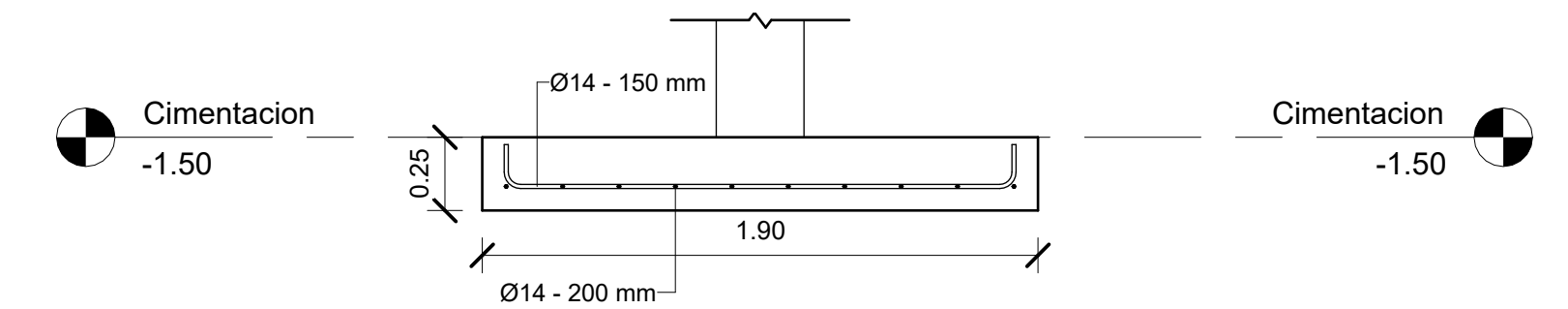
PROYECTO Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO Alzados de Plantas y Columnas			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carolina Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Víctor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 8/8/2024
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A101	Escala: INDICADAS



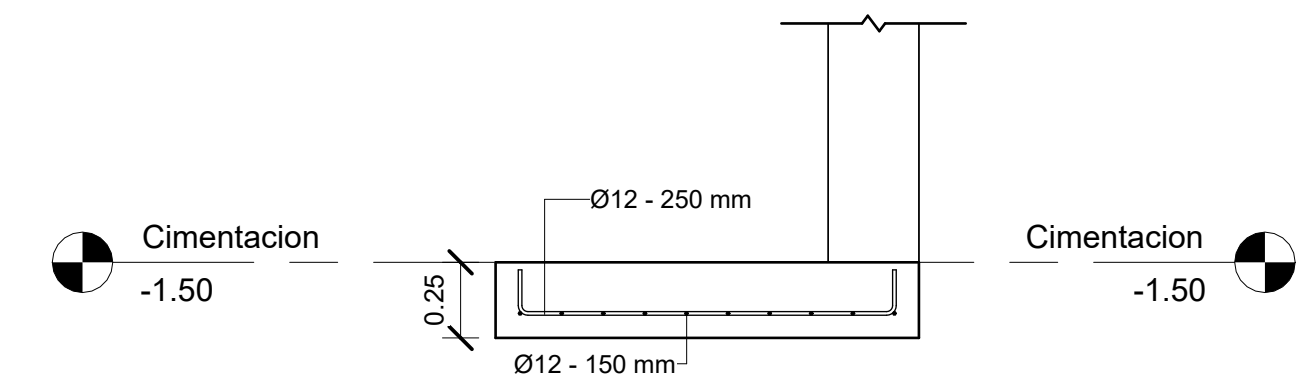
1 PB N+0.00  
1 : 75



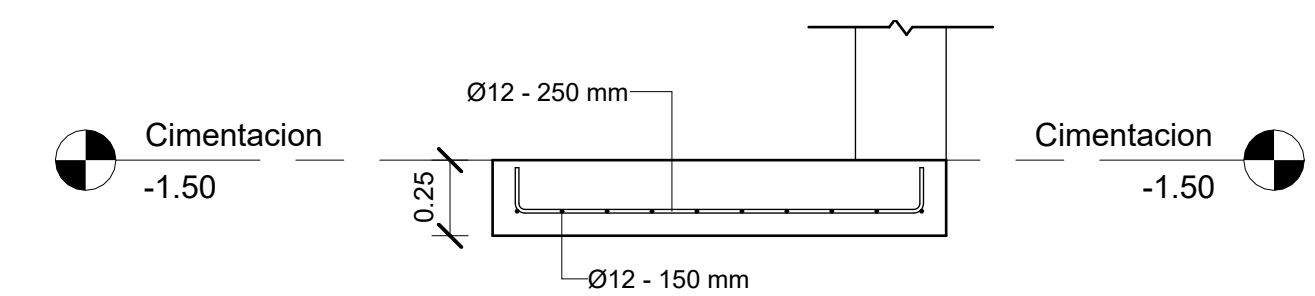
6 Cimentación  
1 : 75



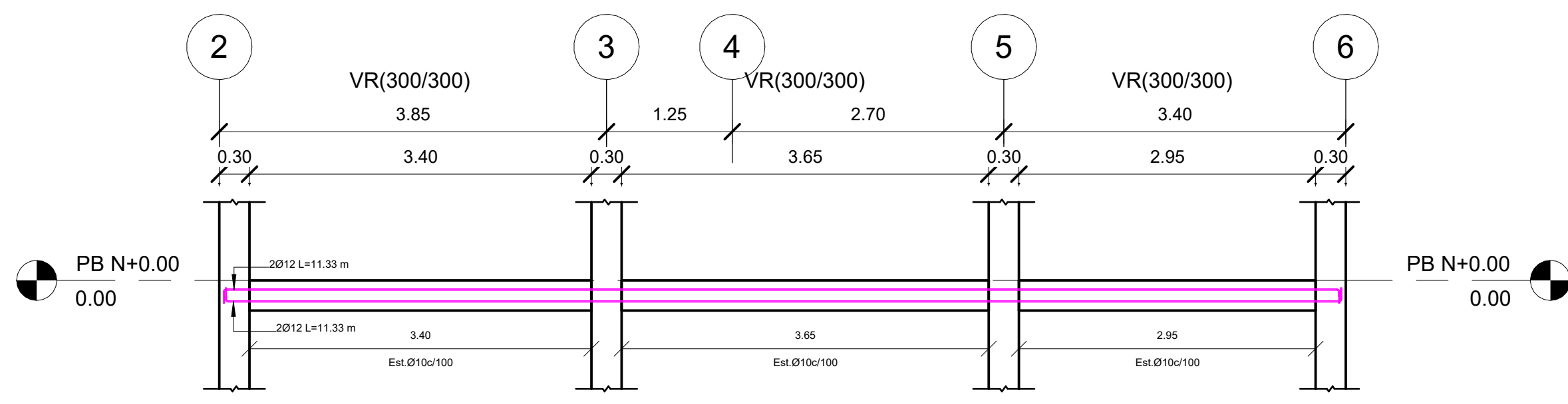
2 PLINTO T1  
1 : 25



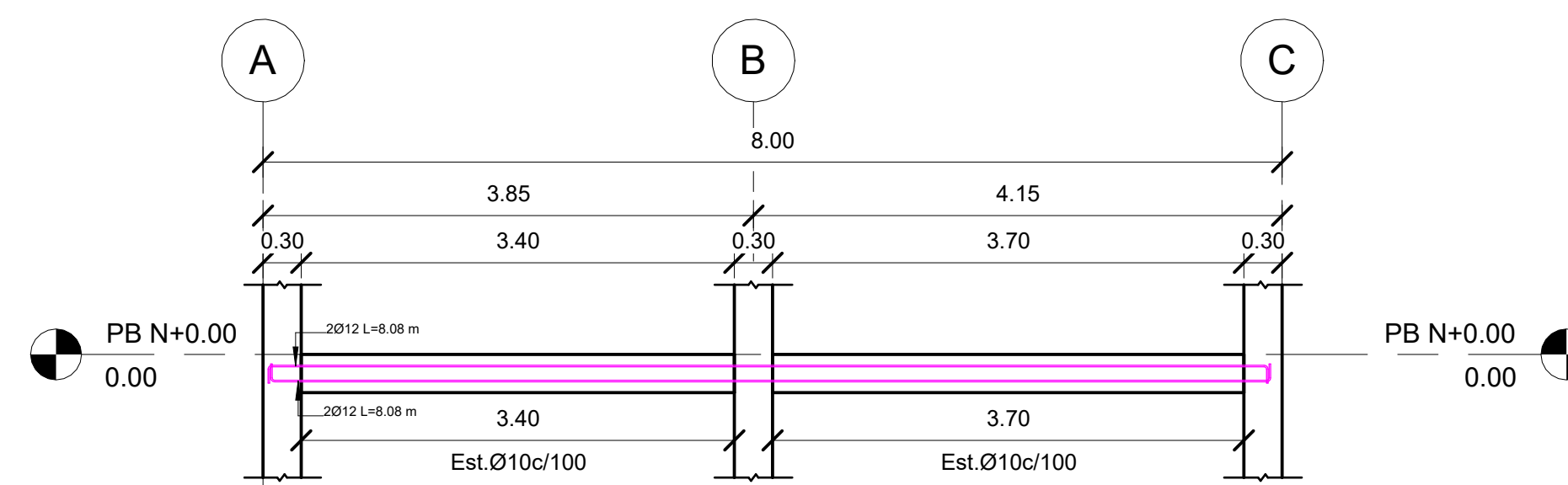
3 PLINTO T2  
1 : 25



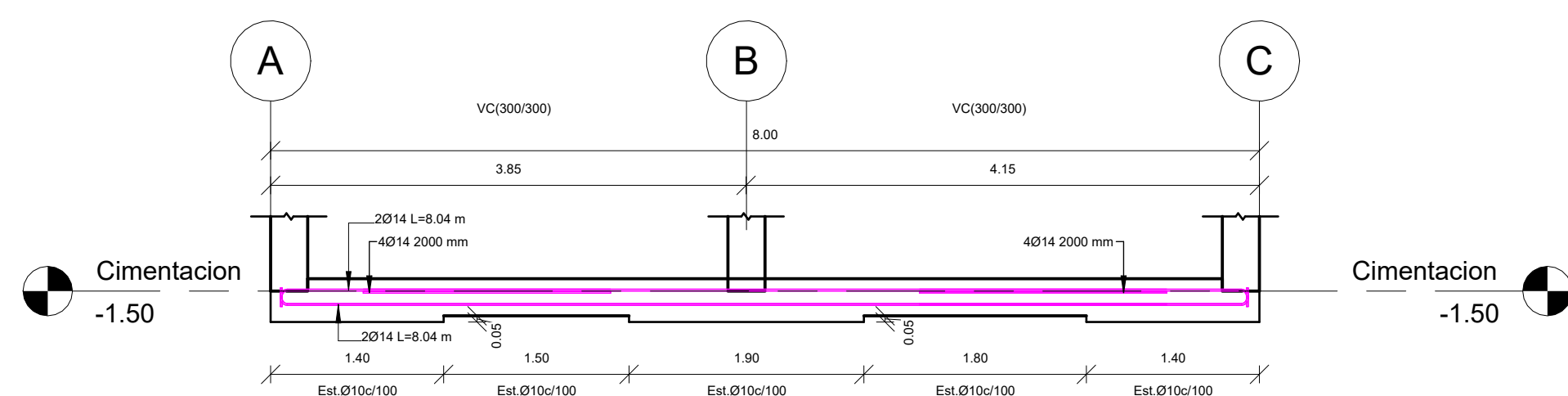
4 PLINTO T3  
1 : 25



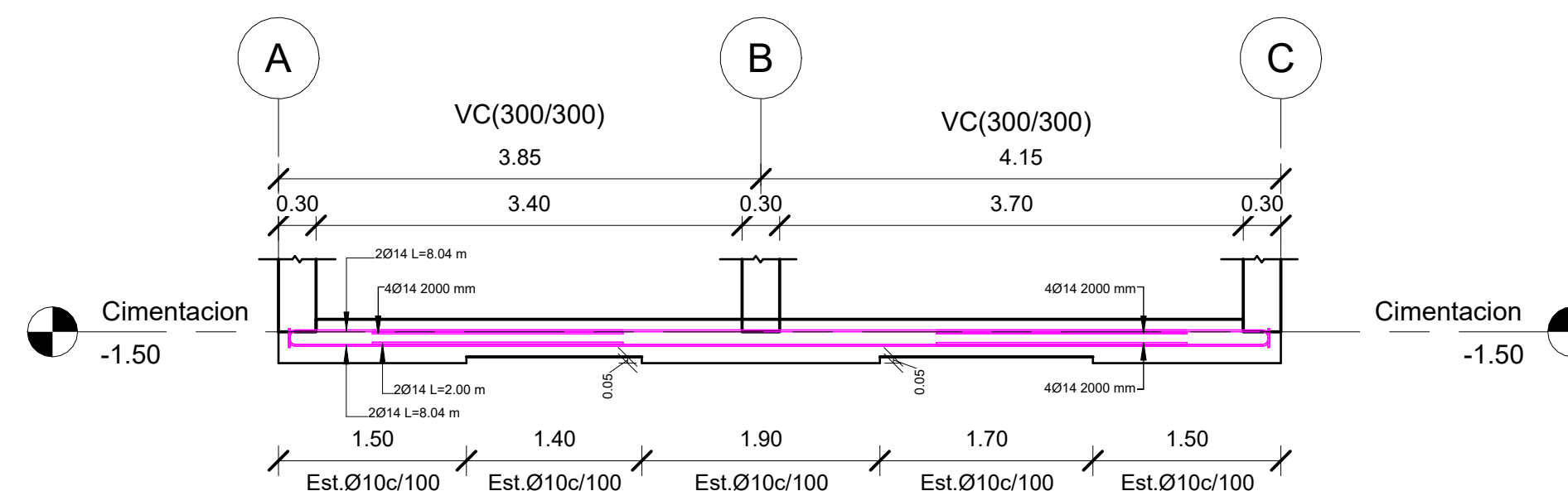
8 VR - PB - EJE A - B  
1 : 50



9 VR - PB - EJE 2 - 6  
1 : 50



7 VC - EJE 2 - 3 - 5  
1 : 50

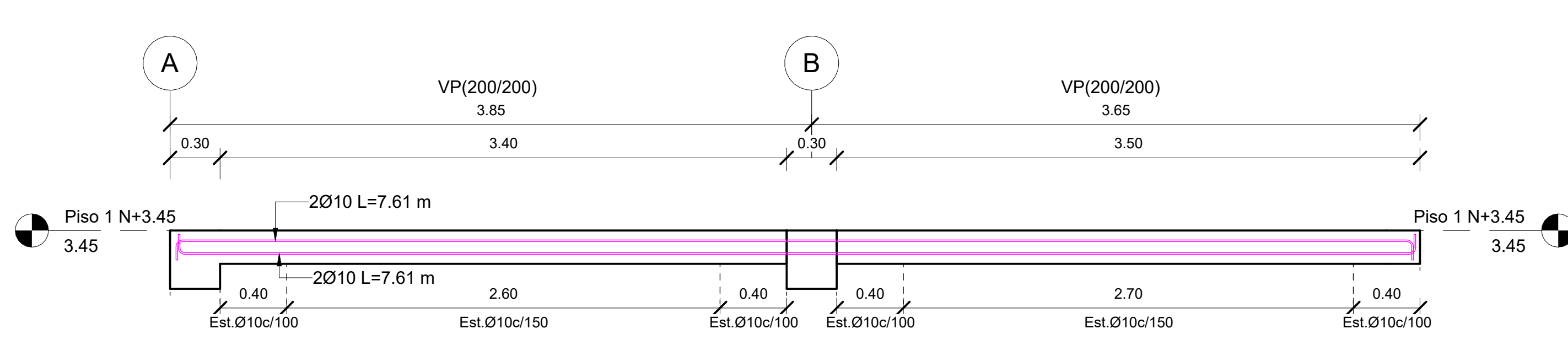


5 VC - EJE 6  
1 : 50

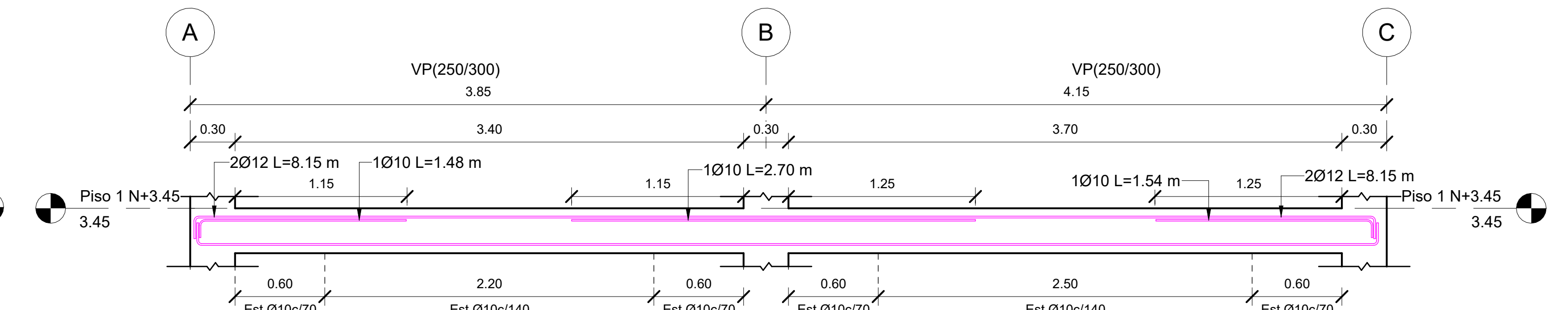
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	
-	REGLAMENTO ACI 318-19
-	NEC 2019
-	RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Columnas-Vigas-Losas-Plintos) - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (Replanteo)
-	RESISTENCIA DEL ACERO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ - Cálculos Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Cálculos RT = 7.5 cm
-	RECURSIVAMENTE: - Columnas Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Cálculos RT = 7.5 cm
-	LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE $L_t = 48\phi$
-	LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS
-	LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILÍMETROS
-	EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILÍMETROS
-	EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILÍMETROS

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

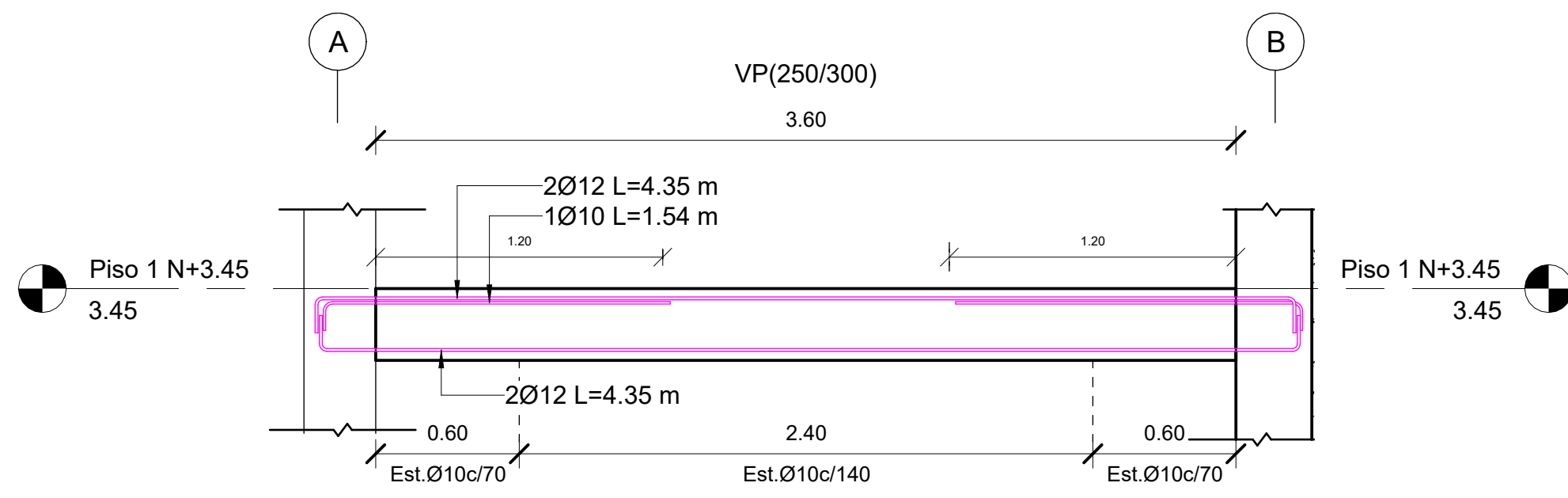
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Alzado de Cimentaciones			
Coordinador de Materia Integradora Lenín Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carolina Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Víctor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 8/8/2024
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A102	Escala: INDICADAS



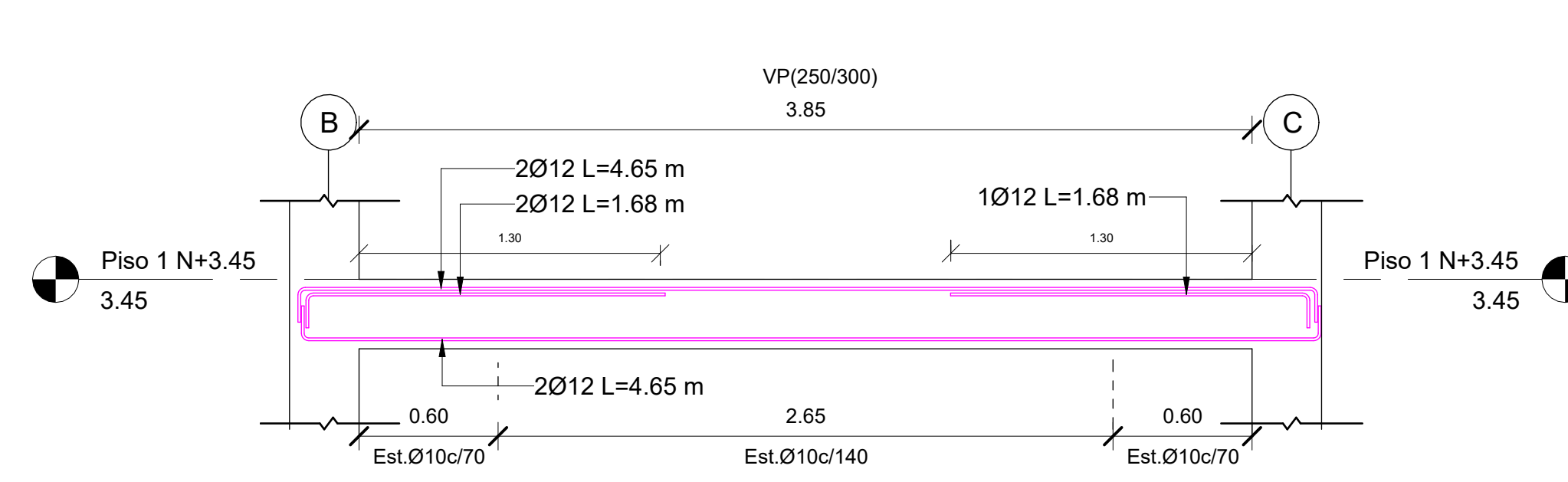
1 P1 - VP - EJE 1  
1 : 25



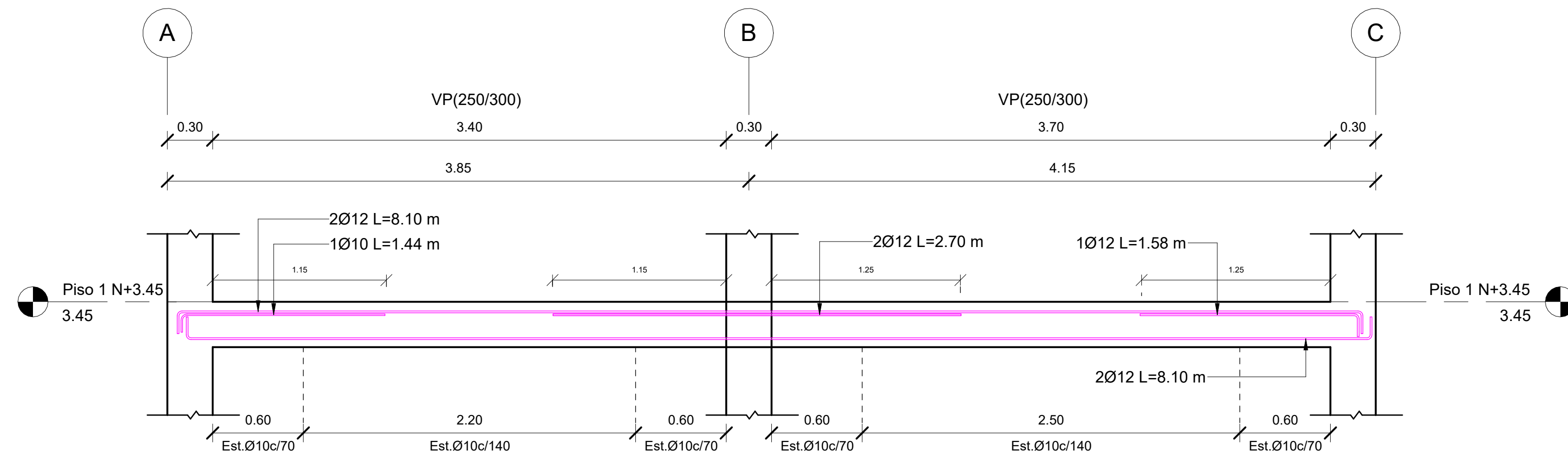
2 P1 - VP - EJE 2  
1 : 25



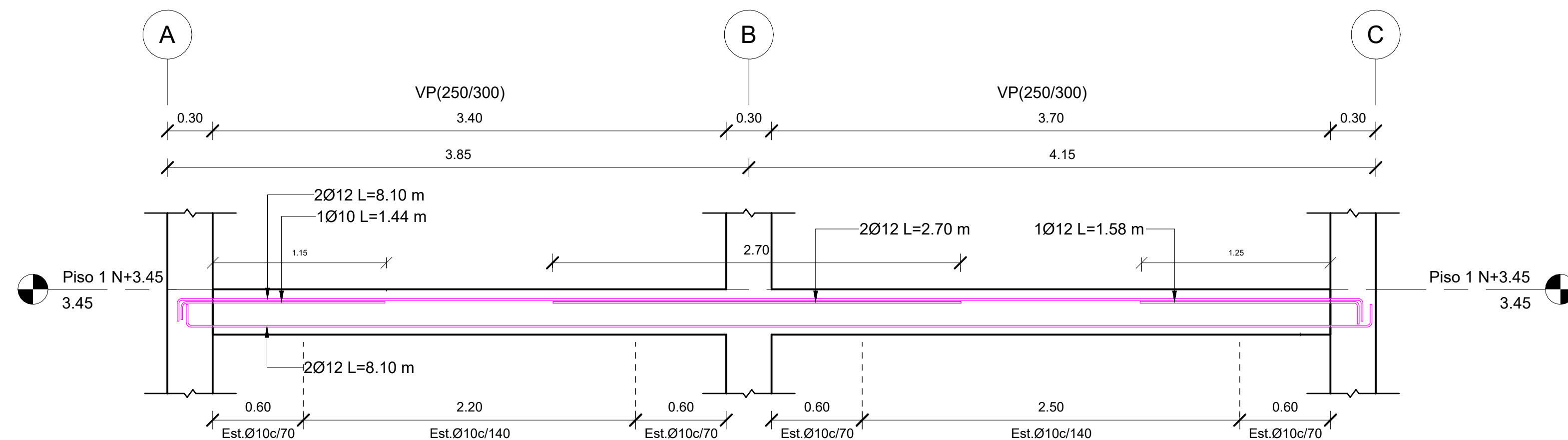
3 P1 - VP - Entre Eje 3 y Eje 4  
1 : 25



4 P1 - VP - Entre Eje 3 y Eje 4  
1 : 25



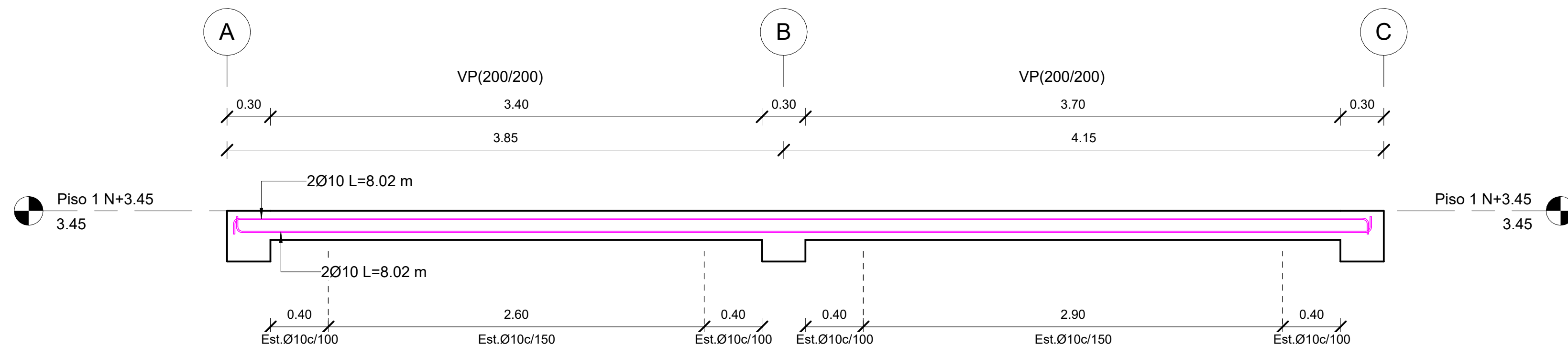
5 P1 - VP - EJE 5  
1 : 25



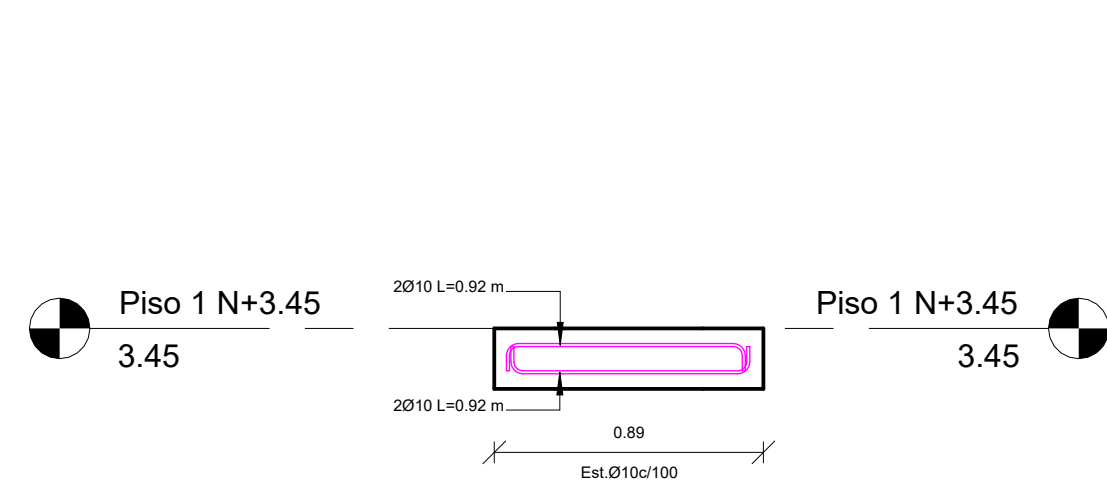
6 P1 - VP - EJE 6  
1 : 25

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	
-	REGLAMENTO ACI 318-19
-	NEC 2019
-	RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Columnas Vigas-Losa-Plintos) - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (Replanteo)
-	RESISTENCIA DEL ACERO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ - Columnas Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Orientaciones $R = 7.5 \text{ cm}$
-	RECURRIMIENTOS: - Columnas Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Orientaciones $R = 7.5 \text{ cm}$
-	LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE: $L_1 = 48\phi$
-	LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁN DADO EN METROS
-	LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁN DADO EN MILIMETROS
-	EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS
-	EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS

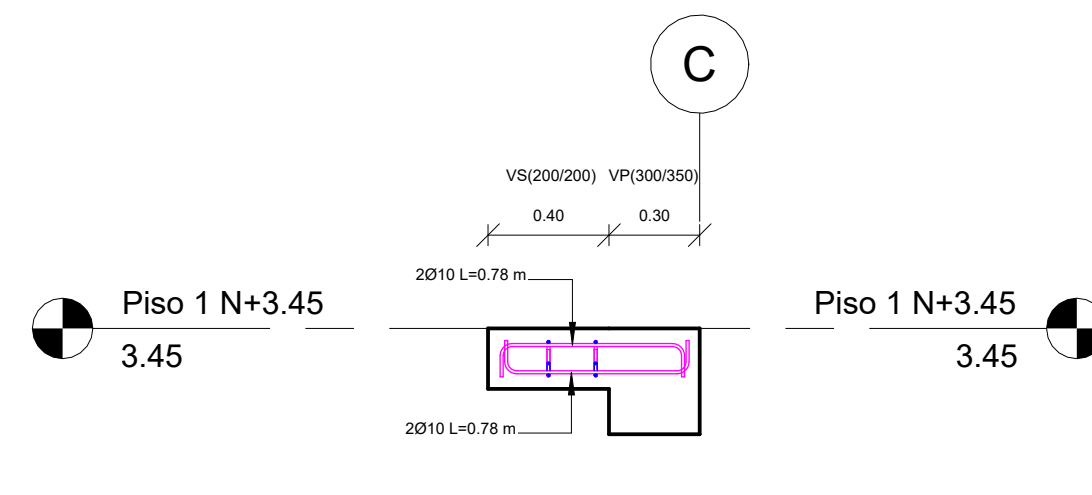
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO Alzado de Vigas P1 - EJE X (1)			
Coordinador de Materia Integradora Lenín Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Lcdo	Estudiantes: - Víctor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lissette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.			Lámina: A103
			Escala: INDICADAS



1 P1 - VP - EJE 7  
1 : 25



2 P1 - VS - Entre EJE A - B  
1 : 25



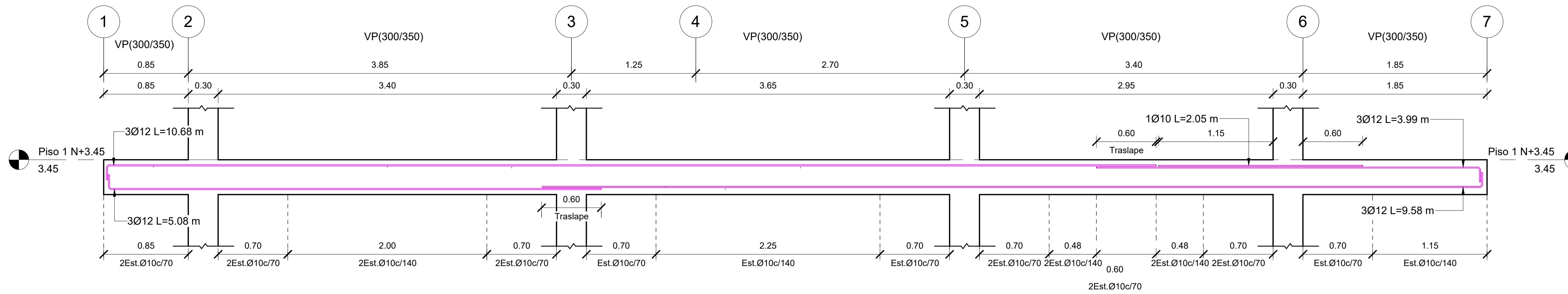
3 P1 - VS - Entre EJE B - C  
1 : 25

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

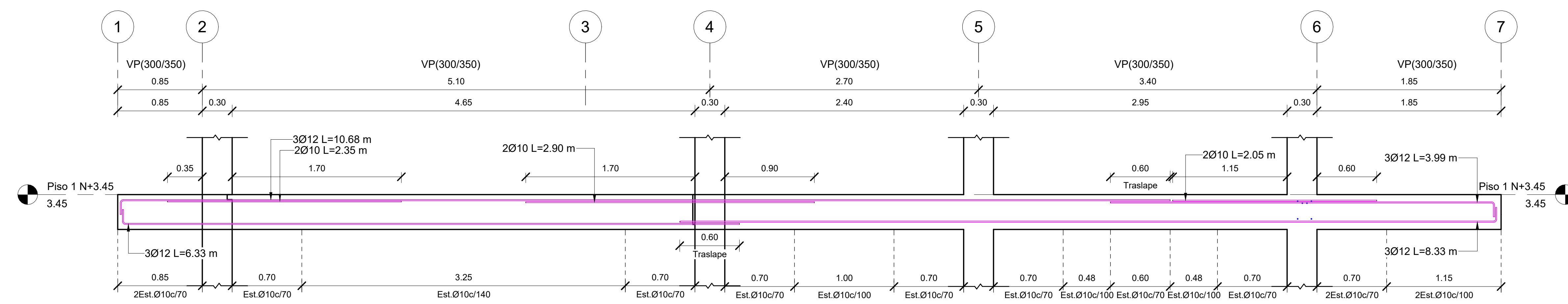
- REGLAMENTO ACI 318-19
- NEC 2019
- RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN:
  - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (Columnas-Vigas-Losa-Plintas)
  - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$  (Replanteo)
- RESISTENCIA DEL ACERO:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RESCURRIMIENTOS:
  - Columnas Y Vigas  $R = 4 \text{ cm}$
  - Orientaciones  $R = 7.5 \text{ cm}$
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE:  $L_1 = 48\phi$
- LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS
- LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILIMETROS
- EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS
- EL DIAMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

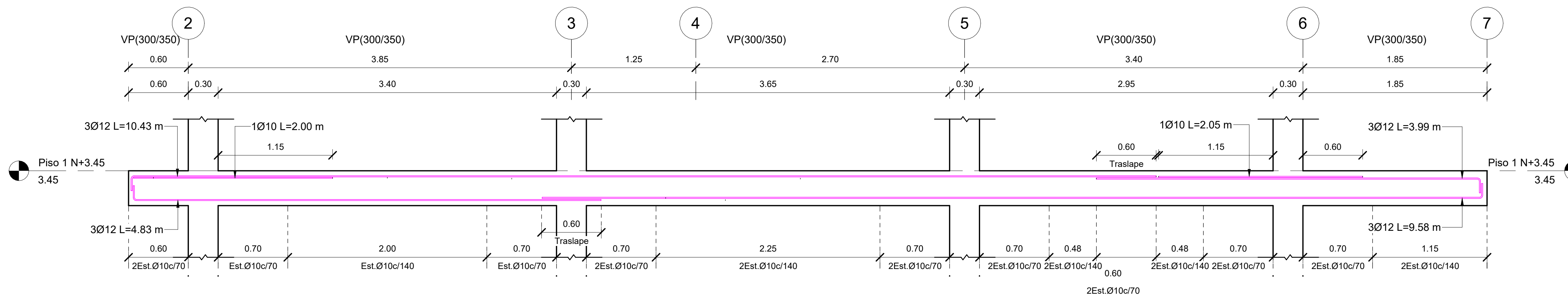
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Alzado de Vigas P1 - EJE X (2)			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Víctor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A104	Escala: INDICADAS



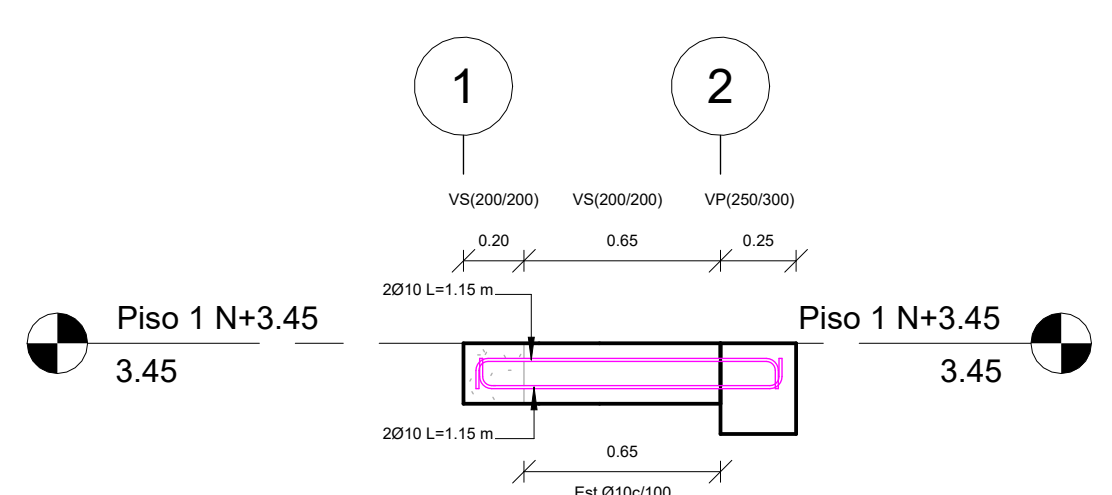
1 P1 - VP - EJE A  
1 : 25



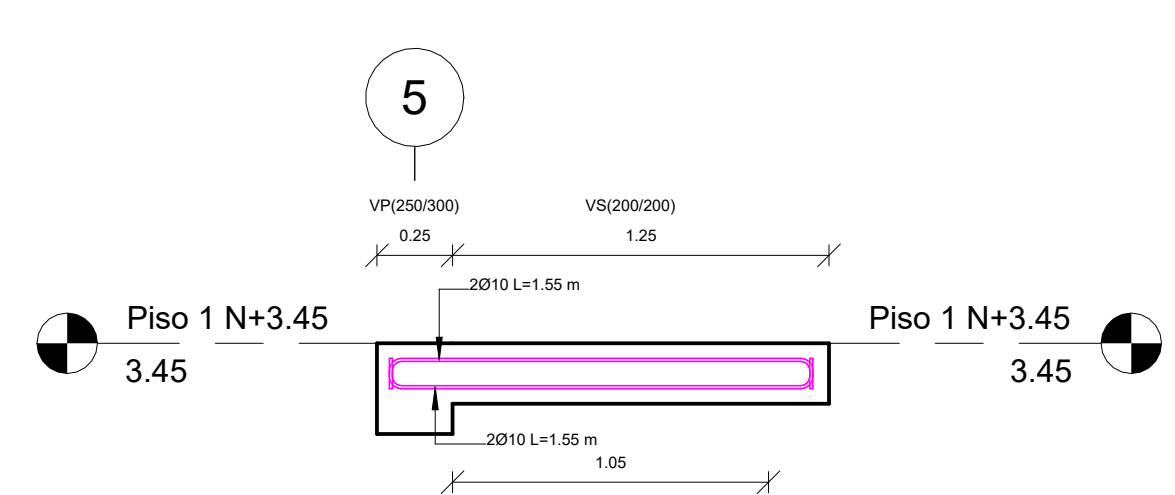
2 P1 - VP - EJE B  
1 : 25



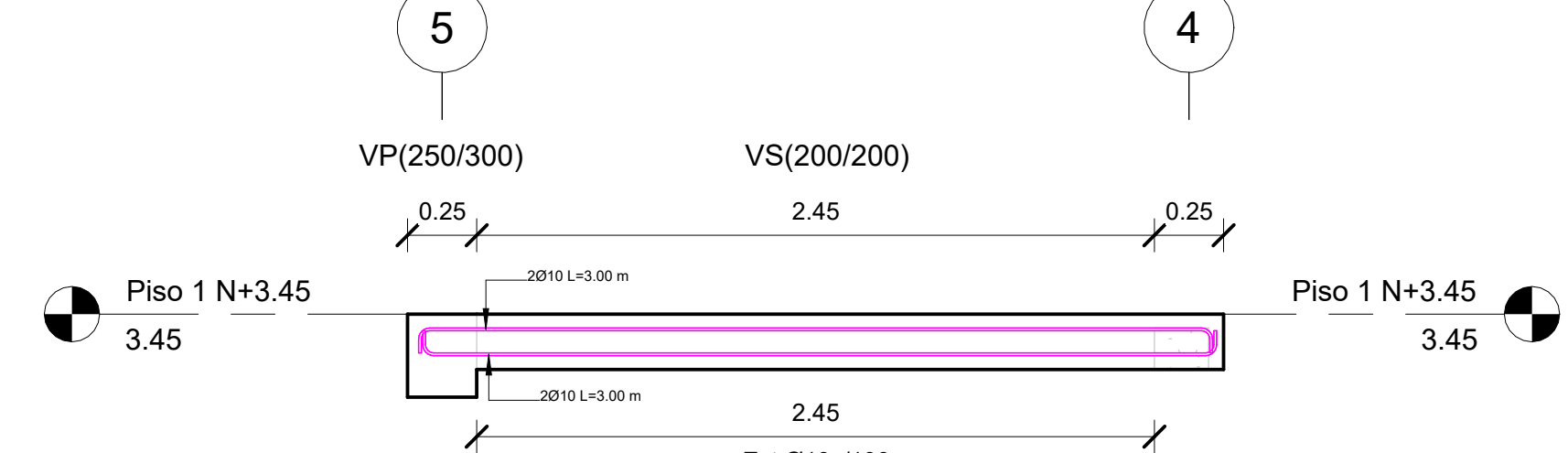
3 P1 - VP - EJE C  
1 : 25



4 P1 - VS - Entre EJE 1 - 2  
1 : 25



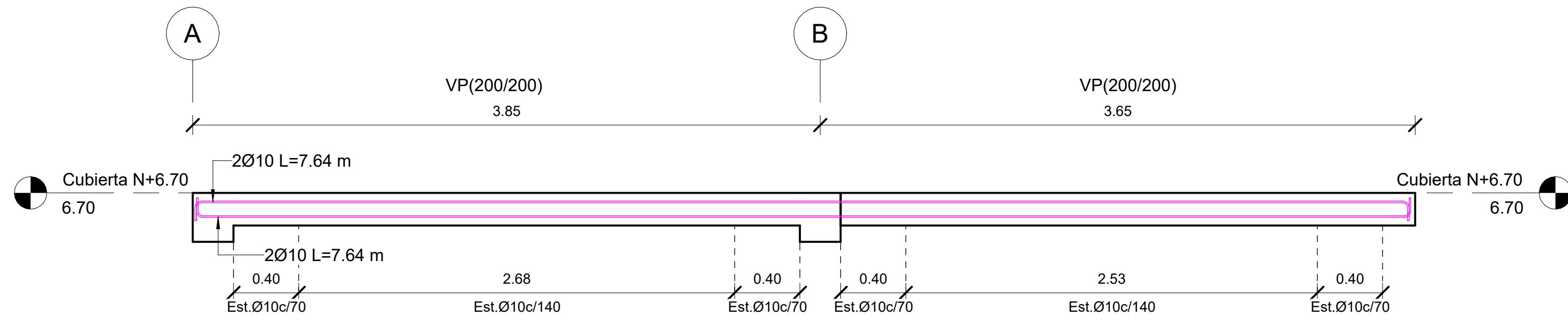
5 P1 - VS - Entre EJE 4 - 5  
1 : 25



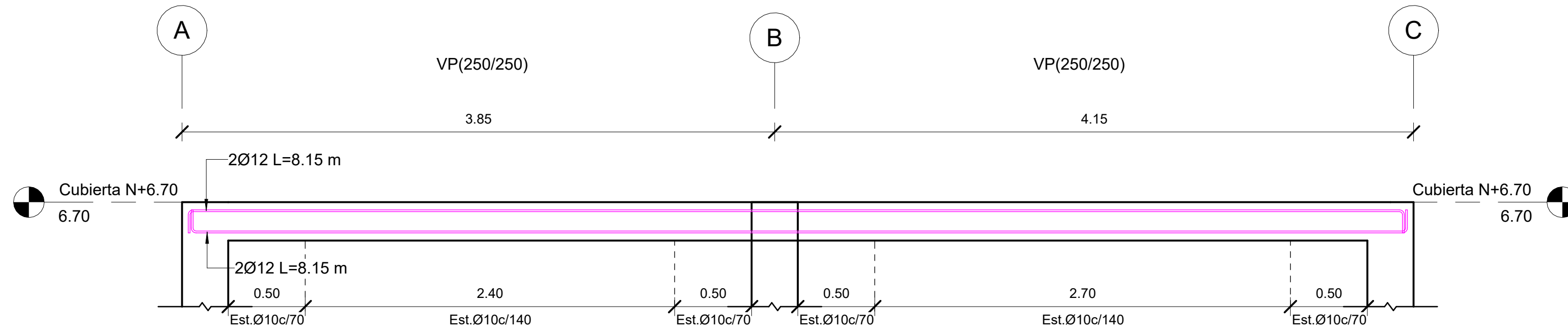
6 P1 - VS - Entre EJE 4-5  
1 : 25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	
-	REGLAMENTO ACI 318-19
-	NEC 2019
-	RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Columnas-Vigas-Cosa-Platas) - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (Replanteo)
-	RESISTENCIA DEL ACERO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
-	RECURRIMIENTOS: - Columnas Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Orientaciones $R = 7.5 \text{ cm}$
-	LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE: $L_1 = 48\phi$
-	LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS
-	LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILIMETROS
-	EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS
-	EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS

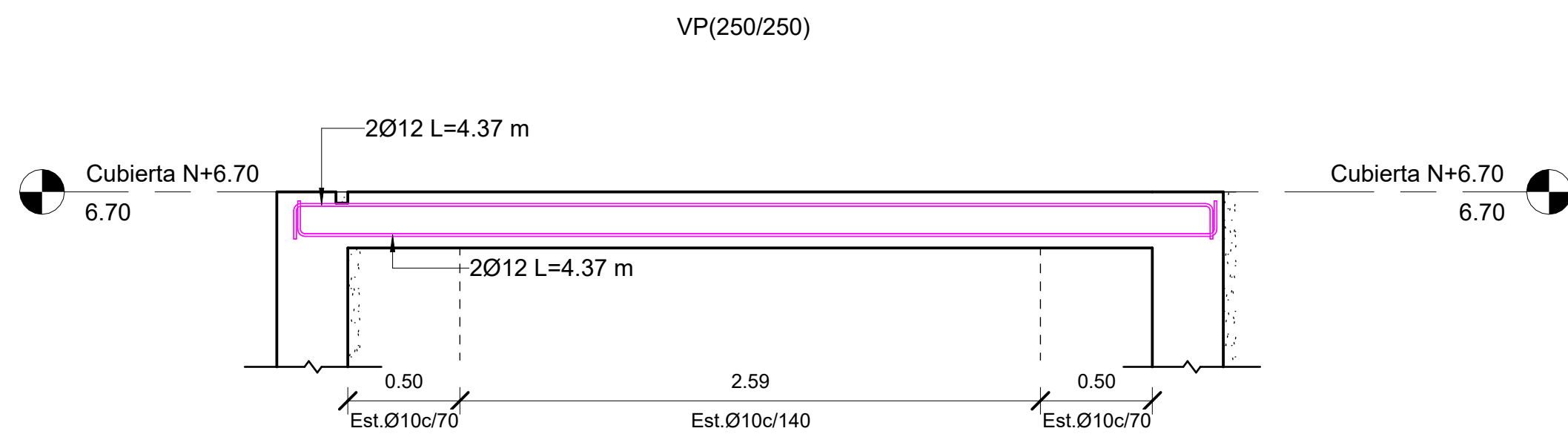
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO Alzado de Vigas P1 - EJE Y			
Coordinador de Materia Integradora Lenín Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carolina Zavala Maníueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Víctor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.	Lámina: A105	Escala: INDICADAS	



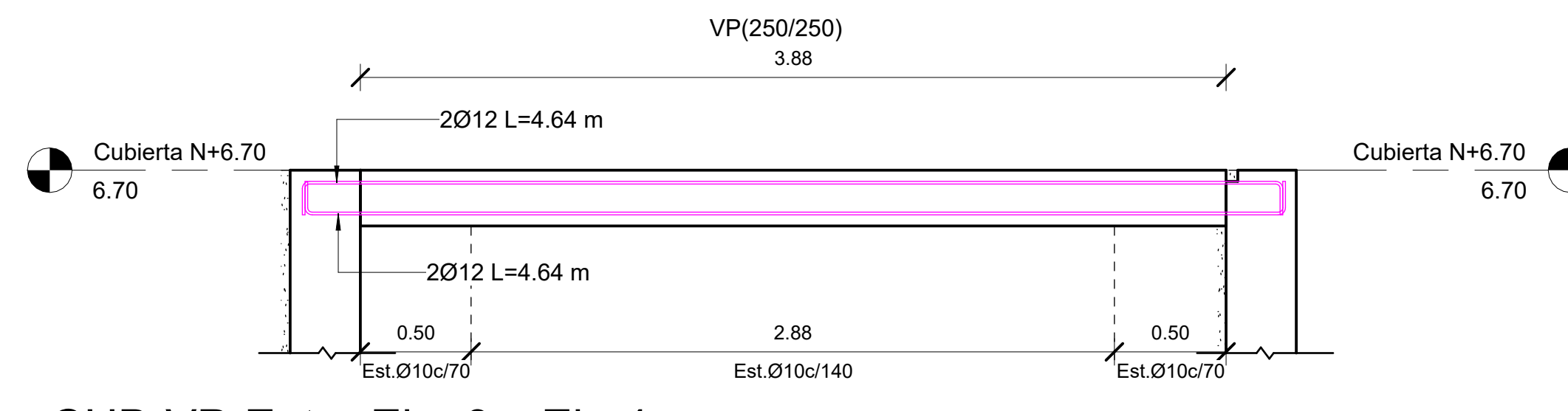
1 CUB - VP - EJE 1  
1 : 25



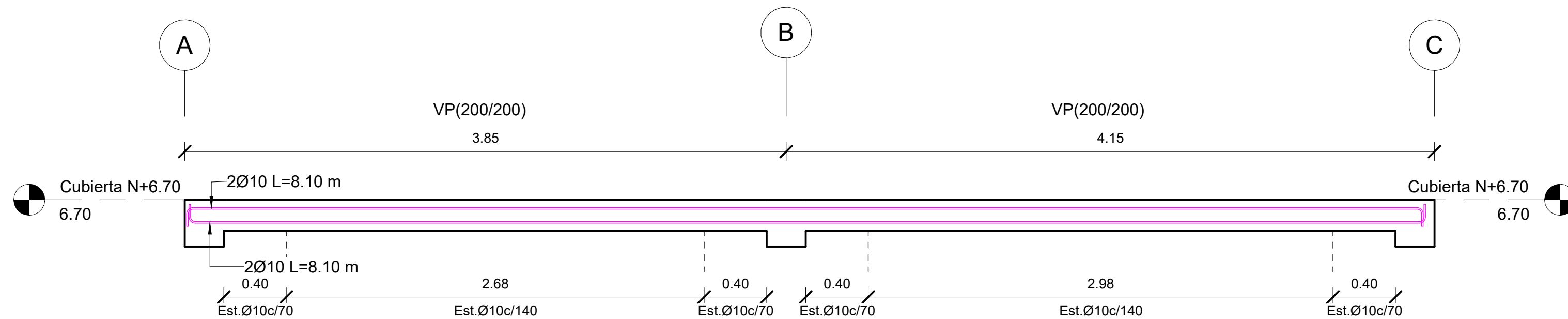
2 CUB - VP - EJE 2 - 5 - 6  
1 : 25



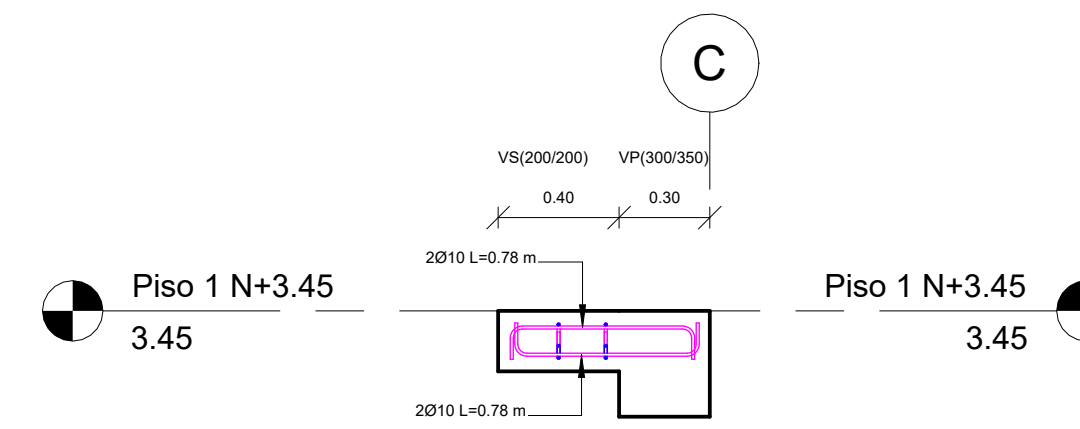
3 CUB-VP-Entre Eje 3yEje 4  
1 : 25



4 CUB-VP-Entre Eje 3 y Eje 4  
1 : 25



5 CUB - VP - EJE 7  
1 : 25

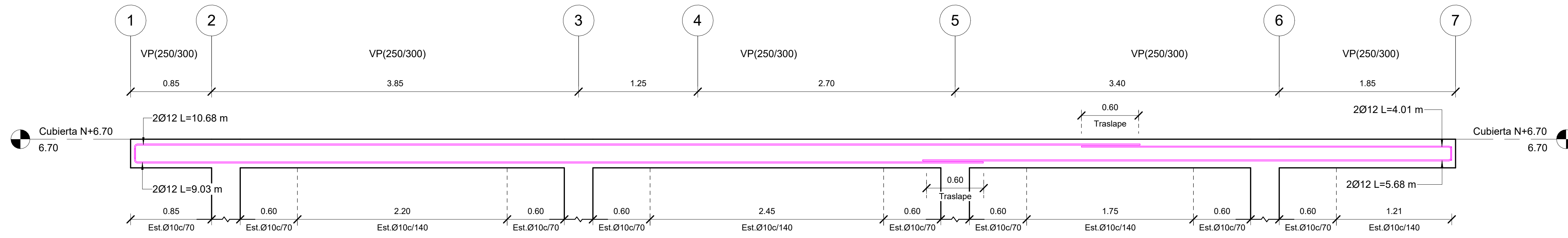


6 CUB - VS - Entre EJE B - C  
1 : 25

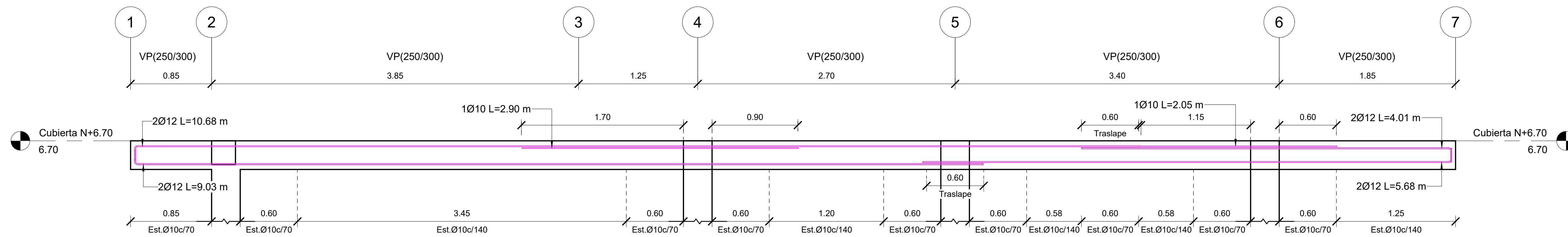
ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	
- RECLAMENTO ACI 318-19	- NEC 2019
- RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Columnas-Vigas-Lozas-Plintas) - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (Replanteo)	
- RESISTENCIA DEL ACERO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	
- RECURSIVAMENTE: - Columnas Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Orientaciones $R = 7.5 \text{ cm}$	
- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE: $L_1 = 48\phi$	
- LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS	
- LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILIMETROS	
- EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS	
- EL DIAMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS	

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

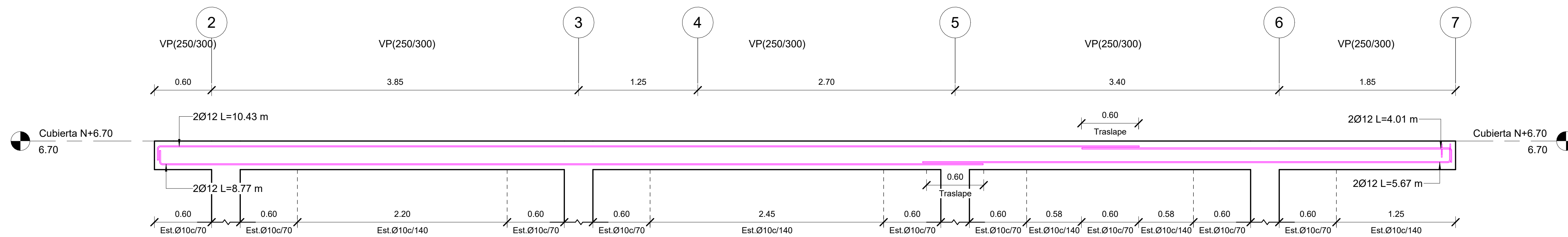
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Alzado de Vigas CUB - EJE X			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Victor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A106	Escala: INDICADAS



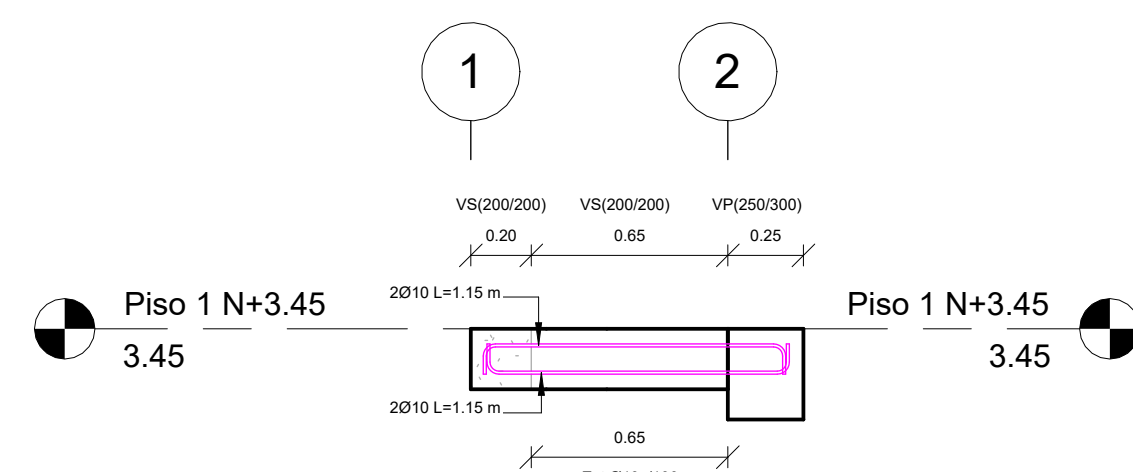
1 CUB - EJE A  
1 : 25



2 CUB - EJE B  
1 : 25



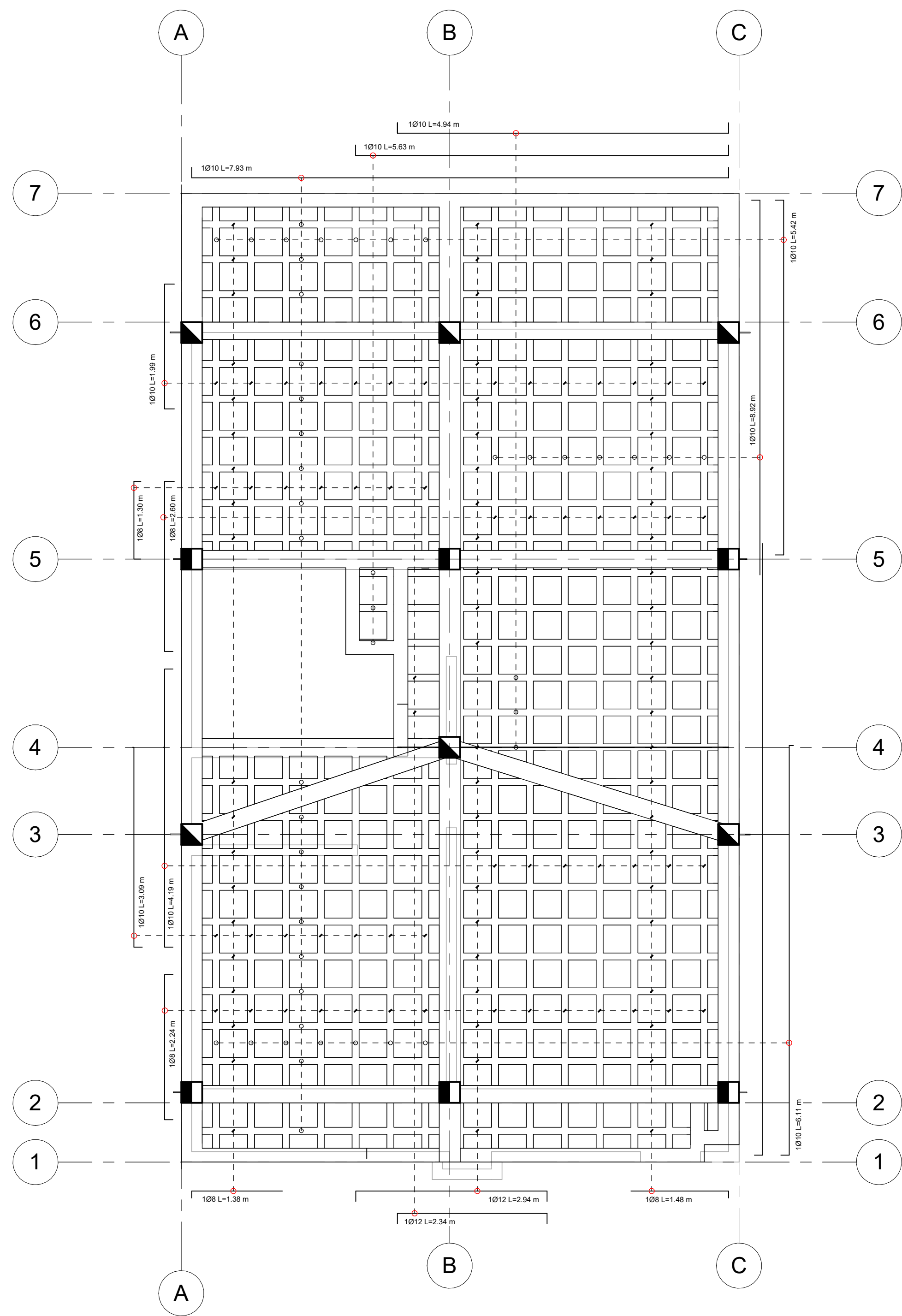
3 CUB - EJE C  
1 : 25



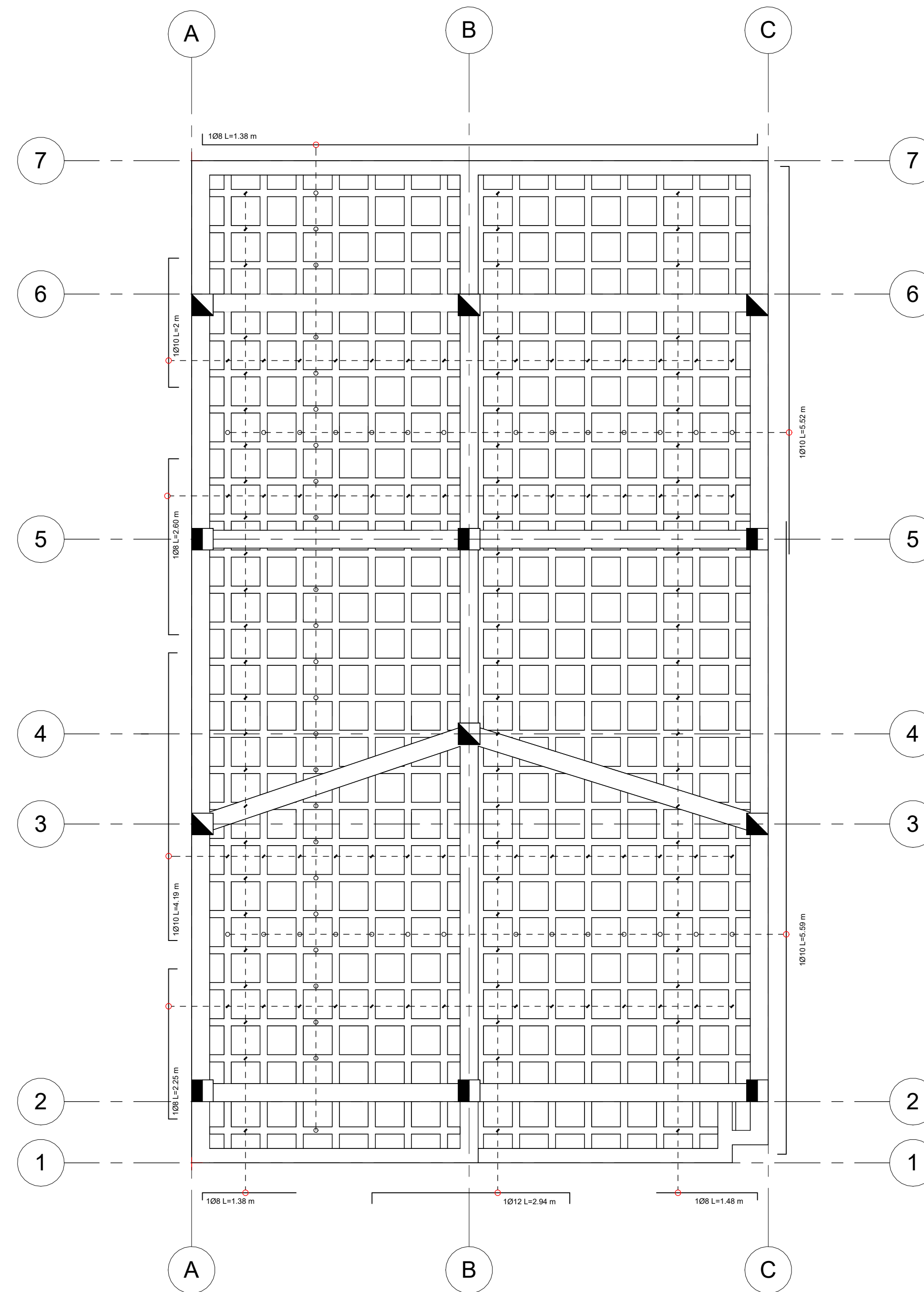
4 CUB - VS - Entre EJE 1 - 2  
1 : 25

- ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO**
- RECLAMAMENTO ACI 318-19
  - NEC 2019
  - RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN:
    - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (Columnas, Vigas, Losas-Plintas)
    - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$  (Raplanteo)
  - RESISTENCIA DEL ACERO:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ 
    - Columnas Y Vigas  $R = 4 \text{ cm}$
    - Orientaciones  $R = 7.5 \text{ cm}$
  - RESCUBRIMIENTOS:
    - Columnas Y Vigas  $R = 4 \text{ cm}$
    - Orientaciones  $R = 7.5 \text{ cm}$
  - LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE:  $L_1 = 48\phi$
  - LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS
  - LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILIMETROS
  - EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS
  - EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS

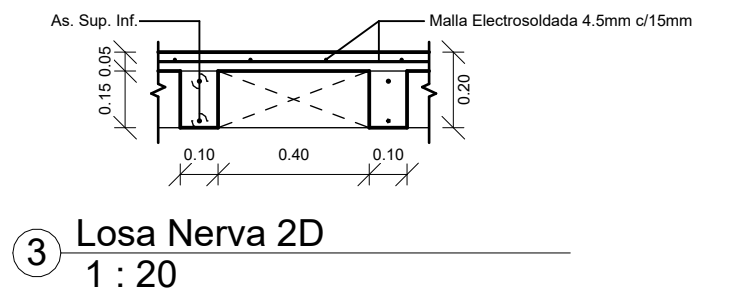
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Alzado de Vigas CUB - EJE Y			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Victor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.	Lámina: A107	Escala: INDICADAS	



1 Armado de Losa P1  
1 : 50



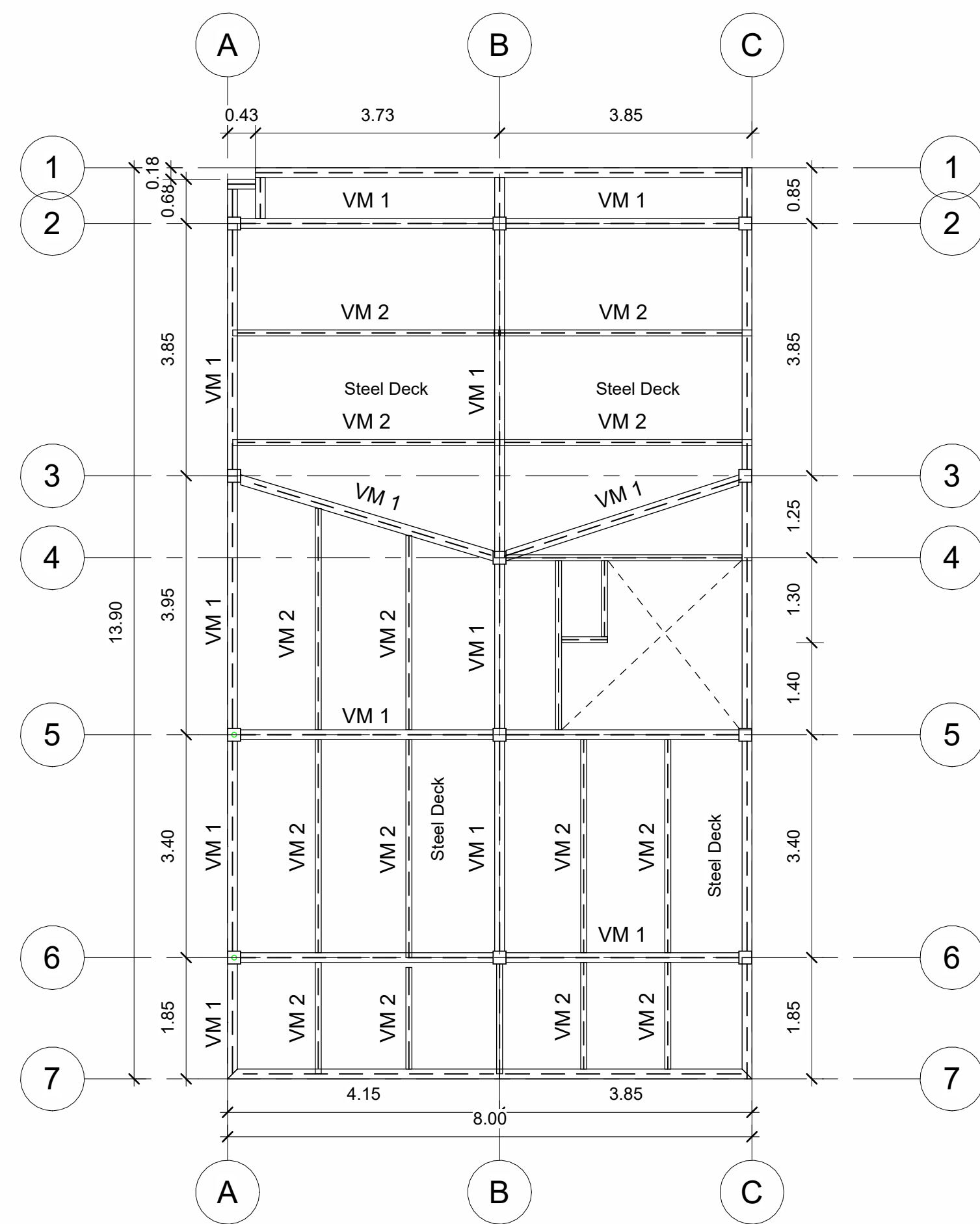
2 Armado de Losa Cubierta  
1 : 50



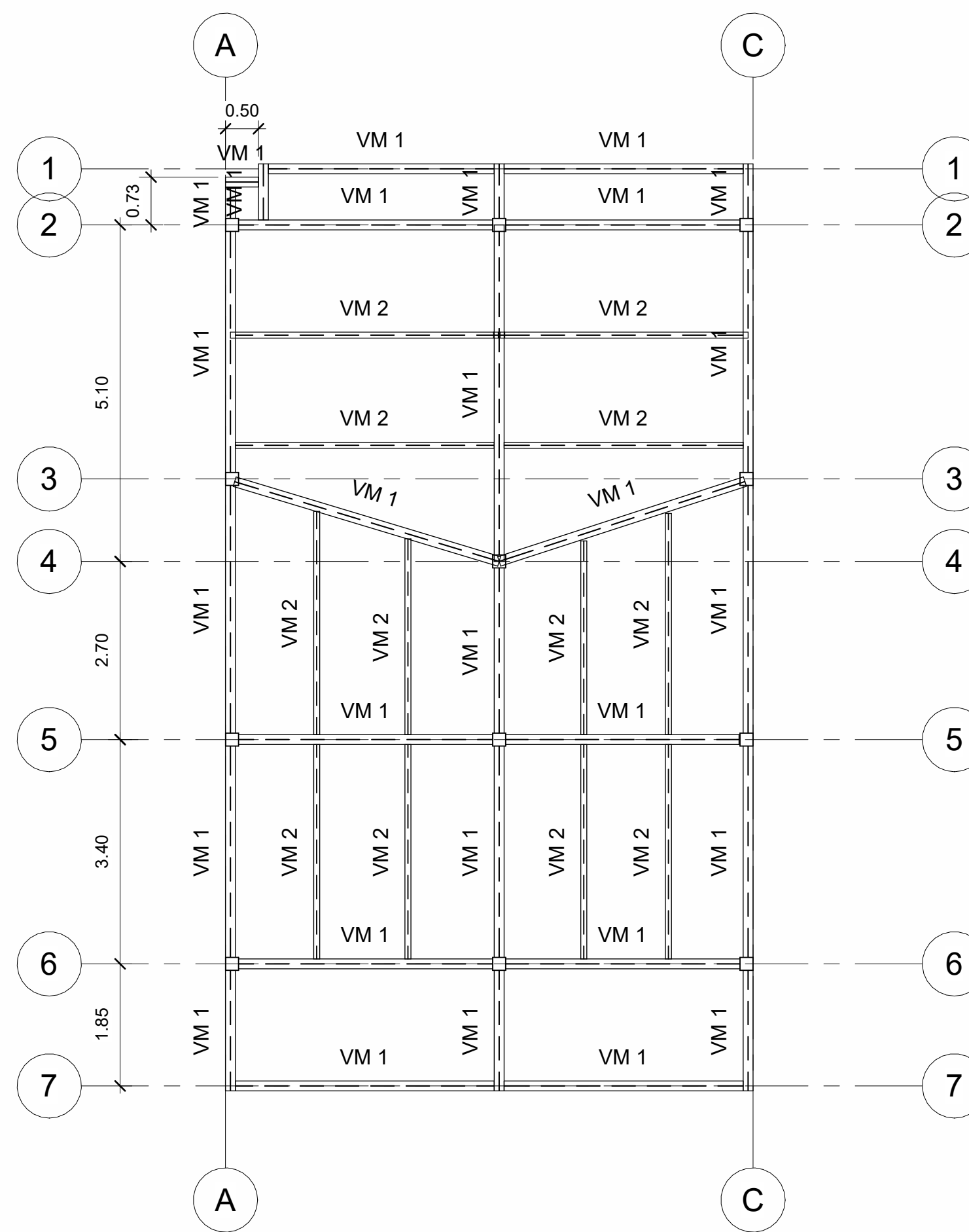
ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	
- REGLAMENTO ACI 318-19	- NEC 2019
- RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Columnas-Vigas-Losa-Plintas) - $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (Replanteo)	- RESISTENCIA DEL ACERO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RESCUBRIMIENTOS: - Columnas Y Vigas $R = 4 \text{ cm}$ - Orientaciones $R = 7.5 \text{ cm}$	- LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE: $L_1 = 48d$
- LAS COTAS EN PLANTAS Y ALZADOS ESTÁ DADO EN METROS	- LOS NOMBRES EN SECCIONES ESTÁ DADO EN MILIMETROS
- EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTÁ DADO EN MILIMETROS	- EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTÁ DADO EN MILIMETROS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO Armado de Losa			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carolina Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Lodo	Estudiantes: - Victor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.	Lámina: A108	Escala: INDICADAS	

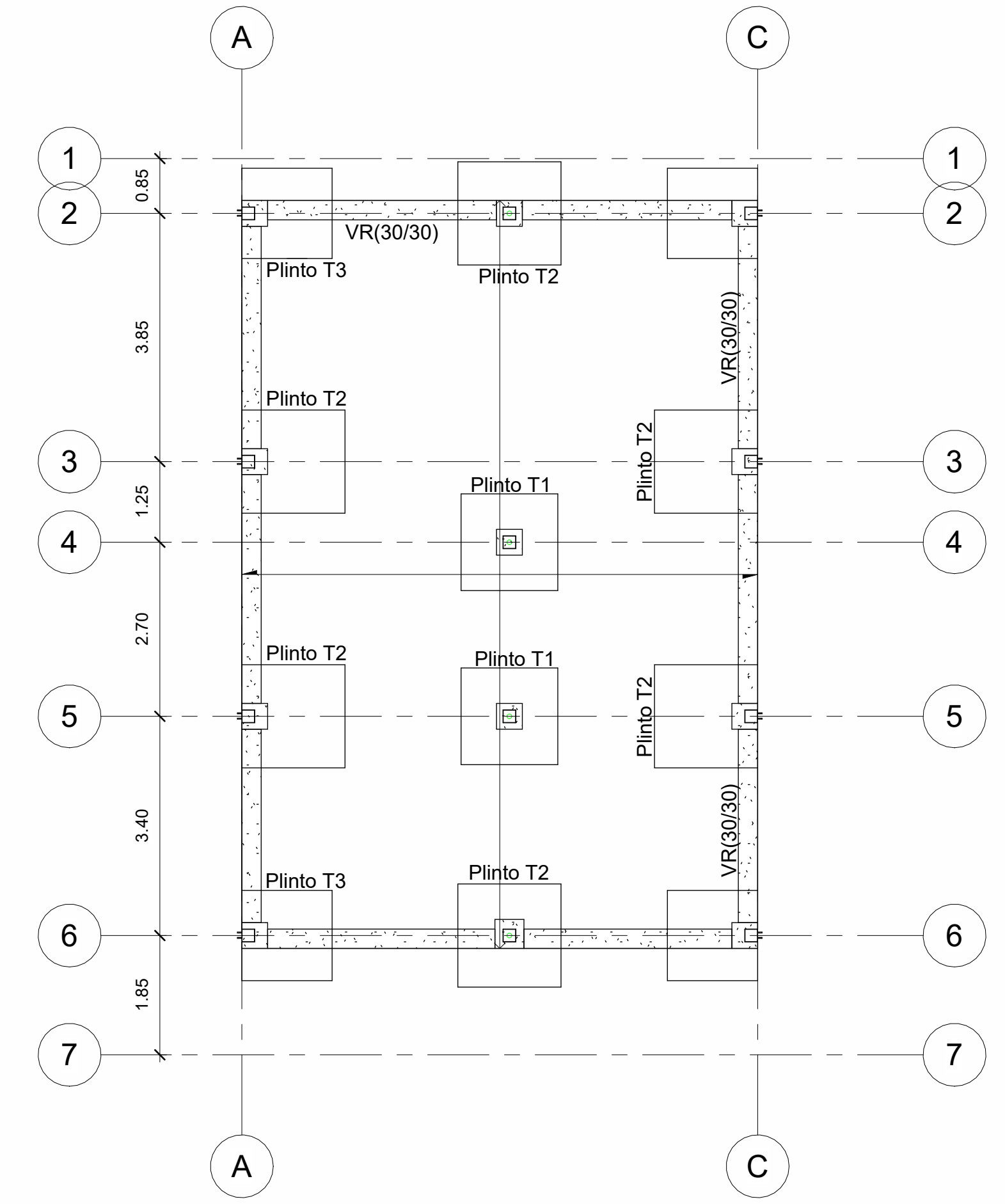




1 Piso 1 - N+3.51  
1 : 75

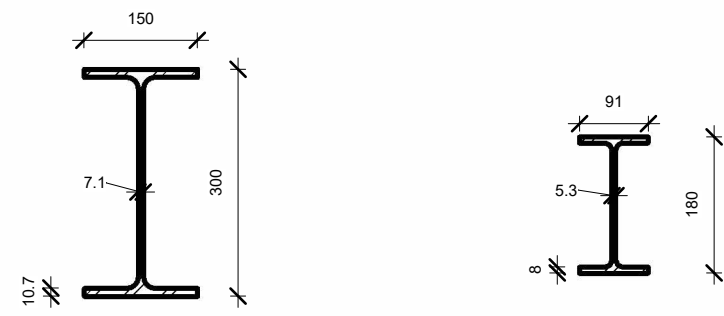


2 Cubierta  
1 : 75



6 Base  
1 : 75

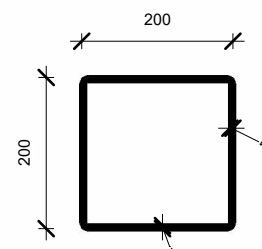
Sección Viga



3 VM 1  
1 : 10

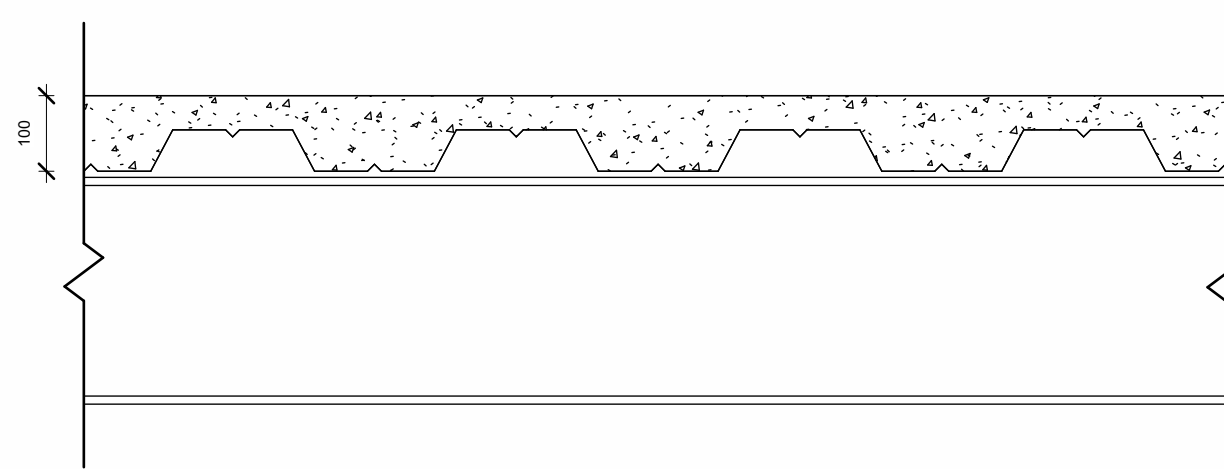
4 VM 2  
1 : 10

Sección Columna

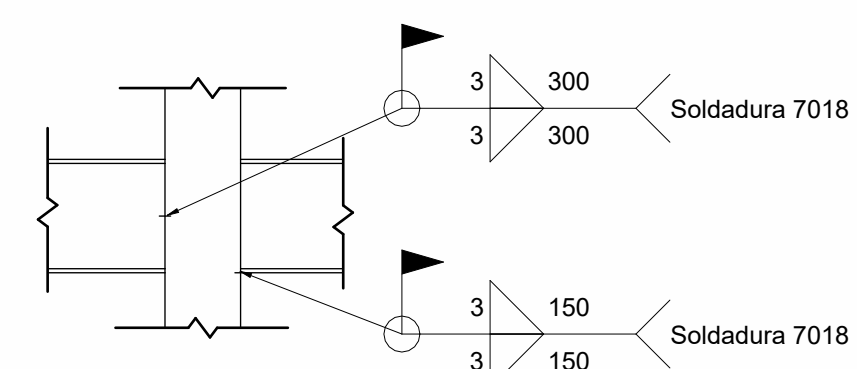


5 CM  
1 : 10

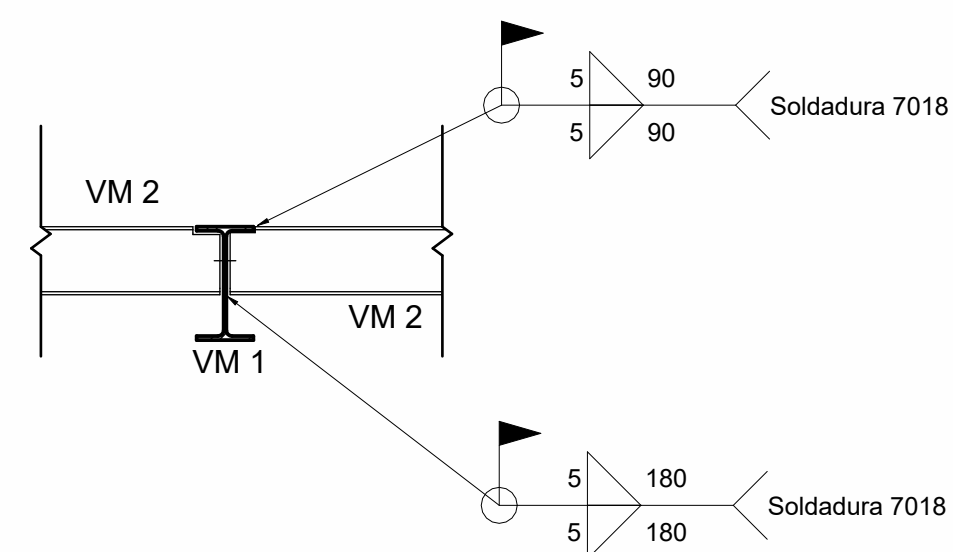
Sección Placa Colaborante



7 Perfil de Steel Deck 0.76mm  
1 : 10



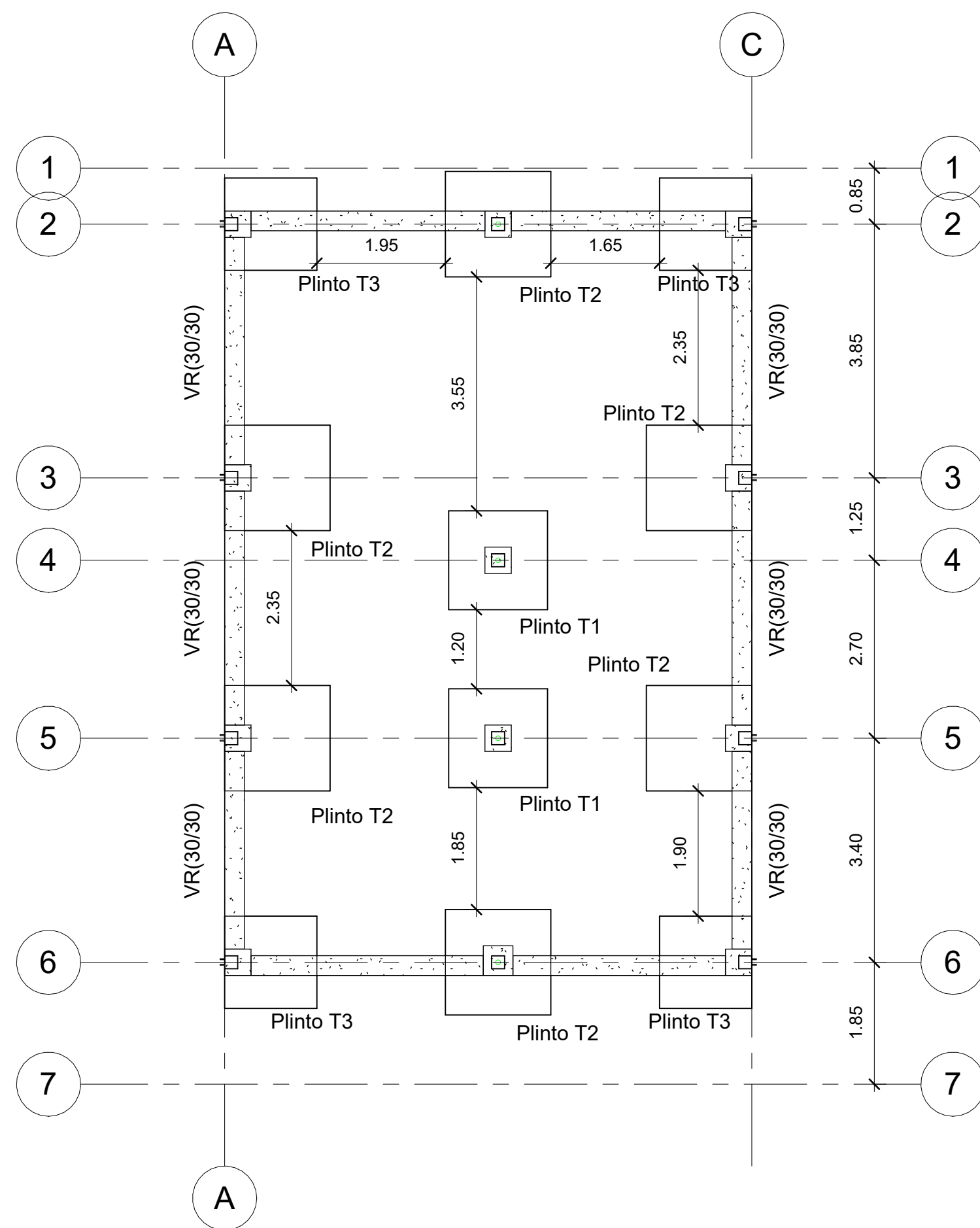
8 Soldadura Viga-Columna  
1 : 20



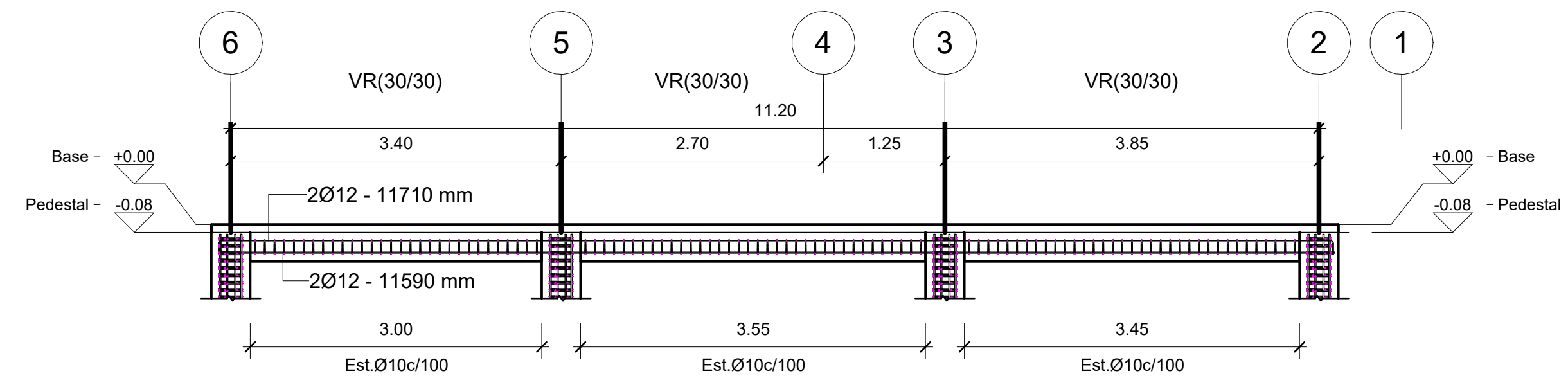
9 Soldadura VM1-VM2  
1 : 20

ESPECIFICACIONES TECNICAS EN ESTRUCTURA DE ACERO ESTRUCTURAL	
-	NEC 2019
-	REGLAMENTO ACI 318-19
-	REGLAMENTO AISC 360-10
-	REGLAMENTO AHS D1.1
-	RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Losa Colaborante)
-	RESISTENCIA DEL ACERO ESTRUCTURAL: $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$
-	RESISTENCIA DEL ACERO DE REFUERZO: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
-	RECURSIVIMIENTOS: - Cimentaciones R = 7.5 cm
-	LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAP: $L_t = 48d$
-	EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTA DADO EN MILIMETROS
-	EL DIAMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTA DADO EN MILIMETROS

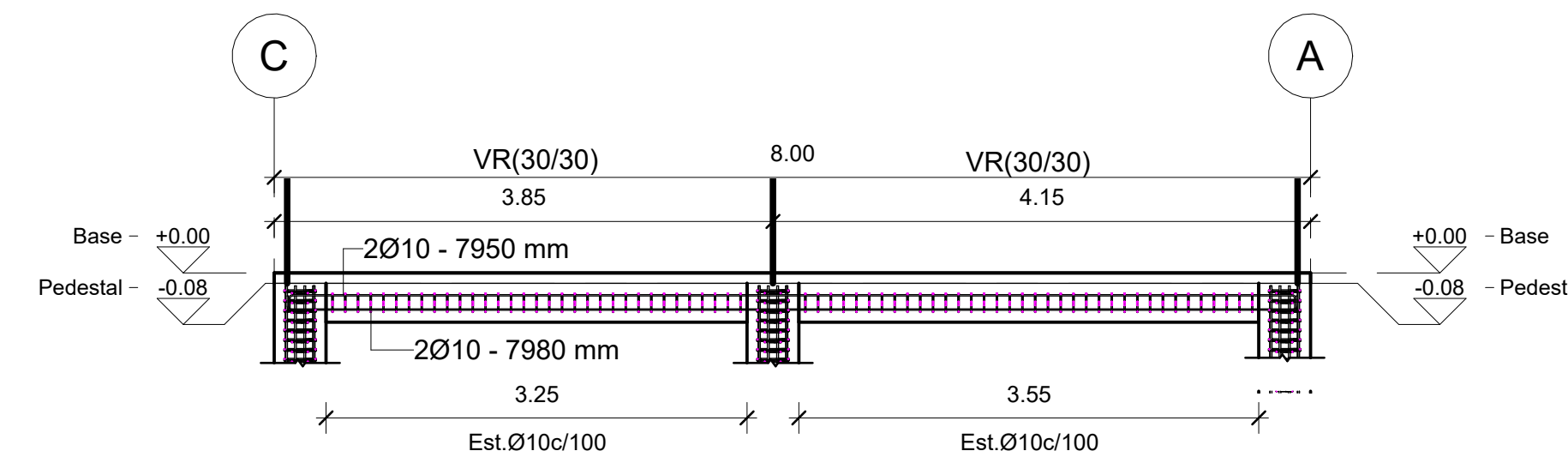
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO Alzado de Plantas			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Victor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A101	Escala: INDICADAS



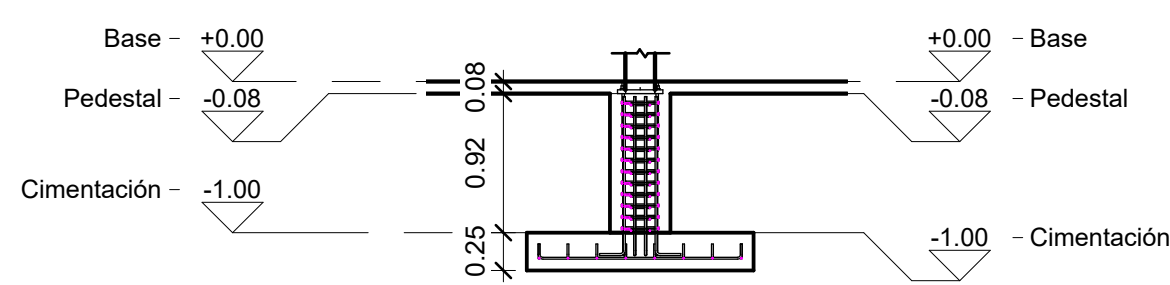
1 Cimentación  
1 : 75



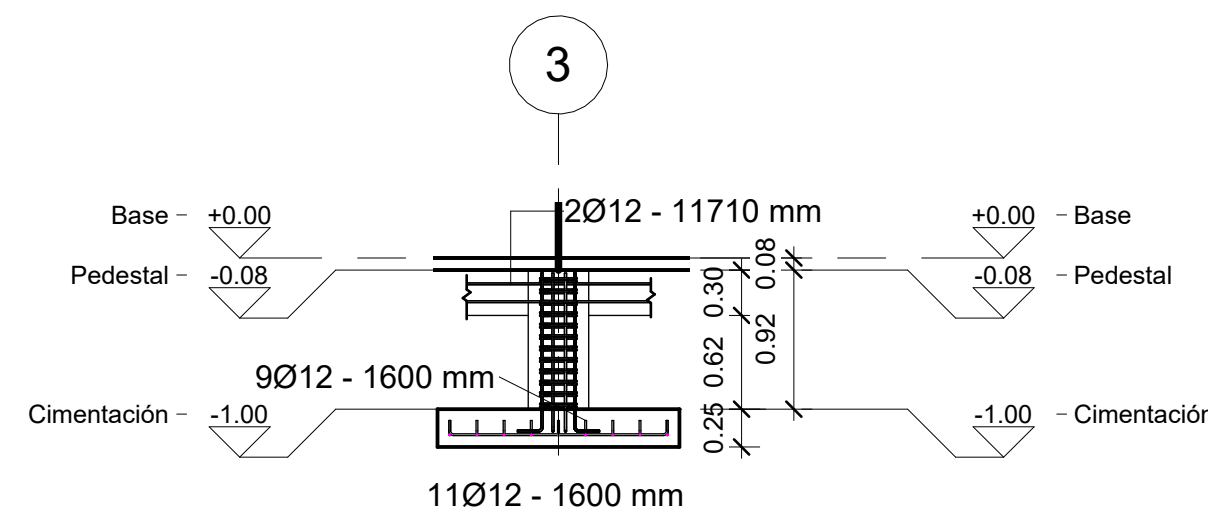
2 Alzado VR EJE A Y EJE C  
1 : 50



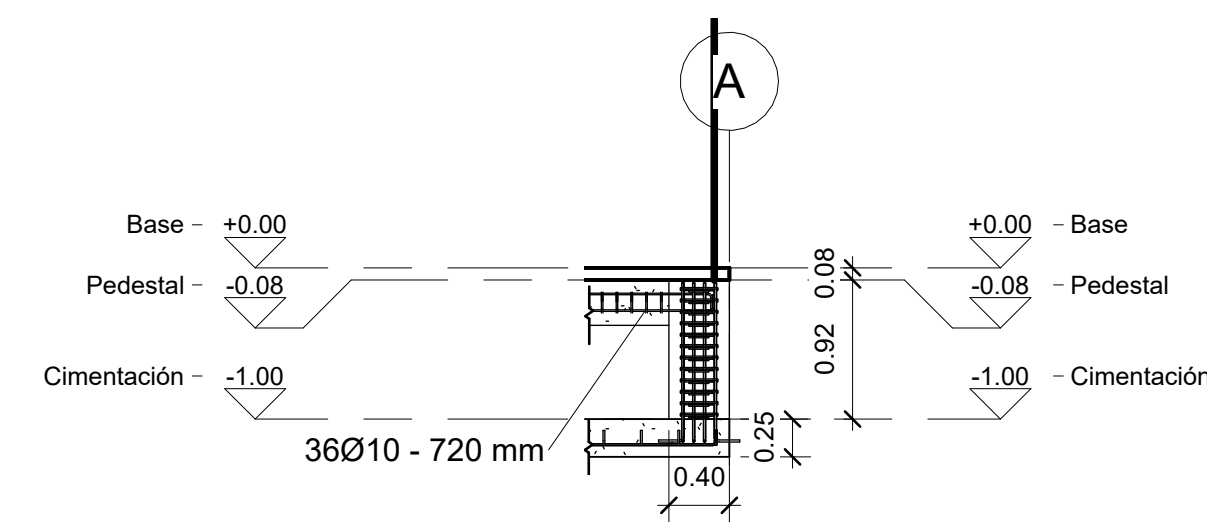
3 Alzado VR EJE 2 Y EJE 6  
1 : 50



4 Plinto Tipo 1  
1 : 50



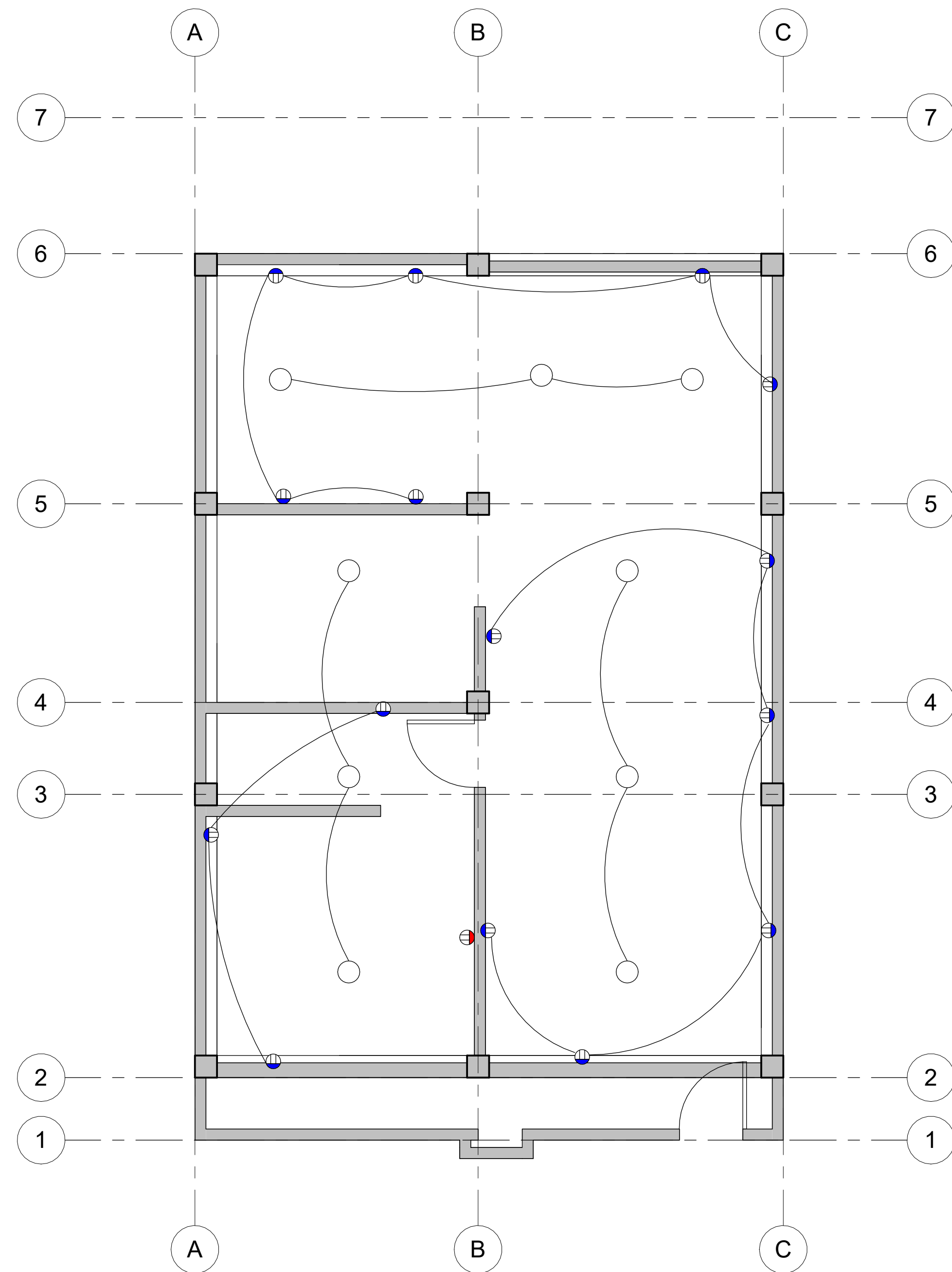
5 Plinto Tipo 2  
1 : 50



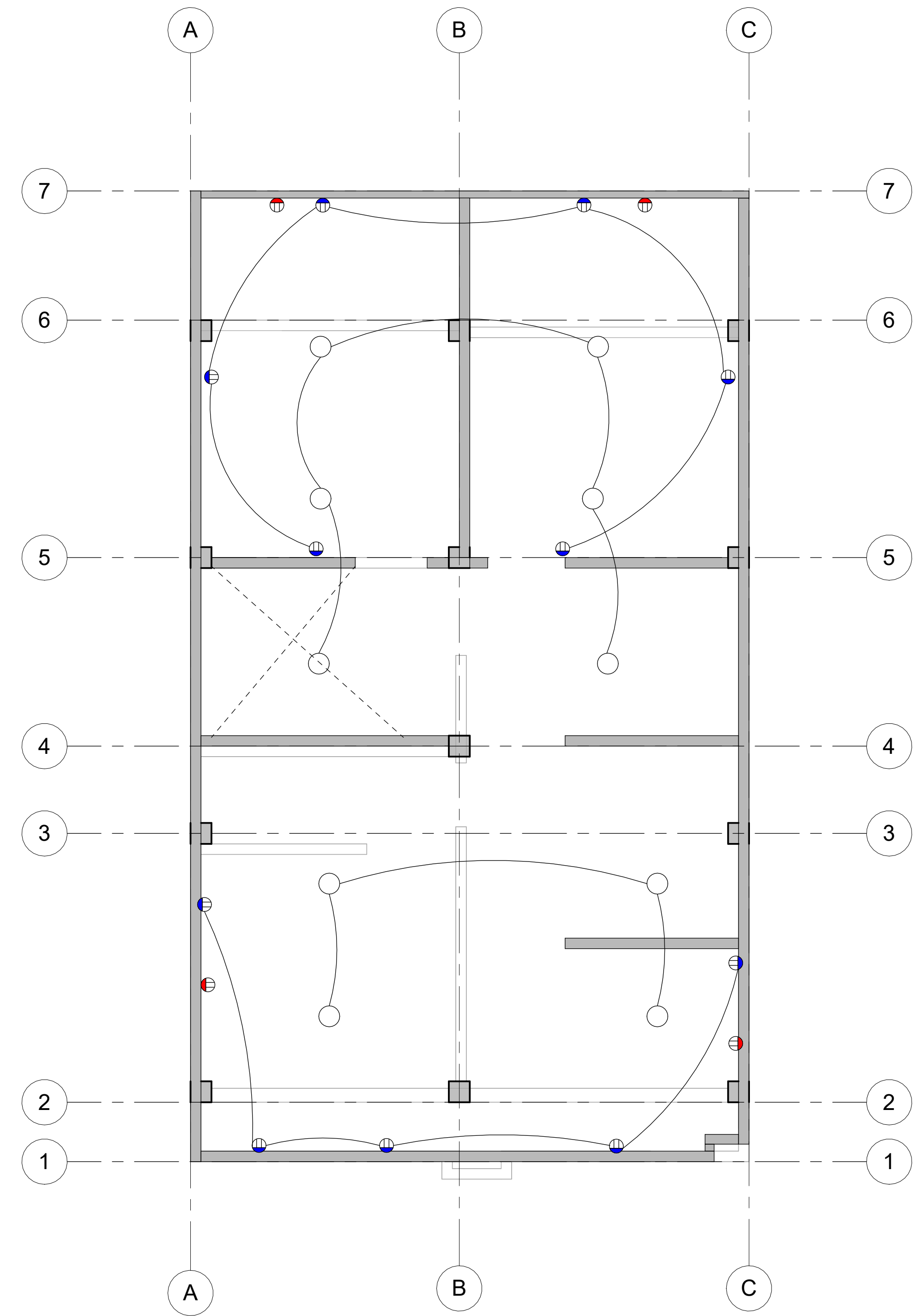
6 Plinto Tipo 3  
1 : 50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EN ESTRUCTURA DE ACERO ESTRUCTURAL	
-	NEC 2019
-	REGLAMENTO ACI 318-19
-	REGLAMENTO ASCE 360-10
-	REGLAMENTO AWS D1.1
-	RESISTENCIA DE DISEÑO PARA EL HORMIGÓN: - $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Línea Colaborante)
-	RESISTENCIA DEL ACERO ESTRUCTURAL: $F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$
-	RESISTENCIA DEL ACERO DE REFUERZO: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
-	RESCURRIMIENTOS: - Cimentaciones $R = 7.5 \text{ cm}$
-	LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE: $L_t = 48d$
-	EL ESPACIAMIENTO EN ESTRIBOS ESTA DADO EN MILÍMETROS
-	EL DIÁMETRO DEL ACERO DE REFUERZO ESTA DADO EN MILÍMETROS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Cimentaciones			
Coordinador de Materia Integradora Lenín Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carolina Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Lcdo	Estudiantes: - Víctor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lissette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 07/31/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.	Lámina: A102	Escala: INDICADAS	



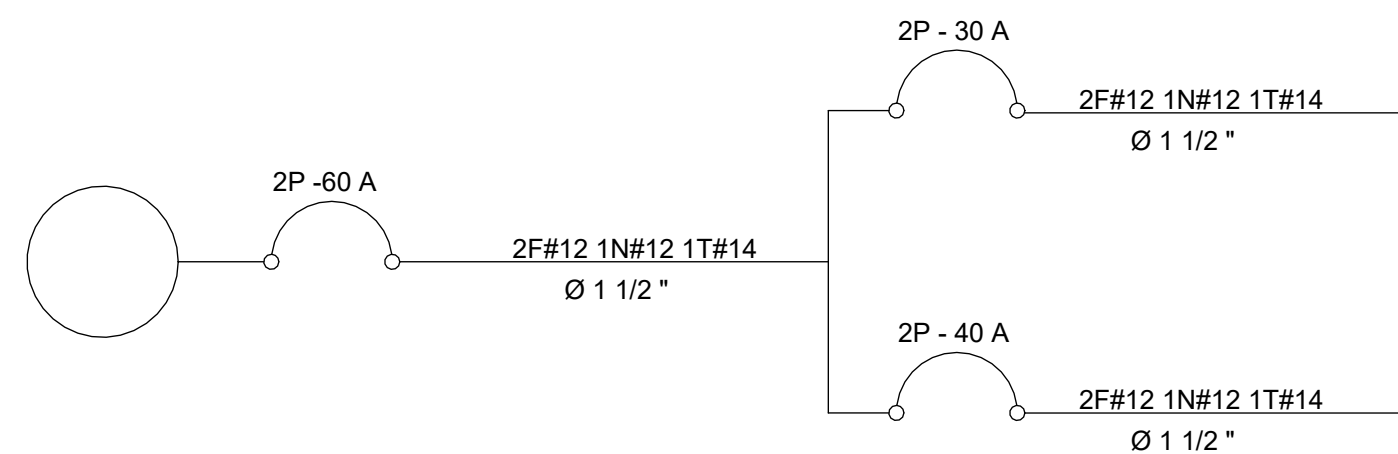
1 Base N+0.00 Circuitos  
1 : 50



2 Piso 1 N+3.45 Circuitos  
1 : 50

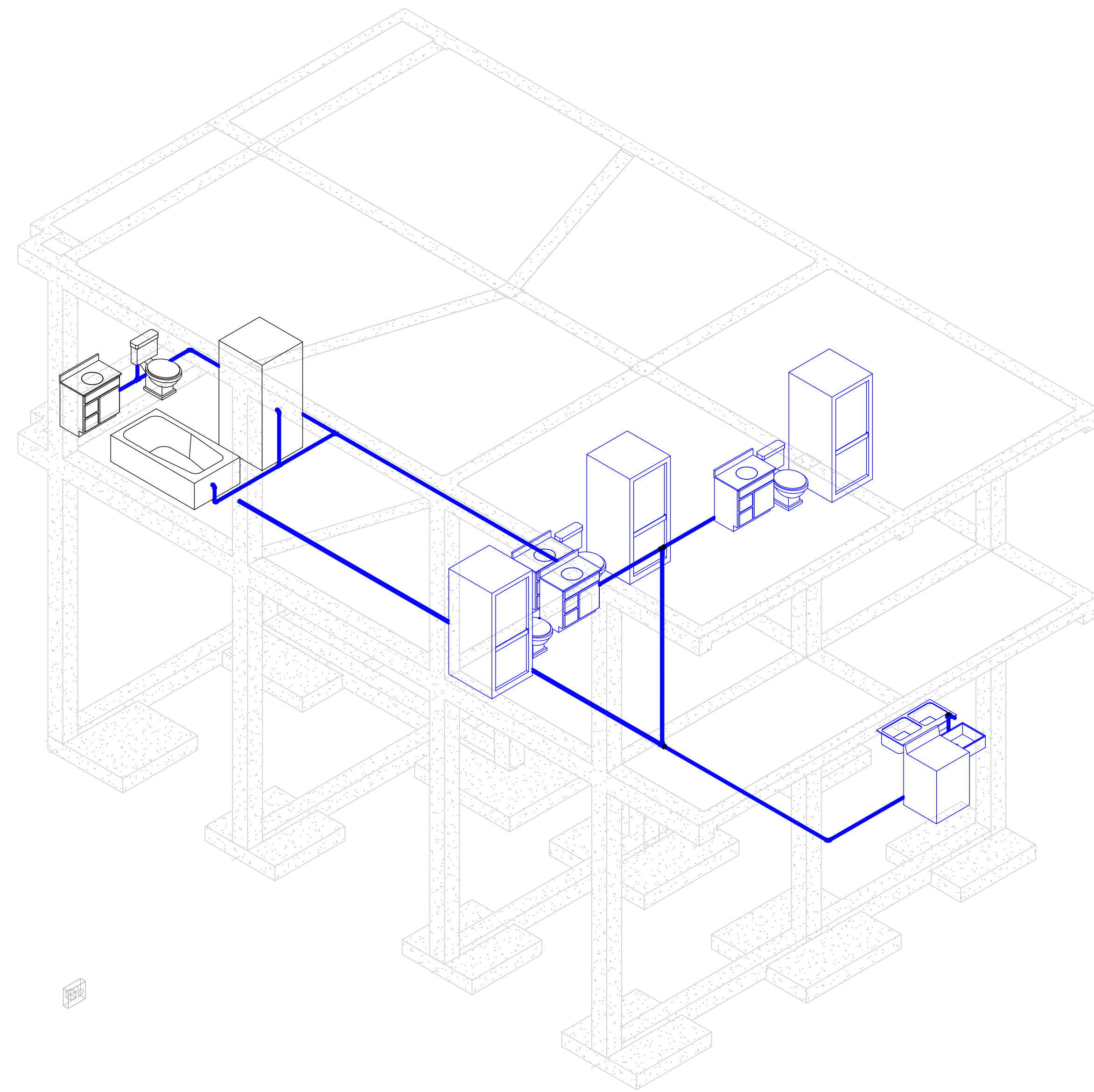
SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Tomacorriente 110V
	Tomacorriente 220V
	Punto de luz

Simbología Electrico  
1 : 25

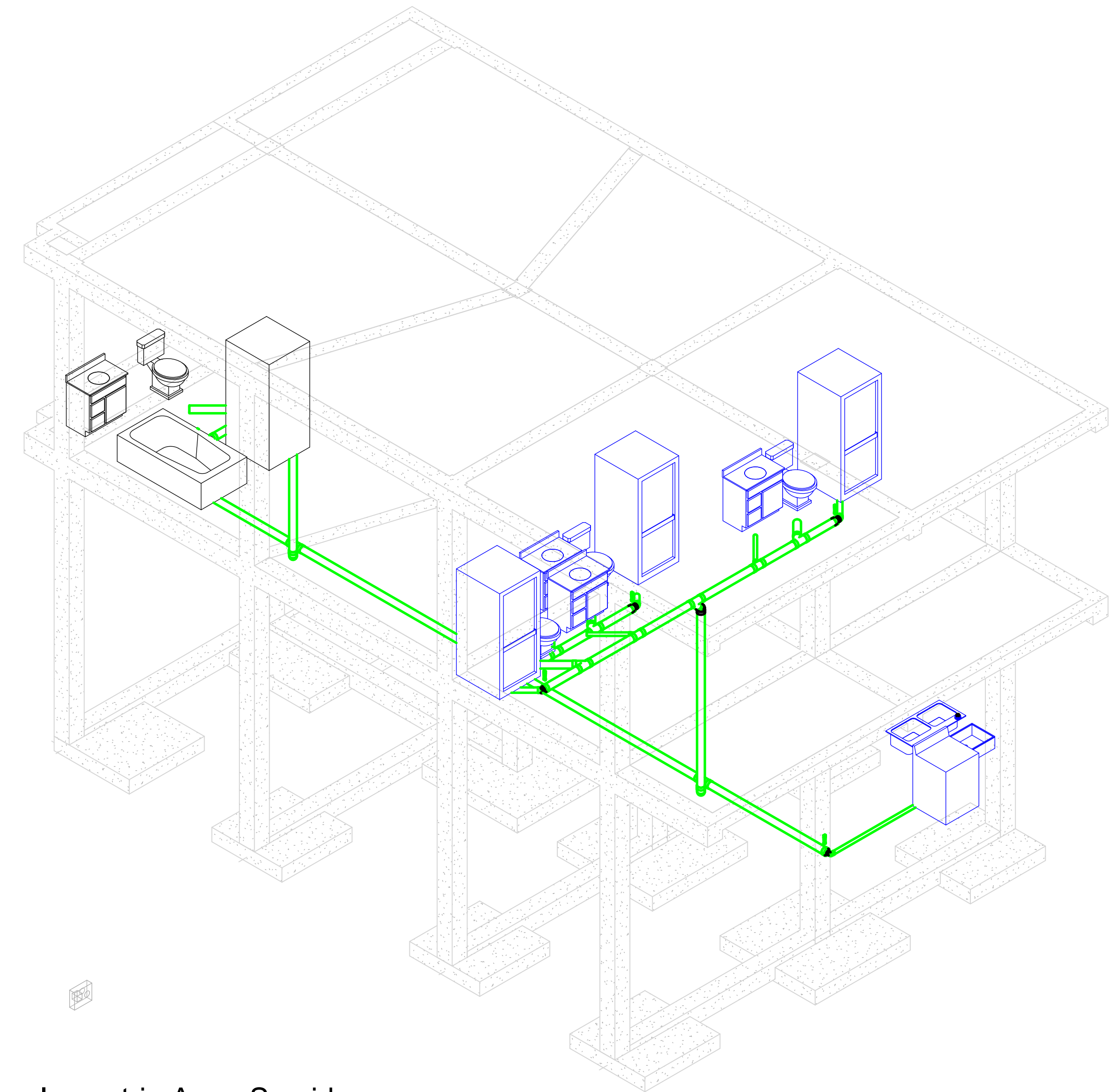


Tablero Simbologia  
1 : 10

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Plano Electrico			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Especificos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Lodo	Estudiantes: - Victor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lissette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 8/8/2024
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A109	Escala: INDICADAS



1 Isometria Agua Potable



2 Isometria Agua Servidas

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO			
Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo de sistema estructural en la ciudad de Machala			
CONTENIDO			
Plano Hidrosanitario			
Coordinador de Materia Integradora Lenin Dender Aguilar, MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Cecibel Castillo Olvera, PhD - Carola Zavala Maridueña, MSc - Josué Durán Hermida, Ldo	Estudiantes: - Victor Bryan Banchón Bajaña - Evelyn Lisette Pilataxi Murillo	Fecha de Entrega: 08/07/24
Tutor de Área de Conocimiento Luis Sánchez Calderón, Msc. PhD.		Lámina: A112	Escala: INDICADAS

# Diseño de vivienda unifamiliar considerando el impacto económico del tipo del sistema estructural en la ciudad de Machala

## PROBLEMA

El déficit habitacional en Ecuador es un problema complejo que afecta al 75,8% de las viviendas, las cuales no cumplen con criterios básicos de diseño estructural, sanitario o arquitectónico. La principal causa es económica ya que existe la creencia errónea de que al eliminar los honorarios profesionales se reducen significativamente los costos de construcción. Sin embargo, esta práctica compromete la seguridad, durabilidad y confort de las viviendas a mediano y largo plazo.

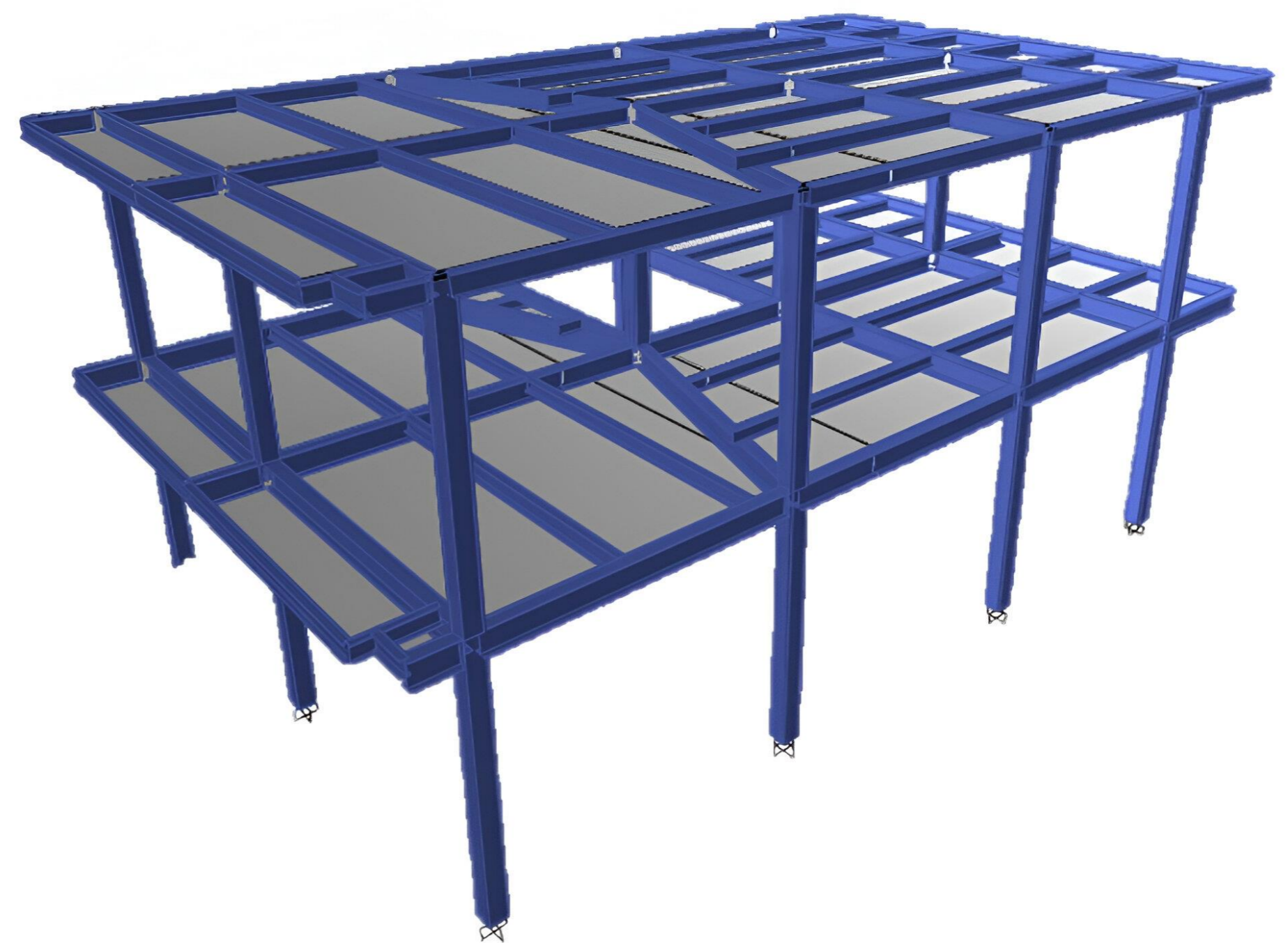
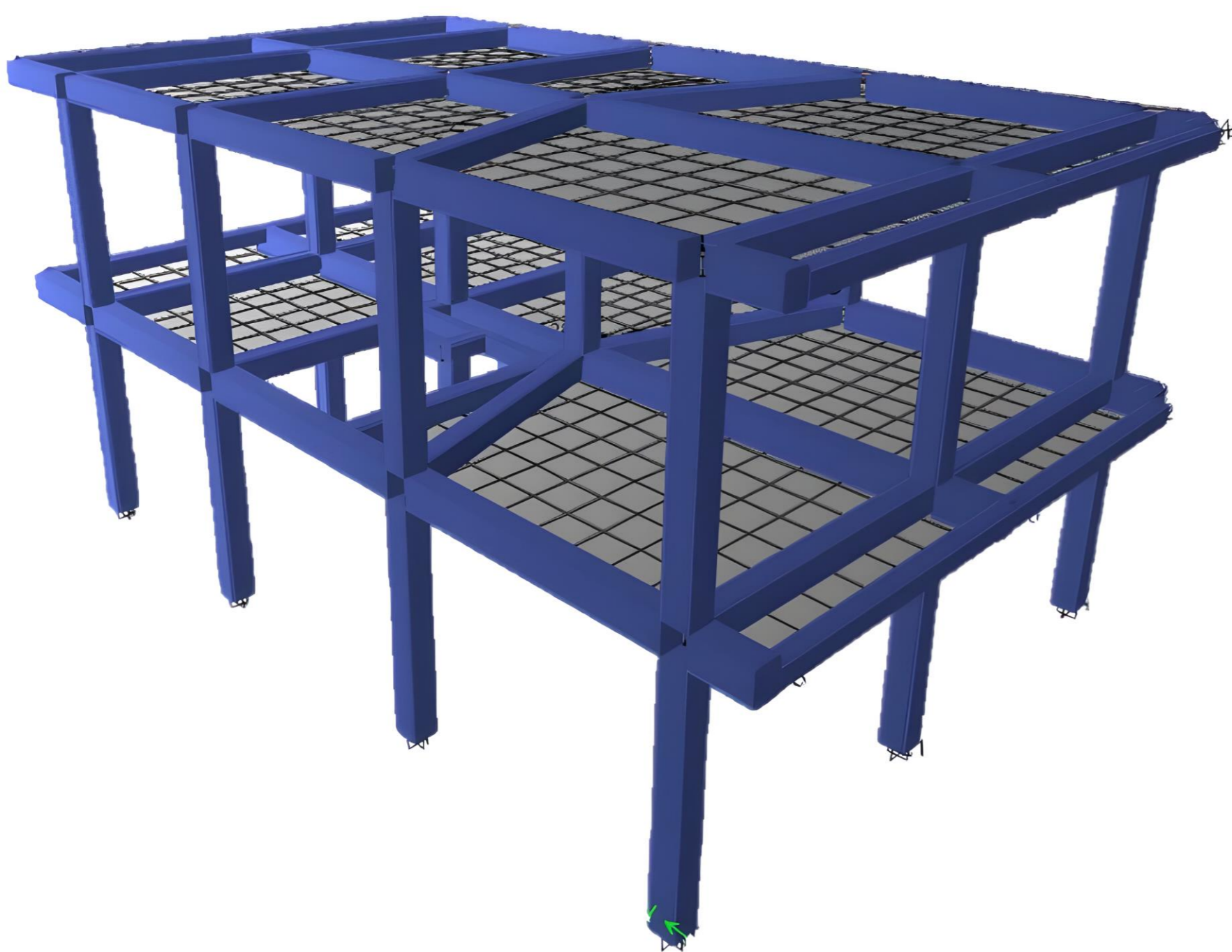


## OBJETIVO GENERAL

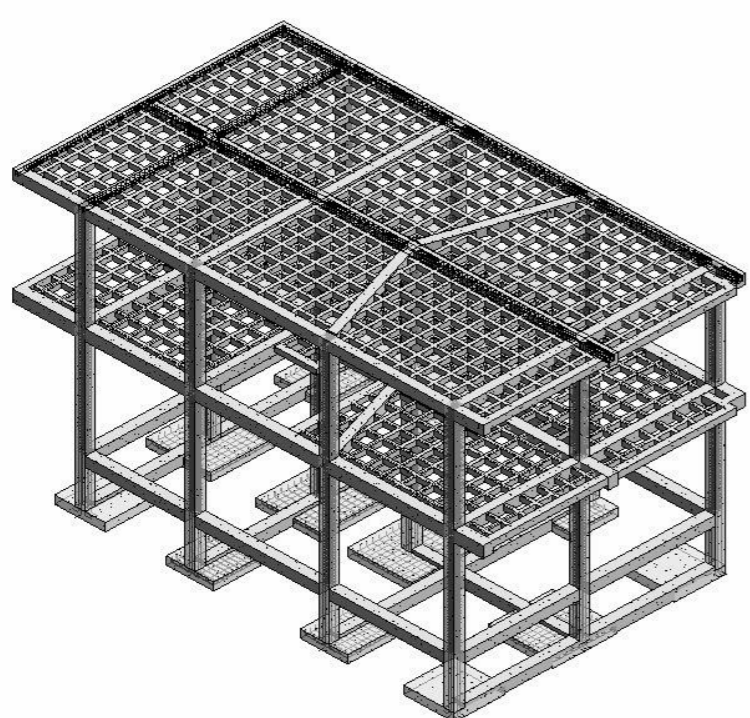
Diseñar una vivienda unifamiliar, aplicando diferentes sistemas estructurales, para la selección de la alternativa más adecuada en términos de seguridad, durabilidad, eficiencia y costo.

## PROPUESTA

Nuestro proyecto busca transformar esta realidad mediante el desarrollo del diseño de dos sistemas estructurales sismorresistentes incluyendo al análisis el impacto en el costo en la construcción dependiendo del sistema estructural utilizado.



## RESULTADOS



C(30/30) cm  
VP(30/35) cm  
VP(25/30) cm  
VP(30/30) cm  
Losas Nervadas 20 cm

Total  
\$ 54 091.91

189 Días

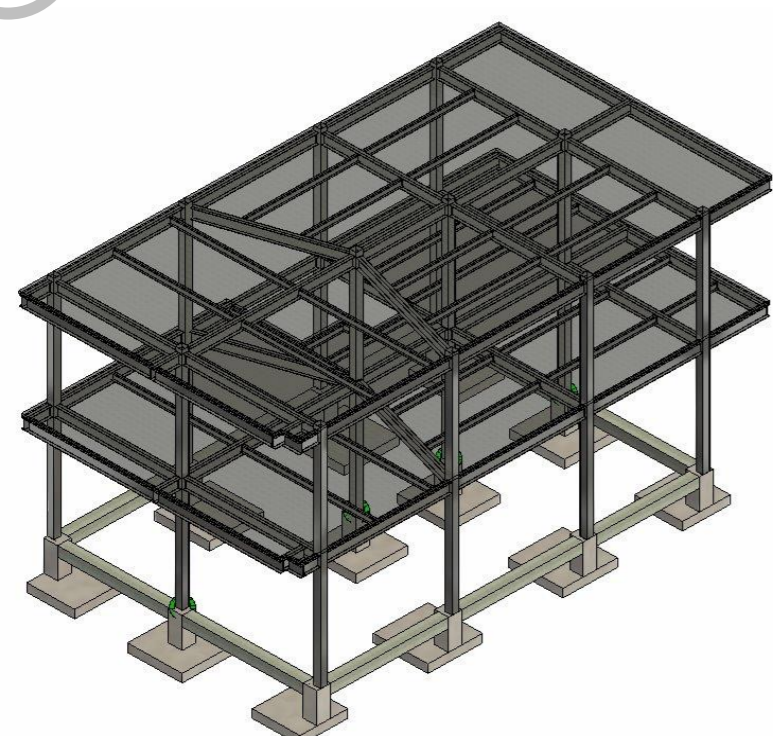
\$ 267.49

### Secciones

### Presupuesto

### Tiempo

### Costo por m<sup>2</sup>



IPE 300  
IPE 180  
C(200X200X4)  
Steel Deck 0.76 mm

Total  
\$ 81 589.20

137 Días

\$ 403.47

## CONCLUSIONES

- La alternativa de hormigón armado es mejor opción desde el punto de vista económico ya que este es 33.7% más barato que la alternativa de hormigón armado.
- Sin embargo, la alternativa de acero estructural tiene un menor tiempo de obra, siendo un 27.5% más rápido que la construcción hecha con hormigón armado.