

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DE LA  
INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO DE PARQUE ZONAL  
PARA EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL.**

**VICTOR GERMÁN URIARTE DÁVILA  
LUIS ALONSO BALAREZO SAAVEDRA**

Chiclayo, 26 de octubre 2018

**ANÁLISIS Y DISEÑO INTEGRAL DE LA  
INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO DE PARQUE ZONAL  
PARA EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ**

**POR:**

**VICTOR GERMÁN URIARTE DÁVILA  
LUIS ALONSO BALAREZO SAAVEDRA**

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad  
Católica Santo Toribio de Mogrovejo para optar el título  
de**

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**

---

**Mgtr. Cesar Cachay Lazo  
PRESIDENTE**

---

**Ing° Anibal Teodoro Díaz Orrego  
SECRETARIO**

---

**Ing° Ovidio Serrano Zelada  
ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a nuestros padres, abuelos y hermanos, que siempre confiaron en nuestra capacidad para llevar a cabo esta gran labor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros padres, abuelos, hermanos y familiares cercanos, que nos apoyaron, impulsaron y brindaron su apoyo incondicional en todo momento a lo largo de la ejecución de este proyecto, a nuestro asesor, y a nuestros amigos, que siempre estuvieron cuando requeríamos cualquier tipo de soporte para continuar con esta tarea.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
ÍNDICE TOMO I.....	5
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	15
RESUMEN.....	20
ABSTRACT.....	21
I. INTRODUCCIÓN.....	22
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.2. Bases teórico científicas.....	25
2.2.1. Parque zonal.....	25
2.2.2. Generalidades de un expediente técnico.....	25
2.2.2.1. Definición de expediente técnico.....	25
2.2.2.2. Definición de obra.....	26
2.2.2.3. Componentes de un expediente técnico.....	26
2.2.3. Bases y criterios de diseño estructural.....	39
2.2.3.1. Introducción al diseño estructural.....	39
2.2.3.2. Reglamentos, códigos, y consideraciones generales.....	39
2.2.3.3. Configuración estructural aporticado en concreto armado.....	41
2.2.3.4. Configuración estructural de pórticos resistentes a momento en acero	59
2.2.4. Bases y criterios de diseño de instalaciones sanitarias.....	67
2.2.5. Bases y criterios de diseño de instalaciones eléctricas interiores.....	82
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	85
3.1. Diseño de investigación.....	85
3.1.1. Tipo de investigación.....	85
3.1.2. Hipótesis.....	85
3.1.3. Variables.....	85
3.1.4. Población y muestra.....	87
3.1.5. Métodos y técnicas de recolección de datos.....	87
3.2. Metodología.....	89
3.2.1. Plan de recolección de datos.....	89
3.2.2. Plan de procesamiento y análisis de datos.....	90
3.2.3. Recopilación de información.....	91
3.2.3.1. Inspección y reconocimiento de la zona del proyecto.....	91
3.2.3.2. Estudios topográficos.....	91

3.2.3.3.	Estudios de mecánica de suelos.....	92
3.2.3.4.	Trabajo en gabinete.....	92
3.2.3.5.	Análisis económico .....	136
IV.	RESULTADOS.....	136
4.1.	Estudios topográficos.....	136
4.2.	Estudios de mecánica de suelos.....	156
4.3.	Análisis arquitectónico.....	156
4.3.1.	Centro cultural.....	156
4.3.2.	Ludoteca.....	158
4.3.3.	Polideportivo .....	158
4.3.4.	Piscina.....	159
4.3.5.	Losas deportivas .....	159
4.3.6.	Pista de baile .....	160
4.3.7.	Vivero.....	161
4.4.	Análisis, modelamiento y diseño estructural.....	161
4.4.1.	Predimensionamiento .....	161
4.4.1.1.	Centro cultural.....	161
4.4.1.2.	Ludoteca.....	172
4.4.1.3.	Polideportivo .....	173
4.4.1.4.	Piscina.....	175
4.4.1.5.	Vivero.....	176
4.4.1.6.	Pista de baile .....	178
4.4.2.	Modelamiento estructural .....	180
4.4.2.1.	Centro cultural.....	180
4.4.2.2.	Ludoteca.....	182
4.4.2.3.	Polideportivo .....	183
4.4.2.4.	Piscina.....	184
4.4.2.5.	Vivero.....	186
4.4.2.6.	Pista de baile .....	187
4.4.3.	Diseño estructural.....	188
4.4.3.1.	Centro cultural.....	188
4.4.3.2.	Ludoteca.....	326
4.4.3.3.	Polideportivo .....	343
4.4.3.4.	Piscina.....	361
4.4.3.5.	Pista de baile .....	380
V.	DISCUSIÓN .....	403
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	407
6.1.	CONCLUSIONES .....	407
6.2.	RECOMENDACIONES .....	408

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	410
VIII. ANEXOS.....	411
ANEXO A.....	412
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y PRESUPUESTO.....	412
ANEXO B.....	416
ESTUDIOS BÁSICOS.....	416
ANEXO C.....	417
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	417
ANEXO D.....	418
MEMORIAS DESCRIPTIVAS.....	418
ANEXO E.....	419
PLANOS.....	419
ANEXO F.....	420
METRADOS.....	420
ANEXO G.....	421
PRESUPUESTO.....	421
ANEXO H.....	422
CRONOGRAMA DE OBRA.....	422

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1</b> , Refuerzo superficial en vigas.....	47
<b>Imagen 2</b> , Resistencia al Aplastamiento.....	48
<b>Imagen 3</b> , Condiciones de apoyo y de aplicación para reducir fuerza cortante-part1.....	50
<b>Imagen 4</b> , Condiciones de apoyo y de aplicación para reducir fuerza cortante-part2.....	50
<b>Imagen 5</b> , refuerzo de suspensión.....	52
<b>Imagen 6</b> , Tipos de configuraciones para estribos.....	55
<b>Imagen 7</b> , Gancho sísmico y grapa suplementaria.....	55
<b>Imagen 8</b> , Fuerza cortante de diseño de vigas.....	57
<b>Imagen 9</b> , Fuerza cortante de diseño de columnas.....	57
<b>Imagen 10</b> , Requerimientos de estribos en vigas.....	58
<b>Imagen 11</b> , Requerimientos de estribos en columnas.....	59
<b>Imagen 12</b> , Pantalla principal del software SAP2000 V.14.....	93
<b>Imagen 13</b> , Cuadro de diálogo New Model.....	94
<b>Imagen 14</b> , Cuadro de diálogo 3D frames.....	94
<b>Imagen 15</b> , Cuadro de diálogo para creación de grilla.....	95
<b>Imagen 16</b> , Cuadro de diálogo Define Materials.....	95
<b>Imagen 17</b> , Definición de material Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	96
<b>Imagen 18</b> , Definición de material Acero $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> .....	96
<b>Imagen 19</b> , Cuadro de diálogo Frame properties.....	97
<b>Imagen 20</b> , Cuadro de diálogo Add Frame Section Property.....	97
<b>Imagen 21</b> , Cuadro de diálogo Rectangular Section.....	98
<b>Imagen 22</b> , Cuadro de diálogo Reinforcement Data.....	98
<b>Imagen 23</b> , Viga 35cm. x 70cm.....	99
<b>Imagen 24</b> , Viga 30cm. x 60cm.....	99
<b>Imagen 25</b> , Viga 30cm. x 50cm.....	100
<b>Imagen 26</b> , Viga 20cm. x 30cm.....	100
<b>Imagen 27</b> , Viga 20cm. x 25cm.....	101
<b>Imagen 28</b> , Viga 40cm. x 50cm.....	101
<b>Imagen 29</b> , Vigueta de losa $h=25$ cm.....	102
<b>Imagen 30</b> , Finalización del modelamiento para la infraestructura de la ludoteca.....	103
<b>Imagen 31</b> , Dimensiones de losa aligerada.....	104
<b>Imagen 32</b> , Secciones de vigas en los sentidos X e Y.....	105
<b>Imagen 33</b> , Secciones de vigas Para voladizos (no estructurales).....	105
<b>Imagen 34</b> , Secciones de vigas para voladizos (no estructurales).....	106
<b>Imagen 35</b> , Elevación, viga de pórtico. Eje I, Ludoteca.....	109
<b>Imagen 36</b> , Cortante en viga.....	111
<b>Imagen 37</b> , Diagrama de iteración C-18 del ACI.....	114
<b>Imagen 38</b> , Diagrama de iteración C-19 del ACI.....	114
<b>Imagen 39</b> , Diagrama de iteración C-2 del ACI.....	115
<b>Imagen 40</b> , Diagrama de iteración C-3 del ACI.....	116
<b>Imagen 41</b> , Viga 40cm. x 50cm.....	116
<b>Imagen 42</b> , Detalle de distribución de estribos.....	117
<b>Imagen 43</b> , Datos para cálculo de peralte.....	119
<b>Imagen 44</b> , Características de cobertura.....	120
<b>Imagen 45</b> , Fuerzas de acción del viento.....	120
<b>Imagen 46</b> , Sección de brida superior de cercha.....	125
<b>Imagen 47</b> , Sección diagonal de cercha.....	128
<b>Imagen 48</b> , Sección de montante de cercha.....	132
<b>Imagen 49</b> , Sección de cabezal de cercha.....	135
<b>Imagen 50</b> , Módulo A, Centro cultural, Ver Anexo G.....	157

<b>Imagen 51</b> , Módulo B y C, Centro cultural, Ver Anexo G .....	157
<b>Imagen 52</b> , Ludoteca, ver anexo G .....	158
<b>Imagen 53</b> , Polideportivo, ver Anexo G .....	158
<b>Imagen 54</b> , Piscina, ver Anexo G .....	159
<b>Imagen 55</b> , Losas deportivas, ver Anexo G .....	160
<b>Imagen 56</b> , Pista de baile, ver Anexo G .....	160
<b>Imagen 57</b> , Servicios higiénicos en exteriores, ver Anexo G.....	160
<b>Imagen 58</b> , Vivero, ver Anexo G .....	161
<b>Imagen 59</b> , Columna C-1, 50cm x 50cm, Módulo A, Centro cultural, ver Anexo G.....	164
<b>Imagen 60</b> , Columna C-1, 30cm x 30cm, Módulo B1-1, Centro cultural, ver Anexo G...	165
<b>Imagen 61</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B1-2, Centro cultural, ver Anexo G...	165
<b>Imagen 62</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B1-3, Centro cultural, ver Anexo G...	166
<b>Imagen 63</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B2-1, Centro cultural, ver Anexo G...	166
<b>Imagen 64</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B2-2, Centro cultural, ver Anexo G...	167
<b>Imagen 65</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B2-3, Centro cultural, ver Anexo G...	167
<b>Imagen 66</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-1, Centro cultural, ver Anexo G...	168
<b>Imagen 67</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-2, Centro cultural, ver Anexo G...	168
<b>Imagen 68</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-3, Centro cultural, ver Anexo G...	169
<b>Imagen 69</b> , Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-4, Centro cultural, ver Anexo G...	169
<b>Imagen 70</b> , Columna C-1, 40cm. x 40cm, Módulo C, Centro cultural, ver Anexo G .....	170
<b>Imagen 71</b> , Columnas C-1, 40cm x 40cm, Ludoteca, ver Anexo G.....	173
<b>Imagen 72</b> , Cercha 01, Polideportivo, ver Anexo G .....	174
<b>Imagen 73</b> , Cercha 02, Polideportivo, ver Anexo G .....	174
<b>Imagen 74</b> , Cercha 03, Polideportivo, ver Anexo G .....	174
<b>Imagen 75</b> , Columna típica C-1, 8" x 8", Polideportivo, ver Anexo G .....	175
<b>Imagen 76</b> , Cercha 01, Piscina, ver Anexo G .....	175
<b>Imagen 77</b> , Cercha 02, Piscina, ver Anexo G .....	176
<b>Imagen 78</b> , Cercha 03, Piscina, ver Anexo G .....	176
<b>Imagen 79</b> , Columna típica C-1, 8" x 8", Piscina, ver Anexo G .....	176
<b>Imagen 80</b> , Columna típica C-1, 8" x 8", Vivero, ver Anexo G .....	177
<b>Imagen 81</b> , Columna C-1, 40cm x 40cm, Vivero, ver Anexo G .....	178
<b>Imagen 82</b> , Cercha 01, Pista de baile, ver Anexo G .....	179
<b>Imagen 83</b> , Cercha 02, Pista de baile, ver Anexo G .....	179
<b>Imagen 84</b> , Cercha 03, Pista de baile, ver Anexo G .....	179
<b>Imagen 85</b> , Columna típica C-1, 8" x 8", pista de baile, ver anexo .....	179
<b>Imagen 86</b> , Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo A.....	180
<b>Imagen 87</b> , Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo B1 .....	180
<b>Imagen 88</b> , Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo B2 .....	181
<b>Imagen 89</b> , Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo B3 .....	181
<b>Imagen 90</b> , Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo C.....	182
<b>Imagen 91</b> , Modelamiento de la infraestructura para Ludoteca .....	182
<b>Imagen 92</b> , Modelamiento de la infraestructura del Polideportivo, Estructura metálica	183
<b>Imagen 93</b> , Modelamiento de la infraestructura de servicios higiénicos para Polideportivo .....	183
<b>Imagen 94</b> , Modelamiento de la infraestructura de vestidores para Polideportivo .....	184
<b>Imagen 95</b> , Modelamiento, sin cerramientos, ni coberturas, de la infraestructura que albergara la piscina .....	184
<b>Imagen 96</b> , Modelamiento, con cerramientos y coberturas, de la infraestructura que albergara la piscina .....	185
<b>Imagen 97</b> , Modelamiento de la infraestructura de servicios higiénicos para la infraestructura que albergara la piscina .....	185
<b>Imagen 98</b> , Modelamiento de la infraestructura de vestuarios para la infraestructura que albergara la piscina .....	186

<b>Imagen 99</b> , Modelamiento de la infraestructura del Vivero, caco metálico .....	186
<b>Imagen 100</b> , Modelamiento de la infraestructura del Vivero, estructura metálica, invernadero.....	187
<b>Imagen 101</b> , Modelamiento de la infraestructura de la Pista de baile .....	187
<b>Imagen 102</b> , Cortante en vigas, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	215
<b>Imagen 103</b> , Cortante en vigas, Módulo A, Segundo nivel, Centro cultural .....	216
<b>Imagen 104</b> , Cortante en vigas, Módulo B1-1, Centro cultural .....	217
<b>Imagen 105</b> , Cortante en vigas, Módulo B1-2, Centro cultural .....	218
<b>Imagen 106</b> , Cortante en vigas, Módulo B1-3, Centro cultural .....	219
<b>Imagen 107</b> , Cortante en vigas, Módulo B2-1, Centro cultural .....	220
<b>Imagen 108</b> , Cortante en vigas, Módulo B2-2, Centro cultural .....	221
<b>Imagen 109</b> , Cortante en vigas, Módulo B2-3, Centro cultural .....	222
<b>Imagen 110</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-1, Centro cultural .....	223
<b>Imagen 111</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-2, Centro cultural .....	224
<b>Imagen 112</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-3, Centro cultural .....	225
<b>Imagen 113</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural .....	226
<b>Imagen 114</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural .....	227
<b>Imagen 115</b> , Cortante en vigas, Módulo C, primer nivel, Centro cultural .....	228
<b>Imagen 116</b> , Cortante en vigas, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	229
<b>Imagen 117</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	231
<b>Imagen 118</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	231
<b>Imagen 119</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	232
<b>Imagen 120</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	232
<b>Imagen 121</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	233
<b>Imagen 122</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	234
<b>Imagen 123</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	234
<b>Imagen 124</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural .....	235
<b>Imagen 125</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural .....	237
<b>Imagen 126</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural .....	237
<b>Imagen 127</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural.....	238
<b>Imagen 128</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural.....	238
<b>Imagen 129</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural .....	240
<b>Imagen 130</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural .....	241
<b>Imagen 131</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural.....	241
<b>Imagen 132</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural.....	242
<b>Imagen 133</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural .....	244

<b>Imagen 134</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural .....	244
<b>Imagen 135</b> Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural.....	245
<b>Imagen 136</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural.....	245
<b>Imagen 137</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural .....	247
<b>Imagen 138</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural .....	248
<b>Imagen 139</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural.....	248
<b>Imagen 140</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural.....	249
<b>Imagen 141</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural .....	251
<b>Imagen 142</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural .....	251
<b>Imagen 143</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural.....	252
<b>Imagen 144</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural.....	252
<b>Imagen 145</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural .....	254
<b>Imagen 146</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural .....	255
<b>Imagen 147</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural.....	255
<b>Imagen 148</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural.....	256
<b>Imagen 149</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural .....	258
<b>Imagen 150</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural .....	258
<b>Imagen 151</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural.....	259
<b>Imagen 152</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural.....	259
<b>Imagen 153</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural .....	261
<b>Imagen 154</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural .....	262
<b>Imagen 155</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural.....	262
<b>Imagen 156</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural.....	263
<b>Imagen 157</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural .....	265
<b>Imagen 158</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural .....	265
<b>Imagen 159</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural.....	266

<b>Imagen 160</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural.....	266
<b>Imagen 161</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural .....	268
<b>Imagen 162</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural .....	269
<b>Imagen 163</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural.....	269
<b>Imagen 164</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural.....	270
<b>Imagen 165</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural .....	272
<b>Imagen 166</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural .....	272
<b>Imagen 167</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural.....	273
<b>Imagen 168</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural.....	273
<b>Imagen 169</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural .....	275
<b>Imagen 170</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural .....	276
<b>Imagen 171</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural.....	276
<b>Imagen 172</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural.....	277
<b>Imagen 173</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural .....	279
<b>Imagen 174</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural .....	279
<b>Imagen 175</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural.....	280
<b>Imagen 176</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural.....	280
<b>Imagen 177</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural .....	282
<b>Imagen 178</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural .....	283
<b>Imagen 179</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural.....	283
<b>Imagen 180</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural.....	284
<b>Imagen 181</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural .....	286
<b>Imagen 182</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural .....	286
<b>Imagen 183</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural.....	287
<b>Imagen 184</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural.....	287
<b>Imagen 185</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural .....	289

<b>Imagen 186</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural .....	290
<b>Imagen 187</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural.....	290
<b>Imagen 188</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural.....	291
<b>Imagen 189</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural .....	293
<b>Imagen 190</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural .....	293
<b>Imagen 191</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural.....	294
<b>Imagen 192</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural.....	294
<b>Imagen 193</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural .....	296
<b>Imagen 194</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural .....	297
<b>Imagen 195</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural.....	297
<b>Imagen 196</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural.....	298
<b>Imagen 197</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural .....	300
<b>Imagen 198</b> , Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural .....	300
<b>Imagen 199</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural.....	301
<b>Imagen 200</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural.....	301
<b>Imagen 201</b> Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural .....	303
<b>Imagen 202</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural .....	304
<b>Imagen 203</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural.....	304
<b>Imagen 204</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural.....	305
<b>Imagen 205</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural .....	307
<b>Imagen 206</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural .....	307
<b>Imagen 207</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural.....	308
<b>Imagen 208</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural.....	308
<b>Imagen 209</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural .....	310
<b>Imagen 210</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural .....	310
<b>Imagen 211</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural .....	311

<b>Imagen 212</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural.....	311
<b>Imagen 213</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural .....	313
<b>Imagen 214</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural .....	314
<b>Imagen 215</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural.....	314
<b>Imagen 216</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural.....	315
<b>Imagen 217</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural .....	317
<b>Imagen 218</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural .....	317
<b>Imagen 219</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural.....	318
<b>Imagen 220</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural.....	318
<b>Imagen 221</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural .....	320
<b>Imagen 222</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural .....	321
<b>Imagen 223</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural .....	321
<b>Imagen 224</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural .....	322
<b>Imagen 225</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural .....	323
<b>Imagen 226</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural .....	323
<b>Imagen 227</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural .....	324
<b>Imagen 228</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural .....	324
<b>Imagen 229</b> , Cortante en vigas, Ludoteca .....	337
<b>Imagen 230</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Ludoteca .....	339
<b>Imagen 231</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Ludoteca .....	339
<b>Imagen 232</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Ludoteca.....	340
<b>Imagen 233</b> , Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Ludoteca.....	340
<b>Imagen 234</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Ludoteca .....	341
<b>Imagen 235</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Ludoteca .....	342
<b>Imagen 236</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Ludoteca ....	342
<b>Imagen 237</b> , Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Ludoteca ....	343

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> , Espesor o peralte mínimo, h. ....	45
<b>Tabla 2</b> , Deflexiones máximas permisibles.....	46
<b>Tabla 3</b> , Empalmes por traslape en tracción.....	53
<b>Tabla 4</b> , Espesor de garganta efectiva para soldadura de penetración parcial . ....	66
<b>Tabla 5</b> , Espesor de garganta efectiva de soldadura acanalada abocinada.....	66
<b>Tabla 6</b> , Espesor mínimo de garganta efectiva de soldadura de penetración parcial.....	67
<b>Tabla 7</b> , Dotaciones diarias para locales educacionales y residencias estudiantiles. ....	69
<b>Tabla 8</b> , Dotaciones diarias para locales de espectáculos, o centros de reunión. ....	69
<b>Tabla 9</b> , Dotaciones para piscinas y natatorios.....	70
<b>Tabla 10</b> , Velocidades máximas según diámetro de tubería. ....	71
<b>Tabla 11</b> , Diámetros de tubería de rebose según capacidad de depósito. ....	72
<b>Tabla 12</b> , Diámetro de manguera para riego. ....	76
<b>Tabla 13</b> , Dimensiones para cajas de registro.....	78
<b>Tabla 14</b> , Distancia máxima de salida de un sello de agua.....	81
<b>Tabla 15</b> , Operacionalización de variables. ....	86
<b>Tabla 16</b> , Espesores mínimos para losa aligerada. ....	104
<b>Tabla 17</b> , Pesos específicos. ....	106
<b>Tabla 18</b> , Cuadro de vanos. ....	106
<b>Tabla 19</b> , Plantilla de metrado para vigas. ....	107
<b>Tabla 20</b> , Plantilla de metrado para columnas. ....	107
<b>Tabla 21</b> , Plantilla de metrado para tabiquería. ....	107
<b>Tabla 22</b> , Plantilla de metrado para losa aligerada.....	107
<b>Tabla 23</b> , Plantilla de metrado para acabados.....	107
<b>Tabla 24</b> , Plantilla de metrado para Carga viva.....	107
<b>Tabla 25</b> , Plantilla de metrado para cargas totales.....	107
<b>Tabla 26</b> , Plantilla para el cálculo de fuerzas sísmicas.....	108
<b>Tabla 27</b> , Plantilla para el cálculo de derivadas, eje X-X.....	108
<b>Tabla 28</b> , Plantilla para el cálculo de derivadas, eje Y-Y. ....	108
<b>Tabla 29</b> , Características de materiales.....	109
<b>Tabla 30</b> , Cuantía por flexión. ....	110
<b>Tabla 31</b> , Características de sección. ....	110
<b>Tabla 32</b> , Área de acero mínimo y máximo.....	110
<b>Tabla 33</b> , Esfuerzos de diseño, y área de acero final.....	110
<b>Tabla 34</b> , Nuevos momentos calculados con la nueva área de acero. (As final) .....	111
<b>Tabla 35</b> , Cortante máximo para diseño. ....	111
<b>Tabla 36</b> , Características de sección. ....	111
<b>Tabla 37</b> , Dimensiones de elemento. ....	113
<b>Tabla 38</b> , Características de materiales.....	113
<b>Tabla 39</b> , Cargas de diseño amplificadas.....	113
<b>Tabla 40</b> , Plantilla de diseño para losa aligerada. ....	118
<b>Tabla 41</b> , Plantilla para asignación de barras de acero. ....	118
<b>Tabla 42</b> , Carga exterior de viento según E.020, RNE. ....	121
<b>Tabla 43</b> , Carga interior de viento según E.020, REN. ....	121
<b>Tabla 44</b> , Cargas de viento resultante del análisis. ....	121
<b>Tabla 45</b> , Datos obtenidos en campo.....	137
<b>Tabla 46</b> , Vigas, Módulo A, Centro cultural.....	162
<b>Tabla 47</b> , Vigas, Módulo B1-1, Centro cultural.....	162
<b>Tabla 48</b> , Vigas, Módulo B1-2, Centro cultural.....	162
<b>Tabla 49</b> , Vigas, Módulo B1-3, Centro cultural.....	162

<b>Tabla 50,</b> Vigas, Módulo B2-1, Centro cultural.....	162
<b>Tabla 51,</b> Vigas, Módulo B2-2, Centro cultural.....	163
<b>Tabla 52,</b> Vigas, Módulo B2-3, Centro cultural.....	163
<b>Tabla 53,</b> Vigas, Módulo B3-1, Centro cultural.....	163
<b>Tabla 54,</b> Vigas, Módulo B3-2, Centro cultural.....	163
<b>Tabla 55,</b> Vigas, Módulo B3-3, Centro cultural.....	163
<b>Tabla 56,</b> Vigas, Módulo B3-4, Centro cultural.....	164
<b>Tabla 57,</b> Vigas, Módulo C, Centro cultural.....	164
<b>Tabla 58,</b> Losa aligerada, Módulo A, Centro cultural.....	170
<b>Tabla 59,</b> Losa aligerada, Módulo B1-1, Centro cultural.....	170
<b>Tabla 60,</b> Losa aligerada, Módulo B1-2, Centro cultural.....	170
<b>Tabla 61,</b> Losa aligerada, Módulo B1-3, Centro cultural.....	171
<b>Tabla 62,</b> Losa aligerada, Módulo B2-1, Centro cultural.....	171
<b>Tabla 63,</b> Losa aligerada, Módulo B2-2, Centro cultural.....	171
<b>Tabla 64,</b> Losa aligerada, Módulo B2-3, Centro cultural.....	171
<b>Tabla 65,</b> Losa aligerada, Módulo B3-1, Centro cultural.....	171
<b>Tabla 66,</b> Losa aligerada, Módulo B3-2, Centro cultural.....	171
<b>Tabla 67,</b> Losa aligerada, Módulo B3-3, Centro cultural.....	172
<b>Tabla 68,</b> Losa aligerada, Módulo B3-4, Centro cultural.....	172
<b>Tabla 69,</b> Vigas, Ludoteca.....	172
<b>Tabla 70,</b> Losa aligerada, Ludoteca.....	173
<b>Tabla 71,</b> Cerchas, Polideportivo.....	174
<b>Tabla 72,</b> Columna típica C-1, Polideportivo.....	175
<b>Tabla 73,</b> Cerchas, Piscina.....	175
<b>Tabla 74,</b> Columna típica C-1, Piscina.....	176
<b>Tabla 75,</b> Pórticos principales, Vivero.....	176
<b>Tabla 76,</b> vigas, Área administrativa, Vivero.....	177
<b>Tabla 77,</b> vigas, Área de almacén.....	177
<b>Tabla 78,</b> Cerchas, Pista de baile.....	178
<b>Tabla 79,</b> Columna típica C-1, Pista de baile.....	179
<b>Tabla 80,</b> Flexión en vigas, Eje 2, tramos desde A hasta E, primer nivel, Módulo A, Centro cultural.....	189
<b>Tabla 81,</b> Flexión en vigas, Eje 5, tramos desde A hasta E, primer nivel, Módulo A, Centro cultural.....	189
<b>Tabla 82,</b> Flexión en vigas, Eje A, tramos desde 2 hasta 5, primer nivel, Módulo A, Centro cultural.....	190
<b>Tabla 83,</b> Flexión en vigas, Eje E, tramos desde 2 hasta 5, primer nivel, Módulo A, Centro cultural.....	190
<b>Tabla 84,</b> Flexión en vigas, Eje 2, tramos desde A hasta E, Segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	191
<b>Tabla 85,</b> Flexión en vigas, Eje 3a, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	191
<b>Tabla 86,</b> Flexión en vigas, Eje 3b, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	192
<b>Tabla 87,</b> Flexión en vigas, Eje 5, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	192
<b>Tabla 88,</b> Flexión en vigas, Eje A, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	193
<b>Tabla 89,</b> Flexión en vigas, Eje B, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	193
<b>Tabla 90,</b> Flexión en vigas, Eje C, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural.....	194

<b>Tabla 91</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural .....	194
<b>Tabla 92</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural .....	195
<b>Tabla 93</b> , Flexión en vigas, Eje 8, tramos desde B hasta C, Módulo B1-1, Centro cultural .....	196
<b>Tabla 94</b> , Flexión en vigas, Eje 7, tramos desde B hasta C, Módulo B1-1, Centro cultural .....	196
<b>Tabla 95</b> , Flexión en vigas, Eje B, tramo 8-7, Módulo B1-1, Centro cultural .....	196
<b>Tabla 96</b> , Flexión en vigas, Eje B', tramo 8-7, Módulo B1-1, Centro cultural .....	196
<b>Tabla 97</b> , Flexión en vigas, Eje C, tramo 8-7, Módulo B1-1, Centro cultural.....	197
<b>Tabla 98</b> , Flexión en vigas, Eje 8, tramos desde C hasta D, Módulo B1-2, Centro cultural .....	197
<b>Tabla 99</b> , Flexión en vigas, Eje 7, tramos desde C hasta D, Módulo B1-2, Centro cultural .....	197
<b>Tabla 100</b> , Flexión en vigas, Eje C, tramo 8-7, Módulo B1-2, Centro cultural.....	197
<b>Tabla 101</b> , Flexión en vigas, Eje C', tramo 8-7, Módulo B1-2, Centro cultural.....	197
<b>Tabla 102</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramo 8-7, Módulo B1-2, Centro cultural.....	198
<b>Tabla 103</b> , Flexión en vigas, Eje 7, tramos desde D hasta E, Módulo B1-3, Centro cultural .....	198
<b>Tabla 104</b> , Flexión en vigas, Eje 8, tramos desde D hasta E, Módulo B1-3, Centro cultural .....	198
<b>Tabla 105</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramo 8-7, Módulo B1-3, Centro cultural.....	198
<b>Tabla 106</b> , Flexión en vigas, Eje D', tramo 8-7, Módulo B1-3, Centro cultural.....	199
<b>Tabla 107</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramo 8-7, Módulo B1-3, Centro cultural .....	199
<b>Tabla 108</b> , Flexión en vigas, Eje 6, tramos desde D hasta E, Módulo B2-1, Centro cultural .....	199
<b>Tabla 109</b> , Flexión en vigas, Eje 4, tramos desde C hasta D, Módulo B2-1, Centro cultural .....	199
<b>Tabla 110</b> , Flexión en vigas, Eje C, tramo 6-4, Módulo B2-1, Centro cultural.....	199
<b>Tabla 111</b> , Flexión en vigas, Eje C', tramo 6-4, Módulo B2-1, Centro cultural.....	200
<b>Tabla 112</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramo 6-4, Módulo B2-1, Centro cultural.....	200
<b>Tabla 113</b> , Flexión en vigas, Eje 6, tramo D-E, Módulo B2-2, Centro cultural .....	200
<b>Tabla 114</b> , Flexión en vigas, Eje 4, tramo D-E, Módulo B2-2, Centro cultural .....	200
<b>Tabla 115</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramo 6-4, Módulo B2-2, Centro cultural.....	200
<b>Tabla 116</b> , Flexión en vigas, Eje D', tramo 6-4, Módulo B2-2, Centro cultural.....	201
<b>Tabla 117</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramo 6-4, Módulo B2-2, Centro cultural .....	201
<b>Tabla 118</b> , Flexión en vigas, Eje 6, tramo E-F, Módulo B2-3, Centro cultural .....	201
<b>Tabla 119</b> , Flexión en vigas, Eje 4, tramo E-F, Módulo B2-3, Centro cultural.....	201
<b>Tabla 120</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramo 6-4, Módulo B2-3, Centro cultural .....	202
<b>Tabla 121</b> , Flexión en vigas, Eje E', tramo 6-4, Módulo B2-3, Centro cultural .....	202
<b>Tabla 122</b> , Flexión en vigas, Eje F, tramo 6-4, Módulo B2-3, Centro cultural .....	202
<b>Tabla 123</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo B-C, Módulo B3-1, Centro cultural.....	202
<b>Tabla 124</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo B-C, Módulo B3-1, Centro cultural.....	203
<b>Tabla 125</b> , Flexión en vigas, Eje B, tramo 3-2, Módulo B3-1, Centro cultural .....	203
<b>Tabla 126</b> , Flexión en vigas, Eje B', tramo 3-2, Módulo B3-1, Centro cultural .....	203
<b>Tabla 127</b> , Flexión en vigas, Eje C, tramo 3-2, Módulo B3-1, Centro cultural.....	203
<b>Tabla 128</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo C-D, Módulo B3-2, Centro cultural .....	204
<b>Tabla 129</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo C-D, Módulo B3-2, Centro cultural .....	204
<b>Tabla 130</b> , Flexión en vigas, Eje C, tramo 3-2, Módulo B3-2, Centro cultural.....	204
<b>Tabla 131</b> , Flexión en vigas, Eje C', tramo 3-2, Módulo B3-2, Centro cultural.....	204
<b>Tabla 132</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramo 3-2, Módulo B3-2, Centro cultural.....	205
<b>Tabla 133</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo D-E, Módulo B3-3, Centro cultural .....	205

<b>Tabla 134</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo D-E, Módulo B3-3, Centro cultural .....	205
<b>Tabla 135</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramo 3-2, Módulo B3-3, Centro cultural.....	205
<b>Tabla 136</b> , Flexión en vigas, Eje D', tramo 3-2, Módulo B3-3, Centro cultural.....	206
<b>Tabla 137</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramo 3-2, Módulo B3-3, Centro cultural .....	206
<b>Tabla 138</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo E-F, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural .....	206
<b>Tabla 139</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo E-F, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural .....	206
<b>Tabla 140</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramo 3-2, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural .....	207
<b>Tabla 141</b> , Flexión en vigas, Eje E', tramo 3-2, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural .....	207
<b>Tabla 142</b> , Flexión en vigas, Eje F, tramo 3-2, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural .....	207
<b>Tabla 143</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo E-F, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural .....	207
<b>Tabla 144</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo E-F, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural .....	208
<b>Tabla 145</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramo 3-2, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural .....	208
<b>Tabla 146</b> , Flexión en vigas, Eje E', tramo 3-2, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural .....	208
<b>Tabla 147</b> , Flexión en vigas, Eje F, tramo 3-2, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural .....	208
<b>Tabla 148</b> , Flexión en vigas, Eje I, tramo 8-2, Módulo C, primer nivel, Centro cultural ..	209
<b>Tabla 149</b> , Flexión en vigas, Eje H, tramo 8-2, Módulo C, primer nivel, Centro cultural.	209
<b>Tabla 150</b> , Flexión en vigas, Eje G, tramo 8-2, Módulo C, primer nivel, Centro cultural	210
<b>Tabla 151</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural ..	210
<b>Tabla 152</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural ..	210
<b>Tabla 153</b> , Flexión en vigas, Eje 5, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural ..	211
<b>Tabla 154</b> , Flexión en vigas, Eje 7, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural ..	211
<b>Tabla 155</b> , Flexión en vigas, Eje 8, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural ..	211
<b>Tabla 156</b> , Flexión en vigas, Eje I, tramo 8-2, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural	212
<b>Tabla 157</b> , Flexión en vigas, Eje H, tramo 8-2, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	212
<b>Tabla 158</b> , Flexión en vigas, Eje G, tramo 8-2, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	213
<b>Tabla 159</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	213
<b>Tabla 160</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	213
<b>Tabla 161</b> , Flexión en vigas, Eje 5, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	214
<b>Tabla 162</b> , Flexión en vigas, Eje 7, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	214
<b>Tabla 163</b> , Flexión en vigas, Eje 8, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural .....	214
<b>Tabla 164</b> , Cortante en vigas, Módulo A, primer nivel, Centro cultural.....	215
<b>Tabla 165</b> , Cortante en vigas, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural.....	216
<b>Tabla 166</b> , Cortante en vigas, Módulo B1-1, Centro cultural.....	217
<b>Tabla 167</b> , Cortante en vigas, Módulo B1-2, Centro cultural.....	218
<b>Tabla 168</b> , Cortante en vigas, Módulo B1-3, Centro cultural.....	219
<b>Tabla 169</b> , Cortante en vigas, Módulo B2-1, Centro cultural.....	220

<b>Tabla 170</b> , Cortante en vigas, Módulo B2-2, Centro cultural.....	221
<b>Tabla 171</b> , Cortante en vigas, Módulo B2-3, Centro cultural.....	222
<b>Tabla 172</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-1, Centro cultural.....	223
<b>Tabla 173</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-2, Centro cultural.....	224
<b>Tabla 174</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-3, Centro cultural.....	225
<b>Tabla 175</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural.....	226
<b>Tabla 176</b> , Cortante en vigas, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural.....	227
<b>Tabla 177</b> , Cortante en vigas, Módulo C, primer nivel, Centro cultural.....	228
<b>Tabla 178</b> , Cortante en vigas, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural.....	229
<b>Tabla 179</b> , Flexión en vigas, Eje 1, tramos desde A hasta J, Ludoteca .....	327
<b>Tabla 180</b> , Flexión en vigas, Eje 2, tramos desde A hasta J, Ludoteca .....	328
<b>Tabla 181</b> , Flexión en vigas, Eje 3, tramos desde C hasta J, Ludoteca .....	329
<b>Tabla 182</b> , Flexión en vigas, Eje 3', tramos desde C hasta J, Ludoteca .....	329
<b>Tabla 183</b> , Flexión en vigas, Eje 4, tramos desde A hasta J, Ludoteca .....	330
<b>Tabla 184</b> , Flexión en vigas, Eje 3'', tramos desde D hasta G, Ludoteca .....	330
<b>Tabla 185</b> , Flexión en vigas, Eje 1'', tramos desde D hasta E, Ludoteca .....	331
<b>Tabla 186</b> , Flexión en vigas, Eje 4', tramos desde B' hasta C, Ludoteca .....	331
<b>Tabla 187</b> , Flexión en vigas, Eje A, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca .....	331
<b>Tabla 188</b> , Flexión en vigas, Eje B, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca.....	332
<b>Tabla 189</b> , Flexión en vigas, Eje B', tramos desde 1 hasta 4', Ludoteca.....	332
<b>Tabla 190</b> , Flexión en vigas, Eje C, tramos desde 1 hasta 4', Ludoteca .....	333
<b>Tabla 191</b> , Flexión en vigas, Eje D, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca .....	333
<b>Tabla 192</b> , Flexión en vigas, Eje E, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca.....	334
<b>Tabla 193</b> , Flexión en vigas, Eje F, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca.....	334
<b>Tabla 194</b> , Flexión en vigas, Eje G, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca .....	334
<b>Tabla 195</b> , Flexión en vigas, Eje H, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca .....	335
<b>Tabla 196</b> , Flexión en vigas, Eje I, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca.....	335
<b>Tabla 197</b> , Flexión en vigas, Eje J, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca.....	335
<b>Tabla 198</b> , Cortante en vigas, Ludoteca.....	336
<b>Tabla 199</b> Cronograma de actividades para el proyecto.....	413
<b>Tabla 200</b> Presupuesto para desarrollo del proyecto.....	414
<b>Tabla 201</b> Presupuesto de recurso propios para el proyecto.....	415

## RESUMEN

El presente proyecto se basa en desarrollar el análisis y diseño integral del proyecto de parque zonal para el distrito de José Leonardo Ortiz, teniendo como referente que en la actualidad la región de Lambayeque posee un déficit de áreas recreativas y áreas verdes eficientes, donde los pobladores puedan desarrollar una mejor calidad de vida. Paralelo a ello se puede apreciar que las áreas destinadas a fines recreativos se encuentran en mal estado. Es por ello que en parte conjunta con el área de proyectos, de la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, se planteó continuar con el desarrollo del proyecto existente, de la especialidad de arquitectura, que cuenta con siete estructuras para uso recreativo: centro cultural, ludoteca, piscina, pista de baile, vivero, y losas deportivas, en cuanto a las especialidades complementarias (instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, costos, presupuesto, etc).

El desarrollo del proyecto se inició (teniendo como antecedente la existencia de un anteproyecto arquitectónico de parque zonal para el distrito de José Leonardo Ortiz), con la recolección de bibliografía y revisión de la normativa vigente, seguido de la realización de los estudios básicos para todo proyecto: levantamiento topográfico íntegro, y estudio de mecánica de suelos, con los cuales se logró determinar las condiciones reales del sitio en estudio. Al dar por finalizado los estudios básicos, se procedió con el diseño de estructuras de los siguientes elementos conformantes de esta especialidad: zapatas, vigas de conexión, columnas (concreto y acero), vigas, losas aligeradas (una, y dos direcciones), coberturas metálicas, y armaduras de acero. Posterior a ello, se realizaron los diseños de instalaciones sanitarias y eléctricas de cada estructura dispuesta en el parque zonal, como las del parque zonal en general. El desarrollo de las especialidades en conjunto llevó a cabo la formación del expediente técnico del proyecto para su posterior ejecución.

**Palabras clave:** Infraestructura, análisis, diseño, integral, parque zonal.

## **ABSTRACT**

The present project is based on developing the Analysis and Design of the Zonal Park integral Project for the District of José Leonardo Ortiz, taking as reference that, at present, the Lambayeque region has a deficit of recreational areas and efficient green areas, where the villagers can develop a better quality of life. Parallel to this it can be seen that the areas intended for recreational purposes are in poor condition. That is why, in part with the area of projects, of the District Municipality of José Leonardo Ortiz, was raised to develop the existing project, specialty of architecture, which has seven structures for recreational use: Cultural Center, Game library, Swimming pool, Dance floor, Nursery, and Sports slabs, in addition to the civil specialties.

The development of the project began (taking as precedent the existence of an architectural blueprint of Zonal Park for the District of José Leonardo Ortiz), with the collection of bibliography and revision of the current regulations, followed by the completion of the Basic Studies for all project: complete topographic survey and soil mechanics study, with which the real conditions of the site under study were determined. When finishing the Basic Studies, we proceeded with the design of structures of the following components of this specialty: footings, connection beams, columns (concrete and steel), beams, lightened slabs (one, and two directions), covers metal, and steel reinforcements. After that, the designs of Sanitary and Electrical Installations of each structure arranged in the Zonal Park, as well as the Zonal Park in its entirety were made. The development of the specialties as a whole will take place the formation of the technical file of the project for its later execution.

**Keywords:** Infrastructure, analysis, design, integral, zonal park.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú se identificó que el crecimiento desmesurado de las ciudades y el proceso de urbanización es el rasgo más destacado en los últimos tiempos, evidenciando la alta demanda por nuevas áreas urbanas y por ende, viviendas. El crecimiento poblacional anual se estima en 1.6 % y la densidad demográfica en 17.6 hab/km<sup>2</sup>. Cerca del 70% de la población peruana vive en ambientes urbanos que crecen en forma acelerada y poco planificada. Según la Organización Mundial de la Salud (en adelante OMS) se recomienda entre 10 a 15 m<sup>2</sup>. por habitante con respecto a los espacios públicos y específicamente 9 m<sup>2</sup>. por habitante para áreas verdes. Instituto Metropolitano de Panificación, 2010.

Es así que se identificó al distrito de José Leonardo Ortiz, el cual experimenta un crecimiento poblacional reconocible, donde es visible la falta de zonas de esparcimiento y estructuras destinadas al uso social, donde los jóvenes puedan hacer uso productivo de su tiempo libre, contribuyendo de manera indirecta a la disminución del índice delictivo.

Si el desarrollo y progreso de una ciudad se mide también con el grado de cultura y deporte que comúnmente sus habitantes practican, el distrito de José Leonardo Ortiz también calificaría como modelo a seguir. Sin embargo, la realidad quiebra la estadística pues son más las noticias de tragedias familiares y policiales las que ahogan las aspiraciones en cada sector. Ahora existen grupo de jóvenes talentos, que, con sus propios recursos, mejor dicho, con el de sus padres, se mantiene unidos en un mismo lugar. Este escenario (Plaza Cívica), va quedando pequeño para todos, pero lo que más se busca es el apoyo y el reconocimiento de sus esfuerzos para que las nuevas generaciones continúen construyendo una sociedad con derechos conseguidos. La Industria, 2014.

Es importante mencionar que se cuenta con un área aproximada de 171,000 m<sup>2</sup> (17.1 has.) entre parques y losas deportivas, las que en muchos casos se encuentran en mal estado, generando un aspecto negativo que en cierta manera influye en su estado de abandono, o en casos extremos, que estas sean usadas por personas de mal vivir para actividades informales.

Mediante un cálculo matemático se obtuvo que el distrito posee cerca de 1 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, valor muy inferior a lo recomendado por la OMS (9 m<sup>2</sup>. por habitante), de lo que podemos afirmar que es necesaria la implementación de infraestructura destinada a uso recreacional, la que a su vez ayudará en el desarrollo poblacional. Es por ello que se planteó en este distrito un proyecto de parque zonal en un área de 130,200 m<sup>2</sup> (13.02 has.) ubicado entre la carretera Chiclayo - Ferreñafe (Av. Agricultura) y la acequia Chilape, el cual solo fue desarrollado hasta el nivel de arquitectura.

Este tuvo como objetivo compensar el déficit de área verde presente, contribuyendo en 1 m<sup>2</sup> más por habitante, al mismo tiempo de lograr la regeneración de las zonas aledañas.

Además, este proyecto trajo consigo la necesidad de implementación de infraestructura adecuada para satisfacer los requerimientos de la población, como son, la falta de zonas deportivas, centros culturales, viveros y demás; que servirán para promover la cultura social, educativa y ambiental.

En el desarrollo del presente estudio se planteó el problema: ¿Cómo habilitar de infraestructura eficiente al proyecto de parque zonal en el distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque?,

En la búsqueda de la solución al problema planteado se tuvo que analizar la hipótesis más viable, deduciendo así, que para habilitar de una infraestructura eficiente al proyecto de parque zonal en el distrito de José Leonardo Ortiz era necesario realizar un análisis y diseño integral de la misma.

Por ello se planteó el objetivo de realizar un análisis y diseño integral de la infraestructura del proyecto de parque zonal para el distrito de José Leonardo Ortiz, el cual demandaba la aplicación de conocimientos para identificar las características del comportamiento del suelo, conocer la estructura topográfica del terreno, realizar un adecuado análisis y diseño estructural, sanitario y eléctrico, y elaborar los estudios complementarios del proyecto integral.

La infraestructura planteada en el proyecto de parque zonal presentó en gran medida materiales predominantes como acero y concreto armado, combinando así la alta resistencia a tracción, ductilidad y rapidez de montaje en el caso de las estructuras de acero, y la alta resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, fácil disponibilidad de materiales y bajo costo de mantenimiento en cuanto a concreto armado, por lo que se tuvieron que realizar análisis sísmicos y de viento, en las estructuras, los cuales ayudaron a realizar un diseño más preciso y real,

Por otro lado, la elaboración de este estudio se realizó con la finalidad de servir a la sociedad, logrando, con este, contrarrestar la carencia de infraestructura apta para satisfacer las necesidades de centros sociales y comerciales, el déficit de áreas verdes presentes en el distrito, y al mismo tiempo poder mejorar la calidad de vida a los más de 185,000 habitantes del distrito, brindándoles la oportunidad de desarrollar sus habilidades deportivas y culturales, lo que servirá en cierta manera, para dirigirlos por un camino sano, logrando disminuir, en cierto nivel, el índice delictivo en el distrito.

Asimismo, por encontrarse dentro del borde urbano, permitirá incrementar el valor de las áreas sin planificación, ubicadas a las periferias del distrito de José Leonardo Ortiz, las cuales poseen, a la fecha, un valor actual bajo, por el hecho de ser consideradas como zonas ciertamente peligrosas.

También se dará pie a un desarrollo económico en el distrito mediante la buena administración de los centros planteados en el parque zonal que puedan generar ingresos monetarios, asimismo, servirá para actividades comerciales internas, tales como pequeños módulos de ventas (quioscos), que podrán ser cubiertos por los mismos pobladores, generando ingreso directo para ellos y por consiguiente una mejora en su economía.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Entre los distintos estudios realizados y bibliografía disponible relacionada al proyecto en desarrollo se tienen los siguientes:

- Hernan, Jimmy. 2,009. DISEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE MARCOS CON CONEXIÓN VIGA COLUMNA SMA. Tesis profesional, Universidad de Chile. Presenta el diseño sísmico de un edificio de marcos de acero simétrico de 03 niveles, con un área a construir de 20x20 (400 m<sup>2</sup>.) con disipadores en la conexión viga-columna y la verificación de su comportamiento bajo la acción de un efecto sísmico. Para dicha investigación se supuso que los marcos de fachada resistían la acción sísmica. Por otro lado, el diseño fue basado en la norma sísmica chilena NCh 433, usando el método estático. Se tuvo que realizar un análisis sísmico con el software DRAIN-2DX, aprovechando condiciones de simetría para usar un modelo plano. En primera instancia, el marco fue considerado empotrado en la base, pero las columnas inferiores fallaron al aplicar el registro de Lolleo N10E. Al modificar los apoyos a rotulados, las columnas fueron capaces de resistir el corte basal que se generaba en el primer piso, así, las barras SMA disiparon casi la totalidad de la energía y la estructura quedó sin deformaciones remanentes al finalizar el sismo.
- Correa, Felix. 2,003. DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN AUDITORIO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. Tesis profesional, Universidad de Piura. Presenta el proyecto estructural de un auditorio techado para 1,000 personas de capacidad, ubicado en el campus de la UDEP. En esta se describe la configuración arquitectónica de la estructura, metodología de diseño estructural a utilizarse, pre-dimensionamiento de las diferentes partes de la estructura, cargas actuantes en el auditorio, modelación de la estructura en computador mediante el programa sap2000, análisis y diseño de cimentación. Asimismo, se hace mención a la importancia del viento sobre estructuras livianas como la que se desarrolla en dicha tesis.
- García Cristian, Sorto Fidel y Villalobos Juan. 2,009. MANUAL DE DISEÑO DE NAVES INDUSTRIALES METÁLICAS UTILIZANDO UN SOFTWARE ESPECIALIZADO. Tesis profesional, Universidad de El Salvador. Presenta la realización de un manual para el diseño estructural de naves industriales metálicas mediante el software especializado ETABS, con métodos de diseño ASD y LRFD.
- Nicolás, Carlos. 2,007. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON LAS ESPECIFICACIONES AISC MÉTODO L.R.F.D. 1993. Presenta un análisis del diseño estructural en acero, las especificaciones, cargas y métodos de diseño. Además, nos muestra las filosofías del diseño del American Institute of Steel Construction (AISC) por medio del diseño de esfuerzos permisibles (ASD) y el Diseño por Factor de Carga y Resistencia (LRFD), así como también las ventajas de utilizar el último método mencionado.

- Municipalidad de Lima. 2,010. TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL SERVICIO DE CONSULTORÍA DE SUPERVISIÓN, Presenta consideraciones generales para el servicio de consultoría de supervisión de la elaboración del expediente técnico, ejecución de obra y equipamiento para parques.
- Aldana, María. 2,006. CENTRO POLIDEPORTIVO SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ. Tesis profesional, Universidad de San Carlo de Guatemala. Presenta la propuesta y el posterior análisis y diseño arquitectónico de un centro polideportivo de materiales predominantes de concreto reforzado y acero, con una cubierta liviana galvanizada, cuenta con un área construida de 1628 m<sup>2</sup>.
- Méndez, Luis. 2,012. DISEÑO DEL EDIFICIO ESCOLAR Y GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA CERRO DE ORO DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE ATITLÁN DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. Tesis profesional, Universidad de San Carlos Guatemala. Presenta el diseño y la planificación del edificio escolar y del gimnasio polideportivo, ubicado en la aldea Cerro de Oro, municipio de Santiago Atitlán, Guatemala.

## **2.2. Bases teórico científicas**

### **2.2.1. Parque zonal**

Son áreas de gran expansión que satisfacen la recreación a escala metropolitana. Varían en importancia según la magnitud de sus servicios. Según arquitecto Arturo Yep Abanto.

### **2.2.2. Generalidades de un expediente técnico**

#### **2.2.2.1. Definición de expediente técnico**

Es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, fecha de determinación del presupuesto de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado y fórmula polinómica, y estudio básico (estudios de mecánica de suelos, evaluación de impacto ambiental, y estudio topográfico). (OSCE, 2,011).

Conjunto de documentos que determinan en formas explícitas las características, requisitos y especiaciones necesarias para la ejecución de la edificación. Está constituido por: planos por especialidades, especificaciones técnicas, merados y presupuestos, análisis de precios unitarios, cronograma de ejecución y si fuese el caso, fórmula de reajustes de preciosos, estudios técnicos específicos (de suelos, de impacto ambiental, de impacto vial, geológicos, etc) y la relación de ensayos y/o pruebas que se requieren. (RNE, 2,010).

### **2.2.2.2. Definición de obra**

Es una obra de construcción, reconstrucción, remodelación, demolición, renovación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, puentes, entre otros, que requiere dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos. (Sencico, 2,009)

### **2.2.2.3. Componentes de un expediente técnico**

#### **2.2.2.3.1. Estudios básicos**

En condiciones generales, los estudios básicos a ejecutar en la gran mayoría de proyectos de ingeniería son: Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) y los estudios topográficos y/o levantamientos topográficos; y de ser necesario, Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Los niveles de detalle de estos estudios dependen de los términos de referencia que la entidad establezca, y del tamaño del proyecto. Estos deben ser realizados por personal especializado.

Los expedientes técnicos generalmente son deficientes en estos estudios básicos, generando problemas en la obra.

A continuación se detalla cada uno de ellos.

#### **A. Estudios de mecánica de suelos (EMS)**

El estudio de suelos es un conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.

La información del estudio de mecánica de suelos es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos solo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo.

Como resultados de los trabajos de campo y laboratorio, el informe final deberá comprender:

1. Generalidades.
2. Geología y sismicidad.
3. Etapas de estudio.
4. Características estructurales de cimentación de la obra.
5. Trabajos efectuados.
6. Perfil estratigráfico.
7. Análisis de los resultados del laboratorio.
8. Análisis de la distribución de esfuerzos dentro de la masa del suelo.
9. Verificación de la capacidad de la carga a la profundidad de la cimentación.

10. Verificación de asentamientos.
11. Conclusiones y recomendaciones.
12. Resultados de laboratorio.
13. Gráficos.
14. Tablas – Mapas.
15. Plano de ubicación de calicatas.
16. Fotografías.
17. Referencias bibliográficas.

Cabe precisar que las conclusiones y recomendaciones del EMS no solo deben ser de conocimiento de los calculistas de estructuras, sino también de quienes formulan las especificaciones técnicas, presupuesto y/o costos.

### **Obligatoriedad de los estudios**

#### **Casos donde existe obligatoriedad**

- Edificaciones en general que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como colegios, universidades, hospitales, clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, subestaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- Cualquier edificación no mencionada anteriormente de uno a tres pisos, que ocupen individualmente o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup>. de área techada en planta.
- Cualquier edificación no mencionada anteriormente de cuatro a más pisos de altura, cualquiera sea su área.
- Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de cimentación.
- Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.

#### **Casos donde no existe obligatoriedad**

Sólo en casos de lugares con condiciones de cimentación conocida, debida a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin problemas especiales, con áreas techadas en plantas menores que 500 m<sup>2</sup>. y altura menor a cuatro pisos. Podrán asumirse valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la mecánica de suelos.

## **B. Estudios topográficos**

La topografía es fundamental en cualquier proyecto, puesto que en base a esta los diseñadores plantea niveles para las cimentaciones, desniveles entre bloques de edificaciones, etc.

Una topografía deficiente puede significar la alteración de todo un diseño elaborado, implicando mayores obras, pérdida de tiempo, trámites administrativos de modificación, etc.

Entre otros factores, dependiendo de las exigencias de los términos de referencia, los estudios topográficos deben considerar:

- Precisión que se requiere para el proyecto, dependiendo el tipo de obra.
- Distancia entre curvas de nivel.
- Las etapas que involucran un estudio topográfico son:
  - Trabajo de campo.
  - Trabajo de gabinete.
  - Informe final.

## **C. Evaluación de impacto ambiental (EIA)**

Es un instrumento de gestión preventiva que contiene una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. Deben indicar las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerable e incluirá un breve resumen del estudio para efectos de su publicidad.

Incluye aquellos proyectos cuyas características, envergadura y/o localización, pueden producir impactos ambientales negativos significativos, análisis profundo para revisar sus impactos y proponer la estrategia de manejo ambiental correspondiente y se deberán considerar los siguientes criterios de protección ambiental:

- La protección de la salud de las personas.
- La protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radiactivas.
- La protección de los recursos naturales, especialmente las aguas, el suelo, la flora y la fauna.
- La protección de las áreas naturales protegidas.
- Protección de la diversidad biológica y sus componentes: ecosistemas, especies y genes; así como los bienes y servicios ambientales y bellezas escénicas, áreas que son centros de origen y diversificación genética por su importancia para la vida natural.
- La protección de los sistemas y estilos de vida de las comunidades.
- La protección de los espacios urbanos.

- La protección del patrimonio arqueológico, histórico arquitectónicos y monumentos nacionales, etc.
- Los demás que surjan de la política nacional ambiental.

#### **2.2.2.3.2. Estudios específicos**

Dependiendo del tipo de obra a realizar, la entidad, en los términos de referencia, debe señalar los estudios específicos que consideran indispensables, debiendo precisar también el nivel de avance de los mismos. Entre los estudios específicos más frecuentes tenemos:

##### **A. Carreteras**

- Canteras.
- Estabilidad de taludes.
- Impacto ambiental.
- Densidad de tráfico.
- Hidrología, etc.

##### **B. Canales de concreto**

- Canteras.
- Estabilidad de taludes.
- Impacto ambiental.
- Partículas en suspensión en el agua.
- Hidrología.
- Arcillas expansivas, etc.

##### **C. Para edificaciones en zona arenosa**

- Grado de compacidad de la arena.
- Potencia de licuefacción, etc.

Las etapas que involucran un estudio específico son:

- Trabajo de campo.
- Trabajo de laboratorio (ensayos) y/o gabinete (programas).
- Informe final.

#### **2.2.2.3.3. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas son las descripciones elaboradas por la entidad que va a realizar la obra, de las características fundamentales de las obras, consultorías, servicios, bienes o suministros a ejecutar, contratar o adquirir, respectivamente.

Todas las partidas del presupuesto deberán contar con las especificaciones técnicas respectivas. Se deberá utilizar la relación de partidas y sus unidades respectivas según lo normado en el reglamento de metrados para obras de edificación.

Es obligatorio que las especificaciones técnicas, para cada una de las partidas, contengan lo siguiente:

- **Descripción de los trabajos:** Son los alcances de la partida, es decir donde se inicia y se termina este trabajo, de tal manera que no se traslapa con otra partida.
- **Método de construcción:** Es el proceso constructor de esta partida, es decir, detallará al ejecutor la correcta forma de realizar este trabajo, señalando una secuencia en la que se indicará el uso de mano de obra y/o equipos determinados, entre otros. Este único método constructivo será establecido por el constructor, es decir, este definirá la tecnología para ejecutar este trabajo. Es muy importante que este método constructivo sea recogido por el análisis de precios unitarios. Por ejemplo, si la especificación técnica señala, usar mezcladora de concreto, el análisis de costo unitario deberá ser con este recurso.
- **Calidad de los materiales:** No se pueden precisar marcas, fabricantes, descripción que oriente a determinada marca. Precisar la norma nacional o internacional que debe cumplir el material. Se deben considerar materiales que existan en el mercado. En lo posible considerar también materiales de la zona en la obra, si se trata de materiales importados indicar la norma internacional que debe cumplir.
- **Sistema de control de calidad:** Debe establecer las pruebas o ensayos técnicos a los cuales debe someterse determinados materiales o producto. Así también establecerán la frecuencia y cantidad de los ensayos.
- **Método de medición:** Momento en que el inspector, o supervisor, o entidad; valoriza o paga por el trabajo ejecutado.
- **Condiciones de pago:** Establece lo que incluye el pago a efectuar, de acuerdo con el método de medición y unidad de partida (pago por m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, kg, unidad, etc.). Es importante que las especificaciones técnicas guarden relación directa con la obra, tanto en proceso constructivo, como en los materiales a usar.

#### 2.2.2.3.4. Memoria descriptiva

La memoria descriptiva es la que expresa el objetivo de la obra, señalando en qué consistirá su ejecución y a quienes beneficiará. Indica la ubicación del terreno en la que se realizará la obra y su situación legal respecto a la tenencia y administración del terreno. También describe el tipo de obras a ejecutar.

La memoria descriptiva deberá tener las siguientes partes:

- **Antecedentes:** Se describirá la historia de proyecto. Por ejemplo: Si hay perfil, estudio de pre-factibilidad, estudio de factibilidad según corresponda.

- **Objetivos del proyecto:** Debe concordar con los alcances de pre-inversión. Por ejemplo, si el perfil dice: que se trata de una “rehabilitación” no podría darse un alcance diferente, como por ejemplo “construcción nueva”
- **Ubicación del proyecto:** Los datos referidos a la ubicación del proyecto.
- **Evaluación general de la situación existente:** Si se trata por ejemplo de estudios para pavimento urbanos se realizará una evaluación de las vías existentes, cuadra por cuadra (hundimientos, peladuras, etc.). Si se trata de la rehabilitación de una edificación se realizará una memoria de lo existente por fases (estructura, arquitectura, instalaciones sanitarias y eléctricas).
- **Descripción o resultado del proyecto por fases:** En esta parte el consultor realizará una descripción de lo que se espera alcanzar con este proyecto, por ejemplo: rehabilitar los pavimentos con una carpeta niveladora de 1”, construir una cisterna y tanque elevado, etc.
- **Conclusiones y recomendaciones.**

Anexos (Croquis, fotos, etc): Podría ser según lo exigido en los términos de referencia. Ejemplo: 20 fotos de la edificación a remodelar.

#### **2.2.2.3.5. Diseños**

Los diseños, en función al tipo de obra, son diversos, tales como: arquitectura, estructuras, instalaciones (eléctricas, sanitarias, electromecánica, especiales), alcantarillas, señalización, puentes, bocatomas, medidores de aforo, canales, cámara de carga, tubería de presión, casas de fuerza, rápidas, rompedores de energía, presas de concreto, presas de tierra, etc.

Los estudios básicos y específicos son importantes para hacer el diseño (arquitectura, estructuras, instalaciones, etc.). Los especialistas no diseñan en forma arbitraria, debiendo por lo contrario respetar y aplicar las normas establecidas en el RNE.

Es necesario que los encargados de los diseños cuenten con sus respectivas memorias de cálculos que respalden o sustenten sus diseños.

#### **2.2.2.3.6. Planos**

Los planos son la representación en dos dimensiones de elementos de tres dimensiones, y contienen los diseños (arquitectura, estructuras, instalaciones, etc.) que se ejecutaran en obra, por lo tanto, deben contener la información suficiente que posibilite sin duda alguna, ejecutar las citadas obras. Los planos deben ceñirse a escalas normadas en el reglamento de licencias de construcción.

El proyecto de arquitectura, para edificaciones, debe contener la siguiente información:

- Plano de localización y ubicación.
- Planos de distribución por niveles.
- Planos de elevaciones.
- Planos de cortes por los elementos de circulación.
- Planos de detalles constructivos.
- Planos de seguridad.

El proyecto de estructuras, para edificaciones, debe contener la siguiente información:

- Plano de cimentación (tenido como referencia los datos brindados por el estudio de suelos).
- Plano de armadura de cada techo, indicando niveles y cargas de diseño.
- Planos de columnas y muros de corte.
- Planos de vigas y detalles.

El proyecto de instalaciones eléctricas, para edificaciones, debe contener la siguiente información:

- Plano de iluminación y toma de corrientes por niveles.
- Plano de diagramas de tableros eléctricos.
- Plano de banco de medidores.
- Plano de detalles constructivos.

El proyecto de instalaciones sanitarias, para edificaciones, debe contener la siguiente información:

- Planos de distribución de redes de agua y desagüe por niveles.
- Planos de isometría y montante.
- Plano de detalles constructivos.

#### **2.2.2.3.7. Metrados**

El metrado es el documento que, en forma ordenada, muestra las cantidades de los diversos elementos y trabajos correspondientes a cada una de las partidas o subpartidas a ejecutar en el proyecto. Las partidas son agrupadas en rubros genéricos concernientes a trabajos homogéneos, tales como movimiento de tierras, concreto armado, muros y tabiques, revoques, carpintería de madera, etc. Cada rubro a su vez se desagrega en partidas.

Unidades de medida

Metro: m.

Metro cuadrado: m<sup>2</sup>

Metro cúbico: m<sup>3</sup>

Pie cuadrado: p<sup>2</sup>

Unidad: Un.

Pieza: Pza.

Global: Gb.

Punto: Pto.

Pares: pares

### **Rubros genéricos**

- 01.0 Obras provisionales
- 02.0 Trabajos preliminares
- 03.0 Movimiento de tierras
- 04.0 Obras de concreto simple
- 05.0 Obras de concreto armado
- 06.0 Estructuras metálicas y coberturas
- 07.0 Estructuras de madera y coberturas
- 08.0 Muros y tabiques de albañilería
- 09.0 Revoques, enlucidos y molduras
- 10.0 Cielorrasos
- 11.0 Pisos y pavimentos
- 12.0 Contrazócalos
- 13.0 Zócalos
- 14.0 Revestimientos
- 15.0 Revestimientos de gradas y escaleras
- 16.0 Cubiertas
- 17.0 Carpintería de madera
- 18.0 Carpintería metálica y herrería
- 19.0 Cerrajería
- 20.0 Vidrio, cristales y similares
- 21.0 Pintura
- 22.0 Varios, limpieza, y jardinería
- 23.0 Aparatos sanitarios
- 24.0 Instalación sanitaria
- 25.0 Sistema de agua fría y contraincendios
- 26.0 Sistema de agua caliente
- 27.0 Sistema de agua de lluvia
- 28.0 Instalación eléctrica
- 29.0 Salidas para comunicaciones y señales
- 30.0 Canalizaciones y/o tuberías
- 31.0 Conductores y/o cables
- 32.0 Tableros y cuchillas (llaves)
- 33.0 Conexión a la red externa y medidores
- 34.0 Pararrayos
- 35.0 Artefactos
- 36.0 Sistema de agua helada
- 37.0 Sistemas de gas
- 38.0 Equipos eléctricos mecánicos y especiales
- 39.0 Equipos especiales

#### **2.2.2.3.8. Análisis de aportes unitarios**

Es la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra, y materiales y/o equipos y herramientas, afectados por el precio unitario correspondiente, lo cual permitirá obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida.

Para efectuar el análisis de precios unitarios se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- Estudiar detenidamente las especificaciones técnicas de la obra a realizar.
- Confeccionar una relación de las diversas partidas constructivas, las que deberán seguir la secuencia lógica del proceso de construcción.
- Asignar a cada partida un código que deberá ser el mismo que figura en el metrado.
- Determinar para cada partida los materiales que intervienen en su ejecución, el personal necesario y el equipo.
- Obtener los coeficientes de aporte de cada uno de los materiales, el factor hora-hombre de cada persona y el valor hora-máquina del equipo que interviene en la ejecución de cada una de las partidas.
- Investigar en el mercado y obtenga el precio unitario de los materiales, el jornal horario del capataz, operario, oficial, peón y el costo horario de alquiler del equipo.
- Obtener el parcial multiplicando los coeficientes de aporte por los precios unitarios, los factores hora-hombre por los jornales unitarios y el valor hora-máquina por el costo horario de alquiler del equipo.
- Obtener el total de materiales sumando los parciales.
- Obtener el total de mano de obra sumando sus parciales e incrementando esta suma en el porcentaje correspondiente a las leyes sociales.
- Obtener el total de equipos sumando sus parciales.
- Obtener el costo unitario sumando los totales de materiales, mano de obra, y equipo.

#### **2.2.2.3.9. Costos indirectos**

Son aquellos costos que no pueden aplicarse a una partida específica porque tiene incidencia sobre todo el costo de la obra. Estos costos indirectos son:

##### **A. Gastos generales**

Son los gastos que debe efectuar el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de la obra. Se dividen en:

##### **A.1. Gastos generales fijos**

Son los gastos generales no relacionados con el tiempo de ejecución de la obra, es decir que solo ocurren una vez, no volviendo a gastarse, aunque la obra se amplíe en su plazo original. Estos son:

### **a) Gastos de licitación**

- Gastos en documentos de presentación por compra de bases de licitación y planos.
- Gastos de visita a obra por pasajes y viáticos, para observar el lugar de la futura construcción.
- Gastos notariales como consecuencia de la licitación y contratación.
- Gastos de elaboración de propuestas por honorarios de personal especializado, e impresión.
- Gastos de estudios de programación por honorarios de personal especializado, impresión, y empleo de sistema de computación.
- Gastos de estudios de suelos cuando se exija en forma específica.

### **b) Gastos indirectos varios**

- Gastos de licitaciones no otorgadas, porque las obras ejecutadas tienen que absorber los gastos de licitaciones no otorgadas.
- Gastos legales y notariales, no aplicables a una obra específica sino a la organización en general.
- Inscripción en el registro nacional de contratista de obras públicas, correspondiente a la organización en general.
- Patentes y regalías, por derechos de uso que generalmente son de aplicación en todas las obras.
- Seguros contra incendios, robos y seguro de todas las instalaciones de la empresa.
- Consultores y asesores, es decir por los honorarios de consultas y trabajos especializados.
- Obligaciones fiscales por licencias y obligaciones con el Fisco, sin incluir los impuestos que por ley corresponden al contratista.

### **A.2. Gastos generales variables**

Son los gastos relacionados con el tiempo de ejecución de la obra es decir permanecen a lo largo de todo el plazo de obra. Estos son:

#### **a) Gastos de administración de obra**

- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal técnico administrativo como el Residente, personal técnico, personal administrativo, maestro de obra.
- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales para control y ensayo de materiales. Gastos por traslado de personal.
- Seguro de accidentes del personal técnico administrativo.
- Seguro para terceros y propiedades ajenas que puede incluir o no al personal de inspección de entidad licitante según lo indiquen las bases.
- Seguro de accidentes individuales cubriendo viajes para ingenieros y técnicos.
- Papelería y útiles de escritorio.
- Copias de documentos y duplicado de planos.
- Artículos de limpieza.
- Amortización de instrumentos de ingeniería y equipo de oficina.

- Pasajes y viáticos por viajes circunstanciales de personal de la obra.
- Gastos de operación y depreciación de vehículos.
- Botiquín.
- Facilidades de transporte para alimentos.
- Derechos de vía o servidumbre temporal.
- Derechos de ocupación de la vía pública.
- Derechos de usos temporales de terrenos.
- Derecho de uso de canteras.
- Costo de talleres de mantenimiento y reparación.
- Costo de luz, teléfono y gabelas.

#### **b) Gastos de administración en oficina**

- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal directivo.
- Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal administrativo.
- Alquiler de locales.
- Correo, radio.
- Alumbrado, agua, teléfono, internet, gabelas.
- Impresos, papelería y útiles de escritorio.
- Copias de documentos, duplicado de planos, fotografías.
- Artículos de limpieza.
- Amortización de equipos d oficina.
- Gastos de operación y depreciación de vehículos.
- Pasajes, viáticos de personal de inspección y control.

#### **c) Gastos financieros relativos a la obra**

- Gastos de garantía de fiel cumplimiento de contrato.
- Gastos de renovación de garantías para los adelantos por la tasa y comisión de la entidad financiera que renueva la garantía.
- Intereses de letras.
- Gastos en otros compromisos financieros.

### **B. Utilidad**

Es el monto que percibe el contratista por ejecutar la obra. Este monto forma parte del movimiento económico general de la empresa con objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

La utilidad bruta está compuesta de la siguiente forma:

- Utilidad neta.
- Impuestos sobre utilidad.
- Margen por variaciones e imprevistos.

En nuestro medio ha sido tradicional aplicar el 10% de utilidad independiente de la obra. Sin embargo, desde que se estableció el otorgamiento de obras a las ofertas más bajas este porcentaje de utilidad ha tendido a disminuir. El cálculo de una utilidad teórica requiere de un minucioso análisis de obras similares anteriores, con la estadística de sus gastos financieros, variación de ganancias por períodos, variación de costos de materiales, etc.

En forma práctica la utilidad se puede estimar en función a los siguientes parámetros:

- El factor de riesgo e incertidumbre no previsible.
- La competencia.
- Conocimiento preciso del tipo de obra a ejecutar.
- Capacidad financiera de la empresa para ejecutar la obra y soportar eventuales brechas de desfinanciamiento.
- La utilidad por los servicios de las empresas.
- La utilidad por los servicios de capital.

#### **2.2.2.3.10. Presupuesto**

Es el costo estimado aprobado por la entidad para la contratación de obras, sobre la base de los precios de mercado obtenidos mediante estudios e indagaciones, y que está referido al objeto de adquisición o contratación.

La entidad calculará el valor referencial incluyendo todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas y cualquier otro concepto que pueda incidir sobre el costo de la ejecución de la obra a contratar.

En el caso de ejecución de obras el valor referencial será el que establezca el expediente técnico, con excepción del concurso-oferta.

En el caso de contratación de servicios de intermediación laboral el valor referencial deberá calcularse respetando las normas laborales.

En el caso de los procesos de selección convocados según relación de ítems, el valor referencial del conjunto se determinará en función a la sumatoria de los valores referenciales de cada uno de los ítems considerados. En las bases deberá especificarse tanto el valor referencial de los ítems como el valor referencial del proceso de selección.

#### **A. Fórmula polinómica**

Es la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto y está constituida por la sumatoria de monomios, que consideran la participación de los principales recursos dentro del costo o presupuesto de la obra. Estructura básica de la fórmula polinómica:

$$K = a \frac{Jr}{Jo} + b \frac{Mr}{Mo} + c \frac{Er}{Eo} + d \frac{Vr}{Vo} + e \frac{GUr}{GUo}$$

Donde:

- K: Coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, como resultado de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción. Será expresado con aproximación al milésimo.
- a, b, c, d, e: Coeficientes de incidencia son cifras decimales con aproximación al milésimo que representan en el costo de la obra a los elementos como la mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad. La suma de todos los coeficientes de incidencia siempre será igual a la unidad 1.
- Jo, Mo, Eo, Vo, GUo: Índices de precio de los elementos como la mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad respectivamente, a la fecha del presupuesto base, los cuales permanecen invariables durante la ejecución de la obra.
- Jr, Mr, Er, Vr, GUr: Índices de precio de los elementos como la mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad respectivamente, a la fecha del reajuste correspondiente.

Para elaborar una fórmula polinómica se requiere metrados del presupuesto de obra.

#### **2.2.2.3.11. Calendario de ejecución de obra**

Es un gráfico que indica el número de orden de cada partida, este número de orden de cada partida puede ser el del presupuesto.

También se indica la unidad de la partida y sus respectivos metrados. Para obras de tiempo corto de ejecución se acostumbra fijar plazos en días hábiles y para obras de larga duración en días calendarios.

Características

- Debe concordar en el plazo de obra determinada, pudiendo establecerse en periodos semanales, quincenales o mensuales.
- Debe concordar con el monto de obra.
- Se debe estructurar por fases.
- La longitud de la barra o duración de la actividad se calcula de la siguiente manera:

$$D.A = \frac{\text{Metrado de la partida}}{\text{Rendimiento de la partida}}$$

### **2.2.3. Bases y criterios de diseño estructural**

#### **2.2.3.1. Introducción al diseño estructural**

El diseño estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, o sea, de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber todas las solicitaciones que se le presenten durante su vida útil.

El diseño estructural es la base fundamental de todo proyecto de obra civil, en el cual se definen las características que debe tener la construcción para cumplir de manera adecuada las funciones que está destinada a desempeñar.

Una construcción u obra puede concebirse como un sistema, entendiéndose por un sistema un conjunto de subsistemas y elementos que se combinan en forma ordenada para cumplir una determinada función. Un edificio, por ejemplo, está integrada por varios subsistemas: el de los elementos arquitectónicos para encerrar espacios, el estructural, las instalaciones eléctricas, sanitarias, las de acondicionamiento de aire y los ascensores. Todos estos subsistemas interactúan de modo que en su diseño debe tenerse en cuenta la relación que existe entre ellos. Así, no puede confiarse que lograr la solución óptima para cada uno de ellos, por separado, conduzca a la solución óptima para el edificio en su totalidad.

#### **2.2.3.2. Reglamentos, códigos, y consideraciones generales**

##### **2.2.3.2.1. Reglamento nacional de edificaciones (RNE)**

El **RNE** cumple la tarea básica de normar y establecer las características mínimas dentro de un proyecto como el que se ha desarrollado, abarca desde derechos y responsabilidades de los involucrados al iniciar un proyecto, hasta la entrega del mismo, pasando por rubros como el análisis y diseño estructural, tanto de concreto armado, como acero, análisis y diseño de instalaciones interiores y exteriores, seguridad durante la construcción e incluso los estudios previos de evaluación. (Estudios de mecánica de suelos, topográficos, etc.)

##### **2.2.3.2.2. Diseño por factor de carga y resistencia (LRFD)**

El **LRDF**, de sus siglas en inglés *Load and Resistance Factor Design*, y en español, diseño por factor de carga y resistencia, es también conocido como diseño por estado límite. Refiere al método de diseño usado en la ingeniería estructural. El estado límite es una condición de una estructura más allá de la cual ya no cumple con los criterios de diseño relevantes. La condición puede referirse a un grado de carga u otras acciones en la estructura, mientras que el criterio se refiere a la integridad estructural, condiciones de uso, durabilidad u otros requerimientos de diseño.

Una estructura diseñada por **LRFD** debe mantener todas las acciones posibles de ocurrir durante su vida de diseño, y para mantenerse en forma para su uso, con un nivel apropiado de confiabilidad para cada estado límite. Los códigos de construcción basados en **LRFD** implícitamente definen los niveles apropiados de confiabilidad según sus prescripciones.

#### **2.2.3.2.3. Proceso de diseño estructural**

El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima con sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido, sin colapso o mal comportamiento. Las soluciones estructurales están sujetas a las restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto y a las limitaciones generales de costo y tiempo de ejecución.

La bondad del proyecto depende esencialmente del acierto que se haya tenido en imaginar un sistema estructural que resulte el más idóneo para absorber los efectos de las acciones exteriores a las que se va a estar sujeto. Los cálculos y comprobaciones posteriores basados en la teoría del diseño estructural sirven para definir en detalle las características de la estructura y para confirmar o rechazar la viabilidad del sistema propuesto. Podrá lograrse que una estructura mal ideada cumpla con los requisitos de estabilidad, pero seguramente se tratará de una solución antieconómica o antifuncional. Esta parte creativa del proceso no está separada del conocimiento de la teoría estructural. La posibilidad de intuir un sistema estructural eficiente e imaginarlo en sus aspectos esenciales, es el fruto solo en arte de las cualidades innatas, es resultado también de la asimilación de conocimientos teóricos y de la experiencia adquirida en el ejercicio del proceso de diseño y en la observación del comportamiento de las estructuras. Lo que comúnmente se denomina buen criterio estructural no está basado solo en la intuición y en la práctica, sino también debe estar apoyado en sólidos conocimientos teóricos.

#### **2.2.3.2.4. Herramientas de diseño**

Los métodos de diseño básicamente se enfocan de dos formas, aquellos que limitaban su resistencia, y los que emplean la misma hasta las últimas instancias, tanto para concreto armado, como para Acero. El método comúnmente utilizado a nivel nacional, es el segundo mencionado (Método de diseño por resistencia) el cual busca ser más objetivo.

Muy ligado al diseño, se encuentran los reglamentos, códigos o manuales, que contienen los lineamientos y recomendaciones, para lograr un correcto desempeño de las estructuras. Los manuales y reglamentos usados en Perú son los siguientes: Reglamento nacional de edificaciones y manual de diseño en acero por factores de carga y resistencia.

En forma conjunta, el uso de softwares ha sido un punto importante en el avance tecnológico a nivel de ingeniería estructural, pues optimizan el tiempo de modelado, análisis, y en algunos casos, el diseño de las propias estructuras en estudio. Los más utilizados a nivel nacional, y certificados internacionalmente son: SAP2000, ETABS, y CypeCAD.

#### **2.2.3.2.5. Estado límite**

Los estados límites se dividen en dos categorías: **resistencia** y **servicio**. El primer estado tiene que ver con el comportamiento para máxima resistencia dúctil, pandeos, fatiga, fractura, volteo, o deslizamiento. El segundo estado tiene que ver con la funcionalidad de la estructura en situaciones tales como: deflexiones, vibraciones, deformación permanente, y rajaduras. Lo que se pretende, entonces, es conseguir que la estructura no sobrepase los estados límites antes mencionados, debemos recordar que lo que se busca es riesgo cero en la práctica, pero como esto es imposible de conseguir, el diseñador debe optar por factores de seguridad para no sobrepasar la resistencia de los elementos.

#### **2.2.3.2.6. Resistencia de diseño**

Se debe entender por resistencia de diseño, a la acción que provocaría o desencadenaría un estado límite de falla, esta resistencia debe ser proporcionada por un elemento con conexiones conjuntas a otros elementos, así como sus conexiones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión. Es por ello que para brindar la seguridad en cada caso se han establecidos factores de reducción necesarios para cada uno de los esfuerzos antes mencionados.

#### **2.2.3.2.7. Análisis sismo resistente**

El objetivo de tal análisis, es el de predecir los daños esperados en una estructura, en un grupo de estructuras o en una zona urbana completa, en el supuesto de un terremoto de una cierta magnitud. Partiendo con la predicción de daños, pueden definirse las soluciones de reducción de la vulnerabilidad estructural y, en consecuencia, de las pérdidas esperadas.

Desde un punto de vista del cálculo de estructuras, el ingeniero calculista espera que la sismología le proporcione los datos necesarios para la definición de la acción sísmica.

### **2.2.3.3. Configuración estructural aporticado en concreto armado**

#### **2.2.3.3.1. Métodos de diseño**

Para el diseño de estructuras de concreto armado se utilizará el diseño por resistencia. Deberá proporcionarse a todas las secciones de los elementos estructurales Resistencias de Diseño adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de la norma dispuesta en el **RNE**, utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia, especificados en el reglamento.

Se comprobará que la respuesta de los elementos estructurales en condiciones de servicio (deflexiones, agrietamiento, vibraciones, fatiga, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento sea satisfactorio.

#### **2.2.3.3.2. Cargas**

Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que puedan obrar sobre ella durante su vida útil. Las cargas serán estipuladas en la norma técnica de edificación E.020 Cargas, con las reducciones de sobrecarga que en ella se permiten, y las acciones sísmicas serán prescritas en la norma técnica de edificación E.030, diseño sismoresistente.

#### **2.2.3.3.3. Métodos de análisis**

Todos los elementos estructurales deberán diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas amplificadas, determinadas por medio del análisis estructural, suponiendo una respuesta lineal elástica de la estructura, excepto cuando se modifiquen los momentos flectores.

#### **2.2.3.3.4. Longitud del vano**

En el análisis estructural de pórticos o elementos continuos, para determinar los momentos flectores, la luz debe considerarse como la distancia entre los centros de los apoyos.

Las vigas construidas monolíticamente con sus apoyos se podrán diseñar usando los momentos reducidos a la cara de los apoyos.

Las losas macizas o nervadas, construidas monolíticamente con sus apoyos, con luces libres no mayores a 3m, podrán ser analizadas como losas continuas sobre apoyos simples con luces iguales a las luces libres.

#### **2.2.3.3.5. Columnas**

Las columnas se deben diseñar para resistir las fuerzas axiales que provienen de las cargas amplificadas de todos los pisos, y en el momento máximo debido a las cargas amplificadas, considerando la carga viva actuando en solo uno de los tramos adyacentes del piso o techo bajo consideración. También debe considerarse la condición de carga que produzca la máxima relación (excentricidad) entre momento y carga axial.

#### **2.2.3.3.6. Disposiciones para vigas T**

Para que una sección de concreto armado pueda considerarse como viga T, las alas y el alma deberán construirse monolíticamente o, de lo contrario, deben estar efectivamente unidas entre sí. El ancho efectivo de la losa usada como ala de las vigas T no debe exceder de la cuarta parte de la luz libre de la viga, y el ancho sobresaliente efectivo del ala a cada lado del alma no debe exceder:

- a) Ocho veces el espesor de la losa.
- b) La mitad de la distancia libre a la siguiente alma.

### 2.2.3.3.7. Disposiciones para losas nervadas

Las losas nervadas consisten en una combinación monolítica de nervios o viguetas regularmente espaciados, y una losa colocada en la parte superior, que actúa en una dirección o en dos direcciones ortogonales.

El ancho de la nervadura no debe ser menos de 100 mm y debe de tener una altura no mayor a 3.5 veces su ancho mínimo. El espaciamiento libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm.

### 2.2.3.3.8. Requisitos de resistencia

#### 2.2.3.3.8.1. Generalidades

Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones, resistencias de diseño ( $\phi R_n$ ) por lo menos iguales a las resistencias requeridas ( $R_u$ ), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en la norma. En todas las secciones de los elementos estructurales deberá cumplirse:

$$\phi R_n \geq R_u$$

#### 2.2.3.3.8.2. Resistencia Requerida

La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV$$

Si en el diseño se tuviera que considerar cargas de viento (CV<sub>w</sub>), además de lo indicado antes, tanto para la carga muerta, como carga viva; la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV \pm CV_w)$$

$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CV_w$$

Si en el diseño se tuviera que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado antes, tanto para la carga muerta, como carga viva (en la primera premisa), la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0,9 CM \pm CS$$

No será necesario considerar acciones de sismo y de viento simultáneamente.

### 2.2.3.3.8.3. Resistencia de diseño

La resistencia de diseño ( $\phi R_n$ ) proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión, deben tomarse como resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones del **RNE**, multiplicada por los factores  $\phi$  de reducción de resistencia especificados a continuación:

Flexión sin carga axial \_\_\_\_\_ 0,90.

Carga axial y carga axial con flexión:

(a) Carga axial de tracción con o sin flexión \_\_\_\_\_ 0,90.

(b) Carga axial de compresión con o sin flexión:

Elementos con refuerzo en espiral \_\_\_\_\_ 0,75.

Otros elementos \_\_\_\_\_ 0,70.

Para elementos en flexocompresión  $\phi$  puede incrementarse linealmente hasta 0,90 en la medida que  $\phi P_n$  disminuye desde  $0,1 f'c A_g$  o  $\phi P_b$ , el que sea menor, hasta cero.

Cortante y torsión \_\_\_\_\_ 0,85.

Aplastamiento en el concreto (excepto para las zonas de anclajes de postensado)

\_\_\_\_\_ 0,70.

Zonas de anclaje de postensado \_\_\_\_\_ 0,85.

Cortante y torsión \_\_\_\_\_ 0,85.

Aplastamiento en el concreto (excepto para las zonas de anclajes de postensado)

\_\_\_\_\_ 0,70.

Zonas de anclaje de postensado \_\_\_\_\_ 0,85.

Las secciones en flexión en los elementos pretensados donde la longitud embebida del torón (strand) es menor que la longitud de desarrollo.

Desde el extremo del elemento hasta el extremo de la longitud de transferencia \_\_\_\_\_ 0,75.

Desde el extremo de la longitud de transferencia hasta el extremo de la longitud de desarrollo,  $\phi$  puede incrementarse linealmente desde 0,75 hasta 0,90.

### 2.2.3.3.8.4. Resistencia mínima del concreto estructural

Para el concreto estructural  $f'c$  no debe ser inferior a 28 MPa, salvo para concreto simple, en donde no se establece un valor máximo para  $f'c$ , salvo que se encuentre restringido por alguna disposición específica del **RNE**.

### 2.2.3.3.8.5. Resistencia de diseño para el refuerzo

Los valores de  $f_y$  y  $f_{yt}$  usados en los cálculos de diseño no deben exceder de 550 MPa, excepto para los aceros de preesforzado.

### 2.2.3.3.8.6. Requisitos generales de servicio

Para estimar los esfuerzos en el acero y el concreto producidos por las acciones exteriores en condiciones de servicio, pueden utilizarse las hipótesis usuales de la teoría elástica de vigas. Si el momento actuante en servicio es menor que el momento asociado con el agrietamiento por flexión de la sección, se considerará la sección completa del concreto sin tener en cuenta el acero de refuerzo. Si el momento actuante es mayor que el momento de agrietamiento se utilizarán las propiedades de la sección agrietada transformada, despreciando el aporte del concreto en la zona de tracción.

### 2.2.3.3.8.7. Control de deflexiones

Los elementos de concreto reforzado sometidos a flexión deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada con el fin de limitar cualquier deformación que pudiese afectar adversamente la resistencia o el funcionamiento de la estructura bajo condiciones de servicio.

### 2.2.3.3.8.8. Elementos reforzados en una dirección (no preesforzados)

Los peraltes o espesores mínimos para no verificar deflexiones, que se señalan en la Tabla 1.0 pueden utilizarse como referencia en elementos armados en una dirección (aligerados, losas macizas y vigas) que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse por deflexiones excesivas del elemento estructural. Estos límites pueden obviarse si el cálculo de las deflexiones demuestra que es posible utilizar un espesor menor sin provocar efectos adversos.

Espesores o peraltes mínimos,  $h$ .

Tabla 1, Espesor o peralte mínimo,  $h$ .

	Espesor o peralte mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Las deflexiones calculadas no deben exceder los límites establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 2, Deflexiones máximas permisibles.

Tipo de elemento	Deflexión considerada	Límite de deflexión
Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva	$l/180^*$
Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva	$l/360$
Pisos o techos que soporten o estén 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)†	$l/480‡$
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240§$

#### 2.2.3.3.8.9. Espaciamiento máximo del refuerzo

En muros y losas, exceptuando las losas nervadas, el espaciamiento entre ejes del refuerzo principal por flexión será menor o igual a tres veces el espesor del elemento estructural, sin exceder de 400 mm.

#### 2.2.3.3.8.10. Distribución del refuerzo por flexión en vigas y losas armadas en una dirección

Si el peralte  $h$  de una viga o nervadura excede de 900 mm, se deberá colocar armadura (superficial) longitudinal uniformemente distribuida en ambas caras laterales del alma, en una distancia  $0,5 h$  cercana de la armadura principal de tracción por flexión. El espaciamiento de la armadura superficial no excederá del menor de los siguientes valores:

$$s \leq 300 \text{ mm,}$$

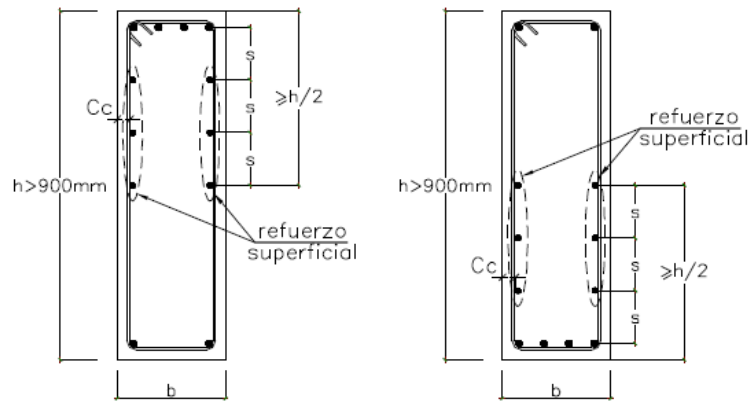
$$s \leq 380 (250 / f_s) - 2,5 C_c (9-20)$$

$$s \leq 300 (250 / f_s)$$

Donde  $C_c$  es la menor distancia medida desde la superficie del refuerzo, o acero de preesfuerzo, superficial a la cara lateral del elemento y  $f_s$  es el esfuerzo en el acero principal de flexión.

El refuerzo superficial se puede incluir en el cálculo de la resistencia a flexión de la sección únicamente si se hace un análisis de compatibilidad de deformaciones para determinar los esfuerzos de las barras o alambres individuales.

Imagen 1, Refuerzo superficial en vigas.



### 2.2.3.3.9. Flexión y carga axial

#### 2.2.3.3.9.1. Principios y requisitos generales

El diseño de las secciones transversales sometidas a flexión, carga axial, o a la combinación de ambas (flexocompresión) debe basarse en el equilibrio y la compatibilidad de deformaciones.

La condición de falla balanceada se produce en una sección transversal cuando el refuerzo en tracción alcanza la deformación unitaria correspondiente a  $f_y$  al mismo tiempo que el concreto en compresión alcanza su deformación unitaria máxima utilizable  $\epsilon_{cu}$  de 0,003. Este criterio es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él.

En elementos no preesforzados sujetos a flexión o flexocompresión en los cuales  $\phi P_n$  sea menor que  $0,1 f'c A_g$ , el refuerzo de acero en tracción no deberá exceder de  $0,75 A_{sb}$ , donde  $A_{sb}$  es la cantidad de acero en tracción que produce la falla balanceada en la sección, definida anteriormente.

En elementos con refuerzo en compresión, la porción de  $A_{sb}$  equilibrada por el refuerzo en compresión no deberá reducirse mediante el factor 0,75 estipulado en el párrafo anterior.

#### 2.2.3.3.9.2. Distancia entre los apoyos laterales de elementos sometidos a flexión

La separación entre los apoyos laterales de una viga no debe exceder de 50 veces el menor ancho  $b$  del ala o cara en compresión.

#### 2.2.3.3.9.3. Refuerzo mínimo en elementos sometidos a flexión

En cualquier sección de un elemento estructural, excepto en zapatas y losas macizas, sometido a flexión, donde por el análisis se requiera refuerzo de acero en tracción, el área de acero que se proporcione será la necesaria para que la resistencia de diseño de la sección sea por lo menos 1,2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta  $M_{cr}$  ( $\phi M_n \geq 1,2 M_{cr}$ ), donde:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{Y_t} \quad f_r = 0,62 \sqrt{f'_c}$$

El área mínima de refuerzo por tracción de las secciones rectangulares y de las secciones T con el ala en compresión, no será menor de:

$$A_{s \min} = \frac{0,22 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

No es necesario satisfacer los requisitos de 10.5.1 y 10.5.2, si en cada sección del elemento el área de acero en tracción proporcionada es al menos un tercio superior a la requerida por análisis.

#### 2.2.3.3.9.4. Límites del refuerzo de elementos a compresión

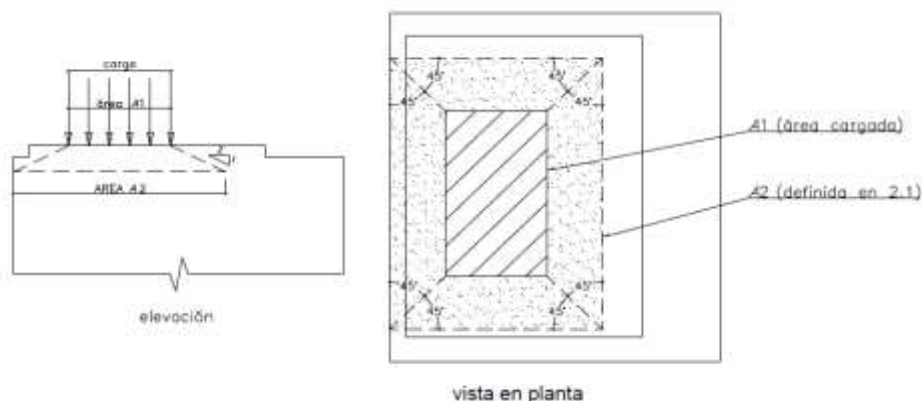
El área de refuerzo longitudinal total,  $A_{st}$ , para elementos en compresión no compuestos no debe ser menor que 0,01 ni mayor que 0,06 veces el área total,  $A_g$ , de la sección transversal.

El número mínimo de barras longitudinales en elementos sometidos a compresión debe ser de cuatro para barras dentro de estribos circulares o rectangulares, tres para barras dentro de estribos triangulares y seis para barras rodeadas por espirales.

#### 2.2.3.3.9.5. Resistencia al aplastamiento

La resistencia de diseño al aplastamiento del concreto no debe exceder  $\phi$  ( $0,85 f'_c A_1$ ) excepto cuando la superficie de soporte sea más ancha en todos los lados que el área cargada. En este caso se permite que la resistencia de diseño al aplastamiento en el área cargada se multiplique por  $A_2 / A_1$ , pero no más que 2. Ver Imagen 2.

Imagen 2, Resistencia al Aplastamiento.



#### 2.2.3.3.9.6. Flexión Biaxial

Se podrá usar la siguiente ecuación aproximada, aplicable a columnas cuadradas o rectangulares con armadura longitudinal simétrica.

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_{on}}$$

Donde:

- $P_n$  es la resistencia nominal a carga axial en flexión biaxial.
- $P_{nx}$  es la resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en X ( $e_y = 0$ ).
- $P_{ny}$  es la resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en Y ( $e_x = 0$ ).
- $P_{on}$  es la resistencia nominal bajo la acción de carga axial únicamente ( $e_x = e_y = 0$ ) que se calcula mediante:  $0,85 f'c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$
- La ecuación anterior es válida para valores de  $P_u \geq 0,1 \phi P_{on}$ ; para valores menores de la carga axial  $P_u$ , se usará la siguiente ecuación:

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1.0$$

Donde  $\phi M_{nx}$  y  $\phi M_{ny}$  son las resistencias de diseño de la sección con respecto a los ejes X e Y respectivamente.

### 2.2.3.3.10. Cortante y torsión

#### 2.2.3.3.10.1. Resistencia al corte

El diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante debe estar basado en la siguiente ecuación:

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde  $V_n$  es la fuerza cortante amplificada en la sección considerada y  $V_n$  es la resistencia nominal a la cortante calculada mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

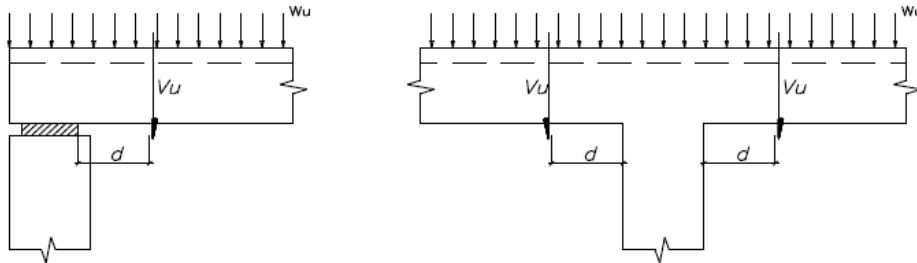
En la ecuación anterior,  $V_c$  es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto,  $V_s$  es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Al determinar  $V_c$ , y cuando sea aplicable, deben incluirse los efectos de tracción axial debida al flujo plástico y retracción en elementos restringidos y los efectos de la compresión inclinada por flexión en los elementos de altura variable. En elementos de peralte variable, la fuerza cortante interna en cualquier sección, aumenta o disminuye debido a la componente vertical de la resultante de los esfuerzos de compresión por flexión o de la componente vertical de la resultante de las fuerzas de tracción por flexión en el acero de refuerzo.

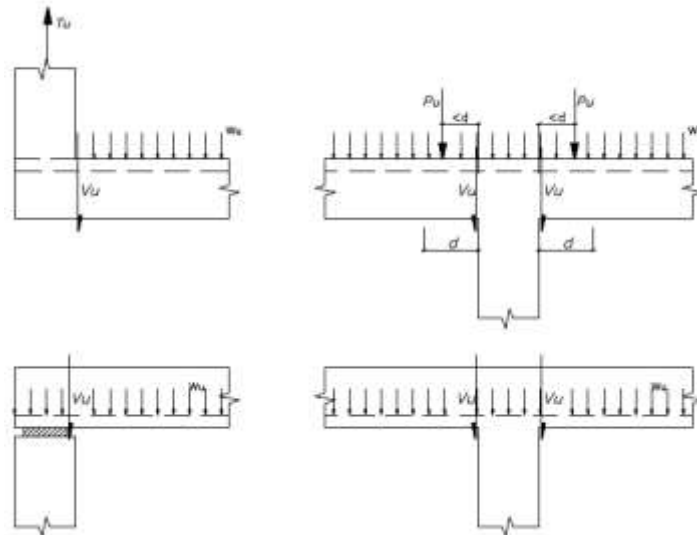
Los valores de  $f'c^{1/2}$ , usados en este apartado, no deben exceder de 8,3 MPa.

Para elementos no pre esforzados, se permite diseñar las secciones localizadas a una distancia menor a  $d$ , medida desde la cara del apoyo, para la fuerza cortante  $V_u$  calculada a la distancia  $d$  de la cara del apoyo). Ver imagen 3.

*Imagen 3, Condiciones de apoyo y de aplicación para reducir fuerza cortante-part1.*



*Imagen 4, Condiciones de apoyo y de aplicación para reducir fuerza cortante-part2.*



### 2.2.3.3.10.2. Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no pre-esforzados

La resistencia nominal proporcionada por el concreto,  $V_c$ , debe calcularse según las disposiciones siguientes, a menos que se haga un cálculo más detallado.

Para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión:

$$V_c = 0,53 \sqrt{f_c} b w d$$

Para elementos sometidos a compresión axial  $N_u$ :

$$V_c = 0,53 \sqrt{f_c} \left( 1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) b w d$$

Para elementos sometidos a tracción axial significativa,  $V_c$  debe tomarse como cero a menos que se haga un análisis más detallado.

### 2.2.3.3.10.3. Resistencia proporcionada por el refuerzo de cortante

Se permite utilizar como refuerzo de cortante:

- a) Estribos perpendiculares al eje del elemento.
- b) Refuerzo electro soldado con alambres perpendiculares al eje del elemento.
- c) Espirales.

Para elementos no pre-esforzados, también se permite utilizar como refuerzo de cortante:

- a) Estribos que formen un ángulo de  $45^\circ$  o más con el refuerzo longitudinal de tracción.
- b) Barras dobladas, consistentes en refuerzo longitudinal con una parte doblada que forme un ángulo de  $30^\circ$  o más con el refuerzo longitudinal de tracción.
- c) Combinaciones de estribos y refuerzo longitudinal doblado.

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder de  $d/2$  en elementos de concreto no pre-esforzado, de  $0,75h$  en elementos pre-esforzados, ni de 600 mm en ambos casos.

### 2.2.3.3.10.4. Refuerzo mínimo de cortante

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante,  $A_v \min$ , en todo elemento de concreto armado sometido a flexión (pre-esforzado y no pre-esforzado) donde  $V_u$  exceda de  $0,5 \phi V_c$ , excepto en:

- a) Losas y zapatas.
- b) Losas nervadas y aligerados de concreto con viguetas definidas en 8.11.
- c) Vigas con un peralte  $h$  menor o igual que el mayor de los siguientes valores: 250 mm, 2,5 veces el espesor del ala y 0,5 veces el ancho del alma.

Cuando se requiera refuerzo de cortante por análisis y cuando se permita que la torsión sea despreciada,  $A_v \min$  para elementos no pre-esforzados se debe calcular mediante:

$$A_v \min = 0,2 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_y t}$$

Pero no debe ser menor que  $3,5 b_w s / f_y t$ .

### 2.2.3.3.10.5. Diseño de refuerzo para cortante

Donde la fuerza cortante  $V_u$  exceda de  $\phi V_c$ , el refuerzo para cortante debe proporcionarse de acuerdo con las ecuaciones anteriores, y  $V_s$  debe calcularse de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Cuando se utilice refuerzo de cortante perpendicular al eje del elemento:

$$V_s = \frac{A_v f_y t d}{s}$$

$A_v$  es el área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento  $s$ , proporcionada por la suma de las áreas de las ramas de los estribos ubicados en el alma.

### 2.2.3.3.10.6. Estribos adicionales en vigas que reciben otras vigas

Cuando una carga concentrada se transmite a una viga principal a través de vigas secundarias que llegan a sus caras laterales, se tomará en cuenta su efecto sobre la tracción diagonal del elemento principal cerca de la unión, para lo cual se deberá colocar refuerzo transversal de suspensión en la zona de intersección de las vigas, en la viga principal (Figura 2.4.).

El refuerzo de suspensión estará constituido por estribos cerrados de altura total y deberán proveer una resistencia en tracción en la cara de apoyo de acuerdo con:

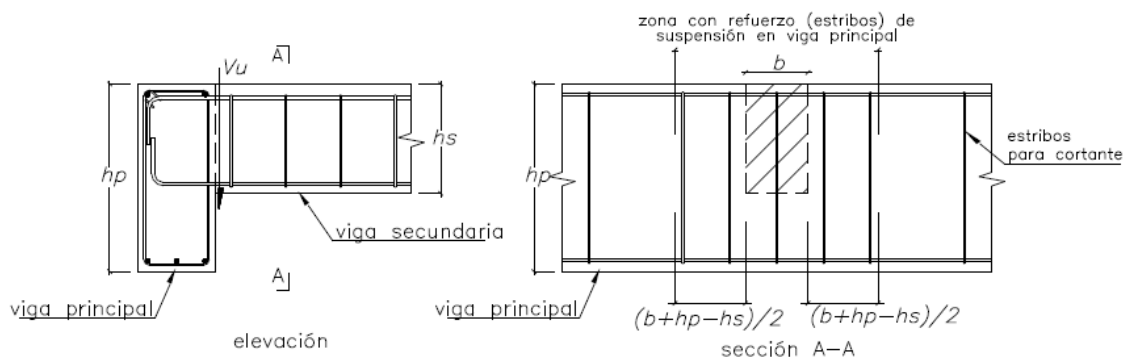
$$\phi A_h f_y \geq V_u \frac{h_s}{h_p}$$

$V_u$  es la fuerza cortante en la viga secundaria en la cara de encuentro,  $A_h$  es el área del refuerzo de suspensión adyacente a la cara de la viga de soporte (principal),  $h_s$  y  $h_p$  son los peraltes de las vigas secundaria y principal respectivamente y  $\phi = 0,85$ .

El refuerzo calculado,  $A_h$ , es adicional al necesario por fuerza cortante y torsión en la viga principal, y se colocará en ella en la longitud indicada en la Figura 2.4.

El refuerzo longitudinal inferior de la viga secundaria deberá colocarse por encima del refuerzo longitudinal inferior de la viga principal, y deberá anclarse adecuadamente en ella.

Imagen 5, Refuerzo de suspensión.



### 2.2.3.3.11. Empalmes de barras longitudinales

#### 2.2.3.3.11.1. Empalmes de alambres y barras corrugadas a tracción

La longitud mínima del empalme por traslape en tracción debe ser la requerida para empalmes por traslape Clases A o B, pero no menor que 300 mm, donde:

Empalme por traslape Clase A \_\_\_\_\_ 1,0  $l_d$

Empalme por traslape Clase B \_\_\_\_\_ 1,3  $l_d$

Los empalmes por traslape de alambres y barras corrugadas sometidas a tracción deben ser empalmes por traslape Clase A o Clase B de acuerdo con la Tabla 2.3.

Tabla 3, Empalmes por traslape en tracción.

$\frac{A_s \text{ proporcionado}}{A_s \text{ requerido}}$ (*)	Porcentaje máximo de $A_s$ empalmado en la longitud requerida para dicho empalme	
	50	100
Igual o mayor que 2	Clase A	Clase B
Menor que 2	Clase B	Clase B

Los empalmes deben estar escalonados a distancias no menores de 600 mm.

#### 2.2.3.3.11.2. Empalmes de alambres y barras corrugadas a compresión

La longitud de un empalme por traslape en compresión,  $l_{dc}$ , debe ser de  $0,071 f_y db$ , para  $f_y$  igual a 4200 Kg/cm<sup>2</sup> menor, ó  $(0,13 f_y - 24) db$  para  $f_y$  mayor que 4200 Kg/cm<sup>2</sup>, pero no debe ser menor que 300 mm.

#### 2.2.3.3.11.3. Empalmes por traslape en columnas

Cuando el esfuerzo en las barras debido a las cargas amplificadas es de compresión, los empalmes por traslape deben cumplir con los dispuesto anteriormente.

Cuando el esfuerzo en las barras debido a las cargas amplificadas es de tracción y no excede  $0,5 f_y$ , los empalmes por traslape por tracción deben ser Clase B si más de la mitad de las barras se empalman en alguna sección, o de Clase A si no más de la mitad de las barras están empalmadas por traslape en ninguna sección y los empalmes están escalonados como mínimo una distancia  $l_d$ .

Cuando el esfuerzo en las barras debido a las cargas amplificadas es mayor que  $0,5 f_y$  en tracción, los empalmes por traslape por tracción deben ser Clase B.

### **2.2.3.3.12. Zapatas**

#### **2.2.3.3.12.1. Cargas y reacciones**

Las zapatas deben diseñarse para resistir las cargas amplificadas (Diseño por Resistencia) y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos de diseño apropiados del **RNE**.

#### **2.2.3.3.12.2. Zapatas que soportan columnas o pedestales de forma circular o de polígono regular**

Para la localización de las secciones críticas para momentos, cortantes, y longitud de desarrollo del refuerzo en las zapatas, se permite considerar las columnas o pedestales de concreto de forma circular o de polígono regular como elementos cuadrados con la misma área.

#### **2.2.3.3.12.3. Momentos flectores en zapatas**

El momento flector en cualquier sección de una zapata debe determinarse pasando un plano vertical a través de la zapata, y calculando el momento de las fuerzas que actúan sobre el área total de la zapata que quede a un lado de dicho plano vertical.

#### **2.2.3.3.12.4. Peralte mínimo de zapatas**

La altura de las zapatas, medida sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 300 mm para zapatas apoyadas sobre el suelo, ni menor de 400 mm en el caso de zapatas apoyadas sobre pilotes. El peralte de la zapata deberá ser compatible con los requerimientos de anclaje de las armaduras de las columnas, pedestales y muros que se apoyen en la zapata.

#### **2.2.3.3.12.5. Zapatas combinadas y losas de cimentación**

Las zapatas que soporten más de una columna, pedestal o muro (zapatas combinadas y losas de cimentación) deben diseñarse para resistir las cargas amplificadas y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos de diseño apropiados establecidos en el **RNE**.

La distribución de la presión del terreno bajo zapatas combinadas y losas de cimentación debe ser consistentes con las propiedades del suelo y la estructura y con los principios establecidos de mecánica de suelos.

### **2.2.3.3.13. Disposiciones especiales para el diseño sísmico**

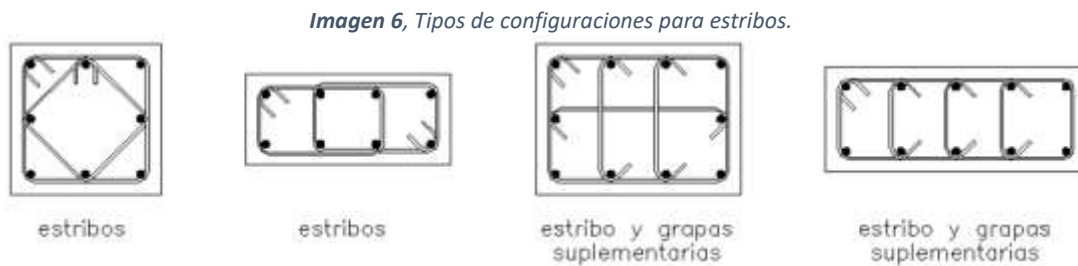
#### **2.2.3.3.13.1. Definiciones**

##### **Diafragmas estructurales**

Elementos estructurales, tales como las losas de piso, que transmiten las fuerzas de inercia a los elementos del sistema de resistencia sísmica.

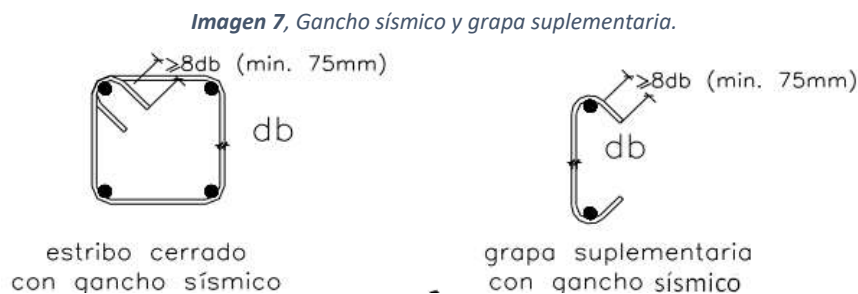
## Estribo de confinamiento

Un estribo cerrado de diámetro no menor de 8 mm. El confinamiento puede estar constituido por un estribo cerrado en el perímetro y varios elementos de refuerzo, pero todos ellos deben tener en sus extremos ganchos sísmicos que abracen el refuerzo longitudinal y se proyecten hacia el interior de la sección del elemento. Las espirales continuas enrolladas alrededor del refuerzo longitudinal también cumplen función de confinamiento.



### - Gancho sísmico

Es el gancho que debe formarse en los extremos de los estribos de confinamiento y grapas suplementarias. Consiste en un doblado de  $135^\circ$  o más. Los ganchos deben tener una extensión de 8 veces el diámetro de la barra, pero no menor a 75 mm, que abraza el refuerzo longitudinal y se proyecta hacia el interior de la sección del elemento.



### 2.2.3.3.13.2. Análisis y diseño de elementos estructurales

Debe tenerse en cuenta en el análisis la interacción de todos los elementos estructurales y no estructurales que afecten la respuesta lineal y no lineal de la estructura frente a los movimientos sísmicos.

Los elementos estructurales situados por debajo del nivel basal de la estructura y que se requieren para transmitir a la cimentación las fuerzas resultantes de los efectos sísmicos, deben cumplir también con las disposiciones de este análisis.

#### **2.2.3.3.13.3. Concreto en elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo**

La resistencia especificada a la compresión del concreto,  $f'_c$ , no debe ser menor que  $210 \text{ kg/m}^2$ .

La resistencia especificada a la compresión del concreto,  $f'_c$ , no debe ser mayor que  $550 \text{ kg/m}^2$ .

#### **2.2.3.3.13.4. Refuerzo de acero para elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo**

El refuerzo de acero longitudinal y transversal en todos los elementos con responsabilidad sísmica será corrugado y deberá cumplir con las disposiciones de ASTM A 706M. Se permite el empleo de acero de refuerzo ASTM A 615M, grados 280 y 420, en estos elementos siempre y cuando:

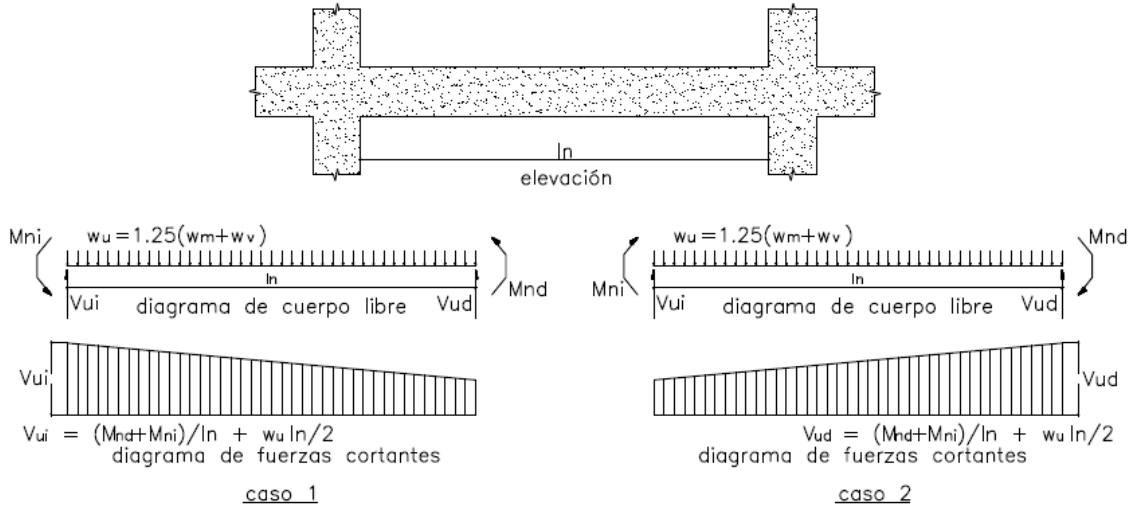
- a) La resistencia real a la fluencia (obtenida en ensayos de laboratorio) no sea mayor que el esfuerzo de fluencia especificado  $f_y$ , en más de 125 MPa;
- b) La relación entre la resistencia de tracción ( $f_u$ ) y el esfuerzo de fluencia ( $f_y$ ), medida en el laboratorio, no sea menor de 1,25.

#### **2.2.3.3.13.5. Requisitos para vigas y columnas**

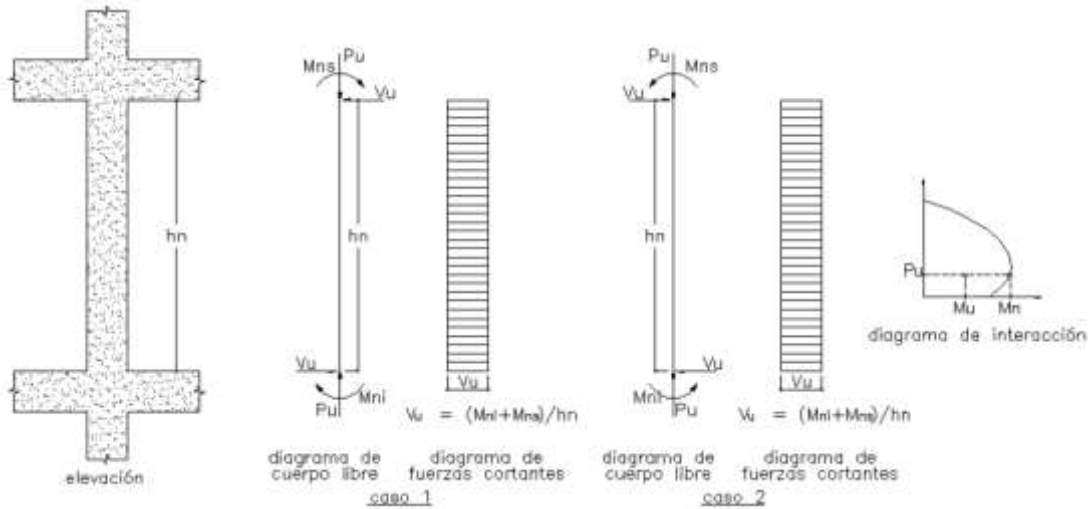
La fuerza cortante de diseño  $V_u$  de las vigas y columnas que resistan efectos sísmicos, no debe ser menor que el menor valor obtenido de (a) y (b):

- a) La suma del cortante asociado con el desarrollo de los momentos nominales ( $M_n$ ) del elemento en cada extremo restringido de la luz libre y el cortante isostático calculado para las cargas de gravedad tributarias amplificadas. En los elementos en flexocompresión los momentos nominales en los extremos de la luz libre del elemento, estarán asociados a la fuerza axial  $P_u$  que dé como resultado el mayor momento nominal posible.
- b) El cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño con un factor de amplificación para los valores del sismo igual a 2,5.

**Imagen 8, Fuerza cortante de diseño de vigas.**



**Imagen 9, Fuerza cortante de diseño de columnas**



### 2.2.3.3.13.6. Elementos en flexión (vigas)

Deberá existir refuerzo continuo a todo lo largo de la viga, constituido por dos barras tanto en la cara superior como en la inferior, con un área de acero no menor de la especificada anteriormente ( $A_{s_{min}}$  vigas).

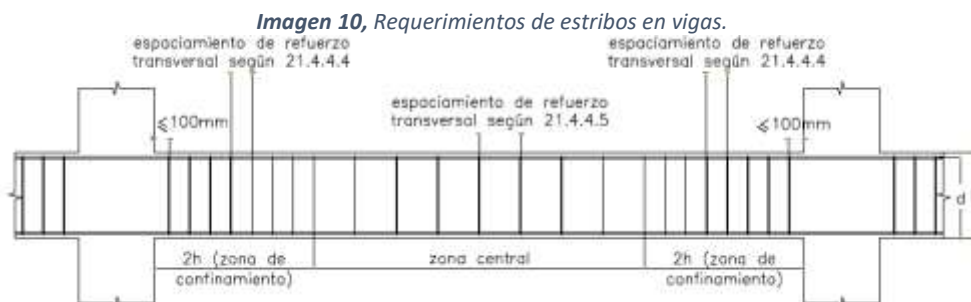
No deberán hacerse empalmes traslapados dentro de una zona localizada a dos veces el peralte del elemento, medida desde la cara del nudo.

La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que un tercio de la resistencia a momento negativo provista en dicha cara. La resistencia a momento negativo y positivo en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento debe ser mayores de un cuarto de la máxima resistencia a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.

En ambos extremos del elemento deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo

cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 100 mm de la cara del elemento de apoyo. Los estribos serán como mínimo de 8 mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de (a), (b), (c) y (d):

- a)  $d/4$ , pero no es necesario que el espaciamiento sea menor de 150 mm.
- b) Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
- c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento;
- d) 300 mm.



#### 2.2.3.3.13.7. Elementos en flexocompresión (columnas)

La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6%. Cuando la cuantía exceda de 4% los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna.

En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento  $S_0$  por una longitud  $L_0$  medida desde la cara del nudo. Los estribos serán como mínimo de 8 mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.

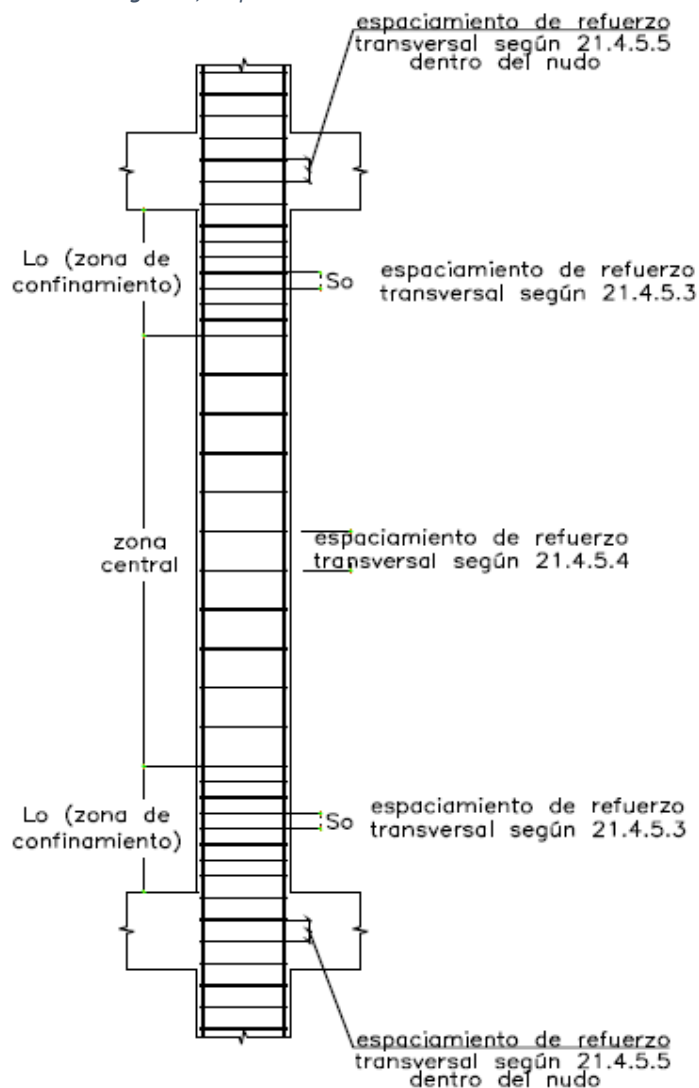
El espaciamiento  $S_0$  no debe exceder al menor entre (a), (b) y (c):

- a) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
- b) La mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento;
- c) 100 mm.

La longitud  $L_0$  no debe ser menor que el mayor entre (d), (e) y (f):

- d) Una sexta parte de la luz libre del elemento.
- e) La mayor dimensión de la sección transversal del elemento.
- f) 500 mm.

Imagen 11, Requerimientos de estribos en columnas.



#### 2.2.3.4. Configuración estructural de pórticos resistentes a momento en acero

##### 2.2.3.4.1. Análisis y diseño, consideraciones generales

###### 2.2.3.4.1.1. Definición de acero estructural

Se refiere a aquellos elementos de acero de sistemas estructurales de pórticos y reticulados que sean parte esencial para soportar las cargas de diseño. Se entiende como este tipo de elementos a: vigas, columnas, puntales, bridas, montantes, y otros que intervienen en el sistema estructural de los edificios en acero. Para el diseño de secciones dobladas en frío o perfiles delgados, se recomienda utilizar las normas del Instituto Americano de Hierro y Acero, en inglés, *American Iron and Steel Institute (AISI)*.

###### 2.2.3.4.1.2. Tipo de construcción

Tipo 1, comúnmente denominado pórtico rígido (pórtico continuo), el cual asume que las conexiones entre vigas y columnas son suficientemente rígidas para mantener sin cambios los ángulos entre elementos que se interceptan.

El diseño de conexiones debe ser consistente con lo asumido en cada tipo de sistema estructural, y debe plasmarse en los planos de diseño.

#### **2.2.3.4.1.3. Acero estructural**

- Acero estructural, ASTM A36 (AASHTO M270 Grado 36)
- Tubos redondos de acero negro y galvanizado, soldados y sin costura, ASTM A53, Gr. B.
- Acero de alta resistencia y baja aleación, ASTM A242 - Tubos estructurales de acero al carbono, doblados en frío, soldados y sin costura, ASTM A500. - Tubos estructurales de acero al carbono, doblados en caliente, soldados y sin costura, ASTM A501.
- Planchas de acero aleado, templado y revenido, de alta resistencia, adecuadas para soldadura, ASTM A514 (AASHTO M270 Grado 100 y 100W).
- Acero al Carbono – Manganeso, de alta resistencia, de calidad estructural, ASTM A529.
- Planchas y flejes de acero al carbono, laminadas en caliente, de calidad estructural, ASTM A570, Gr. 275, 310 y 345.
- Acero de alta resistencia y baja aleación al niobio - vanadio, de calidad estructural, ASTM A572 (AASHTO M270 Grado 50).
- Acero estructural de alta resistencia y baja aleación, con un límite de fluencia mínimo de 345 MPa, de hasta 100 mm de espesor, ASTM A588 (AASHTO M270 Grado 50W).
- Planchas y flejes de acero de alta resistencia y baja aleación, laminadas en caliente y laminadas en frío, con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, ASTM A606.
- Planchas y flejes de acero de alta resistencia y baja aleación, con Niobio o Vanadio o ambos, laminadas en caliente y laminadas en frío, ASTM A607.
- Tubos estructurales de alta resistencia y baja aleación, soldados y sin costura, formados en caliente, ASTM A618.
- Planchas de acero estructural de baja aleación, templado y revenido, con límite de fluencia mínimo de 485 MPa, de hasta 100 mm de espesor, ASTM A852 (AASHTO M270 Grado 70W).
- Acero estructural para puentes, ASTM A709 Grado 36, 50, 50W, 70W, 100 y 100W.

#### **2.2.3.4.1.4. Cargas, factores de carga, y combinaciones de carga**

Las siguientes cargas nominales deben ser consideradas:

- **D:** Carga muerta debida al peso propio de los elementos y los efectos permanentes sobre la estructura.
- **L:** Carga viva debida al mobiliario y ocupantes.
- **L:** Carga viva en las azoteas.
- **W:** Carga de viento.
- **S:** Carga de nieve.
- **E:** Carga de sismo de acuerdo a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- **R:** Carga por lluvia o granizo.

La resistencia requerida de la estructura y sus elementos debe ser determinada para la adecuada combinación crítica de cargas factorizadas. El efecto crítico puede ocurrir cuando una o más cargas no estén actuando. Para la aplicación del método LRFD, las siguientes combinaciones deben ser investigadas:

- 1.4 D
- 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (L<sub>r</sub> o S o R)
- 1.2 D + 21.6 (L<sub>r</sub> o S o R) + (0.5 L o 0.8 W)
- 1.2 D + 1.3W + 0.5 L + 0.5 (L<sub>r</sub> o S o R)
- 1.2 D +- 1.0 E + 0.5 L + 0.2 S
- 0.9 D +- (1.3 W o 1.0 E)
- 

En las combinaciones 3, 4, y 5 el factor de cargas para L debe ser considerado como 1,0 en el caso de estacionamientos, auditorios y todo lugar donde la carga viva sea mayor a 4800 Pa. Para la aplicación del método ASD las cargas se combinarán con factores iguales a 1,0, la sollicitación sísmica se debe considerar dividida entre 1,4 y no se considerará que el viento y sismo actúan simultáneamente.

#### **2.2.3.4.2. Bases de diseño**

##### **2.2.3.4.2.1. Resistencia requerida**

La resistencia requerida de los elementos estructurales y sus conexiones debe ser determinada mediante un análisis estructural para las cargas que actúan sobre la estructura, combinadas según los factores anteriormente descritos.

##### **2.2.3.4.2.2. Estados límites**

El diseño de una estructura debe asegurar que ningún estado límite pertinente sea excedido por la aplicación de las combinaciones de cargas externas.

Los estados límites de resistencia están relacionados con la seguridad y tratan de la capacidad de carga máxima. Los estados límites de servicio están relacionados con el comportamiento frente a cargas normales de servicio.

##### **2.2.3.4.2.3. Diseño por condiciones de resistencia**

Para el método LRFD la resistencia de diseño de cada sistema o componente estructural deberá ser igual o mayor a la resistencia requerida por las cargas factorizadas.

La resistencia de diseño  $\phi R$  para cada estado límite se calculará multiplicando la resistencia nominal  $R$  por el factor de resistencia  $\phi$ .

La resistencia requerida se determinará para cada combinación de carga aplicable como se indica en la Sección 1.4. Las resistencias nominales  $R$  y factores de resistencia  $\phi$  se presentarán más adelante.

### 2.2.3.4.3. Requisitos de diseño

#### 2.2.3.4.3.1. Pandeo local

Las secciones de acero se clasifican en compactas, no-compactas y esbeltas. Para que una sección clasifique como compacta, sus alas deben estar conectadas en forma continua al alma o almas y las relaciones ancho/espesor de sus elementos en compresión no deben exceder los límites de las relaciones ancho /espesor  $\lambda_p$  que se presentan en la tabla de la norma E.090 del **RNE**. Las secciones que no clasifiquen como compactas serán calificadas como no-compactas siempre que las relaciones ancho /espesor de sus elementos en compresión no excedan los límites para secciones no-compactas  $\lambda_r$  de la Tabla 2.5.1. Si las relaciones ancho /espesor de algún elemento, sobrepasan los valores  $\lambda_r$  de la tabla de la norma E.090 del **RNE**, la sección será clasificada como esbelta en compresión.

Los elementos no rigidizados de una sección son aquellos que son soportados en un solo borde paralelo a la dirección de la fuerza de compresión, y su ancho se tomara como sigue:

- a) Para alas de perfiles en forma de I y T, el ancho  $b$  es la mitad del ancho total del ala  $f b$ .
- b) Para lados de ángulos y alas de canales y perfiles en forma de z, el ancho  $b$  es toda la dimensión nominal.
- c) Para planchas, el ancho  $b$  es la distancia del borde libre a la primera fila de conectores o línea de soldadura.
- d) Para el alma de perfiles en forma de T,  $d$  es todo el peralte nominal.

Los elementos rigidizados de una sección son aquellos que son soportados a lo largo de dos bordes paralelos a la dirección de la fuerza de compresión, y su ancho se tomará como sigue:

- a) Para el alma de secciones laminadas o formadas,  $h$  es la distancia libre entre alas menos el filete o radio en la esquina de cada ala, y  $c h$  es el doble de la distancia del centroide a la cara interior del ala en compresión menos el filete o radio de la esquina.
- b) Para el alma de secciones armadas,  $h$  es la distancia entre líneas adyacentes de conectores o la distancia libre entre alas cuando se emplea soldadura, y  $c h$  es el doble de la distancia del centroide a la línea más cercana de conectores en el ala en compresión o a la cara interior del ala en compresión cuando se emplea soldadura.
- c) Para las planchas de ala o de diafragma en secciones armadas, el ancho  $b$  es la distancia entre líneas adyacentes de conectores o líneas de soldadura.
- d) Para las alas de las secciones estructurales rectangulares huecas, el ancho  $b$  es la distancia libre entre almas menos el radio de la esquina interior en cada lado.

Si no se conoce el radio interior se puede tomar el ancho como el ancho total de la sección menos tres veces el espesor.

Para alas de espesores variables de secciones laminadas, el espesor es el valor nominal en el punto medio entre el borde libre y la cara del alma.

#### **2.2.3.4.3.2. Pórticos**

##### **2.2.3.4.3.2.1. Pórticos arriostrados**

En armaduras y pórticos donde la estabilidad lateral la proporcionan arriostres diagonales, muros de corte o sistemas equivalentes, el factor K de longitud efectiva para los elementos de compresión debe tomarse como la unidad, a menos que un análisis estructural muestre que puede usarse un valor menor.

Debe verificarse mediante un análisis estructural, que el sistema de arriostamiento vertical para un pórtico arriostrado de varios pisos sea adecuado para prevenir que la estructura pandee y mantenga su estabilidad lateral, incluyendo los efectos de volteo por desplazamiento lateral.

##### **2.2.3.4.3.2.2. Pórticos no arriostrados**

En los pórticos donde la estabilidad lateral depende de la rigidez a flexión de las vigas y columnas rígidamente conectadas, el factor K de longitud efectiva para los elementos en compresión deberá determinarse por el análisis estructural. Los efectos desestabilizadores de las columnas con cargas de gravedad cuyas conexiones simples al pórtico no proporcionan resistencia a las cargas laterales deberán incluirse en el diseño de las columnas del pórtico resistente a momentos. Se permite el ajuste de la reducción de la rigidez debido al comportamiento inelástico de las columnas.

El análisis de la resistencia requerida para los pórticos no arriostrados de varios pisos incluirá los efectos de la inestabilidad del pórtico y la deformación axial de las columnas bajo las cargas amplificadas

##### **2.2.3.4.3.2.3. Resistencia de diseño en tracción**

La resistencia de diseño de elementos en tracción  $\phi_t P_n$  debe ser el menor valor obtenido de acuerdo a los estados límites de fluencia en el área total y de rotura en el área neta.

a) Para fluencia en el área total:

$$\begin{aligned}\phi_t &= 0,90 \\ P_n &= F_y A_g\end{aligned}$$

b) Para rotura en el área neta:

$$\begin{aligned}\phi_t &= 0,75 \\ P_n &= F_u A_e\end{aligned}$$

Donde:

- $A_e$  = área neta efectiva.
- $A_g$  = área total del elemento.
- $F_y$  = esfuerzo mínimo de fluencia especificado.
- $F_u$  = resistencia mínima a la tracción especificada.
- $P_n$  = resistencia axial nominal.

#### 2.2.3.4.3.2.4. Longitud efectiva para elementos en compresión

El factor de longitud efectiva K deberá determinarse de acuerdo a los especificado anteriormente, en el apartado de pórticos arriostrados y no arriostrados.

#### 2.2.3.4.3.2.5. Resistencia de diseño en compresión para pandeo por flexión

La resistencia de diseño para pandeo por flexión en miembros comprimidos en los que sus elementos tienen una relación ancho - espesor menor a  $\lambda_r$  es  $\phi_c P_n$  donde:

$$\phi_c = 0,85$$

$$P_n = A_g F_{cr}$$

a) Para  $\lambda_c \leq 1,5$

$$F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) F_y$$

b) Para  $\lambda_c > 1,5$

$$F_{cr} = \left( \frac{0,877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

Donde:

$$\lambda_c = \frac{Kl}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

- $A_g$  = área total del miembro
- $F_y$  = esfuerzo de fluencia especificada.
- $E$  = módulo de Elasticidad.
- $K$  = factor de longitud efectiva
- $l$  = longitud lateralmente no arriostrada.
- $r$  = radio de giro respecto del eje de pandeo.

#### 2.2.3.4.3.3. Conexiones

##### 2.2.3.4.3.3.1. Bases de diseño

Las conexiones están formadas por las partes involucradas de los miembros que conectan (p. ej. Las almas de las vigas), los elementos de conexión (p. ej. Planchas de nudo, ángulos, cartelas), y los conectores (soldadura, pernos). Estos componentes deben ser dimensionados de manera que su resistencia iguale o exceda la determinada por el análisis estructural para las cargas actuantes en la estructura o una proporción especificada de la capacidad de los elementos conectados, la que sea adecuada.

#### **2.2.3.4.3.3.2. Conexiones simples**

Salva que en los planos aparezca una indicación en contrario, las conexiones de vigas o armaduras deben de diseñarse como flexibles para resistir solamente las reacciones de corte. Las conexiones flexibles de las vigas deben permitir los giros de ellas como simplemente apoyadas. Para cumplir esto, se permite una deformación inelástica limitada.

#### **2.2.3.4.3.3.3. Conexiones de momento**

Las conexiones de vigas o armaduras restringidas en sus extremos, deben diseñarse para la acción combinada de fuerzas resultantes de la acción de cortantes y momentos inducidos por la rigidez de las conexiones.

#### **2.2.3.4.3.3.4. Resistencia mínima de conexiones**

Excepto para elementos secundarios, como enlaces o arriostres de viguetas o viguetas de revestimientos, las conexiones que transmiten esfuerzos de diseño deberán ser diseñadas para soportar una carga amplificada no menos de 45 kN para el método **LRFD**.

Las conexiones en los extremos de elementos en tracción o compresión de armaduras deben transmitir las fuerzas debidas a cargas de diseño, pero no menos del 50% de la resistencia efectiva del elemento, a menos que se justifique un porcentaje menor por un análisis de ingeniería que considere otros factores como el manipuleo, transporte, y montaje.

#### **2.2.3.4.3.3.5. Ubicación de soldadura y pernos**

Los grupos de soldaduras o de pernos en los extremos de cualquier elemento que transmitan fuerzas axiales a ese elemento, serán ubicados de manera que el centro de gravedad del grupo coincida con el centro de gravedad del elemento, a menos que se tome en cuenta la excentricidad en el diseño. La consideración anterior no es aplicable a las conexiones de extremo de ángulos simples, ángulos dobles, y elementos similares sometidos a cargas estáticas.

#### **2.2.3.4.3.3.6. Soldaduras acanaladas**

El área efectiva de las soldaduras acanaladas debe considerarse como la longitud efectiva de la soldadura multiplicada por el espesor de la garganta efectiva.

La longitud efectiva de una soldadura acanalada será el ancho de la parte unida.

El espesor de la garganta efectiva de una soldadura acanalada de penetración total será el espesor de la parte más delgada a unir.

El espesor de la garganta efectiva de una soldadura acanalada de penetración parcial será como se muestra en la Tabla 5.0

El espesor de la garganta efectiva de una soldadura acanalada abocinada cuando se nivela a la superficie de una barra o a un doblado de 90° en secciones dobladas será como se muestra en la Tabla 6.0. Un muestreo aleatorio de las soldaduras producidas por cada procedimiento o las que se exijan en los planos, se tomarán para verificar que se obtiene la garganta efectiva.

Se permiten tamaños mayores de la garganta efectiva que los que aparecen en la Tabla 6.0., siempre que el fabricante pueda justificar consistentemente por calificación estos valores. La calificación consistirá en seccionar la soldadura normalmente a su eje en los extremos y en la parte central. Este seccionamiento se hará en un número de combinaciones de tamaño de material que sea representativo del rango a usarse en la fabricación o como se exija por el proyectista.

El espesor mínimo de la garganta efectiva de una soldadura acanalada de penetración parcial se presenta en la Tabla 7.0. El tamaño de la soldadura está determinado por la parte más gruesa a unir, excepto que el tamaño de la soldadura no necesita exceder el espesor de la parte más delgada cuando un mayor tamaño es requerido por los cálculos. En caso de esta excepción, debe tenerse particular cuidado de que se aplique un precalentamiento suficiente que asegure la calidad de la soldadura.

*Tabla 4, Espesor de garganta efectiva para soldadura de penetración parcial.*

Proceso de soldadura	Posición de soldadura	Angulo incluido en la raíz del canal	Espesor de garganta efectiva
Arco metálico protegido (SMAW) Arco sumergido (SAW)	Todas	Junta en $J$ ó $U$	Espesor del bisel
Arco protegido con gas externo (GMAW)		Bisel o junta en $V > 60^\circ$	
Arco con alambre tubular (FCAW)		Bisel o junta en $V < 60^\circ$ pero $> 45^\circ$	Espesor del bisel menos 3 mm

*Tabla 5, Espesor de garganta efectiva de soldadura acanalada abocinada.*

Tipo de soldadura	Radio (R) de la barra o doblado	Espesor de garganta efectiva
Canal biselado abocinado	Todos	5/16 R
Canal en V abocinado	Todos	1/2 R [a]
[a] Usar 3/8 R para la soldadura de arco protegida con gas externo (GMAW) (excepto para el proceso de transferencia por corto circuito) cuando $R \geq 25$ mm.		

*Tabla 6, Espesor mínimo de garganta efectiva de soldadura de penetración parcial.*

Espesor de la parte unida más gruesa (en mm)	Espesor mínimo de la garganta efectiva [a] (mm)
Hasta 6 inclusive	3
Sobre 6 a 13	5
Sobre 13 a 19	6
Sobre 19 a 38	8
Sobre 38 a 57	10
Sobre 57 a 150	13
Sobre 150	16

[a] Véase la Sección J2.

## **2.2.4. Bases y criterios de diseño de instalaciones sanitarias**

### **2.2.4.1.1. Consideraciones generales para el diseño**

La instalación sanitaria comprende las instalaciones de agua, agua contra incendio, aguas residuales (desagüe), y ventilación.

El diseño de instalaciones sanitarias debe ser elaborado, y autorizado por un ingeniero sanitario colegiado. Su diseño deberá ser elaborado en coordinación con el proyectista de arquitectura, para que se considere oportunamente las condiciones más adecuadas de ubicación de los servicios sanitarios, ductos, y todos aquellos elementos que determinen el recorrido de las tuberías, así como el dimensionamiento, y ubicación de tanque de almacenamiento de agua, etc.; y con el responsable del diseño de estructuras, de tal manera que no comprometan elementos estructurales, en su montaje, y durante su vida útil; y con el responsable de las instalaciones electromecánicas para evitar interferencias.

### **2.2.4.1.2. Documentos de trabajo**

Todo proyecto de instalaciones sanitarias para una edificación, deberá llevar la firma del ingeniero sanitario colegiado.

La documentación del proyecto, que se deberá presentar para su aprobación constará de:

#### **a) Memoria descriptiva:**

- Ubicación.
- Solución adoptada para la fuente de abastecimiento de agua, y evacuación de desagüe, y descripción de cada uno de los sistemas.

#### **b) Planos:**

- Sistema de abastecimiento de agua potable: instalaciones interiores, instalaciones exteriores, y detalles a escalas convenientes, y esquemas isométricos cuando sea necesario.

- Sistema de desagües; instalaciones interiores, instalaciones exteriores y detalles a escalas convenientes y esquemas isométricos, cuando sea necesario.
- Sistema de agua contra incendio, riego, evacuación pluvial, etc., cuando las condiciones así lo exijan.

#### **2.2.4.1.3. Condiciones generales**

- a) Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, dotados de amplia iluminación y ventilación, previendo los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, reparación, mantenimiento e inspección.
- b) En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.
- c) En las edificaciones de uso público, se debe considerar servicios sanitarios para discapacitados.

#### **2.2.4.1.4. Instalaciones de agua fría**

- a) El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.
- b) El sistema de abastecimiento de agua fría para una edificación deberá ser diseñado, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales el sistema de abastecimiento público preste servicio.
- c) Las instalaciones de agua fría deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo.
- d) En toda nueva edificación de uso múltiple o mixto: viviendas, oficinas, comercio u otros similares, la instalación sanitaria para agua fría se diseñará obligatoriamente para posibilitar la colocación de medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo de la conexión domiciliaria, ubicado en el interior del predio.
- e) En general, los medidores internos deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario. De fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura.
- f) En caso que exista suficiente presión en la red pública externa, dependiendo del número de niveles de la edificación, los medidores de consumo podrán ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se instalarán las tuberías de alimentación para unidad de uso.
- g) En caso de que el diseño de la instalación sanitaria interior del edificio se realice con un sistema de presión con cisterna y tanque elevado o se use un sistema de presión con tanque hidroneumático, los medidores de consumo podrán ser ubicados en espacios especiales diseñados para tal fin dentro de la edificación.

- h) Se podrá considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso además de lo que indica el inciso e del presente artículo, deberá preverse un espacio para el panel de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.
- i) Las instalaciones de lectura remota se ciñeran a las exigencias de las normas internacionales en tanto se emitan normas nacionales correspondientes, o en su defecto, siguiendo las especificaciones técnicas de los proveedores.
- j) Se podrán disponer de un abastecimiento de agua para fines industriales exclusivamente, siempre que:
  - Dicho abastecimiento tenga redes separadas sin conexión alguna con el sistema de agua para consumo humano, debidamente diferenciadas; y
  - Se advierta a los usuarios mediante avisos claramente marcados y distribuidos en lugares visibles y adecuados. Los letreros legibles dirán: Peligro agua no apta para consumo humano.
- k) No se permitirá la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación.
- l) El sistema de alimentación y distribución de agua de una edificación estará dotado de válvulas de interrupción, como mínimo en los siguientes puntos:
  - Inmediatamente después de la caja del medidor de la conexión domiciliaria y del medidor general.
  - En cada piso, alimentador o sección de la red de distribución interior.
  - En cada servicio sanitario, con más de tres aparatos.
  - En edificaciones de uso público masivo, se colocará una llave de interruptor en la tubería de abasto de cada inodoro o lavatorio.
- m) No deberán instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables.

#### 2.2.4.1.4.1. Dotaciones

- a) La dotación de agua para locales educacionales, y residencias estudiantiles, serán las que se indiquen a continuación:

*Tabla 7, Dotaciones diarias para locales educacionales y residencias estudiantiles.*

<b>Tipo de local educacional</b>	<b>Dotación diaria</b>
Alumnado y personal no residente.	50 l por persona.
Alumnado y personal residente.	200 l por persona.

- b) Las dotaciones de agua para locales de espectáculos, o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile, y espectáculos al aire libre, y otros similares, según la siguiente tabla:

*Tabla 8, Dotaciones diarias para locales de espectáculos, o centros de reunión.*

<b>Tipo de local educacional</b>	<b>Dotación diaria</b>
Cines, teatros, y auditorios	3 l por asiento.
Discotecas, casinos, y salas de baile y similares.	30 l por m <sup>2</sup> de área.
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 l por espectador

- c) Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo, según la siguiente tabla.

*Tabla 9, Dotaciones para piscinas y natatorios.*

<b>1. De recirculación</b>	<b>Dotación</b>
Con recirculación de las aguas de rebose.	10 l/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina.
Sin recirculación de las aguas de rebose.	25 l/d por m <sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina.
<b>2. De flujo constante</b>	<b>Dotación</b>
Públicas.	125 l/h por m <sup>3</sup> .
Semi-públicas (clubes, hoteles, colegios, etc).	80 l/h por m <sup>3</sup> .
Privada, o residenciales.	40 l/h por m <sup>3</sup> .

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios, y cuartos de aseo, anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 l/d por m<sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

- d) La dotación de agua para áreas verdes será de 2 l/d por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

#### **2.2.4.1.4.2. Red de distribución**

- a) Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con el método Hunter (Método de Gastos Probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultáneo, que se determinará por el método de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos, o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes.
- b) Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular tuberías de distribución, siempre que sea debidamente fundamentado.
- c) La presión estática máxima no debe ser superior a 50 m de columna de agua (0,490 MPa).
- d) La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2 m de columna de agua (0,020 MPa) salvo aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticas, o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes.
- e) Las tuberías de distribución de agua para consumo humano, enterradas, deberán alejarse lo más posible de los desagües; por ningún motivo esta distancia será menor de 0,50 m medida horizontal, ni menos de 0,15 m por encima del desagüe. Cuando las tuberías de agua para consumo humano crucen redes de aguas residuales, deberán colocarse siempre por encima de éstos y a una distancia vertical no menor de 0,15 m. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas.
- f) Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0,60 m/s, y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

*Tabla 10, Velocidades máximas según diámetro de tubería.*

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Velocidad máxima (m/s)</b>
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00

- g) Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural, y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.
- h) Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin, y cuyas dimensiones, y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción, y mantenimiento.
- i) Se podrá ubicar en el mismo ducto la tubería de agua fría, y agua caliente, siempre que exista una separación mínima de 0,15 m entre sus generatrices más próximas.
- j) Se permitirá la ubicación de alimentadores de agua, y montantes de aguas residuales, o de lluvia, en un mismo ducto vertical, o espacios, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.
- k) Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzcan esfuerzos secundarios en las tuberías.
- l) Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

#### **2.2.4.1.4.3. Almacenamiento y regulación**

- a) Los depósitos de agua deberán ser diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua.
- b) Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto obligatoriamente de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro adecuado a todas las instalaciones previstas.  
Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado).
- c) Cuando sólo exista tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor a 1000 l.
- d) Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000 l.
- e) Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 3/4 partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de 1/3 de dicho volumen.
- f) En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000 l.

- g) Los depósitos de almacenamiento deberán ser construidos de material resistente y paredes impermeabilizadas y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.
- h) Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 1m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñará un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna.
- i) La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 0,20 m.
- j) La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 0,15 m.
- k) La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y el máximo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 0,10 m.
- l) El agua proveniente del rebose de los depósitos, deberá disponerse en forma indirecta, mediante brecha de aire de 0,05 m de altura mínima sobre el piso, techo u otro sitio de descarga.
- m) EL diámetro del tubo de rebose, se calculará hidráulicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la siguiente tabla.

*Tabla 11, Diámetros de tubería de rebose según capacidad de depósito.*

Capacidad del depósito (l)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5,000	50 mm (2")
5,001 a 12,000	75 mm (3")
12,001 a 30,000	100 mm (4")
Mayor de 30,000	150 mm (6")

- n) El diámetro de la tubería de alimentación se calculará para garantizar el volumen mínimo de almacenamiento diario.
- o) El control de los niveles de agua en los depósitos, se hará por medio de interruptores automáticos que permitan:
  - Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado, descienda hasta la mitad de la altura útil.
  - Parar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado, ascienda hasta el nivel máximo previsto.
  - Parar la bomba cuando el nivel de agua en la cisterna descienda hasta 0,05 m por encima de la parte superior de la canastilla de succión.
  - En los depósitos que se alimentan directamente de la red pública deberá colocarse control del nivel.
- p) La capacidad adicional de los depósitos de almacenamiento para los fines de control de incendios, deberá estar de acuerdo con lo previsto en el ítem 4.
- q) La tubería de aducción o de impulsión al tanque de almacenamiento deberá estar a 0,10 m por lo menos por encima de la parte superior de las correspondientes tuberías de rebose.

#### 2.2.4.1.4.4. Elevación

a) Los equipos de bombeo que se instalen dentro de las edificaciones deberán ubicarse en ambientes que satisfagan los siguientes requisitos:

- Altura mínima: 1,60 m.
- Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.
- Piso impermeable con pendiente no menor del 2% hacia desagües previstos.
- Ventilación adecuada.

Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.

b) Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre estructuras de concreto, adecuadamente proyectadas para absorber las vibraciones.

c) En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalará una válvula de interrupción. En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.

d) Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el sistema de bombeo deberá contar como mínimo con dos equipos de bombeo de funcionamiento alternado.

e) La capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en dos horas. Si el equipo es doble cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.

f) El sistema hidroneumático deberá estar dotado de los dispositivos mínimos adecuados para su correcto funcionamiento:

- Cisterna
- Electrobombas
- Tanque de presión
- Interruptor de presión para arranque y parada a presión mínima y máxima.
- Manómetro.
- Válvula de seguridad.
- Válvulas de interrupción que permitan la operación y mantenimiento del equipo.
- Dispositivo de drenaje del tanque con su respectiva válvula.
- Compresor o un dispositivo automático cargador de aire de capacidad adecuada.

g) El volumen del tanque de presión se calculará en función del caudal, de las presiones máxima y mínima y las características de funcionamiento.

## **2.2.4.1.5. Instalaciones de agua contra incendio**

### **2.2.4.1.5.1. Sistemas**

Los sistemas a emplearse para combatir incendios serán:

- a) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación.
- b) Alimentadores y gabinetes contra incendio equipados con mangueras para uso de los ocupantes de la edificación, y salida contra incendio para ser utilizada por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad.
- c) Alimentadores, y mangueras para uso combinado de los ocupantes del edificio, y del Cuerpo de Bomberos.
- d) Rociadores automáticos.
- e) Otros sistemas.

### **2.2.4.1.5.2. Sistema de tubería y dispositivos para ser usado por los ocupantes de edificio**

Será obligatorio el sistema de tuberías, y dispositivos para ser usado por los ocupantes del edificio, en todo aquel que sea de más de 15 metros de altura, o cuando las condiciones de riesgo lo ameritan, debiendo cumplir los siguientes requisitos:

- a) La fuente de agua podrá ser la red de abastecimiento público, o fuente propia del edificio, siempre que garantice el almacenamiento previsto en el sistema.
- b) El almacenamiento de agua en la cisterna, o tanque, para combatir incendios, debe ser por lo menos de 25 m<sup>3</sup>.
- c) Los alimentadores deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultáneo de dos mangueras, con una presión mínima de 45 m (0.441 MPa) en el punto de conexión de manguera más desfavorable. El diámetro mínimo será 100 mm (4").
- d) La salida de los alimentadores deberá ser espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de las mangueras.
- e) La longitud de la manguera será de 30m con un diámetro de 40 mm (1 ½").
- f) Antes de cada conexión para manguera se instalará una válvula de globo recta o de ángulo. La conexión para manguera será de rosca macho.
- g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro.
- h) Al pie de cada alimentador, se instalará una purga con válvula de control.
- i) Las bombas de agua contra incendio, deberán llevar control de arranque para funcionamiento automático.
- j) La alimentación eléctrica a las bombas de agua contra incendio, deberá ser independiente, no controlada por el interruptor general del edificio, e interconectada al grupo electrógeno de emergencia del edificio, en caso de tenerlo.

- k) Se instalarán uniones siamesas con rosca macho, y válvula de retención en sitios accesibles de la fachada del edificio para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua del exterior.

#### **2.2.4.1.5.3. Sistema de tuberías y dispositivos para ser usados por el cuerpo de bomberos**

Se instalarán sistemas de tuberías y dispositivos para ser usados por el Cuerpo de Bomberos de la ciudad, en las plantas industriales, edificios de más de 50 m de altura y toda otra edificación que por sus características especiales, lo requiera. Tales sistemas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Se instalarán «siameses inyección» con rosca macho y válvula de retención en sitio accesible de la fachada del edificio para la conexión de las mangueras que suministrarán el agua desde los hidrantes o carros bomba.
- b) Se instalarán alimentadores espaciados en forma tal, que todas las partes de los ambientes del edificio puedan ser alcanzadas por el chorro de agua.
- c) Los alimentadores deben calcularse para el caudal de dos salidas y una presión mínima de 45 m en el punto de conexión de mangueras más desfavorables.
- d) El almacenamiento de agua en los tanques, para combatir incendios, debe ser por lo menos de 40 m<sup>3</sup> adecuándose al caudal y tamaño posible del incendio, según el Gráfico para Agua Contra Incendio de Sólidos (Lámina N° 3). Cuando sea posible se permitirá el almacenamiento conjunto entre uno o más locales que en caso de siniestro puedan ser usados por los bomberos. Las mangueras tendrán una longitud de hasta 60 m y 65 mm (2 ½") de diámetro. Se considerará un caudal mínimo de 10 L/s y deberán alojarse en gabinetes adecuados en cada piso, preferentemente en los corredores de acceso a las escaleras.
- e) Cuando el almacenamiento sea común para el agua para consumo y la reserva para el sistema contra incendios, deberá instalarse la salida del agua para consumo de manera tal que se reserve siempre el saldo de agua requerida para combatir el incendio.
- f) Cada bocatoma para mangueras interiores, estará dotada de llave de compuerta o de ángulo. La conexión para dichas mangueras será de rosca macho con el diámetro correspondiente.
- g) Los alimentadores deberán conectarse entre sí, mediante una tubería cuyo diámetro no sea inferior al del alimentador de mayor diámetro. Al pie de cada alimentador se instalará una de purga con válvula de control.

#### **2.2.4.1.6. Instalaciones de agua para riego**

##### **2.2.4.1.6.1. Disposiciones generales**

- a) Las instalaciones para riego podrán ser diseñadas formando parte del sistema de distribución de agua de la edificación, o en forma independiente del mismo.
- b) El riego de las áreas verdes correspondientes a la edificación podrá hacerse por inundación, con puntos de conexión para mangueras dotadas de sus correspondientes válvulas, por aspersión y por otros sistemas.
- c) En el diseño de las instalaciones de riego, con puntos de agua para mangueras, se adoptarán los valores según la siguiente tabla:

Tabla 12, Diámetro de manguera para riego.

Diámetro manguera (mm)	Longitud máxima (mm)	Área de riego m <sup>2</sup>	Caudal l/s
15 (1/2")	10	100	0,2
20 (3/4")	20	250	0,3
25 (1")	30	600	0,5

La distancia entre los puntos de conexión de manguera será de 1,4 veces la longitud de la manguera.

- d)** En el diseño de instalaciones de riego con rociadores o aspersores fijos se adoptará lo siguiente:
- Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador: 15 mm (1/2").
  - Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador: 12 m (0,118 MPa).
  - Gasto mínimo de cada rociador: 0,06 l/s.
- e)** En el diseño de instalaciones de riego con rociadores o aspersores rotatorios, se adoptará lo siguiente:
- Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador: 20 mm (3/4").
  - Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador: 20 m (0,196 MPa).
  - Gasto mínimo de cada rociador: 0,10 l/s.
- f)** Las instalaciones de riego podrán ser operadas por secciones, mediante la adecuada instalación de válvulas.
- g)** Los sistemas de riego deberán estar provistos de dispositivos adecuados, para prevenir posibles conexiones cruzadas por efecto de la existencia de presiones negativas en la red de alimentación.
- h)** Las válvulas o grifos para conectar mangueras.

#### 2.2.4.1.7. Instalaciones de desagüe y ventilación

##### 2.2.4.1.7.1. Disposiciones generales

- a)** El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado, y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero, u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.
- b)** Se deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos, o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.
- c)** Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realizará mediante caja de registro, o buzón de dimensiones, y de profundidad apropiada, de acuerdo a lo especificado en esta la norma sanitaria.
- d)** El diámetro del colector principal de desagües de una edificación, debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.
- e)** Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza, y mantenimiento.

- f) Para desagües provenientes de locales industriales, u otros, cuyas características físicas y químicas difieran de los del tipo doméstico, deberán sujetarse estrictamente a lo que se establece en el reglamento de desagües industriales vigente, aprobado por decreto supremo N. ° 28-60-S.A.P.L. del 29.11.60, antes de su descarga a la red pública.
- g) Cuando las aguas residuales provenientes del edificio o parte de este, no puedan ser descargadas por gravedad a la red pública, deberá instalarse un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red.

#### **2.2.4.1.7.2. Red de colección**

- a) Los colectores se colocarán en tramos rectos.
- b) Los colectores enterrados situados en el nivel inferior, y paralelos a las cimentaciones, deberán estar ubicados, en forma tal, que el plano formado por el borde inferior de la cimentación y el colector, forme un ángulo de menos de 45° con la horizontal.  
Cuando un colector enterrado cruce una tubería de agua deberá pasar por debajo de ella y la distancia vertical entre la parte inferior de la tubería de agua y la clave del colector, no será menor de 0,15 m.
- c) Los empalmes entre colectores y los ramales de desagüe, se harán a un ángulo no mayor de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.  
La pendiente de los colectores, y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100 mm (4") y mayores; y no menor de 1,5% para diámetros de 75 mm (3") o inferiores.  
Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes, y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato.  
El cálculo de los ramales, montantes y colectores de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga. Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular los ramales, montantes y colectores, siempre que sea debidamente fundamentado.
- d) Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe se tendrá en cuenta lo siguiente:
  - El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100 mm (4").
  - El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.
  - El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.
- e) Cuando se requiera dar un cambio de dirección a una montante, los diámetros de la parte inclinada, y del tramo inferior de la montante se calcularán de la siguiente manera:
  - Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° o más con la horizontal, se calculará como si fuera una montante.

- Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculará tomando en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado como si fuera un colector con pendiente de 4%
  - Por debajo de la parte inclinada, la montante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el tramo inclinado.
  - Los cambios de dirección por encima del más alto ramal horizontal de desagüe, no requieren aumento de diámetro.
- f) Las montantes deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, reparación, revisión o remoción.
- g) Se permitirá utilizar un mismo ducto o espacio para la colocación de las tuberías de desagüe y agua, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas.
- h) Se permitirá el uso de colectores existentes para servir a nuevas construcciones, solamente cuando su inspección demuestre que estén en buenas condiciones y cumplan lo establecido en esta Norma.
- i) Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (punto de colección abierto), deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 0,05 m, ni mayor de 0,10 m, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón).
- j) Todo registro deberá ser del diámetro de la tubería a la que sirve. En caso de tuberías de diámetro mayor de 100 mm (4"), se instalará un registro de 100 mm (4") como mínimo. Los registros se ubicarán en sitios fácilmente accesibles. Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, los registros, deberán extenderse utilizando conexiones de 45°, hasta terminar a ras con la pared o piso acabado. La distancia mínima entre la tangente del tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 0,10 m. Se colocará registros por lo menos en:
- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
  - Cada 15 m en los conductos horizontales de desagüe
  - Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.
  - Cada dos cambios de direcciones en los conductos horizontales de desagüe.
  - En la parte superior de cada ramal de las trampas «U».
- k) Se instalarán cajas de registro en las redes exteriores en todo cambio de dirección, pendiente, material o diámetro y cada 15 m de largo como máximo, en tramos rectos. Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la tabla siguiente:

*Tabla 13, Dimensiones para cajas de registro.*

<b>Dimensiones interiores (m)</b>	<b>Diámetro máximo (mm)</b>	<b>Profundidad máxima (m)</b>
0.25 x 0.50 (10" x 20")	100 (4")	0.60
0.30 x 0.60 (12" x 24")	150 (6")	0.80
0.45 x 0.60 (18" x 24")	150 (6")	1.00
0.60 x 0.60 (24" x 24")	200 (8")	1.20

Para profundidades mayores se deberá utilizar cámaras de inspección según NTE S.070 Redes de Aguas Residuales.

- l)** Cuando las aguas residuales contengan grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra, yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento del sistema de evacuación del edificio u otro sistema público, será necesario la instalación de interceptores o separadores u otro sistema de tratamiento.
- m)** La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores y separadores, estará de acuerdo con el uso respectivo.
- n)** Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de éste.
- o)** Se instalarán separadores de aceite en el sistema de desagüe de estaciones de servicio, talleres de mecánica de vehículos motorizados y otros edificios, donde exista el peligro de introducir aceite y otros lubricantes al sistema a la red de aguas residuales, ya sea en forma accidental o voluntaria.
- p)** Se instalarán interceptores de arena, vidrio, pelos, hilos u otros sólidos en el sistema de desagüe de embotelladores, lavanderías y otros establecimientos sujetos a la descarga voluntaria o accidental de sólidos objetables.
- q)** Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación en forma similar a otros aparatos sanitarios. El tubo de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 50mm (2").  
Los interceptores se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionados y limpiados con facilidad. No se permitirá colocar encima o inmediato a ellos maquinarias o equipos que pudiera impedir su adecuado mantenimiento. La boca de inspección será de dimensiones adecuadas.
- r)** Los aparatos sanitarios, depósitos o partes del sistema de agua, con dispositivos que descarguen al sistema de desagüe de la edificación, lo harán en forma indirecta, a fin de evitar conexiones cruzadas o interferencias entre los sistemas de distribución de agua para consumo humano y de redes de aguas residuales. La descarga de desagüe indirecto se hará de acuerdo con los siguientes requisitos:

- La tubería de descarga se llevará hasta una canaleta, caja, sumidero, embudo y otro dispositivo adecuado, provisto de sello de agua y su correspondiente ventilación.
- Deberá dejarse una brecha o interruptor de aire entre la salida de la tubería de descarga y el dispositivo receptor, el que no podrá ser menor de dos veces el diámetro de la tubería de descarga.
- Las canaletas, cajas, sumideros, embudos y otros dispositivos deberán instalarse en lugares bien ventilados y de fácil acceso. Estos dispositivos estarán dotados de rejillas o tapas removibles cuando ello sea requerido para seguridad de las personas.

- s) No se permitirá descargar los aparatos sanitarios dotados de descarga de desagüe indirecto en ningún otro aparato sanitario.
- t) Los desagües provenientes de los siguientes equipos, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta:

- Esterilizadores, recipientes y equipos similares de los laboratorios, hospitales y clínicas.
- Refrigeradoras comerciales, tuberías de rebose de tanques y similares, equipos provistos de válvula de alivio o seguridad.
- Todos aquellos que se considere inconvenientes en resguardo de la salud pública.

#### **2.2.4.1.7.3. Almacenamiento de aguas residuales**

El sistema de bombeo de aguas residuales, deberá cumplir con los siguientes requisitos.

- a) Su capacidad no será mayor que el volumen equivalente a un  $\frac{1}{4}$  de la dotación diaria, ni menor que el equivalente a  $\frac{1}{24}$  de la dotación diaria.
- b) Deberá estar prevista de un sistema de ventilación que evite la acumulación de gases. Cuando ello no se logre, las instalaciones eléctricas del ambiente deberán ser a prueba de explosión.
- c) Deberá estar dotada de una boca de inspección.
- d) Cuando se proyecten cámara húmeda, y cámara seca, se deberá proveer ventilación forzada para ambas cámaras, El sistema de ventilación deberá proveer como mínimo seis cambios de aire por hora bajo operación continua o un cambio en dos minutos bajo operación intermitente.
- e) Deberá preverse la eliminación de los desagües que se acumulen en la cámara seca.

#### **2.2.4.1.7.4. Elevación**

El equipo de bombeo deberá instalarse en lugar de fácil acceso, ventilación e iluminación adecuada.

Los equipos de bombeo deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Que permita el paso de sólidos.
- b) La capacidad total de bombeo deberá ser por lo menos el 150% del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo.
- c) El número mínimo de equipos será de dos, de funcionamiento alternado. La capacidad de cada uno será igual al gasto máximo.
- d) El gasto se determinará utilizando el método de unidades de descarga u otro método aprobado.
- e) La tubería de descarga estará dotada de una válvula de interrupción y una válvula de retención.

Los motores de los equipos de elevación deberán ser accionados por los niveles en la cámara de bombeo. Se proveerán además controles manuales y dispositivos de alarma para sobre nivel.

Cuando el suministro normal de energía no garantice un servicio continuo a los equipos de bombeo en hoteles, hospitales y similares, deberán proveerse fuentes de energía independientes.

#### 2.2.4.1.7.5. Ventilación

- a) El sistema de desagüe debe ser adecuadamente ventilado, de conformidad con los párrafos siguientes, a fin de mantener la presión atmosférica en todo momento, y proteger el sello de agua de cada una de las unidades del sistema.
- b) El sello de agua deberá ser protegido contra sifonaje, mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en conjunto, ventilación húmeda o una combinación de estos métodos.
- c) Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.
- d) Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilan.
- e) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua, y el tubo de ventilación correspondiente, según siguiente Tabla.

*Tabla 14, Distancia máxima de salida de un sello de agua.*

<b>Diámetro del conducto de desagüe del aparato sanitario (mm)</b>	<b>Distancia máxima entre el sello, y el tubo de ventilación (m)</b>
40 (1 ½")	1.10
50 (2")	1.50
75 (3")	1.80
100 (4")	3.00

Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación.

- f) Toda montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1,80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada por encima de éste, 0,15 m como mínimo. En caso de que la distancia entre la boca de una montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire al edificio sea menor de 3 m horizontalmente, el extremo superior de la montante deberá quedar como mínimo a 0,60 m, por encima de la entrada del aire. La unión entre la montante y la cubierta del techo o terraza deberá ser a prueba de filtraciones.
- g) La tubería principal de ventilación se instalará vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.

- h) El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación a la montante de aguas residuales, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo. El extremo superior del tubo de ventilación se podrá conectar a la montante principal, a una altura no menor de 0,15 m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto.
- i) En los edificios de gran altura se requerirá conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo.
- j) El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral anterior, será igual al del tubo principal de ventilación. Las conexiones a éste y la montante de aguas residuales deberán hacerse por medio de accesorio tipo «Y» en la forma siguiente:

- Las conexiones a la montante de aguas residuales se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.
- Las conexiones al tubo de ventilación principal se harán a no menos de 1,0 m por encima del piso correspondiente.

- k) El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según siguiente Tabla.

## **2.2.5. Bases y criterios de diseño de instalaciones eléctricas interiores**

### **2.2.5.1.1. Generalidades**

Las instalaciones interiores están tipificadas en el Código Nacional de Electricidad (en adelante CNE), y corresponde a las instalaciones que se efectúan a partir de la acometida, hasta los puntos de utilización.

En términos generales, comprende a las acometidas, los alimentadores, sub-alimentadores, tableros, sub-tableros, circuitos derivados, sistemas de protección y control, sistemas de medición y registro, sistemas de puesta a tierra, y otros.

Las instalaciones eléctricas interiores deben ajustarse a lo establecido en el CNE, siendo obligatorio el cumplimiento de todas sus prescripciones, especialmente las reglas de protección contra riesgo eléctrico.

Las prescripciones del RNE y del CNE son de aplicación obligatoria a todo proyecto de instalación eléctrica interior, tales como: Viviendas, locales comerciales, locales industriales, locales de espectáculos, centros de reunión, locales hospitalarios, educacionales, de hospedaje, locales para estacionamiento de vehículos, playas y edificios de estacionamientos, puestos de venta de combustible, y estaciones de servicio.

#### 2.2.5.1.2. Cálculos de iluminación

En la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación en locales tales como: comerciales, oficinas, locales de espectáculos, aeropuertos, puertos, estaciones de transporte terrestre y similares, locales deportivos, fábricas y talleres, hospitales, centros de salud, postas médicas y afines, laboratorios, Museos y afines.

#### 2.2.5.1.3. Evaluación de demanda

Los proyectos deberán incluir un análisis de la potencia instalada y máxima demanda de potencia que requerirán las instalaciones proyectadas.

La evaluación de la demanda podrá realizarse por cualquier de los dos métodos que se describen a continuación:

**Método 1.-** Considerando las cargas realmente a instalarse, los factores de demanda y simultaneidad que se obtendrán durante la operación de la instalación.

**Método 2.-** Considerando las cargas unitarias y los factores de demanda que estipula el CNE, o las normas DGE correspondientes; el factor de simultaneidad entre las cargas será asumido, y justificado por el proyectista.

El valor mínimo de la demanda máxima, y el tipo de suministro para la elaboración del Proyecto de Subsistema de Distribución Secundaria, que requiere una habilitación de tierras para ser dotada del servicio público de electricidad, están establecidos en la norma DGE «Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria».

#### 2.2.5.1.4. Documentos de trabajo

La documentación del proyecto, que se deberá presentar para su aprobación constará de:

- a) **Memoria descriptiva:** Descripción de la naturaleza del proyecto, y la concepción del diseño de cada una de las instalaciones que conforman el sistema proyectado.
- b) **Factibilidad, y punto de entrega del servicio público:** Cartas con la factibilidad, y punto de entrega (suministro) para el servicio público de electricidad, otorgada por el respectivo concesionario.
- c) **Memoria de cálculo:** Descripción, y formulación de los parámetros de cálculo de los diferentes diseños, complementado con las respectivas hojas de cálculo.
- d) **Especificaciones técnicas:** Descripción de las características específicas, y normas de fabricación de cada uno de los materiales y/o equipos a utilizarse; así como, los métodos constructivos a seguirse.

**e) Planos:** Los planos deben ser presentados en hojas de tamaño y formatos normalizados según la NTP 272.002 y NTP 833.001, doblados en tamaño A4 conforme a la NTP 833.002, debiendo quedar a la vista el rótulo respectivo donde debe figurar el nombre completo, y número de registro del Colegio de Ingenieros del Perú del profesional responsable (Ing. Electricista, o Ing. Mecánico-Electricista); así como su firma, y sello oficial. De acuerdo a la naturaleza y magnitud del proyecto, los planos pueden ser:

- Planos Generales: Para que mediante aplicación de los símbolos gráficos normalizados en electricidad se haga la distribución de las salidas, diagramas unifilares, y demás elementos de los diseños del proyecto. El plano debe ser desarrollado en escala 1:50.
- Planos de Conjunto: Para identificar la posición relativa de las distintas partes y/o elementos de un sistema, que por su tamaño sea necesario hacerlo. El plano debe ser desarrollado en escala 1:100, 1:200 o 1:500.
- Planos de Detalle: Para una mejor identificación, o comprensión de algunos elementos o parte de los diseños del proyecto, tales como esquemas generales, planos isométricos etc. Los detalles deben ser desarrollados en escala 1:20 o 1:25.

**f) Certificado de habilitación de proyectos:** Documento emitido por el Consejo Departamental del Colegio de Ingenieros del Perú, por la que certifica que el profesional que se menciona, se encuentra hábil, y está autorizado para desarrollar un proyecto de su especialidad.

#### **2.2.5.1.5. Alcances de diseño**

El diseño de instalaciones eléctricas, deberá realizarse de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad.

#### **2.2.5.1.6. Construcción por etapas**

Cuando las instalaciones de un proyecto vayan a construirse por etapas, se deberá seguir las siguientes consideraciones:

- a) Elaborar el proyecto completo, dejando claramente establecido cada una de las etapas.
- b) En el caso que no se pueda definir las cargas de alguna de las etapas, deberá preverse lo necesario y suficiente para atender las futuras etapas tales como: circuitos de reserva en el tablero eléctrico, canalizaciones, etc.

#### **2.2.5.1.7. Equipos para suministros de energía para emergencia**

Los equipos a instalarse deberán cumplir con las prescripciones del CNE.

Los locales con afluencia de público, incluyendo los edificios multifamiliares, deberán contar con instalaciones de iluminación de emergencia.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Diseño de investigación**

Para el desarrollo de la investigación se definieron métodos y técnicas, que se caracterizan por ser de carácter descriptivo a través de la recolección documentada de información, y aplicativo, pues se llevará a cabo el análisis, modelamiento y diseño integral de la infraestructura del proyecto de parque zonal, como también todo aquel estudio complementario.

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

- Según el análisis de información, es una investigación descriptiva, puesto que se realizaron actividades que nos forjaron a conocer las distintas situaciones y/o comportamientos que predominaron a lo largo de la elaboración del proyecto.
- Según el objeto de estudio, es una investigación aplicada, ya que se utilizaron los conocimientos adquiridos en la etapa de pre-grado para la elaboración del proyecto integral del parque zonal.

##### **3.1.2. Hipótesis**

**Formulación:** El análisis y diseño integral del proyecto de parque zonal logrará habilitar de un expediente técnico íntegro para la creación de una infraestructura eficiente al distrito de José Leonardo Ortiz.

**Diseño de contrastación:** La hipótesis es válida por presentar una consistencia científica y técnica.

##### **3.1.3. Variables**

Para este proyecto se plantearon variables independientes y dependientes, cuyas operaciones determinan las características de cada una de ellas.

##### **Variable independiente**

- Análisis y diseño integral de un parque zonal.

##### **Variables dependientes**

- Comportamiento estructural.
- Impacto económico.
- Impacto ambiental.
- Eficiencia.

##### **Variables intervinientes**

- Criterios de análisis y diseño.
- Estudios de campo.

Tabla 15, Operacionalización de variables.

Operacionalización de variables						
Variable	Dimensión	Indicador	Instrumentos	Índice		
Independiente	Análisis y diseño integral de un parque zonal	Análisis	Datos	Software	Intervalo	
		Diseño	Valores	Mente humana	Intervalo	
		Materiales para diseño	Resistencia	Ensayos	Intervalo	
		Ubicación geográfica	Zona	Planos	Nominal	
		Tipo de suelo	Resistencia			
Dependiente	Comportamiento estructural	Servicio	Deflexiones	Hoja de cálculo	Intervalo	
			Desplazamientos	Hoja de cálculo	Intervalo	
		Resistencia	Resistencia	Hoja de cálculo	Intervalo	
			Ductilidad	Hoja de cálculo	Intervalo	
	Impacto económico	Beneficio social	Nivel de satisfacción	Encuestas	Ordinal	
		Retorno de inversión	Producción	Hoja de cálculo	Intervalo	
		Costos y presupuestos	Presupuesto	Hoja de cálculo	Intervalo	
	Impacto ambiental	Características físicas y químicas del suelo	Modificación del suelo	Wincha	Intervalo	
			Relieves y estabilidad	Instrumentos topográficos	Intervalo	
			Compactación y asiento	Cono de arena	Intervalo	
		Características físicas y químicas del agua	Calidad del agua	Ph, ensayos físico-químicos y microbiológicos	Intervalo	
			Calidad del aire	Medidor de gas portátil	Intervalo	
		Características físicas y químicas de la atmósfera	Nivel de ruido	Sonómetro	Intervalo	
			Temperatura	Termómetro	Razón	
	Eficiencia	Instalaciones sanitarias y eléctricas	Dotación	Hoja de cálculo	Razón	
			Arquitectura	AutoCad	Nominal	
			Intensidad	Conteo de artefactos	Razón	
		Seguridad	Métodos de diseño confiables	Reglamento nacional de edificaciones (RNE)	Ordinal	
			Factores de reducción de resistencia	RNE	Ordinal	
		Costo de acción	Análisis de costos	Hoja de cálculo	Intervalo	
	Interviniente	Criterios de análisis y diseño	Tipo de estructuras	Comportamiento	Mente humana y software	Ordinal
			Clase de refuerzo	Comportamiento	Ensayos	Intervalo
Normatividad			Recomendaciones	RNE y LRFD	Ordinal	
Cargas			Carga Permanente	Hoja de cálculo	Intervalo	
			Carga por uso	AutoCad y RNE	Intervalo	
Estudios de campo		Topografía	Relieve	Instrumentos topográficos	Intervalo	
		Geotécnia	Tipo de suelo	Insayos en laboratorio	Intervalo	
		Saneamiento	Flujos	Instrumentos hidráulicos	Intervalo	

#### 3.1.4. Población y muestra

##### - Población

La población para este estudio estuvo limitada por el distrito José Leonardo Ortiz, provincia del departamento de Lambayeque.

##### - Muestra

La muestra en estudio, estuvo constituida por el área de desarrollo del proyecto, terreno ubicado en la intersección de la avenida "Agricultura" (carretera Chiclayo – Ferreñafe) con la acequia "Chilape".

#### 3.1.5. Métodos y técnicas de recolección de datos

##### - Métodos

El método que fue necesario aplicar durante la ejecución del proyecto se define de la siguiente manera:

- a. **Observación.-** Llevado a cabo durante las visitas a la zona del proyecto, donde las variables respectivas fueron puestas en contexto natural para su respectivo análisis.
- b. **Experimentación.-** Ejecutado en laboratorio especializado, *in situ* en zona del proyecto, y en gabinete, donde se estudiaron las variables respectivas en estudio para la realización de distintos ensayos para lograr obtener valores importantes en la investigación, que contribuyan a la validez de los resultados.
- c. **Análisis de contenido.-** Actividad realizada con el fin de sintetizar e interpretar, de forma eficiente, la información obtenida en las diferentes fuentes bibliográficas, y todo resultado en la fase de experimentación.

##### - Técnicas

Las técnicas que fueron necesarias aplicar durante la ejecución de este proyecto fueron las siguientes:

##### **Para estudio topográfico**

- **Levantamiento topográfico con estación total.-** Estudio realizado *in situ*, cuyo fin es el de obtener datos referentes a la topografía del terreno, tanto datos planimétricos, como datos altimétricos.

##### **Para estudio de mecánica de suelos**

- **Ensayo de perforación a cielo abierto (calicata).-** Estudio realizado *in situ*; es un tipo de exploración de suelo, empleado para obtener muestras de suelo, para posteriormente ser ensayadas en laboratorio. De esta manera se obtiene la información geotécnica requerida.

- **Ensayo de granulometría:** Ensayo que se realiza según la norma técnica peruana 339.128:1999.

Equipos: Tamices, balanza, horno, pala, cucharas, brocha o cepillo.

Unidad: %.

- **Ensayo de humedad:** Ensayo que se realiza según la norma técnica peruana 339.127:1998.

Equipos: Horno de secado, taras, cucharas, espátulas, balanza.

Unidad: %.

- **Ensayo de límite plástico y líquido:** Ensayo que se realiza según la norma técnica peruana 339.129:1999.

Equipos: Horno de secado, taras, cucharas, espátulas, balanza, copa de Casagrande, rasurador, calibrador superficie de rodadura.

Unidad: %.

- **Análisis químico:** Ensayo que se realiza según la norma técnica peruana 339.152:2002.

Equipos: Balanza analítica, vasos de precipitado de 25 ml., pipeta de 10 ml., potenciómetro, agitadores magnéticos.

Unidad: ppm.

#### - Fuentes

Las fuentes de información requeridas, son las siguientes:

- Antecedentes afines al proyecto como también toda aquella publicación sobre el mismo.
- Norma técnica peruana E-020.
- Norma técnica peruana E-030.
- Norma técnica peruana E-050.
- Norma técnica peruana E-060.
- Norma técnica peruana E-070.

#### - Instrumentos

Los instrumentos y/o equipos necesarios durante las fases de análisis, diseño y experimentación, se describen continuación:

#### Programas de cómputo

- **Autocad:** Utilizado para la elaboración de planos estructurales de cada infraestructura diseñada presente en el proyecto de parque zonal.
- **Autocad Civil Land 3D:** Utilizado para la elaboración del plano topográfico de la zona en estudio.

- **S10:** Utilizado para la elaboración del presupuesto y el análisis económico.
- **Microsoft Office (Excel, Word y Power Point):** Excel, utilizado principalmente como herramienta para la elaboración de los cálculos de cada elemento estructural a diseñar, como también para la elaboración de todo cálculo necesario complementario. Word, empleado para la elaboración del informe, a través de la redacción y presentación de los datos obtenidos del análisis y diseño. Power Point, empleado para la elaboración de la presentación (exposición) del proyecto.
- **SAP 2000:** Utilizado para el modelamiento de las estructuras, aplicación de cargas, y del espectro sísmico, con el fin de obtener los esfuerzos, deflexiones, y comportamiento sísmico y espectral de las estructuras modeladas.

### **Equipos para ensayos de mecánica de suelos**

- **Ensayo de granulometría:** Tamices, balanza, horno, pala, cucharas, brocha o cepillo.
- **Ensayo de humedad:** Horno de secado, taras, cucharas, espátulas, balanza.
- **Ensayo de límite plástico y líquido:** Horno de secado, taras, cucharas, espátulas, balanza, copa de Casagrande, rasurador, calibrador superficie de rodadura.
- **Análisis químico:** Balanza analítica, vasos de precipitado de 25 ml., pipeta de 10 ml., potenciómetro, agitadores magnéticos.

## **3.2. Metodología**

Esta investigación se sustenta en dos aspectos fundamentales: la descripción teórica, mediante la consulta de documentos bibliográfico; y la aplicación de las bases teóricas en los modelos estructurales, los cuales tendrán un análisis y verificación con software.

La metodología establecida para el desarrollo integral del proyecto de tesis fue la siguiente:

### **3.2.1. Plan de recolección de datos**

#### **FASE I: Trabajo en gabinete I**

Como primera etapa del estudio se desarrolla un análisis previo a la realización de los estudios básicos fundamentales del proyecto, que permitirá obtener las consideraciones a tener en cuenta en las etapas posteriores a la presente.

Las etapas se desarrollaron en el siguiente orden:

- Análisis de la información referente al proyecto en estudio (documentos, descripciones de las necesidades básicas a cubrir, etc.)
- Estudio del proyecto existente (a nivel de la especialidad de arquitectura), para realizar un análisis detallado de las disposiciones en tal especialidad, y lograr así, la elaboración de un expediente compatible con todas las especialidades.
- Revisión, y análisis de normativa nacional vigente.

## **FASE II: Trabajo en campo, laboratorio y gabinete II (específico)**

En esta etapa se llevan a cabo los estudios básicos fundamentales del proyecto. Además, en este es necesario realizar un trabajo en gabinete específico para la elaboración del plano topográfico, que servirá como guía inicial para la ubicación de las calicatas, previo al estudio de mecánica de suelos.

Las etapas se desarrollaron en el siguiente orden:

- Inspección y reconocimiento de la zona del proyecto (campo).
- Estudios topográficos (campo, y gabinete).
- Estudios de mecánica de suelos (campo, laboratorio, y gabinete).

Cabe recalcar que el estudio de mecánica de suelos abarca el estudio en campo para la extracción de muestras, para su posterior ensayo, y análisis en laboratorio especializado.

### **3.2.2. Plan de procesamiento y análisis de datos**

#### **FASE I: Trabajo en gabinete I**

- Análisis del proyecto de arquitectura.
- Análisis, modelamiento y diseño estructural (super-estructura) - Ludoteca.
- Análisis, modelamiento y diseño - Losas deportivas exteriores.
- Análisis, modelamiento y diseño estructural - Piscina.
- Análisis, modelamiento y diseño estructural (super-estructura) - Pista de baile.
- Análisis y modelamiento estructural - Vivero.
- Análisis y modelamiento - Centro Cultural.
- Análisis y modelamiento - Polideportivo.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Ludoteca.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Losas deportivas.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Piscina.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Pista de baile.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Vivero.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Centro cultural.
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Polideportivo.
- Diseño estructural (sub y super-estructura) - Vivero.
- Diseño estructural (sub y super-estructura) - Centro cultural.
- Diseño estructural (sub y super-estructura) - Polideportivo.
- Diseño estructural (sub-estructura) - Ludoteca.
- Diseño estructural (sub-estructura) - Pista de baile.

## **FASE II: Trabajo en gabinete II**

- Dibujo de planos
- Diseño de instalaciones interiores eléctricas y sanitarias - Parque.
- Diseño de pavimento - Parque.
- Elaboración de memorias de cálculo.
- Elaboración de especificaciones técnicas.
- Elaboración de metrados, costos, y presupuestos de la obra.
- Evaluación de Impacto Ambiental.
- Conclusiones y recomendaciones
- Presentación y sustentación de tesis.

### **3.2.3. Recopilación de información**

#### **3.2.3.1. Inspección y reconocimiento de la zona del proyecto**

Se realizó mediante visitas previas al inicio del presente proyecto y simultaneas cuando fueron necesarias, se hizo reconocimientos del área total (13.02 Hs.) inspeccionando visualmente sus linderos, parcelas comprendidas dentro de la misma y usas actuales de estas, posteriormente se verifico mediante GPS las respectivas coordenadas UTM, cada una de las inspecciones se realizó con los implementos necesarios y coordinaciones pertinentes.

#### **3.2.3.2. Estudios topográficos**

Se realizaron jornadas de trabajo diarias, con una duración de tres (03) días, estas se llevaron a cabo con el siguiente equipo y herramienta:

- Estación Total.
- GPS.
- Jalones.
- Prisma y porta-prisma.
- Wincha.
- Estacas.
- Yeso.
- Clavos.
- Libreta de Campo.

Se precedió de la siguiente manera: primero se verificaron las condiciones climáticas necesarias para un correcto funcionamiento y cuidado del equipo, asimismo se revisó la carga del equipo (batería); una vez iniciada esta actividad, se tuvo un control metuculoso en el cuidado de la verticalidad de los bastones que portaban el prisma, esto para lograr exactitud en el trabajo. Esto se realizó en cada día de trabajo. En campo se tomaron decisiones pertinentes para el inicio del levantamiento, la más importante de ellas, fue la distribución del personal de apoyo, los cuales fueron ubicados en los puntos más favorables para la visualización de cada una de las lecturas (lugares en donde se ubicaron los prismas).

Una vez concluido el trabajo de campo, la información obtenida fue procesada y trabajada en gabinete para obtener cada una de las láminas topográficas, con las cuales, como primer punto importante, es la ubicación exacta de cada una de las estructuras en el terreno, esto para el posterior Estudio de Mecánica de suelos en adelante **EMS**.

### **3.2.3.3. Estudios de mecánica de suelos**

Se realizaron jornadas de trabajo con una duración de cuatro (04) días, estas se llevaron a cabo con la siguiente maquinaria, equipo y herramienta:

- Retroexcavadora.
- Palana.
- Pico.
- Libreta de Campo.
- Pizarra.
- Marcadores.
- Implementos de seguridad.
- Bolsas para muestras.
- Wincha.

Las actividades empezaron un día antes a la exploración de suelo, pues fue necesario señalar los puntos de exploración y además, realizar un análisis visual de las condiciones climáticas que se presentarían los días siguientes, para llevar así los procedimientos necesarios sin problema alguno; el día de exploración del suelo, se realizaron las calicatas, una a una, con la maquinaria pesada, de esa manera se logró extraer las muestras deseadas de manera directa, teniendo en cuenta la altura de desplante necesaria y la ubicación del suelo firme, que oscilaba entre los 4.50 m y 5.00 m, para puntos de exploración para estructuras, y de hasta 1.50 m para pavimentos, todo esto siguiendo lo establecido por el RNE - 0.50 Suelos y Cimentaciones.

### **3.2.3.4. Trabajo en gabinete**

#### **3.2.3.4.1. Análisis arquitectónico**

Se realizó el análisis arquitectónico mediante la lectura de planos, buscando obtener la mejor perspectiva de cada una de las estructuras que envuelve el proyecto y su entorno, para lograr de la mejor manera armonizar la arquitectura con lo estructura.

#### **3.2.3.4.2. Análisis estructural**

Se realizó fundamentalmente tomando en cuenta, en todo momento, de lo estipulado en el **RNE** y la guía **LRFD**, considerando materiales de construcción, usos de los espacios a diseñar, y dimensiones de los elementos, con esto se obtendría la estructuración más funcional y viable.

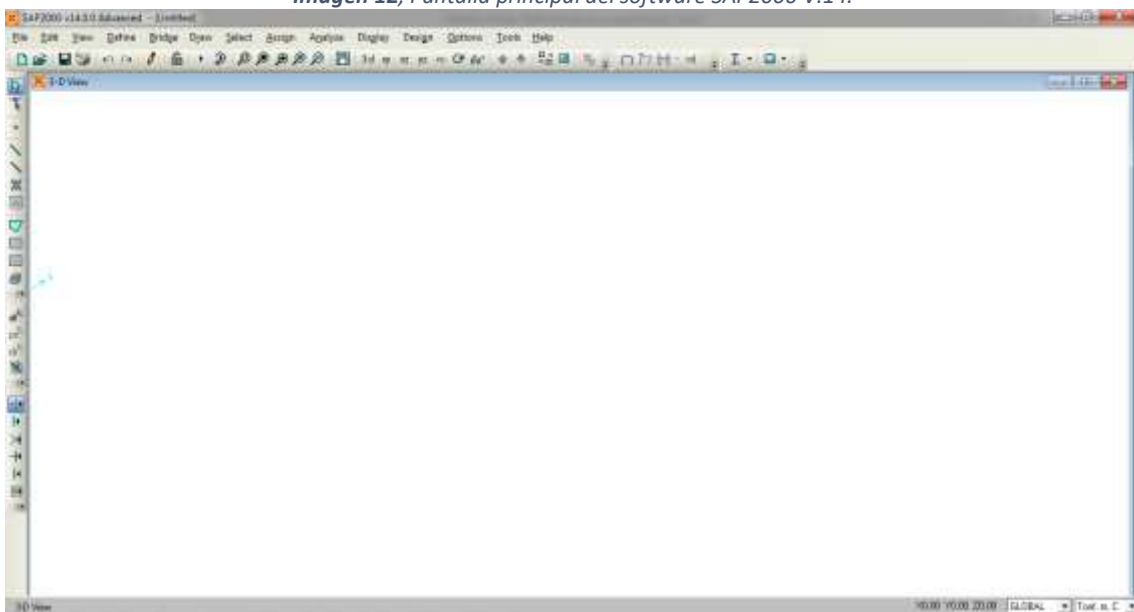
### 3.2.3.4.3. Modelamiento estructural

El modelamiento estructural se realizó con el software de programación SAP2000 V.14.

A continuación se detalla el procedimiento, paso a paso, para el modelamiento estructural de la Ludoteca (módulo del proyecto) el cual se siguió para modelar todos los módulo del proyecto.

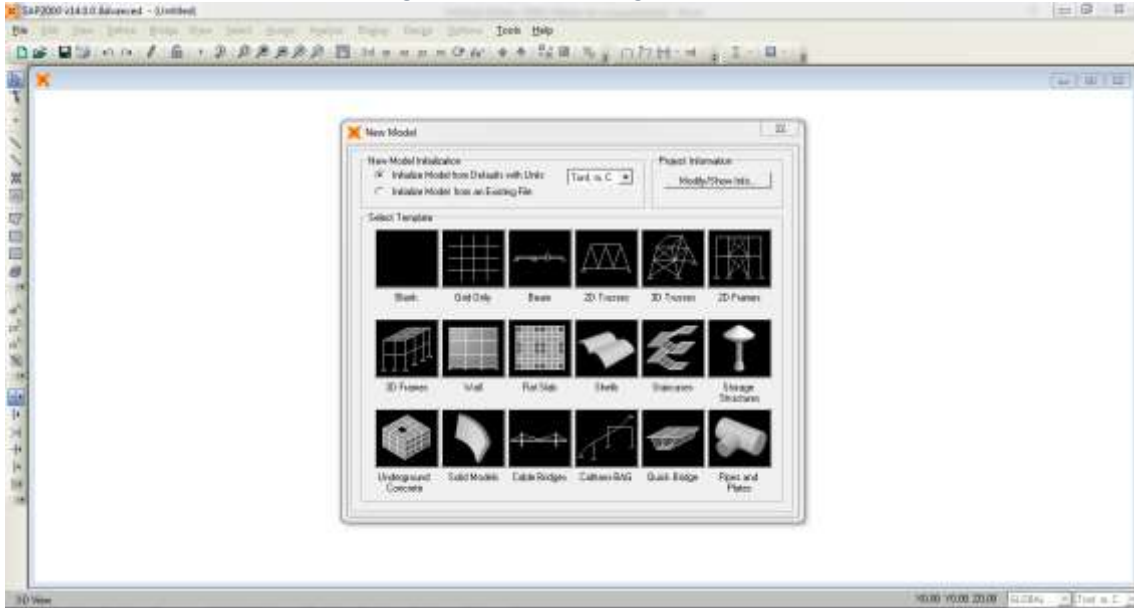
**Paso 01:** Se inició el software de programación SAP2000 v14. Se seleccionaron las unidades iniciales con las que se trabajó durante todo el modelamiento (Tnf. m. C.). Esta opción se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla principal del programa, como se aprecia en la figura siguiente.

Imagen 12, Pantalla principal del software SAP2000 V.14.



**Paso 02:** Del menú principal (parte superior izquierda), se abrió la opción de *File* y se selecciona *New Model*. Esta acción nos lleva a la ventana de *New Model* que se muestra a continuación.

Imagen 13, Cuadro de diálogo New Model.



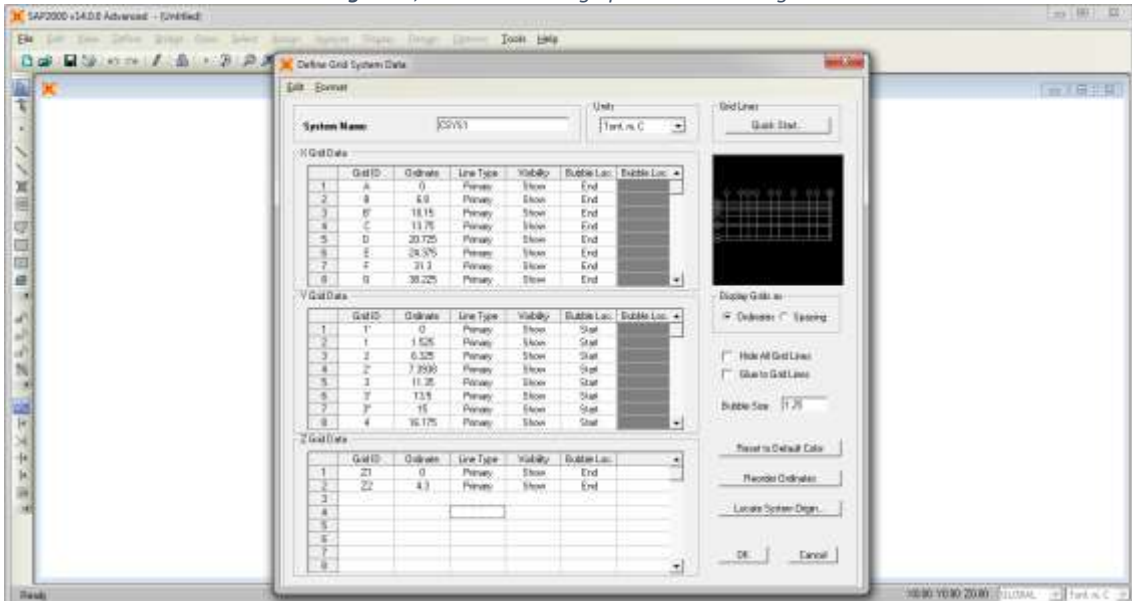
Paso 03: Se seleccionó la opción de 3D Frames,

Imagen 14, Cuadro de diálogo 3D frames.



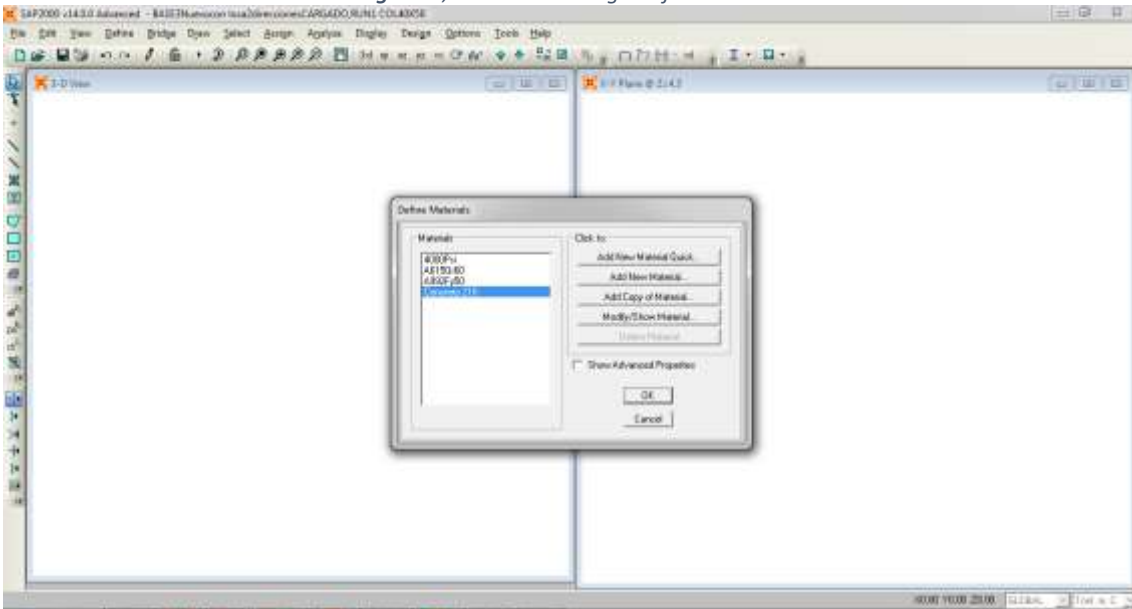
**Paso 04:** Luego se activó la casilla de *Used Custom grid Space and Locate Origin* para poder utilizar la opción *Edit Grid*. Y poder digitar los datos para obtener la grilla base con la cual se trabajará.

*Imagen 15, Cuadro de diálogo para creación de grilla.*



**Paso 05:** Una vez obtenida la grilla, se procedió a definir los materiales, dando clic en la opción *Materials* del menú *Define*.

*Imagen 16, Cuadro de diálogo Define Materials.*



**Paso 06:** En la sección *Define Materials* se utilizó la opción *Add New Material*, lo que nos abre un cuadro de diálogo “*Material property data*” el cual se debió completar con la información de las características de un Concreto  $f'c$  210Kg/cm<sup>2</sup> y Acero Corrugado  $f_y$  4200 Kg/cm<sup>2</sup>, como se muestra a continuación.

*Imagen 17, Definición de material Concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.*

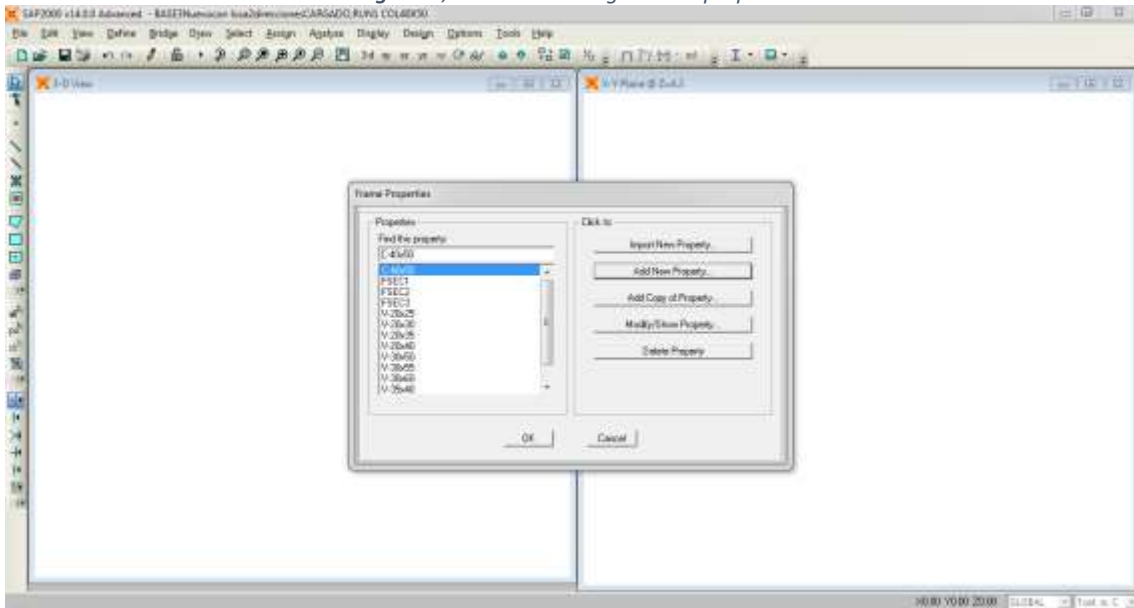
Material Property Data	
<b>General Data</b>	
Material Name and Display Color	Concreto 210
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
<b>Weight and Mass</b>	
Weight per Unit Volume	2400
Mass per Unit Volume	0.240
<b>Units</b>	
	Tonf. m. C
<b>Isotropic Property Data</b>	
Modulus of Elasticity, E	2173706.5
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	965711
<b>Other Properties for Concrete Materials</b>	
Specified Concrete Compressive Strength, Fc	2100
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
OK Cancel	

*Imagen 18, Definición de material Acero  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>.*

Material Property Data	
<b>General Data</b>	
Material Name and Display Color	Acero fy 4200
Material Type	Rebar
Material Notes	Modify/Show Notes...
<b>Weight and Mass</b>	
Weight per Unit Volume	7.849
Mass per Unit Volume	0.007849
<b>Units</b>	
	Tonf. m. C
<b>Uniaxial Property Data</b>	
Modulus of Elasticity, E	20309019
Poisson's Ratio, U	0
Coefficient of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	0
<b>Other Properties for Rebar Materials</b>	
Minimum Yield Stress, Fy	42184.10
Minimum Tensile Stress, Fu	63276.27
Expected Yield Stress, Fye	46402.6
Expected Tensile Stress, Fue	69603.89
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
OK Cancel	

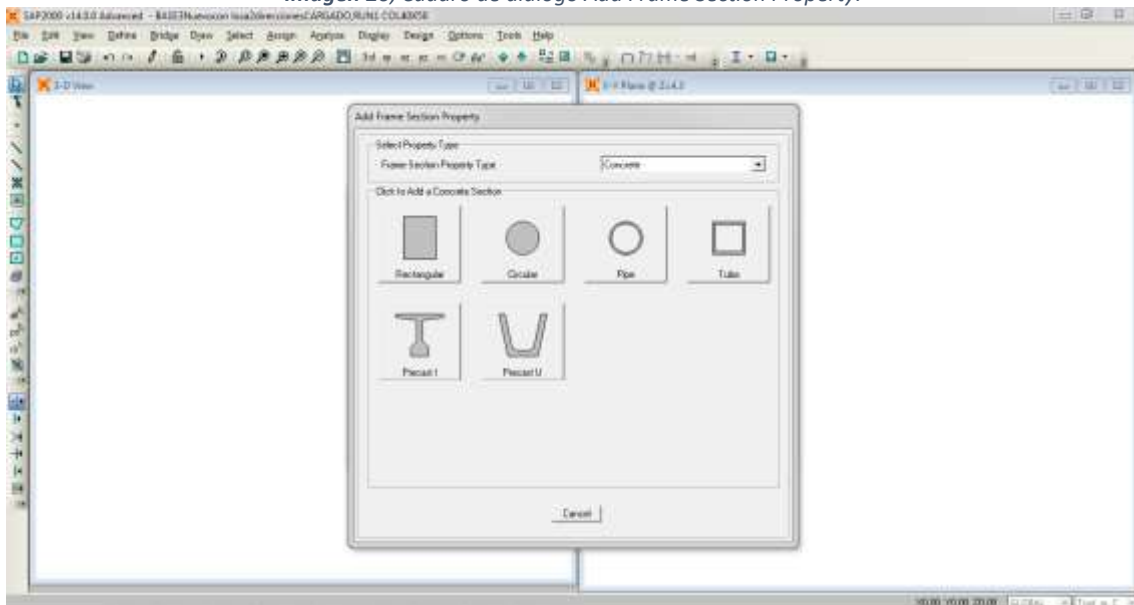
**Paso 07:** Para definir las secciones se utilizó la opción *Frame Sections*, que se encuentra dentro de *Sections Properties* del menú *Define*, acá nos abre un cuadro de diálogo “*Frame Properties*”.

*Imagen 19, Cuadro de diálogo Frame properties.*



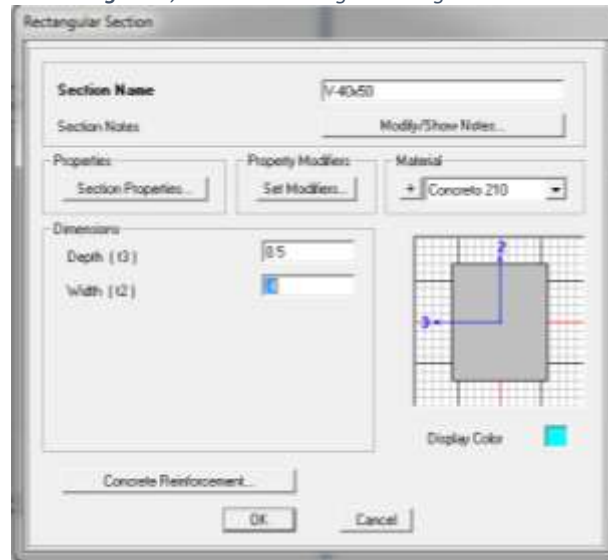
**Paso 08:** Dentro del cuadro de diálogo *Frame Properties*, se ejecutó la opción *Add New Property*, mostrándonos el cuadro de diálogo “*Add Frame Section Property*” el cual nos dará la opción de elegir el material y la geometría de la sección.

*Imagen 20, Cuadro de diálogo Add Frame Section Property.*



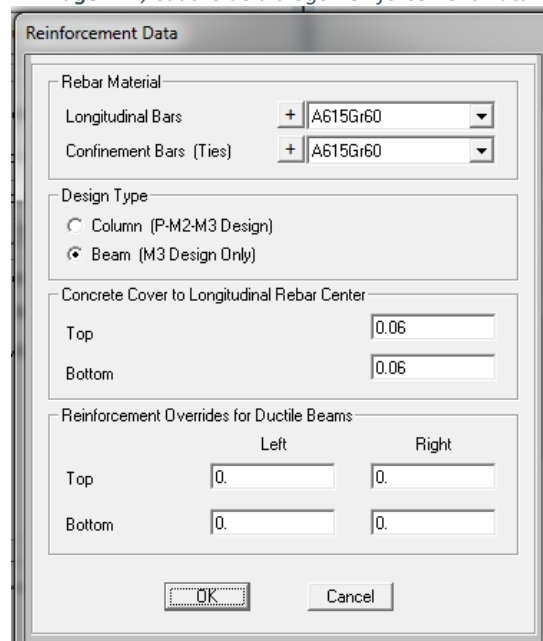
**Paso 09:** Habiendo elegido concreto como material, se utilizó la opción *Rectangular*, ejecutando de manera automática, el cuadro de diálogo, en el cual se modificó el nombre que llevará la sección en el recuadro *Section Name*, se eligió el material antes definido *Concreto 210* en la opción *Material*, y se digitaron las dimensiones según sea necesario para cada tipo de elemento en la opción *Dimensions*.

*Imagen 21, Cuadro de diálogo Rectangular Section.*



**Paso 10:** En el apartado de *Concrete Reinforcement*, se deberá tener en cuenta, si el elemento es una columna o viga, de acuerdo a esto se modificará la opción *Design Type*.

*Imagen 22, Cuadro de diálogo Reinforcement Data*



Secciones usadas:

Imagen 23, Viga 35cm. x 70cm.

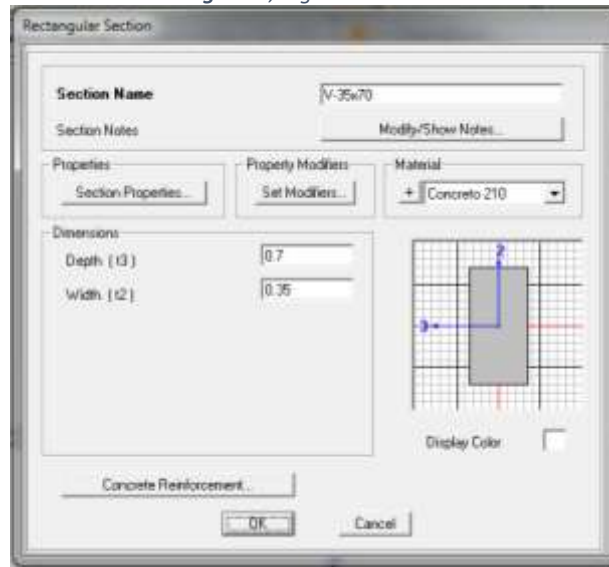
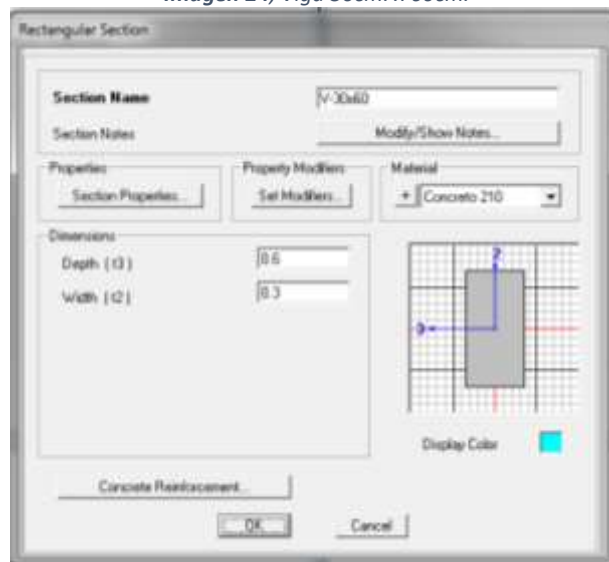
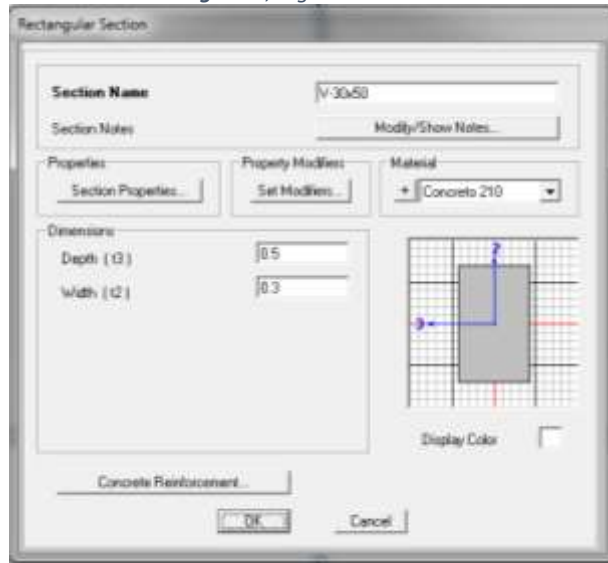


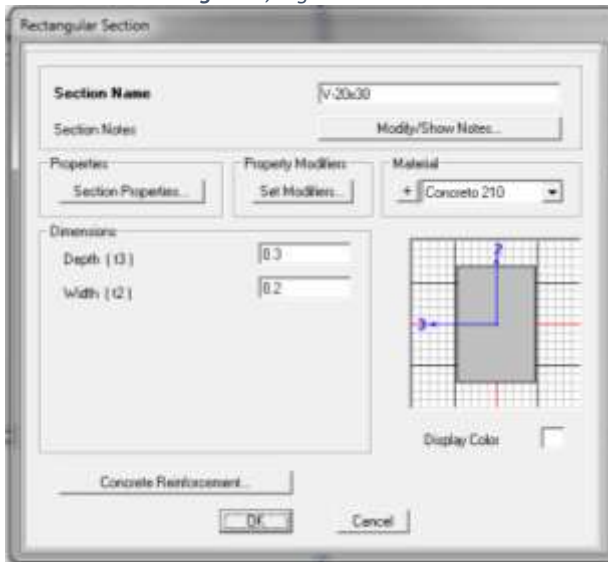
Imagen 24, Viga 30cm. x 60cm.



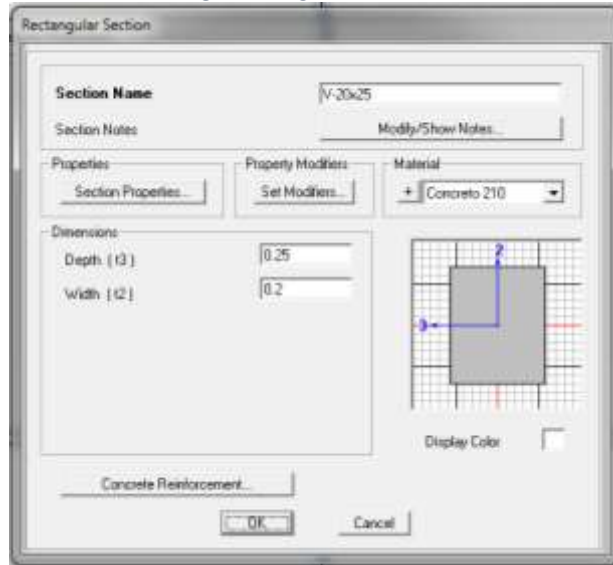
*Imagen 25, Viga 30cm. x 50cm.*



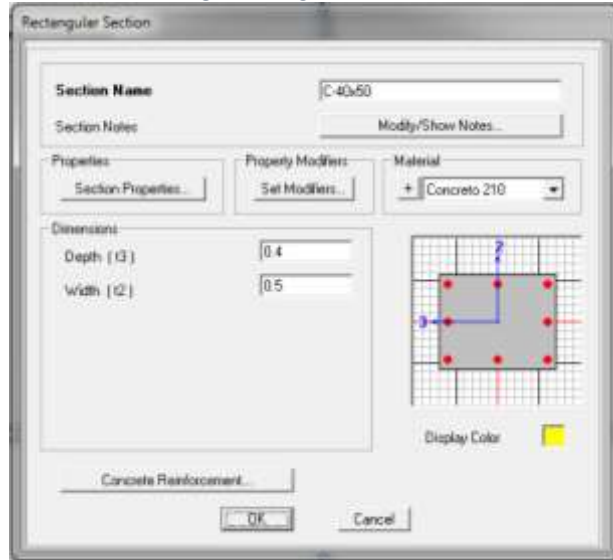
*Imagen 26, Viga 20cm. x 30cm.*



*Imagen 27, Viga 20cm. x 25cm.*

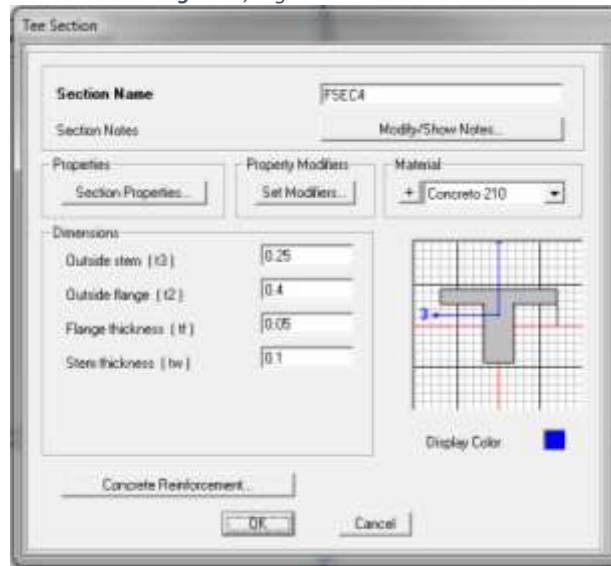


*Imagen 28, Viga 40cm. x 50cm.*



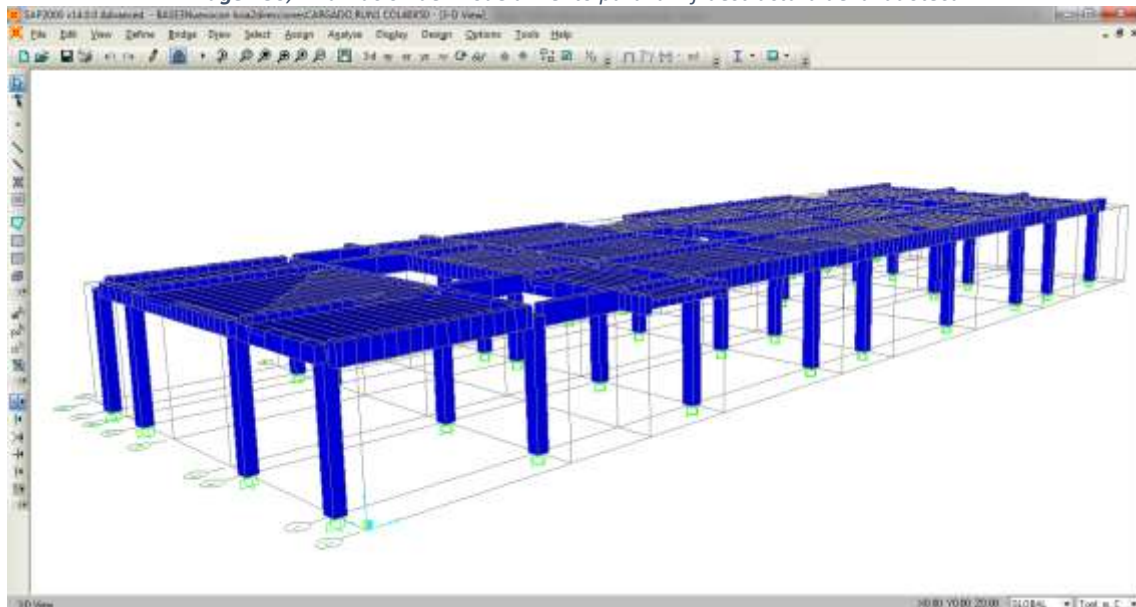
**Paso 11:** Para el caso de las viguetas de losa, se varió la elección de la sección geométrica, utilizando una sección T, esta opción aparece, únicamente, colocando como material *Steel* (Acero), para lo que posteriormente, en el cuadro de diálogo *Tee Section*, se tuvo que modificar el material, usando el que antes se había definido, *Concreto 210*.

*Imagen 29, Vigueta de losa h=25cm.*



**Paso 12:** Luego de tener los materiales y las secciones definidas, se procedió a dibujar, teniendo en cuenta la estructuración considerada.

*Imagen 30, Finalización del modelamiento para la infraestructura de la ludoteca.*



Las estructuras restantes fueron modeladas siguiendo los mismos pasos.

#### **3.2.3.4.4. Diseño estructural**

##### **3.2.3.4.4.1. Diseño estructural, concreto armado**

###### **3.2.3.4.4.1.1. Estructuración**

La estructuración consiste en determinar la ubicación y dimensión de cada uno de los elementos estructurales de manera que satisfagan las condiciones de cargas requeridas (carga muerta, viva y de sismo), además de ajustarse a los requerimientos arquitectónicos.

Con el fin de lograr el objetivo, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- **Simplicidad y simetría.** - Por experiencia ya demostrada, se sabe que las estructuras simples se comportan mejor frente a los sismos, si a esto le adicionamos elementos simétricos, garantiremos mayor predicción del comportamiento de la estructura.
- **Resistencia y ductilidad.** - Debe proveerse a la estructura de una adecuada resistencia en las dos direcciones principales a fin de garantizar su estabilidad. Por otro lado, queda definida la necesidad de dotar de ductilidad a la estructura en tanto aceptamos que las fuerzas especificadas por las normas son menores a aquellas correspondientes a las sollicitaciones elásticas.

- **Hiperestaticidad y monolitismo.** – El diseño estructural del presente proyecto debe contar con una disposición hiperestática y así proporcionar mayor resistencia, gracias a la producción de rotulas plásticas que ayudan a la mejor disipación de energía, brindándonos un mejor grado de seguridad.
- **Uniformidad y continuidad.** - La estructura debe de ser uniforme y continua tanto en elevación como en planta.
- **Rigidez lateral.** - Para evitar que nuestra estructura tenga deformaciones importantes resultantes de fuerzas horizontales debidas a sismos, se debe garantizar que cada una los elementos estructurales aporten la rigidez necesaria en la proporción correcta para cada una de sus direcciones principales.

### 3.2.3.4.4.1.2. Predimensionamiento

A continuación se tomará como ejemplo la metodología seguida para la infraestructura de la Ludoteca, siendo esta, la que se siguió para todas las estructuras de concreto armado.

#### - Losa Aligerada

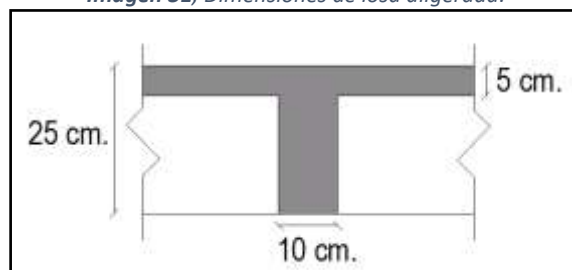
Para el predimensionamiento de la losa aligerada en una dirección, se utilizó la tabla 9.1 del título III.2 Estructuras, E.060 del **RNE**, que establece los espesores mínimos para las losas y vigas. Esto después de haber determinado la dirección de cada paño de losa

Tabla 16, Espesores mínimos para losa aligerada.

Elementos	Simplemente apoyados	Con un extremo	Ambos extremos	En voladizo
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Aplicado a cada uno de los paños y uniformizando se obtuvo como espesor mínimo **25 cm.**

Imagen 31, Dimensiones de losa aligerada.



#### - Vigas

Para el predimensionamiento de vigas se utilizó como peralte mínimo: 1/10 de la luz libre, para vigas que recibieron directamente carga de la losa aligerada, y 1/12 de la luz libre para vigas que no recibirían carga directa de la losa aligerada.

Obteniendo finalmente después de uniformizar:

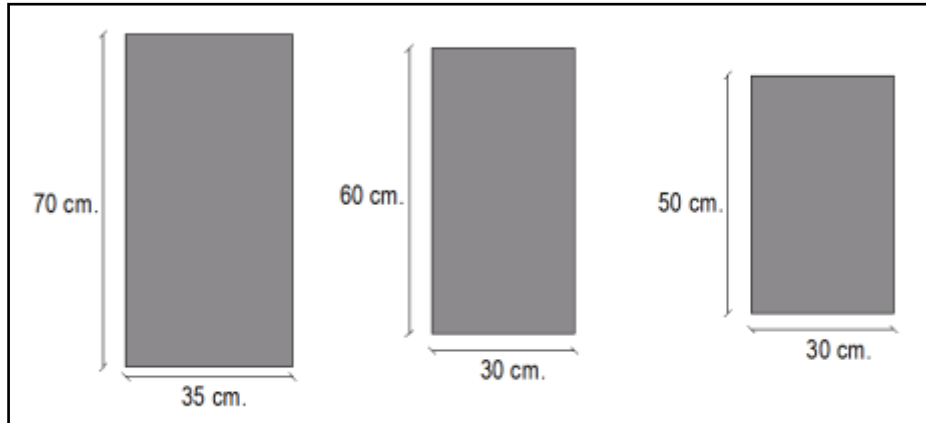
Vigas en la dirección X-X: **35 cm. x 70 cm.**

Vigas en la dirección Y-Y: **30 cm. x 50 cm. y 30 cm x 60 cm.**

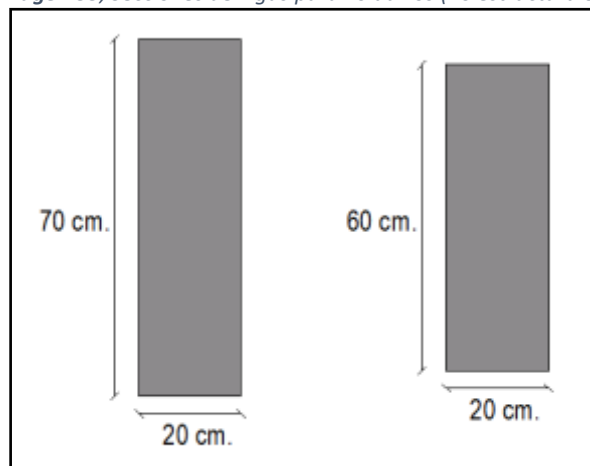
Teniendo como excepción las siguientes secciones de voladizos:

**20 cm. x60 cm. y 20 cm. x 70 cm.** se debe tener en cuenta que estas últimas no son vigas estructurales.

*Imagen 32, Secciones de vigas en los sentidos X e Y.*



*Imagen 33, Secciones de vigas para voladizos (no estructurales).*



#### - Columnas

Para el Predimensionamiento de columnas se tuvo en cuenta la carga sísmica. Utilizando la siguiente fórmula:

$$b = \left( \frac{0.25 * V_s * H_1^2}{nc * n * E} \right)^{\frac{1}{4}}$$

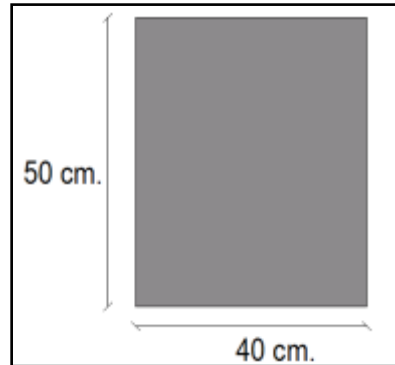
**Donde:**

- $V_s$ : ZUCS\*P cortante por sismo.
- $H_1$ : Altura del primer nivel
- $N_c$ : número de columnas
- $N$ : factor de desplazamiento permisible

- E: Módulo de elasticidad.

Obteniendo como resultado una columna de **35 cm. x 35 cm.** dimensión que sería modificada más adelante para obtener la deriva permisible, obteniendo finalmente una columna de **40 cm. x 50 cm.**

Imagen 34, Secciones de vigas para voladizos (no estructurales).



### 3.2.3.4.4.1.3. Medrado de cargas

#### Paso 01

Se elaboró una tabla con los pesos específicos según el **RNE – E-020. Cargas.** Y una tabla con dimensiones de los vanos. Estas sirvieron para facilitar la automatización de las formulas usadas para el cálculo de las cargas.

Todo esto se realizó con el *software* de *Office, Excel.*

Tabla 17, Pesos específicos.

Elemento	Peso específico
Peso Especifico del Concreto	2400.00 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Especifico de Tabiquería	1350.00 Kg/m <sup>3</sup>
Peso de Losa 1 Dirección h=25cm.	350.00 Kg/m <sup>2</sup>
Peso de Losa 2 Dirección h=25cm.	420.00 Kg/m <sup>2</sup>

Tabla 18, Cuadro de vanos.

CAUDRO DE VANOS				
VANO	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO
V1	6.75	0.15	0.5	683.4375
V2	3.25	0.15	0.5	329.0625
-	0	0	0	0

#### Paso 02

Se elaboraron tablas que contenían fórmulas aritméticas con el fin de automatizar los procesos matemáticos, y además de ello, para obtener los resultados (pesos) de manera precisa y ordenada. La metodología de tablas con fórmulas dependientes de las tablas descritas en el **paso 01** fueron usadas para el cálculo de cargas de todos

los elementos estructurales y/o arquitectónicos necesarios, como también, para el conteo de las cargas de acabados y cargas vivas.

**Tabla 19, Plantilla de metrado para vigas.**

Ubicación	Tipo	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Peso (kg)
Eje 1 / Ejes A-B	V-101	6.400	0.35	0.70	3,763.20
Eje 1 / Ejes B-C	V-101	6.550	0.35	0.70	3,851.40
Eje 1 / Ejes C-D	V-101	6.625	0.35	0.70	3,895.50
<b>TOTAL</b>					<b>11,510.10 Kg.</b>

**Tabla 20, Plantilla de metrado para columnas.**

Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Cantidad (Und.)	Peso (kg)
Columnas (Todos los ejes)	4.30	0.40	0.50	37	76,368.00
<b>TOTAL</b>					<b>76,368.00 Kg.</b>

**Tabla 21, Plantilla de metrado para tabiquería.**

Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Viga	Vano	Vano	Vano	Peso (kg)
Eje 1 / Ejes A-B	6.63	0.15	3.4	V-101	V1	-	-	3,277.16
Eje 1 / Ejes C-D	6.75	0.15	3.4	V-101	V1	-	-	3,348.84
<b>TOTAL</b>								<b>6,626.00 Kg.</b>

**Tabla 22, Plantilla de metrado para losa aligerada.**

Ubicación	Area (m2)	Peso (kg)
/ Ejes A-B y Ejes 1-2	29.1475	10,201.63
/ Ejes A-B y Ejes 2-3'	44.7037	18,775.55
/ Ejes A-B y Ejes 3'-4	15.2287	5,330.05
<b>TOTAL</b>		<b>34,307.22 Kg.</b>

**Tabla 23, Plantilla de metrado para acabados.**

Area Total Techada	666.88 m <sup>2</sup>
--------------------	-----------------------

Peso Total de Acabados	66,688.39 Kg.
------------------------	---------------

**Tabla 24, Plantilla de metrado para Carga viva.**

Area Total Techada	666.88 m <sup>2</sup>
--------------------	-----------------------

Peso Total de Acabados	66,688.39 Kg.
------------------------	---------------

### Paso 03

Se elaboró una tabla resumen, esta contiene las cargas existentes en la estructura "metrada".

**Tabla 25, Plantilla de metrado para cargas totales.**

Nivel	Vigas	Columnas	Placas	Losa Aligerada	Escalera	Acabados	Tabiquería	TE	CM kg/m <sup>2</sup>	CV kg/m <sup>3</sup>	Peso por nivel
Piso 1	11510.10	76368.00	0.00	34307.22	0.00	66688.39	6626.00	-	188873.71	66688.39	255562.10
<b>TOTAL</b>	<b>11510.10</b>	<b>76368.00</b>	<b>0.00</b>	<b>34307.22</b>	<b>0.00</b>	<b>66688.39</b>	<b>6626.00</b>	<b>0.00</b>			

### 3.2.3.4.4.1.4. Análisis estático

Para el cálculo de la cortante basal se tomaron los datos necesarios del título III.2.Edificaciones, E-030. Diseño Sismoresistente del **RNE**.

Se emplearon los factores de reducción según manda la E-030, según la irregularidad de la estructura, por tal se considera la estructura de forma Irregular.

$$V = \left( \frac{Z.U.C.S}{R} \right) * P$$

**Para la Ciudad de Chiclayo.**

Dónde:

- Z= 0.45, vivienda ubicada en la zona sísmica 3.
- U= 1.5, uso esencial: Escuela: categoría A.
- S= 1.40, tipo de suelo S3.
- Tp= 0.9 seg. periodo de vibración.
- C= 2.5
- R= 8.
- P= Peso Total de la vivienda.

Con estos se elaboró la siguiente tabla:

*Tabla 26, Plantilla para el cálculo de fuerzas sísmicas.*

Nivel	Peso x nivel	Altura (m)	Alt. Acum	PiHi	%	Vi(kgf)	Vi(tonf)
1	255562.10	4.70	4.70	1201141.89	1.00	58887.75	<b>58.888</b>
	<b>255562.10</b>		<b>4.70</b>	<b>1201141.89</b>	<b>1.00</b>	<b>58887.75</b>	

### Verificación de desplazamientos

Se verificaron los desplazamientos de la estructura en ambas direcciones, X-X y Y-Y; el máximo valor de desplazamiento fue tomado del **RNE**, siendo para el sistema de concreto armado, de 0.007 (deriva), y para estructuras de acero, de 0.001 (deriva).

La tabla elaborada fue la siguiente:

*Tabla 27, Plantilla para el cálculo de derivadas, eje X-X.*

Nivel	Altura/piso	Altura Acu	δ	DERIVA / PISO	DERIVA ABS
<b>1</b>	430	430	0.426762	0.00595	0.00595

*Tabla 28, Plantilla para el cálculo de derivadas, eje Y-Y.*

Nivel	Altura/piso	Altura Acu	δ	DERIVA / PISO	DERIVA ABS
<b>1</b>	430	430	0.404285	0.00564	0.0056

### Junta de separación sísmica (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas una distancia mínima "S" para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Para la realización del cálculo de la junta de separación, se verificó que la estructura tendrá una junta entre módulos.

Para el cálculo se tomó como referencia el R.N.E E-030.

$$S = H \text{ total} * 2 * \Delta \text{ deriva máxima} * 2/3$$

### 3.2.3.4.4.1.5. Diseño

Para el diseño de los elementos estructurales, en concreto armado, se utilizó la norma E-060. Concreto Armado, del RNE; asimismo, cabe recalcar que se tuvo en cuenta las consideraciones del capítulo 21 de la misma norma. A continuación se muestra la metodología seguida para el diseño de todas las estructuras presentes en el proyecto de parque zonal.

#### A. Diseño de vigas

##### a. Diseño por flexión en vigas, en la dirección Y-Y

De manera representativa de los pasos que se deberán seguir para el diseño de todas las vigas, se muestra el diseño de una viga del módulo Ludoteca.

Imagen 35, Elevación, viga de pórtico. Eje I, Ludoteca.



Tabla 29, Características de materiales.

Item	Valor	
$f'_c =$	<b>210</b>	Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	<b>4200</b>	Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi =$	<b>0.9</b>	
estribos	<b>3/8</b>	pulg
Recub.	<b>4</b>	cm
$\beta_1 =$	<b>0.85</b>	
Varilla	<b>1.00</b>	pulg
$d'$	6.22	cm
$d''$	8.76	cm
Sismicidad	M	
Ecu	0.003	
Ey	0.0021	
ME acero	2100000	

Tabla 30, Cuantía por flexión.

Cuantías	
pb	0.0217
pmin	0.0024
pmax	0.0163

Tabla 31, Características de sección.

TRAMO	NUDO/ CLARO	b	h
		cm	cm
1-2	1	30	50
		30	50
	CLARO	30	50
		30	50
	2	30	50
		30	50

Tabla 32, Área de acero mínimo y máximo.

TRAMO	NUDO/ CLARO	Asmin	a min	Mumin	Asmax	a max	Mumax
		cm2	cm	(Kgf.cm)	cm2	cm	(Tn.m)
1-2	1	3.17	2.49	510040	21.35	16.75	28.58
		3.17	2.49	510040	21.35	16.75	28.58
	CLARO	3.17	2.49	510040	21.35	16.75	28.58
		3.17	2.49	510040	21.35	16.75	28.58
	2	3.17	2.49	510040	21.35	16.75	28.58
		3.17	2.49	510040	21.35	16.75	28.58

Tabla 33, Esfuerzos de diseño, y área de acero final.

TRAMO	NUDO/ CLARO	M	Mu	d	a	As	REFUERZO	As final
			(tn.m)	cm	cm			
1-2	1	M(-)	6.30	43.7800	3.10	3.95	SR	3.946
		M(+)	4.50	43.7800	2.19	3.17	SR	3.172
	CLARO	M(-)	1.50	43.7800	0.72	3.17	SR	3.172
		M(+)	2.20	43.7800	1.06	3.17	SR	3.172
	2	M(-)	6.70	43.7800	3.30	4.21	SR	4.207
		M(+)	3.00	43.7800	1.45	3.17	SR	3.172

## b. Diseño por corte en vigas, en la dirección Y-Y

De manera representativa de los pasos que se deberán seguir para el diseño de todas las vigas, se muestra el diseño de una viga del módulo Ludoteca.

Antes de dar inicio con el diseño por corte, es necesario volver a calcular los momentos en las vigas, ya que, con el diseño por flexión, sus valores serán mayores, y es necesario considerarlos como tal.

Tabla 34, Nuevos momentos calculados con la nueva área de acero. (As final)

TRAMO	NUDO/ CLARO	b	h	d	REFUERZO	As	a	c	M	Mu (tn.m)
		cm	cm	cm			cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	3.959	3.105	3.653	M(-)	6.32
		30	50	43.7800	SR	3.959	3.105	3.653	M(+)	6.32
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959	3.105	3.653	M(-)	6.32
		30	50	43.7800	SR	3.959	3.105	3.653	M(+)	6.32
	2	30	50	43.7800	SR	5.225	4.098	4.822	M(-)	8.24
		30	50	43.7800	SR	3.959	3.105	3.653	M(+)	6.32

Una vez obtenidos los nuevos momentos, se calcula la cortante máxima de diseño, considerando en ella, la cortante isostática (calculada a partir de las cargas muertas y vigas sobre la viga, amplificadas) y las cortantes hiperestáticas (obtenidas con los nuevos momentos de diseño por flexión).

Tabla 35, Cortante máximo para diseño.

UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE I, VIGA 1-2	1.17	1.17	4.22	6.32	6.32	8.2	6.32	-1.82	4.62	2.28	-4.17	4.62

Imagen 36, Cortante en viga.

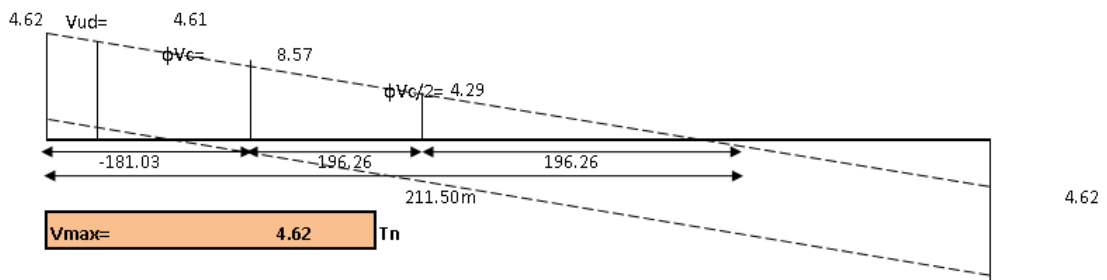


Tabla 36, Características de sección.

b=	30	cm
h=	50	cm
fy=	4200	kg/cm <sup>2</sup>
f'c=	210	kg/cm <sup>2</sup>
d=	43.78	cm
Vu=	4.62	Tn
Ln=	423	cm
Vud=	4.61	

A través de estos parámetros podemos verificar el caso en que nos encontramos.

$$1.06 * \sqrt{f'c} * bw * d = 20.17 \text{ tn.}$$

$$2.12 * \sqrt{f'c} * bw * d = 40.35 \text{ tn.}$$

**Caso 01:**

$$V_s < 1.06 * \sqrt{f'c} * bw * d$$

**Caso 02:**

$$1.06 * \sqrt{f'c} * bw * d < V_s < 2.12 * \sqrt{f'c} * bw * d$$

**Caso 03:**

$$V_s > 2.12 * \sqrt{f'c} * bw * d$$

**Tabla 3.20.** Cálculo de datos para diseño.

Vc=	10.09	Tn
$\phi V_c$ =	8.57	Tn
$\phi V_c/2$ =	4.29	Tn
Long. Refuer.	-181.03	cm
Long. Est. Min.	15.24	cm
Vn=	5.42	Tn
Vs=	-4.66	Tn

$$V_s = -4.66 \text{ tn} < 1.06 * \sqrt{f'c} * bw * d = 20.17 \text{ tn.} \rightarrow \text{Caso 01}$$

**Usar estribos N. °3:** 1@.05, 10@.10, 6@.15 rto.@.25.

Como podemos observar el concreto absorbe el cortante por lo tanto no requiere ser reforzado, por eso colocamos estribo mínimo y la separación estará acorde con el capítulo 21 del Reglamento Nacional de Edificaciones E- 0.60 Concreto Armado, el cual nos especifica la separación que se debe tener en cuenta para lugares sísmicos. De la misma manera se desarrollaron todas las vigas.

## **B. Diseño de columnas**

Para el diseño a columnas se empleó el método de Bresler - Método de la carga recíproca.

De manera representativa se realiza el diseño de las columnas C-1 con la combinación 1.25CM + 1.25CV + SY, es necesario decir que para el diseño de los demás tipos de columnas se siguió el procedimiento similar al descrito a continuación.

Tabla 37, Dimensiones de elemento.

Dimensiones C-1	
b	50.00 cm.
h	40.00 cm.

Tabla 38, Características de materiales.

Caract. Material	
rec=	4.00 cm
f'c =	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy =	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 39, Cargas de diseño amplificadas.

Cargas amplificadas	
Pu	7.11 tn
Mx	0.50 Tn/m
My	7.89 Tn/m

## a. Refuerzo longitudinal

### 1. Análisis a dos caras

#### Carga axial + momento alrededor del eje X-X

$$P_u = 7.11 \text{ tn.}$$

$$M_{ux} = 0.50 \text{ tn/m.}$$

$$b = 40.00 \text{ cm.}$$

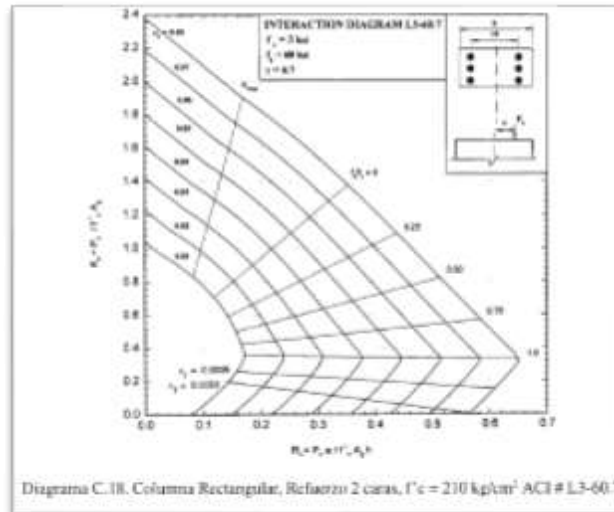
$$a = 50.00 \text{ cm.}$$

$$Kn = \frac{P_u}{0.7 * A_g * f'_c} = 0.024$$

$$Rn = \frac{P_u * e}{0.7 * A_g * f'_c * h} = 0.004$$

$$\gamma = \frac{yh}{h} = 0.7 \quad \rho = 0.00125 \quad A_s = 2.5 \text{ cm}^2$$

Imagen 37, Diagrama de iteración C-18 del ACI.



Del gráfico C-18 obtenemos una cuantía temporal de  $\rightarrow 0.00125$

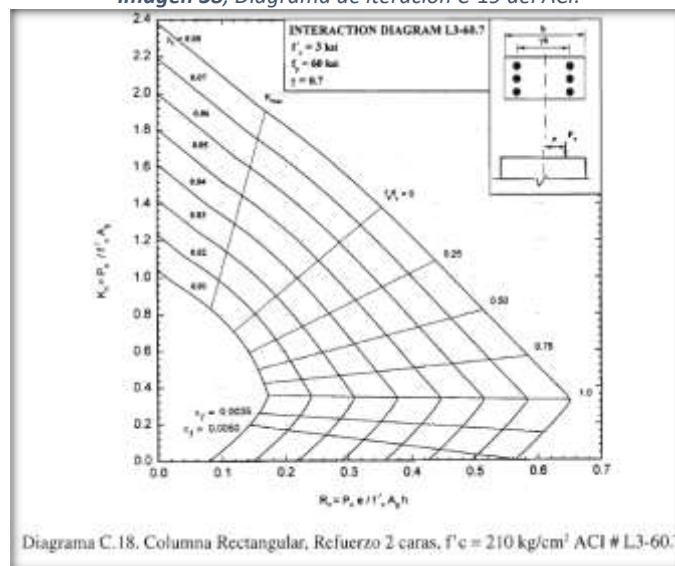
Carga axial + momento alrededor del eje Y-Y

$P_u = 7.11 \text{ tn.}$   
 $M_{ux} = 7.89 \text{ tn/m.}$   
 $b = 40.00 \text{ cm.}$   
 $a = 50.00 \text{ cm.}$

$R_n = 0.054.$   
 $\gamma = 0.8$

$\rho = 0.0033 \quad A_s = 6.6 \text{ cm}^2$

Imagen 38, Diagrama de iteración C-19 del ACI.



Al terminar ambos análisis a dos caras, debemos tener en cuenta que ninguno de ellos llega a superar el 1% de cuantía, ni siquiera sumándolos, es por ello que para el análisis a cuatro caras se asumirá una cuantía de 1% la mínima que exige el RNE.

## 2. Análisis a cuatro caras

### Carga axial + momento alrededor del eje X-X

$$P_u = 7.11 \text{ tn.}$$

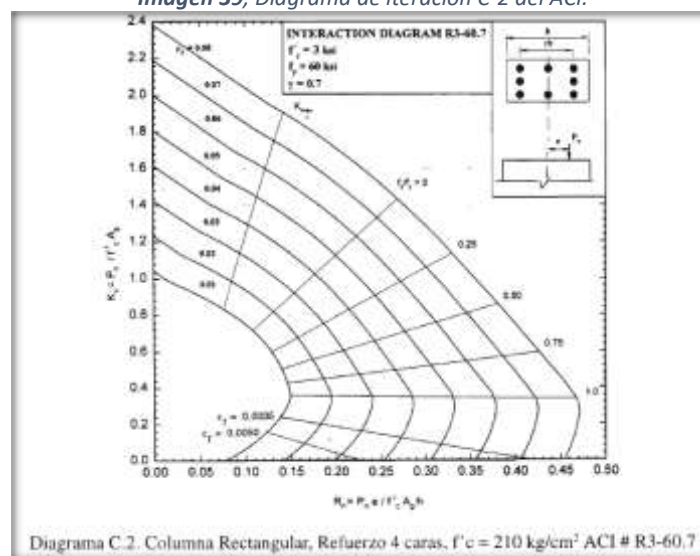
$$M_{uy} = 0.50 \text{ tn/m.}$$

$$R_n = 0.004.$$

$$\rho = 1.00$$

$$\gamma = 0.7$$

Imagen 39, Diagrama de iteración C-2 del ACI.



$$K_n = 0.68.$$

$$P_{nx} = [K_n * A_g * f'_c]$$

$$P_{nx} = 285.60 \text{ tn.}$$

### Carga axial + momento alrededor del eje Y-Y

$$P_u = 7.11 \text{ tn.}$$

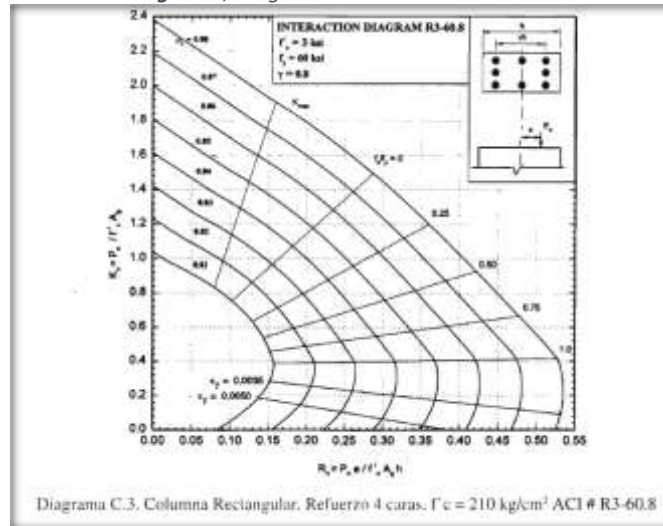
$$M_{uy} = 7.89 \text{ tn/m.}$$

$$R_n = 0.054.$$

$$\rho = 1.00$$

$$\gamma = 0.8$$

Imagen 40, Diagrama de iteración C-3 del ACI.



$$K_n = 0.64.$$

$$P_{nx} = [K_n * A_g * f'_c]$$

$$P_{nx} = 268.80 \text{ tn.}$$

- Carga axial pura

$$P_{no} = [0.85 * f'_c * (a_g - a_s) + a_s * f_y]$$

$$P_{no} = 448.70 \text{ tn.}$$

- Ecuación de Bresler

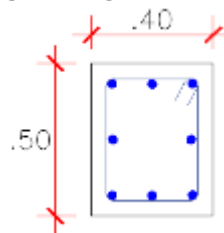
$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_{no}}$$

$$P_n = 200.28 \text{ tn.}$$

$$P_n = 200.28 \text{ tn} > P_u = 7.11 \text{ tn} \rightarrow \text{OK.}$$

Finalmente tenemos un refuerzo de 6 var. De 3/4" + 2 var. De 5/8"

Imagen 41, Viga 40cm. x 50cm.



## b. Detalle de distribución de estribos

De manera representativa se realiza el detalle de estribos en las Columnas C-1, vale decir que para el diseño de los demás tipos de columnas se siguió el procedimiento similar al descrito a continuación.

- Longitud en la zona de confinamiento ( $l_o$ )

- $H/6 = 41.67$  cm.
- $\text{Max}(a,b) = 55$  cm.
- 50 cm.

Usamos el máximo que es 55 cm.

- Espaciamiento dentro de ( $l_o$ );  $S$

- $8d_b = 12.72$  cm.
- $b/2, T/2 = 27.50$  cm.
- 10 cm.

Usamos el mínimo que es 10 cm.

- Espaciamiento fuera de ( $l_o$ );  $S'$

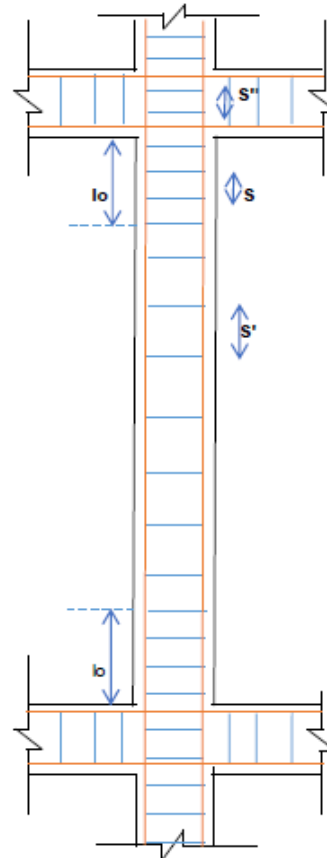
- $48d_b = 45.60$  cm.
- $16d_b = 30.56$  cm.
- $b$  o  $T = 55$  cm.
- 30 cm.

Usamos el mínimo que es 30 cm.

- Espaciamiento dentro del nudo  $S''$

Usamos 15cm

Imagen 42, Detalle de distribución de estribos.



## C. Diseño de losa aligerada

Para el diseño de losa aligerada se empleó lo estipulado en la **RNE**. E-0.60. De manera representativa se diseñará un paño del módulo Ludoteca. Vale decir que para el diseño de los demás paños se siguió el procedimiento similar al descrito a continuación.

A través del programa SAP podemos sacar los valores de los momentos tanto en los nudos y en el claro tanto positivo como negativo:

Tabla 40, Plantilla de diseño para losa aligerada.

TRAMO	NUDO/CLARO	M	M <sub>u</sub>	d	a	A <sub>smín</sub>	A <sub>s</sub>	As final
			(tn.m)	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	
1 - 2	1	M(-)	0.36	22.3650	1.03	1.08	0.43	1.080
		M(+)	0.00	22.3650	0.00	0	0	0
	CLARO	M(-)	0.00	22.3650	0.00	0	0	0
		M(+)	0.33	22.3650	0.23	0.54	0.41	0.540
	2	M(-)	0.82	22.3650	2.41	1.08	0.97	1.080
		M(+)	0.00	22.3650	0.00	0	0	0

Tabla 41, Plantilla para asignación de barras de acero.

As final	N de Barras					As (cm <sup>2</sup> )
	3/8	1/2	5/8	3/4	1	
1.080		1				1.267
0						0.000
0						0.000
0.540	1					0.713
1.080		1				1.267
0						0.000

### 3.2.3.4.4.2. Diseño estructural, estructuras de acero

#### 3.2.3.4.4.2.1. Estructuración

La estructuración consiste en determinar la ubicación y dimensión de cada uno de los elementos estructurales de manera que satisfagan los requerimientos de cargas (carga muerta, viva y de viento), además de tener una relación, en la medida de lo posible, con los diseños arquitectónicos.

Con el fin de lograr el objetivo, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- **Simplicidad y simetría.** - Por experiencia ya demostrada, se sabe que las estructuras simples se comportan mejor frente a los sismos, si a esto le adicionamos elementos simétricos, garantizaremos mayor predicción del comportamiento de la estructura.
- **Resistencia y ductilidad.** - Debe proveerse a la estructura de una adecuada resistencia en las dos direcciones principales a fin de garantizar su estabilidad. Por otro lado, queda definida la necesidad de dotar de ductilidad a la estructura en tanto aceptamos que las fuerzas especificadas por las normas son menores a aquellas correspondientes a las sollicitaciones elásticas.
- **Hiperestaticidad y monolitismo.** - El diseño estructural del presente proyecto debe contar con una disposición hiperestática y así proporcionar mayor resistencia, gracias a la producción de rotulas plásticas que ayudan a la mejor disipación de energía, brindándonos un mejor grado de seguridad.
- **Uniformidad y Continuidad.** - La estructura debe de ser uniforme y continua tanto en elevación como en planta.

- **Paralelismo con fuerza de viento.** - Para evitar el exceso de fuerzas en barlovento, la estructura deberá tener sus lados de pendiente, perpendicular con la dirección del viento, así, las fuerzas de viento serán mejor soportadas.

### 3.2.3.4.4.2.2. Predimensionamiento

A continuación, se tomará como ejemplo la metodología seguida para la infraestructura de la Piscina, siendo esta, la que se siguió para todas las estructuras de acero.

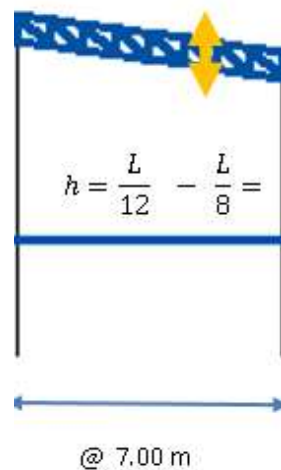
#### A. Distribución de elementos estructurales

La ubicación de las cerchas principales fue determinada teniendo en cuenta la dirección y ángulo de la fuerza del viento. Luego se procedió a ubicar las columnas según las luces máximas para diseño, buscando en todo momento, que estas tengan un correcto comportamiento. Fue necesario considerar vigas laterales a media altura, con el fin de reducir los efectos de pandeo en columnas.

Para la determinación de los peraltes (h) mínimos de las cerchas, se siguieron las siguientes fórmulas:

$$h = \frac{L}{12} \text{ o } \frac{L}{8}$$

Imagen 43, Datos para cálculo de peralte.

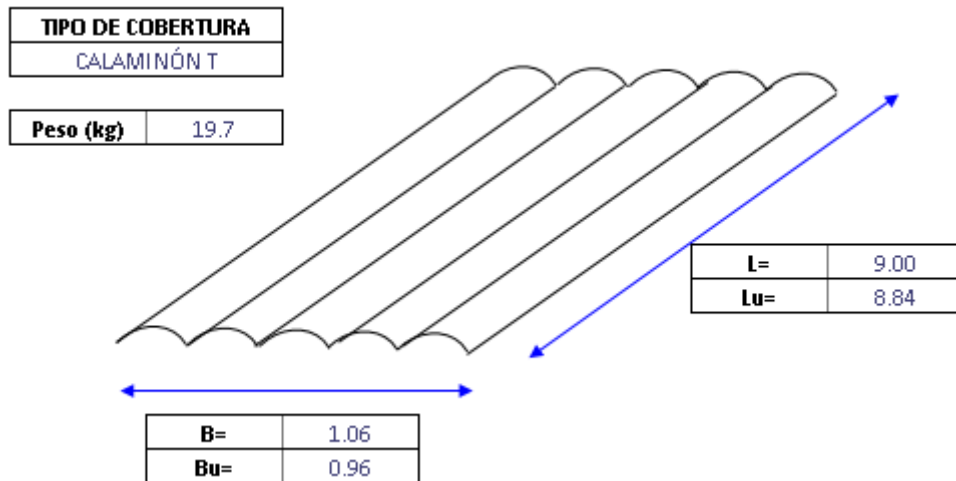


#### B. Distribución de elementos no estructurales

Este apartado hace referencia a la ubicación de correas (tipo viga) para soportar la cobertura metálica, como también, las cruces de San Andrés para arriostrar los elementos principales y reducir el pandeo en las cerchas.

Para la distribución de las correas fue necesario determinar las dimensiones de la cobertura a utilizar.

Imagen 44, Características de cobertura.



### 3.2.3.4.4.2.3. Medrado de cargas

Para las cargas muertas se elaboró una tabla con las cargas promedio de accesorios y elementos a usarse, tales como cobertura metálica, etc. Además para las cargas vivas se tomaron las consideraciones del **RNE**.

### Análisis de viento

Para determinar las cargas interiores y exteriores de viento, fue necesario calcular la fuerza del viento a la altura de la estructura que se analizó y realizó el diseño.

- $H = 7.0 \text{ m}$ .
- $V_{RNE} = 85 \text{ kph}$  (Mapa eólico, E.020).

Para alturas mayores a 10 m se deberá corregir la velocidad del mapa eólico.

$V_{H1} = 85 \text{ kph} \rightarrow \text{Ok.} / q = 36.12 \text{ kg/m}^2$ .  
 $V_{H2} = 85 \text{ kph} \rightarrow \text{Ok.} / q = 36.12 \text{ kg/m}^2$ .

Imagen 45, Fuerzas de acción del viento.

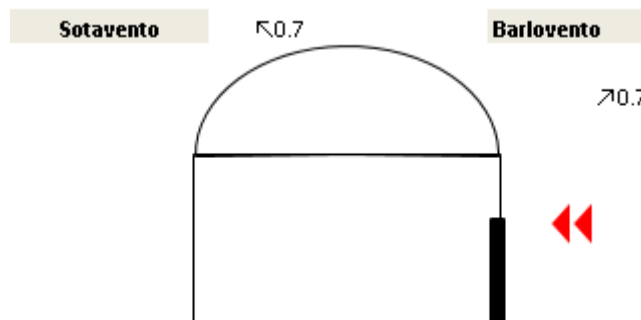


Tabla 42, Carga exterior de viento según E.020, RNE.

CÓDIGO	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO		SOTAVENTO	
		B1	B2	S1	S2
1	Superficies verticales en edificios	0.8		-0.6	
2	Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	1.5			
3	Tanque de agua, chimeneas y otros de sección circular elíptica.	0.7			
4	Tanque de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular.	2			
5	Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo $\leq 45^\circ$	0.8	-0.8	-0.5	
6	Superficie inclinada a $\leq 15^\circ$	0.3	-0.7	-0.6	
7	Superficie inclinada [15-60]°	0.7	-0.3	-0.6	
8	Superficie inclinada [60-90]°	0.8		-0.6	
9	Superficie vertical o inclinada ( planas o curvas ) paralelas a la dirección del viento		-0.7	-0.7	

Para el diseño se deberá elegir el código según el tipo de estructura que se tenga en análisis.

Tabla 43, Carga interior de viento según E.020, REN.

Tipo	DISTRIBUCIÓN DE ABERTURAS	FACTOR	
		Cpi 1	Cpi 2
1	Uniforme en lados de barlovento y sotavento	0.3	-0.3
2	Principales en lado de barlovento	0.8	0
3	Principales en lado de sotavento o en los costados	0	-0.6

Para el diseño se deberá elegir el tipo de aberturas según la estructura que se tenga en análisis.

Tabla 44, Cargas de viento resultante del análisis.

	VIENTO 1		VIENTO 2		VIENTO 3	
	F	E	F	E	F	E
<b>Coefficiente</b>	0.70	0.00	0.70	0.70	1.00	1.00
<b>AT</b>	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54
<b>C<sub>r</sub></b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FUERZA (kg/m2)</b>	<b>25.29</b>	<b>0.00</b>	<b>25.29</b>	<b>25.29</b>	<b>36.13</b>	<b>36.13</b>

### 3.2.3.4.4.2.4. Diseño

Para el diseño de los elementos estructurales, con elementos de acero estructural, se utilizó el manual **LRFD**, además, el **RNE**.

Los diseños se han dividido según elementos, los cuales forman la estructura principal. Estos son:

- **Bridas superiores e inferiores**, para cerchas principales y secundarias.
- **Montantes**, para cerchas principales y secundarias.
- **Cabezales**, para cerchas principales y secundarias.
- **Diagonales**, para cerchas principales y secundarias.
- **Columnas**, para pórticos principales y secundarios.

A continuación, se muestra la metodología seguida para el diseño de todas las estructuras metálicas presentes en el proyecto de parque zonal.

## A. Diseño de brida superior e inferior, típica

De manera representativa se toma el diseño del módulo a usarse como Polideportivo. Estos serán los pasos a seguir en todas las estructuras de acero.

### - Tipo de acero a usar

A - 36

$F_y = 36 \text{ ksi}$

$F_u = 58 \text{ ksi}$

### - K de EULER

(Doblemente articulada)

Doblemente articulada = 1

Doblemente empotrada = 0.5

Empotrada = 2

### - Propiedades de geométricas del material a usar: Tubo rectangular 2"x3"x3/19"

$A = 1.640 \text{ in}^2$

$I_{xx} = 1.860 \text{ in}^4$

$I_{yy} = 1.860 \text{ in}^4$

$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$

$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$

Longitud a diseñar:  $L = 0.93 \text{ m} = 37.31 \text{ in}$ .

## ESFUERZOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS:

### - Compresión

$P_u = 2,919 \text{ Kg}$

$P_u = 6.42 \text{ kip}$

### - Tracción

$P_u = 1,646 \text{ Kg}$

$P_u = 3.62 \text{ kip}$

## VERIFICACIONES

### PANDEO LOCAL

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$\begin{aligned}
K &= 0.5. \\
L &= 37.31 \text{ in.} \\
r_{XX} &= 0.98 \text{ in.} \\
KL/r_{XX} &= 19.1 \rightarrow \text{Cumple}
\end{aligned}$$

2. Calcular:  $\lambda = h/t_w$

<b>Para el alma</b>	<b>Para el ala</b>
H = 3 in.	H = 3 in.
T <sub>w</sub> = 3/16.	T <sub>w</sub> = 3/16.
λ = 0 in.	λ = 0.0.

3. Calcular:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$

$$\begin{aligned}
P_u &= 6.42 \text{ kip.} \\
\phi_b &= 0.9. \\
F_y &= 36 \text{ ksi.} \\
A &= 3.28 \text{ in}^2. \\
P_u/(\phi_b P_y) &= 0.06. \\
\lambda_p &= 88.943. \\
\lambda_p &= 88.94.
\end{aligned}$$

Caso 01:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 / \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y}\right)$

Caso 02:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 / \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y}\right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

$$\begin{aligned}
\lambda_p &= 88.943 > 42.17. \\
\lambda_p &= 88.94.
\end{aligned}$$

→ Caso 01

4. Calcular:  $\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$

$$\begin{aligned}
\lambda_r &= 550.00. \\
\lambda &= 0.0. \\
\lambda_p &= 88.94. \\
\lambda_r &= 550.00.
\end{aligned}$$

$$\lambda < \lambda_p < \lambda_r$$

→ Cumple

## PANDEO LATERAL

1. Calcular:  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.5.

L = 37.31 in.

r<sub>XX</sub> = 0.98 in.

F<sub>y</sub> = 36 ksi.

E = 29,400 ksi.

$\lambda_c = 0.21$ .

### 2. Calcular F<sub>cr</sub>:

Caso 01  $\rightarrow \lambda_c \geq 1.5$   $F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c}\right) F_y$

Caso 02  $\rightarrow \lambda_c \geq 1.5$   $F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c}\right) F_y$

F<sub>cr</sub> = 35.39 ksi.

### 3. Calcular: $P_n = F_{cr} A$

A = 3.28 in<sup>2</sup>.

P<sub>n</sub> = 116.08 kip.

### 4. Comparar: $P_u \leq \phi P_n$

P<sub>u</sub> = 6 kip

$\phi = 0.85$

P<sub>n</sub> = 116 kip

$\phi P_n = 98.66$  kip

→ Cumplo

## TRACCIÓN

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K = 0.5.

L = 37.31 in.

r<sub>XX</sub> = 0.98 in.

KL/r<sub>XX</sub> = 19.1.

→ Cumplo

2. Calcular:  $P_u \leq 0.9 F_y A_g$

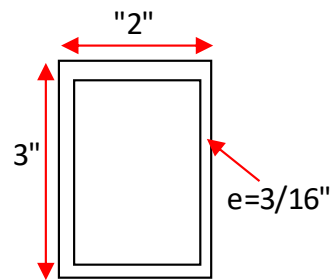
$F_y = 36 \text{ ksi.}$   
 $A_g = 3.28 \text{ in}^2.$   
 $0.9F_y A_g = 106.27 \text{ kip.}$   
 $P_u = 3.62 \text{ kip.}$

→ **Cumple**

### SECCIÓN A USAR:

Tubo LAC 2"X3"X3/16"

*Imagen 46, Sección de brida superior de cercha.*



### B. Diseño de diagonales

De manera representativa se toma el diseño del módulo a usarse como Polideportivo. Estos serán los pasos a seguir en todas las estructuras de acero.

#### - Tipo de acero a usar

A -36  
 $F_y = 36 \text{ ksi}$   
 $F_u = 58 \text{ ksi}$

#### - K de EULER

(Doblemente articulada)

Doblemente articulada = 1

**Doblemente empotrada = 0.5**

Empotrada = 2

- **Propiedades de geométricas del material a usar:** Tubo rectangular  
1.5"x2.5"x3/19"

$A = 1.270 \text{ in}^2$   
 $I_{xx} = 0.920 \text{ in}^4$   
 $I_{yy} = 0.920 \text{ in}^4$   
 $r_{xx} = 0.405 \text{ in}$   
 $r_{yy} = 0.405 \text{ in}$

Longitud a diseñar:  $L = 2.38 \text{ m} = 95.10 \text{ in.}$

### ESFUERZOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS:

#### - Compresión

$$P_u = 5,609 \text{ Kgf}$$

$$P_u = 12.34 \text{ kip}$$

#### - Tracción

$$P_u = 5,633 \text{ Kgf}$$

$$P_u = 12.39 \text{ kip}$$

### VERIFICACIONES

#### PANDEO LOCAL

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5.$$

$$L = 95.10 \text{ in.}$$

$$r_{XX} = 0.41 \text{ in.}$$

$$KL/r_{XX} = 117.4 \rightarrow \text{Cumple}$$

2. Calcular:  $\lambda = h/t_w$

#### Para el alma

$$H = 2 \frac{1}{2} \text{ in.}$$

$$T_w = 3/16.$$

$$\lambda = 0 \text{ in.}$$

#### Para el ala

$$H = 2 \frac{1}{2} \text{ in.}$$

$$T_w = 3/16.$$

$$\lambda = 0.0.$$

3. Calcular:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$

$$P_u = 12.34 \text{ kip.}$$

$$\phi_b = 0.9.$$

$$F_y = 36 \text{ ksi.}$$

$$A = 2.54 \text{ in}^2.$$

$$P_u / (\phi_b P_y) = 0.15.$$

$$\lambda_p = 69.398.$$

$$\lambda_p = 6.40.$$

Caso 01:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 / \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$

**Caso 02:**  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 / \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

$\lambda_p = 69.398 > 42.17.$

$\lambda_p = 69.40.$

→ **Caso 02**

**4. Calcular:**  $\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$

$\lambda_r = 550.00.$

$\lambda = 0.0.$

$\lambda_p = 39.40.$

$\lambda_r = 550.00.$

$\lambda < \lambda_p < \lambda_r$

→ **Cumple**

**PANDEO LATERAL**

**1. Calcular:**  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

$K = 0.5.$

$L = 95.0 \text{ in.}$

$r_{XX} = 0.41 \text{ in.}$

$F_y = 36 \text{ ksi.}$

$E = 29,400 \text{ ksi.}$

$\lambda_c = 1.31.$

**2. Calcular Fcr:**

Caso 01 →  $\lambda_c \geq 1.5$        $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

Caso 02 →  $\lambda_c \geq 1.5$        $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

$F_{cr} = 18.85 \text{ ksi.}$

**3. Calcular:**  $P_n = F_{cr} A$

$A = 2.54 \text{ in}^2.$

$P_n = 47.87 \text{ kip.}$

4. Comparar:  $P_u \leq \phi P_n$

$$P_u = 12 \text{ kip}$$

$$\phi = 0.85$$

$$P_n = 48 \text{ kip}$$

$$\phi P_n = 40.69 \text{ kip}$$

→ Cumple

### TRACCIÓN

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.5.$$

$$L = 95.10 \text{ in.}$$

$$r_{XX} = 0.41 \text{ in.}$$

$$KL/r_{XX} = 117.4.$$

→ Cumple

2. Calcular:  $P_u \leq 0.9F_y A_g$

$$F_y = 36 \text{ ksi.}$$

$$A_g = 2.54 \text{ in}^2.$$

$$0.9F_y A_g = 82.30 \text{ kip.}$$

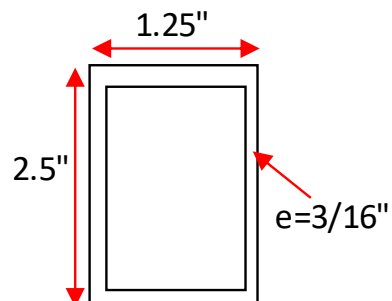
$$P_u = 12.39 \text{ kip.}$$

→ Cumple

### SECCIÓN A USAR:

Tubo LAC 1.5"X2.5"X3/16"

Imagen 47, Sección diagonal de cercha.



### **C. Diseño de montantes**

De manera representativa se toma el diseño del módulo a usarse como Polideportivo. Estos serán los pasos a seguir en todas las estructuras de acero.

#### **- Tipo de acero a usar**

A -36

$F_y = 36 \text{ ksi}$

$F_u = 58 \text{ ksi}$

#### **- K de EULER**

(Doblemente articulada)

Doblemente articulada = 1

Doblemente empotrada = 0.5

Empotrada = 2

#### **- Propiedades de geométricas del material a usar:** Tubo rectangular 2"x3"x3/19"

$A = 1.640 \text{ in}^2$

$I_{xx} = 1.860 \text{ in}^4$

$I_{yy} = 1.860 \text{ in}^4$

$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$

$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$

Longitud a diseñar:  $L = 2.10 \text{ m} = 83.92 \text{ in}$ .

#### **ESFUERZOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS:**

##### **- Compresión**

$P_u = 1,776 \text{ Kgf}$

$P_u = 3.91 \text{ kip}$

##### **- Tracción**

$P_u = 573 \text{ Kgf}$

$P_u = 1.26 \text{ kip}$

## VERIFICACIONES

### PANDEO LOCAL

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$K = 0.5.$

$L = 83.92 \text{ in}$

$r_{XX} = 0.98 \text{ in.}$

$KL/r_{XX} = 42.9 \rightarrow \text{Cumple}$

2. Calcular:  $\lambda = h/t_w$

Para el alma

$H = 3 \text{ in.}$

$T_w = 3/16.$

$\lambda = 0 \text{ in.}$

Para el ala

$H = 3 \text{ in.}$

$T_w = 3/16.$

$\lambda = 0.0.$

3. Calcular:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$

$P_u = 3.91 \text{ kip}$

$\phi_b = 0.9.$

$F_y = 36 \text{ ksi.}$

$A = 3.28 \text{ in}^2.$

$P_u/(\phi_b P_y) = 0.04.$

$\lambda_p = 95.882.$

$\lambda_p = 95.88.$

Caso 01:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 / \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y}\right)$

Caso 02:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 / \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y}\right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$

$\lambda_p = 95.882 > 42.17.$

$\lambda_p = 95.88.$

$\rightarrow$  Caso 01

4. Calcular:  $\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$

$\lambda_r = 550.00.$

$\lambda = 0.0.$

$\lambda_p = 95.88.$

$\lambda_r = 550.00.$

$$\lambda < \lambda_p < \lambda_r$$

→ **Cumple**

### PANDEO LATERAL

1. **Calcular:**  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

$$K = 0.5.$$

$$L = 83.92 \text{ in.}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in.}$$

$$F_y = 36 \text{ ksi.}$$

$$E = 29,400 \text{ ksi.}$$

$$\lambda_c = 0.48.$$

2. **Calcular F<sub>cr</sub>:**

$$\text{Caso 01} \rightarrow \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$$

$$\text{Caso 02} \rightarrow \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$$

$$F_{cr} = 33.01 \text{ ksi.}$$

3. **Calcular:**  $P_n = F_{cr} A$

$$A = 3.28 \text{ in}^2.$$

$$P_n = 108.29 \text{ kip.}$$

4. **Comparar:**  $P_u \leq \phi P_n$

$$P_u = 4 \text{ kip}$$

$$\phi = 0.85$$

$$P_n = 108 \text{ kip}$$

$$\phi P_n = 92.04 \text{ kip}$$

→ **Cumple**

### TRACCIÓN

1. **Calcular:**  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.5.$$

$$L = 83.92 \text{ in.}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in.}$$

$$KL/r_{XX} = 42.9.$$

→ Cumple

2. Calcular:  $P_u \leq 0.9F_y A_g$

$F_y = 36$  ksi.

$A_g = 3.28$  in<sup>2</sup>.

$0.9F_y A_g = 106.27$  kip.

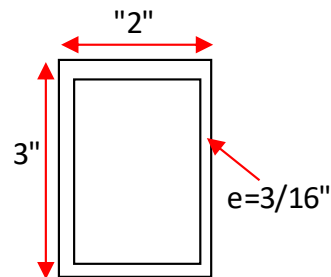
$P_u = 1.26$  kip.

→ Cumple

**SECCIÓN A USAR:**

Tubo LAC 2"X3"X3/16"

*Imagen 48, Sección de montante de cercha.*



#### D. Diseño de cabezales

De manera representativa se toma el diseño del módulo a usarse como Polideportivo. Estos serán los pasos a seguir en todas las estructuras de acero.

##### - Tipo de acero a usar

A -36

$F_y = 36$  ksi

$F_u = 58$  ksi

##### - K de EULER

(Doblemente articulada)

Doblemente articulada = 1

Doblemente empotrada = 0.5

Empotrada = 2

- **Propiedades de geométricas del material a usar:** Tubo rectangular 2"x3"x3/19"

$$A = 1.640 \text{ in}^2$$

$$I_{xx} = 1.860 \text{ in}^4$$

$$I_{yy} = 1.860 \text{ in}^4$$

$$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$$

$$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$$

Longitud a diseñar:  $L = 1.08 \text{ m} = 75.12 \text{ in}$ .

### ESFUERZOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS:

#### - Compresión

$$P_u = 686 \text{ Kgf}$$

$$P_u = 1.51 \text{ kip}$$

#### - Tracción

$$P_u = 2,726 \text{ Kgf}$$

$$P_u = 6.00 \text{ kip}$$

### VERIFICACIONES

#### PANDEO LOCAL

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5.$$

$$L = 75.12 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}.$$

$$KL/r_{XX} = 38.4$$

→ Cumple

2. Calcular:  $\lambda = h/t_w$

**Para el alma**

$$H = 3 \text{ in}.$$

$$T_w = 3/16.$$

$$\lambda = 0 \text{ in}.$$

**Para el ala**

$$H = 3 \text{ in}.$$

$$T_w = 3/16.$$

$$\lambda = 0.0.$$

3. Calcular:  $\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$

$$P_u = 1.51 \text{ kip}$$

$$\phi_b = 0.9.$$

$$F_y = 36 \text{ ksi}.$$

$$A = 3.28 \text{ in}^2.$$

$$P_u / (\phi_b P_y) = 0.01.$$

$$\lambda_p = 102.503.$$

$$\lambda_p = 102.50.$$

$$\text{Caso 01: } \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 / \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$\text{Caso 02: } \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 / \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_p = 102.503 > 42.17.$$

$$\lambda_p = 102.50.$$

→ **Caso 01**

4. **Calcular:**  $\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$

$$\lambda_r = 550.00.$$

$$\lambda = 0.0.$$

$$\lambda_p = 102.50.$$

$$\lambda_r = 550.00.$$

$$\lambda < \lambda_p < \lambda_r$$

→ **Cumple**

## PANDEO LATERAL

1. **Calcular:**  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

$$K = 0.5.$$

$$L = 75.12 \text{ in.}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in.}$$

$$F_y = 36 \text{ ksi.}$$

$$E = 29,400 \text{ ksi.}$$

$$\lambda_c = 0.43.$$

2. **Calcular F<sub>cr</sub>:**

$$\text{Caso 01 } \rightarrow \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$$

$$\text{Caso 02 } \rightarrow \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$$

$$F_{cr} = 33.59 \text{ ksi.}$$

3. Calcular:  $P_n = F_{cr}A$

$$A = 3.28 \text{ in}^2.$$

$$P_n = 110.17 \text{ kip.}$$

4. Comparar:  $P_u \leq \phi P_n$

$$P_u = 2 \text{ kip}$$

$$\phi = 0.85$$

$$P_n = 110 \text{ kip}$$

$$\phi P_n = 93.64 \text{ kip}$$

→ Cumple

### TRACCIÓN

1. Calcular:  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.5.$$

$$L = 75.12 \text{ in.}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in.}$$

$$KL/r_{XX} = 38.4.$$

→ Cumple

2. Calcular:  $P_u \leq 0.9F_yA_g$

$$F_y = 36 \text{ ksi.}$$

$$A_g = 3.28 \text{ in}^2.$$

$$0.9F_y A_g = 106.27 \text{ kip.}$$

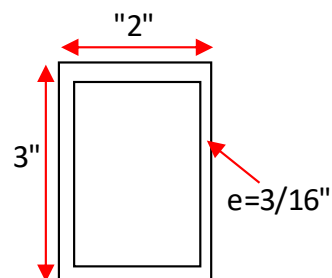
$$P_u = 6.00 \text{ kip.}$$

→ Cumple

### SECCIÓN A USAR:

Tubo LAC 2"X3"X3/16"

Imagen 49, Sección de cabezal de cercha.



### **3.2.3.5. Análisis económico**

#### **A. Metrados de Partidas**

Se determinaron las partidas necesarias para la construcción del proyecto de parque zonal, para ello se analizaron las especialidades correspondientes, tales como estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones especiales, etc.

#### **B. Análisis de costos unitarios directos e indirectos**

Se realizaron los análisis de costos unitarios dividiéndolos en grupos:  
Análisis de costos unitarios de estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones especiales, etc.

Los costos generales (Indirectos) se evaluaron según el tiempo requerido para la ejecución de la obra, personal administrativo y técnico requerido.

#### **Presupuesto de obra**

Se realizaron los presupuestos para las partidas todas las partidas existentes.

#### **C. Programación de obra**

Se determinó la presente actividad partiendo de los lineamientos básicos de programación y llevando un control efectivo durante la ejecución de obras.

## **IV. RESULTADOS.**

### **4.1. Estudios topográficos.**

Una vez culminado el trabajo de campo, en cuanto a estudio topográfico se refiere, se llevó a cabo el trabajo de gabinete, donde se procesó la información obtenida, y donde además se organizaron los datos topográficos con la finalidad de lograr un correcto procesamiento al momento de ejecutar la tarea de dibujo de planos.

Los planos topográficos están detallados, a escala, en el **Anexo C**.

Los datos obtenidos en campo, y procesados en gabinete fueron los siguientes:

*Tabla 45, Datos obtenidos en campo.*

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9254127.757	632033.2133	34.038	TN
2	9254127.757	632013.2133	34.038	TN
3	9254127.757	631993.2133	34.0213	TN
4	9254127.757	631973.2133	34.0834	TN
5	9254127.757	631953.2133	34.0926	TN
6	9254123.514	632062.6769	34.49	TN
7	9254107.757	632033.2133	34.0737	TN
8	9254107.757	632013.2133	34.0825	TN
9	9254107.757	631993.2133	34.023	TN
10	9254118.017	631954.5969	34.1632	TN
11	9254147.757	632033.2133	34.038	TN
12	9254147.757	632013.2133	34.038	TN
13	9254147.757	631993.2133	34.0661	TN
14	9254147.757	631973.2133	34.2816	TN
15	9254147.757	631953.2133	34.3563	TN
16	9254147.757	631933.2133	34.3556	TN
17	9254147.757	631913.2133	34.1423	TN
18	9254102.887	631984.8667	34.1814	TN
19	9254167.757	632033.2133	34.038	TN
20	9254167.757	632013.2133	34.1512	TN
21	9254167.757	631993.2133	34.3195	TN
22	9254167.757	631973.2133	34.5486	TN
23	9254167.757	631953.2133	34.6037	TN
24	9254167.757	631933.2133	34.5023	TN
25	9254167.757	631913.2133	34.2426	TN
26	9254167.757	631893.2133	34.047	TN
27	9254167.757	631873.2133	33.9775	TN

28	9254145.68	631901.1057	34.0913	TN
29	9254168.514	631855.3148	33.7615	TN
30	9254187.757	632013.2133	34.3367	TN
31	9254187.757	631993.2133	34.5848	TN
32	9254187.757	631973.2133	34.8186	TN
33	9254187.757	631953.2133	34.6994	TN
34	9254187.757	631933.2133	34.5322	TN
35	9254187.757	631913.2133	34.2691	TN
36	9254187.757	631893.2133	34.0108	TN
37	9254187.757	631873.2133	33.8166	TN
38	9254187.757	631853.2133	33.6364	TN
39	9254187.757	631833.2133	33.3732	TN
40	9254190.246	631810.2525	33.4879	TN
41	9254210.872	631766.799	33.7568	TN
42	9254217.764	631731.5675	34.0305	TN
43	9254207.757	631993.2133	34.8494	TN
44	9254207.757	631973.2133	35.0651	TN
45	9254207.757	631953.2133	34.9208	TN
46	9254207.757	631933.2133	34.6625	TN
47	9254207.757	631913.2133	34.4002	TN
48	9254207.757	631893.2133	34.1318	TN
49	9254207.757	631873.2133	33.8735	TN
50	9254207.757	631853.2133	33.6164	TN
51	9254207.757	631833.2133	33.342	TN
52	9254207.757	631813.2133	33.3795	TN
53	9254207.757	631793.2133	33.4973	TN
54	9254255.062	631624.8654	33.8571	TN
55	9254263.206	631575.1112	33.6321	TN
56	9254274.392	631513.9657	33.4199	TN

57	9254271.127	631531.2356	33.4403	TN
58	9254227.757	631973.2133	35.3272	TN
59	9254227.757	631953.2133	35.1675	TN
60	9254227.757	631933.2133	34.903	TN
61	9254227.757	631913.2133	34.6386	TN
62	9254227.757	631893.2133	34.3741	TN
63	9254227.757	631873.2133	34.1097	TN
64	9254227.757	631853.2133	33.8452	TN
65	9254227.757	631833.2133	33.5808	TN
66	9254227.757	631813.2133	33.6382	TN
67	9254227.757	631793.2133	33.7516	TN
68	9254227.757	631773.2133	33.982	TN
69	9254227.757	631753.2133	34.038	TN
70	9254227.757	631733.2133	34.038	TN
71	9254227.757	631713.2133	34.038	TN
72	9254280.741	631482.0412	33.5988	TN
73	9254283.824	631467.3865	33.798	TN
74	9254306.773	631444.6321	34.0136	TN
75	9254325.166	631447.9735	34.0217	TN
76	9254247.757	631973.2133	35.6046	TN
77	9254247.757	631953.2133	35.4305	TN
78	9254247.757	631933.2133	35.1661	TN
79	9254247.757	631913.2133	34.9016	TN
80	9254247.757	631893.2133	34.6372	TN
81	9254247.757	631873.2133	34.3728	TN
82	9254247.757	631853.2133	34.1083	TN
83	9254247.757	631833.2133	33.8439	TN
84	9254247.757	631813.2133	33.9047	TN
85	9254247.757	631793.2133	33.9337	TN

86	9254247.757	631773.2133	33.9855	TN
87	9254247.757	631753.2133	34.038	TN
88	9254247.757	631733.2133	34.038	TN
89	9254247.757	631713.2133	34.038	TN
90	9254247.757	631693.2133	34.0374	TN
91	9254247.757	631673.2133	33.9671	TN
92	9254343.558	631451.3149	34.0299	TN
93	9254379.183	631457.7293	34.1492	TN
94	9254396.416	631460.8022	34.2605	TN
95	9254413.649	631463.8752	34.3717	TN
96	9254267.757	631973.2133	35.8826	TN
97	9254267.757	631953.2133	35.6936	TN
98	9254267.757	631933.2133	35.4292	TN
99	9254267.757	631913.2133	35.1647	TN
100	9254267.757	631893.2133	34.9003	TN
101	9254267.757	631873.2133	34.6358	TN
102	9254267.757	631853.2133	34.3714	TN
103	9254267.757	631833.2133	34.1069	TN
104	9254267.757	631813.2133	34.0092	TN
105	9254267.757	631793.2133	34.038	TN
106	9254267.757	631773.2133	34.038	TN
107	9254267.757	631753.2133	34.038	TN
108	9254267.757	631733.2133	34.038	TN
109	9254267.757	631713.2133	34.038	TN
110	9254267.757	631693.2133	34.038	TN
111	9254267.757	631673.2133	33.9878	TN
112	9254267.757	631653.2133	33.9373	TN
113	9254267.757	631633.2133	33.9212	TN
114	9254267.757	631613.2133	33.9148	TN

115	9254267.757	631593.2133	33.9198	TN
116	9254267.757	631573.2133	33.7377	TN
117	9254267.757	631553.2133	33.5227	TN
118	9254430.882	631466.9482	34.483	TN
119	9254448.115	631470.0211	34.5942	TN
120	9254465.348	631473.0941	34.7055	TN
121	9254482.581	631476.1671	34.8167	TN
122	9254499.814	631479.24	34.928	TN
123	9254287.757	631953.2133	35.9567	TN
124	9254287.757	631933.2133	35.6922	TN
125	9254287.757	631913.2133	35.4278	TN
126	9254287.757	631893.2133	35.1633	TN
127	9254287.757	631873.2133	34.8989	TN
128	9254287.757	631853.2133	34.58	TN
129	9254287.757	631833.2133	34.3126	TN
130	9254287.757	631813.2133	34.1274	TN
131	9254287.757	631793.2133	34.038	TN
132	9254287.757	631773.2133	34.038	TN
133	9254287.757	631753.2133	34.038	TN
134	9254287.757	631733.2133	34.038	TN
135	9254287.757	631713.2133	34.038	TN
136	9254287.757	631693.2133	34.038	TN
137	9254287.757	631673.2133	34.038	TN
138	9254287.757	631653.2133	34.038	TN
139	9254287.757	631633.2133	34.038	TN
140	9254287.757	631613.2133	34.0328	TN
141	9254287.757	631593.2133	34.0232	TN
142	9254287.757	631573.2133	33.7847	TN
143	9254287.757	631553.2133	33.5317	TN

144	9254287.757	631533.2133	33.3275	TN
145	9254287.757	631513.2133	33.2973	TN
146	9254287.757	631493.2133	33.5242	TN
147	9254287.757	631473.2133	33.7515	TN
148	9254287.757	631453.2133	33.9995	TN
149	9254519.231	631556.9913	34.6723	TN
150	9254521.236	631541.9472	34.8387	TN
151	9254511.428	631592.4631	34.5278	TN
152	9254505.629	631612.8908	34.5498	TN
153	9254493.757	631652.5887	34.6255	TN
154	9254307.757	631953.2133	36.2197	TN
155	9254307.757	631933.2133	35.9553	TN
156	9254307.757	631913.2133	35.6909	TN
157	9254307.757	631893.2133	35.4264	TN
158	9254307.757	631873.2133	35.162	TN
159	9254307.757	631853.2133	34.7285	TN
160	9254307.757	631833.2133	34.3928	TN
161	9254307.757	631813.2133	34.1812	TN
162	9254307.757	631793.2133	34.038	TN
163	9254307.757	631773.2133	34.038	TN
164	9254307.757	631753.2133	34.038	TN
165	9254307.757	631733.2133	34.038	TN
166	9254307.757	631713.2133	34.038	TN
167	9254307.757	631693.2133	34.038	TN
168	9254307.757	631673.2133	34.038	TN
169	9254307.757	631653.2133	34.038	TN
170	9254307.757	631633.2133	34.038	TN
171	9254307.757	631613.2133	34.0356	TN
172	9254307.757	631593.2133	34.0312	TN

173	9254307.757	631573.2133	33.7852	TN
174	9254307.757	631553.2133	33.5624	TN
175	9254307.757	631533.2133	33.5063	TN
176	9254307.757	631513.2133	33.5495	TN
177	9254307.757	631493.2133	33.7654	TN
178	9254307.757	631473.2133	33.8902	TN
179	9254307.757	631453.2133	34.038	TN
180	9254487.685	631671.8589	34.6793	TN
181	9254476.217	631709.2688	34.7816	TN
182	9254470.821	631727.4084	34.8301	TN
183	9254465.426	631745.5479	34.8787	TN
184	9254460.031	631763.6875	34.9273	TN
185	9254327.757	631953.2133	36.4801	TN
186	9254327.757	631933.2133	36.2184	TN
187	9254327.757	631913.2133	35.9539	TN
188	9254327.757	631893.2133	35.6895	TN
189	9254327.757	631873.2133	35.3605	TN
190	9254327.757	631853.2133	34.9036	TN
191	9254327.757	631833.2133	34.4019	TN
192	9254327.757	631813.2133	34.1807	TN
193	9254327.757	631793.2133	34.038	TN
194	9254327.757	631773.2133	34.038	TN
195	9254327.757	631753.2133	34.038	TN
196	9254327.757	631733.2133	34.038	TN
197	9254327.757	631713.2133	34.038	TN
198	9254327.757	631693.2133	34.038	TN
199	9254327.757	631673.2133	34.038	TN
200	9254327.757	631653.2133	34.038	TN
201	9254327.757	631633.2133	34.038	TN

202	9254327.757	631613.2133	34.038	TN
203	9254327.757	631593.2133	34.038	TN
204	9254327.757	631573.2133	33.8649	TN
205	9254327.757	631553.2133	33.7205	TN
206	9254327.757	631533.2133	33.7237	TN
207	9254327.757	631513.2133	33.7945	TN
208	9254327.757	631493.2133	33.9602	TN
209	9254327.757	631473.2133	34.0032	TN
210	9254327.757	631453.2133	34.038	TN
211	9254454.635	631781.8271	34.9758	TN
212	9254424.661	631855.1029	34.943	TN
213	9254432.854	631836.7242	34.9702	TN
214	9254441.047	631818.3454	34.9973	TN
215	9254409.559	631886.2588	35.0978	TN
216	9254402.65	631899.0361	35.2797	TN
217	9254347.757	631933.2133	36.3797	TN
218	9254347.757	631913.2133	36.1082	TN
219	9254347.757	631893.2133	35.7841	TN
220	9254347.757	631873.2133	35.3772	TN
221	9254347.757	631853.2133	34.8699	TN
222	9254347.757	631833.2133	34.3802	TN
223	9254347.757	631813.2133	34.2241	TN
224	9254347.757	631793.2133	34.0818	TN
225	9254347.757	631773.2133	34.0791	TN
226	9254347.757	631753.2133	34.0786	TN
227	9254347.757	631733.2133	34.0735	TN
228	9254347.757	631713.2133	34.0714	TN
229	9254347.757	631693.2133	34.0674	TN
230	9254347.757	631673.2133	34.0622	TN

231	9254347.757	631653.2133	34.0576	TN
232	9254347.757	631633.2133	34.051	TN
233	9254347.757	631613.2133	34.0387	TN
234	9254347.757	631593.2133	34.038	TN
235	9254347.757	631573.2133	34.0124	TN
236	9254347.757	631553.2133	33.9772	TN
237	9254347.757	631533.2133	33.9766	TN
238	9254347.757	631513.2133	33.9806	TN
239	9254347.757	631493.2133	34.0069	TN
240	9254347.757	631473.2133	34.038	TN
241	9254347.757	631453.2133	34.038	TN
242	9254395.74	631911.8133	35.4616	TN
243	9254380.936	631932.2252	35.8451	TN
244	9254311.85	631959.5173	36.264	TN
245	9254328.168	631955.1525	36.328	TN
246	9254344.486	631950.7876	36.392	TN
247	9254249.063	631981.9996	35.482	TN
248	9254367.757	631933.2133	36.1373	TN
249	9254367.757	631913.2133	35.9569	TN
250	9254367.757	631893.2133	35.6189	TN
251	9254367.757	631873.2133	35.2074	TN
252	9254367.757	631853.2133	34.6955	TN
253	9254367.757	631833.2133	34.3685	TN
254	9254367.757	631813.2133	34.3181	TN
255	9254367.757	631793.2133	34.2487	TN
256	9254367.757	631773.2133	34.248	TN
257	9254367.757	631753.2133	34.2474	TN
258	9254367.757	631733.2133	34.2468	TN
259	9254367.757	631713.2133	34.2461	TN

260	9254367.757	631693.2133	34.2455	TN
261	9254367.757	631673.2133	34.2448	TN
262	9254367.757	631653.2133	34.2442	TN
263	9254367.757	631633.2133	34.2435	TN
264	9254367.757	631613.2133	34.1533	TN
265	9254367.757	631593.2133	34.0565	TN
266	9254367.757	631573.2133	34.0448	TN
267	9254367.757	631553.2133	34.0345	TN
268	9254367.757	631533.2133	34.033	TN
269	9254367.757	631513.2133	34.0337	TN
270	9254367.757	631493.2133	34.0355	TN
271	9254367.757	631473.2133	34.038	TN
272	9254264.553	631975.9605	35.7214	TN
273	9254280.042	631969.9213	35.9607	TN
274	9254108.588	632011.2654	34.3487	TN
275	9254129.419	632007.3943	34.4977	TN
276	9254150.25	632003.5232	34.6467	TN
277	9254171.08	631999.652	34.7957	TN
278	9254191.911	631995.7809	34.9447	TN
279	9254387.757	631913.2133	35.6177	TN
280	9254387.757	631893.2133	35.3293	TN
281	9254387.757	631873.2133	34.9428	TN
282	9254387.757	631853.2133	34.593	TN
283	9254387.757	631833.2133	34.5137	TN
284	9254387.757	631813.2133	34.5131	TN
285	9254387.757	631793.2133	34.5124	TN
286	9254387.757	631773.2133	34.5118	TN
287	9254387.757	631753.2133	34.5111	TN
288	9254387.757	631733.2133	34.5105	TN

289	9254387.757	631713.2133	34.5098	TN
290	9254387.757	631693.2133	34.5092	TN
291	9254387.757	631673.2133	34.5085	TN
292	9254387.757	631653.2133	34.4879	TN
293	9254387.757	631633.2133	34.4952	TN
294	9254387.757	631613.2133	34.296	TN
295	9254387.757	631593.2133	34.0646	TN
296	9254387.757	631573.2133	34.0481	TN
297	9254387.757	631553.2133	34.038	TN
298	9254387.757	631533.2133	34.038	TN
299	9254387.757	631513.2133	34.038	TN
300	9254387.757	631493.2133	34.038	TN
301	9254387.757	631473.2133	34.038	TN
302	9254212.742	631991.9098	35.0937	TN
311	9254407.757	631873.2133	34.8501	TN
312	9254407.757	631853.2133	34.7819	TN
313	9254407.757	631833.2133	34.7774	TN
314	9254407.757	631813.2133	34.7768	TN
315	9254407.757	631793.2133	34.7761	TN
316	9254407.757	631773.2133	34.7755	TN
317	9254407.757	631753.2133	34.7748	TN
318	9254407.757	631733.2133	34.7742	TN
319	9254407.757	631713.2133	34.7736	TN
320	9254407.757	631693.2133	34.7707	TN
321	9254407.757	631673.2133	34.7706	TN
322	9254407.757	631653.2133	34.6754	TN
323	9254407.757	631633.2133	34.5512	TN
324	9254407.757	631613.2133	34.3095	TN
325	9254407.757	631593.2133	34.0721	TN

326	9254407.757	631573.2133	34.0506	TN
327	9254407.757	631553.2133	34.038	TN
328	9254407.757	631533.2133	34.038	TN
329	9254407.757	631513.2133	34.038	TN
330	9254407.757	631493.2133	34.038	TN
331	9254407.757	631473.2133	34.038	TN
343	9254427.757	631833.2133	34.9762	TN
344	9254427.757	631813.2133	34.978	TN
345	9254427.757	631793.2133	34.9792	TN
346	9254427.757	631773.2133	34.9849	TN
347	9254427.757	631753.2133	34.9909	TN
348	9254427.757	631733.2133	34.9495	TN
349	9254427.757	631713.2133	34.9632	TN
350	9254427.757	631693.2133	34.9968	TN
351	9254427.757	631673.2133	34.9967	TN
352	9254427.757	631653.2133	34.8365	TN
353	9254427.757	631633.2133	34.5727	TN
354	9254427.757	631613.2133	34.3089	TN
355	9254427.757	631593.2133	34.0794	TN
356	9254427.757	631573.2133	34.0528	TN
357	9254427.757	631553.2133	34.038	TN
358	9254427.757	631533.2133	34.038	TN
359	9254427.757	631513.2133	34.0565	TN
360	9254427.757	631493.2133	34.0749	TN
361	9254427.757	631473.2133	34.0815	TN
375	9254447.757	631793.2133	35.0019	TN
376	9254447.757	631773.2133	35.006	TN
377	9254447.757	631753.2133	34.9118	TN
378	9254447.757	631733.2133	34.7767	TN

379	9254447.757	631713.2133	34.7773	TN
380	9254447.757	631693.2133	34.8584	TN
381	9254447.757	631673.2133	34.9667	TN
382	9254447.757	631653.2133	34.8358	TN
383	9254447.757	631633.2133	34.5721	TN
384	9254447.757	631613.2133	34.3083	TN
385	9254447.757	631593.2133	34.0862	TN
386	9254447.757	631573.2133	34.0546	TN
387	9254447.757	631553.2133	34.0778	TN
388	9254447.757	631533.2133	34.1658	TN
389	9254447.757	631513.2133	34.2297	TN
390	9254447.757	631493.2133	34.2928	TN
391	9254447.757	631473.2133	34.2921	TN
408	9254467.757	631733.2133	34.5365	TN
409	9254467.757	631713.2133	34.5938	TN
410	9254467.757	631693.2133	34.7057	TN
411	9254467.757	631673.2133	34.939	TN
412	9254467.757	631653.2133	34.8352	TN
413	9254467.757	631633.2133	34.5714	TN
414	9254467.757	631613.2133	34.3076	TN
415	9254467.757	631593.2133	34.0927	TN
416	9254467.757	631573.2133	34.056	TN
417	9254467.757	631553.2133	34.1531	TN
418	9254467.757	631533.2133	34.3856	TN
419	9254467.757	631513.2133	34.4727	TN
420	9254467.757	631493.2133	34.5565	TN
441	9254487.757	631653.2133	34.8346	TN
442	9254487.757	631633.2133	34.5708	TN
443	9254487.757	631613.2133	34.307	TN

444	9254487.757	631593.2133	34.1272	TN
445	9254487.757	631573.2133	34.1984	TN
446	9254487.757	631553.2133	34.3511	TN
447	9254487.757	631533.2133	34.6136	TN
448	9254487.757	631513.2133	34.7348	TN
449	9254487.757	631493.2133	34.8202	TN
473	9254507.757	631593.2133	34.1794	TN
474	9254507.757	631573.2133	34.3938	TN
475	9254507.757	631553.2133	34.6079	TN
476	9254507.757	631533.2133	34.871	TN
477	9254507.757	631513.2133	34.9461	TN
478	9254507.757	631493.2133	35.0022	TN
480	9254029.76	631964.994	33.9561	CAR
481	9254041.855	631980.9224	34.1644	CAR
482	9254053.95	631996.8507	34.2982	CAR
483	9254066.045	632012.7791	34.3414	CAR
484	9254078.14	632028.7074	34.4175	CAR
485	9254090.235	632044.6357	34.4408	CAR
486	9254102.33	632060.5641	34.4914	CAR
487	9254114.425	632076.4924	34.5828	CAR
488	9254126.52	632092.4208	34.7207	CAR
489	9254138.615	632108.3491	35.0191	CAR
490	9254150.71	632124.2774	35.2964	CAR
491	9254162.805	632140.2058	35.5619	CAR
492	9254174.9	632156.1341	35.7219	CAR
493	9254186.995	632172.0625	35.8802	CAR
494	9254199.09	632187.9908	36.0156	CAR
495	9254211.185	632203.9191	36.1189	CAR
496	9254023.699	631969.7932	34.0196	CAR

497	9254035.794	631985.7215	34.2293	CAR
498	9254047.889	632001.6499	34.3967	CAR
499	9254059.984	632017.5782	34.4846	CAR
500	9254072.079	632033.5066	34.5343	CAR
501	9254084.174	632049.4349	34.584	CAR
502	9254096.269	632065.3632	34.6341	CAR
503	9254108.364	632081.2916	34.6769	CAR
504	9254120.459	632097.2199	34.8195	CAR
505	9254132.554	632113.1483	34.974	CAR
506	9254144.649	632129.0766	35.2518	CAR
507	9254156.744	632145.0049	35.4821	CAR
508	9254168.839	632160.9333	35.6421	CAR
509	9254180.934	632176.8616	35.8021	CAR
510	9254193.029	632192.7899	35.9621	CAR
511	9254205.124	632208.7183	36.1221	CAR
512	9254134.913	632103.4743	34.9319	TROCHA
513	9254140.544	632084.3536	34.746	TROCHA
514	9254144.698	632064.7898	34.4886	TROCHA
515	9254158.909	632051.2584	34.304	TROCHA
516	9254174.214	632038.3832	34.0782	TROCHA
517	9254188.174	632024.159	34.1982	TROCHA
518	9254201.358	632009.1539	34.5699	TROCHA
519	9254216.647	631996.2801	34.9246	TROCHA
520	9254235.07	631988.5407	35.2568	TROCHA
521	9254253.995	631982.0725	35.5885	TROCHA
522	9254272.92	631975.6044	35.9258	TROCHA
523	9254291.846	631969.1363	36.221	TROCHA
524	9254310.961	631963.2706	36.3949	TROCHA
525	9254330.173	631957.7114	36.5705	TROCHA

526	9254349.384	631952.1521	36.6496	TROCHA
527	9254368.194	631945.5208	36.249	TROCHA
528	9254384.709	631934.4288	35.7444	TROCHA
529	9254394.748	631917.1403	35.4957	TROCHA
530	9254404.755	631899.824	35.2182	TROCHA
531	9254414.358	631882.2976	34.9667	TROCHA
532	9254422.792	631864.163	34.9451	TROCHA
533	9254431.227	631846.0283	34.9928	TROCHA
534	9254439.661	631827.8937	35.036	TROCHA
535	9254447.523	631809.5087	35.0392	TROCHA
536	9254455.115	631791.0059	34.9925	TROCHA
537	9254461.085	631771.9263	34.927	TROCHA
538	9254466.876	631752.7831	34.6919	TROCHA
539	9254472.668	631733.6399	34.4694	TROCHA
540	9254478.459	631714.4967	34.5707	TROCHA
541	9254484.25	631695.3535	34.6814	TROCHA
542	9254490.041	631676.2104	34.9186	TROCHA
543	9254495.555	631656.9858	34.8841	TROCHA
544	9254501.017	631637.746	34.6301	TROCHA
545	9254506.421	631618.4902	34.376	TROCHA
546	9254511.718	631599.2043	34.1542	TROCHA
547	9254517.015	631579.9185	34.4217	TROCHA
548	9254520.583	631560.2923	34.6609	TROCHA
549	9254522.734	631540.4092	34.8723	TROCHA
550	9254524.661	631520.5047	35.0102	TROCHA
551	9254525.604	631500.5269	35.0287	TROCHA
552	9254526.173	631480.5397	35.0392	TROCHA
553	9254139.871	632110.0034	35.048	TROCHA
554	9254146.265	632091.1118	34.9053	TROCHA

555	9254150.419	632071.548	34.6556	TROCHA
556	9254162.948	632057.0078	34.4052	TROCHA
557	9254178.253	632044.1326	34.1844	TROCHA
558	9254192.356	632030.0515	34.1759	TROCHA
559	9254205.399	632014.9059	34.5476	TROCHA
560	9254220.74	632002.1142	34.9159	TROCHA
561	9254239.22	631994.5197	35.2445	TROCHA
562	9254258.146	631988.0516	35.5734	TROCHA
563	9254277.071	631981.5835	35.9468	TROCHA
564	9254295.996	631975.1154	36.2978	TROCHA
565	9254315.142	631969.3478	36.53	TROCHA
566	9254334.354	631963.7886	36.7048	TROCHA
567	9254353.566	631958.2294	36.7551	TROCHA
568	9254372.278	631951.3392	36.2176	TROCHA
569	9254388.74	631940.1609	35.6399	TROCHA
570	9254399.272	631923.3021	35.4099	TROCHA
571	9254409.279	631905.9859	35.2719	TROCHA
572	9254419.148	631888.5978	35.0472	TROCHA
573	9254427.582	631870.4632	34.9737	TROCHA
574	9254436.017	631852.3285	35.0193	TROCHA
575	9254444.451	631834.1939	35.0392	TROCHA
576	9254452.475	631815.8798	35.0392	TROCHA
577	9254460.067	631797.3771	35.0141	TROCHA
578	9254466.429	631778.4367	34.9475	TROCHA
579	9254472.22	631759.2935	34.6854	TROCHA
580	9254478.011	631740.1503	34.4177	TROCHA
581	9254483.803	631721.0071	34.4421	TROCHA
582	9254489.594	631701.864	34.5982	TROCHA
583	9254495.385	631682.7208	34.844	TROCHA

584	9254500.977	631663.5192	34.9701	TROCHA
585	9254506.439	631644.2794	34.7161	TROCHA
586	9254511.883	631625.0347	34.4621	TROCHA
587	9254517.18	631605.7488	34.2642	TROCHA
588	9254522.476	631586.4629	34.4236	TROCHA
589	9254526.822	631566.9899	34.6836	TROCHA
590	9254529.088	631547.1195	34.8792	TROCHA
591	9254531.111	631527.2221	35.0381	TROCHA
592	9254532.294	631507.2621	35.0392	TROCHA
593	9254533.15	631487.2822	35.0392	TROCHA
594	9254523.24	631526.903	35.0052	PERI
595	9254524.485	631493.3512	35.0392	PERI
596	9254517.047	631482.313	35.0392	PERI
597	9254361.95	631454.6563	34.038	PERI
598	9254288.381	631441.2907	34.0055	PERI
599	9254286.907	631452.7318	33.9972	PERI
600	9254277.658	631496.6959	33.3996	PERI
601	9254267.861	631548.5054	33.4606	PERI
602	9254258.551	631601.717	33.8037	PERI
603	9254251.573	631648.0139	33.9105	PERI
604	9254243.265	631693.6475	34.038	PERI
605	9254235.854	631705.5839	34.038	PERI
606	9254229.024	631707.2716	34.038	PERI
607	9254221.69	631708.086	34.038	PERI
608	9254217.701	631711.071	34.038	PERI
609	9254215.461	631717.2966	34.038	PERI
610	9254220.066	631745.8384	34.0231	PERI
611	9254201.677	631787.7596	33.4905	PERI
612	9254178.814	631832.7453	33.4853	PERI

613	9254158.213	631877.8844	34.0377	PERI
614	9254133.147	631924.3271	34.1449	PERI
615	9254087.757	632015.1365	34.1997	PERI
616	9254233.573	631988.0387	35.2427	PERI
617	9254295.532	631963.8822	36.2	PERI
618	9254360.804	631946.4228	36.456	PERI
619	9254373.041	631939.8597	36.0467	PERI
620	9254388.831	631924.5906	35.6435	PERI
621	9254416.468	631873.4816	34.9159	PERI
622	9254449.24	631799.9667	35.0244	PERI
623	9254481.612	631691.1292	34.733	PERI
624	9254499.83	631633.3184	34.5718	PERI
625	9254517.227	631572.0355	34.5058	PERI

#### **4.2. Estudios de mecánica de suelos.**

Como estudio básico para la elaboración del diseño integral del proyecto, se han llevado a cabo los trabajos necesarios para desarrollar el estudio de mecánica de suelos que permita determinar los parámetros geotécnicos indispensables para el estudio.

El área en estudio comprende una superficie de 13.02 hectáreas, ubicada entre la avenida "Agricultura" y la acequia "Chilape", zona nor-oeste del distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Lambayeque, a una altitud promedio de 34 msnmm. Geológicamente el área de estudio se asienta sobre suelos compuestos, mayormente, por arcillas con poca humedad, de mediana y baja plasticidad.

Para el correspondiente estudio de mecánica de suelos se llevaron a cabo 27 calicatas, de las cuales se obtuvieron los datos plasmado en el respectivo informe, descritos en el **Anexo C**.

#### **4.3. Análisis arquitectónico**

El diseño (planos), a nivel arquitectónico, fue proporcionado por la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, los cuales fueron realizados de manera colaborativa con un consultor externo. Esta fue una parte fundamental del proyecto, pues con estos planos se da origen a la idea del proyecto de parque zonal.

Los resultados del diseño arquitectónico enumerarán a continuación.

##### **4.3.1. Centro cultural**

Estructura de 3 módulos (A, B y C) separados por una junta sísmica. El módulo A se desarrolla en un (01) solo nivel, destinado a ser usado como área de usos múltiples. El módulo B consta de dos (02) niveles, ambos destinados para ser usado como salas de exposiciones. El módulo C, con dos (02) niveles, está destinado para ser usado como cafetín en el primer nivel, y como biblioteca en el segundo nivel.

El centro cultural cuenta con un área total de 2,343.80 m<sup>2</sup>.

Imagen 50, Módulo A, Centro cultural, Ver Anexo G

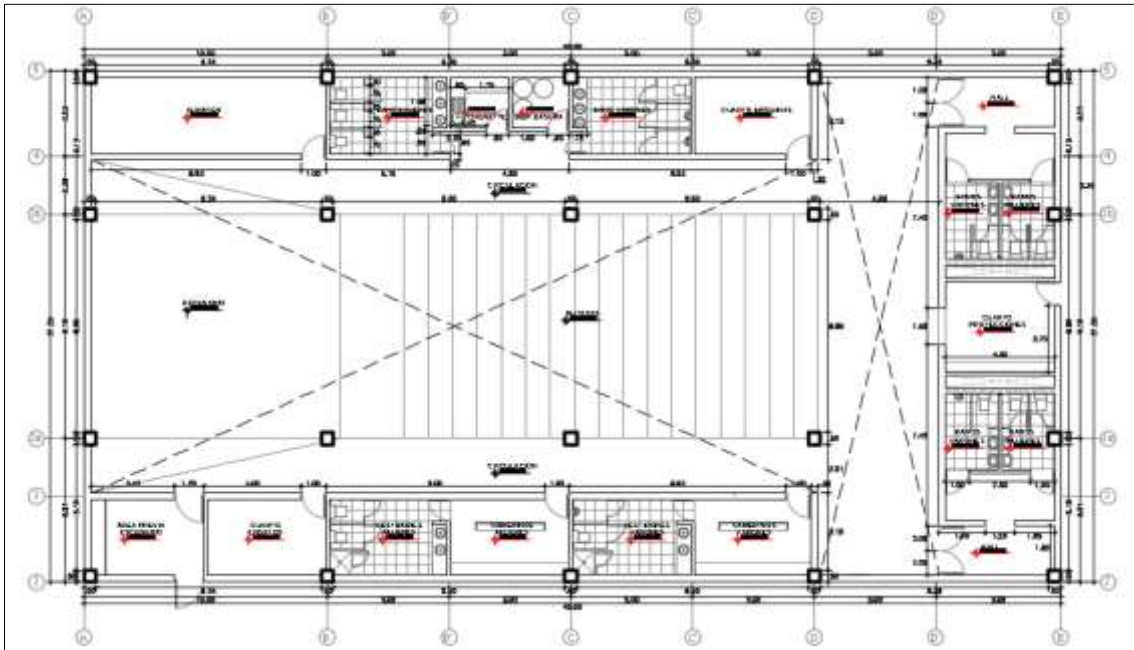
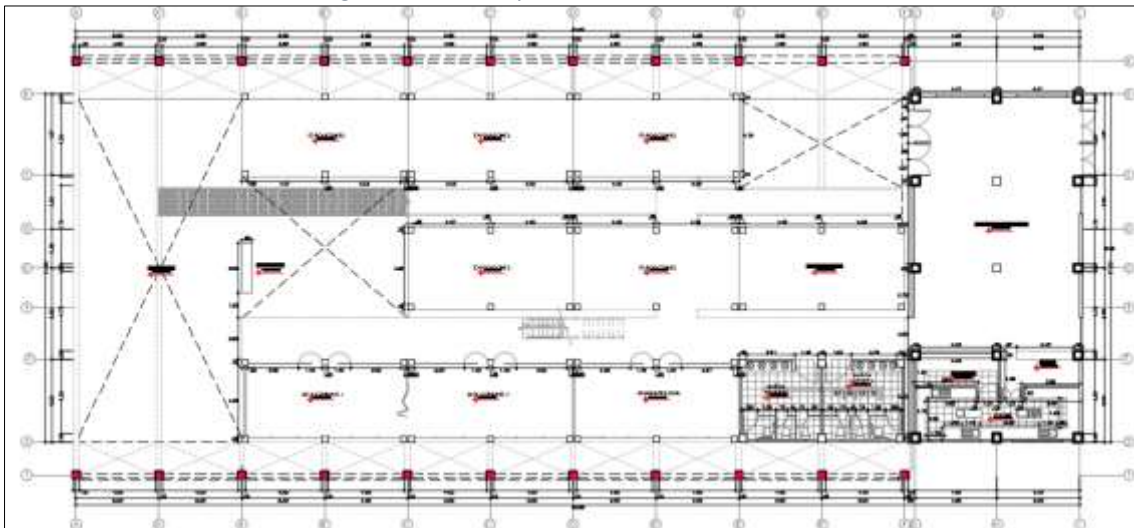


Imagen 51, Módulo B y C, Centro cultural, Ver Anexo G

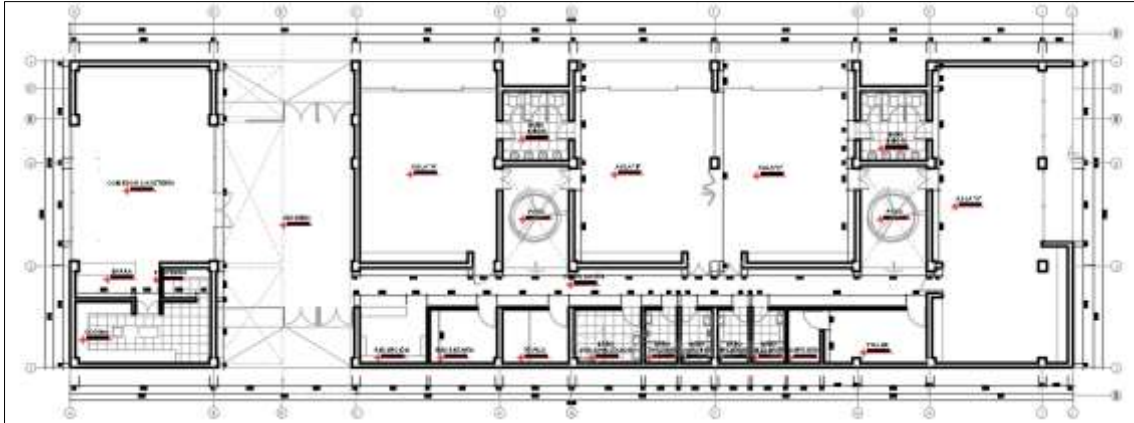


#### 4.3.2. Ludoteca

Estructura de un nivel (01) destinada a ser usada como área educativa. Cuenta con cuatro (04) aulas, un comedor-cafetería, y áreas destinada a uso administrativo.

La ludoteca cuenta con un área total de 735.00 m<sup>2</sup>.

*Imagen 52, Ludoteca, ver anexo G*

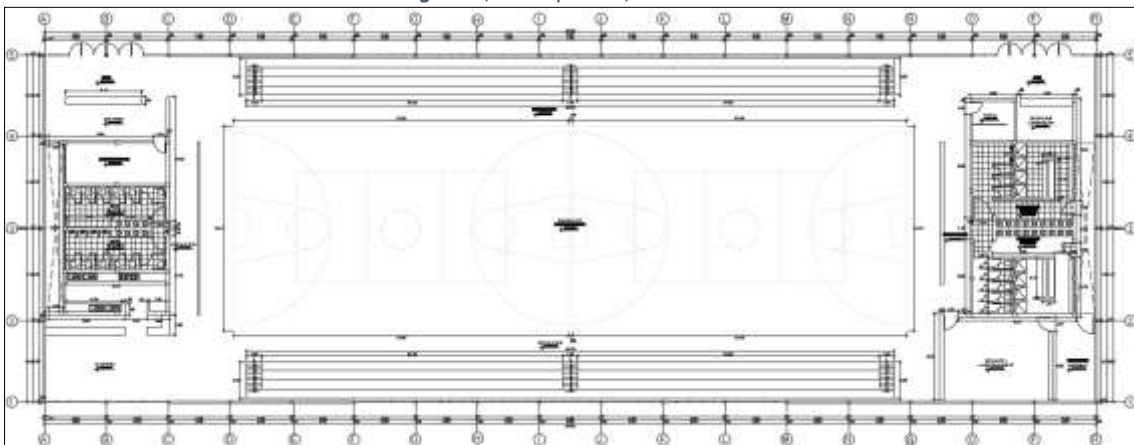


#### 4.3.3. Polideportivo

Estructura de un nivel (01) destinada a ser usada como área deportiva. Cuenta con dos (02) lona de usos múltiples, cuatro (04) tribunas, y áreas destinada a uso administrativo, servicios higiénicos y vestidores.

El polideportivo cuenta con un área total de 2,402.64 m<sup>2</sup>.

*Imagen 53, Polideportivo, ver Anexo G*

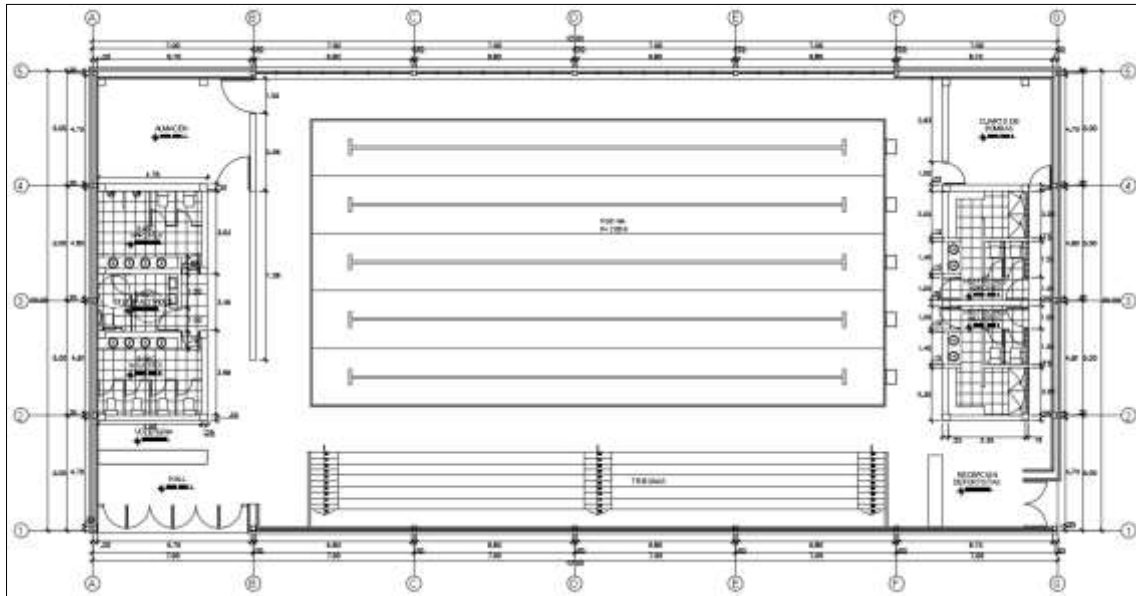


#### 4.3.4. Piscina

Estructura de un nivel (01) destinada a ser usada como área deportiva-natación. Cuenta con una estructura para piscina del tipo semi-olímpica, dos (02) tribunas, áreas destinadas a vestuario, servicios higiénicos y almacenes.

La piscina cuenta con un área total de 858.69 m<sup>2</sup>.

*Imagen 54, Piscina, ver Anexo G*

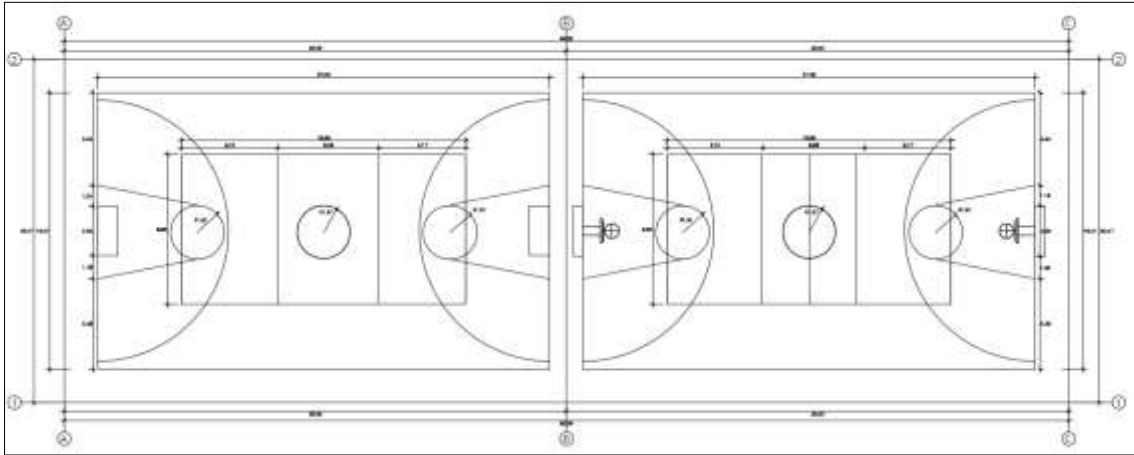


#### 4.3.5. Losas deportivas

Estructura sin cerramientos perimetrales, ni área techada, destinada a ser usada como área deportiva. Cuenta con dos (02) losas de usos múltiples.

Las losas deportivas cuenta con un área total de 307.00 m<sup>2</sup>.

Imagen 55, Losas deportivas, ver Anexo G



#### 4.3.6. Pista de baile

Estructura destinada a ser usada como salón de recepciones. Cuenta con un (01) escenario, una (01) pista de baile y una (01) zona exterior de servicios higiénicos.

La pista de baile cuenta con un área total de 1,325.40 m<sup>2</sup>.

Imagen 56, Pista de baile, ver Anexo G

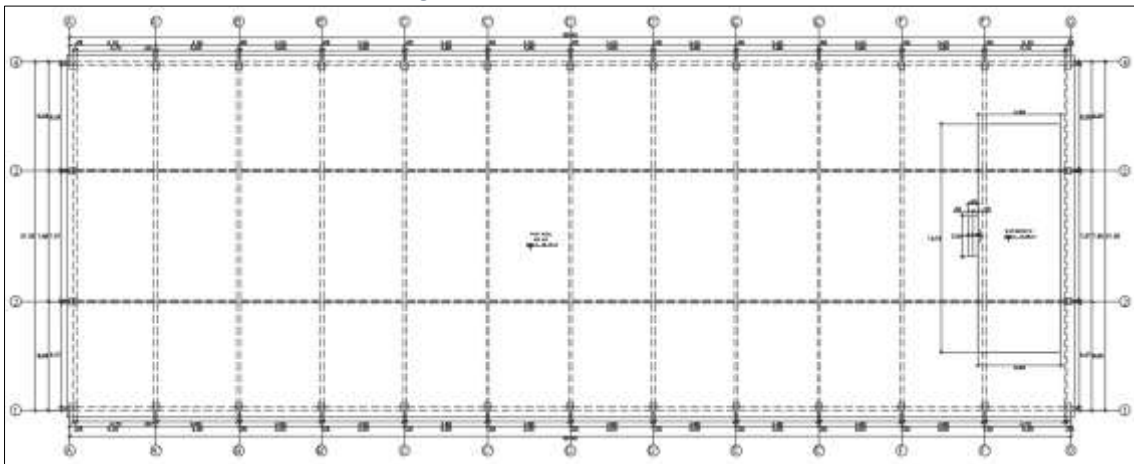
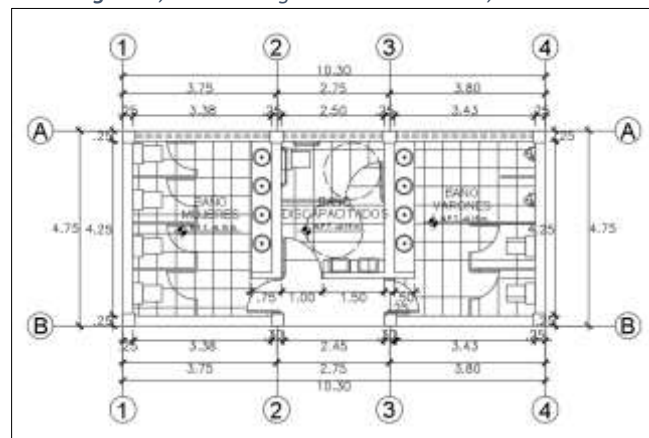


Imagen 57, Servicios higiénicos en exteriores, ver Anexo G

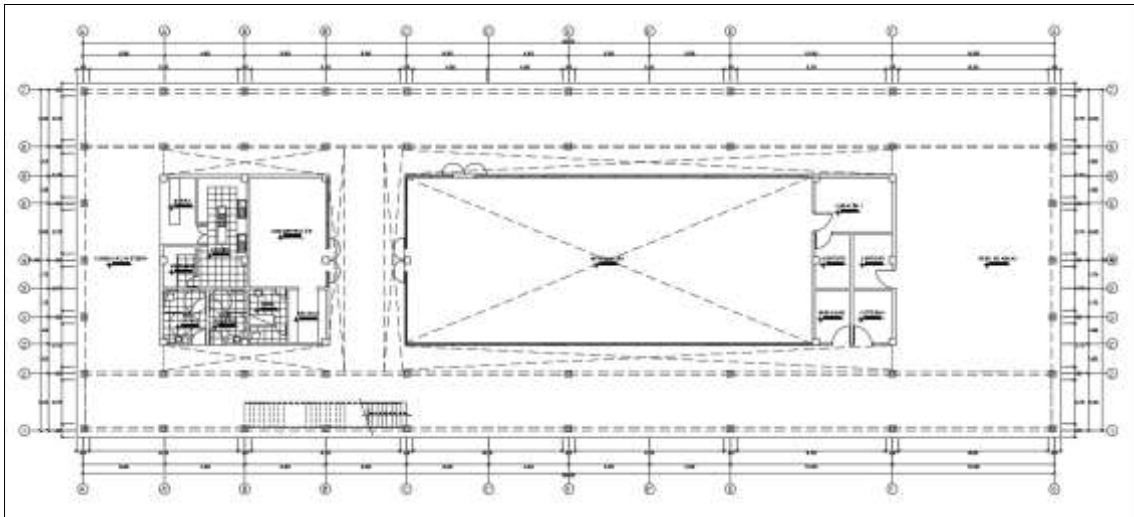


#### 4.3.7. Vivero

Estructura destinada a ser usada como vivero. Cuenta con un (01) invernadero y área de almacén, administrativa y cafetín.

El vivero cuenta con un área total de 1,325.40 m<sup>2</sup>.

*Imagen 58, Vivero, ver Anexo G*



#### 4.4. Análisis, modelamiento y diseño estructural

El análisis estructural parte con una estructuración base, general, de la infraestructura en estudio, para dar paso al predimensionamiento de cada uno de los elementos estructurales. Además, se ha realizado un análisis de viento y de sismo para cada una de las estructuras a diseñar, según sea el requerimiento.

La etapa de análisis da pie al modelamiento en software (SAP2000), de cada estructura, siendo esta una etapa fundamental antes de ejecutar la tarea de diseño estructural.

A continuación, se enumeran los resultados de cada proceso seguido.

##### 4.4.1. Predimensionamiento

Los datos que se presentan son el resultado de la aplicación de las fórmulas establecidas por el reglamento nacional de edificaciones para estructuras de concreto armado, y las del manual LRFD para estructuras de acero.

##### 4.4.1.1. Centro cultural

Este módulo se basa en un sistema estructural aporticado de concreto armado.

## - Predimensionamiento de vigas

Tabla 46, Vigas, Módulo A, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje A / Ejes 3a - 3b	6.51	8.50	10	0.33	0.85	0.35	0.85
Eje B / Ejes 3a - 3b	9.85	8.50	10	0.49	0.85	0.50	0.85
Eje 1 / Ejes 3a - 3b	4.51	9.30	10	0.23	0.93	0.25	0.95
Eje 2 / Ejes 3a - 3b	7.37	9.30	10	0.37	0.93	0.40	0.95

Tabla 47, Vigas, Módulo B1-1, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 48, Vigas, Módulo B1-2, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 49, Vigas, Módulo B1-3, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 50, Vigas, Módulo B2-1, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 51, Vigas, Módulo B2-2, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 52, Vigas, Módulo B2-3, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 53, Vigas, Módulo B3-1, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 54, Vigas, Módulo B3-2, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 55, Vigas, Módulo B3-3, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 56, Vigas, Módulo B3-4, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje 3 / Ejes B - B'	4.19	4.40	12	0.21	0.37	0.25	0.40
Eje B / Ejes 2 - 3	4.24	4.20	10	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje B' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45
Eje C' / Ejes 2 - 3	5.00	4.20	10	0.25	0.42	0.25	0.45

Tabla 57, Vigas, Módulo C, Centro cultural

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje A / Ejes 1 - 2	3.89	4.75	12	0.19	0.40	0.25	0.40
Eje C / Ejes 1 - 2	3.89	4.75	12	0.19	0.40	0.25	0.40
Eje 1 / Ejes A - B	3.94	4.42	10	0.20	0.44	0.25	0.45
Eje 2 / Ejes A - B	5.25	4.42	10	0.26	0.44	0.30	0.45
Eje 3 / Ejes A - B	5.25	4.42	10	0.26	0.44	0.30	0.45
Eje 4 / Ejes A - B	5.25	4.42	10	0.26	0.44	0.30	0.45
Eje 5 / Ejes A - B	3.94	4.42	10	0.20	0.44	0.25	0.45

## - Predimensionamiento de columnas

### Predimensionamiento Módulo A, Centro cultural

<b>Pe</b>	672000.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>Vs</b>	1411200.00	kgf
-----------	------------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	20.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	m
----------	-------	---

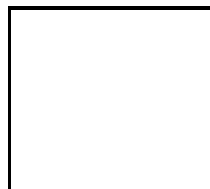
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	36.44	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	50.00	cm
	0.50	m

Imagen 59, Columna C-1, 50cm x 50cm, Módulo A, Centro cultural, ver Anexo G

b = 50 cm



h = 50 cm

### Predimensionamiento Módulo B1-1, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	14.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	m
----------	-------	---

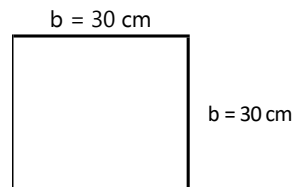
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
-----------------	-------	----

	0.30	m
--	------	---

*Imagen 60, Columna C-1. 30cm x 30cm, Módulo B1-1, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B1-2, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	14.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	m
----------	-------	---

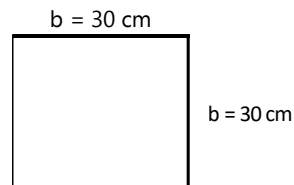
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
-----------------	-------	----

	0.30	m
--	------	---

*Imagen 61, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B1-2, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B1-3, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

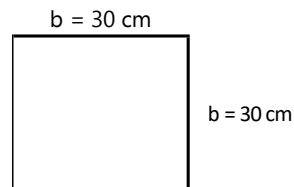
<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
<b>nc</b>	14.00	
<b>n</b>	0.007	m
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
	0.30	m

*Imagen 62, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B1-3, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B2-1, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

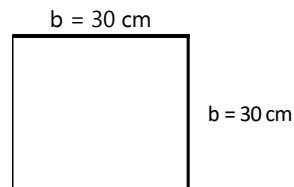
<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
<b>nc</b>	14.00	
<b>n</b>	0.007	m
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
	0.30	m

*Imagen 63, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B2-1, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B2-2, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	14.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	m
----------	-------	---

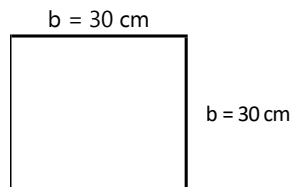
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
-----------------	-------	----

	0.30	m
--	------	---

*Imagen 64, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B2-2, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B2-3, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	14.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	m
----------	-------	---

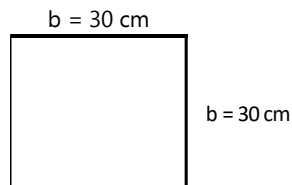
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
-----------------	-------	----

	0.30	m
--	------	---

*Imagen 65, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B2-3, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B3-1, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

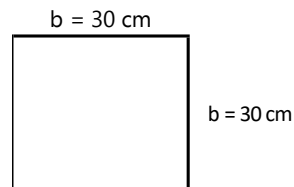
<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
<b>nc</b>	14.00	
<b>n</b>	0.007	m
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
	0.30	m

*Imagen 66, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-1, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B3-2, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

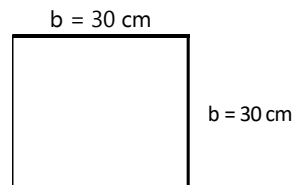
<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
<b>nc</b>	14.00	
<b>n</b>	0.007	m
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
	0.30	m

*Imagen 67, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-2, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B3-3, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

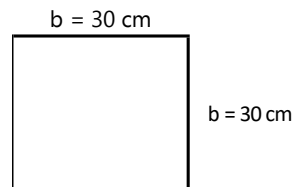
<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
<b>nc</b>	14.00	
<b>n</b>	0.007	m
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
	0.30	m

*Imagen 68, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-3, Centro cultural, ver Anexo G*



### Predimensionamiento Módulo B3-4, Centro cultural

<b>Pe</b>	55000.00	kgf
-----------	----------	-----

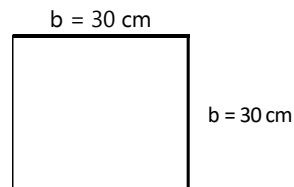
<b>Vs</b>	115500.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
<b>nc</b>	14.00	
<b>n</b>	0.007	m
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>

<b>b</b>	21.31	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	30.00	cm
	0.30	m

*Imagen 69, Columna C-1, 30cm. x 30cm, Módulo B3-4, Centro cultural, ver Anexo G*



## Predimensionamiento Módulo C, Centro cultural

<b>Pe</b>	238700.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>Vs</b>	501270.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>H1</b>	390.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	15.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	m
----------	-------	---

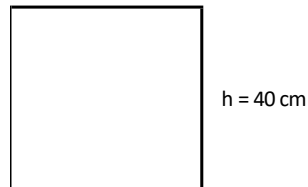
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	30.23	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	40.00	cm
	0.40	m

*Imagen 70, Columna C-1, 40cm. x 40cm, Módulo C, Centro cultural, ver Anexo G*

b = 40 cm



## - Predimensionamiento de losas aligeradas

*Tabla 58, Losa aligerada, Módulo A, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ Ejes A-B y 3a -3b	5.45	Con un extremo continuo	0.29	0.3
/ Ejes A-B y 3a -3b	6.45	Ambos extremos continuos	0.31	0.35

*Tabla 59, Losa aligerada, Módulo B1-1, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ Ejes B-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 60, Losa aligerada, Módulo B1-2, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ Ejes B-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 61, Losa aligerada, Módulo B1-3, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ EjesB-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 62, Losa aligerada, Módulo B2-1, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ EjesB-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 63, Losa aligerada, Módulo B2-2, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ EjesB-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 64, Losa aligerada, Módulo B2-3, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ EjesB-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 65, Losa aligerada, Módulo B3-1, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ EjesB-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 66, Losa aligerada, Módulo B3-2, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ EjesB-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 67, Losa aligerada, Módulo B3-3, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ Ejes B-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

*Tabla 68, Losa aligerada, Módulo B3-4, Centro cultural*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ Ejes B-B' y 2-3	4.7	Con un extremo continuo	0.25	0.3
/ Ejes B'-C y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C-C' y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25
/ Ejes C'-D y 2-3	4.8	Ambos extremos continuos	0.23	0.25

#### 4.4.1.2. Ludoteca

Este módulo se basa en un sistema estructural aperticado de concreto armado.

#### - Predimensionamiento de vigas.

*Tabla 69, Vigas, Ludoteca*

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 1' / Ejes B' - C	2.51	3.25	10	0.13	0.33	0.25	0.35
Eje 1 / Ejes A - B	4.26	6.62	10	0.21	0.66	0.25	0.70
Eje 2 / Ejes A - B	4.91	6.62	10	0.25	0.66	0.25	0.70
Eje 2' / Ejes H - I	4.91	5.20	10	0.25	0.52	0.25	0.55
Eje 3 / Ejes C - D	4.91	6.70	10	0.25	0.67	0.25	0.70
Eje 3' / Ejes A - B	4.93	6.62	10	0.25	0.66	0.25	0.70
Eje 3'' / Ejes D - E	3.33	3.25	12	0.17	0.27	0.25	0.30
Eje 4 / Ejes F - G	5.00	6.62	10	0.25	0.66	0.25	0.70
Eje 4' / Ejes B' - C	2.13	3.25	10	0.11	0.33	0.25	0.35
Eje A / Ejes 2 - 3'	4.94	6.87	12	0.25	0.57	0.25	0.60
Eje B / Ejes 2 - 3'	4.94	6.87	12	0.25	0.57	0.25	0.60
Eje B' / Ejes 2 - 3'	3.46	6.87	10	0.17	0.69	0.25	0.70
Eje C / Ejes 2 - 3	5.50	4.72	10	0.28	0.47	0.30	0.50
Eje D / Ejes 1 - 2	5.22	4.67	10	0.26	0.47	0.30	0.50
Eje E / Ejes 1 - 2	5.22	4.60	10	0.26	0.46	0.30	0.50
Eje F / Ejes 1 - 2	7.00	4.70	12	0.35	0.39	0.35	0.40
Eje G / Ejes 1 - 2	5.25	4.67	10	0.26	0.47	0.30	0.50
Eje H / Ejes 1 - 3	4.51	4.67	10	0.23	0.47	0.25	0.50
Eje I / Ejes 1 - 2'	3.40	5.50	12	0.17	0.46	0.25	0.50
Eje J / Ejes 2' - 4	2.45	8.45	12	0.12	0.70	0.25	0.75

## - Predimensionamiento de columnas

<b>Pe</b>	674300.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>Vs</b>	1593033.75	kgf
-----------	------------	-----

<b>H1</b>	430.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	37.00	
-----------	-------	--

<b>n</b>	0.007	
----------	-------	--

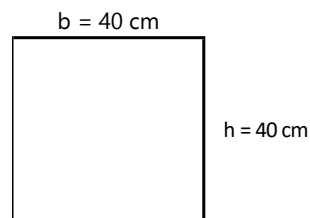
<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	33.82	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	40.00	cm
	0.40	m

Columnas C-1, 40 x 40 cm:

*Imagen 71, Columnas C-1, 40cm x 40cm, Ludoteca, ver Anexo G*



## - Predimensionamiento de losas aligeradas

*Tabla 70, Losa aligerada, Ludoteca*

DESCRIPCION	Ln	Tipo	Peralte	Peralte aprox.
/ Ejes A-B y 2-3'	6.83	Ambos extremos continuos	0.33	0.35
/ Ejes B'-C y 2-3'	4.45	Ambos extremos continuos	0.21	0.25
/ Ejes C-D y 2-3	4.68	Ambos extremos continuos	0.22	0.25
/ Ejes D-E y 1-2	3.25	Ambos extremos continuos	0.15	0.2
/ Ejes E-F y 2-3	4.67	Ambos extremos continuos	0.22	0.25
/ Ejes F-G y 2-3	4.67	Ambos extremos continuos	0.22	0.25
/ Ejes G-H y 1-2	3.25	Ambos extremos continuos	0.15	0.2
/ Ejes H-I y 2-3	4.67	Ambos extremos continuos	0.22	0.25

### 4.4.1.3. Polideportivo

Este módulo se basa en un sistema estructural aperticado de acero, conformado por cerchas y columnas.

- Predimensionamiento de cerchas

*Tabla 71, Cerchas, Polideportivo*

Eje	Descripción	Ln (m)	ln/12	Peralte (h)
Eje 1, A-B	Cercha 03	5.00	0.42	0.40
Eje 5, A-B	Cercha 03	5.00	0.42	0.40
Eje A, 1-2	Cercha 02	7.00	0.58	0.82
Eje B, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje C, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje D, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje E, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje F, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje G, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje H, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje I, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje J, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje K, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje L 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje M, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje N, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje O, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje P, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje Q, 1-5	Cercha 01	28.00	2.33	2.30
Eje R, 1-2	Cercha 02	7.00	0.58	0.82

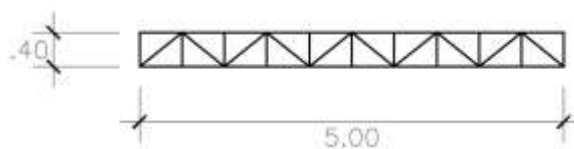
*Imagen 72, Cercha 01, Polideportivo, ver Anexo G*



*Imagen 73, Cercha 02, Polideportivo, ver Anexo G*



*Imagen 74, Cercha 03, Polideportivo, ver Anexo G*

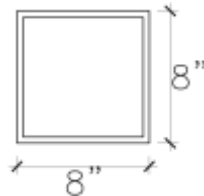


## - Predimensionamiento de columnas

Tabla 72, Columna típica C-1, Polideportivo

Columna	Descripción	b (cm)	h (cm)
C-1	Pórtico P-1	0.2	0.2
C-1	Pórtico P-2	0.2	0.2
C-1	Pórtico P-3	0.2	0.2

Imagen 75, Columna típica C-1, 8" x 8", Polideportivo, ver Anexo G



### 4.4.1.4. Piscina

Este módulo se basa en un sistema estructural aporcionado de acero, conformado por cerchas y columnas.

## - Predimensionamiento de cerchas

Tabla 73, Cerchas, Piscina

Eje	Descripción	Ln (m)	ln/12	Peralte (h)
Eje 1, A-B	Cercha 01	7.00	0.58	0.80
Eje 5, A-B	Cercha 01	7.00	0.58	0.80
Eje A, 1-2	Cercha 02	5.00	0.42	0.70
Eje B, 1-5	Cercha 03	20.00	1.67	1.60
Eje C, 1-5	Cercha 03	20.00	1.67	1.60
Eje D, 1-5	Cercha 03	20.00	1.67	1.60
Eje E, 1-5	Cercha 03	20.00	1.67	1.60
Eje F, 1-5	Cercha 03	20.00	1.67	1.60
Eje G, 1-2	Cercha 02	5.00	0.42	0.70

Imagen 76, Cercha 01, Piscina, ver Anexo G

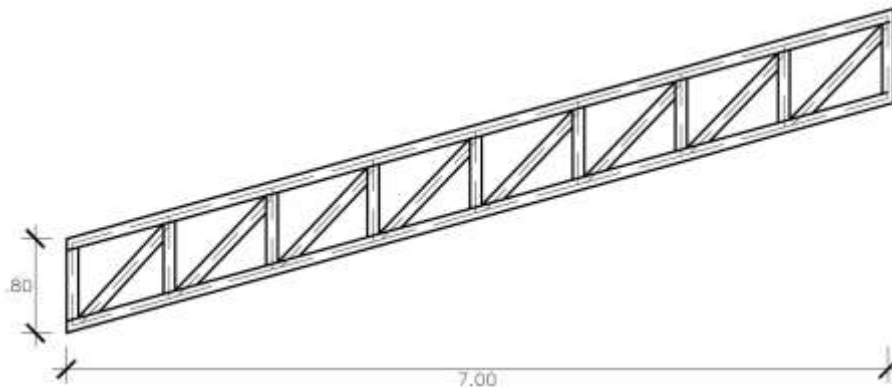


Imagen 77, Cercha 02, Piscina, ver Anexo G

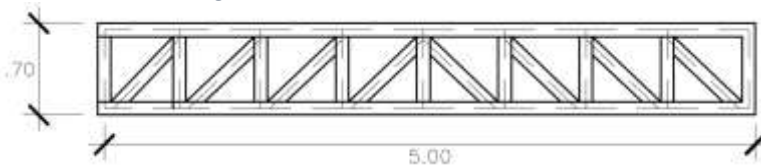
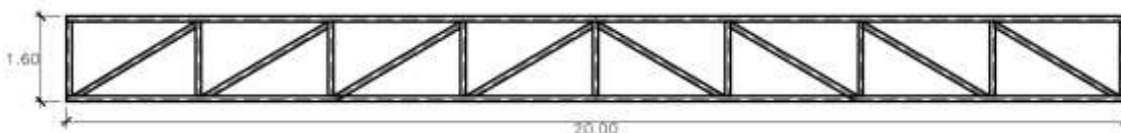


Imagen 78, Cercha 03, Piscina, ver Anexo G

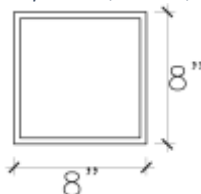


**- Predimensionamiento de columnas**

Tabla 74, Columna típica C-1, Piscina

Columna	Descripción	b (cm)	h (cm)
C-1	Pórtico P-1	0.2	0.2
C-1	Pórtico P-2	0.2	0.2
C-1	Pórtico P-3	0.2	0.2

Imagen 79, Columna típica C-1, 8" x 8", Piscina, ver Anexo G



**4.4.1.5. Vivero**

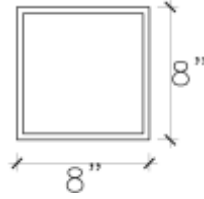
Este módulo se basa en un sistema estructural aporticado de acero, conformado por viguetas y columnas perimetrales; y además de ello, las estructuras internas, tales como de administración y almacenes, contarán con un sistema estructural aporticado de concreto armado.

**- Predimensionamiento de pórticos perimetrales**

Tabla 75, Pórticos principales, Vivero

Pórtico	Columna		Viga	
	b (inch)	h (inch)	b (inch)	h (inch)
P-1	8	8	2	3
P-2	8	8	2	3
P-3	8	8	2	3
P-4	8	8	2	3

Imagen 80, Columna típica C-1, 8" x 8", Vivero, ver Anexo G



### - Predimensionamiento de vigas del área de administración

Tabla 76, Vigas, Área administrativa, Vivero

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2' / A' - B	4.26	5.00	12	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje 2' / B - C	4.26	4.60	12	0.21	0.38	0.25	0.40
Eje 4' / A' - B	4.26	5.00	12	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje 4' / B - C	4.26	4.60	12	0.21	0.38	0.25	0.40
Eje 5' / A' - B	5.42	5.00	12	0.27	0.42	0.30	0.45
Eje 5' / B - C	7.17	4.60	12	0.36	0.38	0.40	0.40
Eje A' / 2' - 4	3.33	4.66	10	0.17	0.47	0.25	0.50
Eje A' / 4 - 5'	5.00	4.64	10	0.25	0.46	0.25	0.50
Eje B / 2' - 4	2.13	4.66	10	0.11	0.47	0.25	0.50
Eje B / 4 - 5'	4.94	4.64	10	0.25	0.46	0.25	0.50
Eje B' / 2' - 4	4.94	4.66	10	0.25	0.47	0.25	0.50
Eje B' / 4 - 5'	3.46	4.64	10	0.17	0.46	0.25	0.50

### - Predimensionamiento de vigas del área de almacén

Tabla 77, Vigas, Área de almacén

DESCRIPCION	B(m)	Ln(m)	Factor $\alpha$	b	h	ANCHO Y PERALTE aprox	
						b	h
Eje 2' / E' - F	4.26	5.00	12	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje 4' / E' - F	4.26	5.00	12	0.21	0.42	0.25	0.45
Eje 5' / E' - F	5.42	5.00	12	0.27	0.42	0.30	0.45
Eje E' / 2' - 4	7.17	4.66	10	0.36	0.47	0.40	0.50
Eje E' / 4 - 5'	3.33	4.64	10	0.17	0.46	0.25	0.50
Eje F / 2' - 4	5.00	4.66	10	0.25	0.47	0.25	0.50
Eje F / 4 - 5'	2.13	4.64	10	0.11	0.46	0.25	0.50

### - Predimensionamiento de columnas del área administrativa y de almacenes

<b>Pe</b>	674300.00	kgf
-----------	-----------	-----

<b>Vs</b>	1593033.75	kgf
-----------	------------	-----

<b>H1</b>	430.00	cm
-----------	--------	----

<b>nc</b>	37.00	
-----------	-------	--

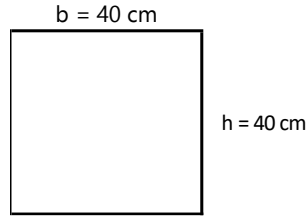
<b>n</b>	0.007	
----------	-------	--

<b>E</b>	217370.65	kgf/cm <sup>2</sup>
----------	-----------	---------------------

<b>b</b>	33.82	cm
----------	-------	----

<b>LONGITUD</b>	40.00	cm
	0.40	m

Imagen 81, Columna C-1, 40cm x 40cm, Vivero, ver Anexo G



#### 4.4.1.6. Pista de baile

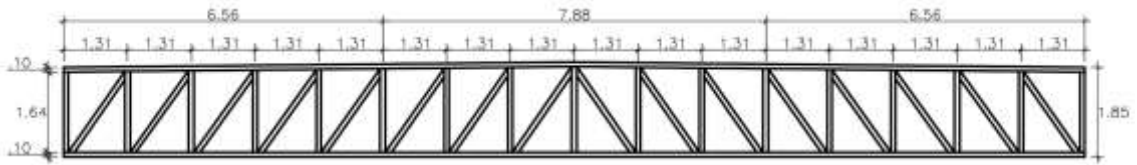
Este módulo se basa en un sistema estructural aporticado de acero, conformado por viguetas y columnas.

#### - Predimensionamiento de cerchas

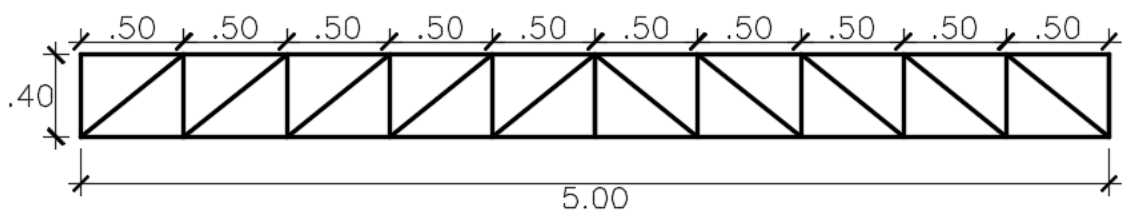
Tabla 78, Cerchas, Pista de baile

Eje	Descripción	Ln (m)	ln/12	Peralte (h)
Eje A, 1-4	Cercha 01	21.00	1.75	1.85
Eje A', 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje B, 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje B', 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje C, 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje C', 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje D, 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje D', 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje E, 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje E', 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje F, 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje F', 1-4	Cercha 03	21.00	1.75	1.85
Eje G, 1-4	Cercha 01	21.00	1.75	1.85
Eje 1, A-A'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, A'-B	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, B-B'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, B'-C	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, C-C'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, C'-D	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, D-D'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, D'-E	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, E'-F	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, F-F'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 1, F'-G	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, A-A'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, A'-B	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, B-B'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, B'-C	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, C-C'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, C'-D	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, D-D'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, D'-E	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, E'-F	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, F-F'	Cercha 02	5.00	0.42	0.40
Eje 4, F'-G	Cercha 02	5.00	0.42	0.40

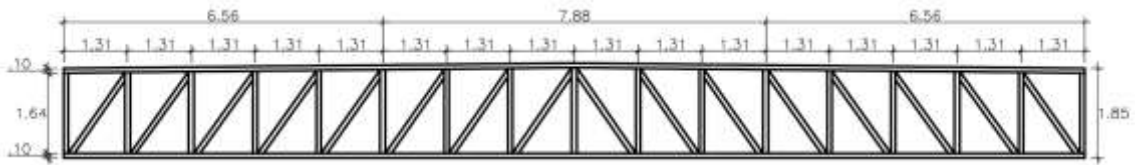
*Imagen 82, Cercha 01, Pista de baile, ver Anexo G*



*Imagen 83, Cercha 02, Pista de baile, ver Anexo G*



*Imagen 84, Cercha 03, Pista de baile, ver Anexo G*

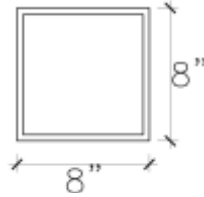


**- Predimensionamiento de columnas**

*Tabla 79, Columna típica C-1, Pista de baile*

Columna	Descripción	b (cm)	h (cm)
C-1	Pórtico P-1	0.2	0.2
C-1	Pórtico P-2	0.2	0.2
C-1	Pórtico P-3	0.2	0.2

*Imagen 85, Columna típica C-1, 8" x 8", pista de baile, ver anexo*



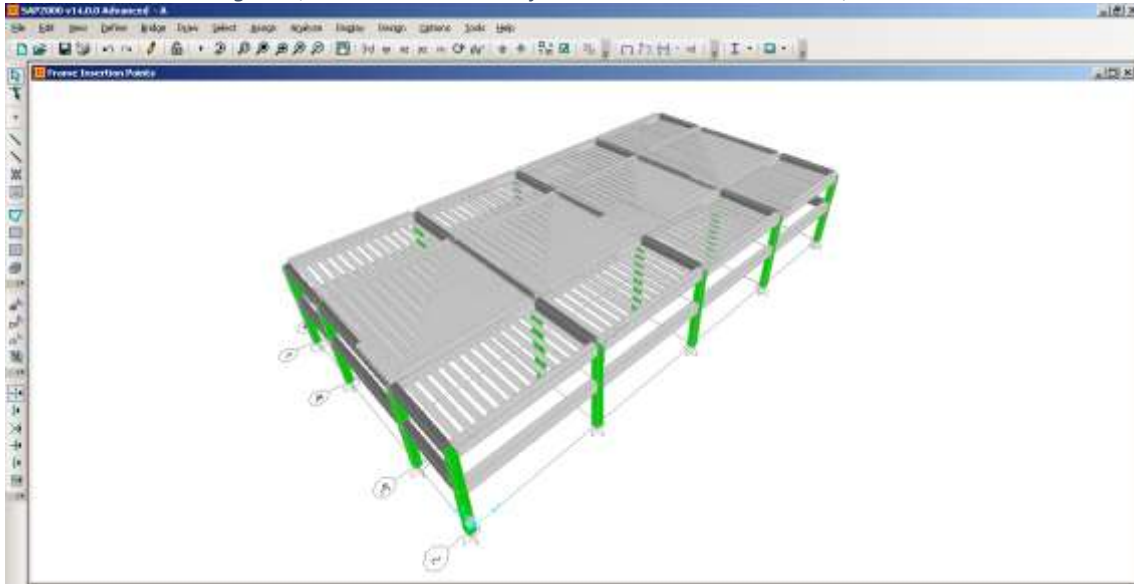
#### 4.4.2. Modelamiento estructural

##### 4.4.2.1. Centro cultural

#### Módulo A

Consta de una estructura de concreto, la cual se forma de pórticos perimetrales y techos aligerados, en una y dos direcciones.

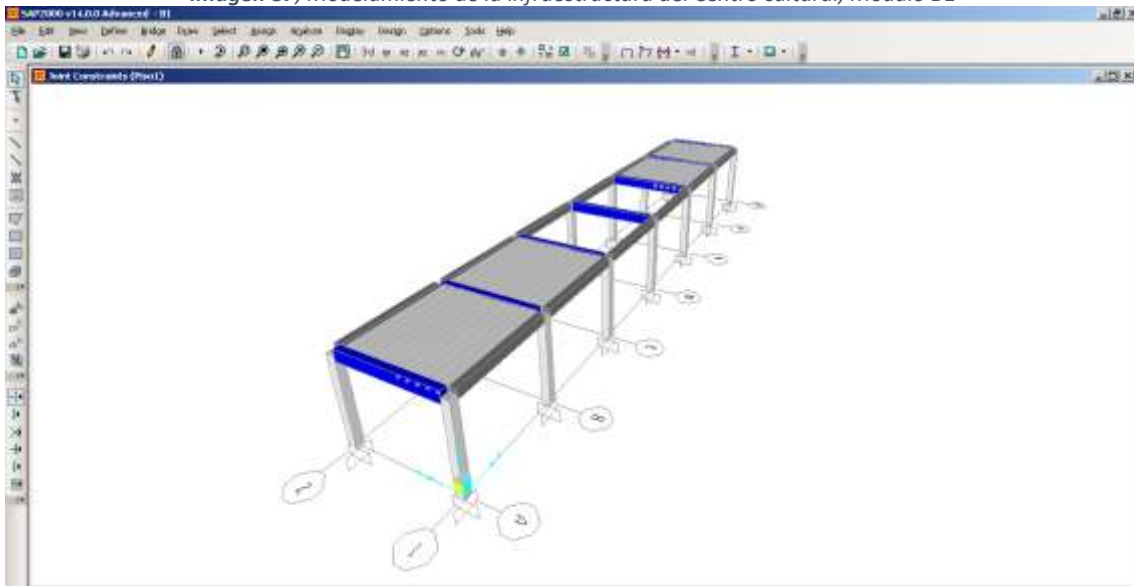
*Imagen 86, Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo A*



#### Módulo B1

Consta de una estructura de concreto, la cual se forma de pórticos perimetrales y techos aligerados, en una y dos direcciones. Este se divide, a través de una junta sísmica, en 03 sub-módulos.

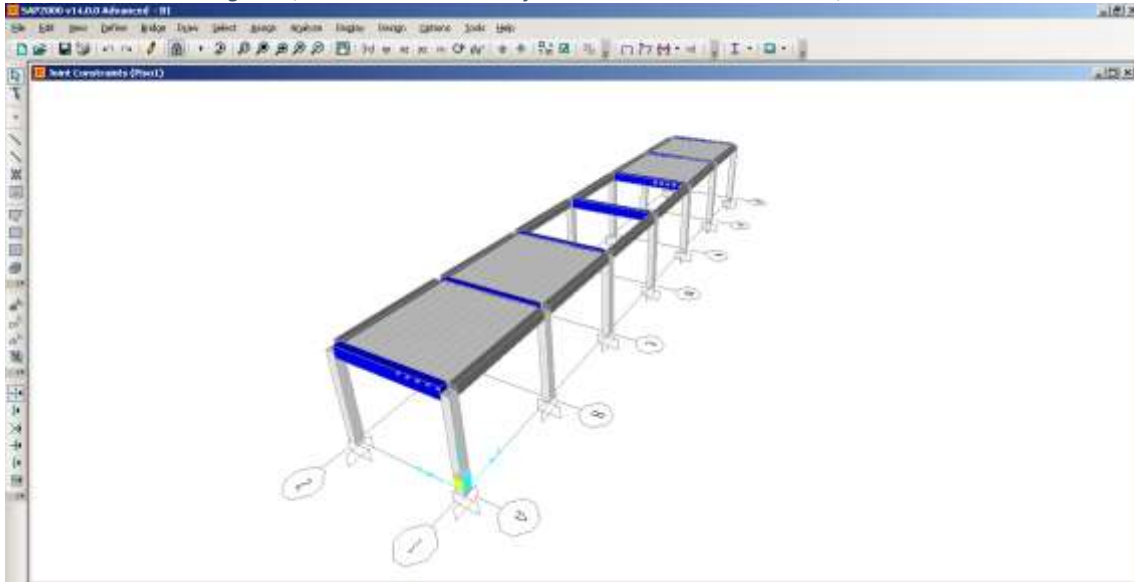
*Imagen 87, Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo B1*



### **Módulo B2**

Consta de una estructura de concreto, la cual se forma de pórticos perimetrales y techos aligerados, en una y dos direcciones. Este se divide, a través de una junta sísmica, en 03 sub-módulos.

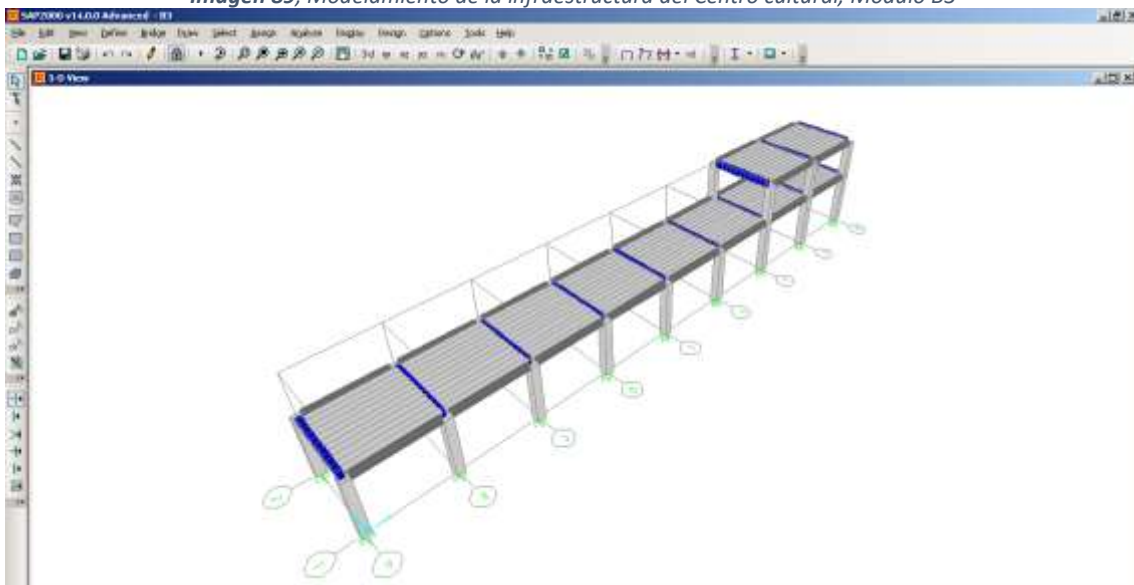
*Imagen 88, Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo B2*



### **Módulo B3**

Consta de una estructura de concreto, la cual se forma de pórticos perimetrales y techos aligerados, en una y dos direcciones. Este se divide, a través de una junta sísmica, en 03 sub-módulos.

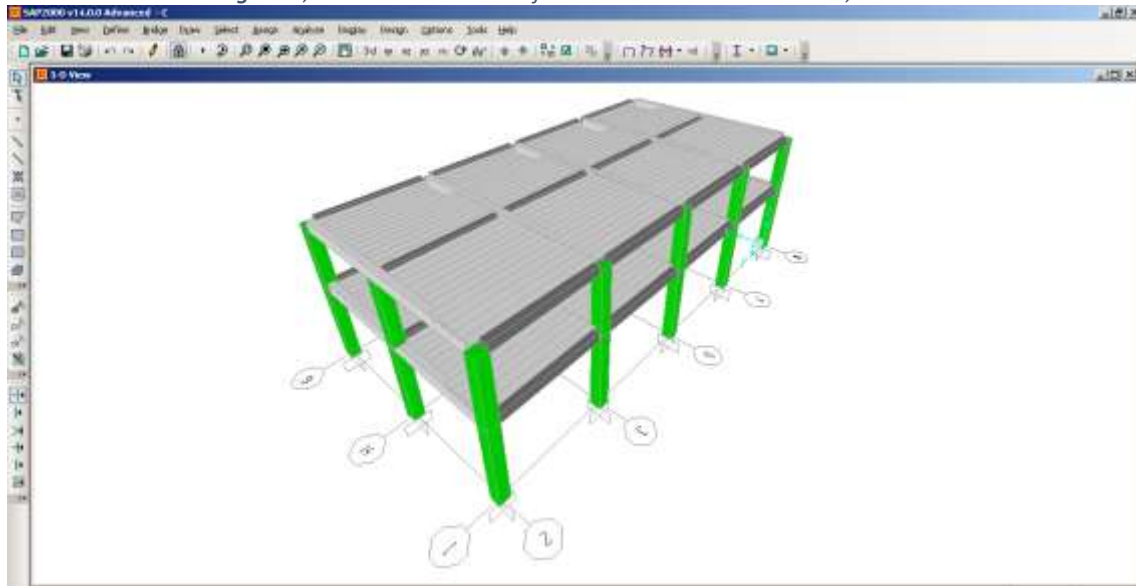
*Imagen 89, Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo B3*



## Módulo C

Consta de una estructura de concreto, la cual se forma de pórticos perimetrales y techos aligerados, en una y dos direcciones.

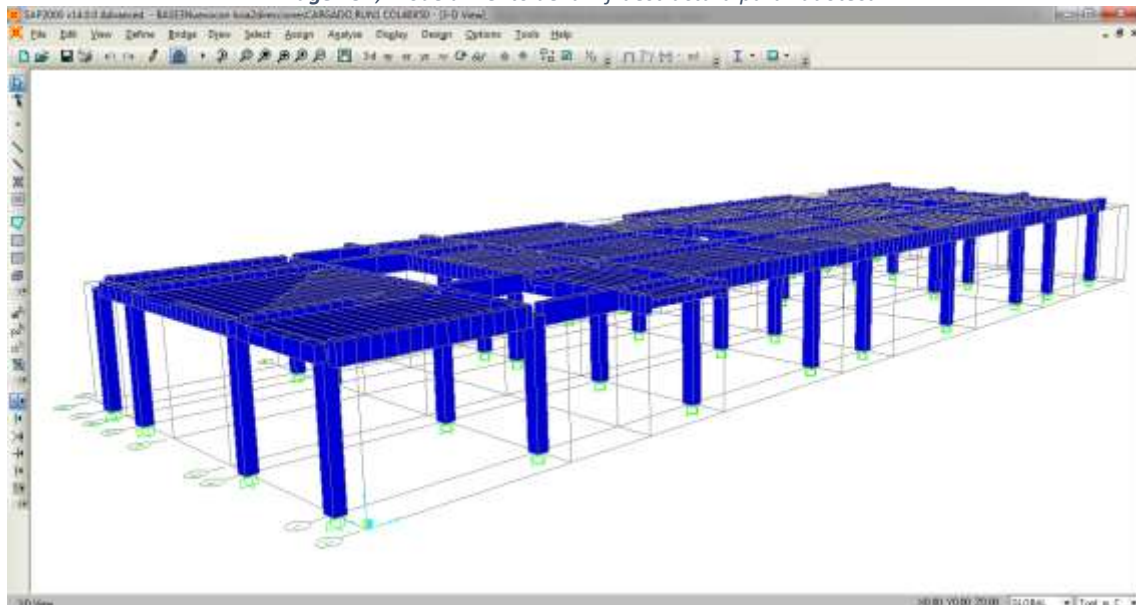
*Imagen 90, Modelamiento de la infraestructura del Centro cultural, Módulo C*



### 4.4.2.2. Ludoteca

Consta de un sistema estructural aporticado de concreto armado.

*Imagen 91, Modelamiento de la infraestructura para Ludoteca*

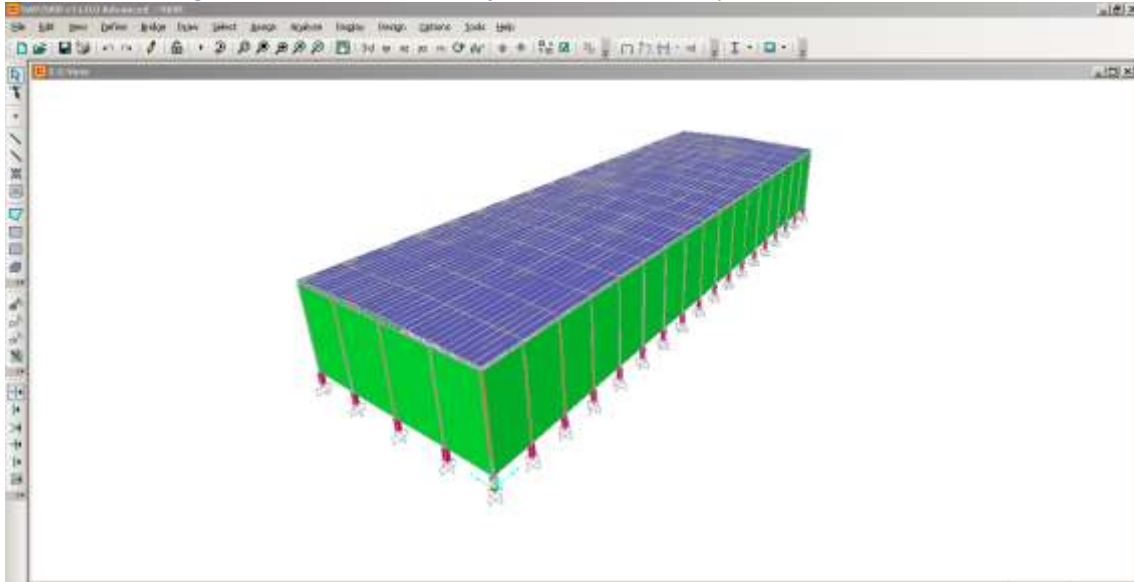


#### 4.4.2.3. Polideportivo

##### Estructura metálica

Consta de una estructura de acero, la cual se forma de pórticos perimetrales y techo.

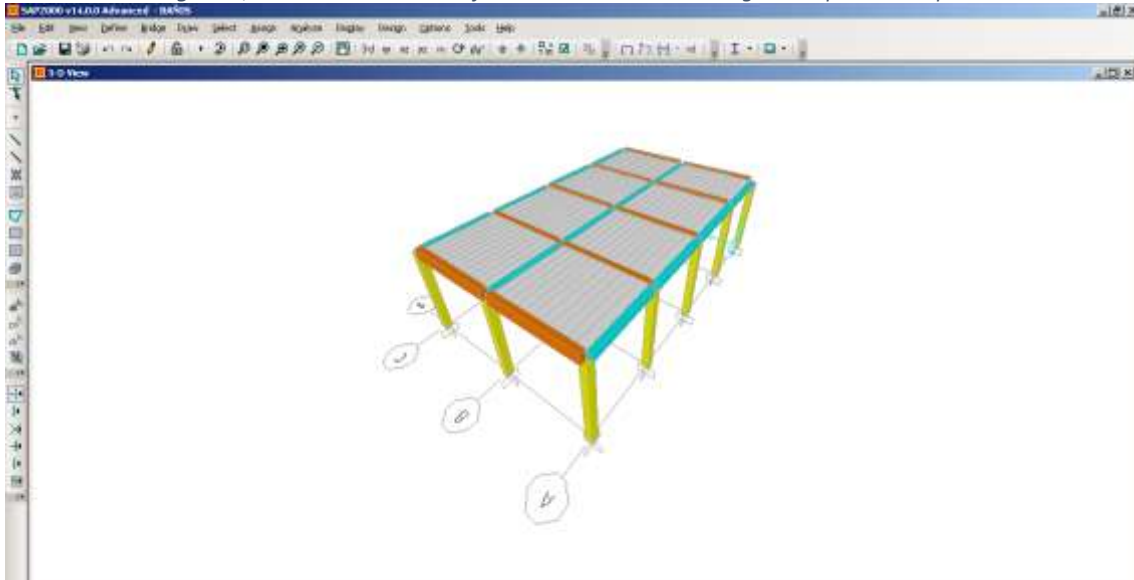
*Imagen 92, Modelamiento de la infraestructura del Polideportivo, Estructura metálica*



##### Baños

Consta de una estructura de concreto armado, la cual se forma de pórticos perimetrales y techo aligerado.

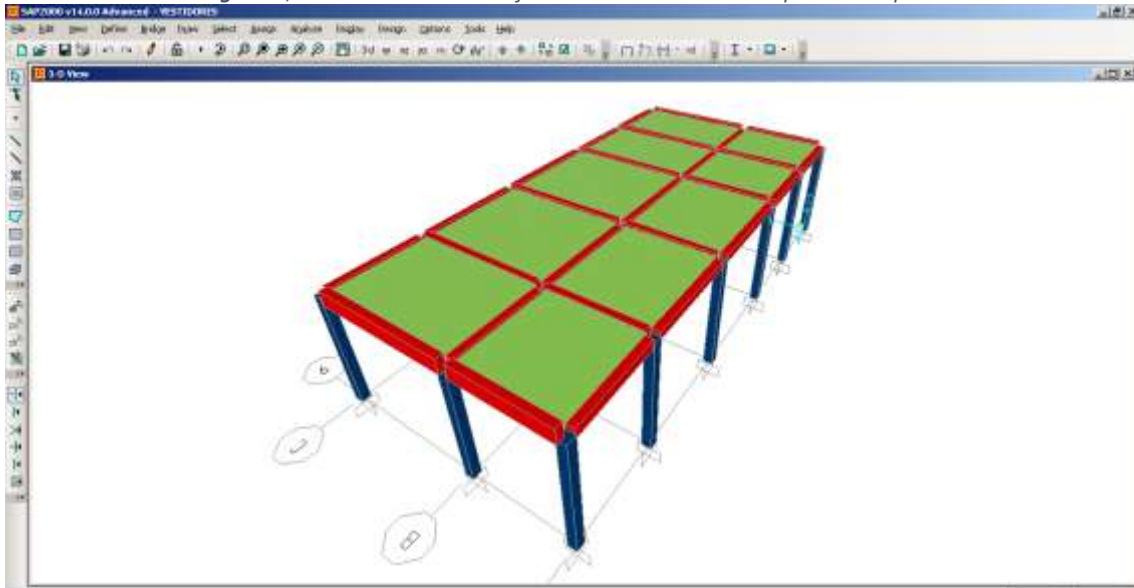
*Imagen 93, Modelamiento de la infraestructura de servicios higiénicos para Polideportivo*



## Vestuarios

Consta de una estructura de concreto armado, la cual se forma de pórticos perimetrales y techo aligerado.

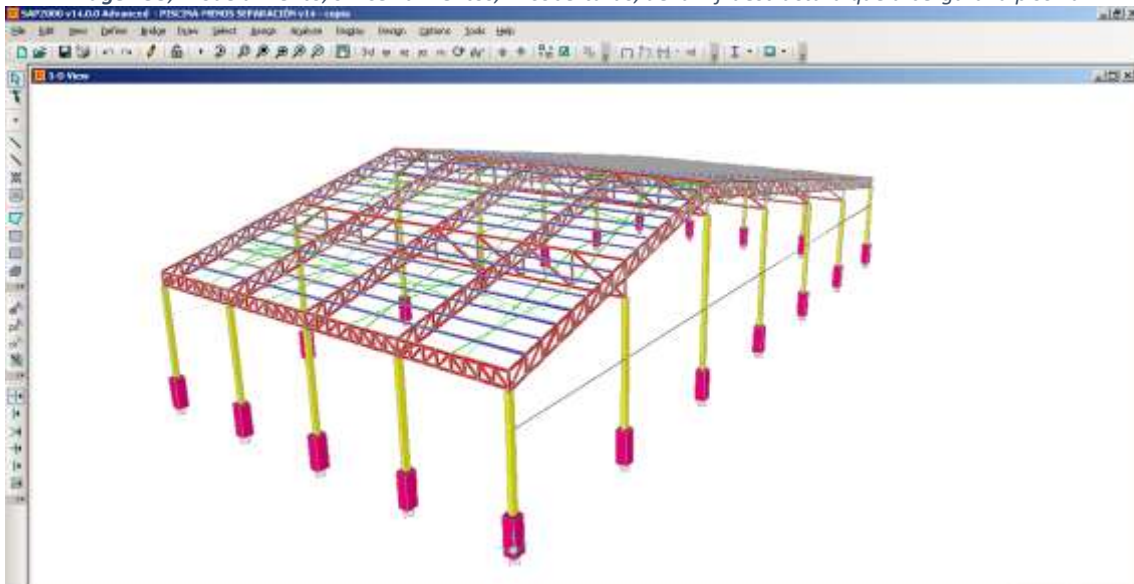
*Imagen 94, Modelamiento de la infraestructura de vestidores para Polideportivo*



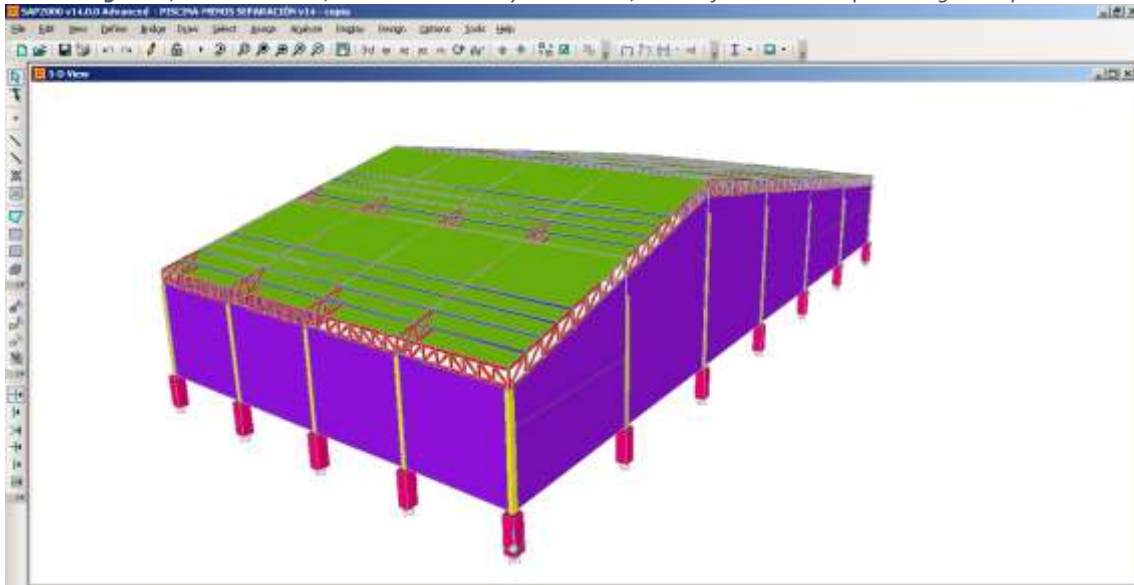
### 4.4.2.4. Piscina

Consta de una estructura metálica, con cerramientos y cobertura liviana, que albergará una piscina semi-olímpica. Además, contará con un área de vestuarios y servicios higiénicos, los cuales contarán con un sistema estructural de concreto armado.

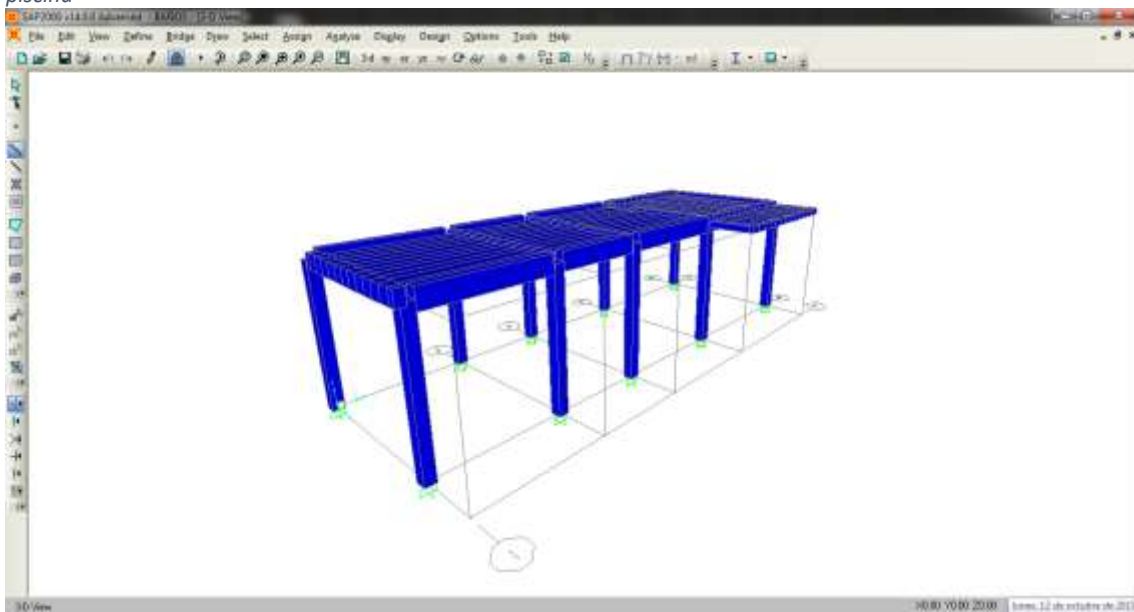
*Imagen 95, Modelamiento, sin cerramientos, ni coberturas, de la infraestructura que albergara la piscina*



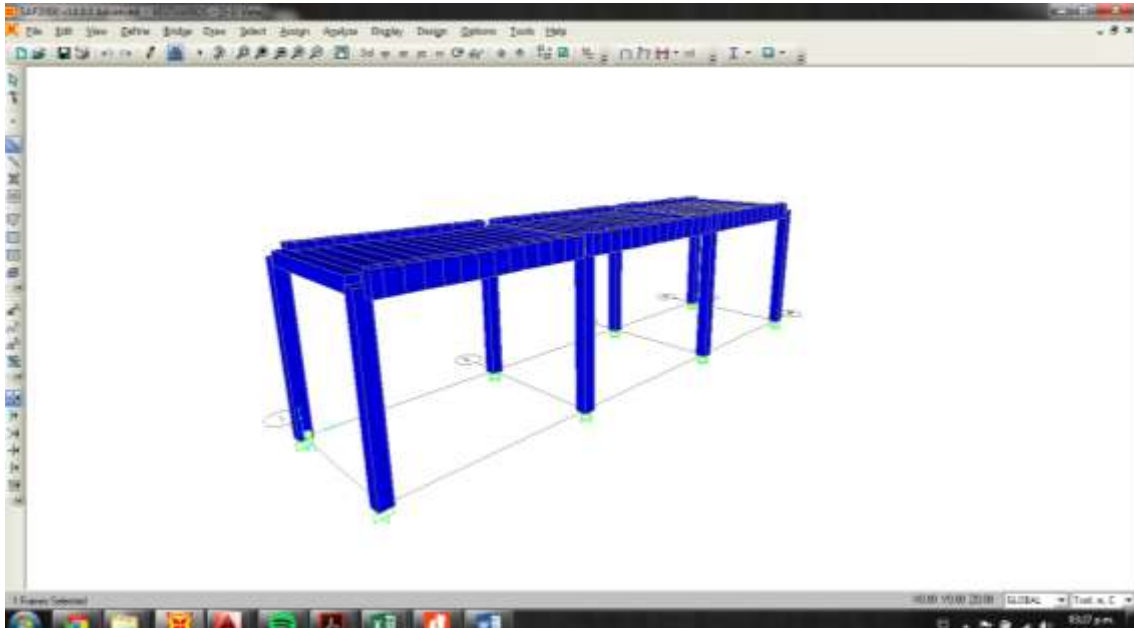
*Imagen 96, Modelamiento, con cerramientos y coberturas, de la infraestructura que albergara la piscina*



*Imagen 97, Modelamiento de la infraestructura de servicios higiénicos para la infraestructura que albergara la piscina*



*Imagen 98, Modelamiento de la infraestructura de vestuarios para la infraestructura que albergara la piscina*

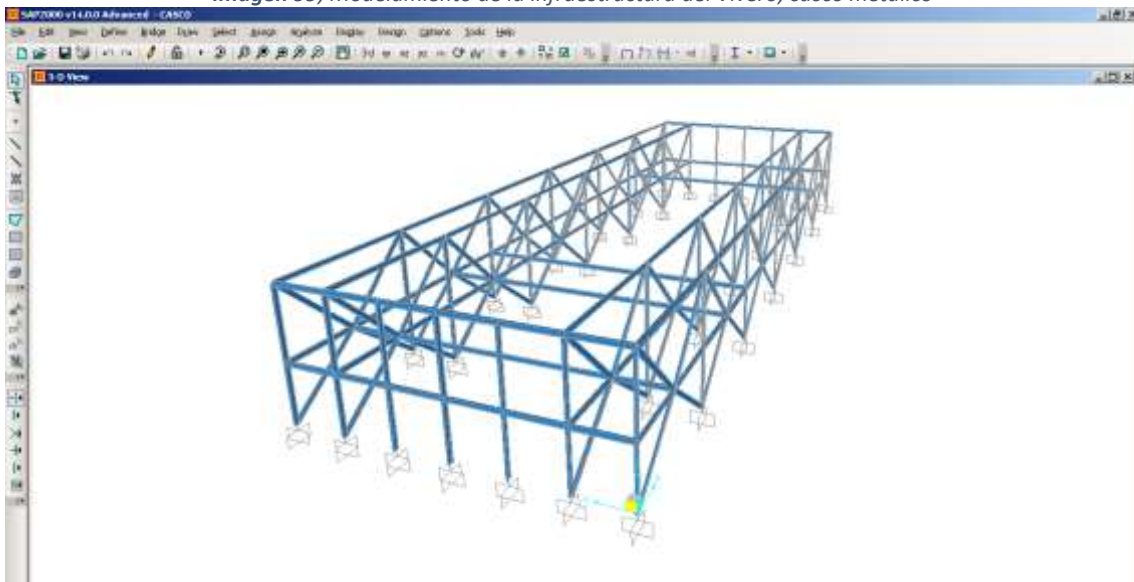


#### 4.4.2.5. Vivero

##### Casco Metálico

Consta de una estructura de acero, la cual se forma de pórticos perimetrales.

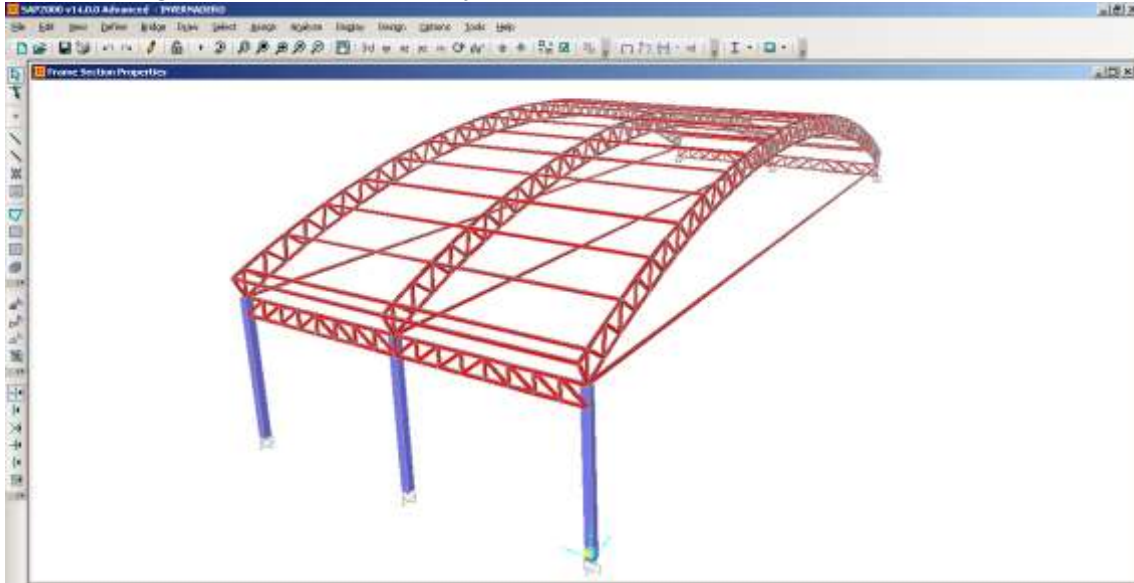
*Imagen 99, Modelamiento de la infraestructura del Vivero, casco metálico*



### **Estructura metálica invernadero**

Consta de una estructura de acero, la cual se forma de pórticos perimetrales y techo metálico en arco.

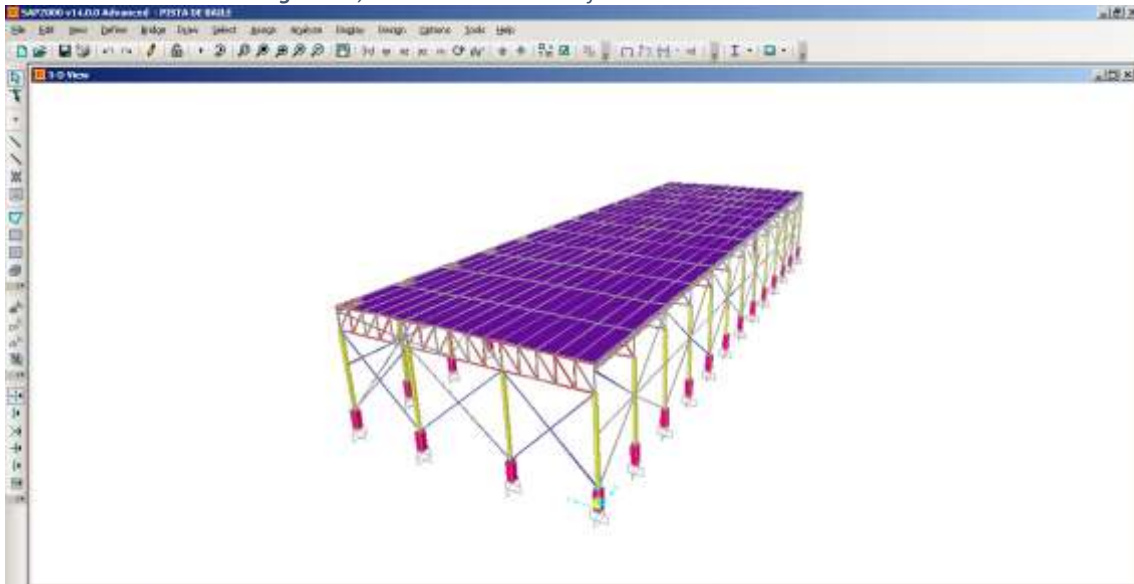
*Imagen 100, Modelamiento de la infraestructura del Vivero, estructura metálica, invernadero*



### **4.4.2.6. Pista de baile**

Consta de una estructura metálica, la cual se forma de pórticos perimetrales y una cobertura liviana.

*Imagen 101, Modelamiento de la infraestructura de la Pista de baile*



#### 4.4.3. Diseño estructural

Los cálculos para el diseño estructural fueron realizados con el software Excel, con el cual fue posible automatizar las fórmulas dadas por los códigos de diseño para lograr un análisis en conjunto y así realizar las verificaciones necesarias de manera efectiva.

En los apartados siguientes se presentarán los datos obtenidos para cada estructura, a partir de la aplicación de las fórmulas de diseño, las cuales fueron aplicadas según el requerimiento de cada una de estas.

##### 4.4.3.1. Centro cultural

###### Vigas - Flexión

Estos son los resultados obtenidos del diseño para vigas, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000.

Es importante hacer mención que se ha considerado, para aquellas vigas que tengan un peralte **h** mayor a 50 cm, un refuerzo mínimo superficial en ambas caras de la viga, con la finalidad de evitar efectos de pandeo del refuerzo; esto, teniendo en cuenta las consideraciones del **RNE**. El refuerzo a utilizar será acero de ½" distribuido uniformemente.

Se deber considerar:

- **SR** = Simple refuerzo.
- **b** = Ancho.
- **h** = Peralte.
- **d** = Peralte efectivo.
- **As** = Área de acero en cm<sup>2</sup>.

**Tabla 80, Flexión en vigas, Eje 2, tramos desde A hasta E, primer nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
B-C	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
C-D	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
D-E	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	E	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659

**Tabla 81, Flexión en vigas, Eje 5, tramos desde A hasta E, primer nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
B-C	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
C-D	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
D-E	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	E	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659

**Tabla 82, Flexión en vigas, Eje A, tramos desde 2 hasta 5, primer nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3b	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

**Tabla 83, Flexión en vigas, Eje E, tramos desde 2 hasta 5, primer nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3b	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

**Tabla 84, Flexión en vigas, Eje 2, tramos desde A hasta E, Segundo nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
B-C	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
C-D	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
D-E	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	E	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659

**Tabla 85, Flexión en vigas, Eje 3a, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	B	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
B-C	B	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	C	50	80	73.7800	SR	14.251
		50	80	73.7800	SR	11.401
C-D	C	50	80	73.7800	SR	14.251
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	D	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
D-E	D	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	E	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401

**Tabla 86, Flexión en vigas, Eje 3b, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	B	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
B-C	B	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	C	50	80	73.7800	SR	14.251
		50	80	73.7800	SR	11.401
C-D	C	50	80	73.7800	SR	14.251
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	D	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
D-E	D	50	80	73.7800	SR	17.101
		50	80	73.7800	SR	11.401
	CLARO	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401
	E	50	80	73.7800	SR	11.401
		50	80	73.7800	SR	11.401

**Tabla 87, Flexión en vigas, Eje 5, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
B-C	B	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
C-D	C	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
D-E	D	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	CLARO	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659
	E	50	80	73.7800	SR	9.659
		50	80	73.7800	SR	9.659

*Tabla 88, Flexión en vigas, Eje A, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	11.638
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3b	40	80	73.7800	SR	11.638
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

*Tabla 89, Flexión en vigas, Eje B, tramos desde A hasta E, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	13.380
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	19.081
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	13.380
	3b	40	80	73.7800	SR	19.081
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	13.380
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

*Tabla 90, Flexión en vigas, Eje C, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	13.380
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	19.081
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	13.380
	3b	40	80	73.7800	SR	19.081
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	13.380
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

*Tabla 91, Flexión en vigas, Eje D, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	13.380
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	19.081
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	13.380
	3b	40	80	73.7800	SR	19.081
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	13.380
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

*Tabla 92, Flexión en vigas, Eje E, tramos desde 2 hasta 5, segundo nivel, Módulo A, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
2-3a	2	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3a	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
3a-3b	3a	40	80	73.7800	SR	9.659
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	3b	40	80	73.7800	SR	9.659
		40	80	73.7800	SR	7.680
3b-5	3b	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	CLARO	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680
	5	40	80	73.7800	SR	7.680
		40	80	73.7800	SR	7.680

**Tabla 93, Flexión en vigas, Eje 8, tramos desde B hasta C, Módulo B1-1, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
B-B'	B	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
B'-C	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 94, Flexión en vigas, Eje 7, tramos desde B hasta C, Módulo B1-1, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
B-B'	B	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
B'-C	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 95, Flexión en vigas, Eje B, tramo 8-7, Módulo B1-1, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	5.938
	7	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 96, Flexión en vigas, Eje B', tramo 8-7, Módulo B1-1, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	11.401
	7	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700

*Tabla 97, Flexión en vigas, Eje C, tramo 8-7, Módulo B1-1, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	5.938
	7	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 98, Flexión en vigas, Eje 8, tramos desde C hasta D, Módulo B1-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-C'	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
C'-D	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 99, Flexión en vigas, Eje 7, tramos desde C hasta D, Módulo B1-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-C'	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
C'-D	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 100, Flexión en vigas, Eje C, tramo 8-7, Módulo B1-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 101, Flexión en vigas, Eje C', tramo 8-7, Módulo B1-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 102, Flexión en vigas, Eje D, tramo 8-7, Módulo B1-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 103, Flexión en vigas, Eje 7, tramos desde D hasta E, Módulo B1-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-D'	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
D'-E	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 104, Flexión en vigas, Eje 8, tramos desde D hasta E, Módulo B1-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-D'	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
D'-E	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 105, Flexión en vigas, Eje D, tramo 8-7, Módulo B1-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	7	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938

Tabla 106, Flexión en vigas, Eje D', tramo 8-7, Módulo B1-3, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	8.551
		30	40	33.7800	SR	8.551
	CLARO	30	40	33.7800	SR	8.551
		30	40	33.7800	SR	8.551
	7	30	40	33.7800	SR	8.551
		30	40	33.7800	SR	8.551

Tabla 107, Flexión en vigas, Eje E, tramo 8-7, Módulo B1-3, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	7	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938

Tabla 108, Flexión en vigas, Eje 6, tramos desde D hasta E, Módulo B2-1, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-C'	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLCRO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
C'-D	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLCRO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 109, Flexión en vigas, Eje 4, tramos desde C hasta D, Módulo B2-1, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-C'	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLCRO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
C'-D	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLCRO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 110, Flexión en vigas, Eje C, tramo 6-4, Módulo B2-1, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	4	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938

Tabla 111, Flexión en vigas, Eje C', tramo 6-4, Módulo B2-1, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	11.401
	CLARO	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	11.401
	4	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	11.401

Tabla 112, Flexión en vigas, Eje D, tramo 6-4, Módulo B2-1, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	4	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938

Tabla 113, Flexión en vigas, Eje 6, tramo D-E, Módulo B2-2, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-D'	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
D'-E	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 114, Flexión en vigas, Eje 4, tramo D-E, Módulo B2-2, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-D'	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
D'-E	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 115, Flexión en vigas, Eje D, tramo 6-4, Módulo B2-2, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	4	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 116, Flexión en vigas, Eje D', tramo 6-4, Módulo B2-2, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	4	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 117, Flexión en vigas, Eje E, tramo 6-4, Módulo B2-2, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	4	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 118, Flexión en vigas, Eje 6, tramo E-F, Módulo B2-3, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
E-E'	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
E'-F	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	F	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 119, Flexión en vigas, Eje 4, tramo E-F, Módulo B2-3, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
E-E'	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
E'-F	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	F	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 120, Flexión en vigas, Eje E, tramo 6-4, Módulo B2-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	4	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938

*Tabla 121, Flexión en vigas, Eje E', tramo 6-4, Módulo B2-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	8.551
		30	40	33.7800	SR	8.551
	CLARO	30	40	33.7800	SR	8.551
		30	40	33.7800	SR	8.551
	4	30	40	33.7800	SR	8.551
		30	40	33.7800	SR	8.551

*Tabla 122, Flexión en vigas, Eje F, tramo 6-4, Módulo B2-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
6-4	6	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	4	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938

*Tabla 123, Flexión en vigas, Eje 3, tramo B-C, Módulo B3-1, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
B-B'	B	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
B'-C	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 124, Flexión en vigas, Eje 2, tramo B-C, Módulo B3-1, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
B-B'	B	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
B'-C	B'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 125, Flexión en vigas, Eje B, tramo 3-2, Módulo B3-1, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	5.938
	2	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 126, Flexión en vigas, Eje B', tramo 3-2, Módulo B3-1, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	11.401
	2	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700

*Tabla 127, Flexión en vigas, Eje C, tramo 3-2, Módulo B3-1, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 128, Flexión en vigas, Eje 3, tramo C-D, Módulo B3-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-C'	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
C'-D	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 129, Flexión en vigas, Eje 2, tramo C-D, Módulo B3-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-C'	C	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
C'-D	C'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 130, Flexión en vigas, Eje C, tramo 3-2, Módulo B3-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	5.938
	2	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 131, Flexión en vigas, Eje C', tramo 3-2, Módulo B3-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	11.401
	2	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700

*Tabla 132, Flexión en vigas, Eje D, tramo 3-2, Módulo B3-2, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 133, Flexión en vigas, Eje 3, tramo D-E, Módulo B3-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-D'	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
D'-E	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 134, Flexión en vigas, Eje 2, tramo D-E, Módulo B3-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-D'	D	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
D'-E	D'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 135, Flexión en vigas, Eje D, tramo 3-2, Módulo B3-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	5.938
	2	30	40	33.7800	SR	5.938
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 136, Flexión en vigas, Eje D', tramo 3-2, Módulo B3-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	11.401
	2	30	40	33.7800	SR	11.401
		30	40	33.7800	SR	5.700

*Tabla 137, Flexión en vigas, Eje E, tramo 3-2, Módulo B3-3, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 138, Flexión en vigas, Eje 3, tramo E-F, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
E-E'	E	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	E'	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
E'-F	E'	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	F	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700

*Tabla 139, Flexión en vigas, Eje 2, tramo E-F, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
E-E'	E	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	E'	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
E'-F	E'	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	CLARO	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700
	F	30	40	33.7800	SR	5.700
		30	40	33.7800	SR	5.700

**Tabla 140, Flexión en vigas, Eje E, tramo 3-2, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	50	43.7800	SR	9.659
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	9.659
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 141, Flexión en vigas, Eje E', tramo 3-2, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 142, Flexión en vigas, Eje F, tramo 3-2, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	50	43.7800	SR	9.659
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	9.659
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 143, Flexión en vigas, Eje 3, tramo E-F, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
E-E'	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
E'-F	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	F	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 144, Flexión en vigas, Eje 2, tramo E-F, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
E-E'	E	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
E'-F	E'	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	F	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 145, Flexión en vigas, Eje E, tramo 3-2, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 146, Flexión en vigas, Eje E', tramo 3-2, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 147, Flexión en vigas, Eje F, tramo 3-2, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
3-2	3	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	3.959

*Tabla 148, Flexión en vigas, Eje I, tramo 8-2, Módulo C, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
7-5	7	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	5	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
5-3	5	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	3	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
3-2	3	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 149, Flexión en vigas, Eje H, tramo 8-2, Módulo C, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	5.938
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
7-5	7	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	5	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
5-3	5	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	3	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
3-2	3	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	5.938

*Tabla 150, Flexión en vigas, Eje G, tramo 8-2, Módulo C, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
7-5	7	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	5	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
5-3	5	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	3	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
3-2	3	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	7.917
		30	40	33.7800	SR	3.959

*Tabla 151, Flexión en vigas, Eje 2, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	H	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700
H-G	H	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	G	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700

*Tabla 152, Flexión en vigas, Eje 3, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	H	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
H-G	H	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	G	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 153, Flexión en vigas, Eje 5, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	H	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
H-G	H	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	G	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 154, Flexión en vigas, Eje 7, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	H	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
H-G	H	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	G	30	50	43.7800	SR	14.251
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 155, Flexión en vigas, Eje 8, tramo I-G Módulo C, primer nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	H	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700
H-G	H	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	G	30	50	43.7800	SR	11.401
		30	50	43.7800	SR	5.700

Tabla 156, Flexión en vigas, Eje I, tramo 8-2, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
7-5	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	5	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
5-3	5	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
3-2	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

Tabla 157, Flexión en vigas, Eje H, tramo 8-2, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
7-5	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	5	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
5-3	5	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
3-2	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 158, Flexión en vigas, Eje G, tramo 8-2, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
8-7	8	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
7-5	7	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	5	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
5-3	5	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
3-2	3	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	CLARO	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959
	2	30	40	33.7800	SR	3.959
		30	40	33.7800	SR	3.959

**Tabla 159, Flexión en vigas, Eje 2, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	H	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959
H-G	H	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	G	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 160, Flexión en vigas, Eje 3, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	H	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
H-G	H	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	G	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959

*Tabla 161, Flexión en vigas, Eje 5, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	H	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
H-G	H	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	G	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959

*Tabla 162, Flexión en vigas, Eje 7, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	H	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
H-G	H	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	G	30	50	43.7800	SR	9.897
		30	50	43.7800	SR	3.959

*Tabla 163, Flexión en vigas, Eje 8, tramo I-G, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
I-H	I	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	H	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959
H-G	H	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	G	30	50	43.7800	SR	7.917
		30	50	43.7800	SR	3.959

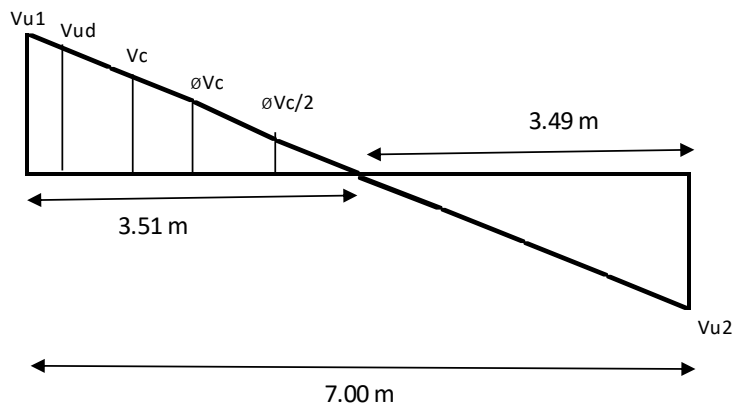
## Vigas – Cortante

Estos son los resultados obtenidos del diseño para vigas, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000.

*Tabla 164, Cortante en vigas, Módulo A, primer nivel, Centro cultural*  
*Imagen 102, Cortante en vigas, Módulo A, primer nivel, Centro cultural*

UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE A, VIGA 2-3a	1.43	1.43	5.15	9.50	8.60	9.60	8.60	-2.09	4.96	2.10	-4.94	<b>4.96</b>
EJE A, VIGA 3a-3b	2.41	2.41	8.70	11.00	9.00	11.00	9.10	0.10	4.71	-0.12	-4.72	<b>4.72</b>
EJE A, VIGA 3-5	1.43	1.43	5.15	9.50	8.60	9.60	8.60	-2.09	4.96	2.10	-4.94	<b>4.96</b>
EJE E, VIGA 2-3a	1.43	1.43	5.15	10.00	8.00	10.00	8.00	-2.07	4.92	2.07	-4.92	<b>4.92</b>
EJE E, VIGA 3a-3b	1.98	1.98	8.70	12.00	10.00	12.00	10.00	-0.55	4.50	0.55	-4.50	<b>4.50</b>
EJE E, VIGA 3-5	1.17	1.17	5.15	10.00	8.00	10.00	8.00	-2.33	4.66	2.33	-4.66	<b>4.66</b>
EJE 5, VIGA A-B	2.10	2.10	9.24	10.00	8.42	10.00	9.00	0.04	4.09	-0.10	-4.15	<b>4.15</b>
EJE 5, VIGA B-C	2.16	2.16	9.50	10.00	8.60	10.10	8.70	0.19	4.13	-0.19	-4.13	<b>4.13</b>
EJE 5, VIGA C-D	2.64	2.64	9.50	10.10	8.00	10.20	8.70	0.66	4.55	-0.72	-4.62	<b>4.62</b>
EJE 5, VIGA D-E	2.13	2.13	9.38	10.00	8.00	10.00	9.00	0.10	4.05	-0.21	-4.16	<b>4.16</b>
EJE 2, VIGA A-B	2.10	2.10	9.24	10.00	8.10	10.00	9.00	0.04	4.06	-0.14	-4.15	<b>4.15</b>
EJE 2, VIGA B-C	2.16	2.16	9.50	10.20	8.30	10.20	8.70	0.17	4.10	-0.21	-4.15	<b>4.15</b>
EJE 2, VIGA C-D	2.64	2.64	9.50	10.70	8.00	10.20	8.70	0.59	4.55	-0.72	-4.68	<b>4.68</b>
EJE 2, VIGA D-E	2.13	2.13	9.38	10.60	7.90	10.00	9.00	0.04	4.04	-0.22	-4.22	<b>4.22</b>

Vu1= 4.96 Tn/m  
 Vu2= 4.94 Tn/m  
 Vud= 3.91 Tn/m  
 Ln= 7.00 m  
 l= 3.51 m  
 Vc= 30.72 Tn  
 $\phi Vc = 26.11$  Tn  
 $\phi Vc/2 = 13.06$  Tn  
 Vn= 7.83 Tn  
 Vs= -22.89 Tn  
 Cond : 56.79 Tn  
 Cond : 113.57 Tn



f'c= 210.00 kg/cm<sup>2</sup>  
 fy= 4200.00 kg/cm<sup>2</sup>  
 b= 0.50 m  
 h= 0.80 m  
 As long= # 5  
 As Estri= # 3  
 d= 0.74 m  
 Espaciamiento por reglamento  
 d/4= 18.48 cm  
 8db= 12.70 cm  
 24db= 22.86 cm

S= 34.20 cm  
 S= 34.20 cm

**REFUERZO MINIMO**

Tabla 165, Cortante en vigas, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural

2° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE A, VIGA 2-3a	1.43	1.43	5.15	10.00	8.00	10.00	8.00	-2.07	4.92	2.07	-4.92	4.92
EJE A, VIGA 3a-3b	2.41	2.41	8.70	12.00	10.00	12.00	10.00	-0.11	4.94	0.11	-4.94	4.94
EJE A, VIGA 3-5	1.43	1.43	5.15	10.00	8.00	10.00	8.00	-2.07	4.92	2.07	-4.92	4.92
EJE B, VIGA 2-3a	1.17	1.17	5.15	11.00	8.75	11.00	9.00	-2.71	5.00	2.67	-5.05	5.05
EJE B, VIGA 3a-3b	1.98	1.98	8.70	12.89	11.00	12.81	10.96	-0.77	4.71	0.76	-4.72	4.72
EJE B, VIGA 3-5	1.17	1.17	5.15	11.00	8.75	11.00	9.00	-2.71	5.00	2.67	-5.05	5.05
EJE C, VIGA 2-3a	1.17	1.17	5.15	11.00	8.75	11.00	9.00	-2.71	5.00	2.67	-5.05	5.05
EJE C, VIGA 3a-3b	2.41	2.41	8.70	12.89	11.00	12.81	10.96	-0.33	5.15	0.32	-5.16	5.16
EJE C, VIGA 3-5	1.43	1.43	5.15	11.00	8.75	11.00	9.00	-2.45	5.26	2.41	-5.31	5.31
EJE D, VIGA 2-3a	1.43	1.43	5.15	11.00	8.75	11.00	9.00	-2.45	5.26	2.41	-5.31	5.31
EJE D, VIGA 3a-3b	1.98	1.98	8.70	12.89	11.00	12.81	10.96	-0.77	4.71	0.76	-4.72	4.72
EJE D, VIGA 3-5	1.17	1.17	5.15	11.00	8.75	11.00	9.00	-2.71	5.00	2.67	-5.05	5.05
EJE E, VIGA 2-3a	1.43	1.43	5.15	10.00	8.00	10.00	8.00	-2.07	4.92	2.07	-4.92	4.92
EJE E, VIGA 3a-3b	1.98	1.98	8.70	12.00	10.00	12.00	10.00	-0.55	4.50	0.55	-4.50	4.50
EJE E, VIGA 3-5	1.17	1.17	5.15	10.00	8.00	10.00	8.00	-2.33	4.66	2.33	-4.66	4.66
EJE 5, VIGA A-B	2.10	2.10	9.24	10.60	8.42	10.58	9.00	-0.02	4.15	-0.04	-4.22	4.22
EJE 5, VIGA B-C	2.16	2.16	9.50	10.70	8.60	10.70	8.70	0.12	4.19	-0.13	-4.20	4.20
EJE 5, VIGA C-D	2.64	2.64	9.50	10.70	8.60	10.70	8.70	0.59	4.67	-0.60	-4.68	4.68
EJE 5, VIGA D-E	2.13	2.13	9.38	10.60	8.42	10.58	9.00	0.04	4.16	-0.10	-4.22	4.22
EJE 3b, VIGA A-B	2.10	2.10	9.24	12.60	10.50	12.40	10.50	-0.40	4.58	0.38	-4.60	4.60
EJE 3b, VIGA B-C	2.16	2.16	9.50	12.60	10.50	12.40	10.50	-0.27	4.57	0.25	-4.59	4.59
EJE 3b, VIGA C-D	2.64	2.64	9.50	12.60	10.50	12.40	10.50	0.20	5.05	-0.23	-5.07	5.07
EJE 3b, VIGA D-E	2.13	2.13	9.38	12.60	10.50	12.40	10.50	-0.33	4.57	0.31	-4.59	4.59
EJE 3a, VIGA A-B	2.10	2.10	9.24	12.60	10.50	12.40	10.50	-0.40	4.58	0.38	-4.60	4.60
EJE 3a, VIGA B-C	2.16	2.16	9.50	12.60	10.50	12.40	10.50	-0.27	4.57	0.25	-4.59	4.59
EJE 3a, VIGA C-D	2.64	2.64	9.50	12.60	10.50	12.40	10.50	0.20	5.05	-0.23	-5.07	5.07
EJE 3a, VIGA D-E	2.13	2.13	9.38	12.60	10.50	12.40	10.50	-0.33	4.57	0.31	-4.59	4.59
EJE 2, VIGA A-B	2.10	2.10	9.24	10.60	8.42	10.58	9.00	-0.02	4.15	-0.04	-4.22	4.22
EJE 2, VIGA B-C	2.16	2.16	9.50	10.70	8.60	10.70	8.70	0.12	4.19	-0.13	-4.20	4.20
EJE 2, VIGA C-D	2.64	2.64	9.50	10.70	8.60	10.70	8.70	0.59	4.67	-0.60	-4.68	4.68
EJE 2, VIGA D-E	2.13	2.13	9.38	10.60	8.42	10.58	9.00	0.04	4.16	-0.10	-4.22	4.22

Imagen 103, Cortante en vigas, Módulo A, Segundo nivel, Centro cultural

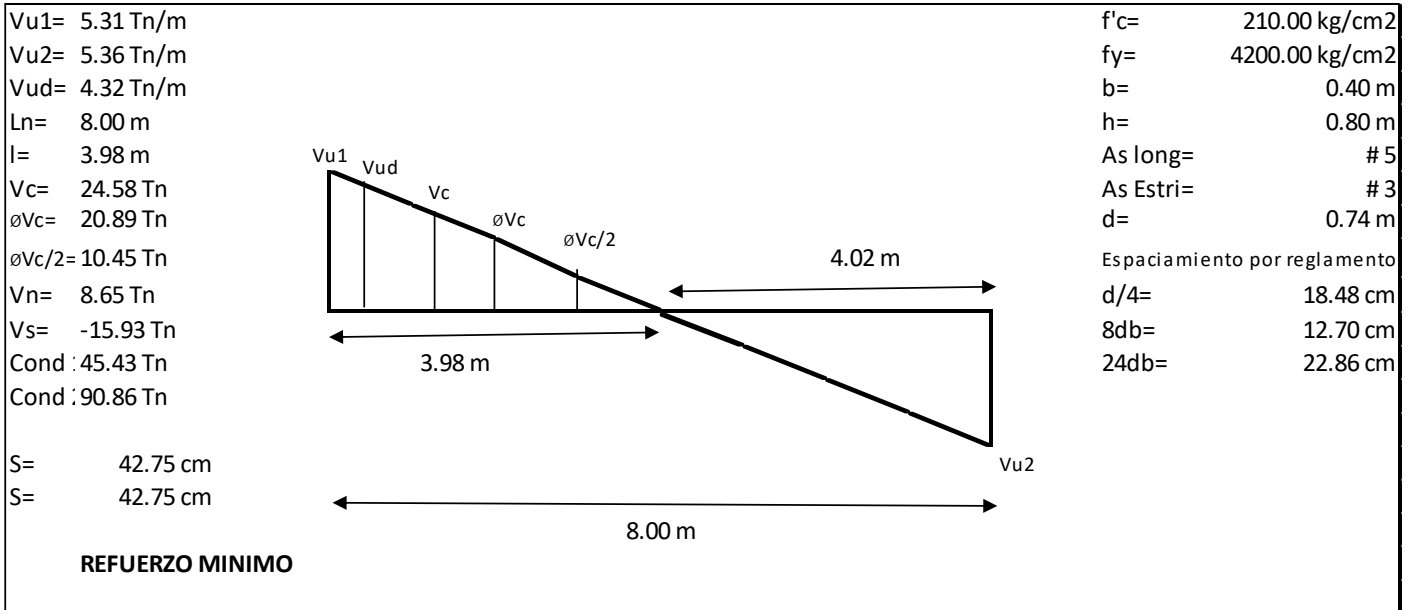


Tabla 166, Cortante en vigas, Módulo B1-1, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 104, Cortante en vigas, Módulo B1-1, Centro cultural

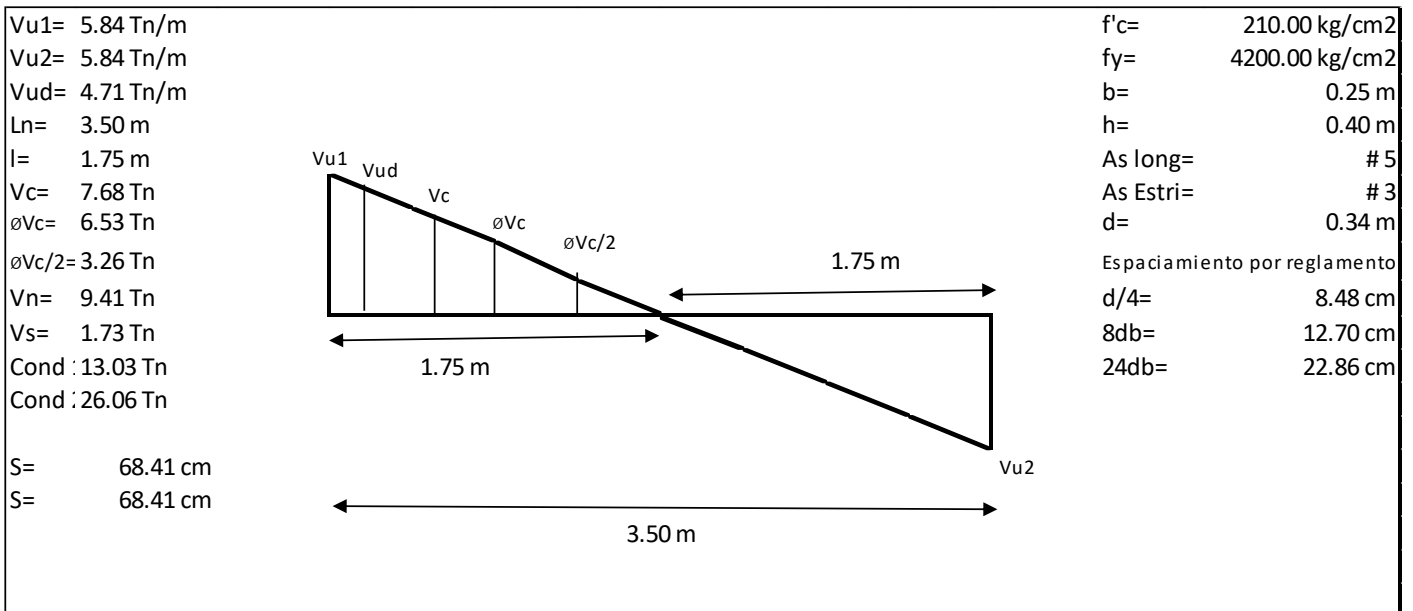


Tabla 167, Cortante en vigas, Módulo B1-2, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 105, Cortante en vigas, Módulo B1-2, Centro cultural

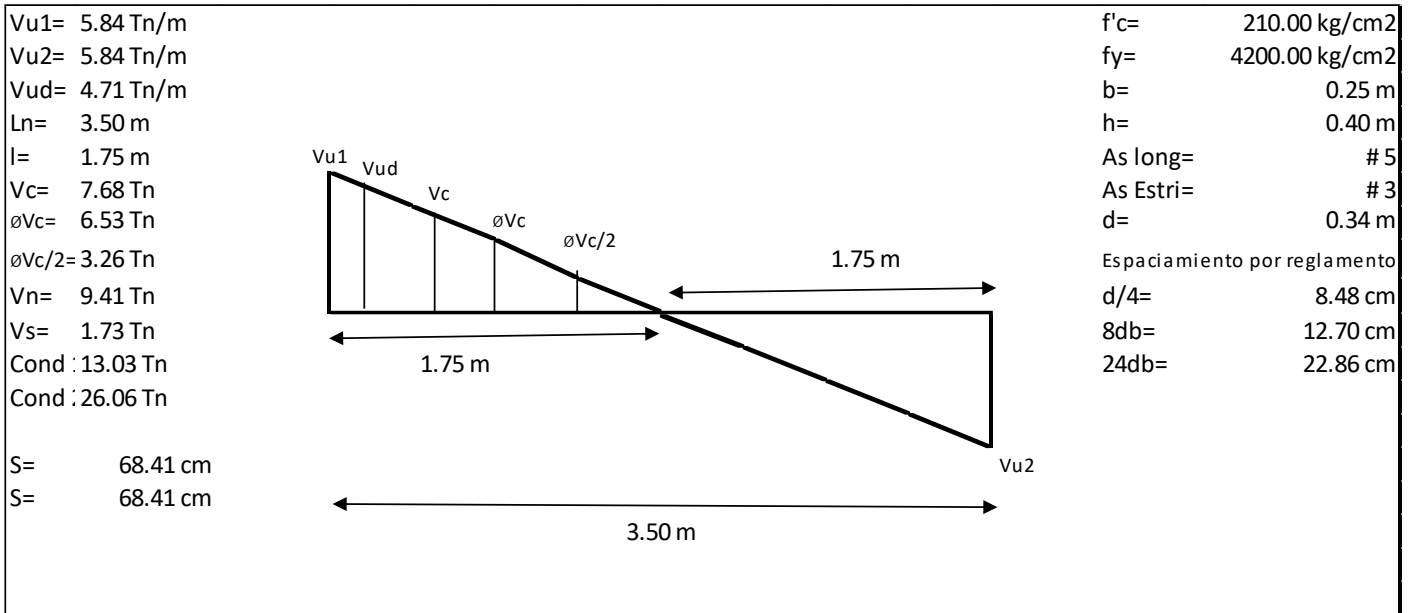


Tabla 168, Cortante en vigas, Módulo B1-3, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	<b>3.98</b>
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	<b>5.84</b>
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	<b>3.52</b>
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	<b>3.25</b>
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	<b>3.28</b>
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	<b>3.25</b>
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	<b>3.28</b>

Imagen 106, Cortante en vigas, Módulo B1-3, Centro cultural

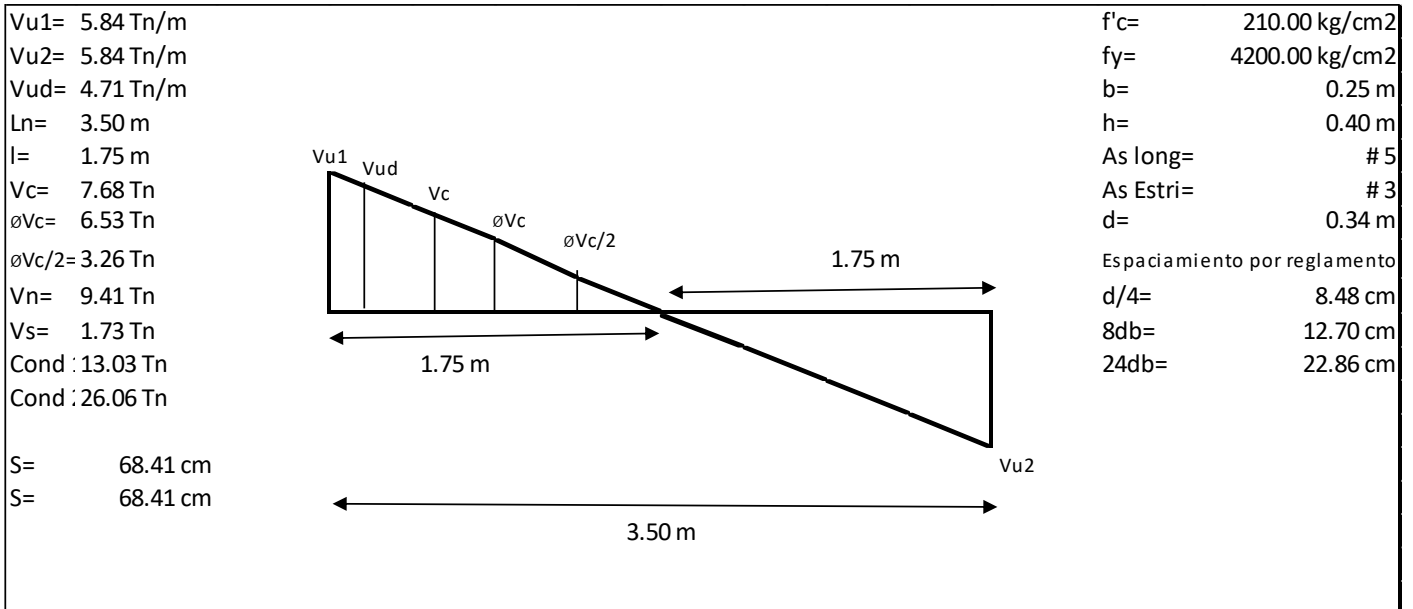


Tabla 169, Cortante en vigas, Módulo B2-1, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes			Cortante Max	
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	<b>3.98</b>
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	<b>5.84</b>
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	<b>3.52</b>
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	<b>3.25</b>
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	<b>3.28</b>
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	<b>3.25</b>
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	<b>3.28</b>

Imagen 107, Cortante en vigas, Módulo B2-1, Centro cultural

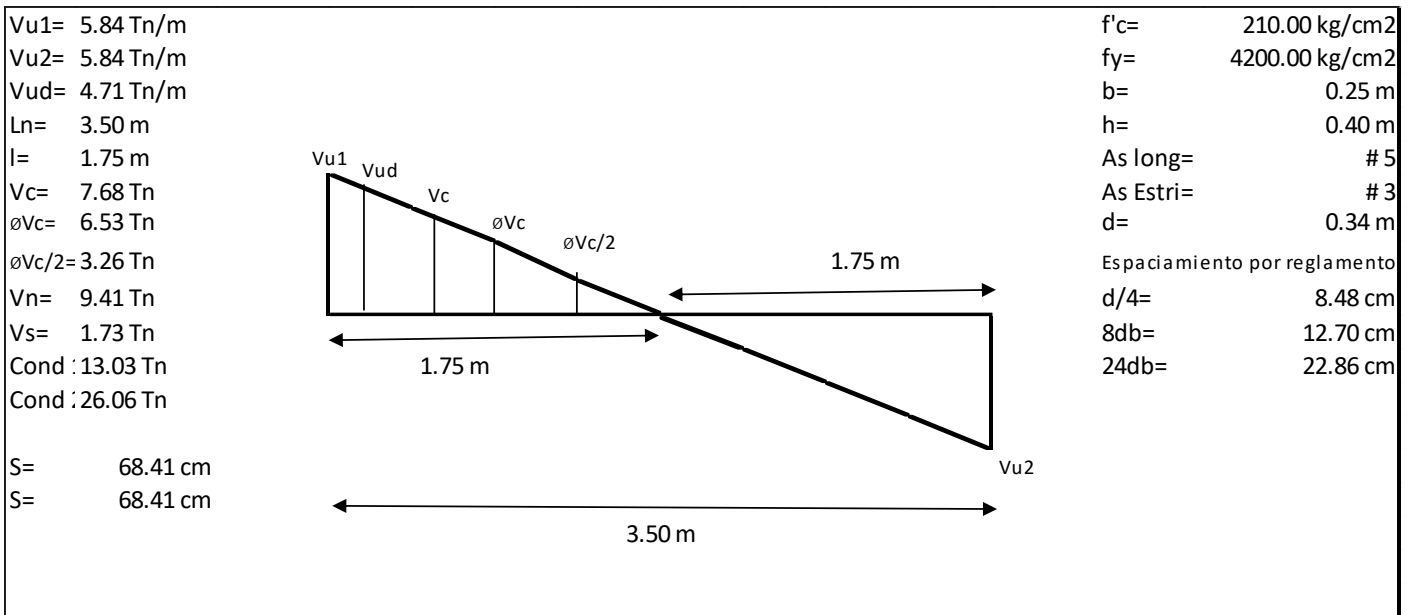


Tabla 170, Cortante en vigas, Módulo B2-2, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 108, Cortante en vigas, Módulo B2-2, Centro cultural

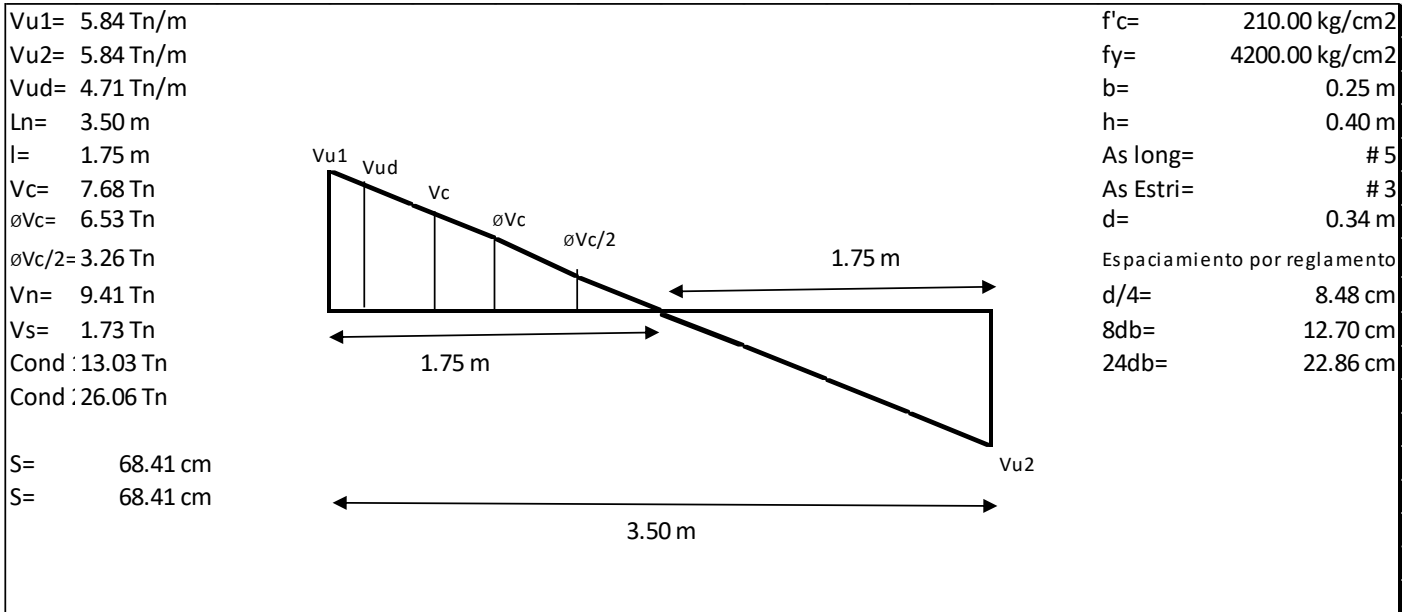


Tabla 171, Cortante en vigas, Módulo B2-3, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 109, Cortante en vigas, Módulo B2-3, Centro cultural

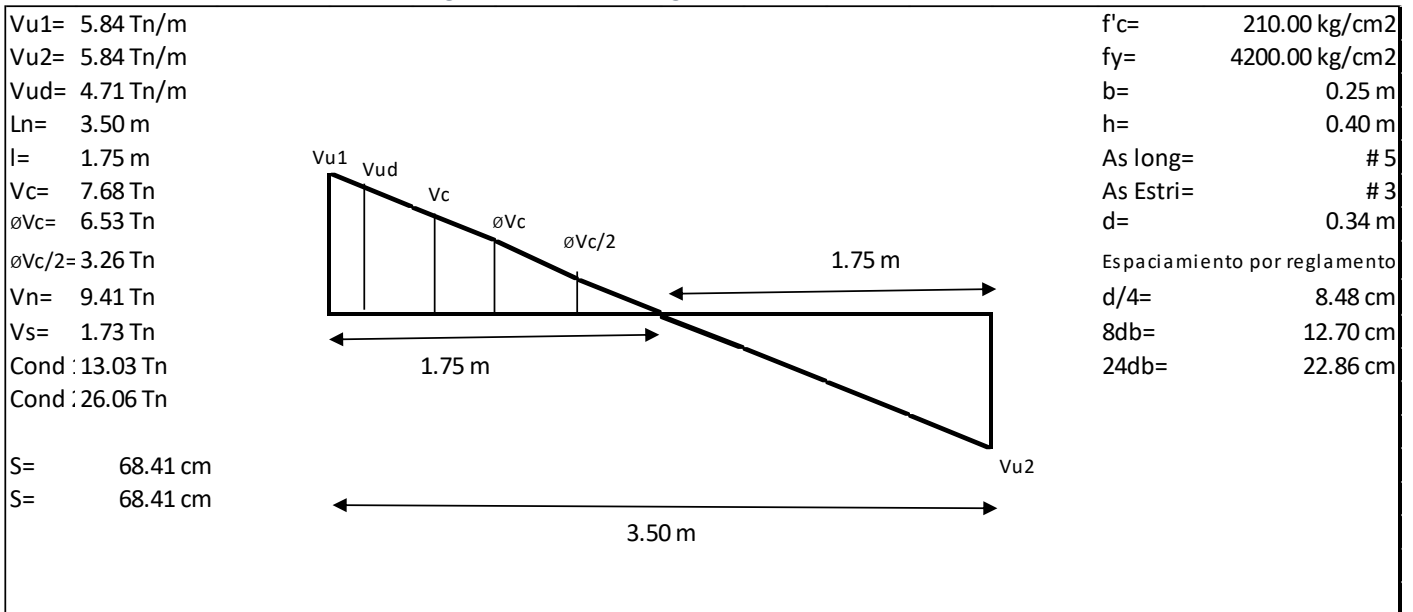


Tabla 172, Cortante en vigas, Módulo B3-1, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 110, Cortante en vigas, Módulo B3-1, Centro cultural

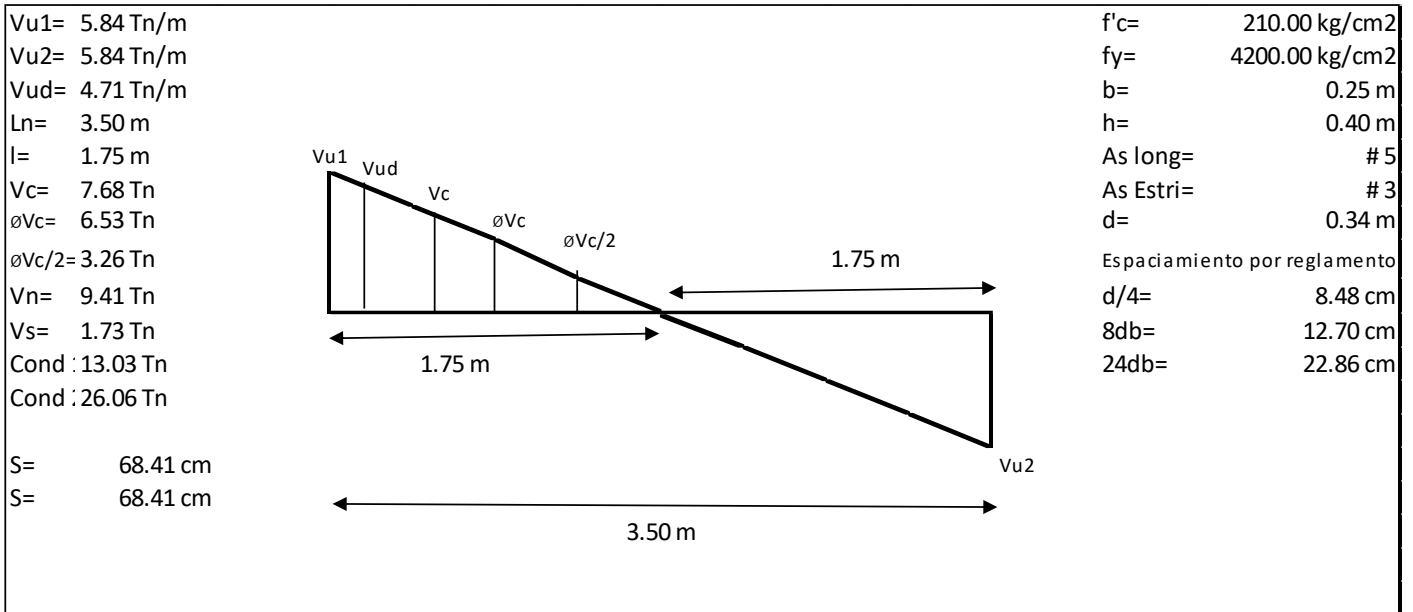


Tabla 173, Cortante en vigas, Módulo B3-2, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes			Cortante Max	
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 111, Cortante en vigas, Módulo B3-2, Centro cultural

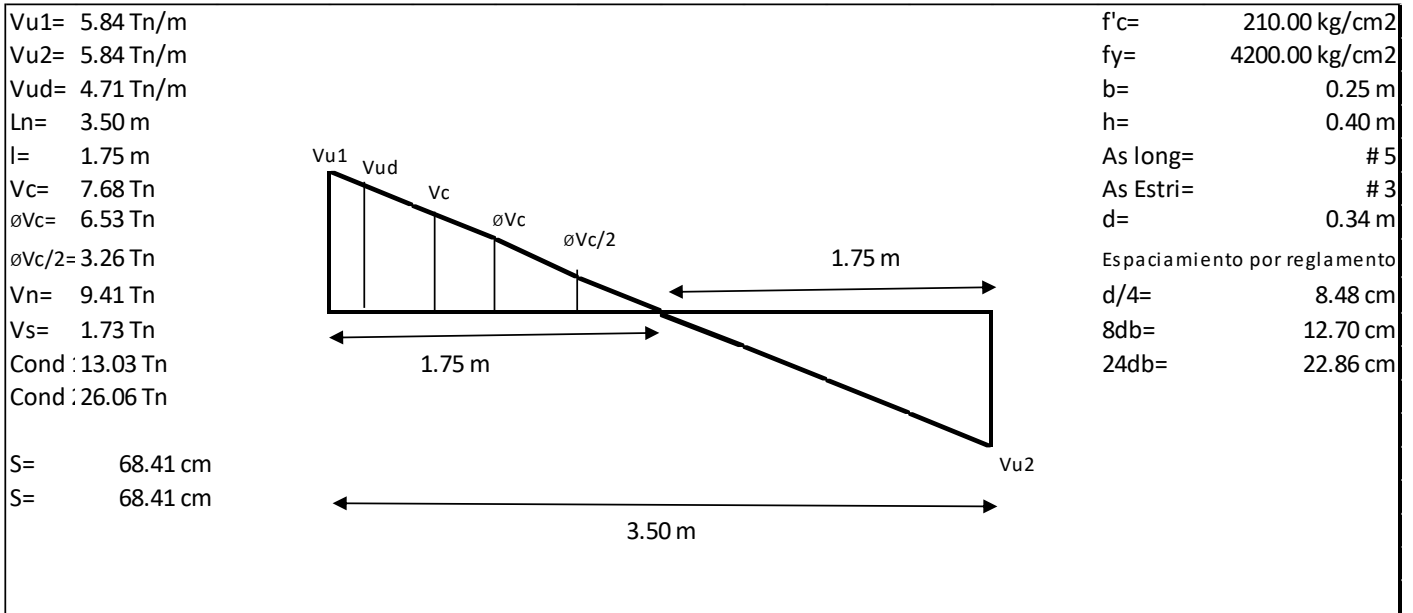


Tabla 174, Cortante en vigas, Módulo B3-3, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE C, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	<b>3.98</b>
EJE C', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	<b>5.84</b>
EJE D, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	<b>3.52</b>
EJE 7, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	<b>3.25</b>
EJE 7, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	<b>3.28</b>
EJE 8, VIGA C-C'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	<b>3.25</b>
EJE 8, VIGA C'-D	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	<b>3.28</b>

Imagen 112, Cortante en vigas, Módulo B3-3, Centro cultural

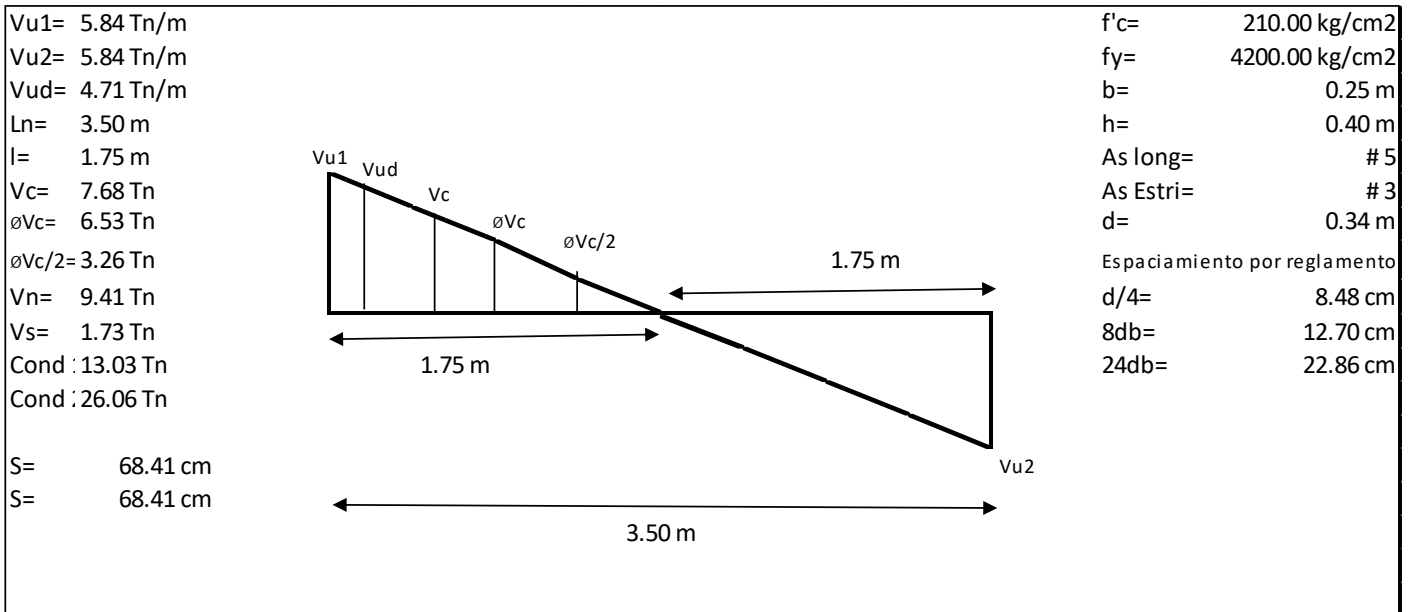


Tabla 175, Cortante en vigas, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE E, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	8.00	6.00	8.00	6.00	-2.06	4.45	2.06	-4.45	4.45
EJE E', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	14.00	8.00	14.00	8.00	-3.92	6.31	3.92	-6.31	6.31
EJE F, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	6.00	6.00	6.00	6.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE 7, VIGA E-E'	1.02	1.02	4.48	6.00	6.00	6.19	6.00	-1.67	3.74	1.71	-3.70	3.74
EJE 7, VIGA E'-F	0.99	0.99	4.38	6.00	5.86	6.00	6.00	-1.75	3.70	1.72	-3.74	3.74
EJE 8, VIGA E-E'	1.02	1.02	4.48	6.00	6.00	6.00	6.50	-1.78	3.70	1.67	-3.81	3.81
EJE 8, VIGA E'-F	0.99	0.99	4.38	6.10	6.00	6.00	6.00	-1.77	3.74	1.75	-3.76	3.76

Imagen 113, Cortante en vigas, Módulo B3-4, primer nivel, Centro cultural

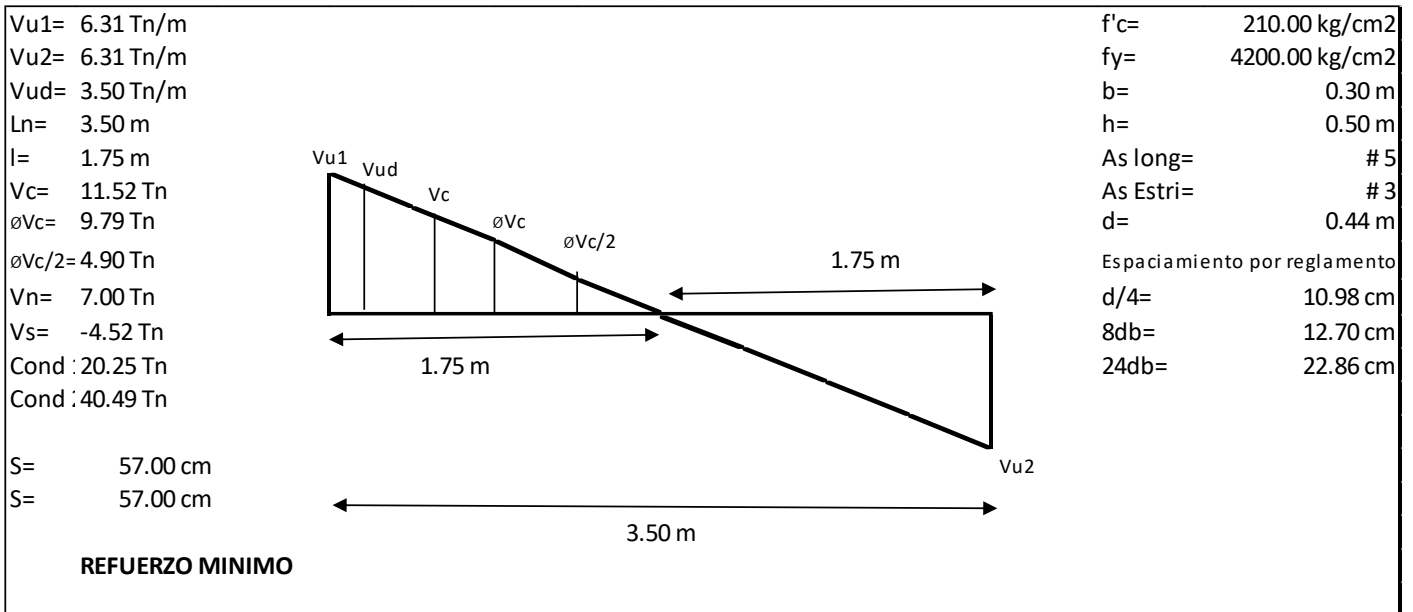


Tabla 176, Cortante en vigas, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural

2° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes			Cortante Max	
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE E, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	7.00	5.00	7.00	5.00	-1.60	3.98	1.60	-3.98	3.98
EJE E', VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	13.00	7.00	13.00	7.00	-3.46	5.84	3.46	-5.84	5.84
EJE F, VIGA 7-8	1.19	1.19	4.30	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.13	3.52	1.13	-3.52	3.52
EJE 7, VIGA E-E'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 7, VIGA E'-F	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28
EJE 8, VIGA E-E'	1.02	1.02	4.48	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.22	3.25	1.22	-3.25	3.25
EJE 8, VIGA E'-F	0.99	0.99	4.38	5.00	5.00	5.00	5.00	-1.29	3.28	1.29	-3.28	3.28

Imagen 114, Cortante en vigas, Módulo B3-4, segundo nivel, Centro cultural

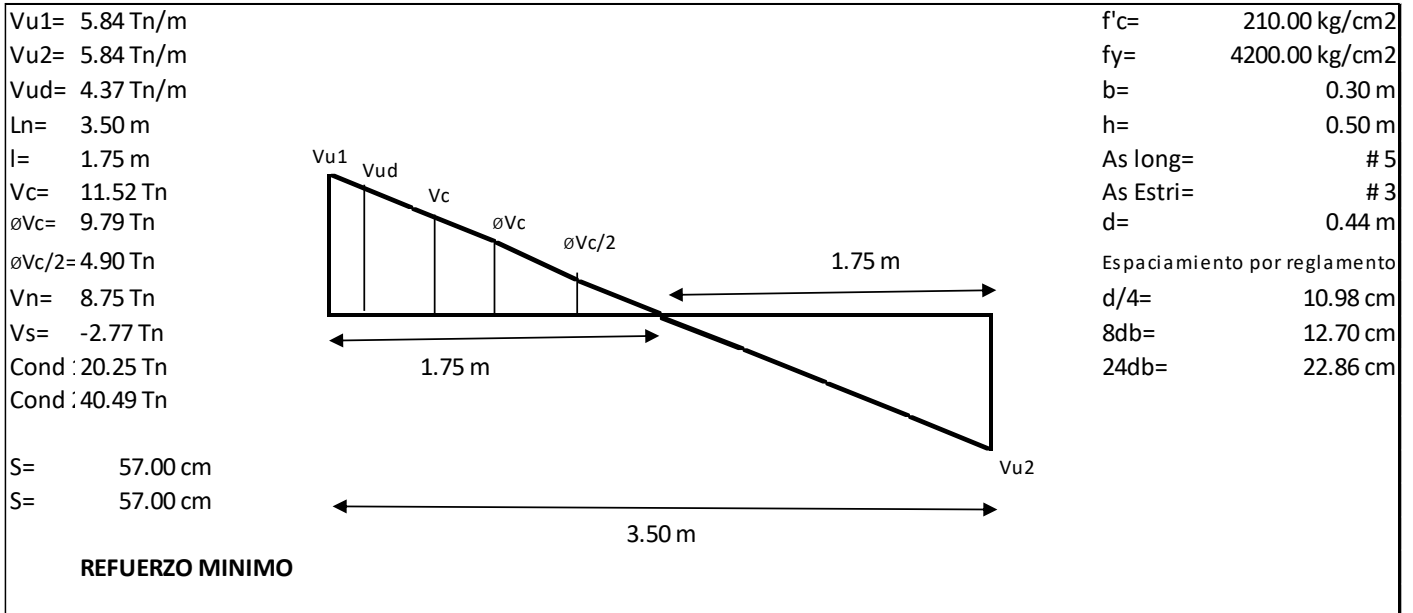


Tabla 177, Cortante en vigas, Módulo C, primer nivel, Centro cultural

1° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE I, VIGA 2-3	1.25	1.25	4.50	8.00	6.00	8.00	6.00	-1.86	4.36	1.86	-4.36	4.36
EJE I, VIGA 3-5	1.32	1.32	4.75	9.00	7.00	9.00	7.10	-2.07	4.69	2.05	-4.71	4.71
EJE I, VIGA 5-7	1.32	1.32	4.75	9.00	7.00	9.00	7.10	-2.07	4.69	2.05	-4.71	4.71
EJE I, VIGA 7-8	1.02	1.02	4.50	8.00	6.00	8.00	6.00	-2.09	4.13	2.09	-4.13	4.13
EJE H, VIGA 2-3	1.25	1.25	4.50	8.80	6.20	8.70	6.40	-2.13	4.56	2.06	-4.63	4.63
EJE H, VIGA 3-5	1.32	1.32	4.75	8.80	6.20	8.70	6.40	-1.88	4.45	1.82	-4.52	4.52
EJE H, VIGA 5-7	1.32	1.32	4.75	8.80	6.20	8.70	6.40	-1.88	4.45	1.82	-4.52	4.52
EJE H, VIGA 7-8	1.02	1.02	4.50	8.80	6.20	8.70	6.40	-2.36	4.33	2.29	-4.40	4.40
EJE G, VIGA 2-3	1.25	1.25	4.50	8.00	6.00	8.00	6.00	-1.86	4.36	1.86	-4.36	4.36
EJE G, VIGA 3-5	1.32	1.32	4.75	9.00	7.00	9.00	7.10	-2.07	4.69	2.05	-4.71	4.71
EJE G, VIGA 5-7	1.32	1.32	4.75	9.00	7.00	9.00	7.10	-2.07	4.69	2.05	-4.71	4.71
EJE G, VIGA 7-8	1.02	1.02	4.50	8.00	6.00	8.00	6.00	-2.09	4.13	2.09	-4.13	4.13
EJE 2, VIGA I-H	1.22	1.22	4.40	7.60	5.00	7.50	5.00	-1.64	4.06	1.62	-4.08	4.08
EJE 2, VIGA H-G	1.00	1.00	4.40	7.60	5.10	7.50	5.00	-1.86	3.86	1.86	-3.86	3.86
EJE 3, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	7.60	5.00	7.50	4.90	-1.84	3.84	1.84	-3.84	3.84
EJE 3, VIGA H-G	1.00	1.00	4.40	7.50	5.00	7.50	5.00	-1.84	3.84	1.84	-3.84	3.84
EJE 5, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	7.60	4.90	7.50	4.10	-1.66	3.82	1.82	-3.66	3.82
EJE 5, VIGA H-G	1.22	1.22	4.40	7.60	5.00	7.50	5.00	-1.64	4.06	1.62	-4.08	4.08
EJE 7, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	7.50	5.00	7.50	4.90	-1.82	3.84	1.84	-3.82	3.84
EJE 7, VIGA H-G	1.00	1.00	4.40	7.60	5.00	7.50	5.00	-1.86	3.84	1.84	-3.86	3.86
EJE 8, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	7.60	4.90	7.50	5.00	-1.86	3.82	1.82	-3.86	3.86
EJE 8, VIGA H-G	1.22	1.22	4.40	7.50	5.00	7.50	4.10	-1.42	4.06	1.62	-3.86	4.06

Imagen 115, Cortante en vigas, Módulo C, primer nivel, Centro cultural

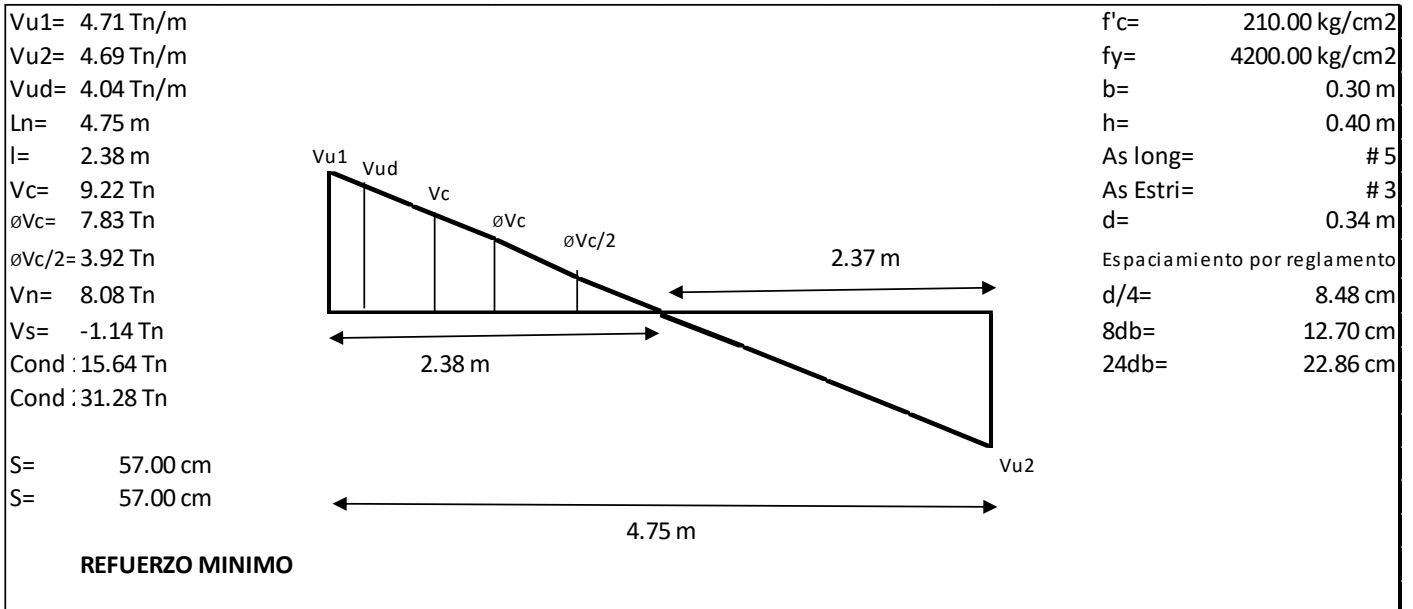
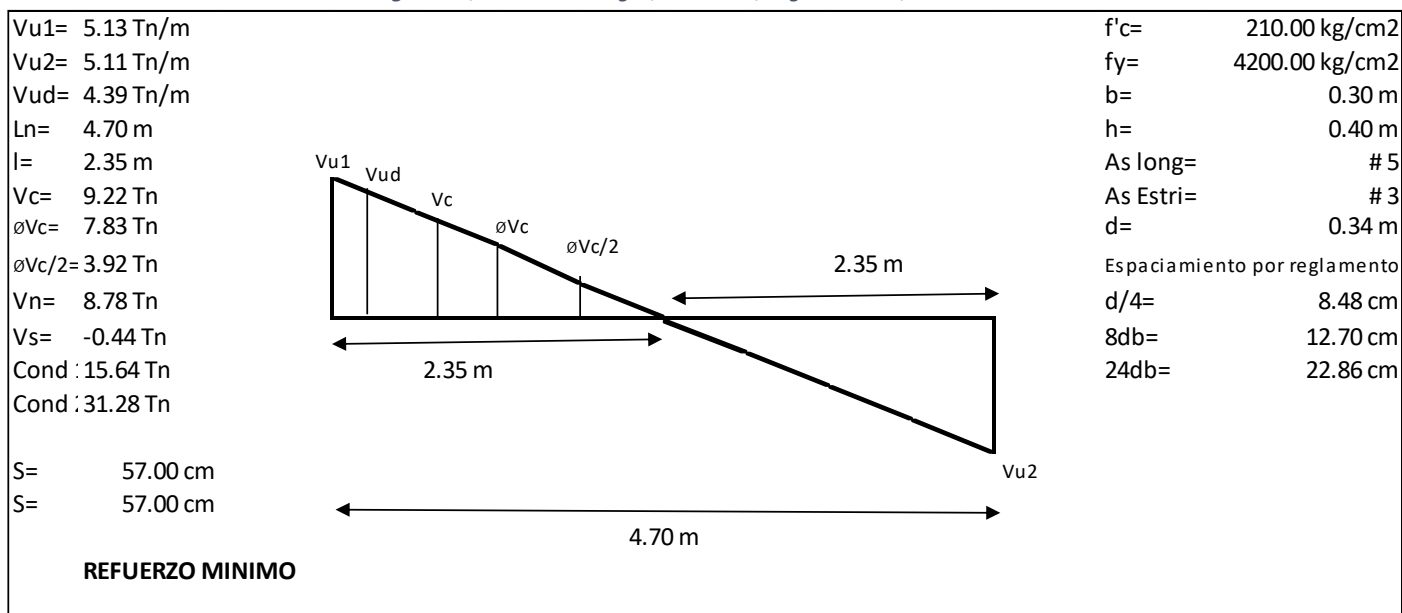


Tabla 178, Cortante en vigas, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural

2° PISO												
UBICACIÓN	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE I, VIGA 2-3	1.25	1.25	4.50	9.00	7.00	9.00	7.00	-2.31	4.80	2.31	-4.80	4.80
EJE I, VIGA 3-5	1.32	1.32	4.75	10.00	8.00	10.00	8.10	-2.49	5.11	2.47	-5.13	5.13
EJE I, VIGA 5-7	1.32	1.32	4.75	10.00	8.00	10.00	8.10	-2.49	5.11	2.47	-5.13	5.13
EJE I, VIGA 7-8	1.02	1.02	4.50	9.00	7.00	9.00	7.00	-2.53	4.58	2.53	-4.58	4.58
EJE H, VIGA 2-3	1.25	1.25	4.50	9.80	7.20	9.70	7.40	-2.57	5.00	2.51	-5.07	5.07
EJE H, VIGA 3-5	1.32	1.32	4.75	9.80	7.20	9.70	7.40	-2.30	4.88	2.24	-4.94	4.94
EJE H, VIGA 5-7	1.32	1.32	4.75	9.80	7.20	9.70	7.40	-2.30	4.88	2.24	-4.94	4.94
EJE H, VIGA 7-8	1.02	1.02	4.50	9.80	7.20	9.70	7.40	-2.80	4.78	2.73	-4.84	4.84
EJE G, VIGA 2-3	1.25	1.25	4.50	9.00	7.00	9.00	7.00	-2.31	4.80	2.31	-4.80	4.80
EJE G, VIGA 3-5	1.32	1.32	4.75	10.00	8.00	10.00	8.10	-2.49	5.11	2.47	-5.13	5.13
EJE G, VIGA 5-7	1.32	1.32	4.75	10.00	8.00	10.00	8.10	-2.49	5.11	2.47	-5.13	5.13
EJE G, VIGA 7-8	1.02	1.02	4.50	9.00	7.00	9.00	7.00	-2.53	4.58	2.53	-4.58	4.58
EJE 2, VIGA I-H	1.22	1.22	4.40	8.60	6.00	8.50	6.00	-2.10	4.52	2.07	-4.54	4.54
EJE 2, VIGA H-G	1.00	1.00	4.40	8.60	6.10	8.50	6.00	-2.32	4.32	2.32	-4.32	4.32
EJE 3, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	8.60	6.00	8.50	5.90	-2.30	4.29	2.30	-4.29	4.29
EJE 3, VIGA H-G	1.00	1.00	4.40	8.50	6.00	8.50	6.00	-2.30	4.29	2.30	-4.29	4.29
EJE 5, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	8.60	5.90	8.50	5.10	-2.11	4.27	2.27	-4.11	4.27
EJE 5, VIGA H-G	1.22	1.22	4.40	8.60	6.00	8.50	6.00	-2.10	4.52	2.07	-4.54	4.54
EJE 7, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	8.50	6.00	8.50	5.90	-2.27	4.29	2.30	-4.27	4.29
EJE 7, VIGA H-G	1.00	1.00	4.40	8.60	6.00	8.50	6.00	-2.32	4.29	2.30	-4.32	4.32
EJE 8, VIGA I-H	1.00	1.00	4.40	8.60	5.90	8.50	6.00	-2.32	4.27	2.27	-4.32	4.32
EJE 8, VIGA H-G	1.22	1.22	4.40	8.50	6.00	8.50	5.10	-1.87	4.52	2.07	-4.31	4.52

Imagen 116, Cortante en vigas, Módulo C, segundo nivel, Centro cultural



## Columnas

Estos son los resultados obtenidos del diseño para columnas, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000. Se deber considerar:

$\rho$  = cuantía de acero para la sección

b = Ancho

h = Altura

d = Peralte efectivo

As = Área de acero en cm<sup>2</sup>

### Centro cultural, módulo A, primer nivel, columnas interiores.

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	50.00 cm.
Carga axial	85.25 Tn
Momento en X	12.50 Tn/m
Momento en Y	0.87 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras, se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.2320
Rn=	0.0680
$\rho$ =	0.00450

Carga axial + My	
Kn=	0.2320
Rn=	0.0047
$\rho$ =	0.00100

Imagen 117, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural

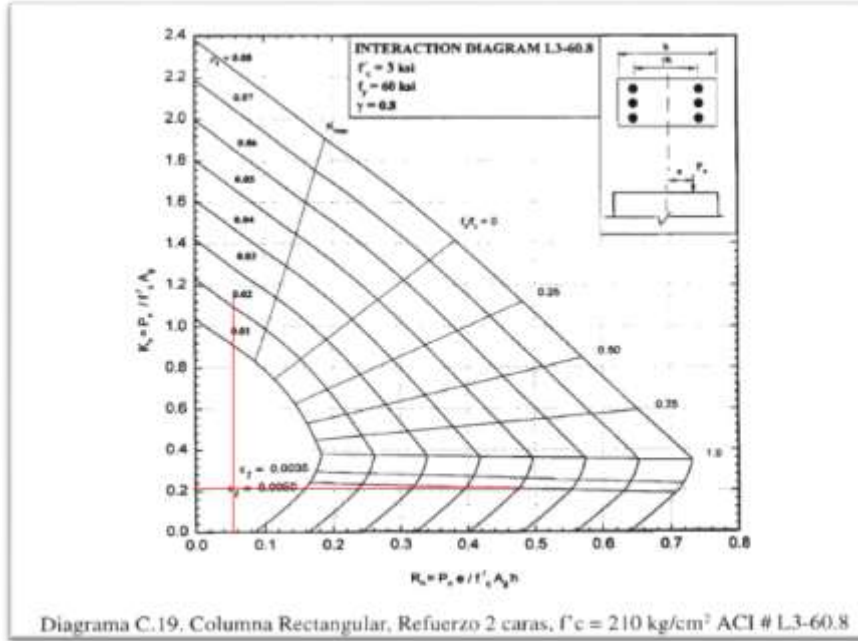
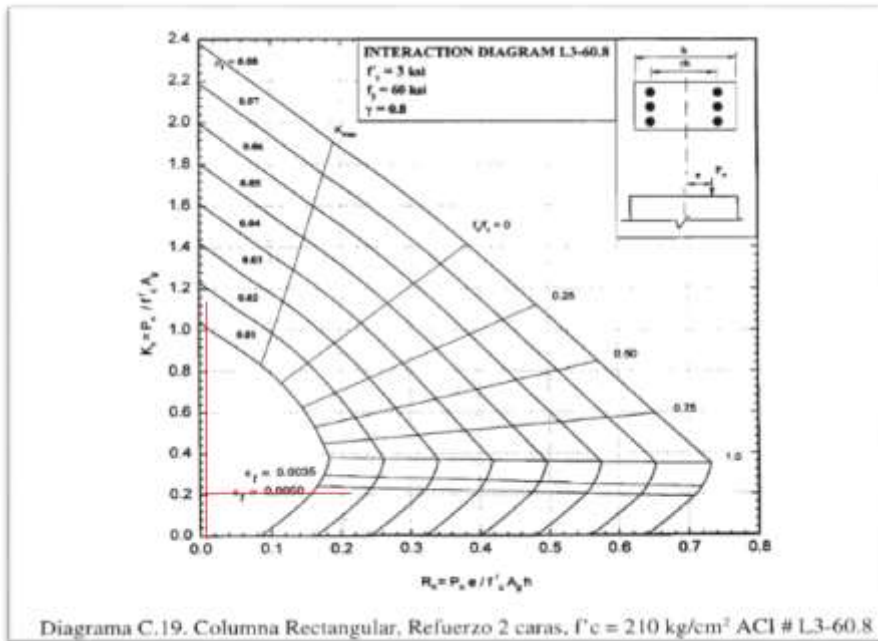


Imagen 118, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8750
Rn=	0.0680
Carga axial + My	
Kn=	1.0500
Rn=	0.0047

Imagen 119, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural

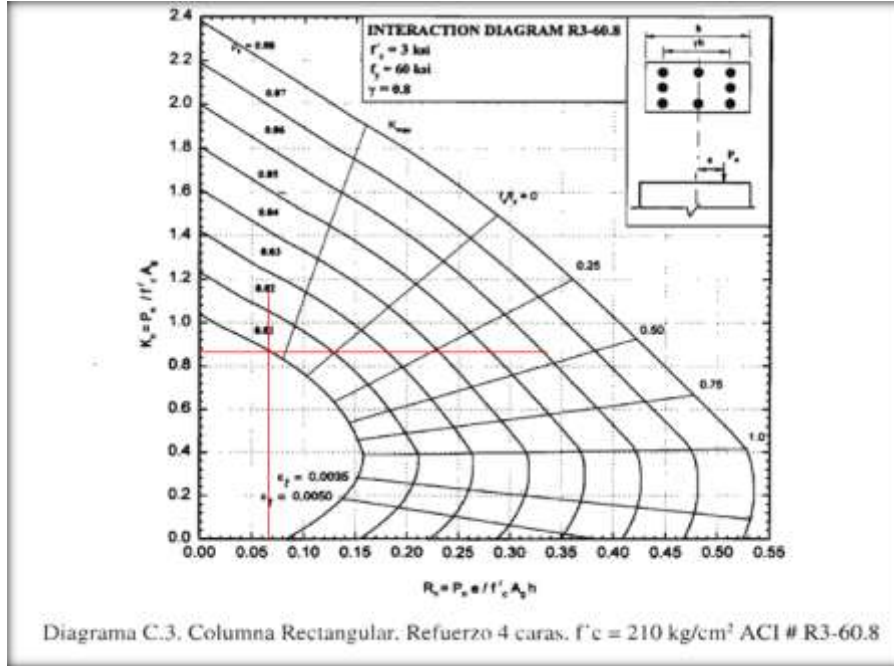
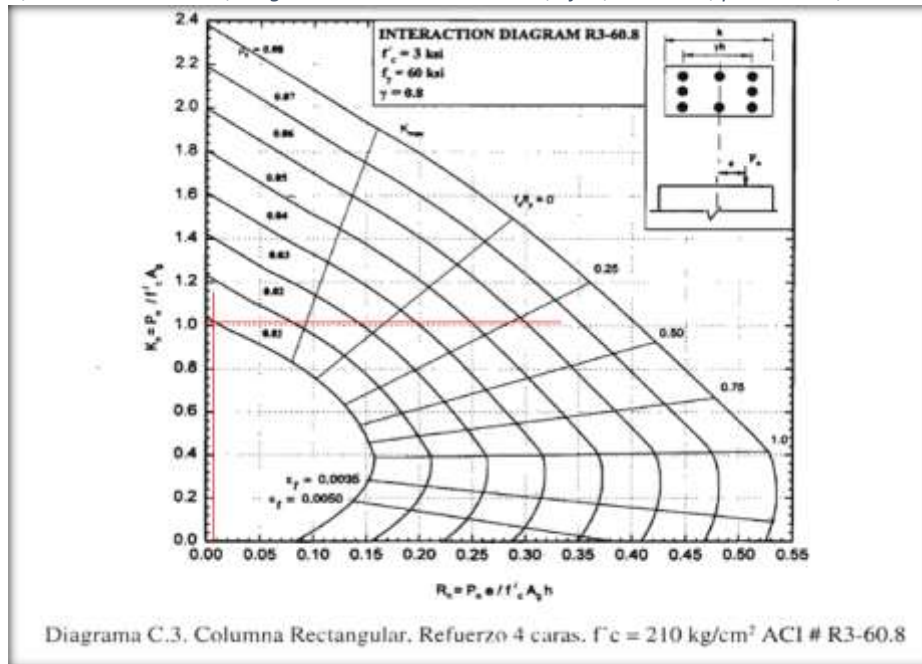


Imagen 120, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural



<b>Px</b>
459.38 Tn

<b>Py</b>
551.25 Tn

<b>P axial pura</b>
575.27 Tn

<b>Pn=</b>	459.38 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

$$\frac{Pu}{\phi \times Pn} \geq 0.1$$

$$\frac{85}{402.69} = 0.21 \quad \text{Cumple}$$

Centro cultural, módulo A, primer nivel, columnas exteriores.

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	50.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0472	<b>p =</b>	0.00330
Rn=	0.0333		
Carga axial + My			
Kn=	0.0472	<b>p =</b>	0.00100
Rn=	0.0004		

Imagen 121, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural

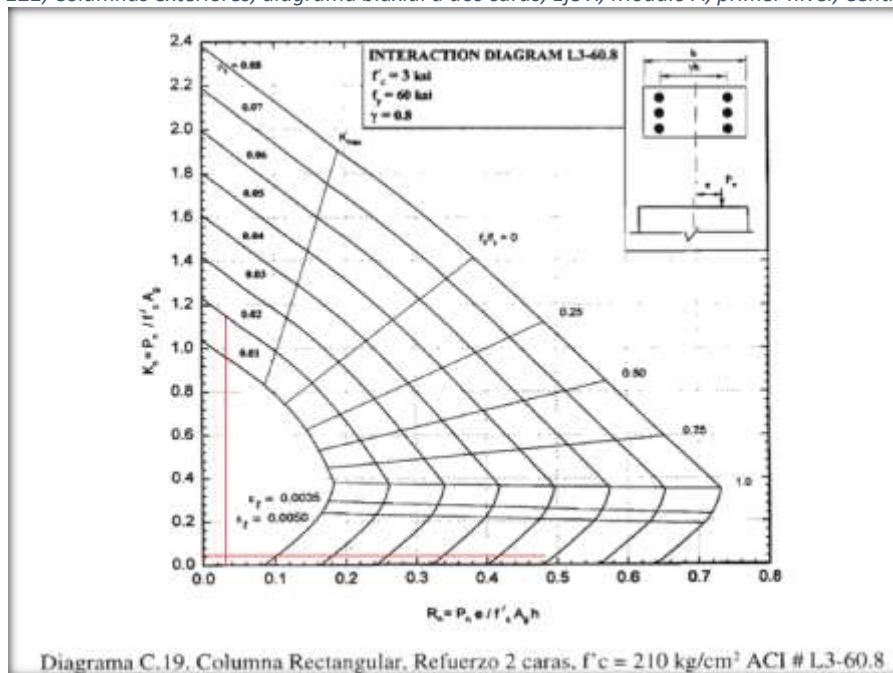
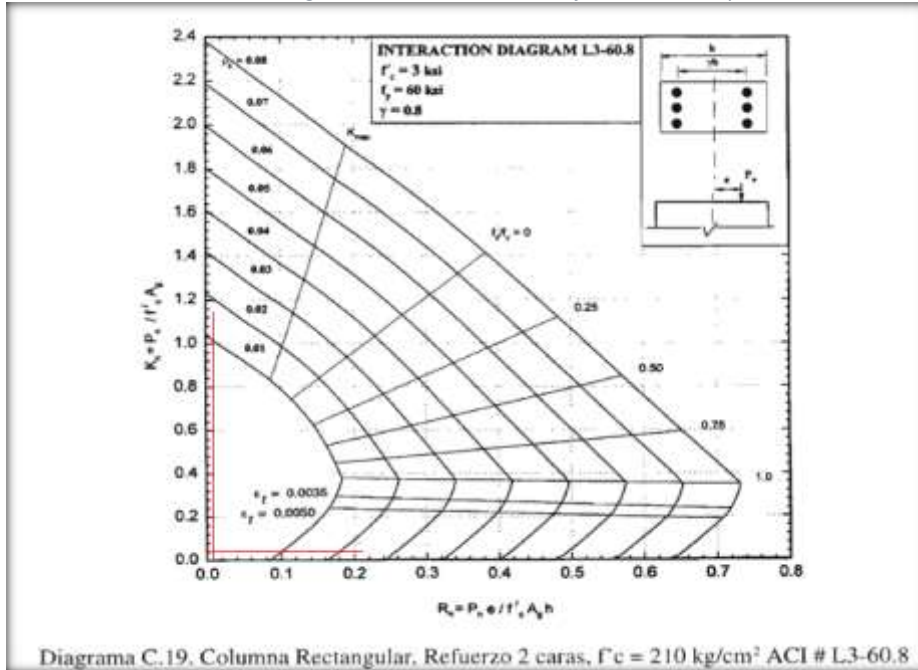


Imagen 122, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.9500
Rn=	0.0333
Carga axial + My	
Kn=	1.0700
Rn=	0.0004

Imagen 123, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, primer nivel, Centro cultural

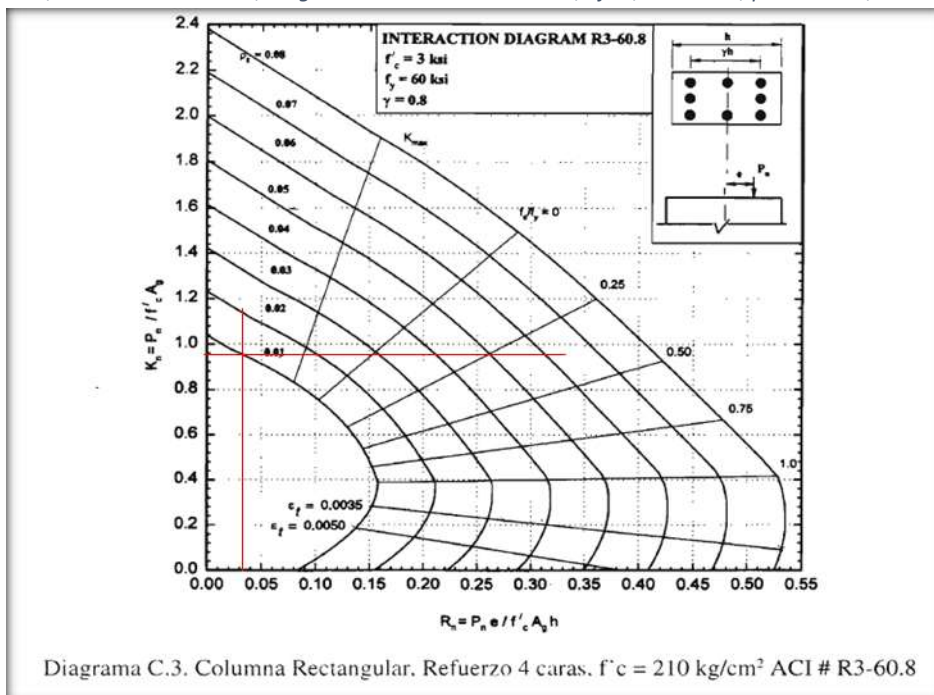
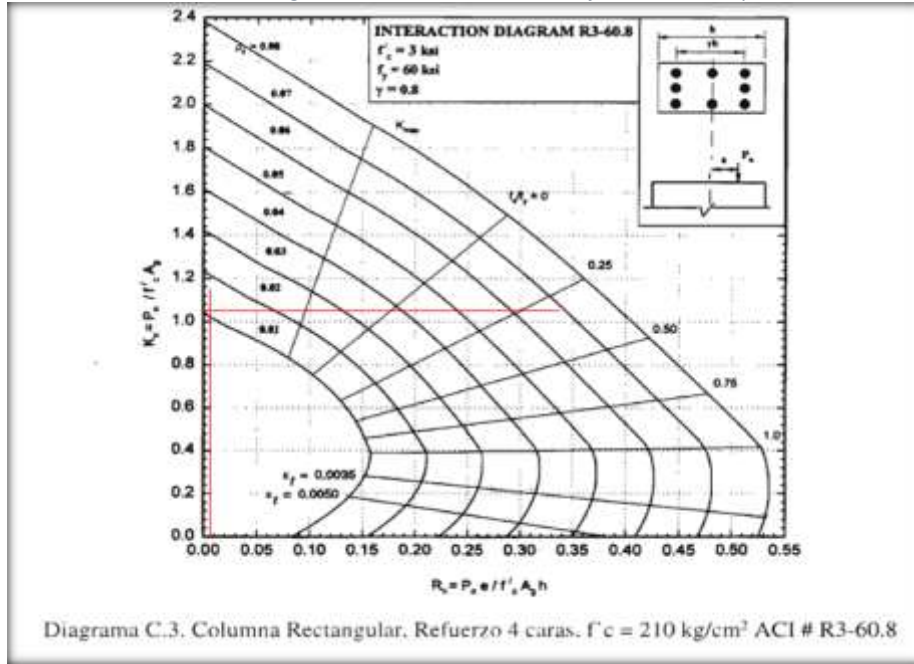


Imagen 124, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, primer nivel, Centro cultural



<b>Px</b>
498.75 Tn

<b>Py</b>
561.75 Tn

<b>P axial pura</b>
575.27 Tn

**Pn=** 498.75 Tn OK

**Verificación:**

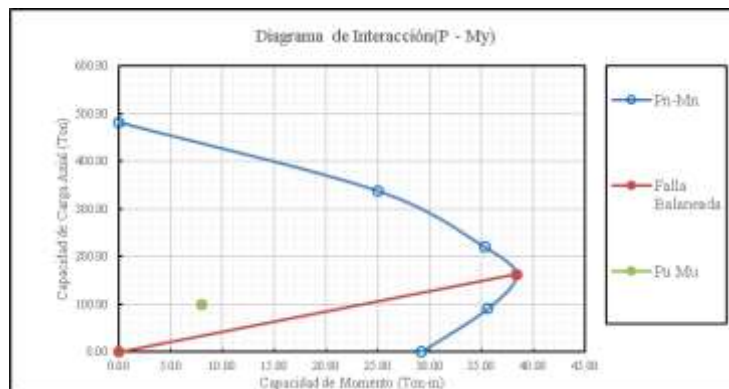
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{402.69} = 0.04 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{31.00} + \frac{0.07}{31.00} = 0.20 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

### Centro cultural, módulo A, segundo nivel, columnas interiores.

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	50.00 cm.
Carga axial	25.00 Tn
Momento en X	1.20 Tn/m
Momento en Y	0.06 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0680	ρ =	0.00450
Rn=	0.0065		
Carga axial + My			
Kn=	0.0680	ρ =	0.00100
Rn=	0.0003		

Imagen 125, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural

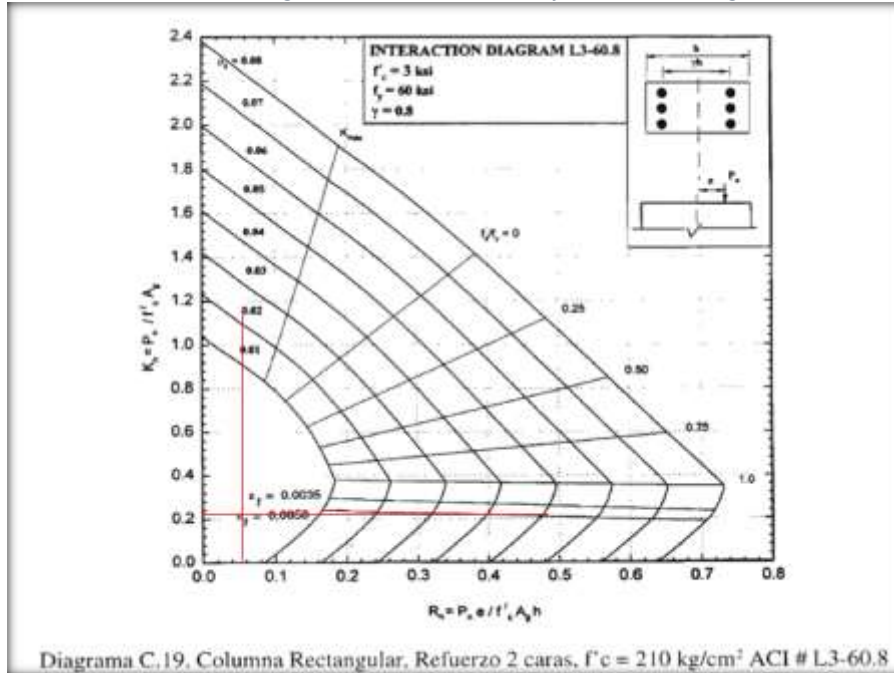
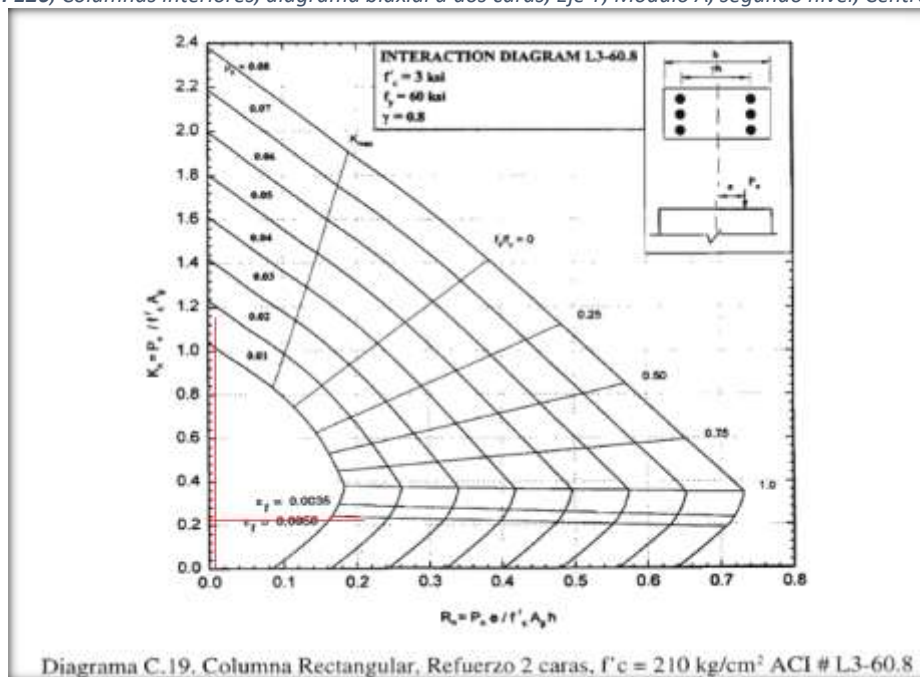


Imagen 126, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural

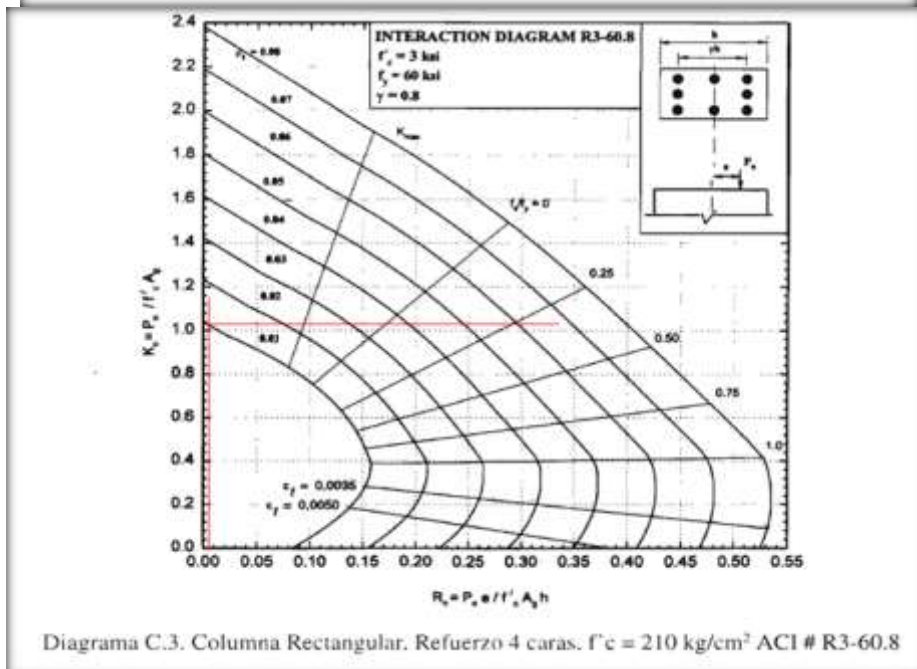
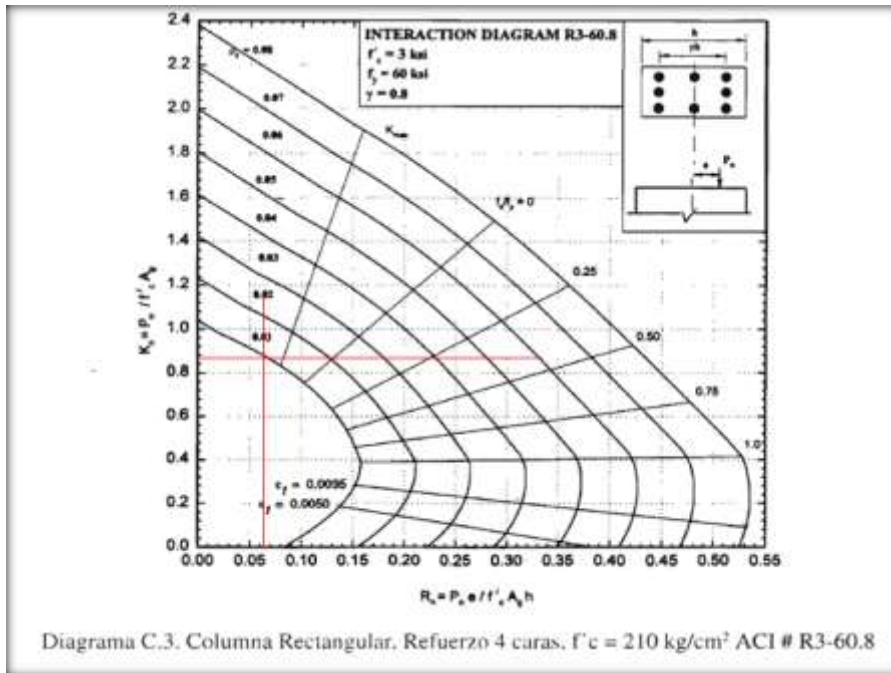


Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8750
Rn=	0.0065
Carga axial + My	
Kn=	1.0600
Rn=	0.0003

Imagen 128, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural

Imagen 127, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural



<b>Px</b>
459.38 Tn

<b>Py</b>
556.50 Tn

<b>P axial pura</b>
575.27 Tn

<b>Pn=</b>	459.38 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

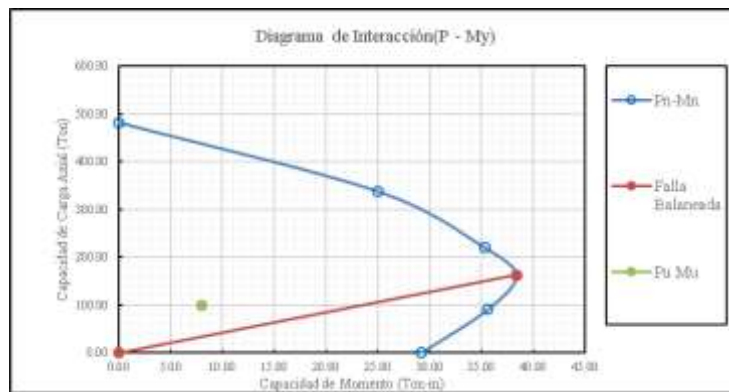
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{25}{402.69} = 0.06 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{25}{0.7} = 35.71$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{1.2}{31.80} + \frac{0.06}{31.80} = 0.04 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo A, segundo nivel, columnas exteriores.

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	50.00 cm.
Carga axial	12.28 Tn
Momento en X	10.00 Tn/m
Momento en Y	5.50 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx		ρ =	0.00330
Kn=	0.0334		
Rn=	0.0544		
Carga axial + My		ρ =	0.00100
Kn=	0.0334		
Rn=	0.0299		

Imagen 129, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural

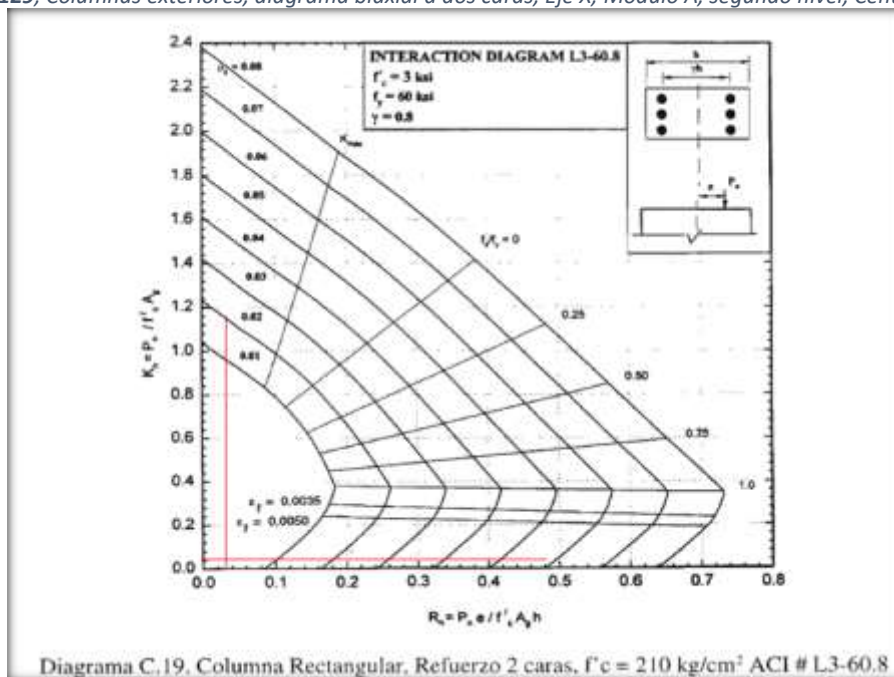
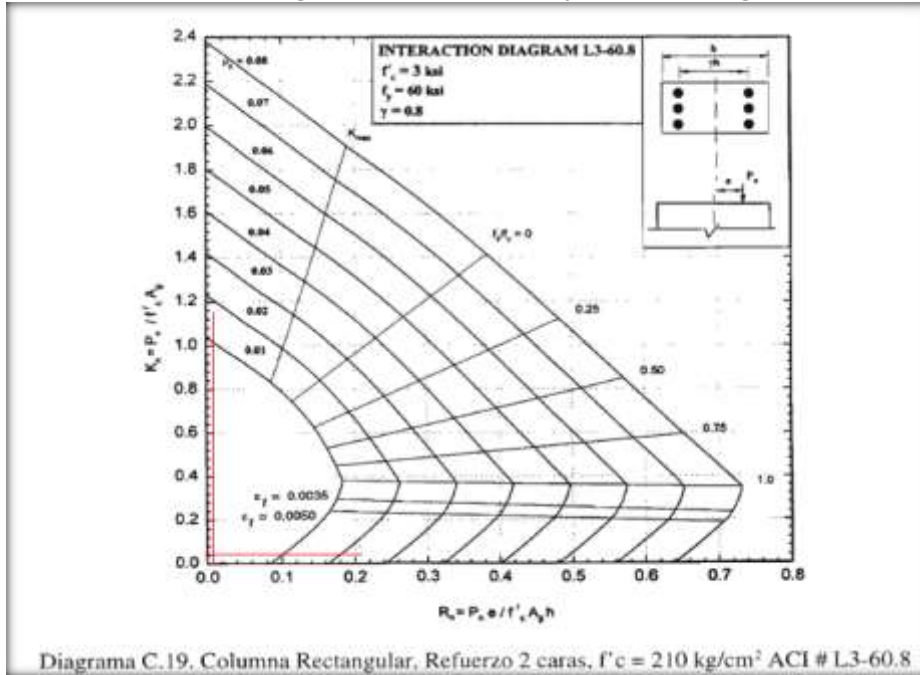


Imagen 130, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8700
Rn=	0.0544
Carga axial + My	
Kn=	0.9600
Rn=	0.0299

Imagen 131, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural

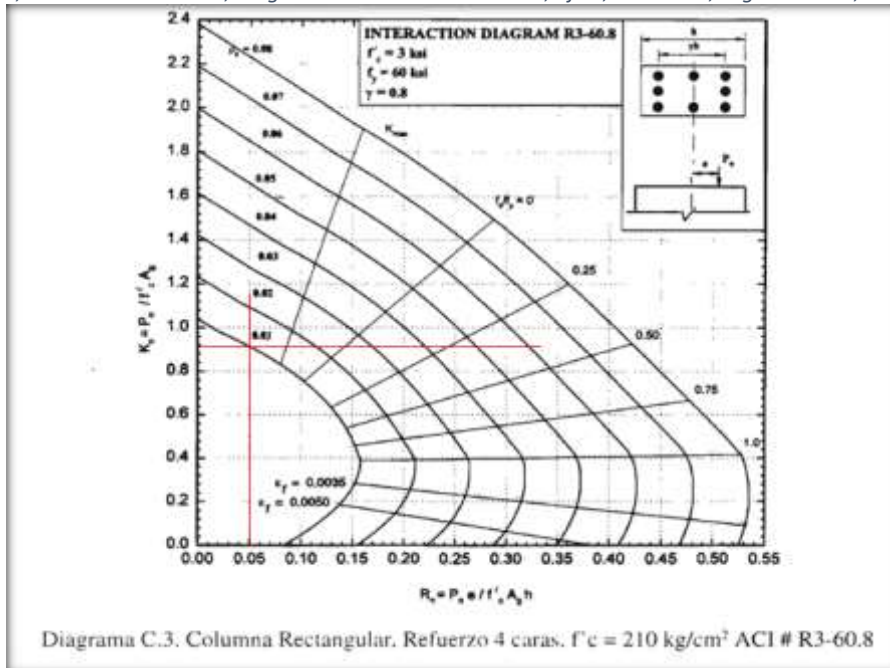
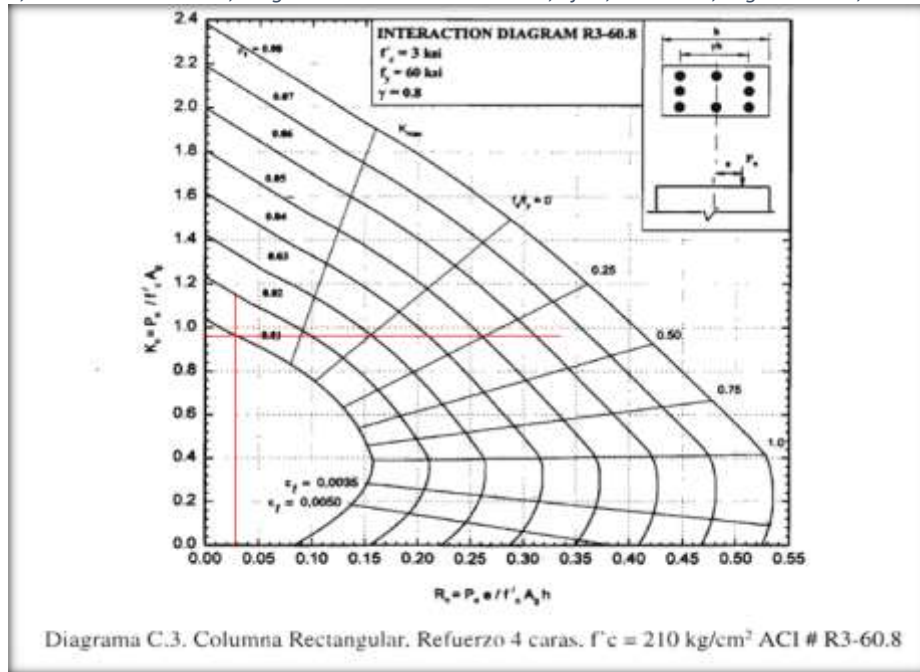


Imagen 132, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo A, segundo nivel, Centro cultural



<b>Px</b>
456.75 Tn

<b>Py</b>
504.00 Tn

<b>P axial pura</b>
575.27 Tn

<b>Pn=</b>	456.75 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

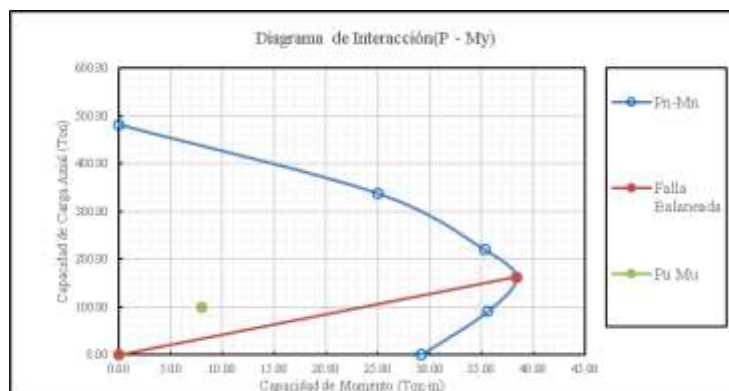
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{12.28}{402.69} = 0.03 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{12.3}{0.7} = 17.54$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{10}{29.70} + \frac{5.5}{29.70} = 0.52 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

### Centro cultural, módulo B1-1, columnas interiores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

γ=	0.7		
Analisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0971	ρ =	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0011	ρ =	0.00100

Imagen 133, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural

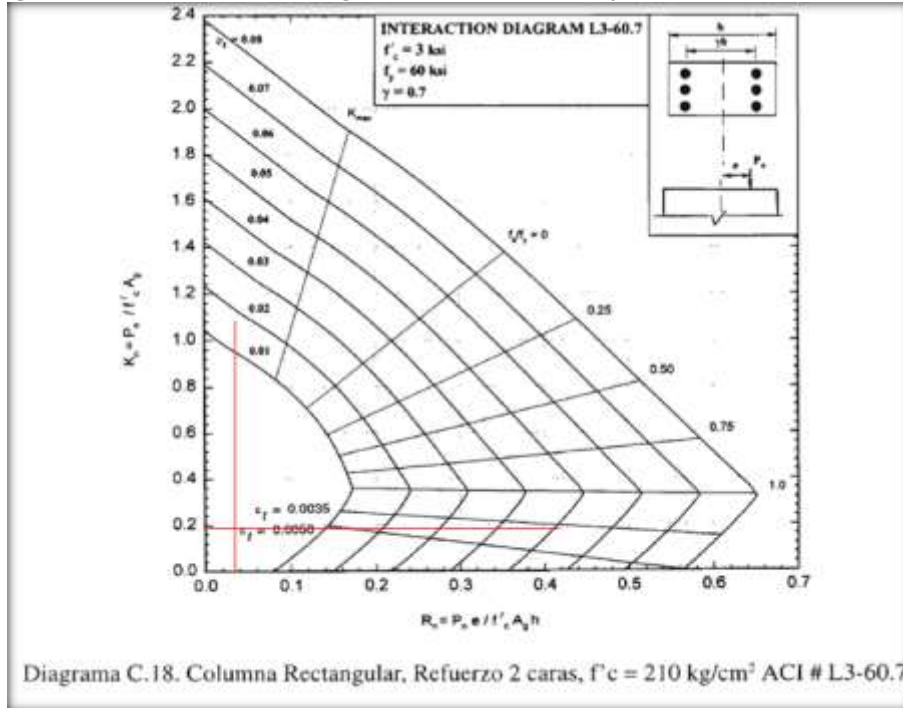
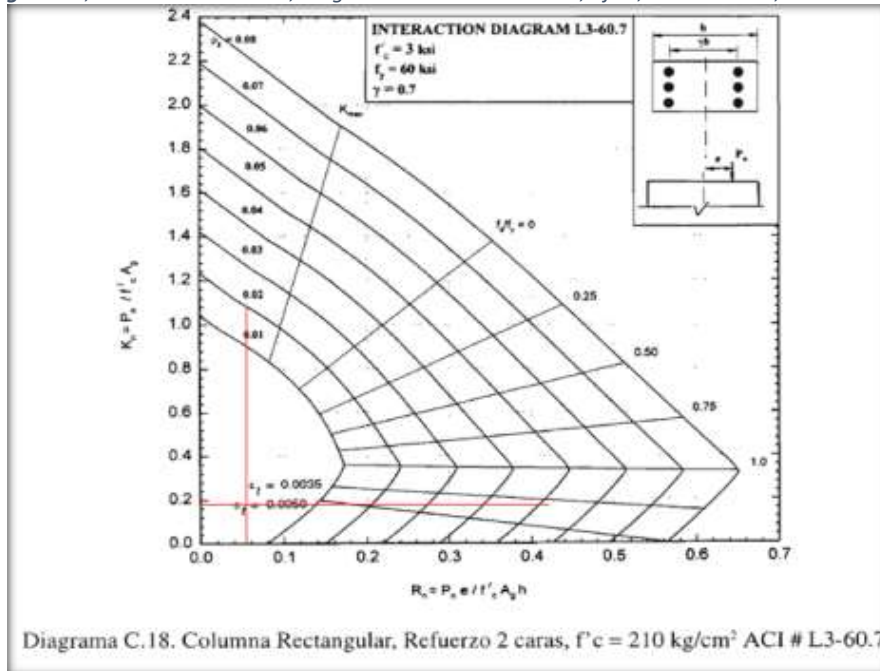


Imagen 134, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 135 Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural

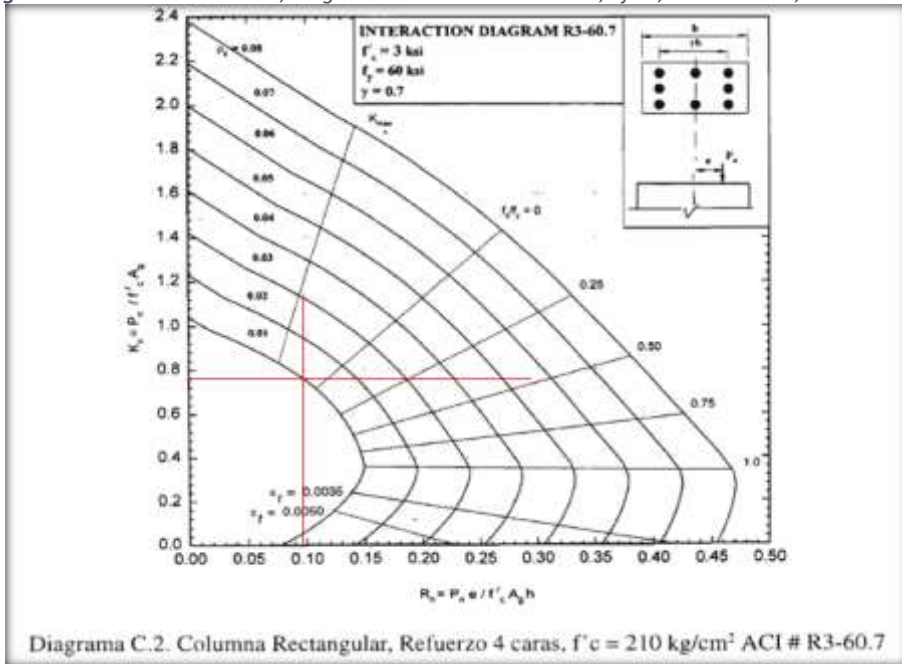
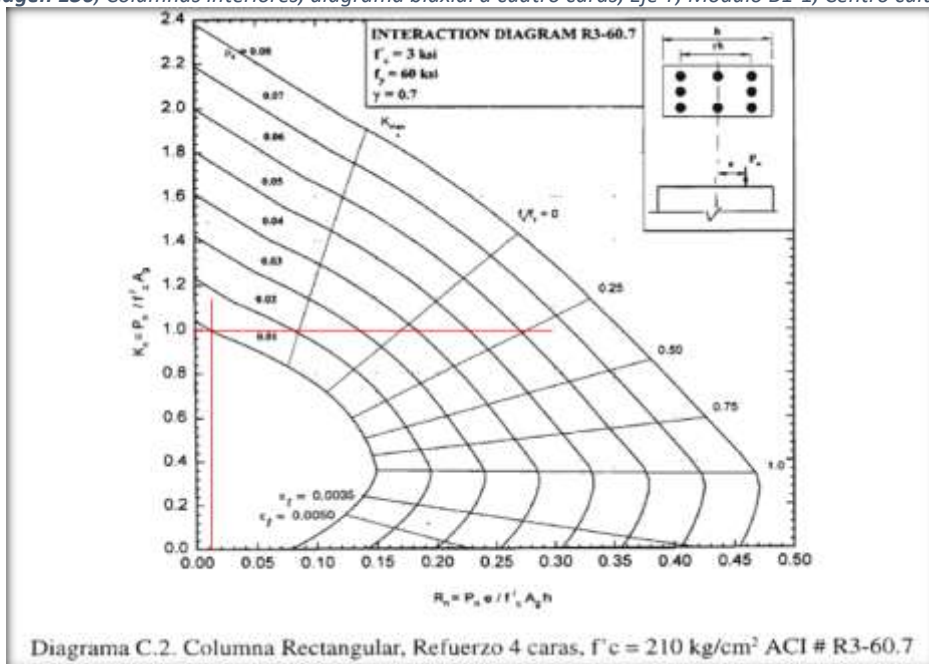


Imagen 136, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural



Px
195.51 Tn

Py
257.25 Tn

P axial pura
273.20 Tn

Pn=	195.51 Tn
-----	-----------

**Verificación:**

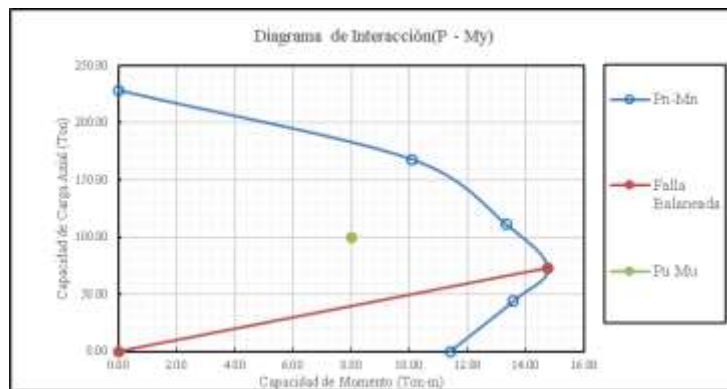
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B1-1, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 137, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural

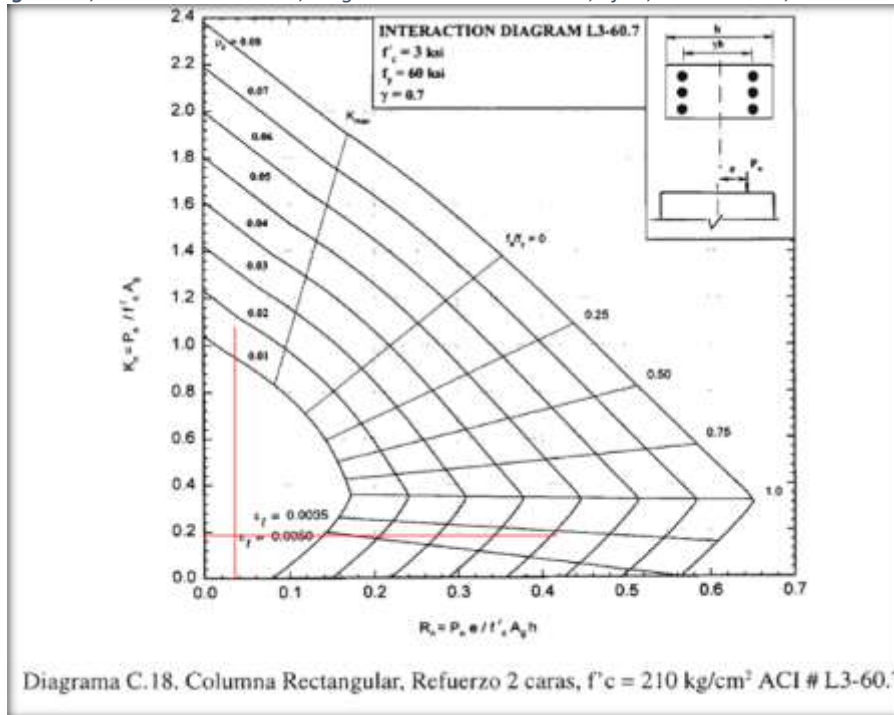
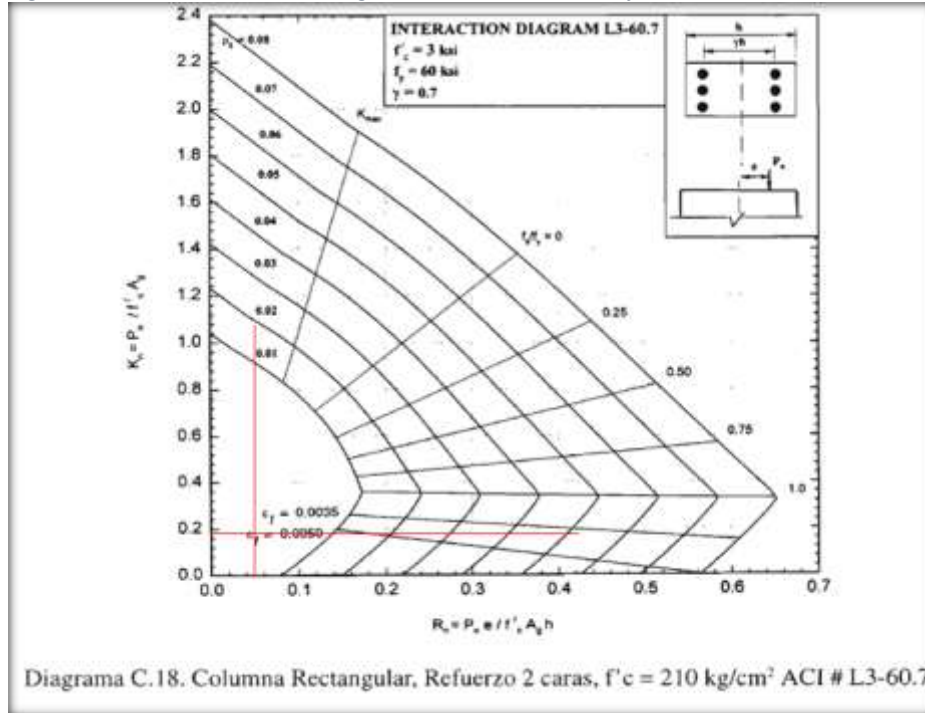


Imagen 138, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 139, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-1, Centro cultural

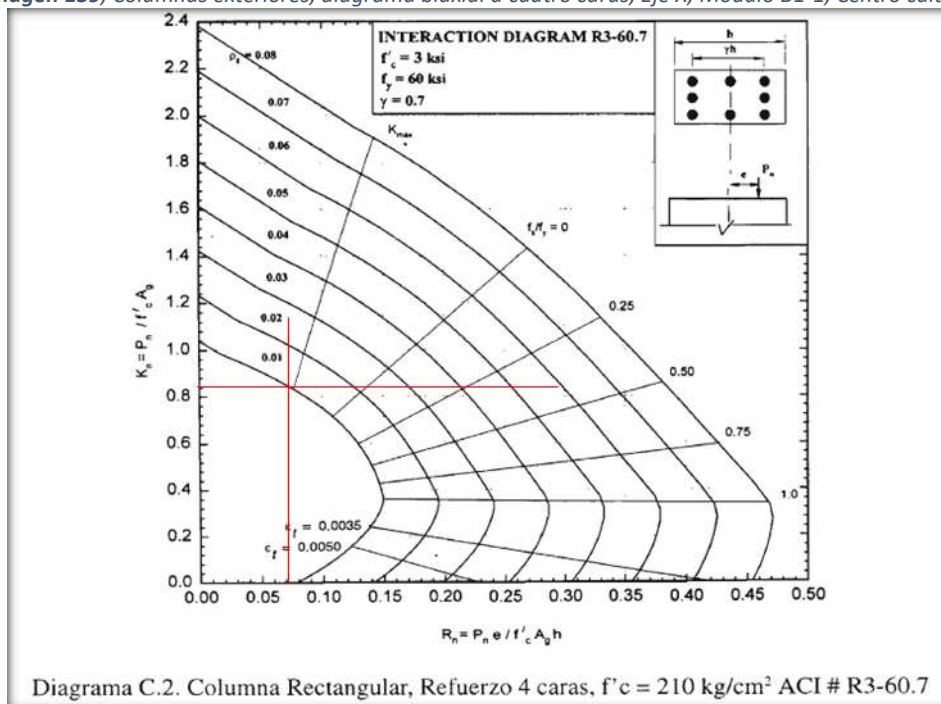
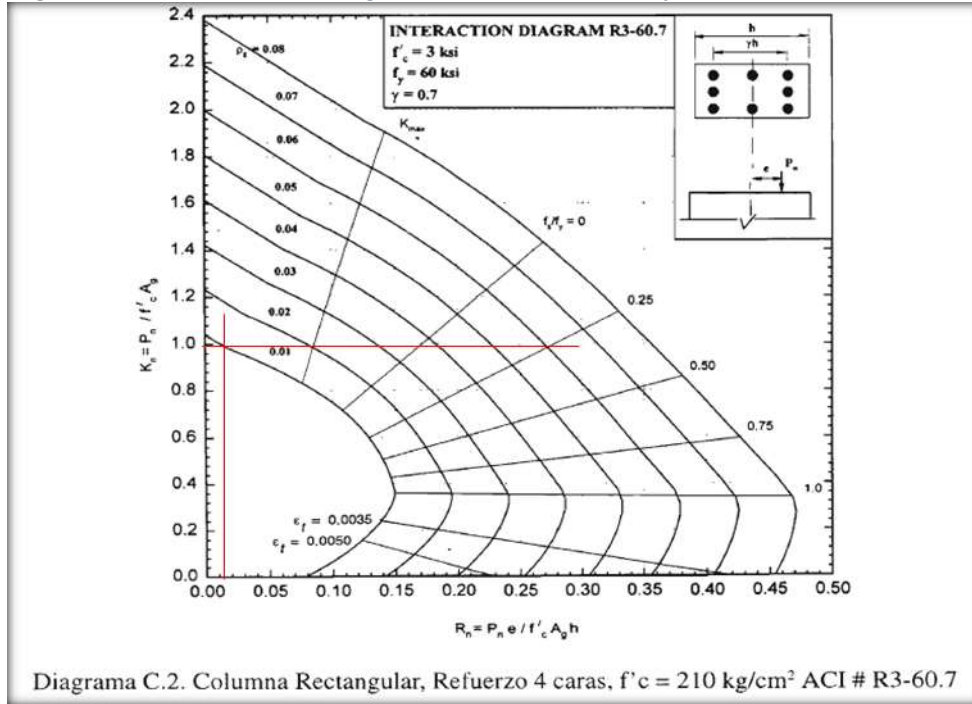


Imagen 140, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-1, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

**Pn=** 216.09 Tn OK

**Verificación:**

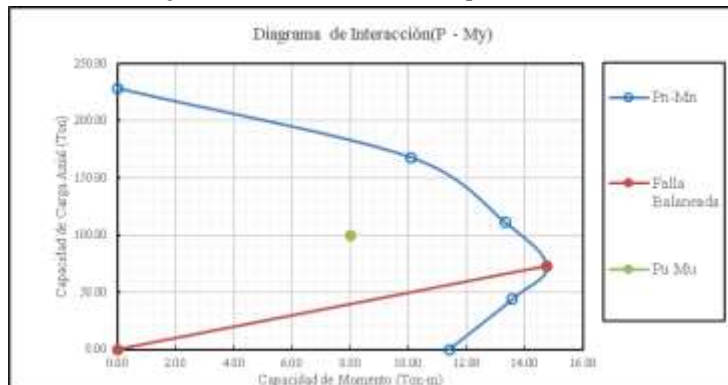
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el  $P_n$  ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

### Centro cultural, módulo B1-2, columnas interiores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
$f_c$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

$\gamma =$	0.7		
Análisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
$K_n =$	0.0963		
$R_n =$	0.0971	$\rho =$	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
$K_n =$	0.0963		
$R_n =$	0.0011	$\rho =$	0.00100

Imagen 141, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural

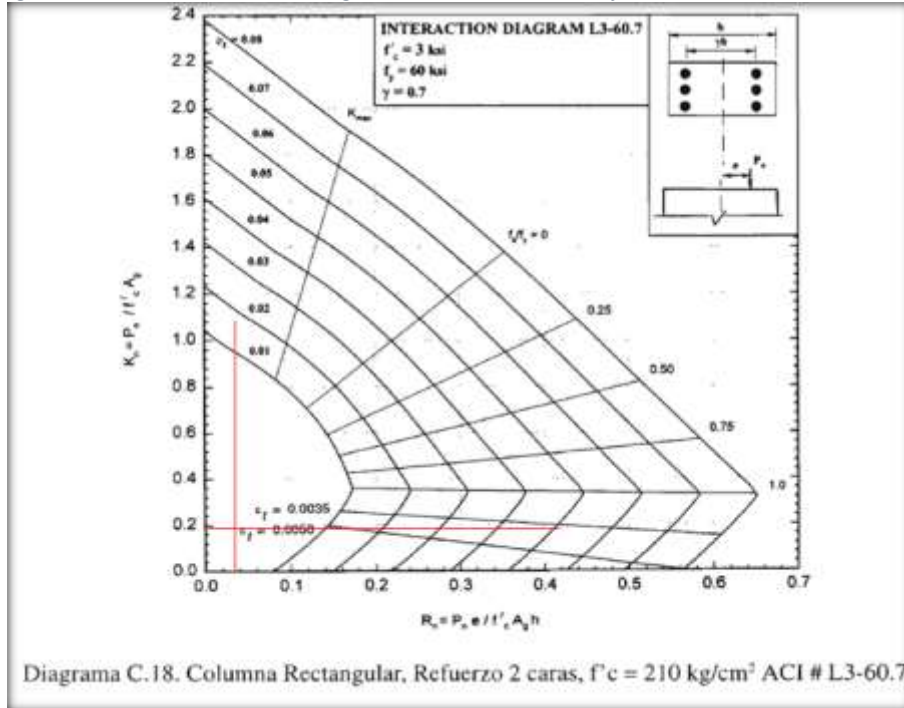
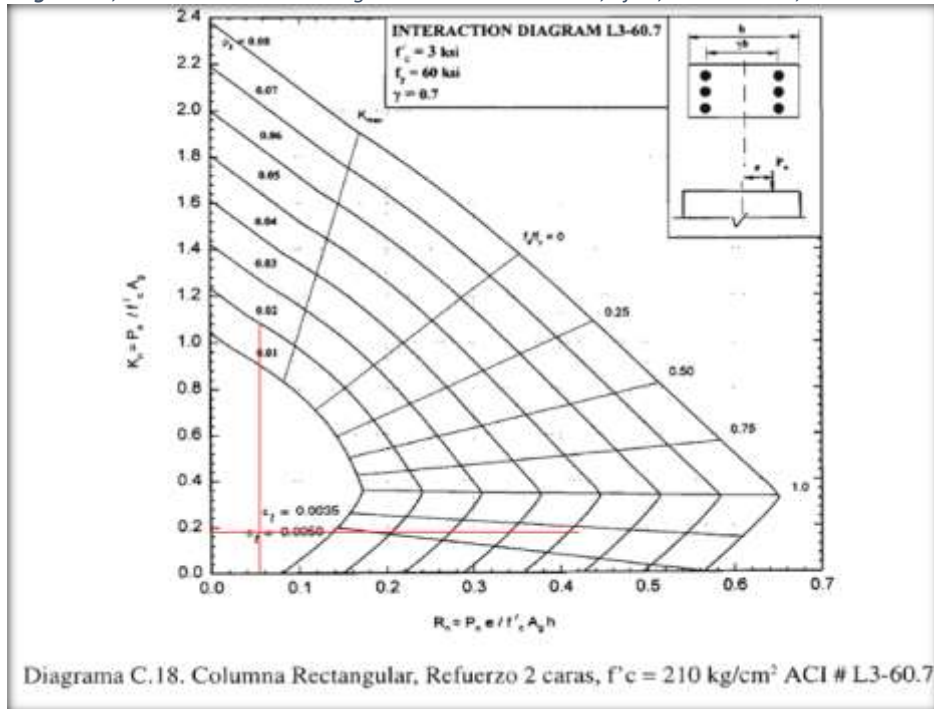


Imagen 142, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 143, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural

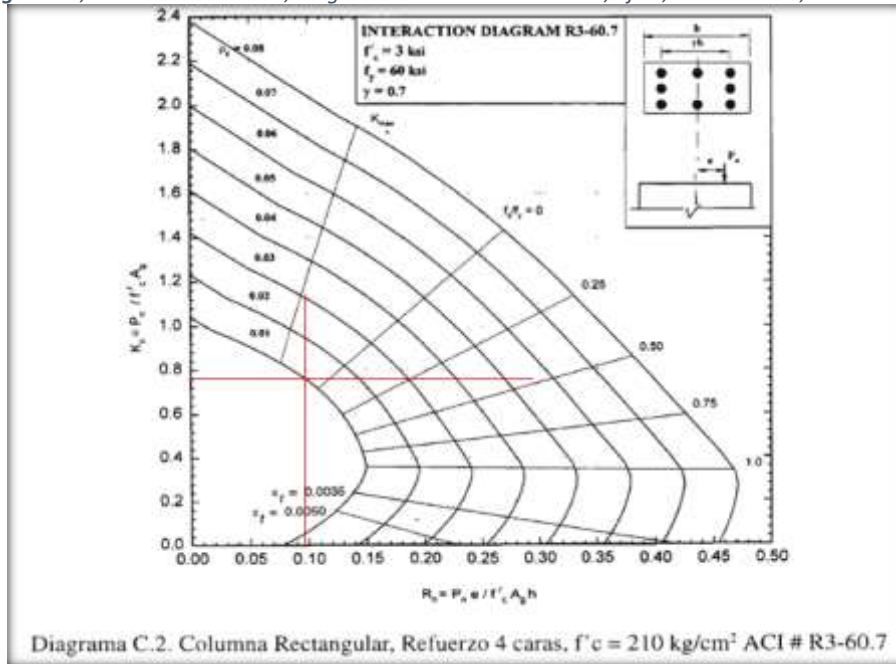
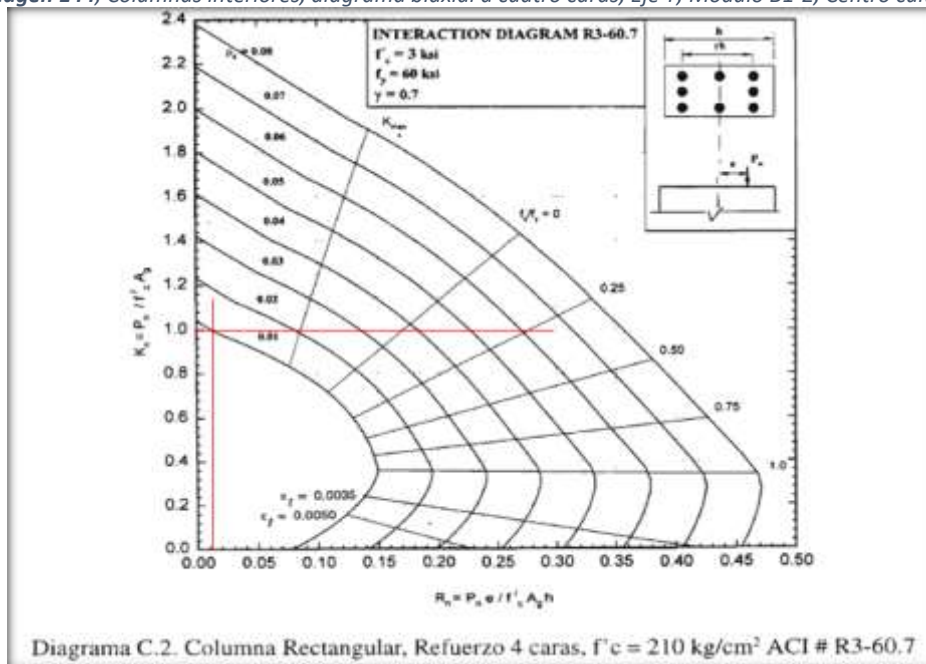


Imagen 144, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural



<b>Px</b>
195.51 Tn

<b>Py</b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	195.51 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

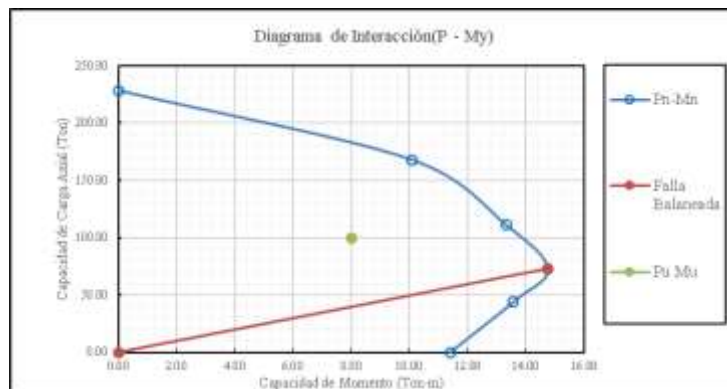
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B1-2, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras, se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 145, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural

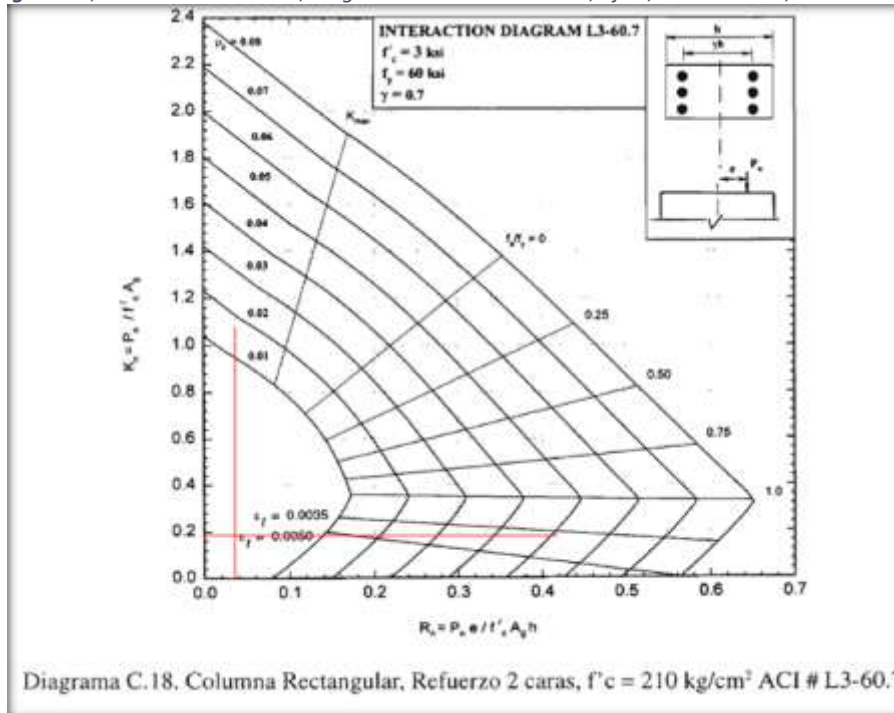
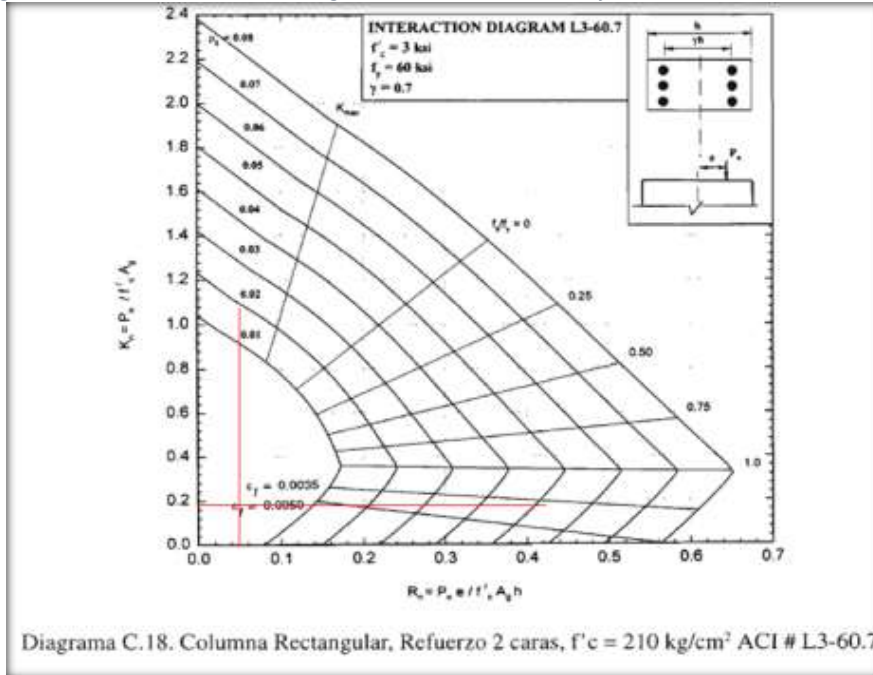


Imagen 146, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras, se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 147, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-2, Centro cultural

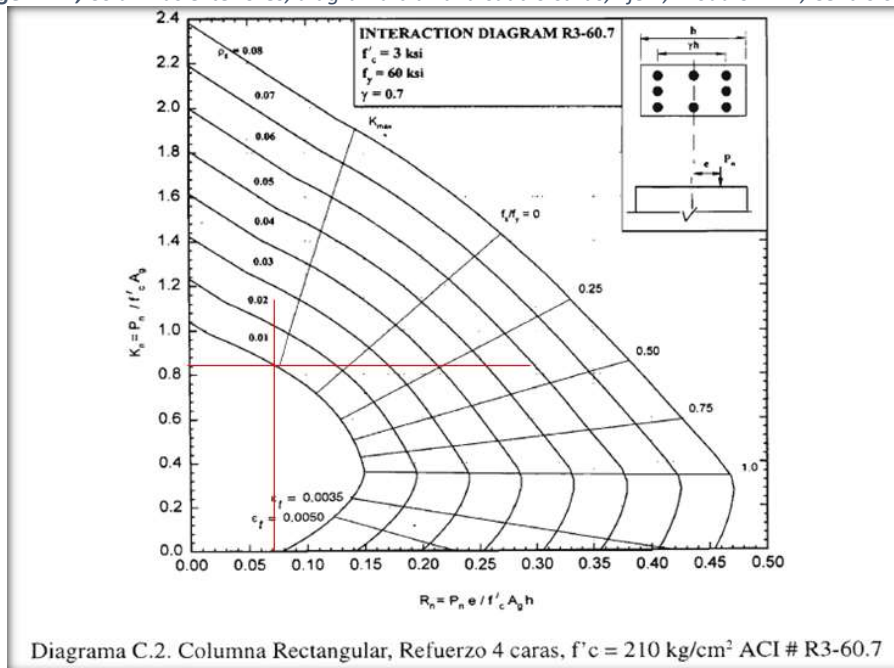
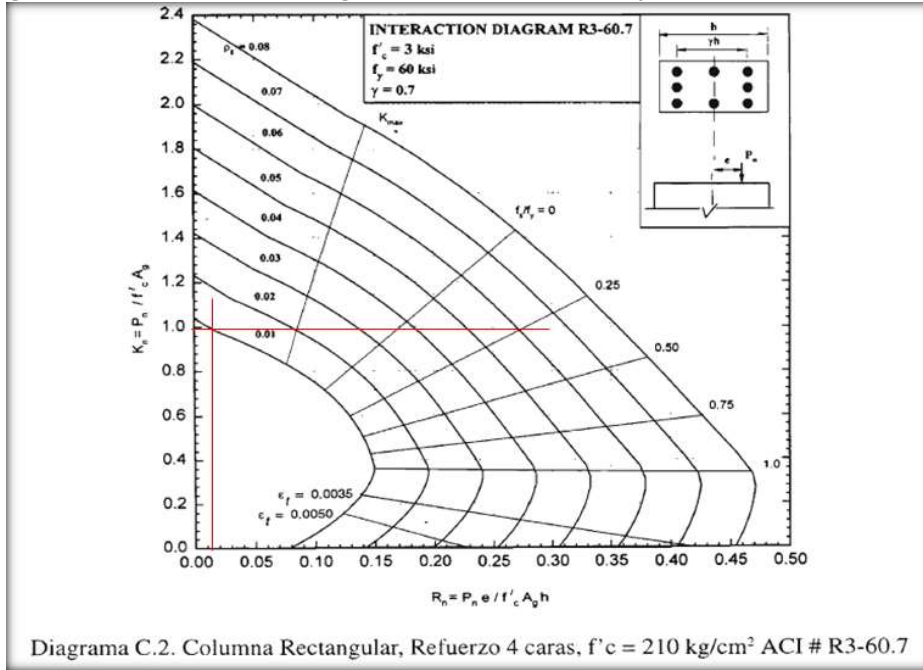


Imagen 148, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-2, Centro cultural



Px
216.09 Tn

Py
254.68 Tn

P axial pura
273.20 Tn

Pn=	216.09 Tn
-----	-----------

**Verificación:**

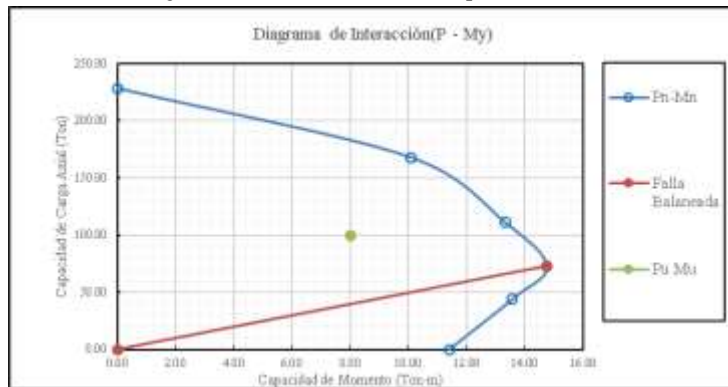
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el  $P_n$  ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

### Centro cultural, módulo B1-3, columnas interiores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
$f_c$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

$\gamma =$	0.7		
Análisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
$K_n =$	0.0963		
$R_n =$	0.0971	$\rho =$	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
$K_n =$	0.0963		
$R_n =$	0.0011	$\rho =$	0.00100

Imagen 149, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural

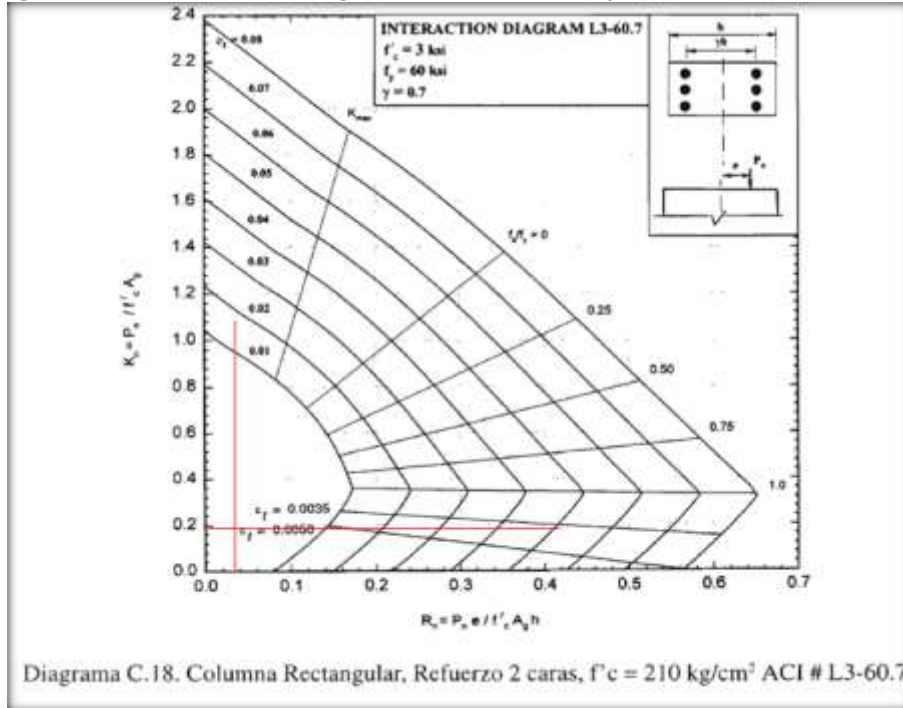
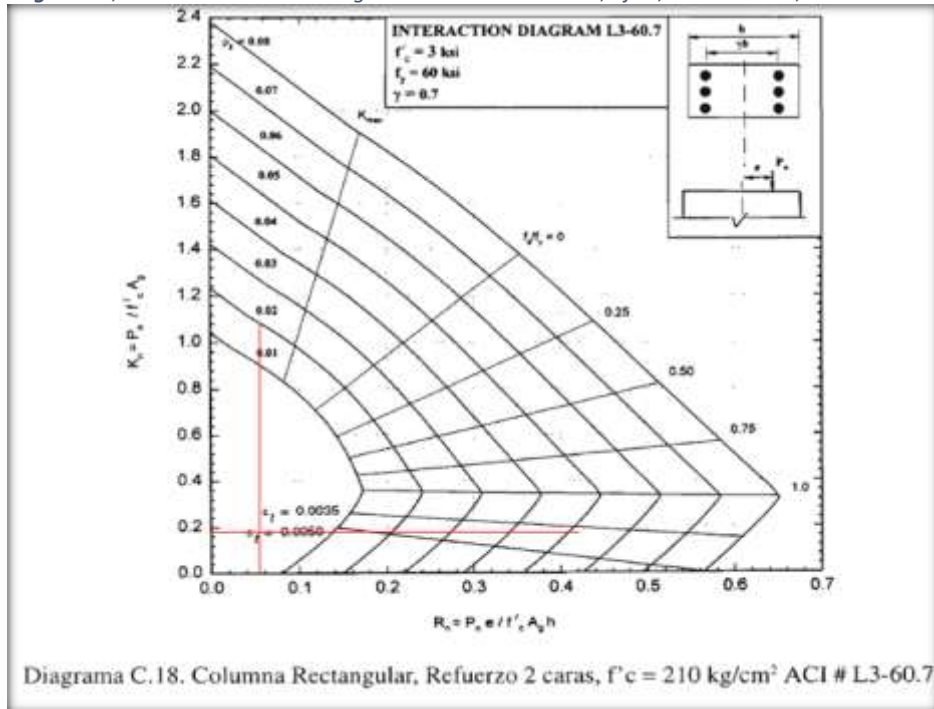


Imagen 150, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 151, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural

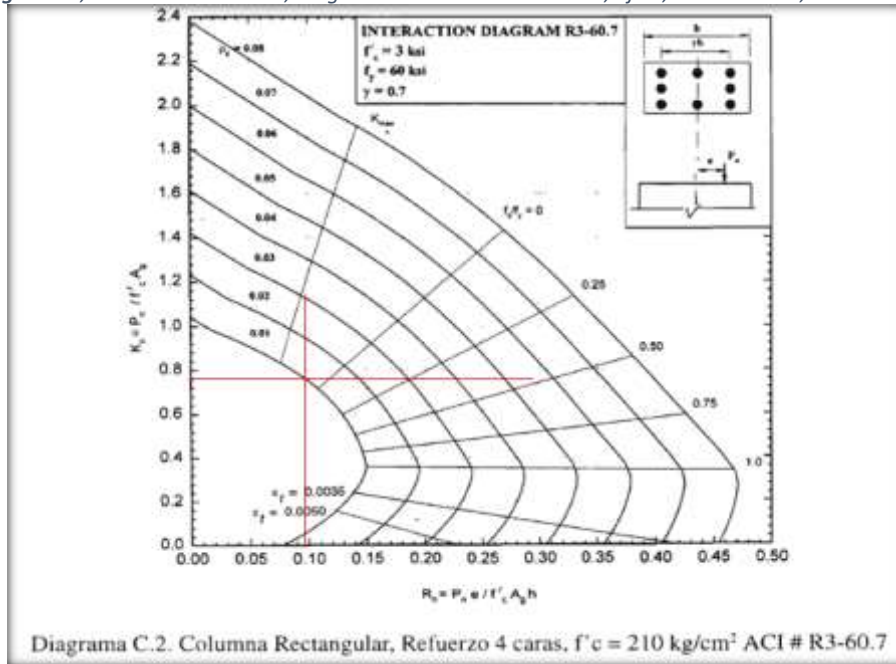
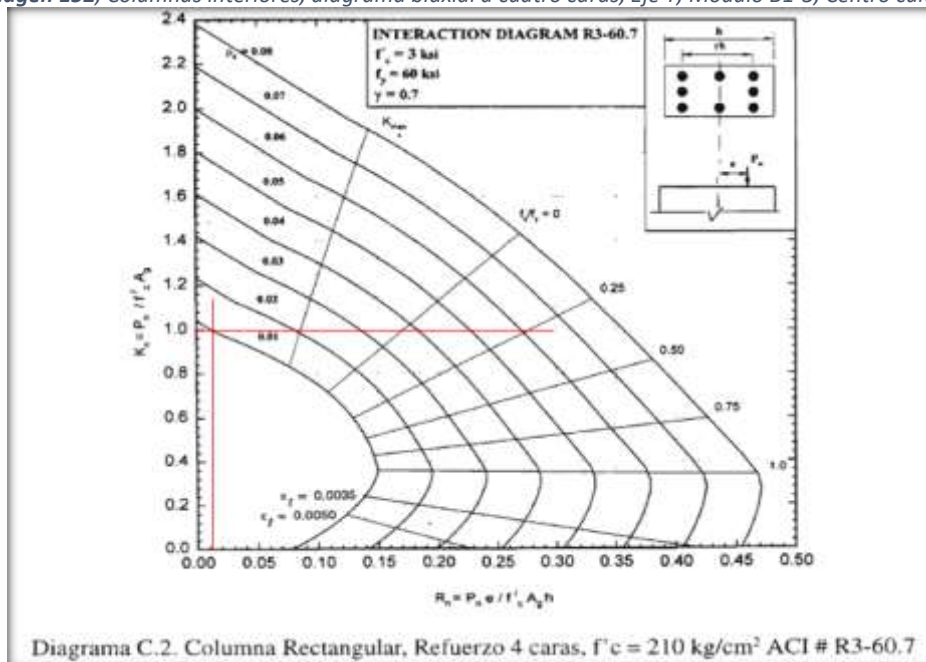


Imagen 152, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural



<b>Px</b>
195.51 Tn

<b>Py</b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	195.51 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

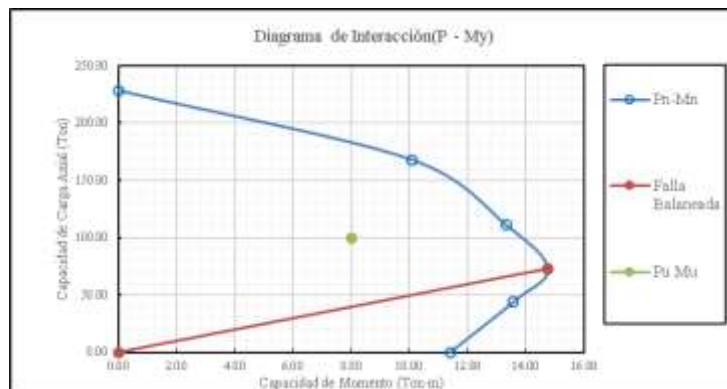
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B1-3, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 153, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural

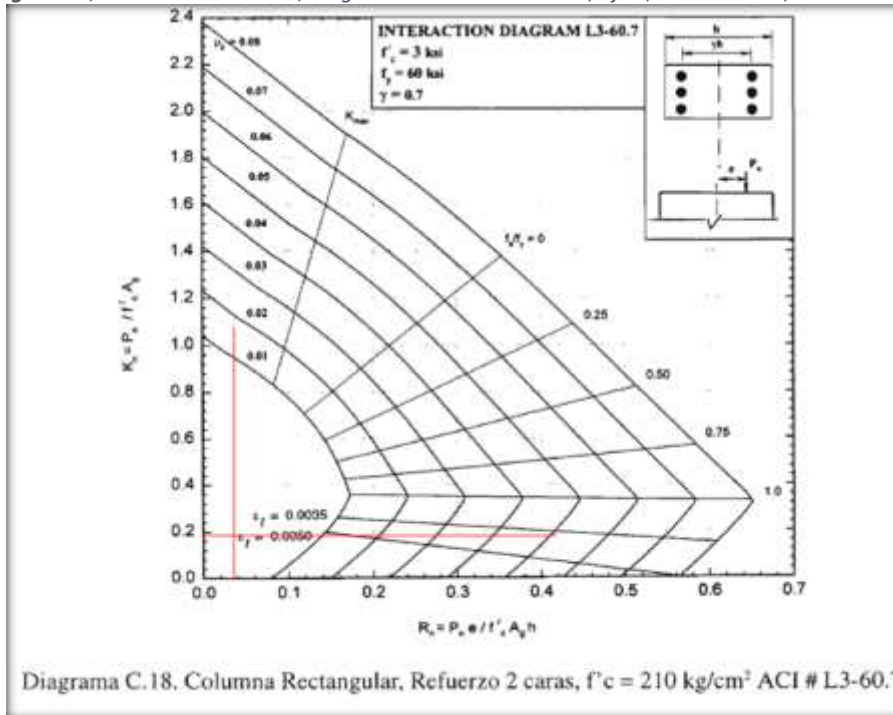
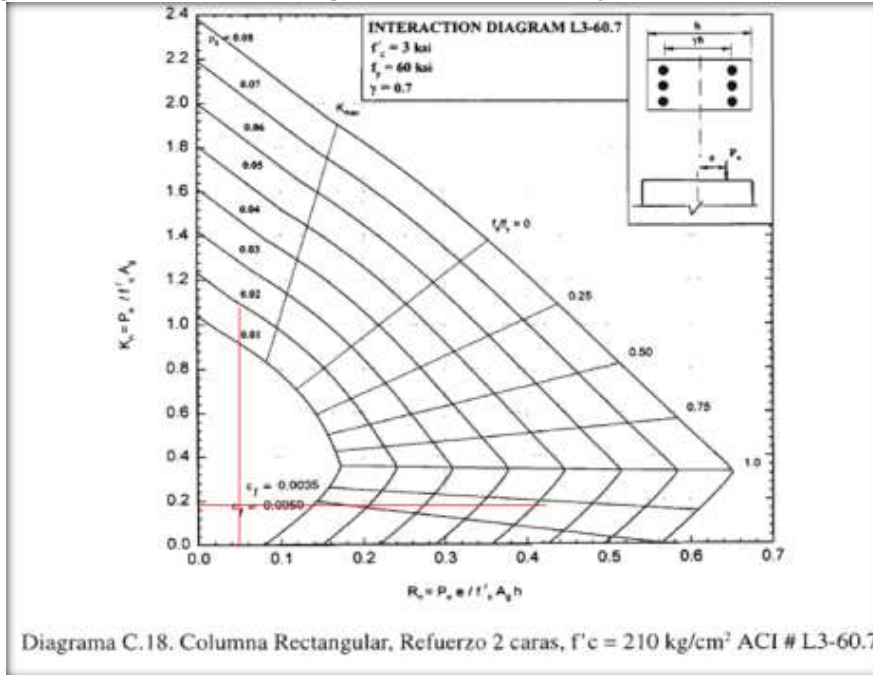


Imagen 154, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 155, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B1-3, Centro cultural

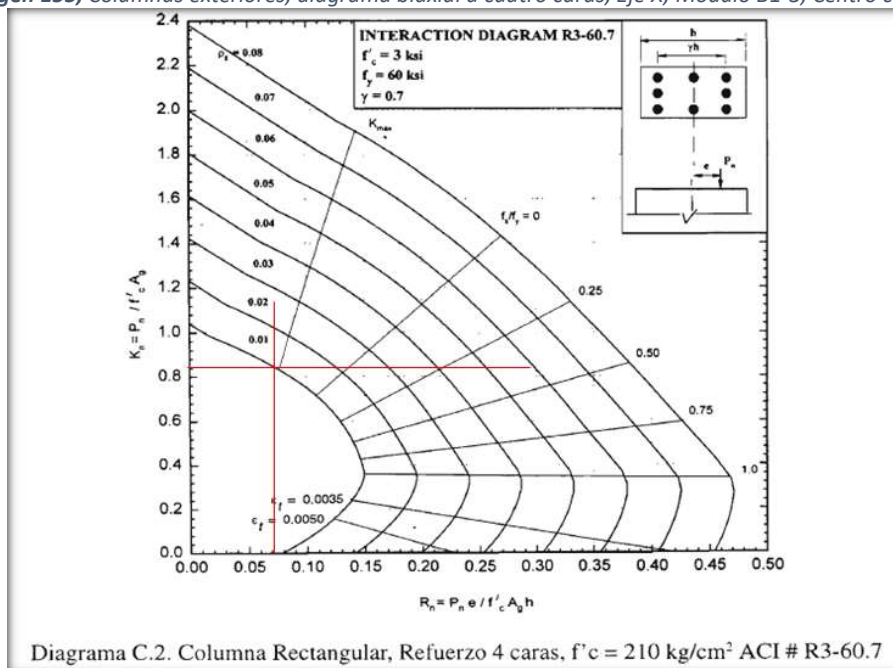
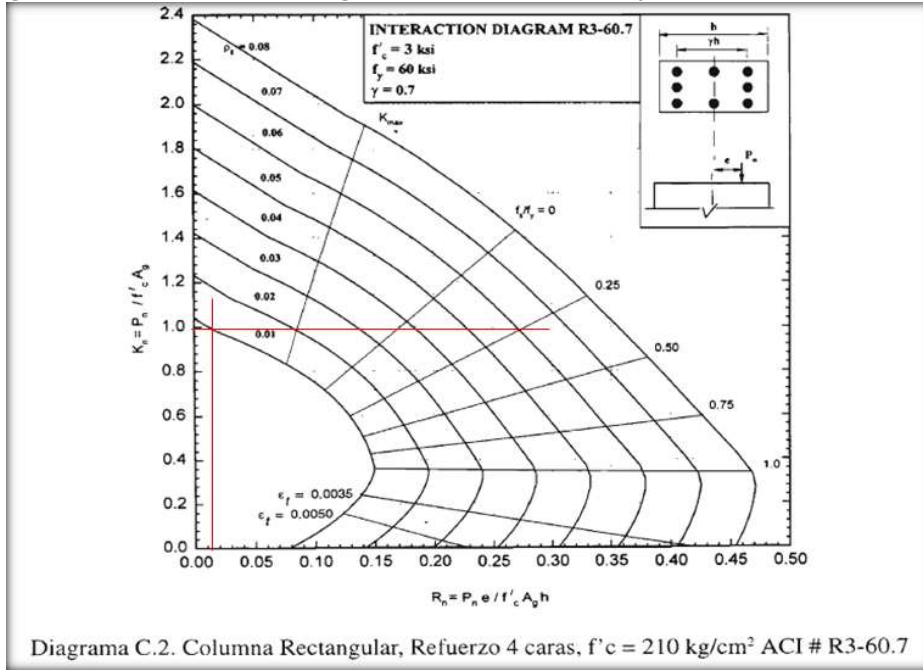


Imagen 156, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B1-3, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

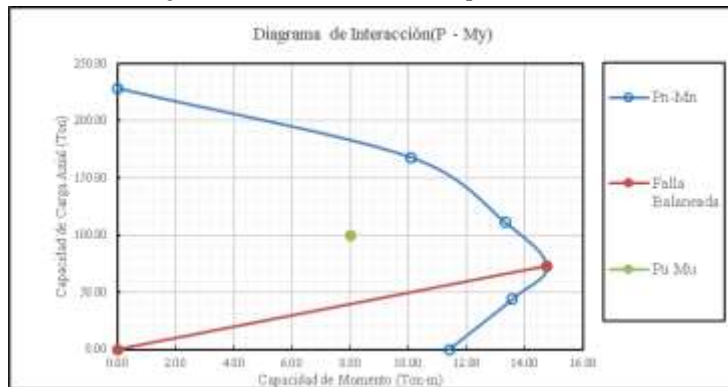
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el  $P_n$  ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

### Centro cultural, módulo B2-1, columnas interiores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
$f_c$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

$\gamma =$	0.7		
Análisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
$K_n =$	0.0963		
$R_n =$	0.0971	$\rho =$	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
$K_n =$	0.0963		
$R_n =$	0.0011	$\rho =$	0.00100

Imagen 157, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural

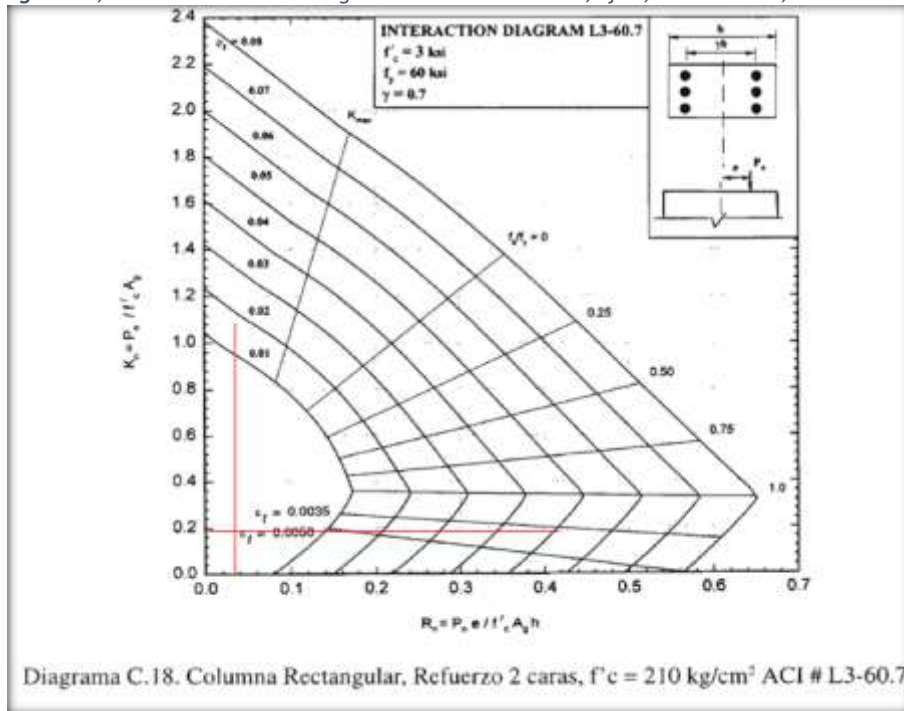
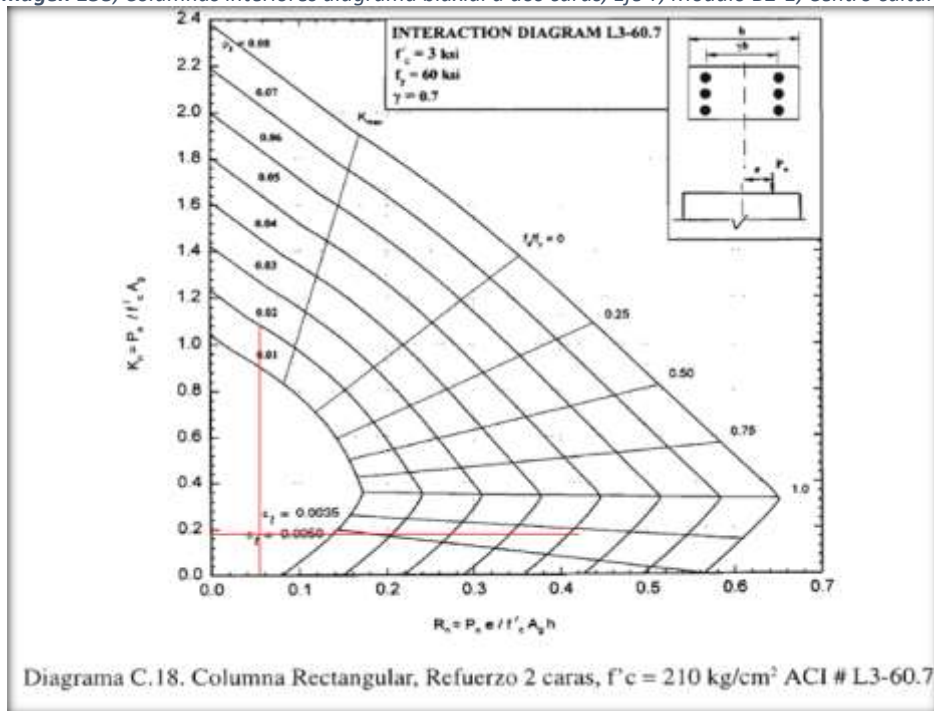


Imagen 158, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 159, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural

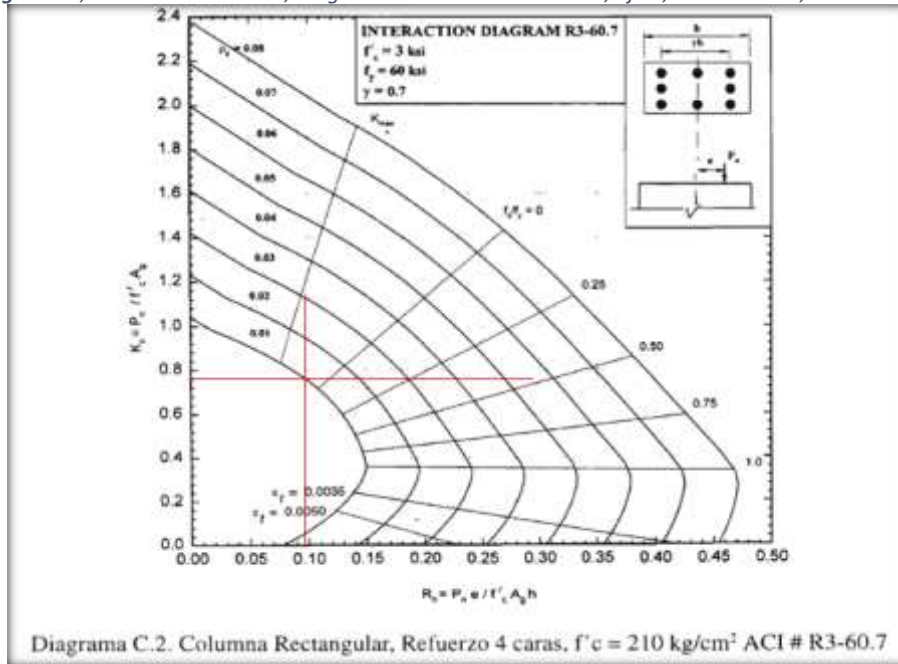
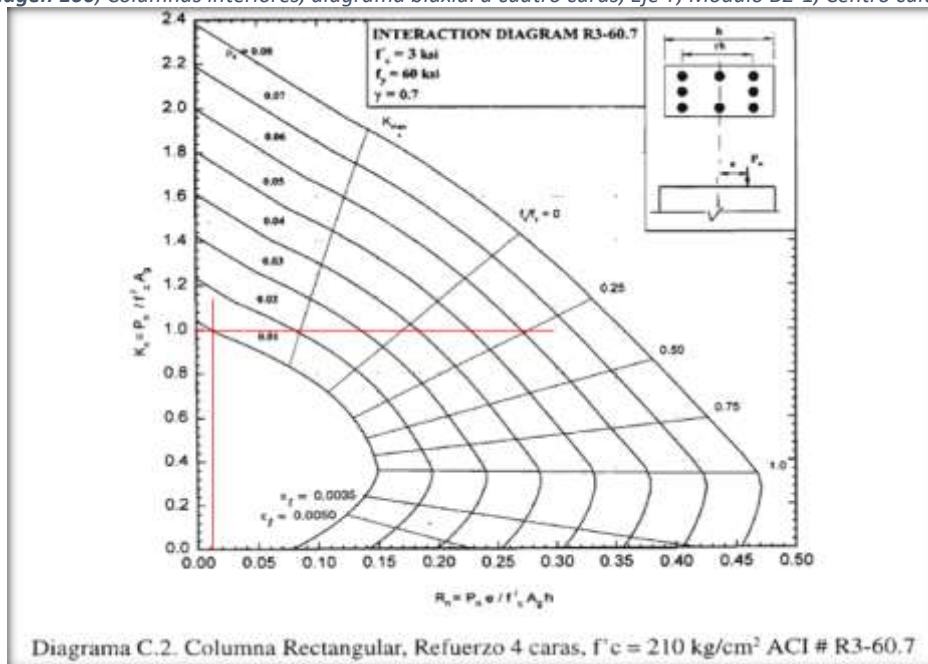


Imagen 160, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural



<b>P<sub>x</sub></b>
195.51 Tn

<b>P<sub>y</sub></b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>P<sub>n</sub>=</b>	195.51 Tn
-----------------------	-----------

**Verificación:**

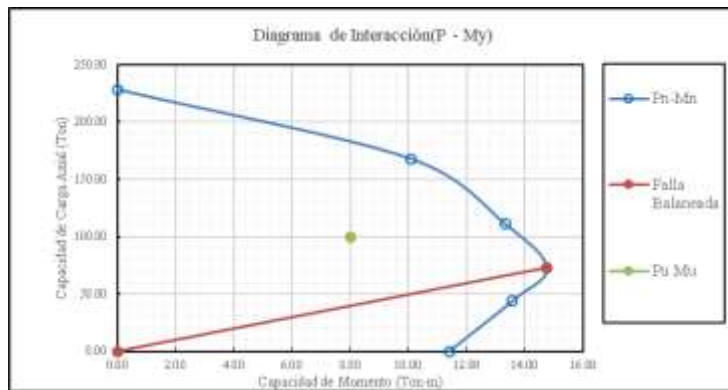
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el P<sub>n</sub> ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B2-1, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 161, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural

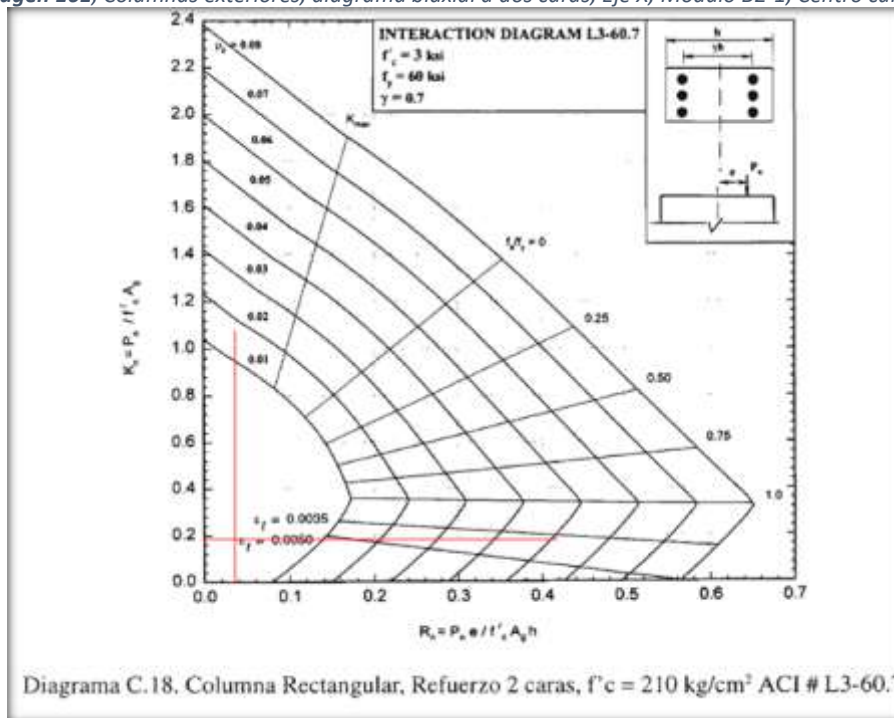
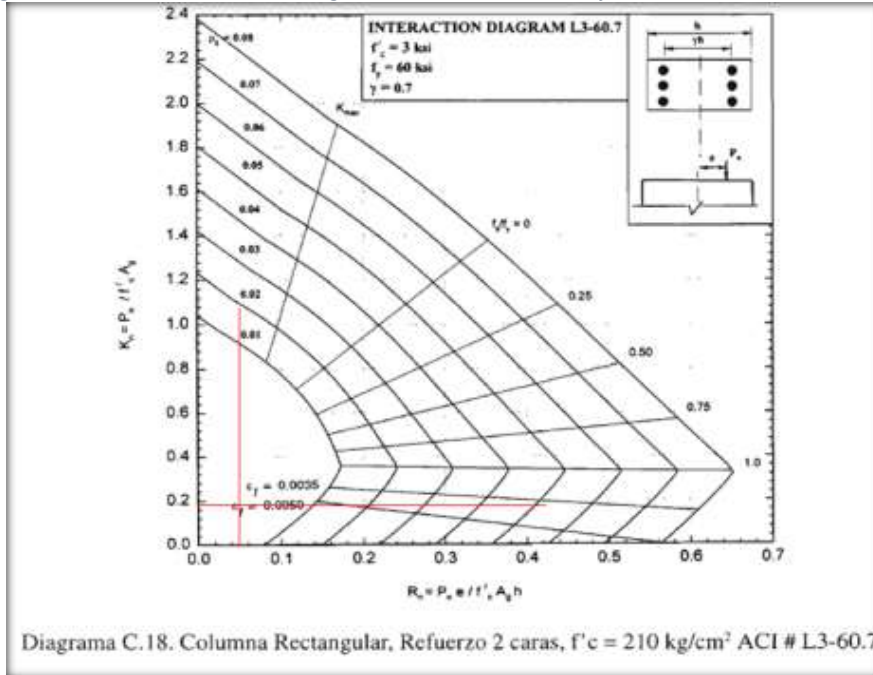


Imagen 162, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 163, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-1, Centro cultural

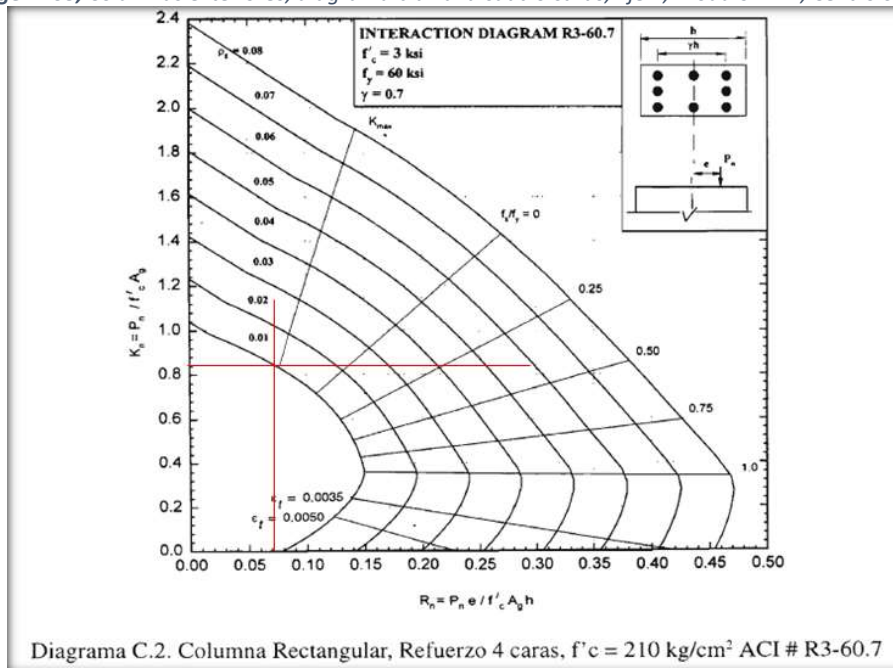
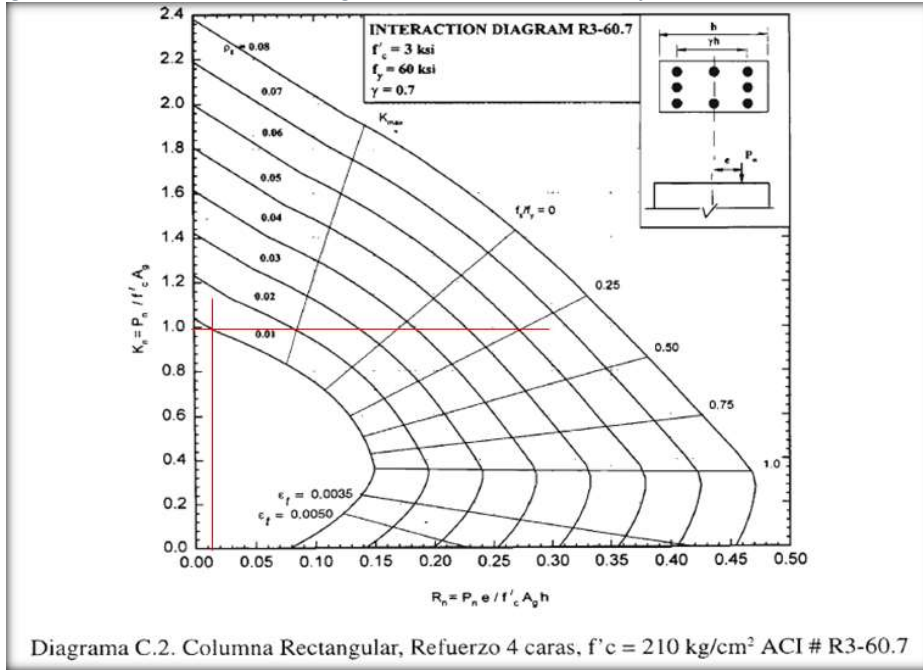


Imagen 164, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-1, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

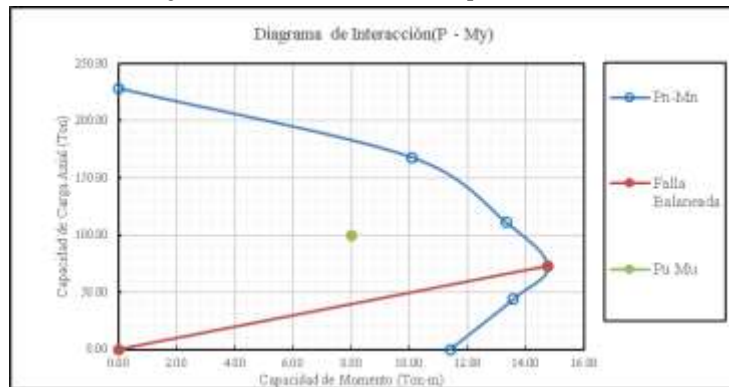
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B2-2, columnas interiores.**

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

γ=	0.7		
<b>Análisis 2 caras</b>			
<b>Carga axial + Mx</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0971	ρ =	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0011	ρ =	0.00100

Imagen 165, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural

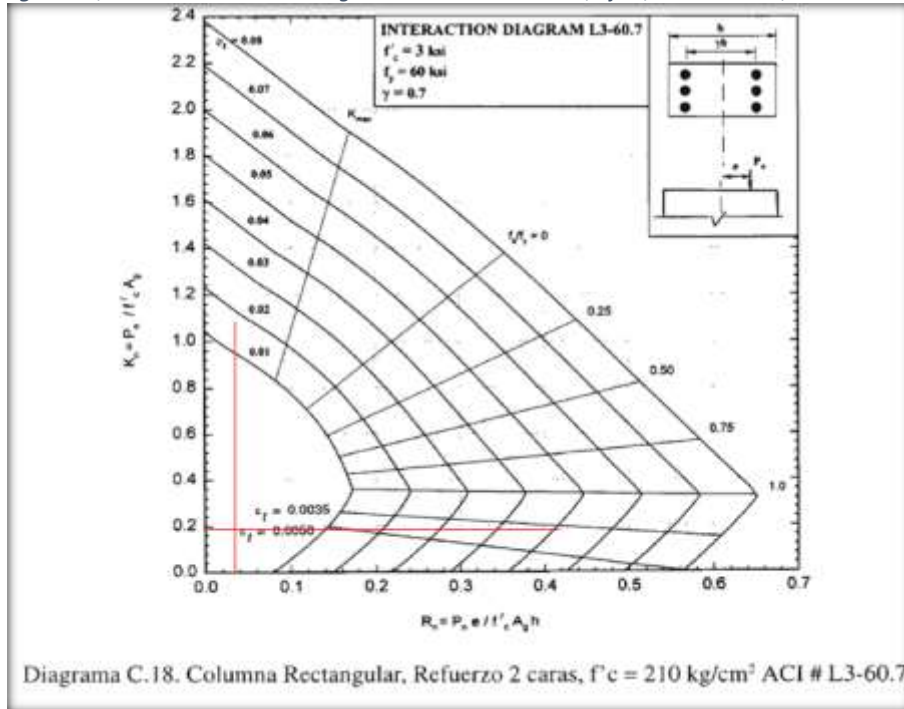
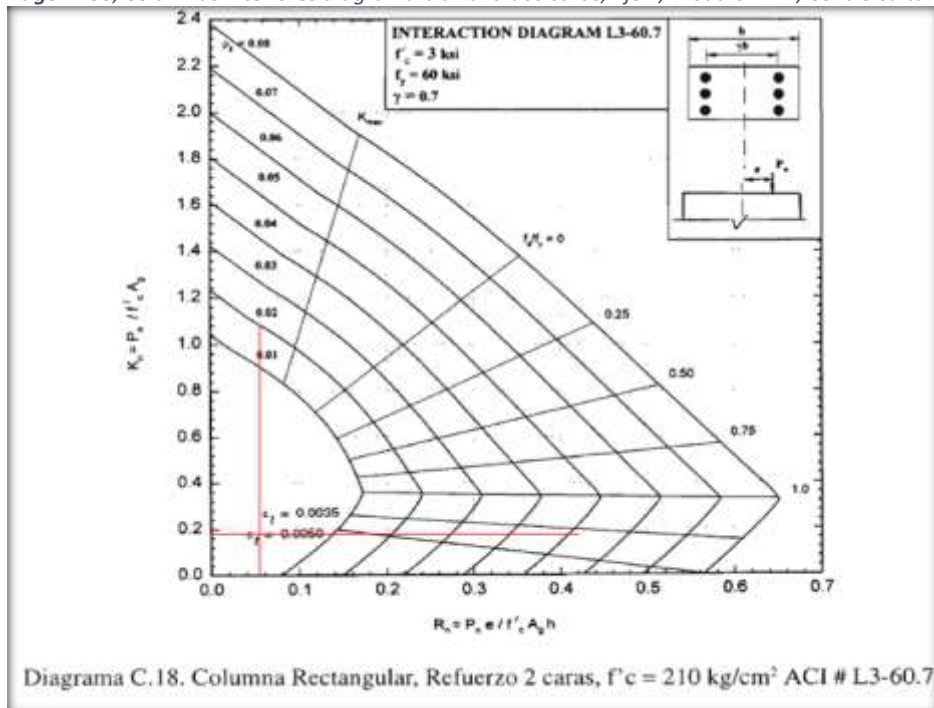


Imagen 166, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 167, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural

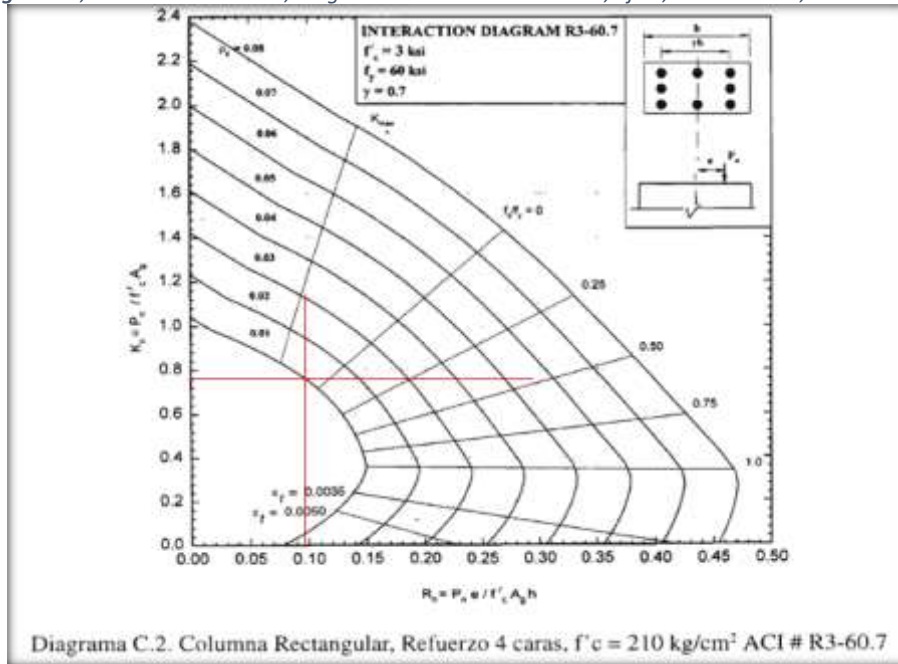
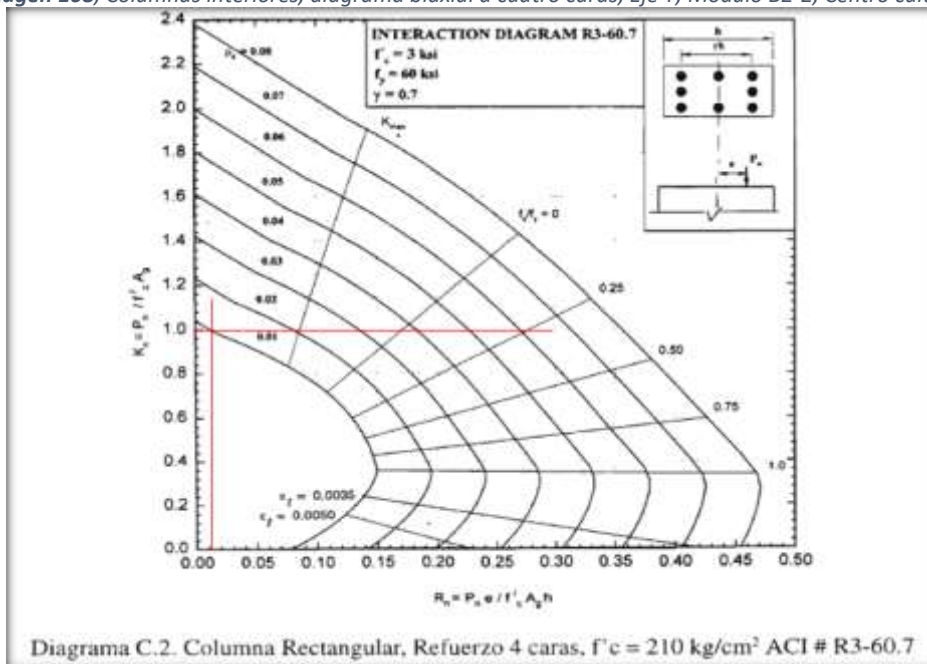


Imagen 168, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural



Px
195.51 Tn

Py
257.25 Tn

P axial pura
273.20 Tn

Pn=	195.51 Tn
-----	-----------

**Verificación:**

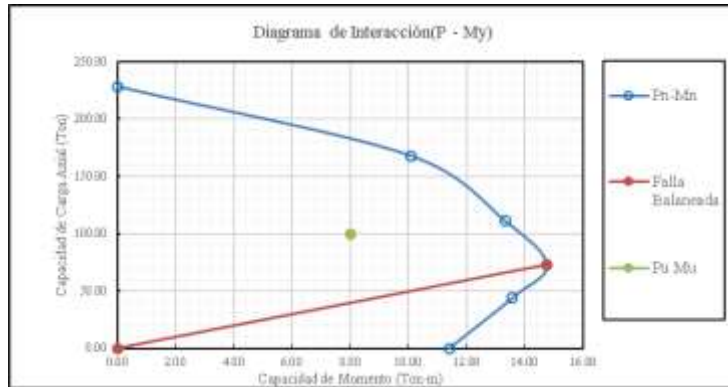
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B2-2, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 169, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural

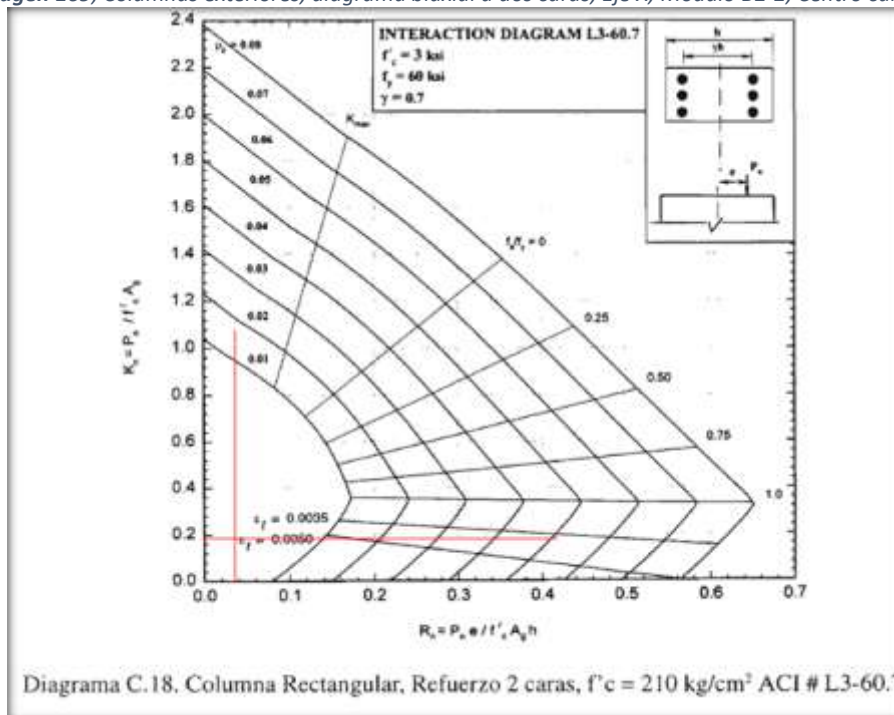
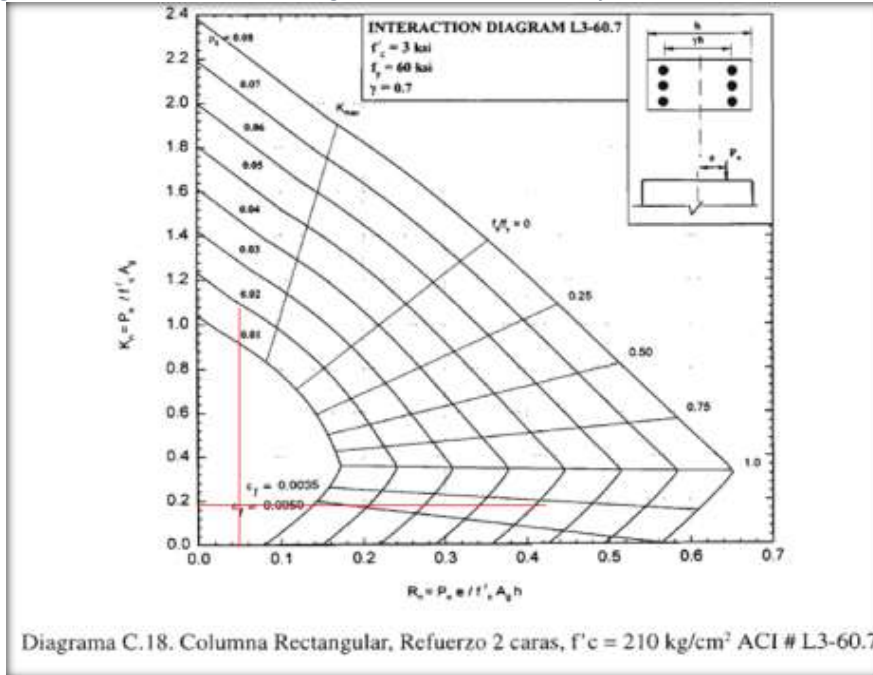


Imagen 170, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 171, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-2, Centro cultural

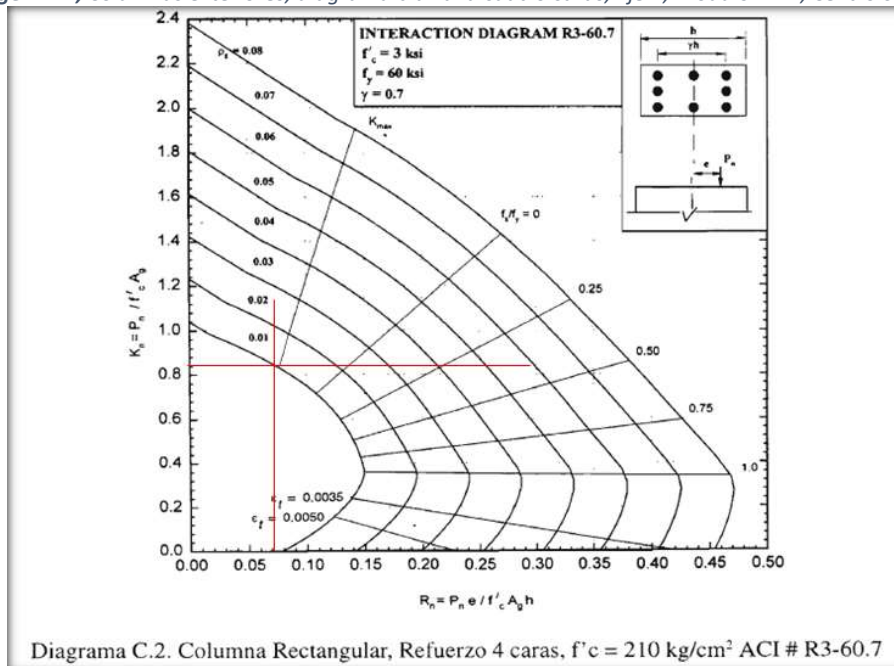
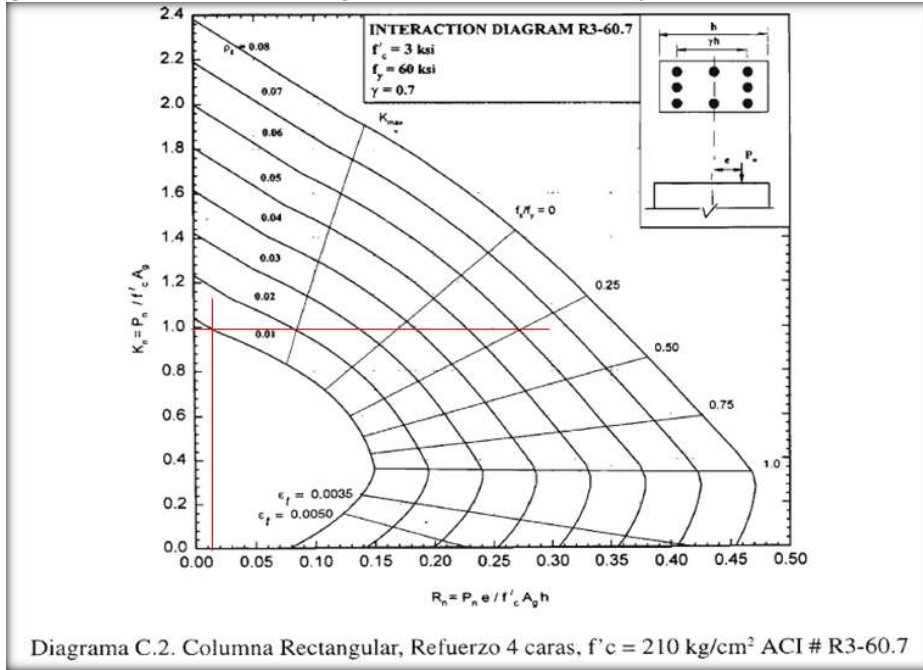


Imagen 172, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-2, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

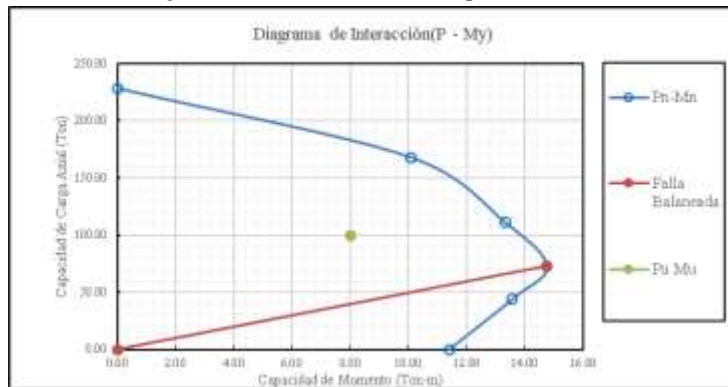
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B2-3, columnas interiores.**

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

γ=	0.7		
Análisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0971	ρ =	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0011	ρ =	0.00100

Imagen 173, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural

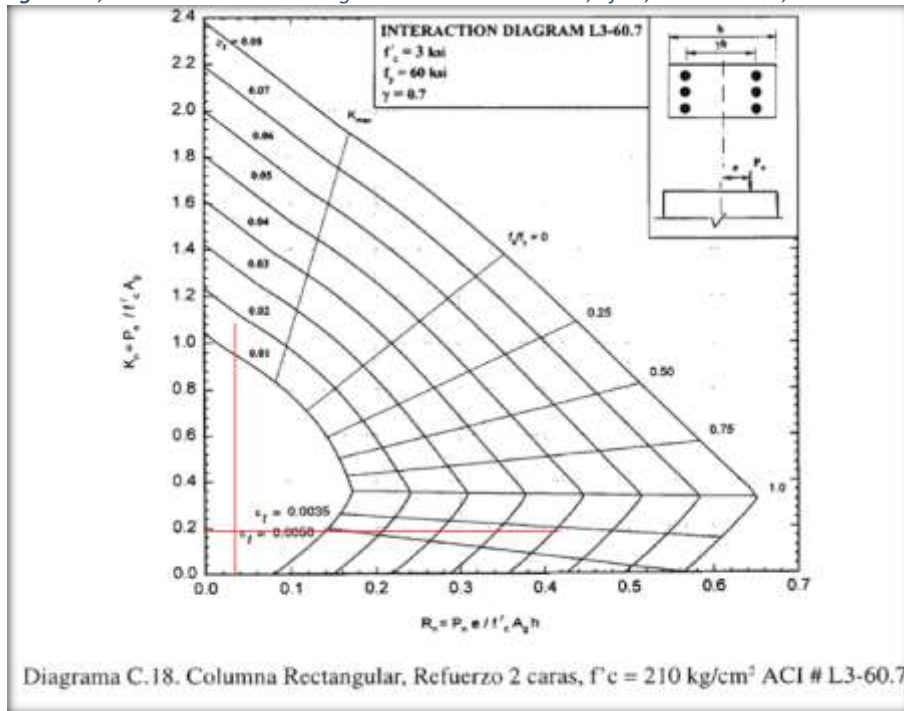
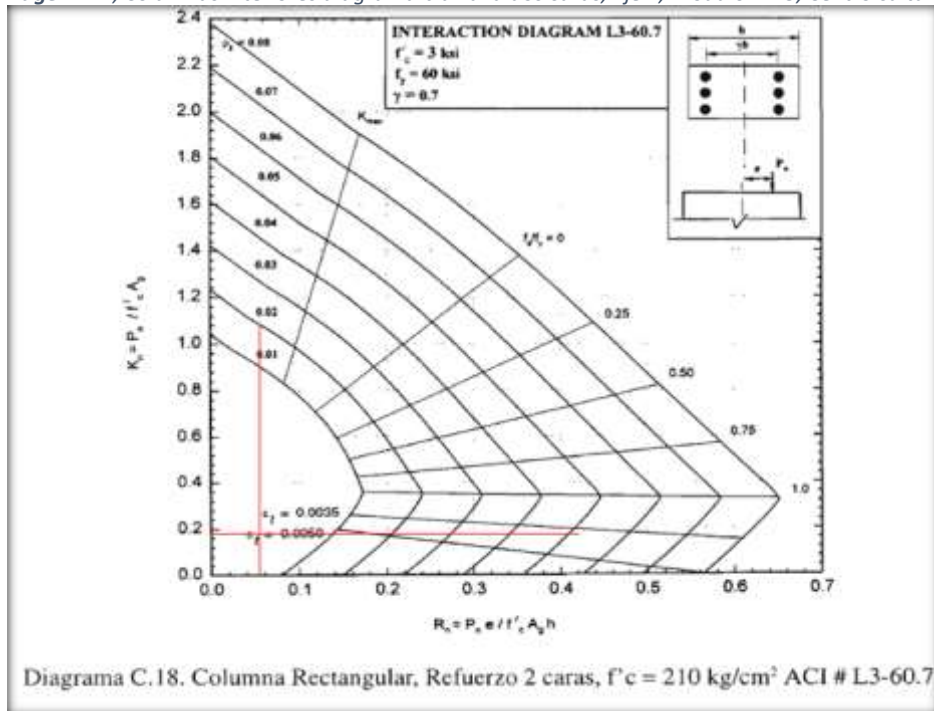


Imagen 174, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 175, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural

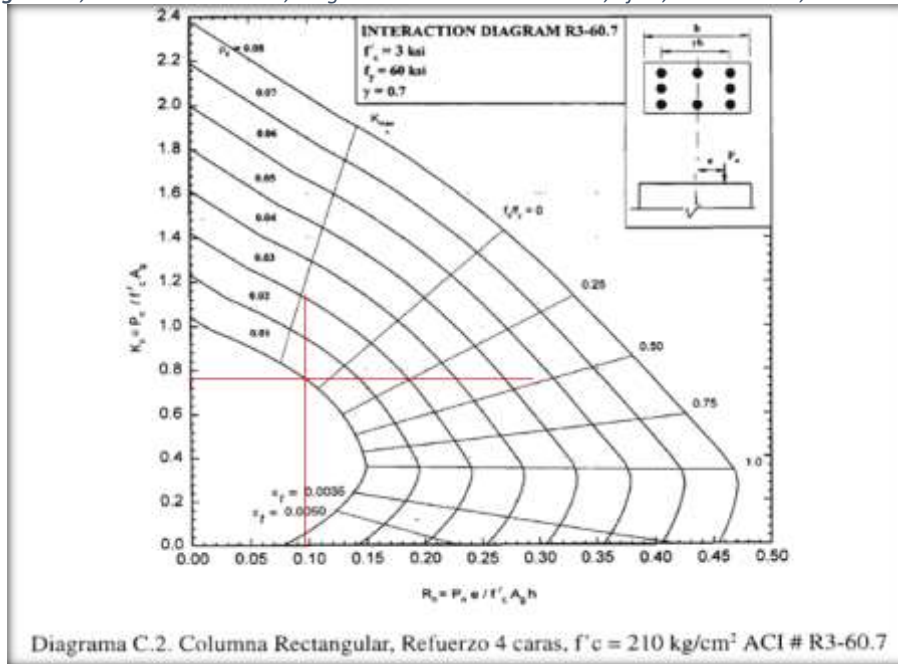
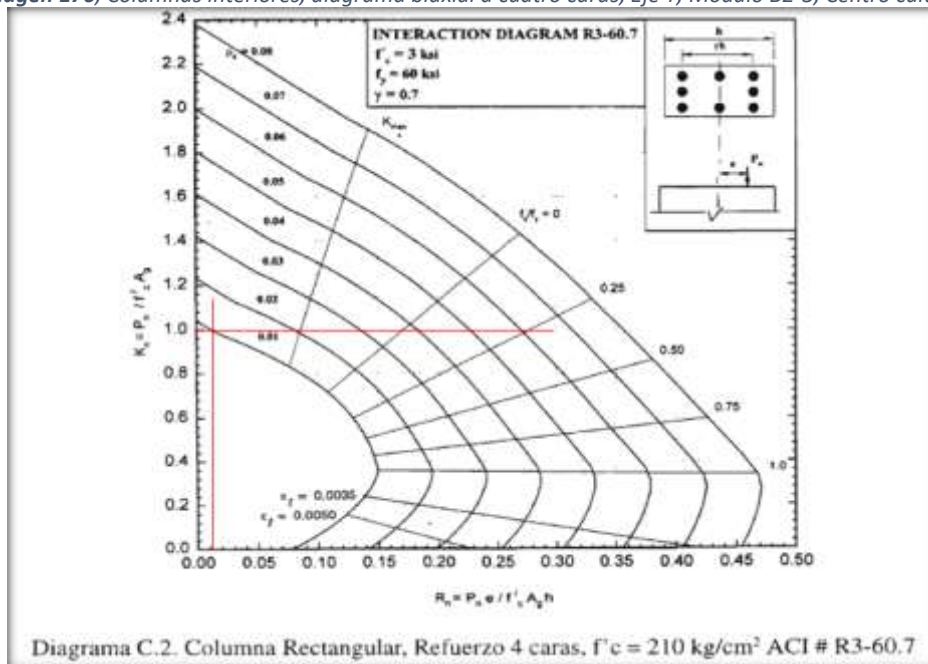


Imagen 176, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural



<b>Px</b>
195.51 Tn

<b>Py</b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

**Pn=** 195.51 Tn OK

**Verificación:**

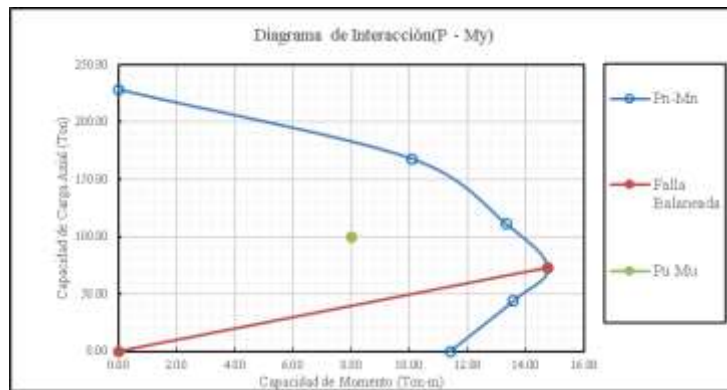
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B2-3, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 177, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural

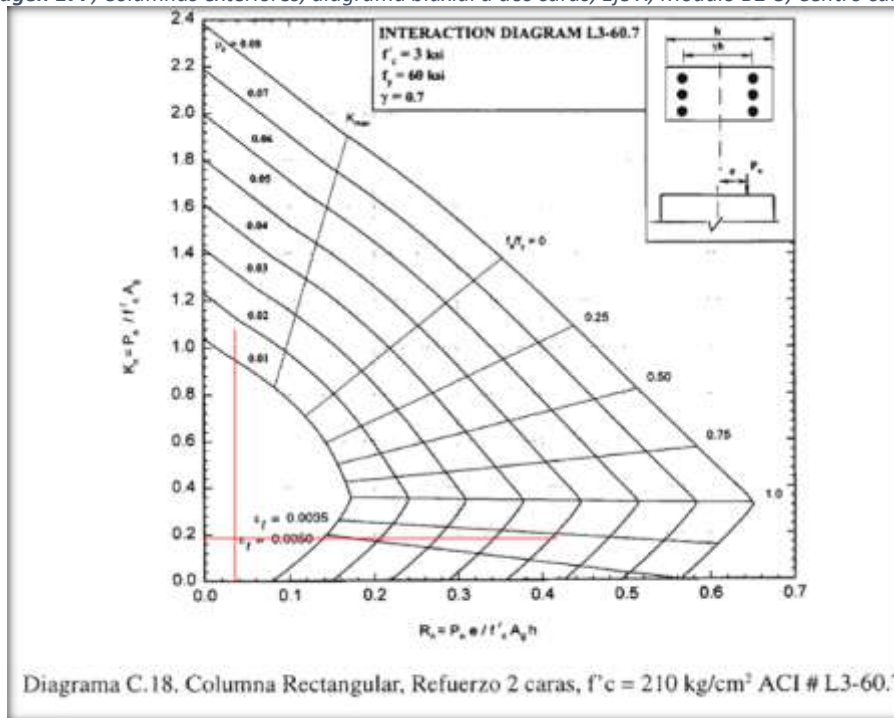
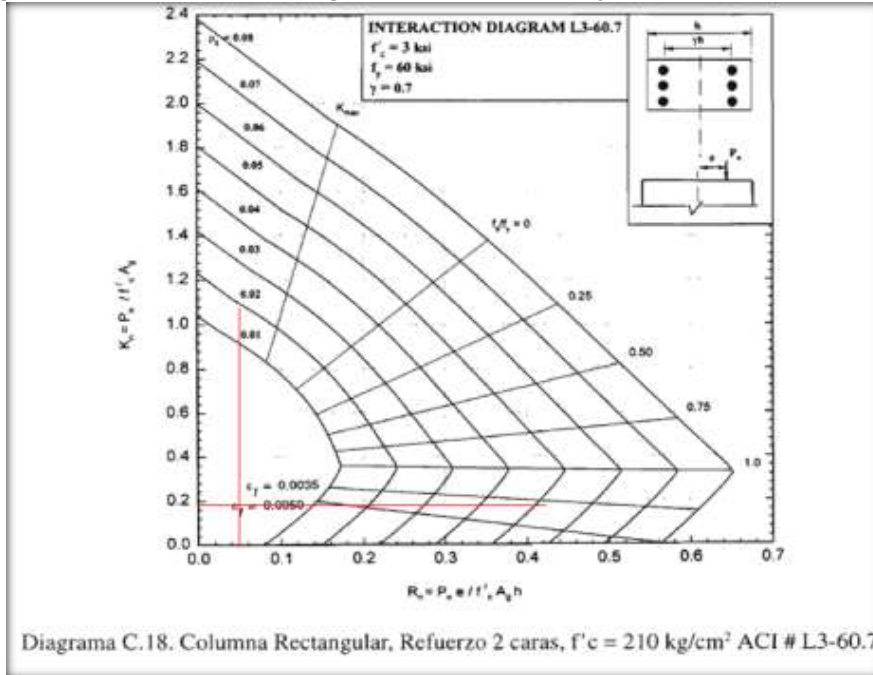


Imagen 178, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 179, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B2-3, Centro cultural

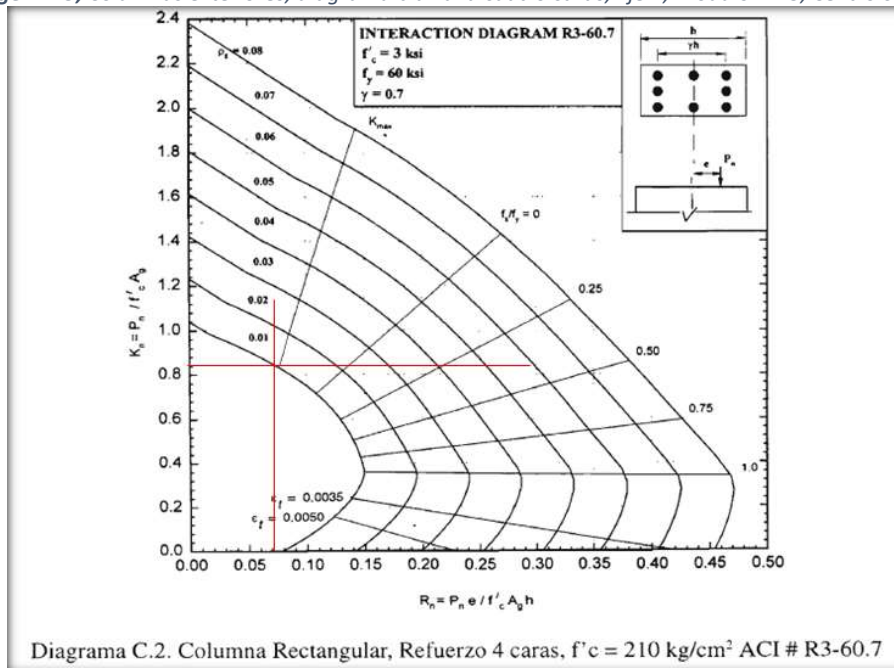
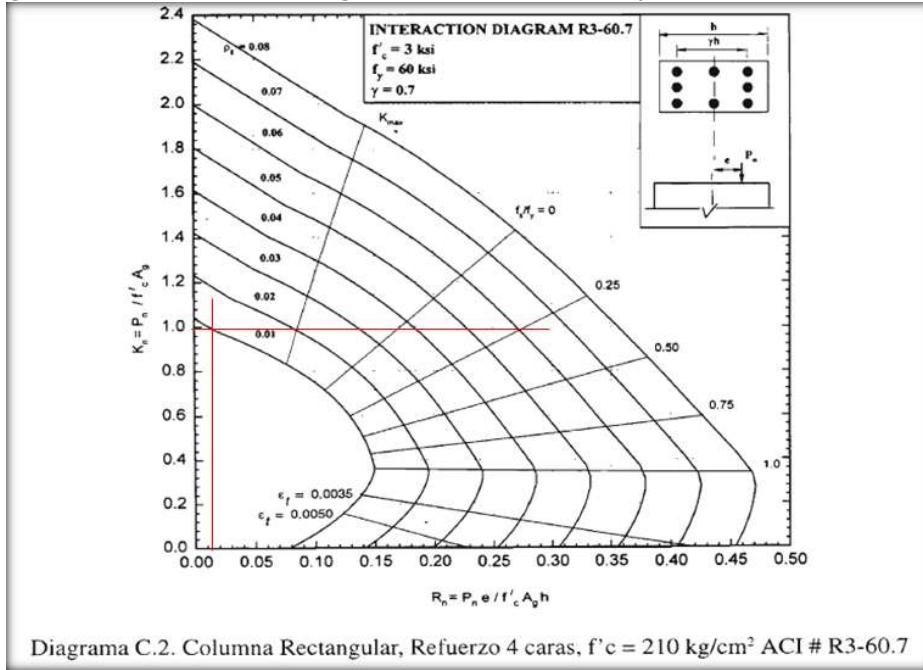


Imagen 180, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B2-3, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

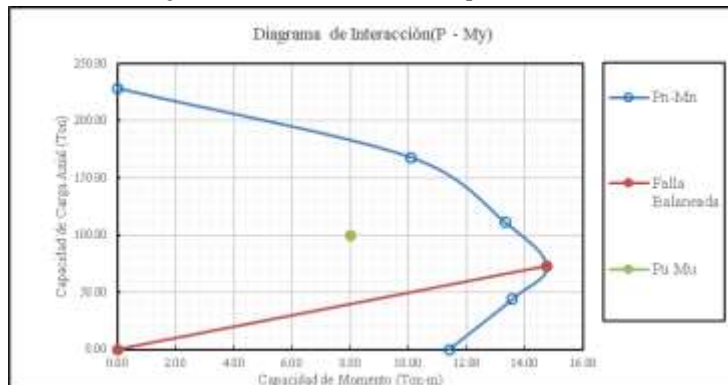
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B3-1, columnas interiores.**

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

γ=	0.7		
Analisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0971	ρ =	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0011	ρ =	0.00100

Imagen 181, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural

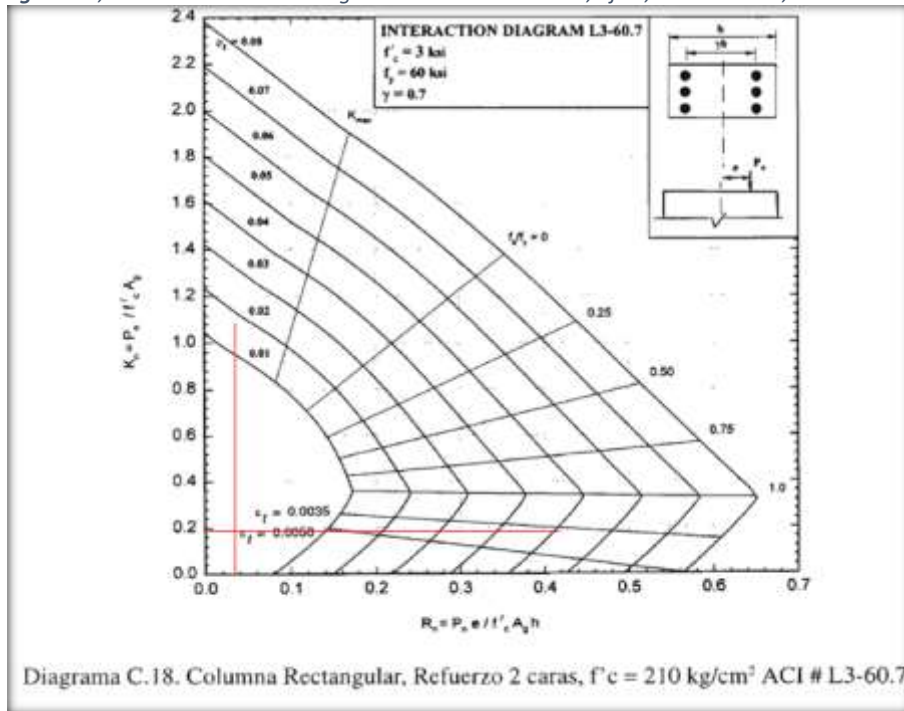
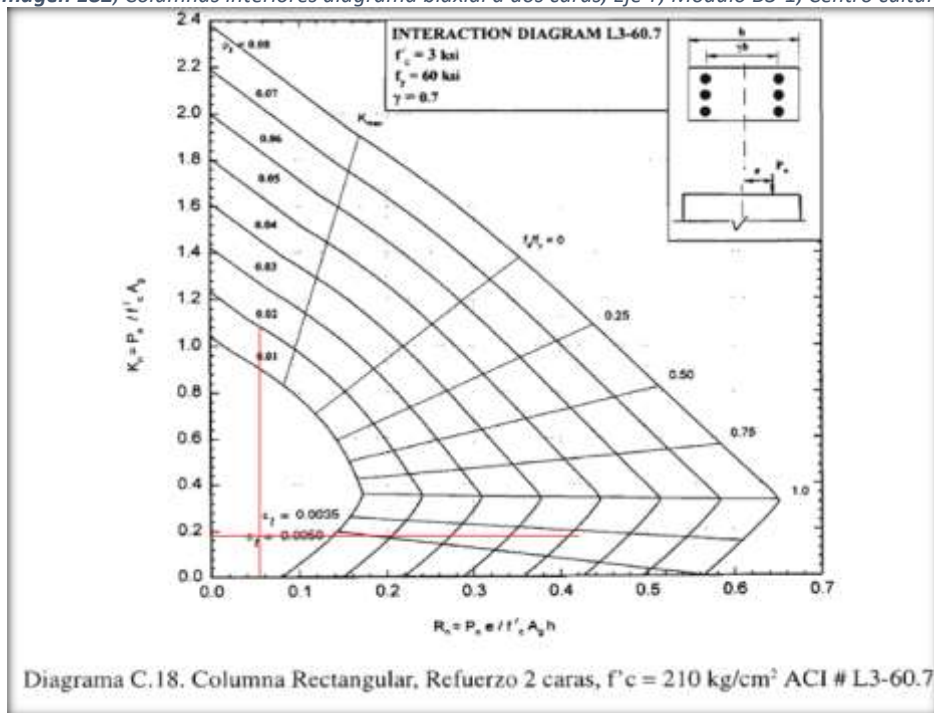


Imagen 182, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 183, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural

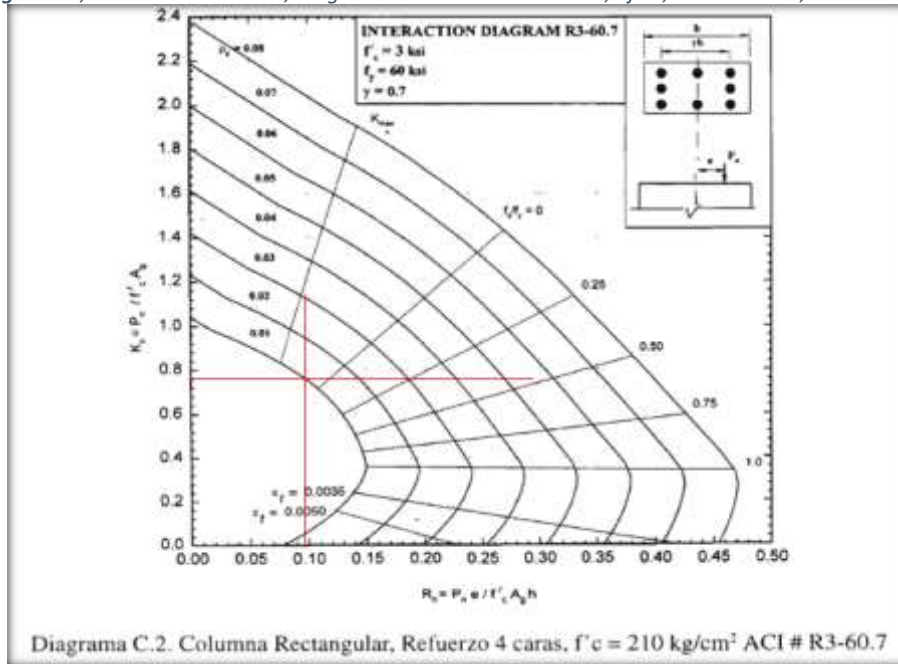
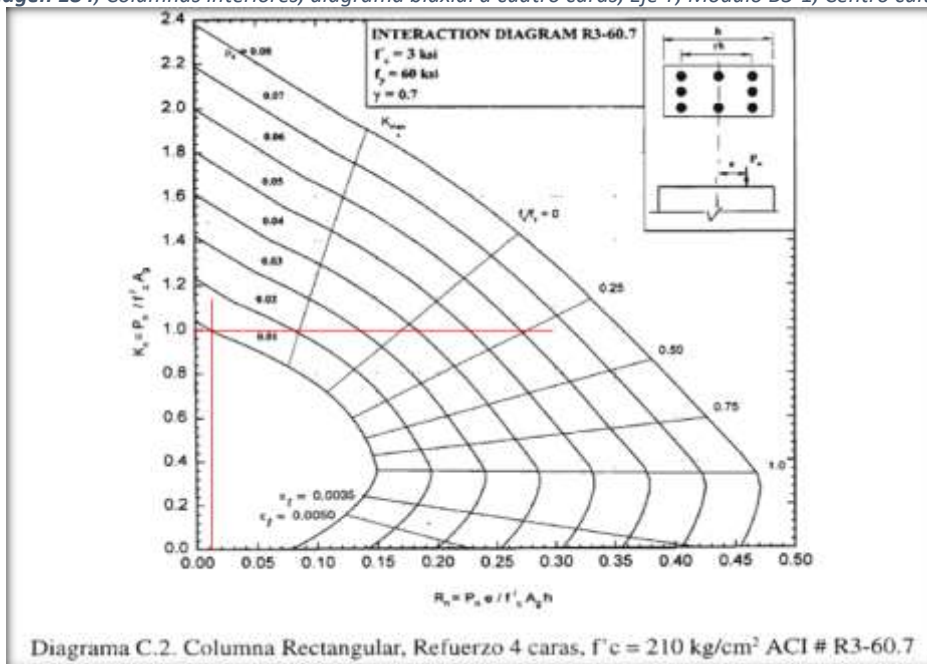


Imagen 184, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural



<b>P<sub>x</sub></b>
195.51 Tn

<b>P<sub>y</sub></b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

**P<sub>n</sub>=** 195.51 Tn OK

**Verificación:**

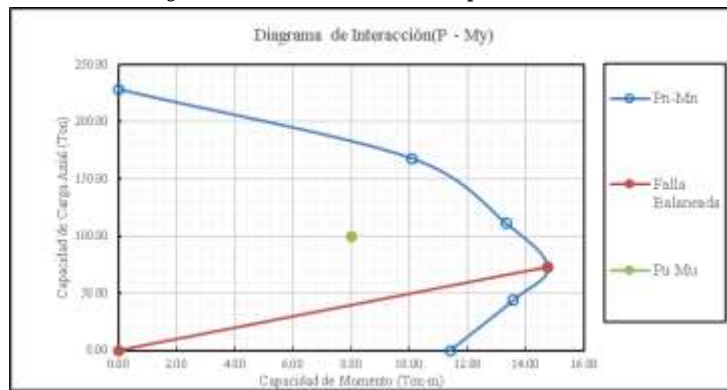
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el P<sub>n</sub> ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B3-1, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 185, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural

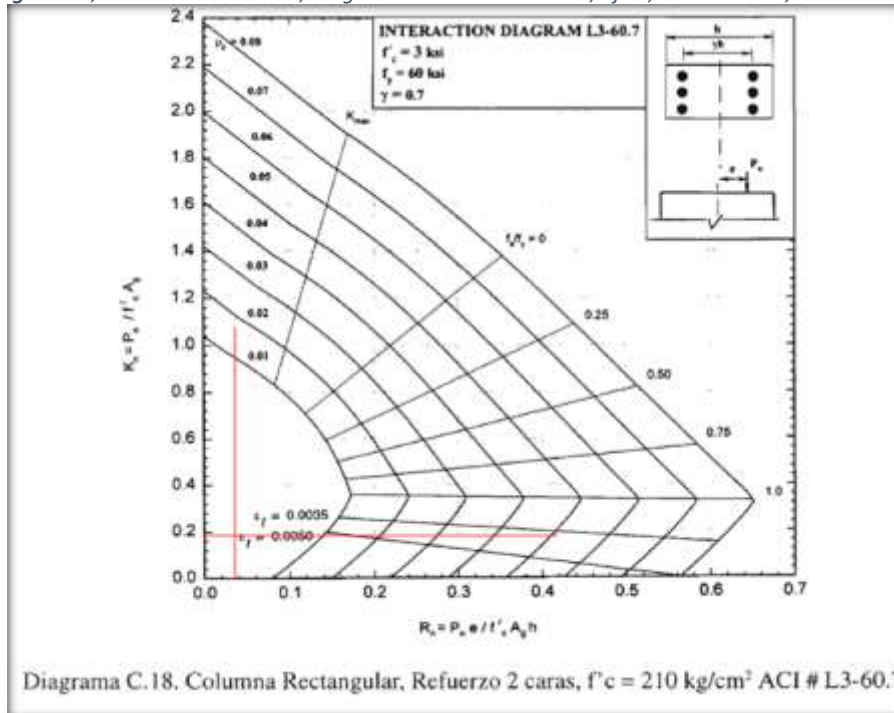
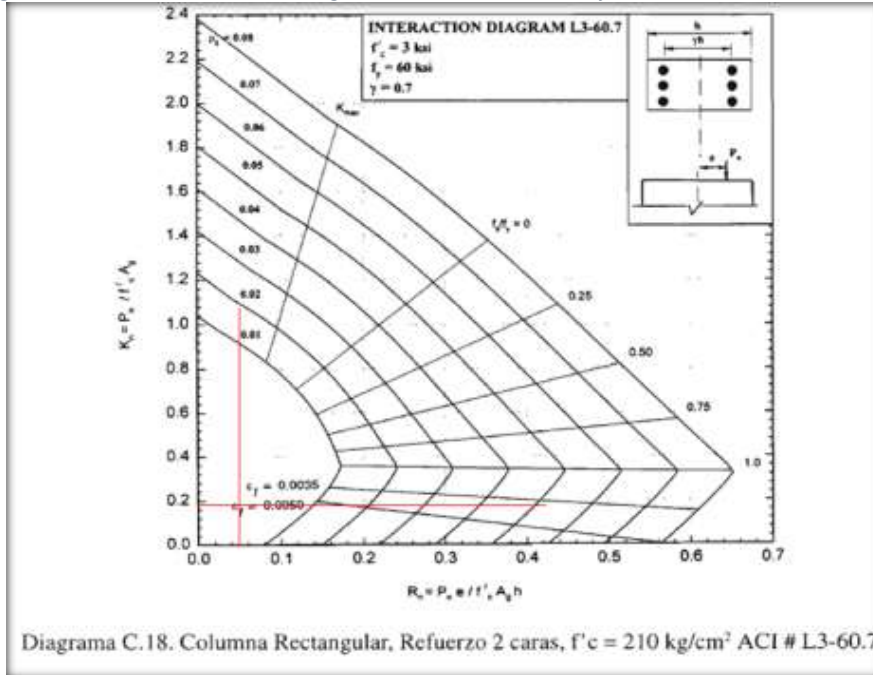


Imagen 186, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 187, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-1, Centro cultural

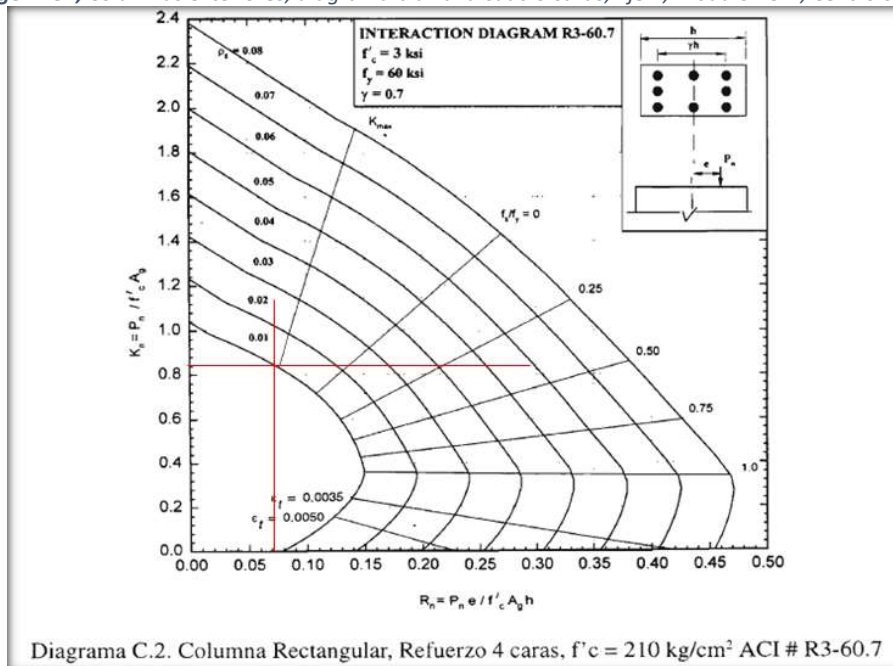
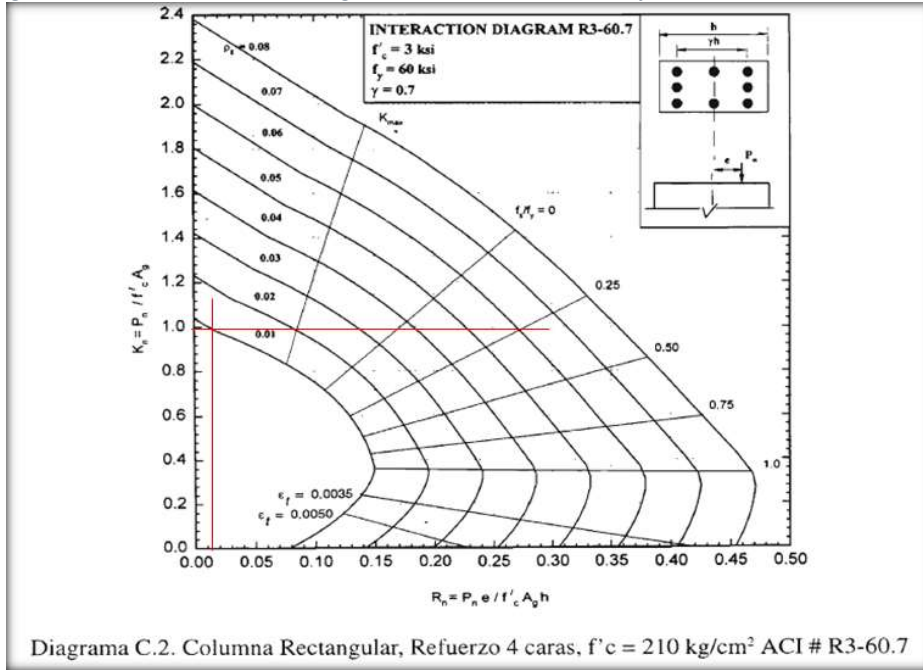


Imagen 188, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-1, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

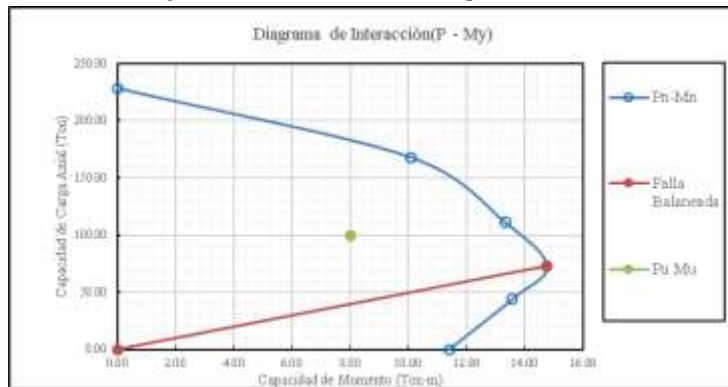
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B3-2, columnas interiores.**

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

γ=	0.7		
Análisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0971	ρ =	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0011	ρ =	0.00100

Imagen 189, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural

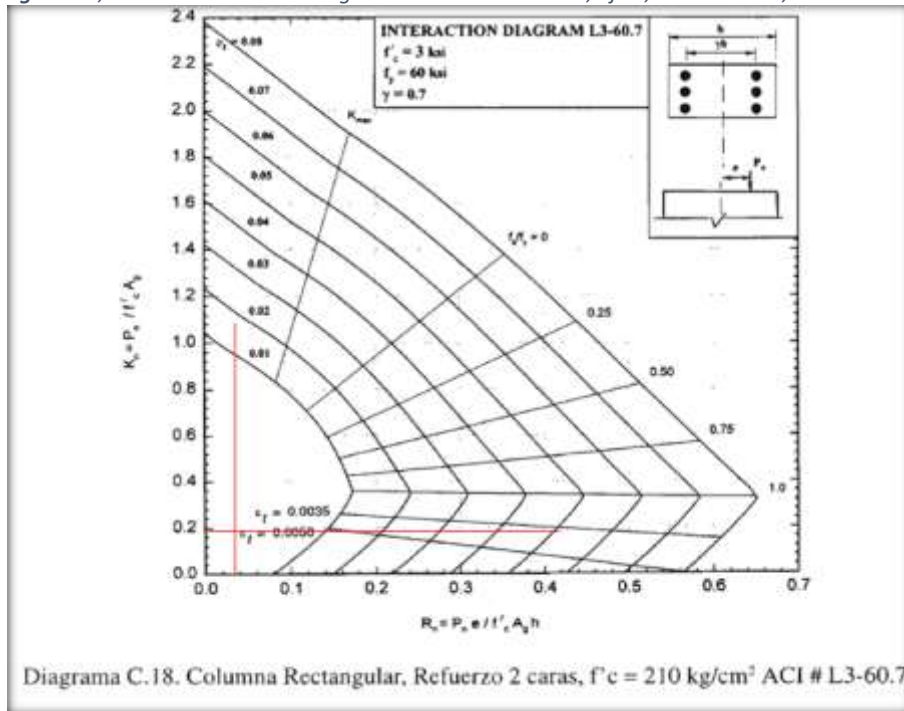
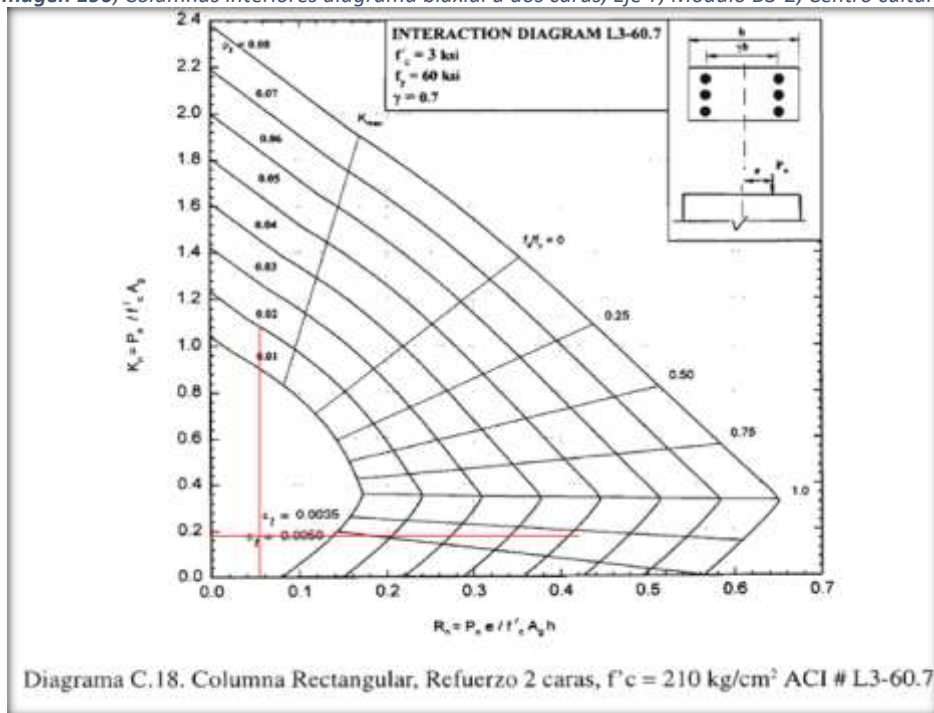


Imagen 190, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 191, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural

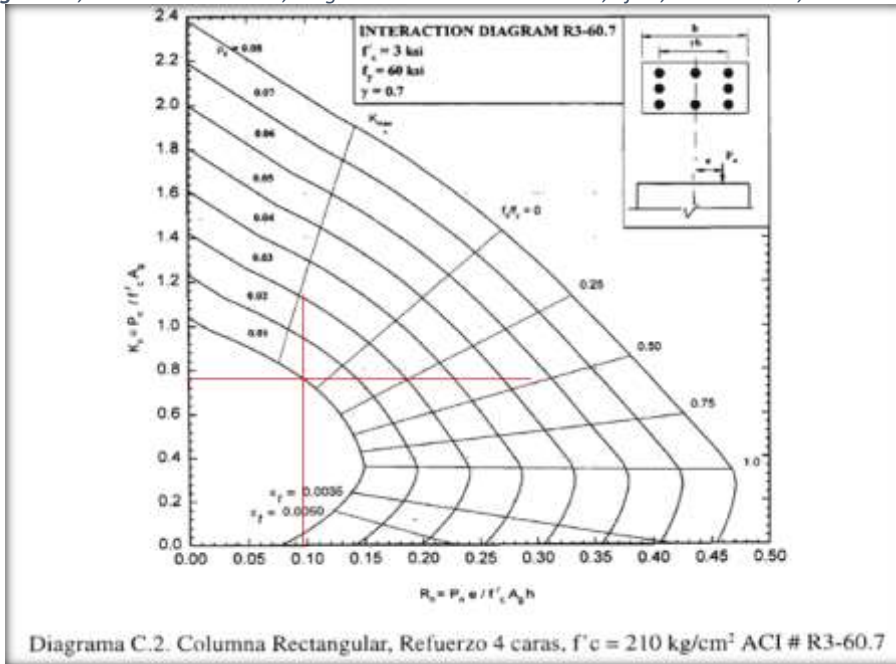
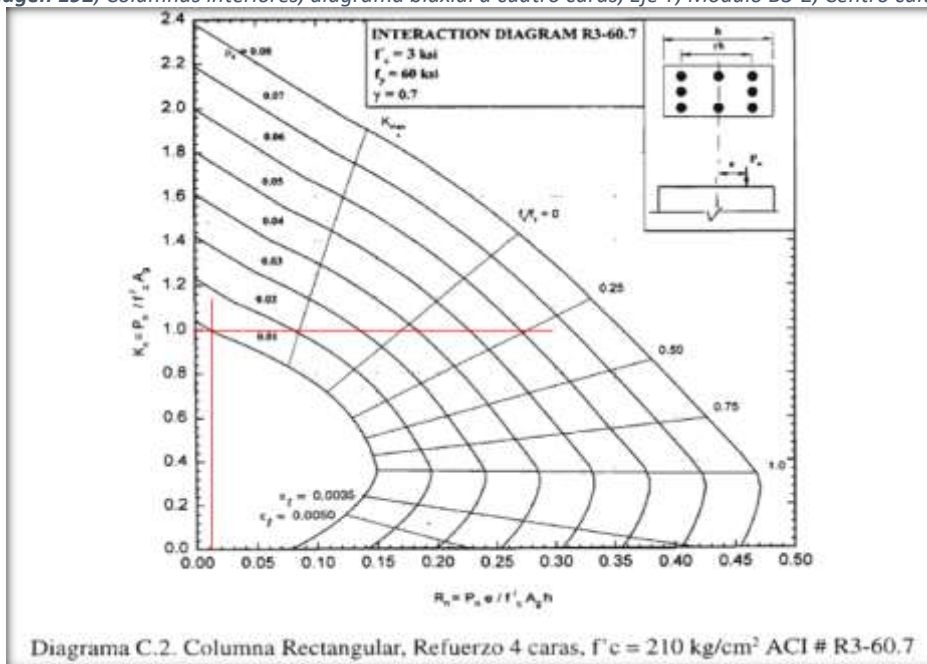


Imagen 192, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural



<b>P<sub>x</sub></b>
195.51 Tn

<b>P<sub>y</sub></b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

**P<sub>n</sub>=**

195.51 Tn
-----------

 OK

**Verificación:**

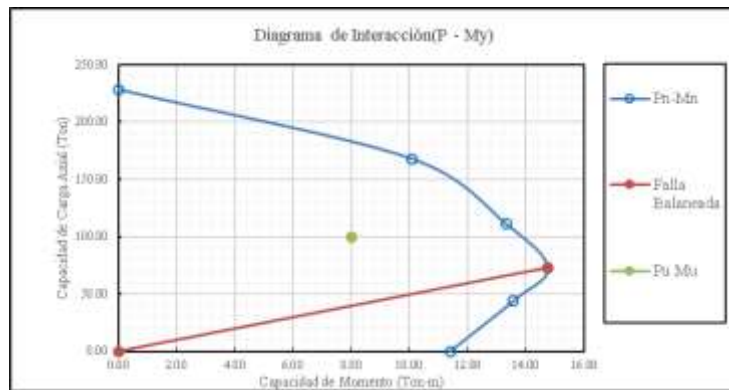
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el P<sub>n</sub> ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B3-2, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	$\rho =$	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 193, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural

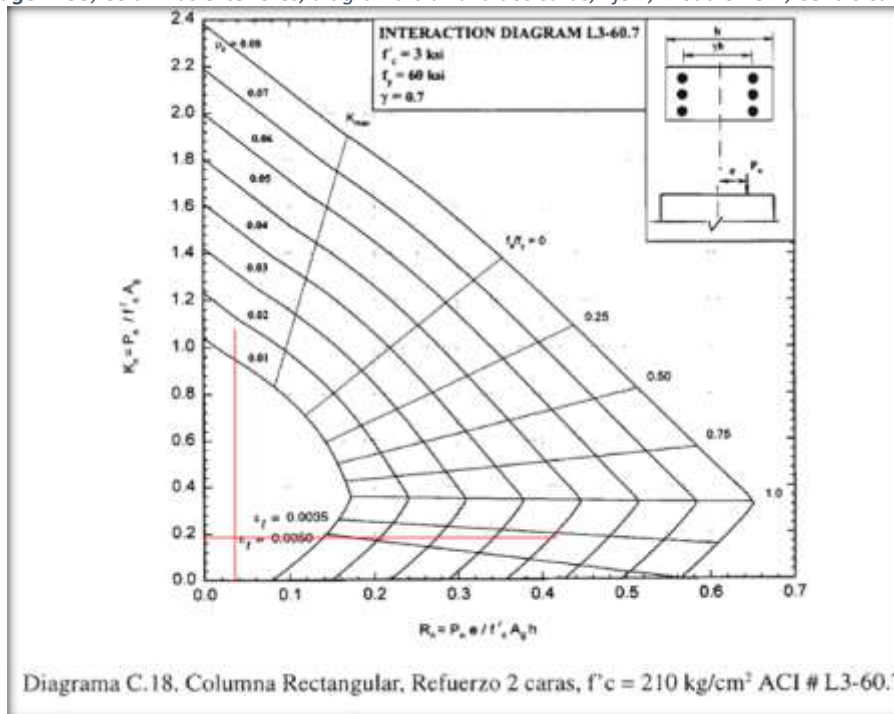
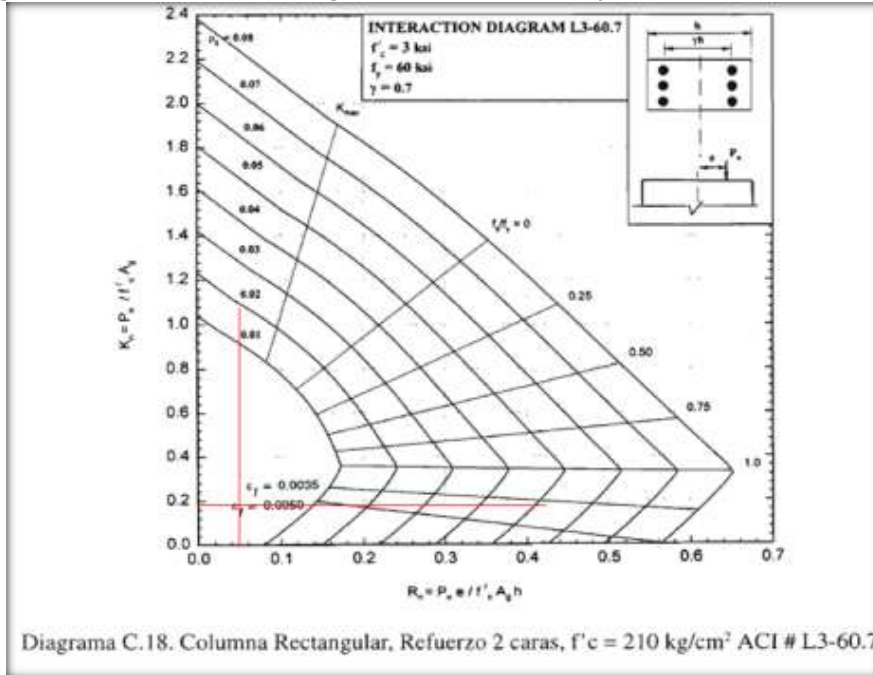


Imagen 194, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 195, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-2, Centro cultural

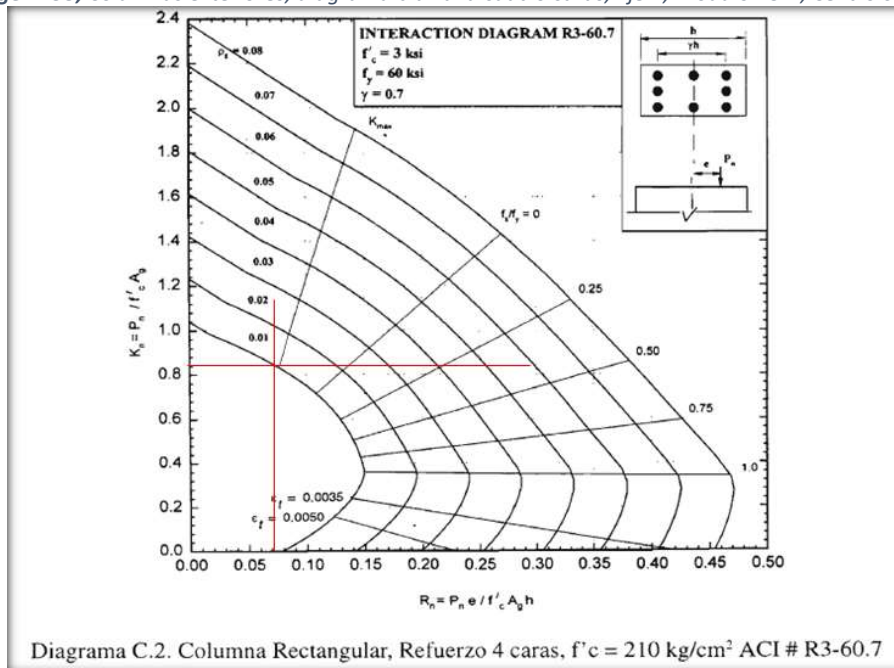
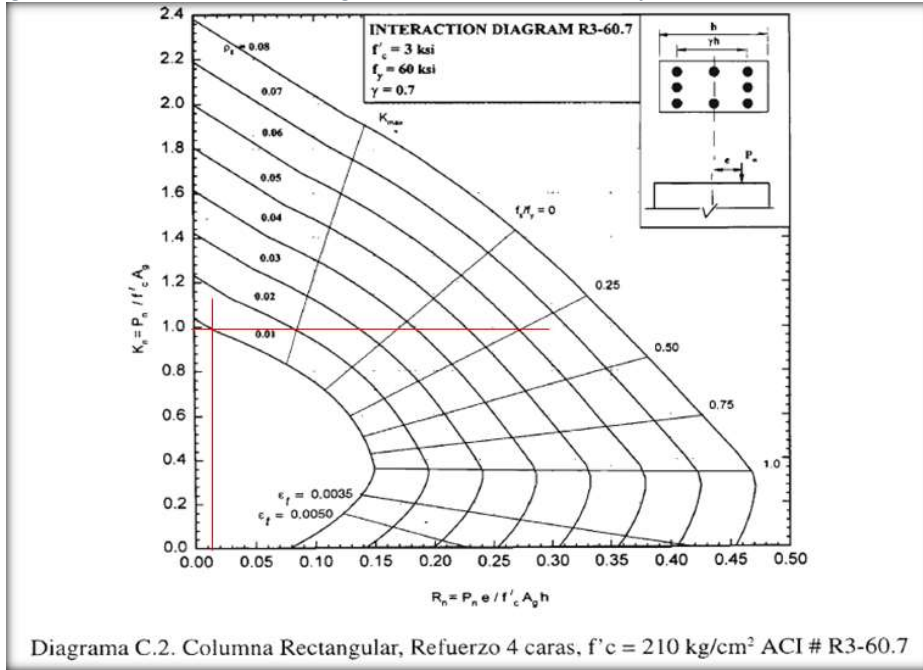


Imagen 196, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-2, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

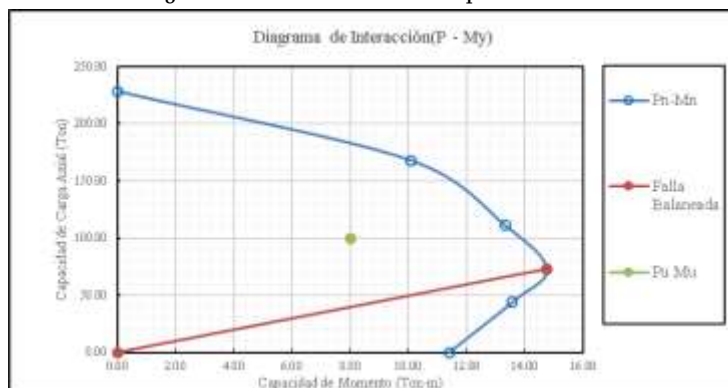
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B3-3, columnas interiores.**

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

γ=	0.7		
Analisis 2 caras			
<b>Carga axial + Mx</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0971	ρ =	0.00450
<b>Carga axial + My</b>			
Kn=	0.0963		
Rn=	0.0011	ρ =	0.00100

Imagen 197, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural

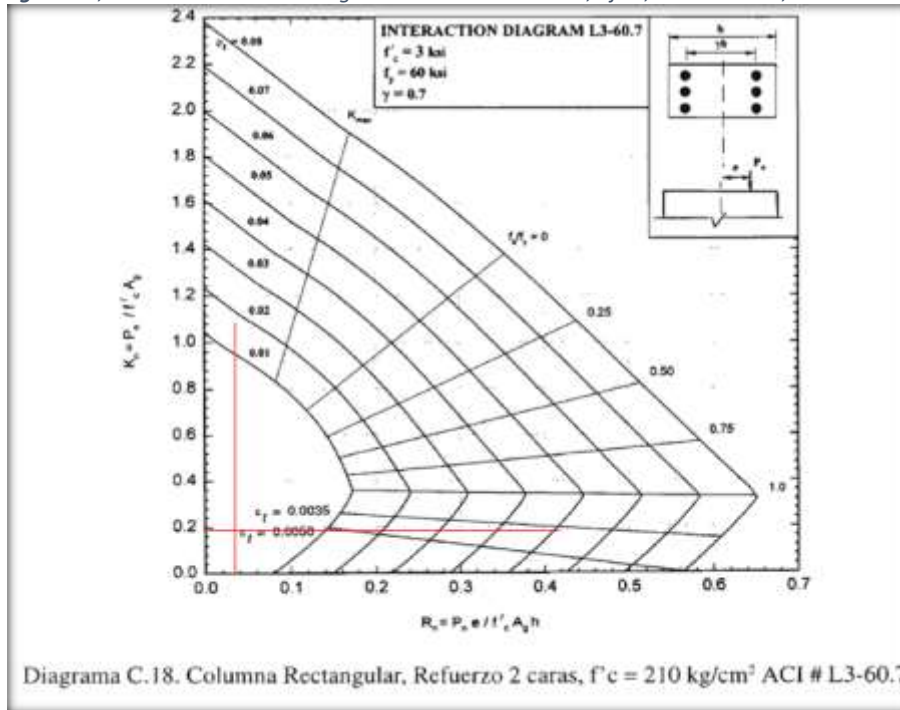
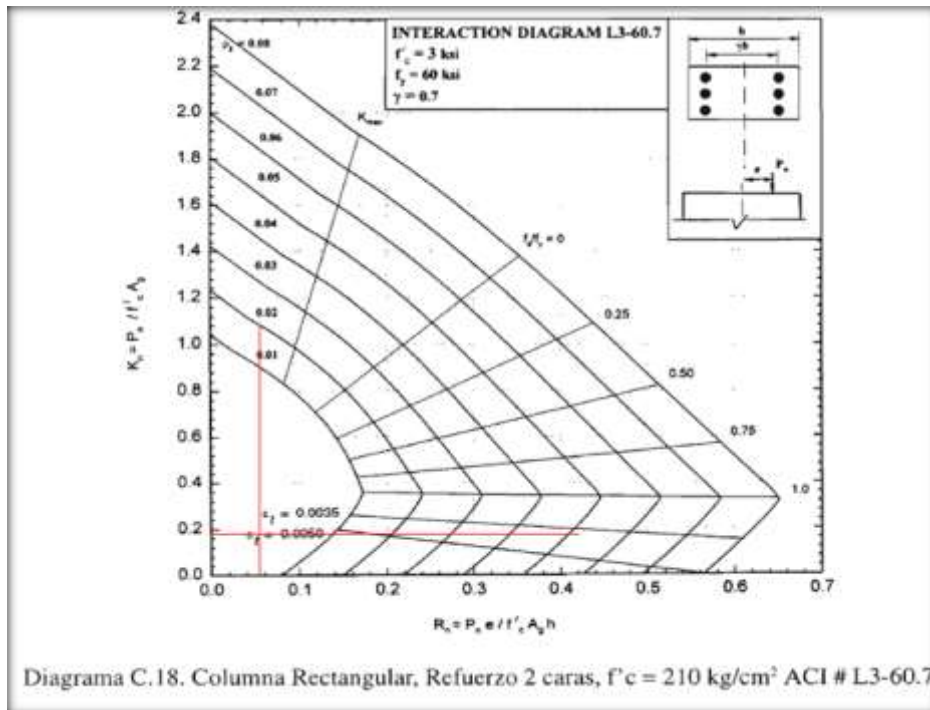


Imagen 198, Columnas interiores diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.0971
Carga axial + My	
Kn=	1.0000
Rn=	0.0011

Imagen 199, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural

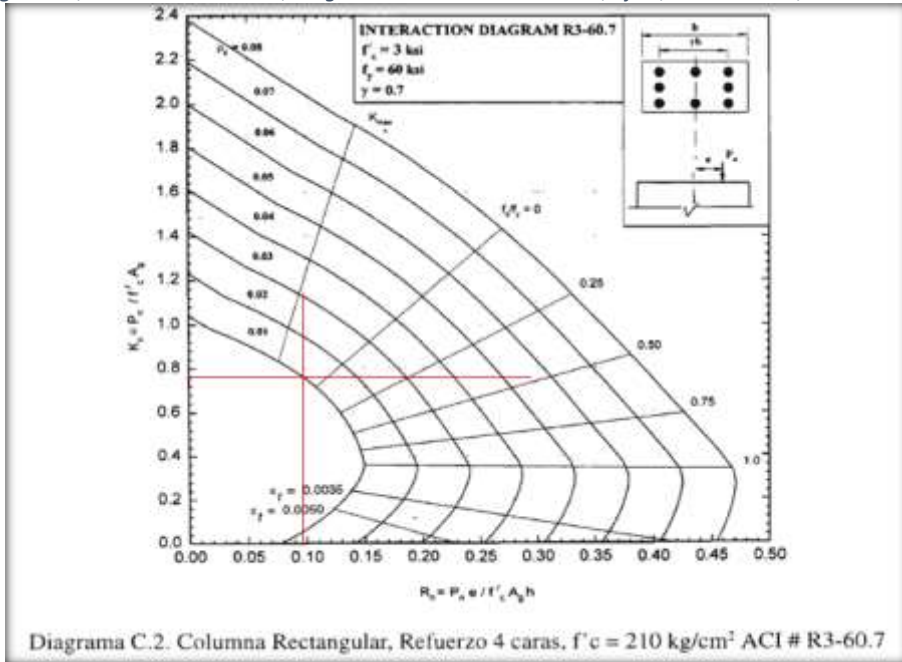
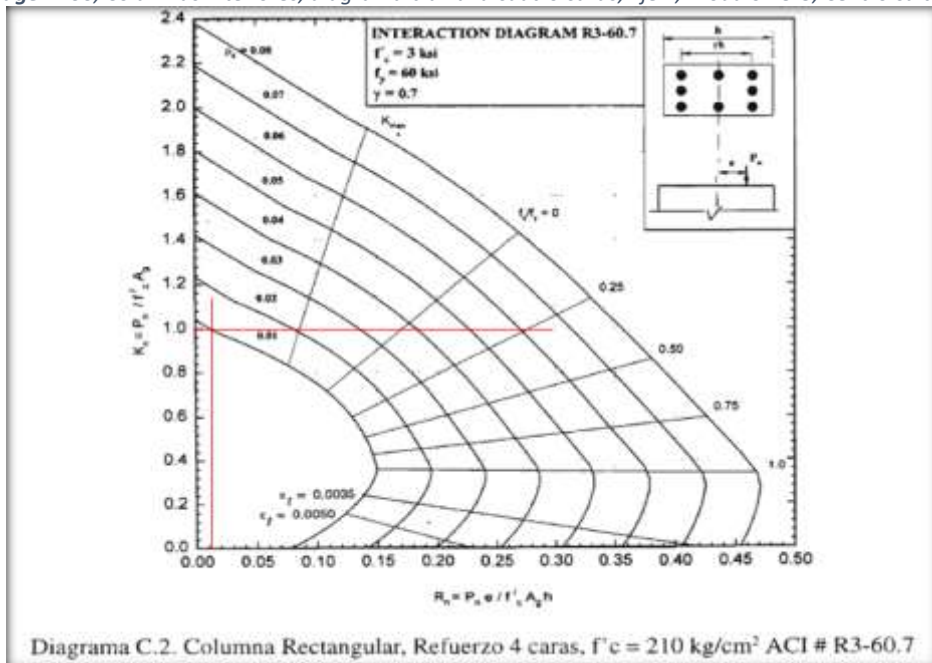


Imagen 200, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural



<b>Px</b>
195.51 Tn

<b>Py</b>
257.25 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	195.51 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

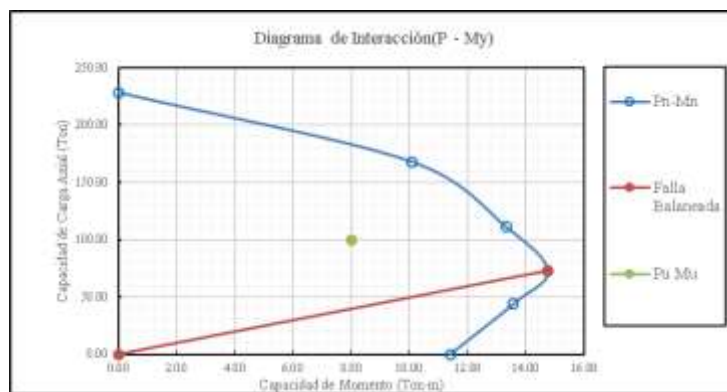
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{191.24} = 0.09 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{12.80} + \frac{0.07}{12.80} = 0.48 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B3-3, columnas exteriores.

Ancho de columna	35.00 cm.
Alto de columna	35.00 cm.
Carga axial	8.74 Tn
Momento en X	4.74 Tn/m
Momento en Y	0.77 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0485	ρ =	0.00330
Rn=	0.0752		
Carga axial + My			
Kn=	0.0485	ρ =	0.00100
Rn=	0.0122		

Imagen 201 Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural

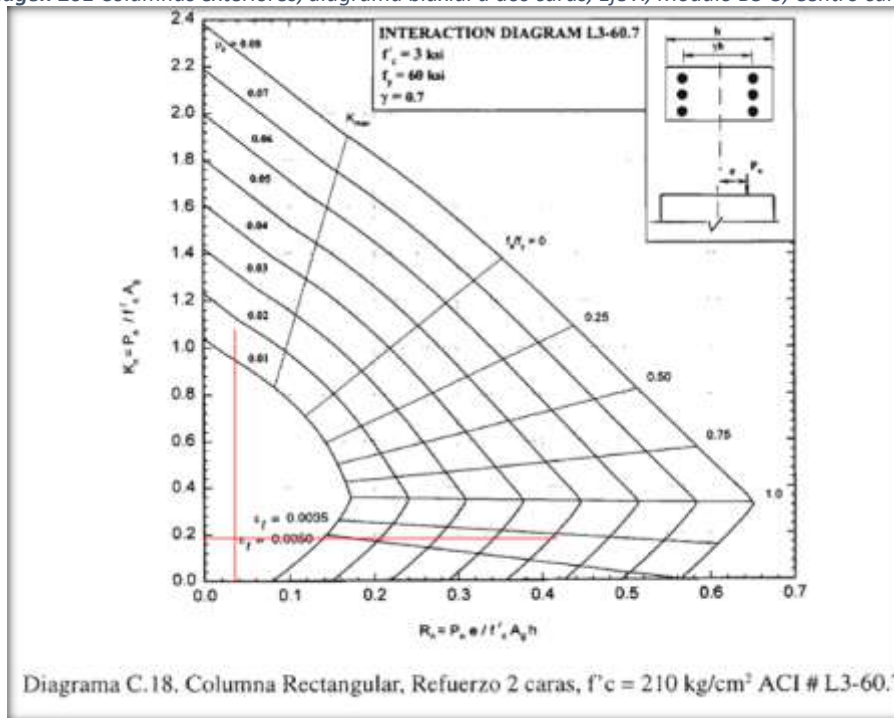
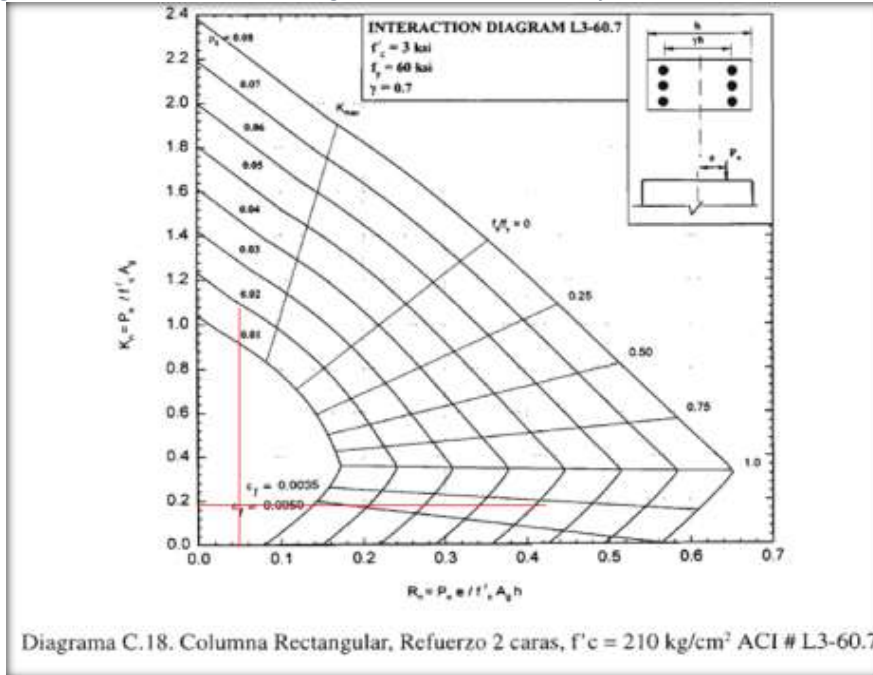


Imagen 202, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8400
Rn=	0.0752
Carga axial + My	
Kn=	0.9900
Rn=	0.0122

Imagen 203, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-3, Centro cultural

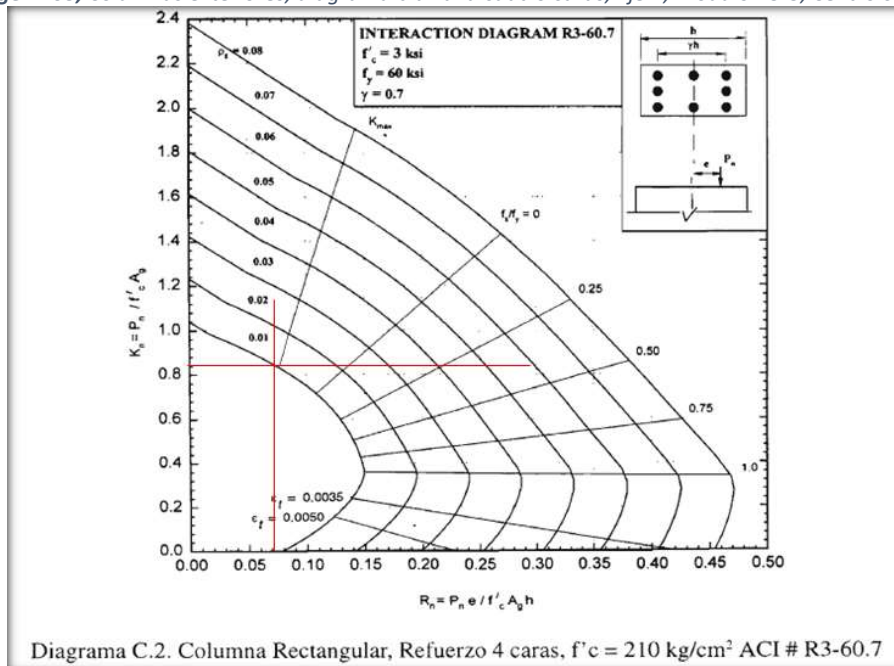
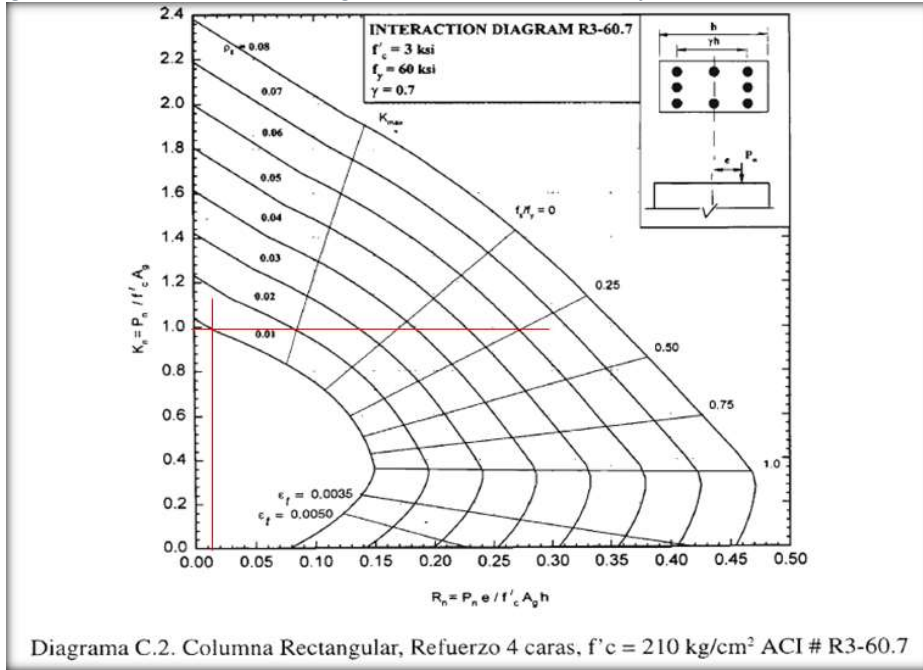


Imagen 204, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-3, Centro cultural



<b>Px</b>
216.09 Tn

<b>Py</b>
254.68 Tn

<b>P axial pura</b>
273.20 Tn

<b>Pn=</b>	216.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

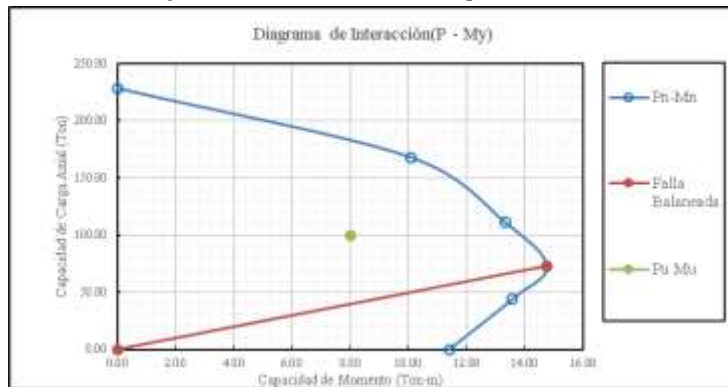
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{8.74}{191.24} = 0.05 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el  $P_n$  ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{8.74}{0.7} = 12.49$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.74}{12.35} + \frac{0.77}{12.35} = 0.45 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B3-4, primer nivel, columnas interiores.**

Ancho de columna	45.00 cm.
Alto de columna	45.00 cm.
Carga axial	34.15 Tn
Momento en X	12.50 Tn/m
Momento en Y	3.06 Tn/m
Recubrimiento As	0.00 cm.
$f_c$	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.1147	p =	0.00770
Rn=	0.0933		
Carga axial + My			
Kn=	0.1147	p =	0.00250
Rn=	0.0228		

Imagen 205, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

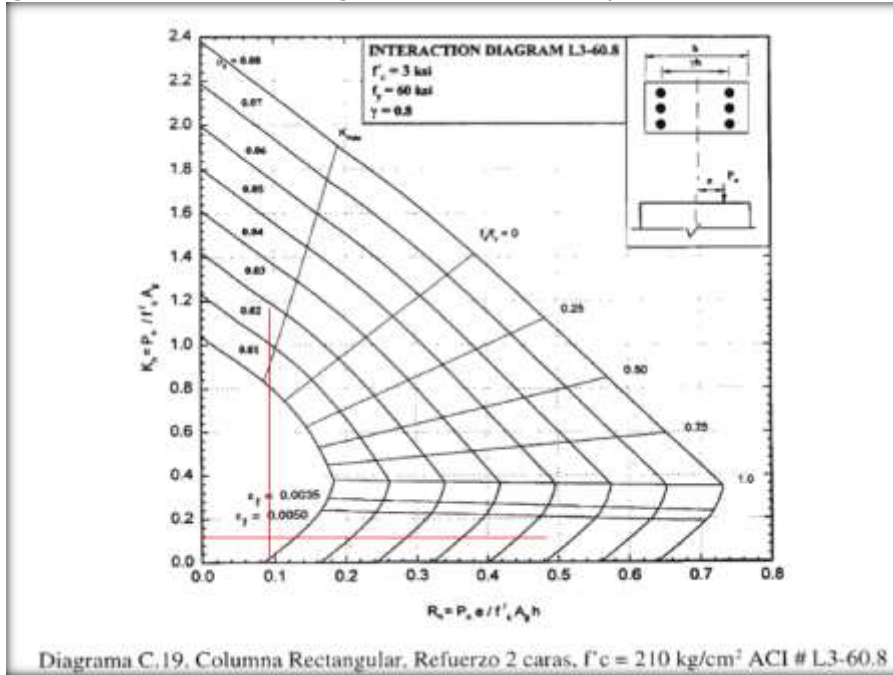
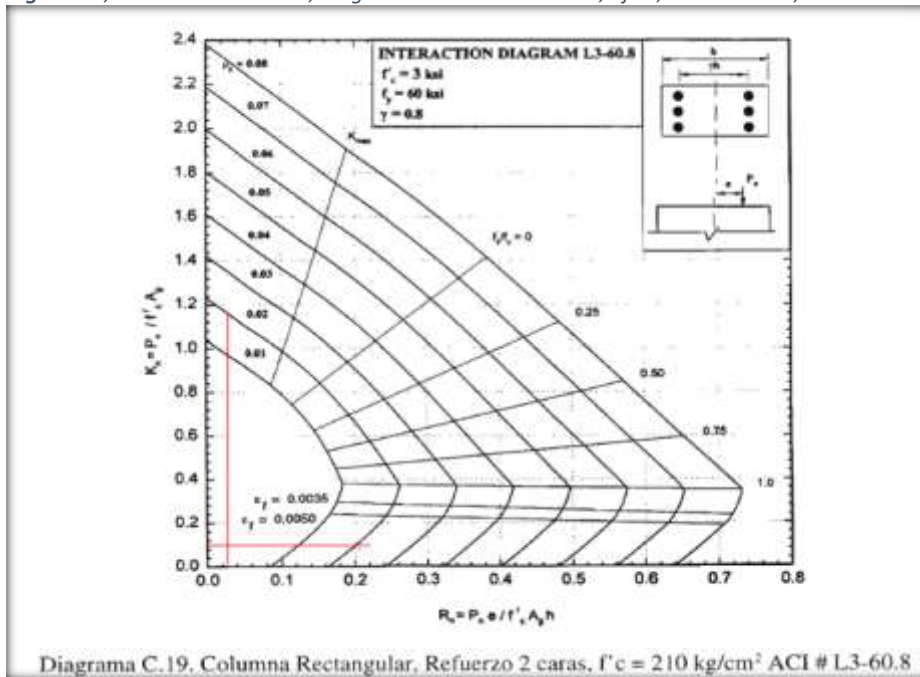


Imagen 206, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7800
Rn=	0.0933
Carga axial + My	
Kn=	1.0300
Rn=	0.0228

Imagen 207, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

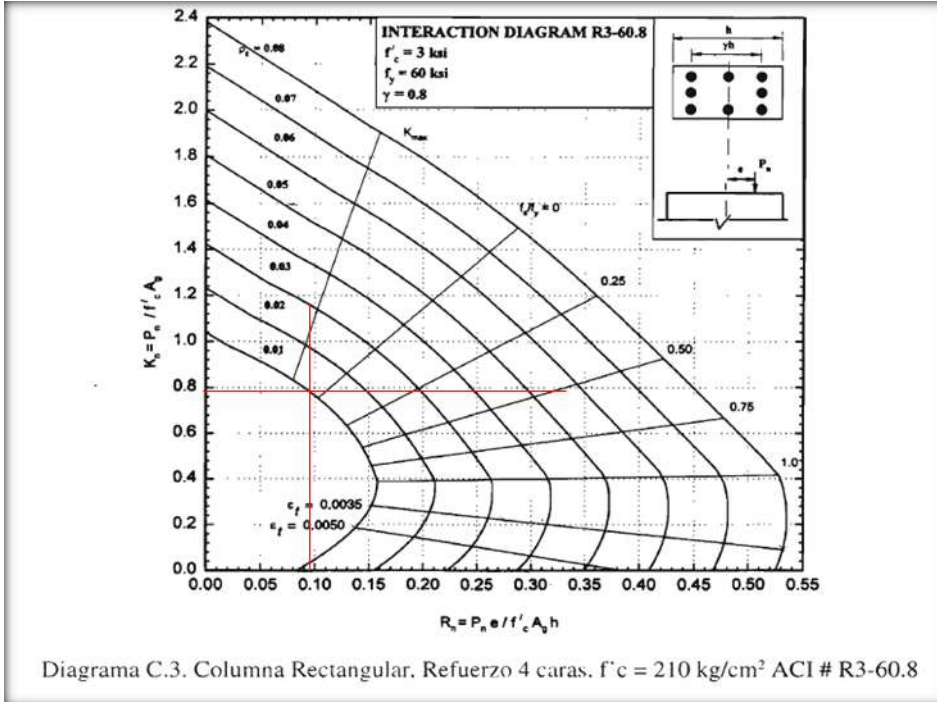
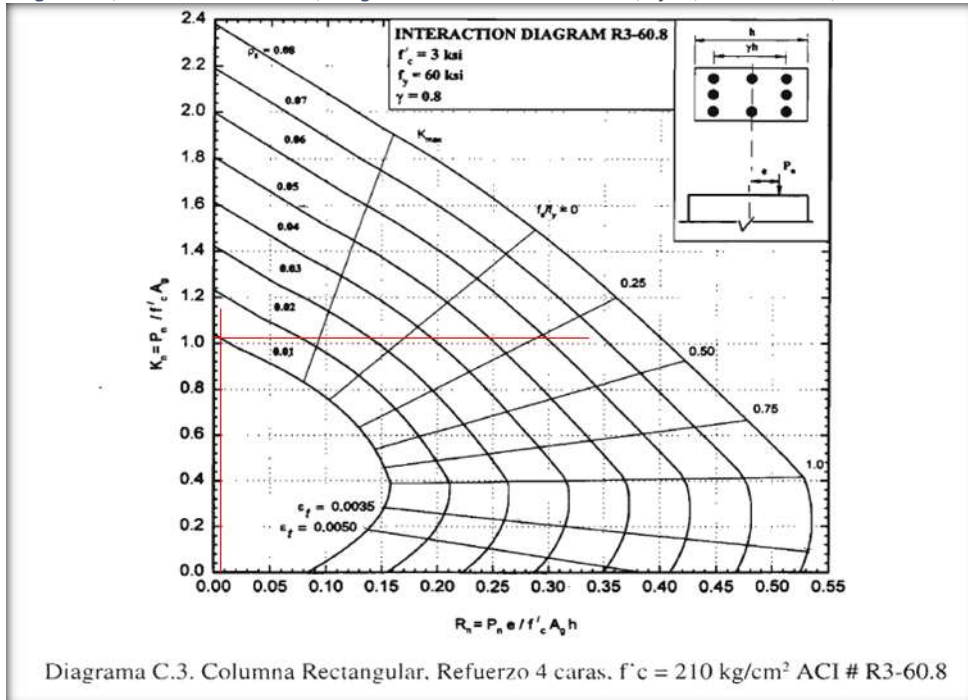


Imagen 208, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



<b>Px</b>
331.70 Tn

<b>Py</b>
438.01 Tn

<b>P axial pura</b>
449.91 Tn

<b>Pn=</b>	331.70 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{34.15}{314.94} = 0.11 \quad \text{Cumple}$$

**Centro cultural, módulo B3-4, primer nivel, columnas exteriores.**

<b>Ancho de columna</b>	45.00 cm.
<b>Alto de columna</b>	45.00 cm.
<b>Carga axial</b>	21.56 Tn
<b>Momento en X</b>	8.45 Tn/m
<b>Momento en Y</b>	0.35 Tn/m
<b>Recubrimiento As</b>	4.00 cm.
<b>f'c</b>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>fy</b>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

<b>Carga axial + Mx</b>	
<b>Kn=</b>	0.0724
<b>Rn=</b>	0.0631
<b>ρ =</b>	0.00510
<b>Carga axial + My</b>	
<b>Kn=</b>	0.0724
<b>Rn=</b>	0.0026
<b>ρ =</b>	0.00070

Imagen 209, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

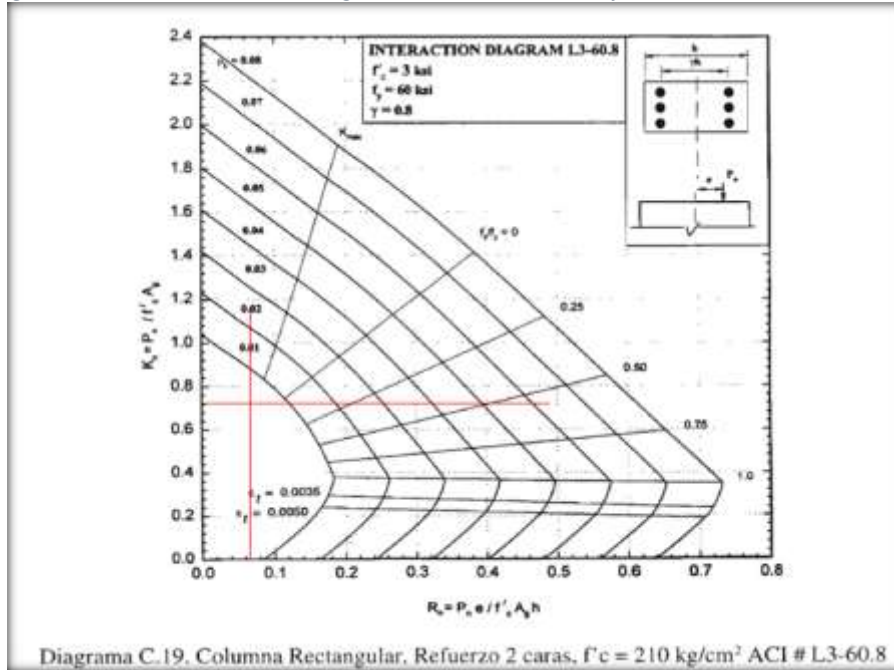
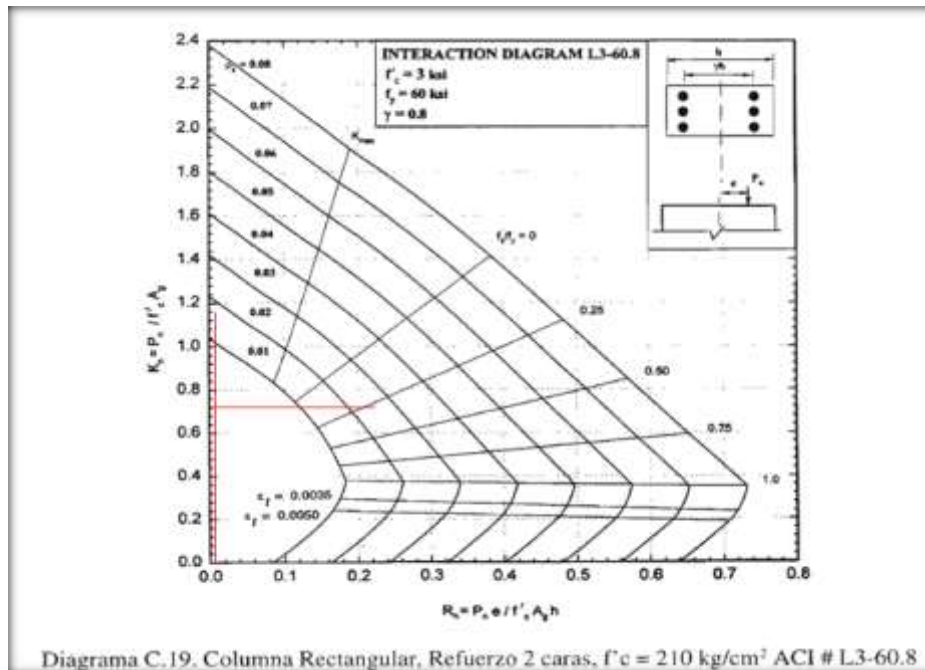


Imagen 210, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8700
Rn=	0.0631
Carga axial + My	
Kn=	1.0200
Rn=	0.0026

Imagen 211, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

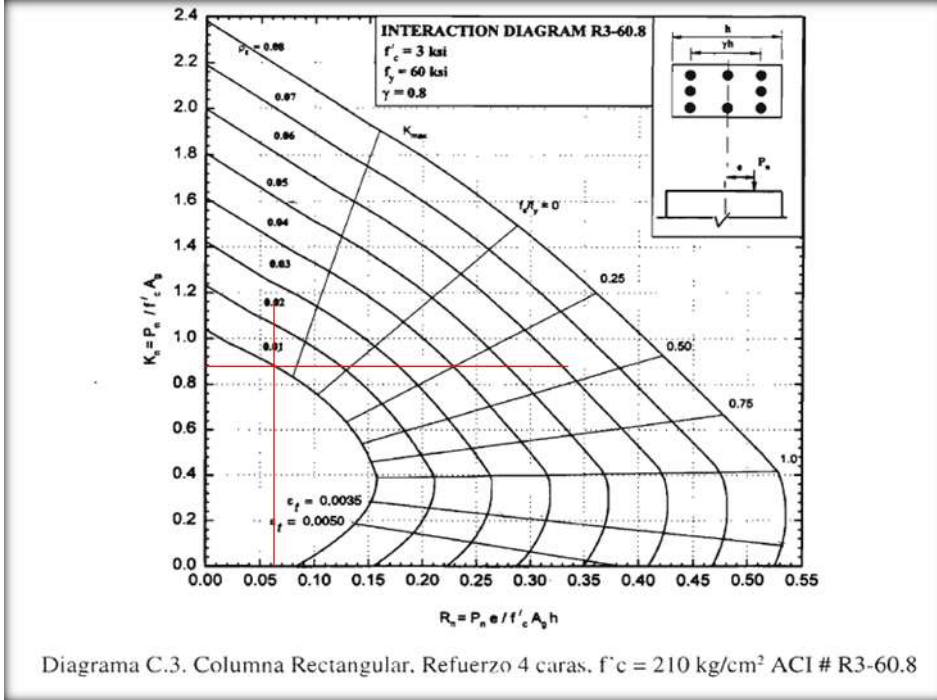
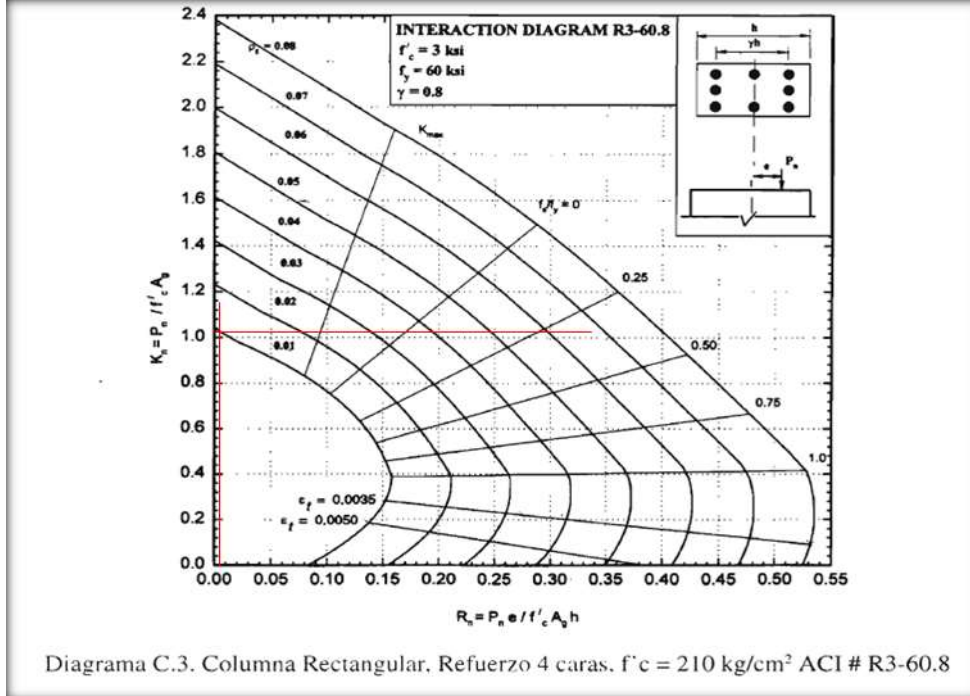


Imagen 212, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



<b>Px</b>
369.97 Tn

<b>Py</b>
433.76 Tn

<b>P axial pura</b>
449.91 Tn

<b>Pn=</b>	369.97 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

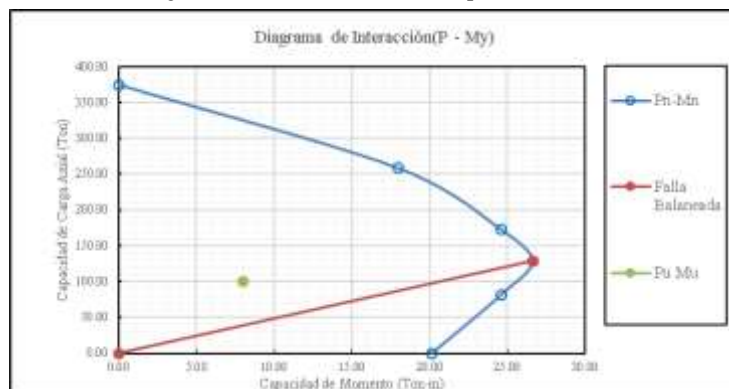
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{21.56}{314.94} = 0.07 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{21.6}{0.7} = 30.80$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{8.45}{22.00} + \frac{0.35}{22.00} = 0.40 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

Centro cultural, módulo B3-4, segundo nivel, columnas interiores.

Ancho de columna	45.00 cm.
Alto de columna	45.00 cm.
Carga axial	17.34 Tn
Momento en X	6.12 Tn/m
Momento en Y	0.07 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0583	ρ =	0.00750
Rn=	0.0457		
Carga axial + My			
Kn=	0.0583	ρ =	0.00150
Rn=	0.0005		

Imagen 213, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

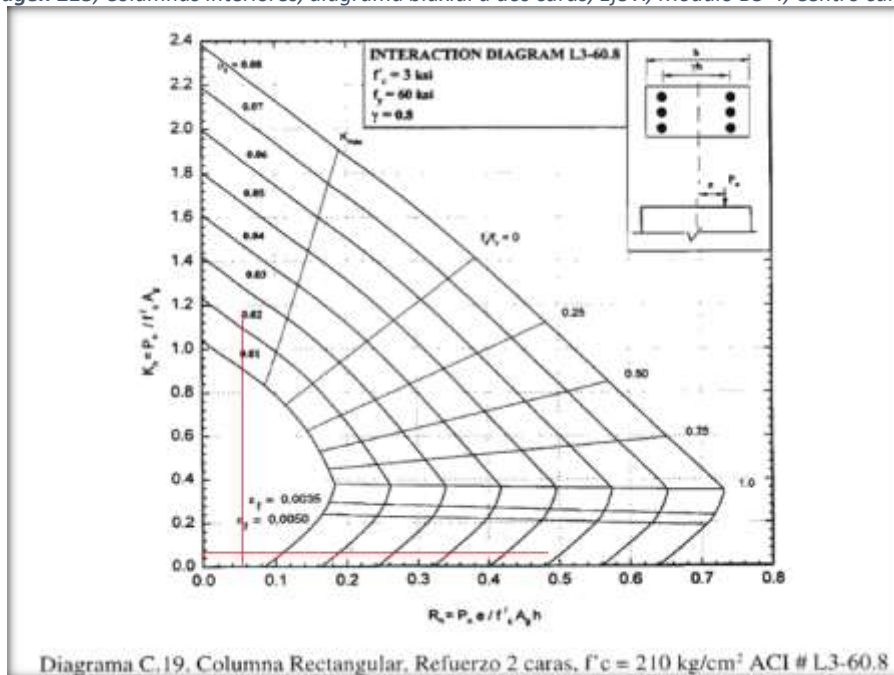
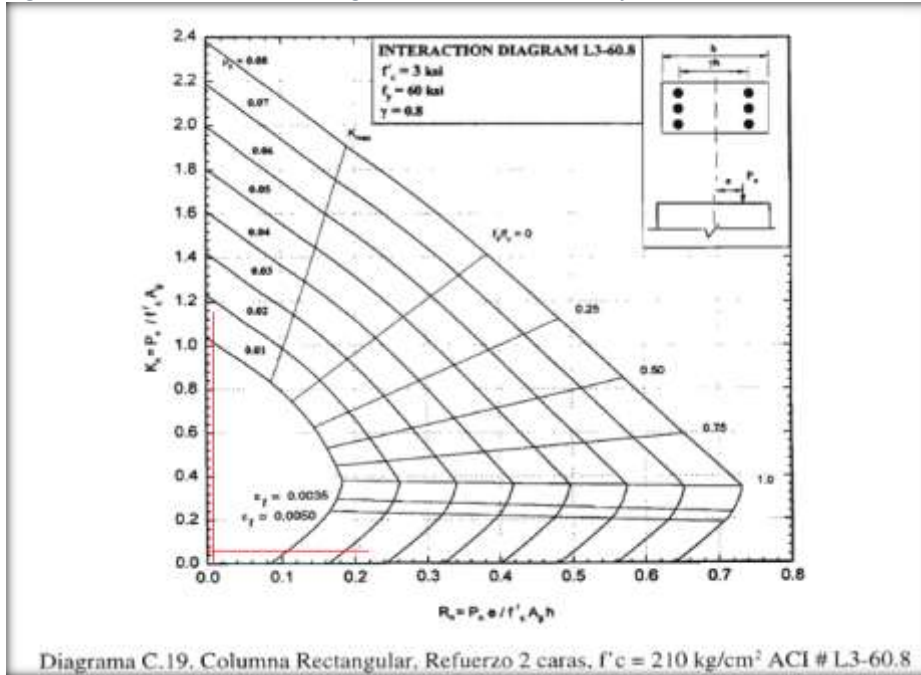


Imagen 214, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8750
Rn=	0.0457
Carga axial + My	
Kn=	1.0500
Rn=	0.0005

Imagen 215, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

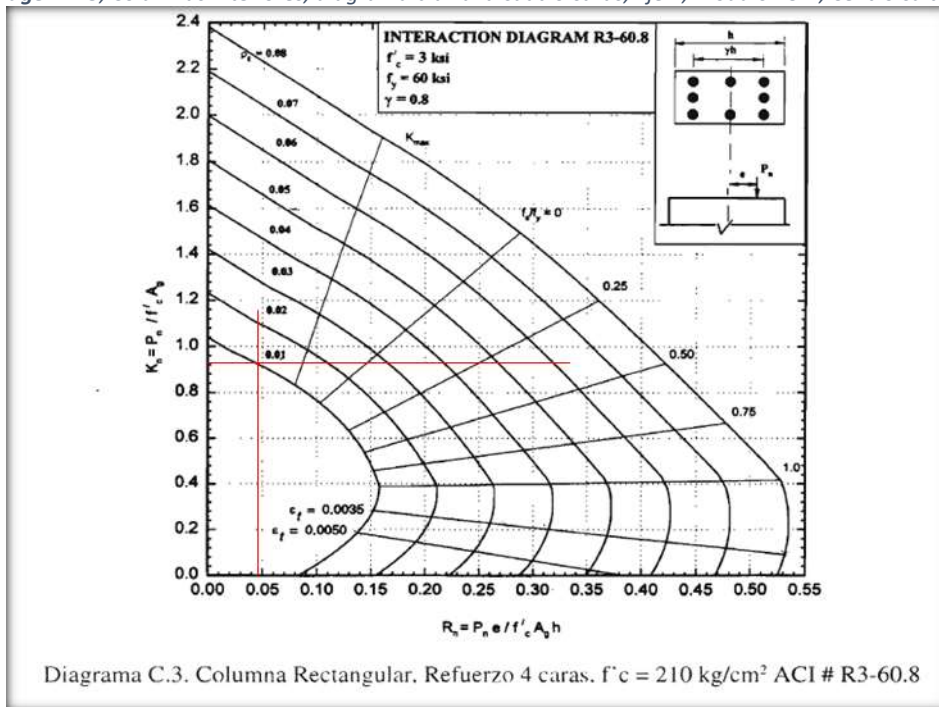
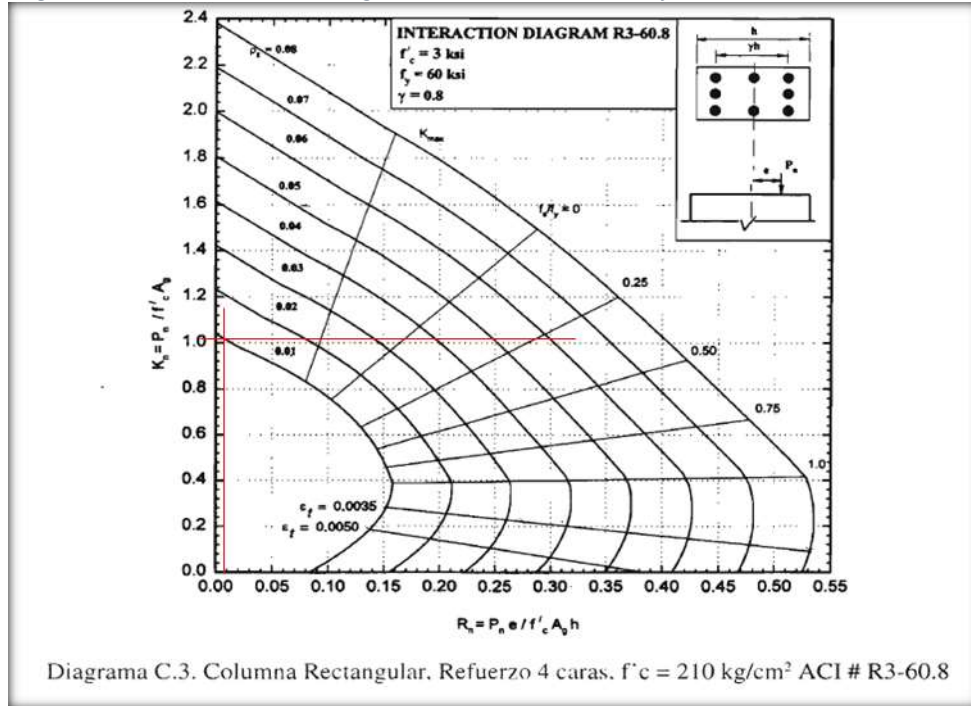


Imagen 216, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



<b>Px</b>
372.09 Tn

<b>Py</b>
446.51 Tn

<b>P axial pura</b>
449.91 Tn

<b>Pn=</b>	372.09 Tn
------------	-----------

**Verificación:**

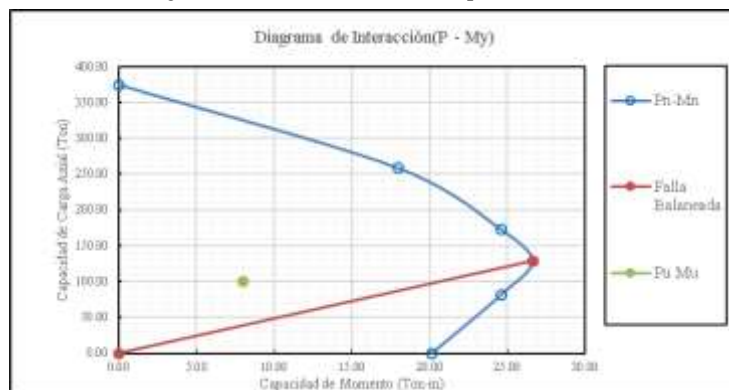
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{17.34}{314.94} = 0.06 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{17.3}{0.7} = 24.77$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{6.12}{22.50} + \frac{0.07}{22.50} = 0.28 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo B3-4, segundo nivel, columnas exteriores.**

Ancho de columna	45.00 cm.
Alto de columna	45.00 cm.
Carga axial	10.23 Tn
Momento en X	4.97 Tn/m
Momento en Y	0.81 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
Kn=	0.0344	ρ =	0.00400
Rn=	0.0371		
Carga axial + My			
Kn=	0.0344	ρ =	0.00025
Rn=	0.0060		

Imagen 217, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

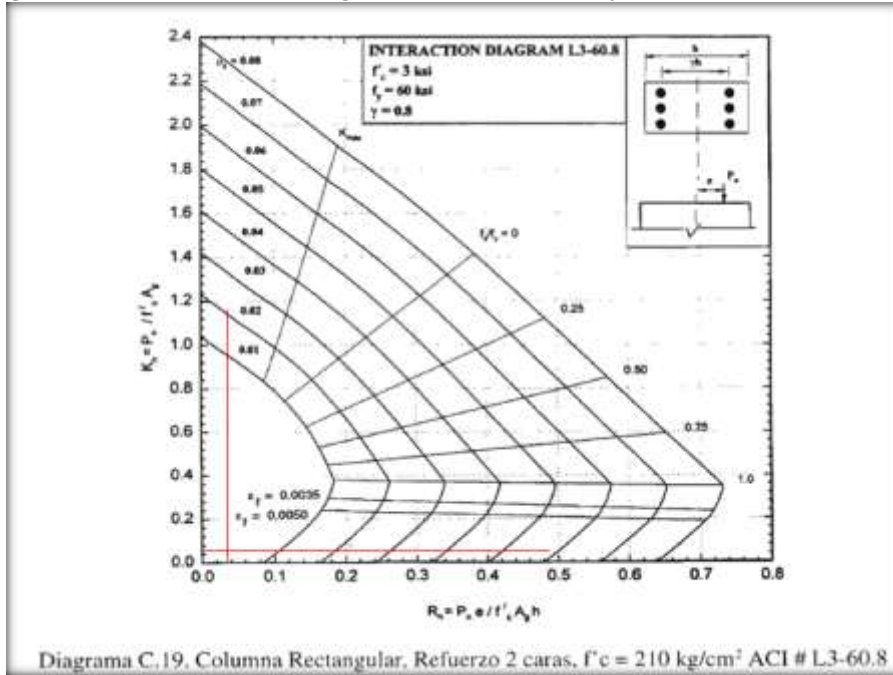
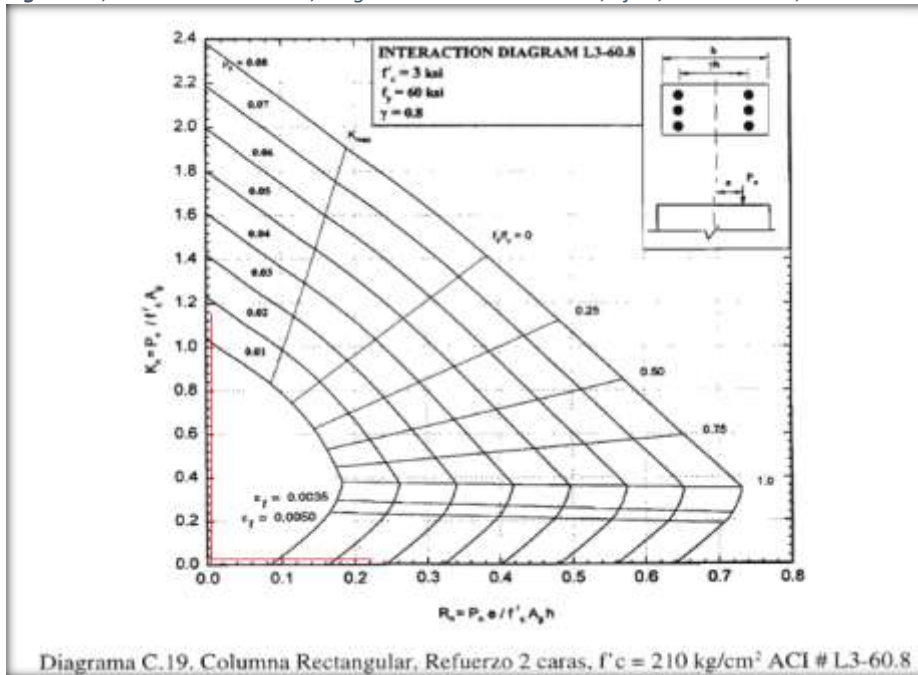


Imagen 218, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.9400
Rn=	0.0371
Carga axial + My	
Kn=	1.0700
Rn=	0.0060

Imagen 219, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo B3-4, Centro cultural

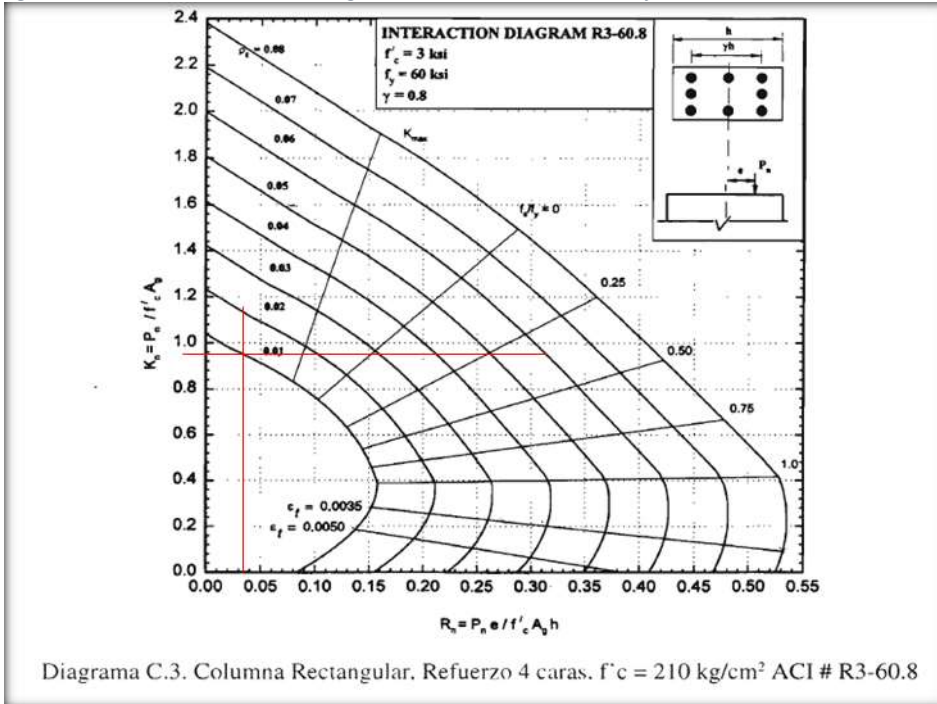
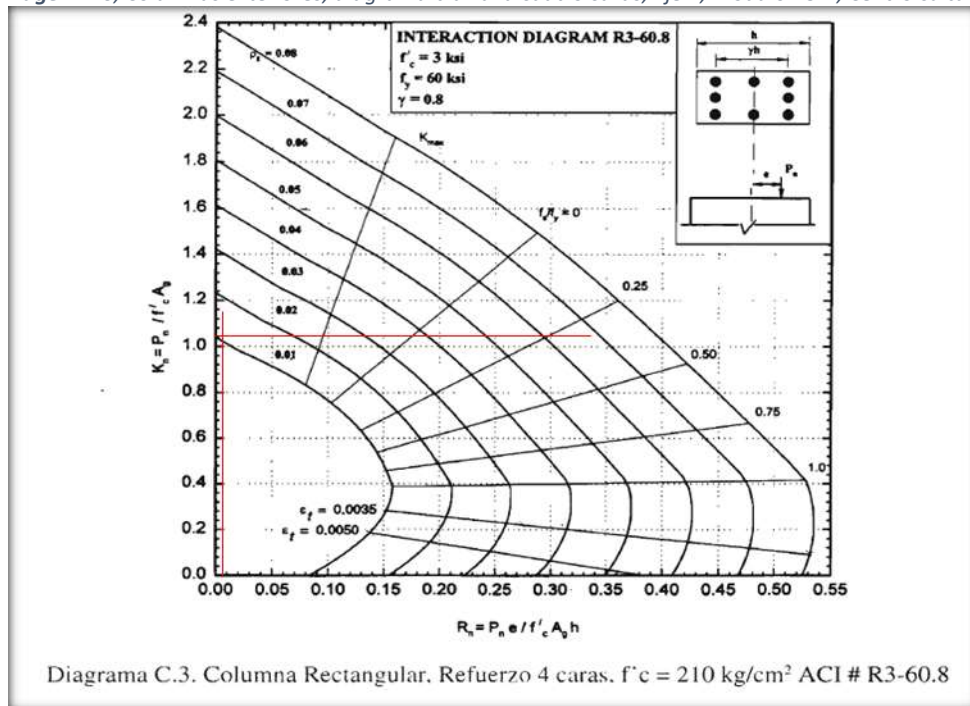


Imagen 220, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo B3-4, Centro cultural



<b>Px</b>
399.74 Tn

<b>Py</b>
455.02 Tn

<b>P axial pura</b>
449.91 Tn

<b>Pn=</b>	399.73 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

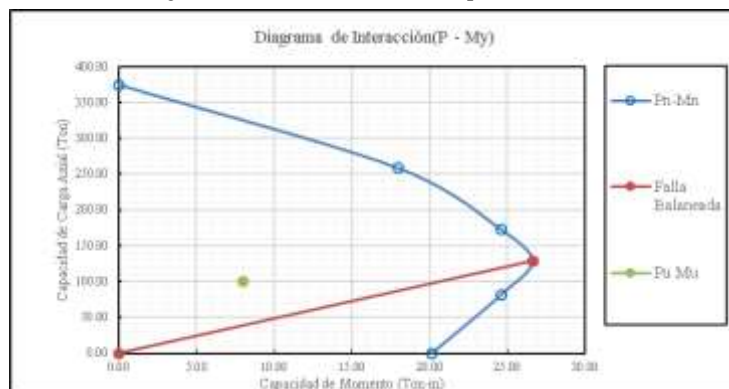
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{10.23}{314.94} = 0.03 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{10.2}{0.7} = 14.61$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{4.97}{20.50} + \frac{0.81}{20.50} = 0.28 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

**Centro cultural, módulo C, columnas interiores.**

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	50.00 cm.
Carga axial	48.16 Tn
Momento en X	10.89 Tn/m
Momento en Y	1.53 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f <sub>c</sub>	210 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub>	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx		ρ =	0.00450
Kn=	0.1310		
Rn=	0.0593		
Carga axial + My		ρ =	0.00100
Kn=	0.1310		
Rn=	0.0083		

*Imagen 221, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural*

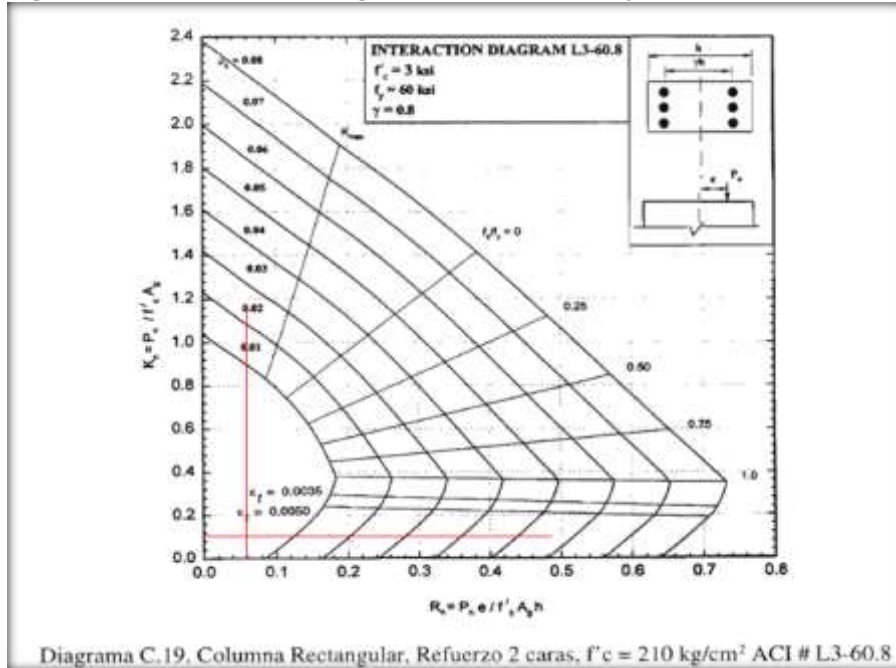
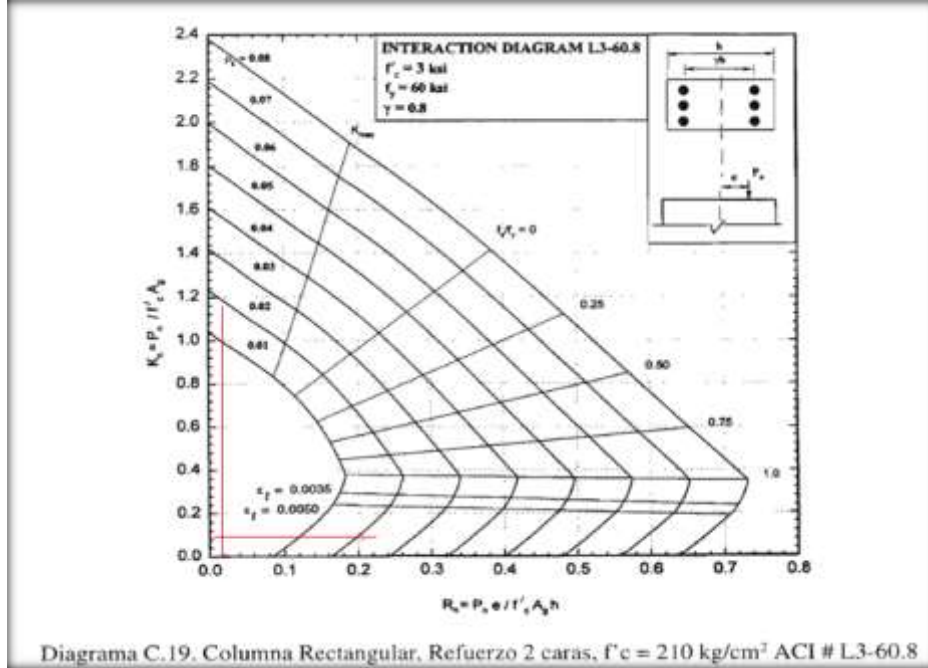


Imagen 222, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.8900
Rn=	0.0593
Carga axial + My	
Kn=	1.0400
Rn=	0.0083

Imagen 223, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural

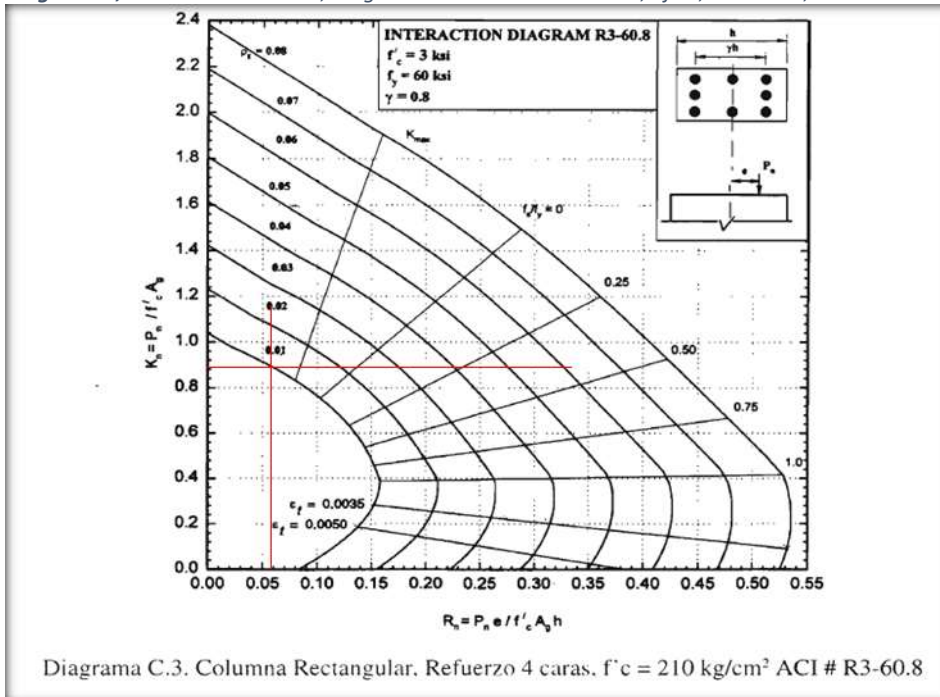
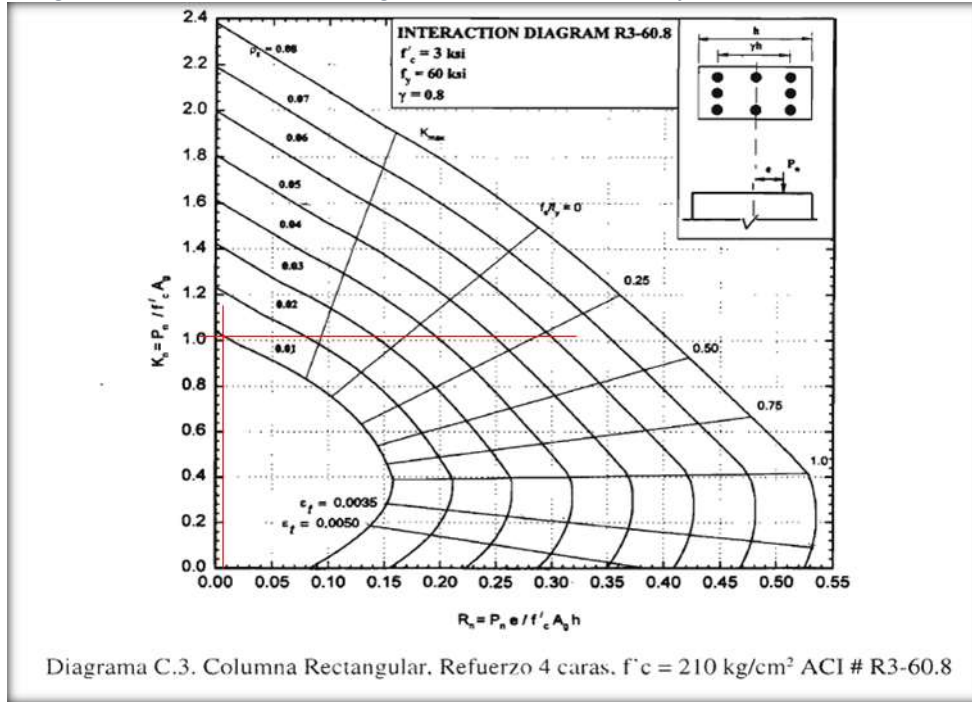


Imagen 224, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural



<b>Px</b>
467.25 Tn

<b>Py</b>
546.00 Tn

<b>P axial pura</b>
551.33 Tn

<b>Pn=</b>	467.25 Tn	OK
------------	-----------	----

**Verificación:**

$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{48.16}{385.93} = 0.12 \quad \text{Cumple}$$

Centro cultural, módulo C, columnas exteriores.

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	50.00 cm.
Carga axial	12.51 Tn
Momento en X	7.12 Tn/m
Momento en Y	1.05 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm2
fy	4200 Kg/cm2

Resultados para el análisis a dos caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx		$\rho =$	0.00300
Kn=	0.0340		
Rn=	0.0387		
Carga axial + My		$\rho =$	0.00010
Kn=	0.0340		
Rn=	0.0057		

Imagen 225, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural

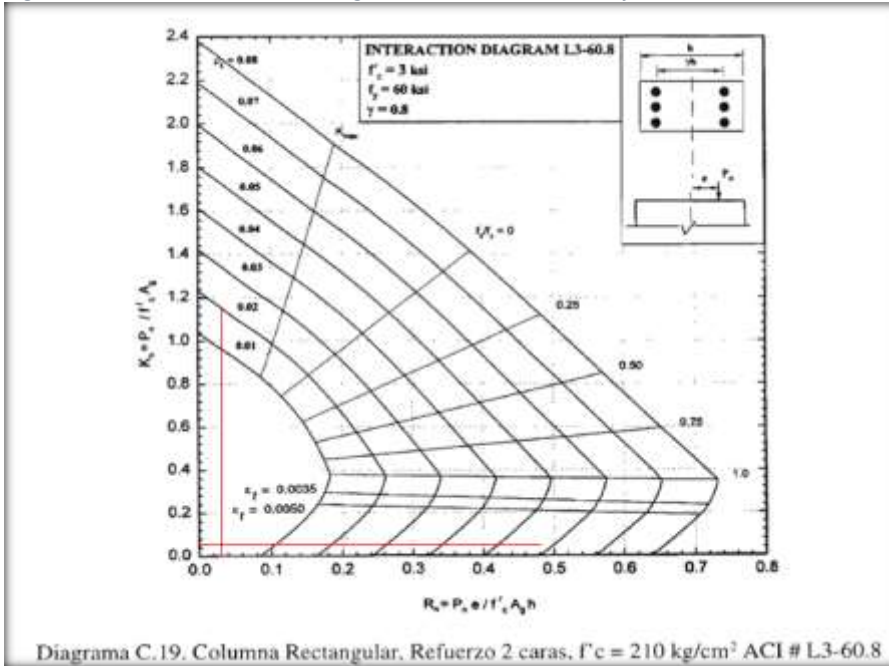
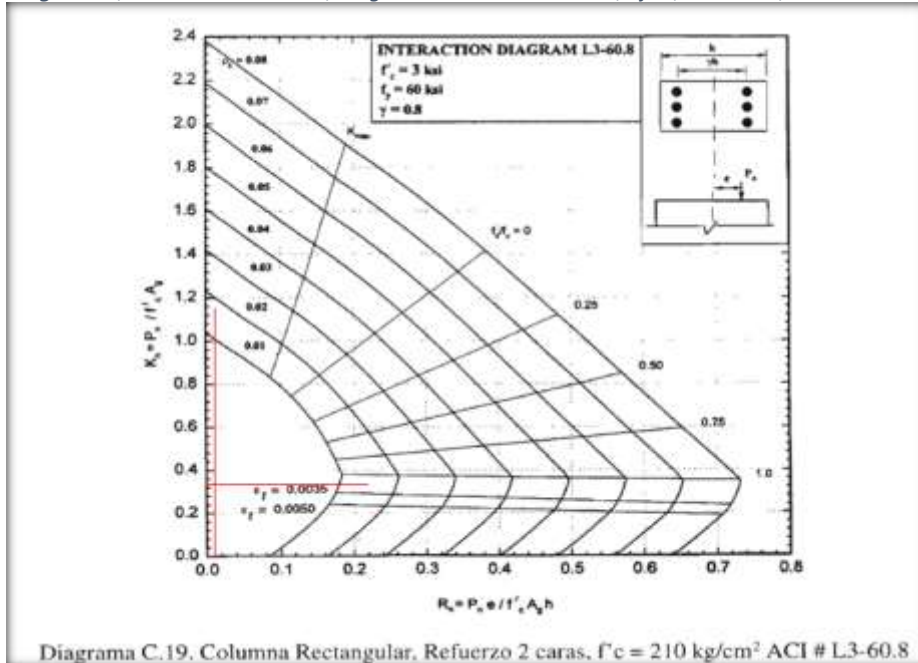


Imagen 226, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural



Resultados para el análisis a cuatro caras. Se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.9400
Rn=	0.0387
Carga axial + My	
Kn=	1.0200
Rn=	0.0057

Imagen 227, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Módulo C, Centro cultural

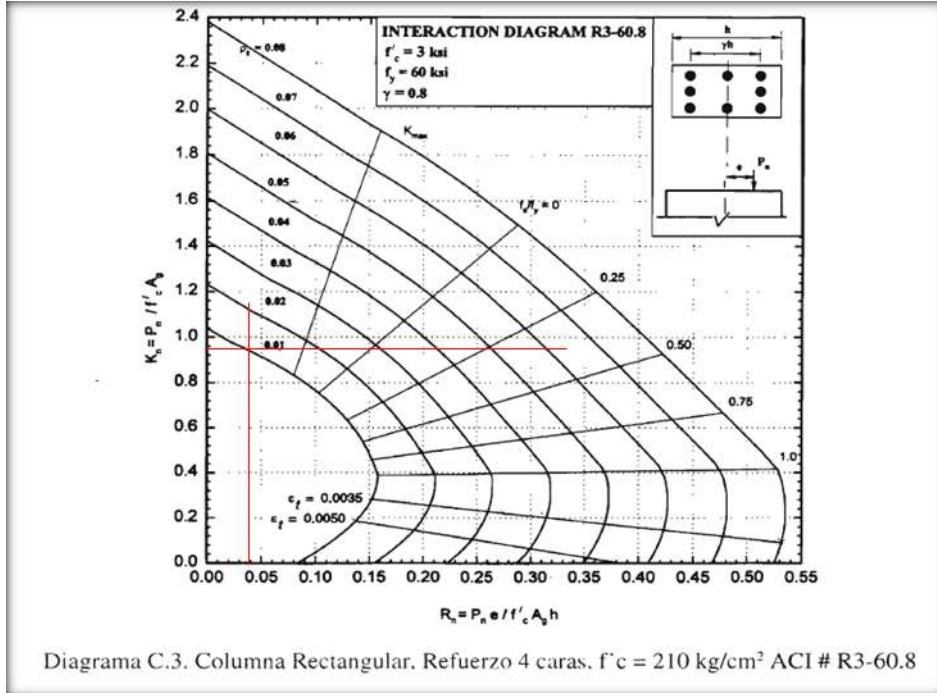
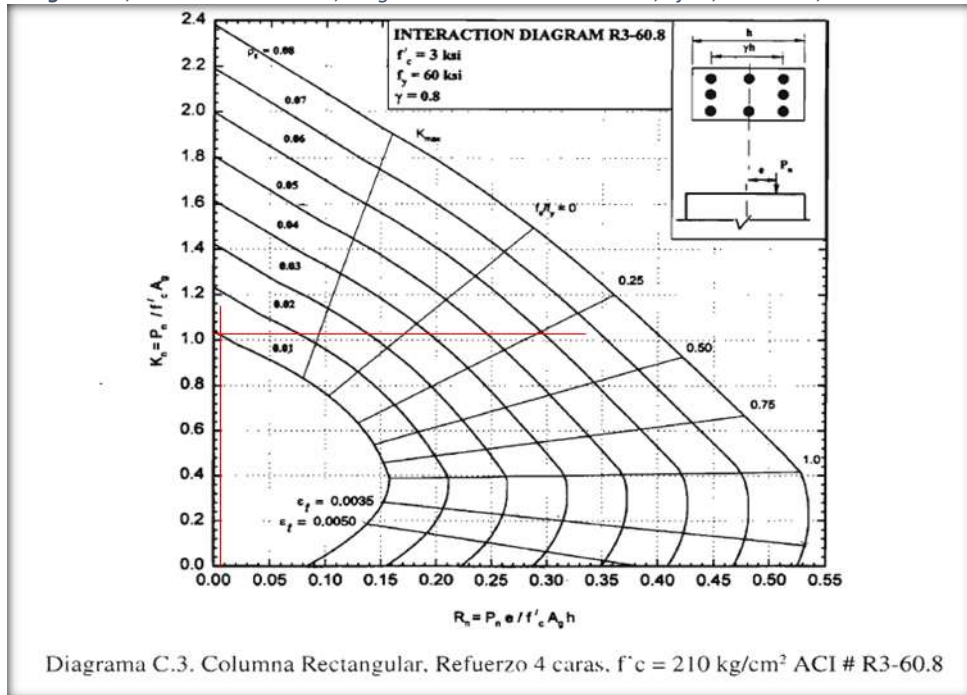


Imagen 228, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Módulo C, Centro cultural



<b>Px</b>
493.50 Tn

<b>Py</b>
535.50 Tn

<b>P axial pura</b>
551.33 Tn

<b>Pn=</b>	493.50 Tn
------------	-----------

OK

**Verificación:**

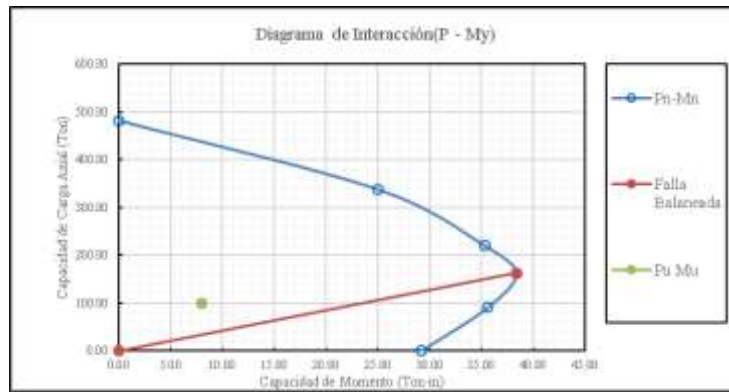
$$\frac{P_u}{\phi \times P_n} \geq 0.1$$

$$\frac{12.51}{385.93} = 0.03 \quad \text{No Cumple}$$

Al no cumplir, se verificará con la siguiente relación:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \leq 1.00$$

Al contar ya con una sección y cuantía definidas no es necesario obtener el momento uniaxial equivalente y se procederá de manera inmediata a su verificación mediante diagrama de interacción para dicha sección.



Con el Pn ingresaremos al diagrama de interacción

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{12.5}{0.7} = 17.87$$

obtenemos: 31 Tn/m para este caso. Reemplazando en la relación para verificación, obtendremos:

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = \frac{7.12}{31.00} + \frac{1.05}{31.00} = 0.26 \quad \text{Cumple}$$

Obteniendo un resultado satisfactorio para la verificación de la sección.

#### **4.4.3.2. Ludoteca**

##### **Vigas – Flexión**

Estos son los resultados obtenidos del diseño para vigas, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000.

Se deber considerar:

- SR = Simple refuerzo.
- B = Ancho.
- H = Altura.
- D = Peralte efectivo.
- As = Área de acero en cm<sup>2</sup>.

Tabla 179, Flexión en vigas, Eje 1, tramos desde A hasta J, Ludoteca

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	B	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
B-C	B	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	C	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
C-D	C	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	D	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
D-E	D	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	E	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
E-F	E	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	F	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
F-G	F	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	G	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
G-H	G	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
H-I	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
I-J	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	J	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700

Tabla 180, Flexión en vigas, Eje 2, tramos desde A hasta J, Ludoteca

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	7.680
	B	35	70	63.7800	SR	11.401
		35	70	63.7800	SR	5.700
B-C	B	35	70	63.7800	SR	11.401
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	C	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
C-D	C	35	70	63.7800	SR	9.659
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	D	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
D-E	D	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	E	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
E-F	E	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	F	35	70	63.7800	SR	11.401
		35	70	63.7800	SR	5.700
F-G	F	35	70	63.7800	SR	11.401
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	G	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
G-H	G	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
H-I	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
I-J	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	J	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700

**Tabla 181, Flexión en vigas, Eje 3, tramos desde C hasta J, Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
C-D	C	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	7.680
	D	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
D-E	D	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	E	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
E-F	E	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	F	35	70	63.7800	SR	11.401
		35	70	63.7800	SR	5.700
F-G	F	35	70	63.7800	SR	11.401
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	G	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
G-H	G	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
H-I	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
I-J	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	J	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700

**Tabla 182, Flexión en vigas, Eje 3', tramos desde C hasta J, Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	7.680
	B	35	70	63.7800	SR	9.659
		35	70	63.7800	SR	5.700
B-C	B	35	70	63.7800	SR	9.659
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	C	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700

Tabla 183, Flexión en vigas, Eje 4, tramos desde A hasta J, Ludoteca

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
A-B	A	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	B	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
B-C	B	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	C	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
C-D	C	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	D	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
E-F	E	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	F	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
F-G	F	35	70	63.7800	SR	7.680
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	G	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
H-I	H	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
I-J	I	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	CLARO	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700
	J	35	70	63.7800	SR	5.700
		35	70	63.7800	SR	5.700

Tabla 184, Flexión en vigas, Eje 3'', tramos desde D hasta G, Ludoteca

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-E	D	20	50	43.7800	SR	3.959
		20	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	20	50	43.7800	SR	3.959
		20	50	43.7800	SR	3.959
	E	20	50	43.7800	SR	3.959
		20	50	43.7800	SR	3.959
H-G	H	20	50	43.7800	SR	3.959
		20	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	20	50	43.7800	SR	3.959
		20	50	43.7800	SR	3.959
	G	20	50	43.7800	SR	3.959
		20	50	43.7800	SR	3.959

*Tabla 185, Flexión en vigas, Eje 1'', tramos desde D hasta E, Ludoteca*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
D-E	D	20	60	53.7800	SR	3.959
		20	60	53.7800	SR	3.959
	CLARO	20	60	53.7800	SR	3.959
		20	60	53.7800	SR	3.959
	E	20	60	53.7800	SR	3.959
		20	60	53.7800	SR	3.959

*Tabla 186, Flexión en vigas, Eje 4', tramos desde B' hasta C, Ludoteca*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
B'-C	B'	20	60	53.7800	SR	3.959
		20	60	53.7800	SR	3.959
	CLARO	20	60	53.7800	SR	3.959
		20	60	53.7800	SR	3.959
	C	20	60	53.7800	SR	3.959
		20	60	53.7800	SR	3.959

*Tabla 187, Flexión en vigas, Eje A, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	7.680
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 188, Flexión en vigas, Eje B, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 189, Flexión en vigas, Eje B', tramos desde 1 hasta 4', Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1'-1	1'	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	1	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
1-2	1	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	2	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	3'	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	4	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
4-4'	4	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	4'	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700

Tabla 190, Flexión en vigas, Eje C, tramos desde 1 hasta 4', Ludoteca

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1'-1	A	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	B	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
1-2	B	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	C	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
2-3	C	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	D	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
3-3'	E	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	F	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
3'-4	F	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	G	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
4-4'	H	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	CLARO	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700
	I	30	60	53.7800	SR	5.700
		30	60	53.7800	SR	5.700

Tabla 191, Flexión en vigas, Eje D, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

*Tabla 192, Flexión en vigas, Eje E, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

*Tabla 193, Flexión en vigas, Eje F, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

*Tabla 194, Flexión en vigas, Eje G, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca*

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 195, Flexión en vigas, Eje H, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	CLARO	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700
	4	30	50	43.7800	SR	5.700
		30	50	43.7800	SR	5.700

**Tabla 196, Flexión en vigas, Eje I, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	2	30	50	43.7800	SR	5.225
		30	50	43.7800	SR	3.959
2-3'	2	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	3'	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
3'-4	3'	30	50	43.7800	SR	5.225
		30	50	43.7800	SR	3.959
	CLARO	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959
	4	30	50	43.7800	SR	3.959
		30	50	43.7800	SR	3.959

**Tabla 197, Flexión en vigas, Eje J, tramos desde 1 hasta 4, Ludoteca**

TRAMO	NUDO/CLARO	b	h	d	REFUERZO	As
		cm	cm	cm		
1-2	1	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
	CLARO	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
	2	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
2-3'	2	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
	CLARO	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
	3'	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
3'-4	3'	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
	CLARO	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959
	4	20	70	63.7800	SR	3.959
		20	70	63.7800	SR	3.959

### Vigas – Cortante:

Estos son los resultados obtenidos del diseño para vigas, trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000.

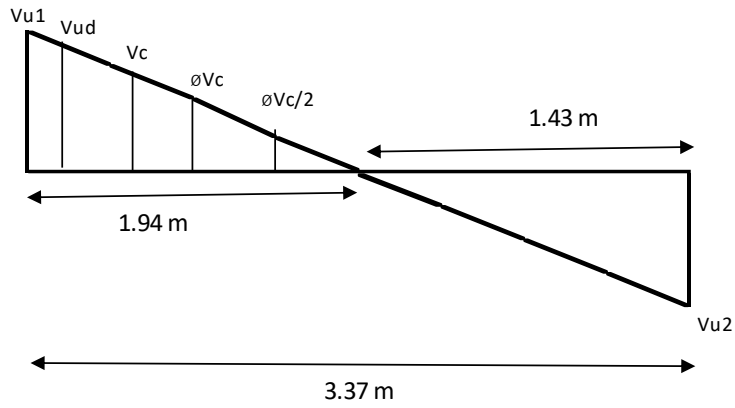
*Tabla 198, Cortante en vigas, Ludoteca*

UBICACIÓN	1° PISO											
	Cortante isostatica		Longitud Lg(m)	Momentos				Cortantes				Cortante Max
	Vo(Tn)	Vf(Tn)		Md -	Md +	Mi -	Mi +					
EJE A, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	9.00	7.00	9.00	6.55	-3.68	5.68	3.81	-5.55	<b>5.68</b>
EJE A, VIGA 2-3	1.56	1.56	5.63	9.87	7.92	9.00	8.06	-1.62	4.57	1.44	-4.75	<b>4.75</b>
EJE B, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	10.00	8.00	10.00	7.55	-4.27	6.28	4.41	-6.14	<b>6.28</b>
EJE B, VIGA 2-3	1.56	1.56	5.63	10.87	8.92	10.00	9.06	-1.98	4.92	1.80	-5.10	<b>5.10</b>
EJE C, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	10.00	8.00	10.00	7.55	-4.27	6.28	4.41	-6.14	<b>6.28</b>
EJE C, VIGA 2-3	1.56	1.56	5.63	10.87	8.92	10.00	9.06	-1.98	4.92	1.80	-5.10	<b>5.10</b>
EJE D, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	11.00	8.75	11.00	9.00	-5.00	6.80	4.93	-6.87	<b>6.87</b>
EJE D, VIGA 2-3	0.79	0.79	3.50	10.45	8.15	10.30	8.60	-4.65	6.07	4.48	-6.24	<b>6.24</b>
EJE D, VIGA 3-4	0.77	0.77	3.40	10.98	7.65	10.80	8.70	-5.02	6.20	4.65	-6.56	<b>6.56</b>
EJE E, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	11.00	8.75	11.00	9.00	-5.00	6.80	4.93	-6.87	<b>6.87</b>
EJE E, VIGA 2-3	0.79	0.79	3.50	10.45	8.15	10.30	8.60	-4.65	6.07	4.48	-6.24	<b>6.24</b>
EJE E, VIGA 3-4	0.77	0.77	3.40	10.98	7.65	10.80	8.70	-5.02	6.20	4.65	-6.56	<b>6.56</b>
EJE F, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	10.00	8.00	10.00	7.55	-4.27	6.28	4.41	-6.14	<b>6.28</b>
EJE F, VIGA 2-3	0.79	0.79	3.50	10.87	8.92	10.00	9.06	-4.90	6.20	4.61	-6.49	<b>6.49</b>
EJE F, VIGA 3-4	0.77	0.77	3.40	8.40	6.50	8.30	6.50	-3.61	5.13	3.58	-5.15	<b>5.15</b>
EJE G, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	10.00	8.00	10.00	7.55	-4.27	6.28	4.41	-6.14	<b>6.28</b>
EJE G, VIGA 2-3	0.79	0.79	3.50	10.87	8.92	10.00	9.06	-4.90	6.20	4.61	-6.49	<b>6.49</b>
EJE G, VIGA 3-4	0.77	0.77	3.40	8.40	6.50	8.30	6.50	-3.61	5.13	3.58	-5.15	<b>5.15</b>
EJE H, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	10.00	8.00	10.00	10.50	-5.15	6.28	4.41	-7.02	<b>7.02</b>
EJE H, VIGA 2-3	0.79	0.79	3.50	10.87	8.92	10.00	10.50	-5.31	6.20	4.61	-6.90	<b>6.90</b>
EJE H, VIGA 3-4	0.77	0.77	3.40	8.40	6.50	8.30	10.50	-4.79	5.13	3.58	-6.33	<b>6.33</b>
EJE I, VIGA 1-2	0.94	0.94	3.37	9.00	7.00	9.00	6.55	-3.68	5.68	3.81	-5.55	<b>5.68</b>
EJE I, VIGA 2-3	0.79	0.79	3.50	9.87	7.92	9.00	8.06	-4.33	5.63	4.04	-5.92	<b>5.92</b>
EJE I, VIGA 3-4	0.77	0.77	3.40	9.00	7.00	9.00	10.50	-4.96	5.48	3.93	-6.51	<b>6.51</b>
EJE 1, VIGA A-B	1.24	1.24	5.45	8.56	6.42	8.56	6.42	-1.51	3.99	1.51	-3.99	<b>3.99</b>
EJE 1, VIGA B-C	1.24	1.24	5.45	8.46	5.88	8.46	5.88	-1.39	3.87	1.39	-3.87	<b>3.87</b>
EJE 1, VIGA C-D	1.51	1.51	5.45	7.95	6.10	7.95	6.10	-1.07	4.09	1.07	-4.09	<b>4.09</b>
EJE 1, VIGA E-F	1.24	1.24	5.45	7.98	6.50	7.98	6.50	-1.42	3.89	1.42	-3.89	<b>3.89</b>
EJE 1, VIGA F-G	1.24	1.24	5.45	8.05	5.99	8.05	5.99	-1.34	3.81	1.34	-3.81	<b>3.81</b>
EJE 1, VIGA H-I	1.24	1.24	5.45	6.89	7.00	6.89	7.00	-1.31	3.79	1.31	-3.79	<b>3.79</b>
EJE 2, VIGA A-B	1.24	1.24	5.45	8.56	6.42	8.56	6.42	-1.51	3.99	1.51	-3.99	<b>3.99</b>
EJE 2, VIGA B-C	1.24	1.24	5.45	8.46	5.88	8.46	5.88	-1.39	3.87	1.39	-3.87	<b>3.87</b>
EJE 2, VIGA C-D	1.51	1.51	5.45	7.95	6.10	7.95	6.10	-1.07	4.09	1.07	-4.09	<b>4.09</b>
EJE 2, VIGA E-F	1.24	1.24	5.45	7.98	6.50	7.98	6.50	-1.42	3.89	1.42	-3.89	<b>3.89</b>
EJE 2, VIGA F-G	1.24	1.24	5.45	8.05	5.99	8.05	5.99	-1.34	3.81	1.34	-3.81	<b>3.81</b>
EJE 2, VIGA H-I	1.24	1.24	5.45	6.89	7.00	6.89	7.00	-1.31	3.79	1.31	-3.79	<b>3.79</b>
EJE 3, VIGA C-D	1.51	1.51	5.45	8.56	6.42	8.56	6.42	-1.24	4.26	1.24	-4.26	<b>4.26</b>
EJE 3, VIGA E-F	1.24	1.24	5.45	8.46	5.88	8.46	5.88	-1.39	3.87	1.39	-3.87	<b>3.87</b>
EJE 3, VIGA F-G	1.24	1.24	5.45	7.95	6.10	7.95	6.10	-1.34	3.82	1.34	-3.82	<b>3.82</b>
EJE 3, VIGA H-I	1.24	1.24	5.45	7.98	6.50	7.98	6.50	-1.42	3.89	1.42	-3.89	<b>3.89</b>
EJE 3', VIGA A-B	1.24	1.24	5.45	8.05	5.99	8.05	5.99	-1.34	3.81	1.34	-3.81	<b>3.81</b>
EJE 3', VIGA B-C	1.24	1.24	5.45	6.89	7.00	6.89	7.00	-1.31	3.79	1.31	-3.79	<b>3.79</b>
EJE 4, VIGA A-B	1.24	1.24	5.45	8.56	6.42	8.56	6.42	-1.51	3.99	1.51	-3.99	<b>3.99</b>
EJE 4, VIGA B-C	1.24	1.24	5.45	8.46	5.88	8.46	5.88	-1.39	3.87	1.39	-3.87	<b>3.87</b>
EJE 4, VIGA C-D	1.24	1.24	5.45	7.95	6.10	7.95	6.10	-1.34	3.82	1.34	-3.82	<b>3.82</b>
EJE 4, VIGA E-F	1.24	1.24	5.45	7.98	6.50	7.98	6.50	-1.42	3.89	1.42	-3.89	<b>3.89</b>
EJE 4, VIGA F-G	1.24	1.24	5.45	8.05	5.99	8.05	5.99	-1.34	3.81	1.34	-3.81	<b>3.81</b>
EJE 4, VIGA H-I	1.24	1.24	5.45	6.89	7.00	6.89	7.00	-1.31	3.79	1.31	-3.79	<b>3.79</b>

Imagen 229, Cortante en vigas, Ludoteca

$V_{u1} = 7.02 \text{ Tn/m}$   
 $V_{u2} = 5.15 \text{ Tn/m}$   
 $V_{ud} = 5.43 \text{ Tn/m}$   
 $L_n = 3.37 \text{ m}$   
 $l = 1.94 \text{ m}$   
 $V_c = 11.52 \text{ Tn}$   
 $\phi V_c = 9.79 \text{ Tn}$   
 $\phi V_c / 2 = 4.90 \text{ Tn}$   
 $V_n = 10.87 \text{ Tn}$   
 $V_s = -0.65 \text{ Tn}$   
 $\text{Cond} : 20.25 \text{ Tn}$   
 $\text{Cond} : 40.49 \text{ Tn}$

$f'_c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$   
 $b = 0.30 \text{ m}$   
 $h = 0.50 \text{ m}$   
 $A_s \text{ long} = \# 5$   
 $A_s \text{ Estri} = \# 3$   
 $d = 0.44 \text{ m}$   
 Espaciamiento por reglamento  
 $d/4 = 10.98 \text{ cm}$   
 $8db = 12.70 \text{ cm}$   
 $24db = 22.86 \text{ cm}$



$S = 57.00 \text{ cm}$   
 $S = 57.00 \text{ cm}$

**REFUERZO MINIMO**

## Columnas Interiores

Estos son los resultados obtenidos del diseño para columnas, trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000. Se deber considerar:

$\rho$ = cuantía de acero para la sección

b= Ancho

h=Altura

d=Peralte efectivo

As= Área de acero en cm<sup>2</sup>

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	40.00 cm.
Carga axial	27.44 Tn
Momento en X	11.89 Tn/m
Momento en Y	2.53 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras, se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx			
<b>Kn=</b>	0.0933	<b><math>\rho</math> =</b>	0.00850
<b>Rn=</b>	0.1011		
Carga axial + My			
<b>Kn=</b>	0.0933	<b><math>\rho</math> =</b>	0.00150
<b>Rn=</b>	0.0172		

Imagen 230, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Ludoteca

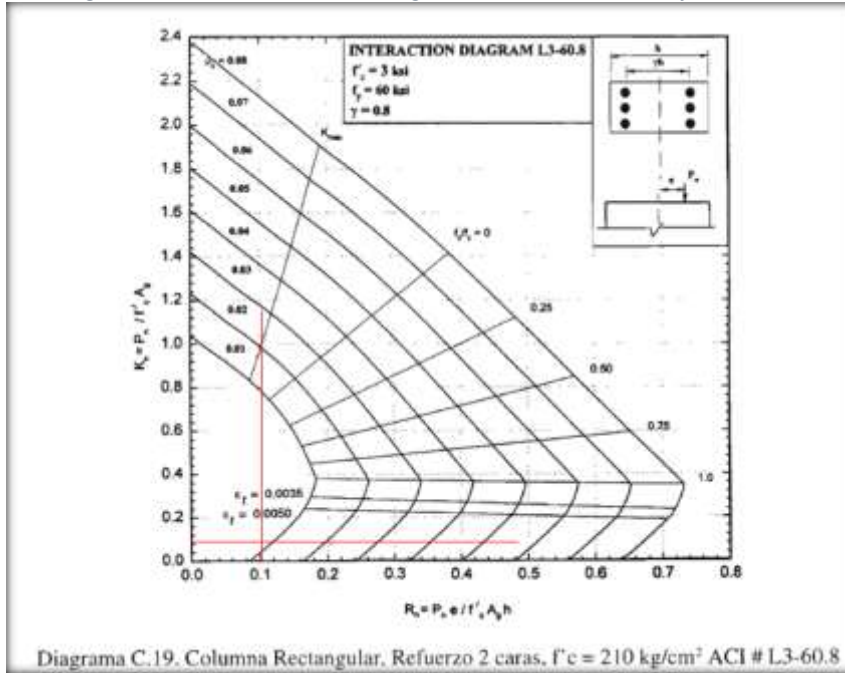
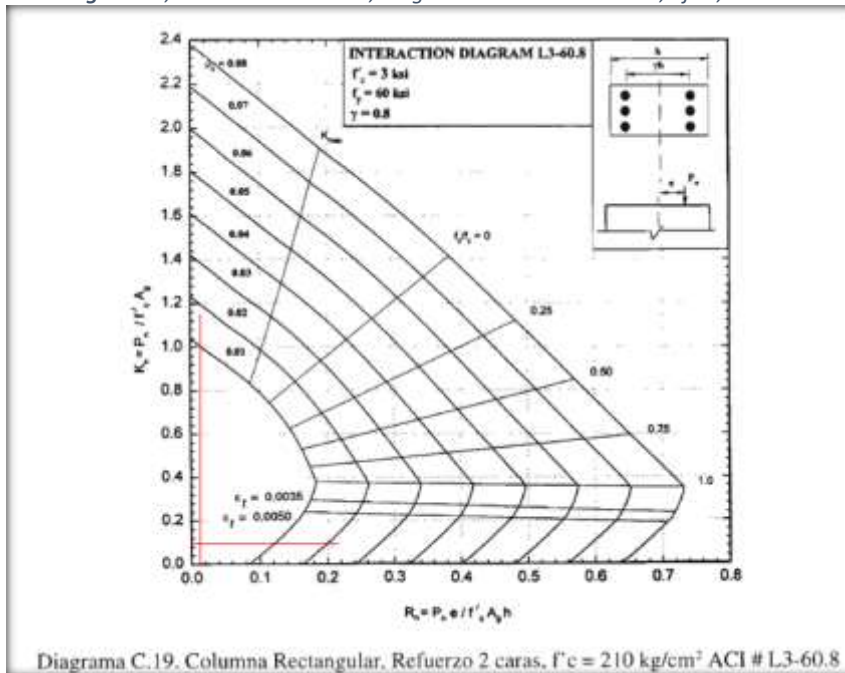


Imagen 231, Columnas interiores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Ludoteca



Resultados para el análisis a cuatro caras, se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.7600
Rn=	0.1011
Carga axial + My	
Kn=	1.0200
Rn=	0.0172

Imagen 232, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Ludoteca

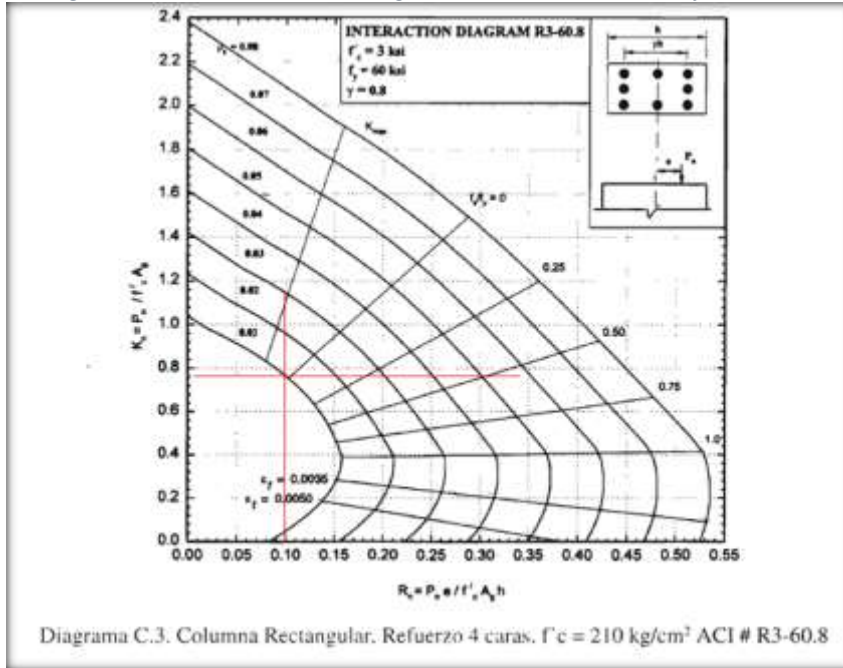
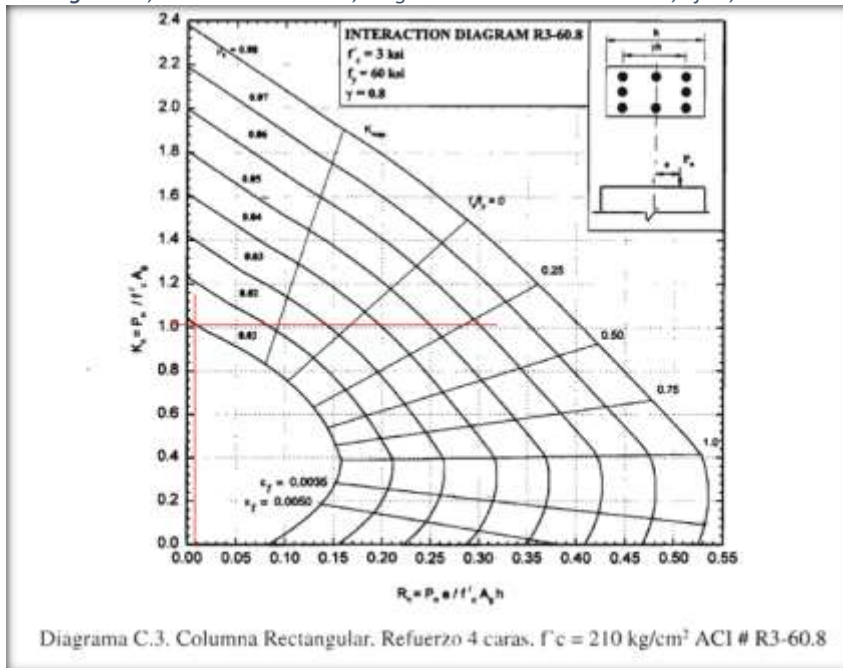


Imagen 233, Columnas interiores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Ludoteca



<b>Px</b>
319.20 Tn
<b>Py</b>
428.40 Tn
<b>P axial pura</b>
452.77 Tn

**Pn=** 319.20 Tn OK

### Columnas exteriores

Estos son los resultados obtenidos del diseño para columnas, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000. Se deber considerar:

$\rho$ = cuantía de acero para la sección

b= Ancho

h=Altura

d=Peralte efectivo

As= Área de acero en cm<sup>2</sup>

Ancho de columna	50.00 cm.
Alto de columna	40.00 cm.
Carga axial	10.11 Tn
Momento en X	1.50 Tn/m
Momento en Y	11.84 Tn/m
Recubrimiento As	4.00 cm.
f'c	210 Kg/cm <sup>2</sup>
fy	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

Resultados para el análisis a dos caras, se presentan cuadros de iteración según ACI.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.0344
Rn=	0.0128
$\rho$ =	0.00300 $\gamma$ = 0.80
Carga axial + My	
Kn=	0.0344
Rn=	0.0805
$\rho$ =	0.00010 $\gamma$ = 0.80

Imagen 234, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje X, Ludoteca

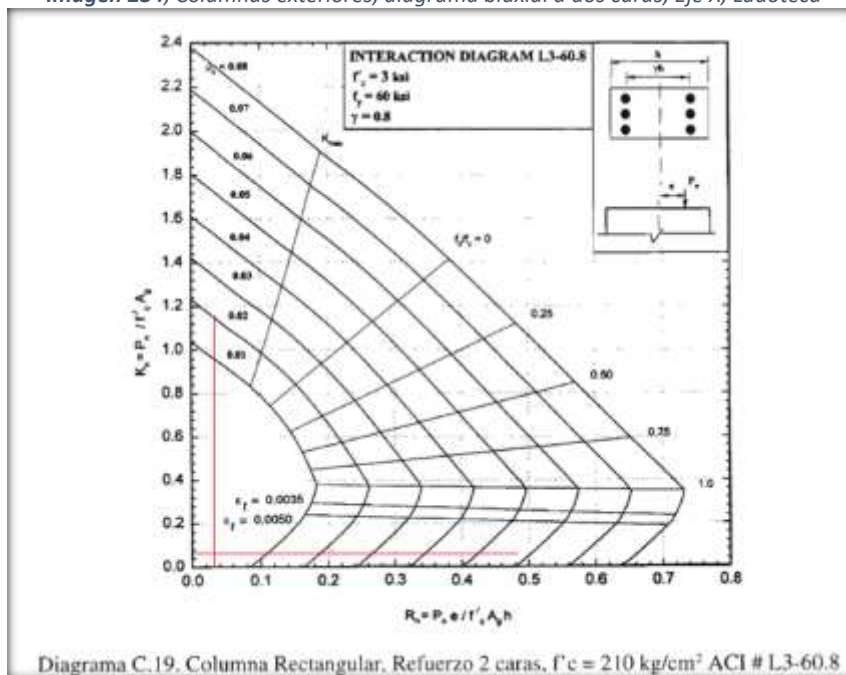
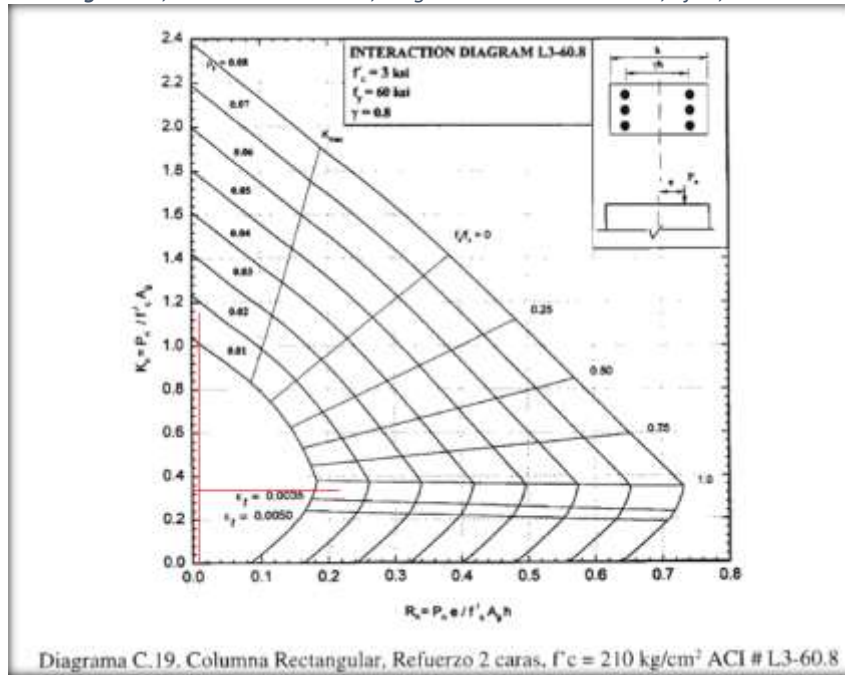


Imagen 235, Columnas exteriores, diagrama biaxial a dos caras, Eje Y, Ludoteca



Resultados para el análisis a cuatro caras, se presentan cuadros de iteración según ACI, finalmente su verificación con una cuantía superior al 1%.

Carga axial + Mx	
Kn=	0.9400
Rn=	0.0128
Carga axial + My	
Kn=	1.0200
Rn=	0.0805

Imagen 236, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje X, Ludoteca

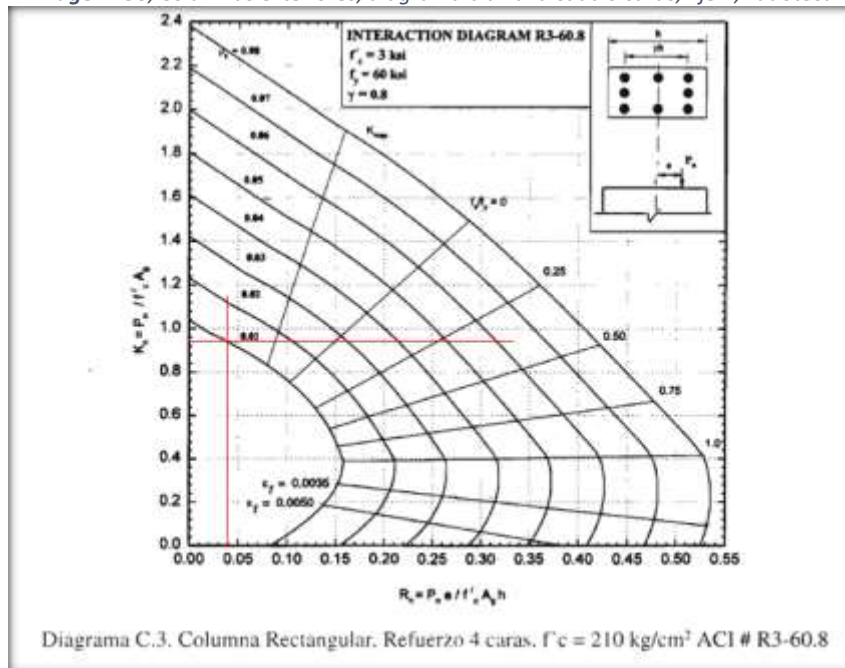
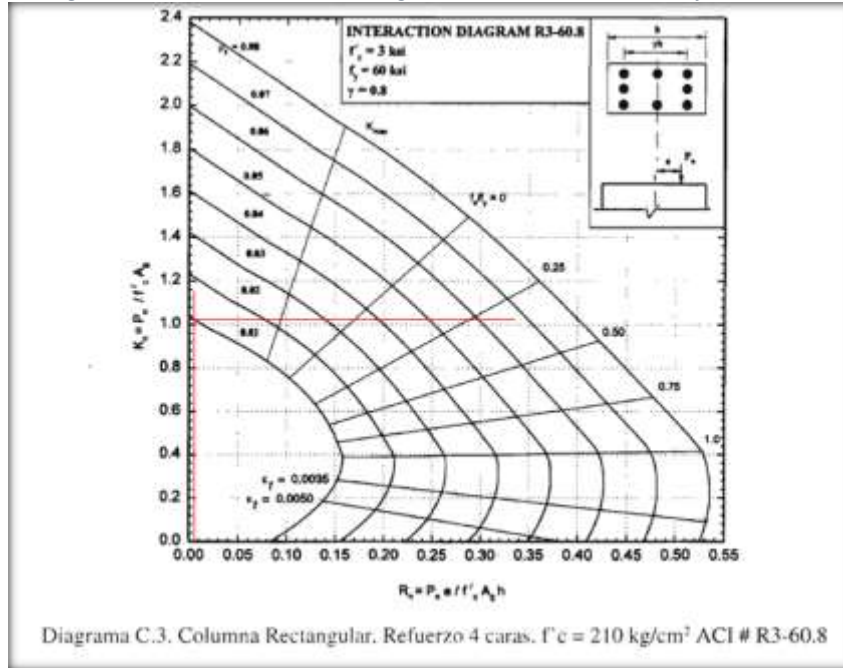


Imagen 237, Columnas exteriores, diagrama biaxial a cuatro caras, Eje Y, Ludoteca



<b>Px</b>
394.80 Tn

<b>Py</b>
428.40 Tn

<b>P axial pura</b>
462.08 Tn

**Pn=** 394.80 Tn OK

#### 4.4.3.3. Polideportivo

##### Cerchas

Estos son los resultados obtenidos del diseño de cerchas en la estructura metálica general, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000.

Las cerchas son conformadas por bridas (superiores e inferiores), cabezales, diagonales, y montantes. Y si el caso lo amerita, se deberá hacer uso de cruces de San Andrés.

##### - Diseño de brida superior

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 2918.68 \text{ kgf}$$
$$P_u = 6.42 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 1646.18 \text{ kgf}$$
$$P_u = 3.62 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
3X2-3/16 "	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 1.64 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 37.31 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 19.10$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 6.42 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 3.28 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.06$$
$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 88.94 > 42.166667 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 88.94$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550$$

$$\lambda = 16 < \lambda_p = 88.9430754 < \lambda_r = 550 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
 L = 37.31 in  
 r<sub>XX</sub> = 0.98 in  
 F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
 E = 29400.00 ksi  
 λ<sub>c</sub> = 0.21

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.39 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 3.28 in<sup>2</sup>      P<sub>n</sub> = F<sub>cr</sub>A  
 P<sub>n</sub> = 116.08 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 6.42 kip  
 Ø = 0.85  
 P<sub>n</sub> = 116.08 kip      P<sub>u</sub> ≤ Ø P<sub>n</sub>  
 Ø P<sub>n</sub> = 98.66 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K = 0.50  
L = 37.31 in  
r<sub>XX</sub> = 0.98 in  
KL/r<sub>XX</sub> = 19.10

## CUMPLE

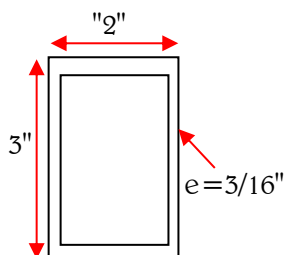
2°

F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
A<sub>g</sub> = 3.28 in<sup>2</sup>  
0.9F<sub>y</sub> A<sub>g</sub> = 106.27 kip  
P<sub>u</sub> = 3.62 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3X2-3/16 "



- Diseño de brida inferior

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 4909.33 \text{ kgf}$$
$$P_u = 10.80 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 3447.85 \text{ kgf}$$
$$P_u = 7.59 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
3X2-3/16 "	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 1.64 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 37.29 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 19.09$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 10.80 \text{ kip}$$
$$\phi_b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 3.28 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi_b F_y) = 0.10$$
$$\frac{P_u}{\phi_b F_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 76.85 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 76.85$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 16 < \lambda_p = 76.85 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 37.29 in  
r<sub>XX</sub> = 0.98 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.21

2° Calcular F<sub>cr</sub>  
F<sub>cr</sub> = 35.39 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 3.28 in<sup>2</sup>  $P_n = F_{cr} A$   
P<sub>n</sub> = 116.08 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 10.80 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 116.08 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 98.67 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$\begin{aligned} K &= 0.50 \\ L &= 37.29 \text{ in} \\ r_{XX} &= 0.98 \text{ in} \\ KL/r_{XX} &= 19.09 \end{aligned}$$

## CUMPLE

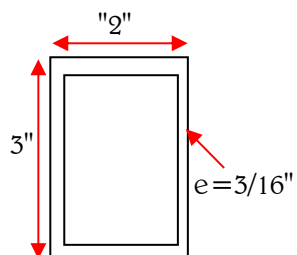
2°

$$\begin{aligned} F_y &= 36.00 \text{ ksi} \\ A_g &= 3.28 \text{ in}^2 \\ 0.9F_y A_g &= 106.27 \text{ kip} \\ P_u &= 7.59 \text{ kip} \end{aligned}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3X2-3/16 "



- Diagonales

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 5608.98 \text{ kgf}$$
$$P_u = 12.34 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 5632.89 \text{ kgf}$$
$$P_u = 12.39 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
3X2-3/16 "      PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 1.64 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 95.10 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 48.67$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 12.34 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 3.28 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.12$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 72.61 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 72.61$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 16 < \lambda_p = 72.61 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
 L = 95.10 in  
 r<sub>XX</sub> = 0.98 in  
 F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
 E = 29400.00 ksi  
 λ<sub>c</sub> = 0.54

2° Calcular F<sub>cr</sub>  
 F<sub>cr</sub> = 32.21 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right)^2 F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 3.28 in<sup>2</sup>  
 P<sub>n</sub> = 105.65 kip  $P_n = F_{cr} A$

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 12.34 kip  
 Ø = 0.85  
 P<sub>n</sub> = 105.65 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
 Ø P<sub>n</sub> = 89.81 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.50$$

$$L = 95.10 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 48.67$$

## CUMPLE

2°

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$A_g = 3.28 \text{ in}^2$$

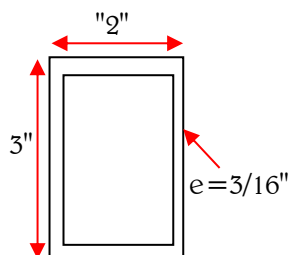
$$0.9F_y A_g = 106.27 \text{ kip}$$

$$P_u = 12.39 \text{ kip}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3X2-3/16 "



- Montantes

**ESFUERZOS DE DISEÑO**

**COMPRESIÓN**

$$P_u = 1775.98 \text{ kgf}$$
$$P_u = 3.91 \text{ kip}$$

**TRACCIÓN**

$$P_u = 572.94 \text{ kgf}$$
$$P_u = 1.26 \text{ kip}$$

**1. Perfil mínimo**

SECCIÓN DE PERFIL
3X2-3/16 "                  PERFIL OK

**PROPIEDADES DE UN ÁNGULO**

$$A = 1.64 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 1.86 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$$

**2. Verificaciones**

**2.1. PANDEO LOCAL**

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 83.92 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 42.95$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

**PARA EL ALMA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

**PARA EL ALA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 3.91 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 3.28 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.04$$
$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 95.88 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 95.88$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

### CASO 1)

Calcular

<b>PARA EL ALMA</b>					
$\lambda_r =$	$\frac{3300}{\sqrt{F_y}}$	$\lambda_r =$		$\lambda_r =$	
			550.00		
$\lambda =$		$\lambda_p$		$\lambda_r =$	
16	<	95.88	<	550.00	<b>CUMPLE</b>

### 2.2. PANDEO LATERAL

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K =	0.50
L =	83.92 in
r <sub>XX</sub> =	0.98 in
F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
E =	29400.00 ksi
$\lambda_c =$	0.48

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 33.01 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A =	3.28 in <sup>2</sup>		
P <sub>n</sub> =	108.29 kip	$P_n = F_{cr} A$	

4° Comparar

P <sub>u</sub> =	3.91 kip		
Ø =	0.85		
P <sub>n</sub> =	108.29 kip	$P_u \leq \phi P_n$	
Ø P <sub>n</sub> =	92.04 kip		

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	0.50
L =	83.92 in
r <sub>XX</sub> =	0.98 in
KL/r <sub>XX</sub> =	42.95

## CUMPLE

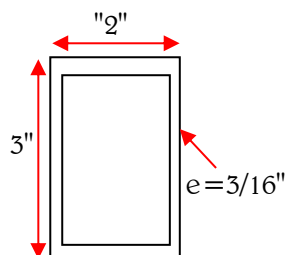
2°

F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
A <sub>g</sub> =	3.28 in <sup>2</sup>
0.9F <sub>y</sub> A <sub>g</sub> =	106.27 kip
P <sub>u</sub> =	1.26 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3X2-3/16 "



## - Cabezales

### ESFUERZOS DE DISEÑO

#### COMPRESIÓN

$$P_u = 685.61 \text{ kgf}$$

$$P_u = 1.51 \text{ kip}$$

#### TRACCIÓN

$$P_u = 2726.28 \text{ kgf}$$

$$P_u = 6.00 \text{ kip}$$

#### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
3X2-3/16 "                      PERFIL OK

#### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 1.64 \text{ in}^2$$

$$I_{xx} = 1.86 \text{ in}^4$$

$$r_{xx} = 0.977 \text{ in}$$

$$I_{yy} = 1.86 \text{ in}^4$$

$$r_{yy} = 0.977 \text{ in}$$

#### 2. Verificaciones

##### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$

$$L = 75.12 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 38.45$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 3 \text{ in}$$

$$t_w = 3/16 \text{ in}$$

$$\lambda = 16 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 3 \text{ in}$$

$$t_w = 3/16 \text{ in}$$

$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 1.51 \text{ kip}$$

$$\phi b = 0.90$$

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$A = 3.28 \text{ in}^2$$

$$P_u/(\phi b F_y) = 0.01$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 102.50 >$$

$$42.17 \text{ OK}$$

$$\lambda_p = 102.50$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 16 < \lambda_p = 102.50 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 75.12 in  
r<sub>XX</sub> = 0.98 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.43

2° Calcular F<sub>cr</sub>  
F<sub>cr</sub> = 33.59 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 3.28 in<sup>2</sup>  
P<sub>n</sub> = 110.17 kip  $P_n = F_{cr} A$

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 1.51 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 110.17 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 93.64 kip

**CUMPLE**

### TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.50$$

$$L = 75.12 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 0.98 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 38.45$$

### CUMPLE

2°

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$A_g = 3.28 \text{ in}^2$$

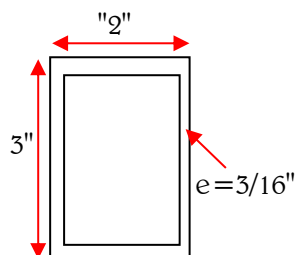
$$0.9F_y A_g = 106.27 \text{ kip}$$

$$P_u = 6.00 \text{ kip}$$

### CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3X2-3/16 "



**- Cruces de San Andrés**  
**ESFUERZOS DE DISEÑO**

**COMPRESIÓN**

$P_u = 10.66 \text{ Kgf}$   
 $P_u = 0.02 \text{ kip}$

**TRACCIÓN**

$P_u = 5632.89 \text{ Kgf}$   
 $P_u = 12.39 \text{ kip}$

**1. Perfil mínimo**

SECCIÓN DE PERFIL	
1 "	PERFIL OK

compresión

**PROPIEDADES DE UN ÁNGULO**

$A = 0.79 \text{ in}^2$   
 $I_{xx} = 0.05 \text{ in}^4$   
 $r_{xx} = 0.25 \text{ in}$   
 $I_{yy} = 0.05 \text{ in}^4$   
 $r_{yy} = 0.25 \text{ in}$

**2. Verificaciones**

**2.1. PANDEO LATERAL**

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$K = 1$   
 $L = 311.69 \text{ in}$   
 $r_{XX} = 0.25 \text{ in}$   
 $KL/r_{XX} = 1.00$

**CUMPLE**

CUMPLE

**Calcular relación de esbeltez**

$K = 1$   
 $L = 311.69 \text{ in}$   
 $r_{XX} = 0.25 \text{ in}$   
 $F_y = 36.00 \text{ ksi}$   
 $E = 29400.00 \text{ ksi}$   
 $\lambda_c = 13.89$

$$\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

**Calcular Fcr**

$F_{cr} = 0.16 \text{ ksi}$

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$

2)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$

Calcular  $P_n$

$$\begin{aligned} A &= 0.79 \text{ in}^2 & P_n &= F_{cr} A \\ P_n &= 0.13 \text{ kip} \end{aligned}$$

Comparar

$$\begin{aligned} P_u &= 0.02 \text{ kip} \\ \phi &= 0.85 & P_u &\leq \phi P_n \\ P_n &= 0.13 \text{ kip} \\ \phi P_n &= 0.11 \text{ kip} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

### TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$\begin{aligned} K &= 1.00 \text{ in} \\ L &= 311.69 \text{ in} \\ r_{XX} &= 0.25 \text{ in} \\ KL/r_{XX} &= 1.00 \end{aligned}$$

**CUMPLE**

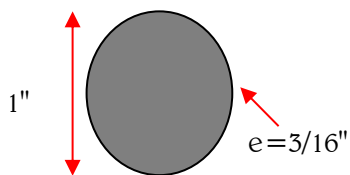
2°  $P_u \leq 0.9F_y A_g$

$$\begin{aligned} F_y &= 36.00 \text{ ksi} \\ A_g &= 0.79 \text{ in}^2 \\ 0.9F_y A_g &= 25.45 \text{ kip} \\ P_u &= 0.47 \text{ kip} \end{aligned}$$

**CUMPLE**

### 2. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 1 "



#### 4.4.3.4. Piscina

##### **Cerchas**

Estos son los resultados obtenidos del diseño de cerchas en la estructura metálica general, resultados trabajados con datos del modelamiento en el software SAP2000.

Las cerchas son conformadas por bridas (superiores e inferiores), cabezales, diagonales, y montantes. Y si el caso lo amerita, se deberá hacer uso de cruces de San Andrés.

##### **- Brida superior**

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 5067.52 \text{ kgf}$$
$$P_u = 11.15 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 4755.45 \text{ kgf}$$
$$P_u = 10.46 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
4x2x3/16 "                      PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 99.90 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 20.14$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 11.15 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.09$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 81.43 > 42.1666667 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 81.43$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550$$

$$\lambda = 21.3333333 < \lambda_p = 81.43333663 < \lambda_r = 550 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 99.90 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.22

2° Calcular F<sub>cr</sub>  
F<sub>cr</sub> = 35.32 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_n = F_{cr} A$

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 11.15 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 120.09 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1 °      Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	0.50
L =	99.90 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
KL/r <sub>XX</sub> =	20.14

## CUMPLE

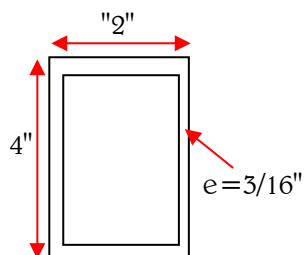
2 °

F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
A <sub>g</sub> =	4.00 in <sup>2</sup>
0.9F <sub>y</sub> A <sub>g</sub> =	129.60 kip
P <sub>u</sub> =	10.46 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL      4x2x3/16 "



- Brida inferior

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 1030.34 \text{ kgf}$$
$$P_u = 2.27 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 25492.41 \text{ kgf}$$
$$P_u = 56.08 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
4x2x3/16 "                      PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 99.90 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 20.14$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 2.27 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.02$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 101.54 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 101.54$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.3333333 < \lambda_p = 101.54 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 99.90 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.22

2° Calcular F<sub>cr</sub>  
F<sub>cr</sub> = 35.32 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_n = F_{cr} A$

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 2.27 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 120.09 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1 °      Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.50$$

$$L = 99.90 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 20.14$$

## CUMPLE

2 °

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$A_g = 4.00 \text{ in}^2$$

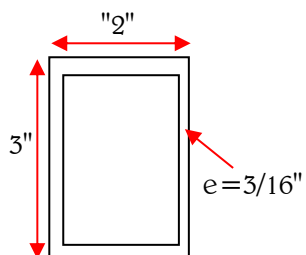
$$0.9F_y A_g = 129.60 \text{ kip}$$

$$P_u = 56.08 \text{ kip}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL      4x2x3/16 "



- Diagonales

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 11418.85 \text{ kgf}$$
$$P_u = 25.12 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 845.25 \text{ kgf}$$
$$P_u = 1.86 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
4x2x3/16 "	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 99.90 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 20.14 \quad \text{CUMPLE}$$

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 25.12 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.19$$
$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 68.00 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 68.00$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

### CASO 2)

Calcular

<b>PARA EL ALMA</b>			
$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$	$\lambda_r =$	550.00	
$\lambda =$	$\lambda_p$	$\lambda_r =$	
21.333333	<	68.00	< 550.00 <b>CUMPLE</b>

### 2.2. PANDEO LATERAL

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K =	0.50
L =	99.90 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
E =	29400.00 ksi
λ <sub>c</sub> =	0.22

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.32 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A =	4.00 in <sup>2</sup>	$P_n = F_{cr} A$
P <sub>n</sub> =	141.28 kip	

4° Comparar

P <sub>u</sub> =	25.12 kip	$P_u \leq \phi P_n$
Ø =	0.85	
P <sub>n</sub> =	141.28 kip	
Ø P <sub>n</sub> =	120.09 kip	

**CUMPLE**

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

### CASO 2)

Calcular

<b>PARA EL ALMA</b>			
$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$	$\lambda_r =$	550.00	
$\lambda =$	$\lambda_p$	$\lambda_r =$	
21.333333	<	68.00	<
		550.00	<b>CUMPLE</b>

### 2.2. PANDEO LATERAL

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K =	0.50
L =	99.90 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
E =	29400.00 ksi
$\lambda_c =$	0.22

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.32 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A =	4.00 in <sup>2</sup>	$P_n = F_{cr} A$
P <sub>n</sub> =	141.28 kip	

4° Comparar

P <sub>u</sub> =	25.12 kip	
Ø =	0.85	
P <sub>n</sub> =	141.28 kip	$P_u \leq \phi P_n$
Ø P <sub>n</sub> =	120.09 kip	

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K = 0.50  
L = 99.90 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
KL/r<sub>XX</sub> = 20.14

## CUMPLE

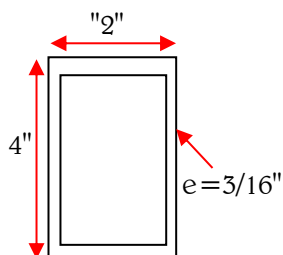
2°

F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
A<sub>g</sub> = 4.00 in<sup>2</sup>  
0.9F<sub>y</sub> A<sub>g</sub> = 129.60 kip  
P<sub>u</sub> = 1.86 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 4x2x3/16 "



- Montantes

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 352.68 \text{ kgf}$$
$$P_u = 0.78 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 5797.98 \text{ kgf}$$
$$P_u = 12.76 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
4x2x3/16 "	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 99.90 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 20.14$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 0.78 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.01$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 104.91 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 104.91$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.3333333 < \lambda_p = 104.91 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 99.90 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.22

2° Calcular F<sub>cr</sub>  
F<sub>cr</sub> = 35.32 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_n = F_{cr} A$

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 0.78 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 120.09 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1 °      Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	0.50
L =	99.90 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
KL/r <sub>XX</sub> =	20.14

## CUMPLE

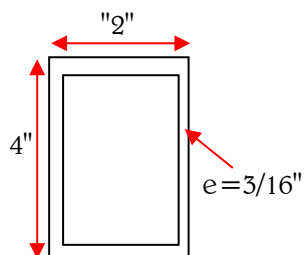
2 °

F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
A <sub>g</sub> =	4.00 in <sup>2</sup>
0.9F <sub>y</sub> A <sub>g</sub> =	129.60 kip
P <sub>u</sub> =	12.76 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL      4x2x3/16 "



- Cabezales

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 5601.70 \text{ kgf}$$
$$P_u = 12.32 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 2845.99 \text{ kgf}$$
$$P_u = 6.26 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
4x2x3/16 "                      PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 99.90 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 20.14$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 12.32 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.10$$
$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 78.77 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 78.77$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.3333333 < \lambda_p = 78.77 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 99.90 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.22

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.32 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  $P_n = F_{cr} A$   
P<sub>n</sub> = 141.28 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 12.32 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 141.28 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 120.09 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1 °      Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	0.50
L =	99.90 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
KL/r <sub>XX</sub> =	20.14

## CUMPLE

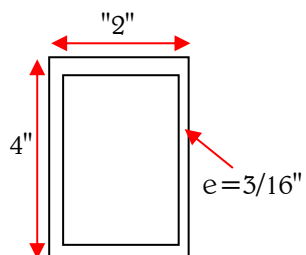
2 °

F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
A <sub>g</sub> =	4.00 in <sup>2</sup>
0.9F <sub>y</sub> A <sub>g</sub> =	129.60 kip
P <sub>u</sub> =	6.26 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL      4x2x3/16 "



- Cruces de San Andrés

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 10.66 \text{ kgf}$$

$$P_u = 0.02 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 845.25 \text{ kgf}$$

$$P_u = 1.86 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
1	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 0.79 \text{ in}^2$$

$$I_{xx} = 0.05 \text{ in}^4$$

$$r_{xx} = 0.25 \text{ in}$$

$$I_{yy} = 0.05 \text{ in}^4$$

$$r_{yy} = 0.25 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LATERAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 1$$

$$L = 311.69 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 0.25 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 1.00$$

**CUMPLE**

CUMPLE

#### Calcular relación de esbeltez

$$K = 1$$

$$L = 311.69 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 0.25 \text{ in}$$

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$E = 29400.00 \text{ ksi}$$

$$\lambda_c = 13.89$$

$$\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

#### Calcular Fcr

$$F_{cr} = 0.16 \text{ ksi}$$

$$1) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

$$2) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

Calcular  $P_n$

$$\begin{array}{ll} A = & 0.79 \text{ in}^2 \\ P_n = & 0.13 \text{ Kip} \end{array} \quad P_n = F_{cr} A$$

Comparar

$$\begin{array}{ll} P_u = & 0.02 \text{ kip} \\ \phi = & 0.85 \\ P_n = & 0.13 \text{ kip} \\ \phi P_n = & 0.11 \text{ kip} \end{array} \quad P_u \leq \phi P_n$$

CUMPLE

### TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$\begin{array}{ll} K = & 1.00 \text{ in} \\ L = & 311.69 \text{ in} \\ r_{XX} = & 0.25 \text{ in} \\ KL/r_{XX} = & 1.00 \end{array}$$

CUMPLE

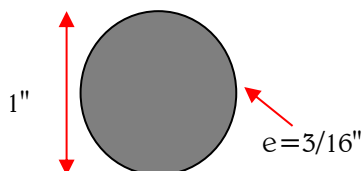
2°  $P_u \leq 0.9F_y A_g$

$$\begin{array}{ll} F_y = & 36.00 \text{ ksi} \\ A_g = & 0.79 \text{ in}^2 \\ 0.9F_y A_g = & 25.45 \text{ kip} \\ P_u = & 0.47 \text{ kip} \end{array}$$

CUMPLE

### 2. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 1 "



#### 4.4.3.5. Pista de baile

##### - Brida superior

#### ESFUERZOS DE DISEÑO

##### COMPRESIÓN

$$P_u = 2247.56 \text{ kgf}$$
$$P_u = 4.94 \text{ kip}$$

##### TRACCIÓN

$$P_u = 1103.73 \text{ kgf}$$
$$P_u = 2.43 \text{ kip}$$

#### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
4x2x3/16 "                      PERFIL OK

#### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

#### 2. Verificaciones

##### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 52.35 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 10.55$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

##### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

##### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 4.94 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.04$$
$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9(F_y A)}$$

$$\lambda_p = 95.48 > 42.1666667 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 95.48$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550$$

$$\lambda = 21.3333333 < \lambda_p = 95.4751128 < \lambda_r = 550 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 52.35 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.12

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.81 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685^{\lambda_c^2}) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  $P_n = F_{cr} A$   
P<sub>n</sub> = 143.25 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 4.94 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 143.25 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 121.76 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1 °      Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	0.50
L =	52.35 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
KL/r <sub>XX</sub> =	10.55

## CUMPLE

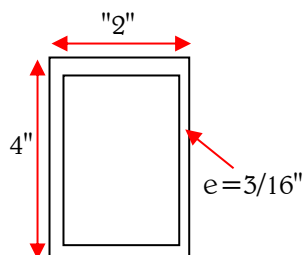
2 °

F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
A <sub>g</sub> =	4.00 in <sup>2</sup>
0.9F <sub>y</sub> A <sub>g</sub> =	129.60 kip
P <sub>u</sub> =	2.43 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL      4x2x3/16 "



- Brida inferior

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 8579.62 \text{ kgf}$$
$$P_u = 18.88 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 17477.69 \text{ kgf}$$
$$P_u = 38.45 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
4x2x3/16 "	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 52.35 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 10.55$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 18.88 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.15$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 69.54 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 69.54$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 2)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.333333 < \lambda_p = 69.54 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
L = 52.35 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
E = 29400.00 ksi  
λ<sub>c</sub> = 0.12

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.81 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  $P_n = F_{cr} A$   
P<sub>n</sub> = 143.25 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 18.88 kip  
Ø = 0.85  
P<sub>n</sub> = 143.25 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
Ø P<sub>n</sub> = 121.76 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K =	0.50
L =	52.35 in
r <sub>XX</sub> =	2.48 in
KL/r <sub>XX</sub> =	10.55

## CUMPLE

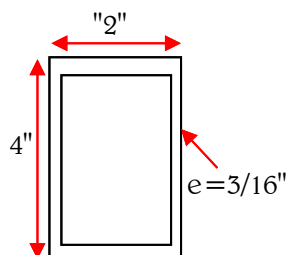
2°

F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
A <sub>g</sub> =	4.00 in <sup>2</sup>
0.9F <sub>y</sub> A <sub>g</sub> =	129.60 kip
P <sub>u</sub> =	38.45 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 4x2x3/16 "



- Diagonales

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 7169.85 \text{ kgf}$$
$$P_u = 15.77 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 3521.40 \text{ kgf}$$
$$P_u = 7.75 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
3x2x3/16 "                  PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 3 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 1.57 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 3 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 1.57 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 92.31 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 1.57 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 29.40$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 15.77 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.12$$
$$\frac{P_u}{\phi_b F_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 70.96 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 70.96$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 16 < \lambda_p = 70.96 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
 L = 92.31 in  
 r<sub>XX</sub> = 1.57 in  
 F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
 E = 29400.00 ksi  
 λ<sub>c</sub> = 0.33

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 34.57 ksi

1) λ<sub>c</sub> ≥ 1.5  $F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2) λ<sub>c</sub> < 1.5  $F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  
 P<sub>n</sub> = 138.28 kip  $P_n = F_{cr} A$

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 15.77 kip  
 Ø = 0.85  
 P<sub>n</sub> = 138.28 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
 Ø P<sub>n</sub> = 117.53 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$\begin{aligned} K &= 0.50 \\ L &= 92.31 \text{ in} \\ r_{XX} &= 1.57 \text{ in} \\ KL/r_{XX} &= 29.40 \end{aligned}$$

## CUMPLE

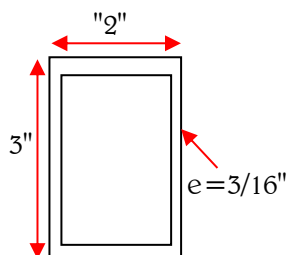
2°

$$\begin{aligned} F_y &= 36.00 \text{ ksi} \\ A_g &= 4.00 \text{ in}^2 \\ 0.9F_y A_g &= 129.60 \text{ kip} \\ P_u &= 7.75 \text{ kip} \end{aligned}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3x2x3/16 "



- Montantes

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 2410.55 \text{ kgf}$$
$$P_u = 5.30 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 5003.77 \text{ kgf}$$
$$P_u = 11.01 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
3x2x3/16 "          PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 3 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 1.57 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 3 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 1.57 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 74.73 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 1.57 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 23.80$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### **PARA EL ALMA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

#### **PARA EL ALA**

$$h = 3 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 16 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 5.30 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.04$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 94.66 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 94.66$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

### CASO 1)

Calcular

<b>PARA EL ALMA</b>			
$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}}$		$\lambda_r = 550.00$	
$\lambda = 16$	<	$\lambda_p = 94.66$	<
		$\lambda_r = 550.00$	<b>CUMPLE</b>

### 2.2. PANDEO LATERAL

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K =	0.50
L =	74.73 in
r <sub>XX</sub> =	1.57 in
F <sub>y</sub> =	36.00 ksi
E =	29400.00 ksi
$\lambda_c =$	0.27

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 35.06 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A =	4.00 in <sup>2</sup>	$P_n = F_{cr} A$
P <sub>n</sub> =	140.22 kip	

4° Comparar

P <sub>u</sub> =	5.30 kip	$P_u \leq \phi P_n$
Ø =	0.85	
P <sub>n</sub> =	140.22 kip	
Ø P <sub>n</sub> =	119.19 kip	

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.50$$

$$L = 74.73 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 1.57 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 23.80$$

## CUMPLE

2°

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$A_g = 4.00 \text{ in}^2$$

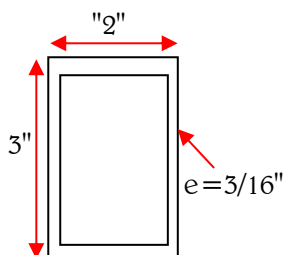
$$0.9F_y A_g = 129.60 \text{ kip}$$

$$P_u = 11.01 \text{ kip}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 3x2x3/16 "



- Cabezales

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 1415.62 \text{ kgf}$$
$$P_u = 3.11 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 1913.61 \text{ kgf}$$
$$P_u = 4.21 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL	
4x2x3/16 "	PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 74.73 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 15.07 \quad \text{CUMPLE}$$

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 3.11 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.02$$
$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 99.62 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 99.62$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

### CASO 1)

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.333333 < \lambda_p = 99.62 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

### 2.2. PANDEO LATERAL

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

$$K = 0.50$$

$$L = 74.73 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$E = 29400.00 \text{ ksi}$$

$$\lambda_c = 0.17$$

2° Calcular  $F_{cr}$

$$F_{cr} = 35.62 \text{ ksi}$$

$$1) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$$

$$2) \quad \lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$$

3° Calcular  $P_n$

$$A = 4.00 \text{ in}^2 \quad P_n = F_{cr} A$$

$$P_n = 142.47 \text{ kip}$$

4° Comparar

$$P_u = 3.11 \text{ kip}$$

$$\phi = 0.85$$

$$P_n = 142.47 \text{ kip} \quad P_u \leq \phi P_n$$

$$\phi P_n = 121.10 \text{ kip}$$

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

K = 0.50  
L = 74.73 in  
r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
KL/r<sub>XX</sub> = 15.07

## CUMPLE

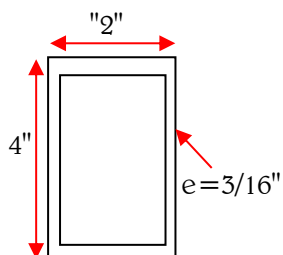
2°

F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
A<sub>g</sub> = 4.00 in<sup>2</sup>  
0.9F<sub>y</sub> A<sub>g</sub> = 129.60 kip  
P<sub>u</sub> = 4.21 kip

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 4x2x3/16 "



- Arriostres X-X

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 1307.67 \text{ kgf}$$
$$P_u = 2.88 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 975.04 \text{ kgf}$$
$$P_u = 2.15 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
4x2x3/16 "          PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 260.94 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 52.61$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 2.88 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.02$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 100.16 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 100.16$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.333333 < \lambda_p = 100.16 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
 L = 260.94 in  
 r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
 F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
 E = 29400.00 ksi  
 λ<sub>c</sub> = 0.59

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 31.61 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right) F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = \left( 0.685 \lambda_c^2 \right) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>  $P_n = F_{cr} A$   
 P<sub>n</sub> = 126.46 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 2.88 kip  
 Ø = 0.85  
 P<sub>n</sub> = 126.46 kip  $P_u \leq \phi P_n$   
 Ø P<sub>n</sub> = 107.49 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$\begin{aligned} K &= 0.50 \\ L &= 260.94 \text{ in} \\ r_{XX} &= 2.48 \text{ in} \\ KL/r_{XX} &= 52.61 \end{aligned}$$

## CUMPLE

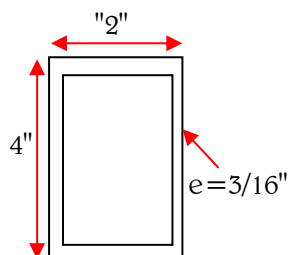
2°

$$\begin{aligned} F_y &= 36.00 \text{ ksi} \\ A_g &= 4.00 \text{ in}^2 \\ 0.9F_y A_g &= 129.60 \text{ kip} \\ P_u &= 2.15 \text{ kip} \end{aligned}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 4x2x3/16 "



- Arriostres Y-Y

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 2226.08 \text{ kgf}$$
$$P_u = 4.90 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 2025.47 \text{ kgf}$$
$$P_u = 4.46 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
4x2x3/16 "          PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 2 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 2.48 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 4 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 2.48 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LOCAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 0.5$$
$$L = 407.99 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 82.26$$

**CUMPLE**

Calcular  $\lambda = h/t_w$

#### *PARA EL ALMA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

#### *PARA EL ALA*

$$h = 4 \text{ in}$$
$$t_w = 3/16 \text{ in}$$
$$\lambda = 21 \text{ in}$$

Calcular

$$P_u = 4.90 \text{ kip}$$
$$\phi b = 0.90$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$A = 4.00 \text{ in}^2$$
$$P_u/(\phi b F_y) = 0.04$$

$$\frac{P_u}{\phi_b P_y} = \frac{P_u}{0.9 (F_y A)}$$

$$\lambda_p = 95.58 > 42.17 \text{ OK}$$
$$\lambda_p = 95.58$$

$$1) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} \leq 0.125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right)$$

$$2) \quad \frac{P_u}{\phi_b P_y} > 0.125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

**CASO 1)**

Calcular

**PARA EL ALMA**

$$\lambda_r = \frac{3300}{\sqrt{F_y}} \quad \lambda_r = 550.00$$

$$\lambda = 21.333333 < \lambda_p = 95.58 < \lambda_r = 550.00 \quad \text{CUMPLE}$$

**2.2. PANDEO LATERAL**

1° Calcular relación de esbeltez  $\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$

K = 0.50  
 L = 407.99 in  
 r<sub>XX</sub> = 2.48 in  
 F<sub>y</sub> = 36.00 ksi  
 E = 29400.00 ksi  
 λ<sub>c</sub> = 0.92

2° Calcular F<sub>cr</sub>

F<sub>cr</sub> = 26.20 ksi

1)  $\lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c} \right)^2 F_y$

2)  $\lambda_c < 1.5 \quad F_{cr} = (0.685 \lambda_c^2) F_y$

3° Calcular P<sub>n</sub>

A = 4.00 in<sup>2</sup>      P<sub>n</sub> = F<sub>cr</sub>A  
 P<sub>n</sub> = 104.82 kip

4° Comparar

P<sub>u</sub> = 4.90 kip  
 Ø = 0.85  
 P<sub>n</sub> = 104.82 kip      P<sub>u</sub> ≤ Ø P<sub>n</sub>  
 Ø P<sub>n</sub> = 89.09 kip

**CUMPLE**

## TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$K = 0.50$$

$$L = 407.99 \text{ in}$$

$$r_{XX} = 2.48 \text{ in}$$

$$KL/r_{XX} = 82.26$$

## CUMPLE

2°

$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$

$$A_g = 4.00 \text{ in}^2$$

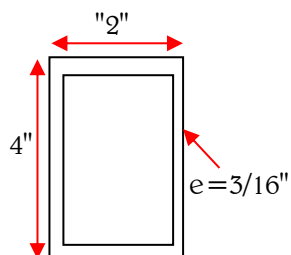
$$0.9F_y A_g = 129.60 \text{ kip}$$

$$P_u = 4.46 \text{ kip}$$

## CUMPLE

### 3. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 4x2x3/16 "



- Cruces de San Andrés

## ESFUERZOS DE DISEÑO

### COMPRESIÓN

$$P_u = 10.66 \text{ kgf}$$
$$P_u = 0.02 \text{ kip}$$

### TRACCIÓN

$$P_u = 3521.40 \text{ kgf}$$
$$P_u = 7.75 \text{ kip}$$

### 1. Perfil mínimo

SECCIÓN DE PERFIL
1 "                      PERFIL OK

### PROPIEDADES DE UN ÁNGULO

$$A = 0.79 \text{ in}^2$$
$$I_{xx} = 0.05 \text{ in}^4$$
$$r_{xx} = 0.25 \text{ in}$$
$$I_{yy} = 0.05 \text{ in}^4$$
$$r_{yy} = 0.25 \text{ in}$$

### 2. Verificaciones

#### 2.1. PANDEO LATERAL

Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 200$

$$K = 1$$
$$L = 311.69 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 0.25 \text{ in}$$
$$KL/r_{XX} = 1.00$$

**CUMPLE**

CUMPLE

#### Calcular relación de esbeltez

$$K = 1$$
$$L = 311.69 \text{ in}$$
$$r_{XX} = 0.25 \text{ in}$$
$$F_y = 36.00 \text{ ksi}$$
$$E = 29400.00 \text{ ksi}$$
$$\lambda_c = 13.89$$

$$\lambda_c = \frac{KL}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

#### Calcular Fcr

$$F_{cr} = 0.16 \text{ ksi}$$

$$1) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

$$2) \quad \lambda_c \geq 1.5 \quad F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) F_y$$

Calcular  $P_n$

$$\begin{array}{ll} A = & 0.79 \text{ in}^2 \\ P_n = & 0.13 \text{ kip} \end{array} \quad P_n = F_{cr} A$$

Comparar

$$\begin{array}{ll} P_u = & 0.02 \text{ kip} \\ \phi = & 0.85 \\ P_n = & 0.13 \text{ kip} \\ \phi P_n = & 0.11 \text{ kip} \end{array} \quad P_u \leq \phi P_n$$

CUMPLE

### TRACCIÓN

1° Calculando  $\frac{KL}{r} \leq 300$

$$\begin{array}{ll} K = & 1.00 \text{ in} \\ L = & 311.69 \text{ in} \\ r_{XX} = & 0.25 \text{ in} \\ KL/r_{XX} = & 1.00 \end{array}$$

CUMPLE

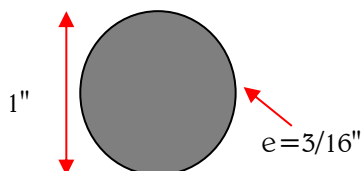
2°  $P_u \leq 0.9F_y A_g$

$$\begin{array}{ll} F_y = & 36.00 \text{ ksi} \\ A_g = & 0.79 \text{ in}^2 \\ 0.9F_y A_g = & 25.45 \text{ kip} \\ P_u = & 0.47 \text{ kip} \end{array}$$

CUMPLE

### 2. Resultado

SECCIÓN DE PERFIL 1 "



## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el capítulo anterior nos han llevado a presentar la siguiente discusión:

Con una extensión de 13.02 hectáreas, el proyecto de parque zonal estará implementado con grandes extensiones de área verde y siete (07) estructuras: 01 Centro Cultural, 01 Ludoteca, 01 Piscina semi-olímpica, 01 Vivero, 01 Pista de Baile, 01 Conjunto de Losas Deportiva, y un 01 Polideportivo; satisfaciendo con toda esta infraestructura la necesidad de centros de recreación y deportivos con la que cuenta el distrito de José Leonardo Ortiz, además de ello, es de suma importancia hacer mención al aporte de metros cuadrados de área verde por habitante con la que se contribuirá, no solo al distrito sino a toda la región de Lambayeque de llevarse a cabo la ejecución del presente proyecto; este índice será de 1 m<sup>2</sup>/hab un valor que duplicará el valor actual de área verde existente por habitante. Con estos dos puntos principales: áreas de recreación y áreas verdes, se satisface y cumple gran parte del objetivo principal del proyecto, que es realizar un análisis y diseño integral de toda la infraestructura del proyecto de parque zonal, cubriendo gran parte de la demanda generada por parte de la población del distrito.

Los estudios básicos de un expediente técnico fundamentales en todo proyecto de ingeniería, tales como el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), y Estudios Topográficos, ayudaron a obtener los siguientes datos esenciales para dar inicio al desarrollo integral del proyecto. Iniciando por los EMS, se obtuvo una capacidad portante del terreno de 0.80 kg/cm<sup>2</sup>, indicando una baja resistencia del terreno, lo que tendría incidencia directa al momento de realizar el diseño de cimentaciones de las estructuras presentes en el proyecto, y una profundidad mínima de cimentación  $d_f = 1.50$  m en toda el área del terreno para el proyecto de parque zonal; continuando con el estudio topográfico, se logró identificar los volúmenes de corte y relleno de terreno que se deberán realizar con la finalidad de lograr obtener una superficie uniforme que tenga un comportamiento óptimo en cada área del parque, ya sea áreas de losas, como áreas con presencia de estructuras.

Con el análisis arquitectónico realizado se logró determinar el tipo de sistemas estructurales que se deberá seguir en el diseño, sean estas estructuras de concreto armado y/o estructuras de pórticos de acero resistentes a momento. La disposición de un determinado sistema estructural se evaluó al punto de poseer, en medida que cumpla un buen comportamiento estructural, características que se adecúen al diseño arquitectónico previsto, para cumplir con este requerimiento, en algunos casos fue necesario la combinación de sistemas estructurales.

El centro cultural, una estructura de 2,343.80 m<sup>2</sup> se desarrolló con una combinación de estructuras, configurando estructuras de concreto armado (con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>) con un sistema estructural aporticado (columna – viga) para los módulos A, B, y C, con losas aligeradas de 20 cm de altura y con cerramientos de tabiquería con asentado de sogas, y una estructura de pórticos de acero resistentes a momentos (con función netamente arquitectónica) para perímetro y cobertura sobre los módulos de concreto armado, las cuales se conforman por columnas de tubo cuadro de 8"x8"x3/16" unido por cerchas, conocidas también como tijerales, y además de ello se usaron correas de tubo cuadrado de 2"x2"x3/16". La combinación de sistemas estructurales tiene el fin de cubrir con las necesidades arquitectónicas y estructurales que la infraestructura demanda. Los detalles de secciones, perfiles, anclajes, etc. se muestran en los planos y hojas de cálculo respectivas.

La ludoteca, una estructura de 735.00 m<sup>2</sup> se configuró con un sistema estructural netamente de pórticos de concreto armado (con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>) (columna – viga) con losas aligeradas de 25 cm y 20 cm de altura. En esta estructura fue necesario separar, mediante una junta sísmica, el área de comedor del área administrativa y aulas, pues no poseía una simetría adecuada en planta. Los detalles de secciones, anclajes, etc., se muestran en los planos y hojas de cálculo respectivas.

La piscina, una estructura de 858.70 m<sup>2</sup> totales, donde se incluyen en ella una piscina semi-olímpica, área de servicios higiénicos, vestidores, y almacenes, fue configurada con una combinación de sistemas estructurales, en donde los módulos pequeños (vestidores, servicios higiénicos, almacenes) fueron conformados por pórticos de concreto armado (con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>) (columna – viga), la estructura de piscina fue diseñada con muros de contención de concreto armado (con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que la infraestructura general fue diseñada con una estructura de pórticos de acero resistentes a momentos, conformando así, lo comúnmente conocido como “nave industrial”, la cual se conforma por columnas de tubo cuadro de 8”x8”x3/16” unido por cerchas, conocidas también como tijerales, y además de ello se usaron correas de tubo cuadrado de 2”x3”x3/16”, con una cubierta con una sola caída de agua, cubriendo las pendientes mínimas reglamentadas. Los detalles de secciones, perfiles, anclajes, etc., se muestran en los planos y hojas de cálculo respectivas.

El vivero, una estructura de 1,325.40 m<sup>2</sup>, que incluye un invernadero, se configuró con un sistema estructural combinado, donde las áreas administrativas y de almacenes cuentan con una estructura de pórticos de concreto armado (con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>) (columna – viga), el área de invernadero cuenta con una estructura de pórticos de acero resistentes a momentos con una cubierta en arco, la cual se conforma por columnas de tubo cuadro de 8”x8”x3/16” unido por cerchas, conocidas también como tijerales, y además de ello se usaron correas de tubo cuadrado de 2”x3”x3/16”, y por último, el perímetro del vivero cuenta con una estructura de pórticos de acero resistentes a momento (con función netamente arquitectónica) sin cobertura. Los detalles de secciones, perfiles, anclajes, etc., se muestran en los planos y hojas de cálculo respectivas.

La pista de baile, una estructura de 1,325.40 m<sup>2</sup>, se configuró con un sistema estructural de pórticos de acero resistentes a momentos, la cual se conforma por columnas de tubo cuadro de 8”x8”x3/16” unido por cerchas, conocidas también como tijerales, y además de ello se usaron correas de tubo cuadrado de 2”x3”x3/16”. Esta además cuenta con una losa de concreto (con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>) de 20 cm espesor. La estructura general, no posee cerramientos laterales, pues por el tipo de uso es necesario que sea una estructura libre. Los detalles de secciones, perfiles, anclajes, etc., se muestran en los planos y hojas de cálculo respectivas.

El conjunto de losas deportivas está conformado por dos losas de concreto (con una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>) de 20 cm de espesor, para las cuales se optó, para lograr un mejor desarrollo en la transferencia de cargas y control de grietas, el uso de juntas de dilatación de 1” de espesor rellenas con mezcla asfáltica. Cabe mencionar que las losas son libres, es decir, no poseen configuración estructural para cerramientos ni para coberturas.

El polideportivo, una estructura de 2,402.60 m<sup>2</sup>, se configuró con un sistema estructural de pórticos de acero resistentes a momentos, la cual se conforma por columnas de tubo cuadro de 8”x8”x3/16” unido por cerchas, conocidas también como tijerales, y además de ello se usaron correas de tubo cuadrado de 2”x3”x3/16”, posee también un área de

vestidores, servicios higiénicos, y almacenes, construidas con concreto armado (con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>), y el área principal está ocupada por un conjunto de dos losas deportivas a usarse también como área de usos múltiples, estas serán construidas considerando el uso de juntas de dilatación de 1" de espesor rellenas con mezcla asfáltica.

El análisis para el diseño de instalaciones eléctricas a considerar en el proyecto integral, desde las infraestructuras por separado, hasta la infraestructura del parque en general, cumplió con su objetivo, logrando definir las instalaciones necesarias a utilizar con la finalidad de tener un diseño y una ejecución económica y técnicamente viable. La alimentación de energía eléctrica al parque zonal tomando una acometida de la red pública a media tensión deberá ser trabajada con un transformador ya que es necesario bajar la tensión, el cual, mediante un tablero totalizador, ubicado en la caseta de fuerza del parque zonal, distribuirá la energía al parque y cada una de las estructuras presentes, contando cada circuito con sus respectivos dispositivos de maniobra y de seguridad. Se consideró el uso de circuitos de alumbrado con dispositivos de maniobra termomagnéticos bipolares de 16 A, tomacorrientes con dispositivos de maniobra termomagnéticos bipolares de 20 A, alumbrados de emergencia con dispositivos de maniobra termomagnéticos bipolares de 16 A, alarma contra incendio, y circuitos de reserva. Para los alimentadores se utilizó un cable tipo N2XOH y para los circuitos de distribución eléctrica común cables tipo NH-80.

El estudio y diseño de las instalaciones sanitarias logró satisfacer las necesidades fundamentales de todas las estructuras y del parque zonal en general. La alimentación del sistema de agua potable al parque zonal será desde la red pública, la cual será almacenada en cisternas (para cada estructura) y luego bombeada a su respectivo tanque elevado, siendo los tanques elevados los que se encargarán de distribuir el agua a cada punto de salida necesario; para la distribución de agua en cada infraestructura se utilizaron tuberías de PVC-SEL de 1/2" y de 3/4". Para el riego de los jardines se ha considerado usar, previa solicitud de permiso a la autoridad local del agua (ALA), el agua de la acequia Chilape, colindante al parque zonal. Por otro lado las tuberías del sistema de desagüe permitirán evacuar las aguas servidas de cada infraestructura y del parque en general, cumpliendo las siguientes condiciones: evacuación rápida de las aguas servidas, las cuales serán alejadas de los aparatos sanitarios; se deberá impedir el paso de malos olores por degradación de materia orgánica y de organismos patógenos de las tuberías, para lo cual se considera el uso de trampas de desagüe; las tuberías serán de PVC-SAP con los diámetros especificados en los planos respectivos, garantizando un correcto funcionamiento y duración. Las tuberías de derivación enlazarán las salidas de desagüe de los aparatos sanitarios con las montantes, algunas de estas serán simples y otras compuestas, pues por la cantidad de aparatos existentes en las estructuras, fue necesario que una línea sirva a varios aparatos sanitarios; las pendientes mínimas para diámetros mayores de 4" será de 1% y para diámetros menores a 3" será de 1.5%; los empalmes entre ramales y derivaciones se harán en ángulo de 45°; todas las líneas de derivación y montantes alimentarán las redes principales de colectores para que de esta manera se realice una evacuación total de las aguas servidas.

El estudio de costos y presupuesto se desarrolló en dos etapas, la primera etapa fue destinada a llevar a cabo la cuantificación de las partidas, en donde cada uno de los elementos presentes en el proyecto fueron medrados haciendo uso de plantillas (hojas de cálculo) creadas en el Software Microsoft Excel, cada una de estas está destinada a partidas específicas clasificadas por especialidad: obras provisionales, estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, etc. Todo esto se culminó de la manera más eficaz siguiendo las pautas establecidas en el reglamento nacional de medrados. Para este proyecto se llegarán a usar 5'475.51 m<sup>3</sup> de concreto, 211.62 Tn de acero corrugado, 25'178.38 ml. de tubo de acero estructural, 6'212.74 ml. de tubería sanitaria, 12'858.00 ml. de tubería eléctrica, 38'504.15 ml de cableado eléctrico, etc. Posteriormente, en la segunda etapa, se realizaron los análisis de costos unitarios, los cuales representan un factor importante en el cálculo de los costos por partida, que se enlazarán para formar parte de los costos totales del proyecto, determinando así, los costos y el presupuesto de obra, esta última etapa se desarrolló haciendo uso del Software S10 Costos y Presupuestos. Con el fin de evaluar la factibilidad económica de cada infraestructura, y por ende, la del proyecto integral, se calcularon los costos y con estos se elaboraron los presupuestos de las estructuras de manera independiente, y además se realizó un cálculo total del costo del proyecto, los cuales se muestran a detalle en las hojas de cálculo anexadas en la sección de presupuesto.

A continuación, se presentan los montos totales para cada una de las estructuras, que tomando en cuenta todas las especialidades (costo directo) e incluyendo gastos generales, utilidad, e I.G.V. Para el Centro cultural es de S/. 5'335,956.08, para la Ludoteca es de S/. 1'215,478.61, Para la Pista de baile es de S/. 1'824,969.72, para el Vivero es de S/. 2'436,535.08, para las losas deportivas es de S/. 803,665.82, para la estructura de piscina es de S/. 2'328'048.23, para el Polideportivo es de S/. 5'013,251.54, para todas las obras complementarias del Parque zonal es de S/. 11'990,564.24 y el costo total del proyecto integral haciende a S/. 30'948,469.32.

Es importante hacer mención que los costos totales fueron desarrollados de manera íntegra, es decir, se considera toda obra, especialidad y/o actividad que sea necesaria para que el proyecto de parque zonal cumpla con su función de manera óptima, y cubra todas las necesidades de la población.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) determinó que las incidencias más relevantes son aquellas relacionadas con la disminución de la calidad del aire debido a la generación de partículas de polvo debido a los diversos trabajos que se llevarán a cabo para ejecutar cada partida del proyecto; en la emisión de gases de combustión de todas las maquinarias y equipos que serán utilizados en la etapa de construcción, así como la contaminación sonora debido a los ruidos que serán generados, los cuales podrían afectar, en parte, la salud de los obreros, ingenieros, arquitectos, y pobladores cercanos a la zona del proyecto. El principal impacto positivo producido por el proyecto será el de la mejora de la calidad de vida de los pobladores, seguido por la mejora cultural, social y además de ello, también existe un impacto positivo económicamente, los cuales se darán durante las diferentes etapas de construcción y operación, hasta la etapa de puesta en funcionamiento del parque zonal. Entre los componentes del proyecto, el impacto negativo con mayor significancia será el de la excavación de grandes volúmenes de tierra, tanto para las estructuras, como para las líneas de agua y desagüe.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- La ejecución de un análisis estructural adecuado y convincente ayudó a forjar una disposición de sistemas y elementos estructurales que llegaron a desarrollar un comportamiento óptimo y eficiente, con los cuales se logra una distribución de esfuerzos y fuerzas de gravedad y sísmicas de manera conveniente en cada estructura y con el suelo resistente de las mismas. Además, contribuyó con brindar una correcta resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad a las estructuras presentes en el proyecto.
- El diseño estructural eficiente se llevó a cabo siguiendo las estipulaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y cumpliendo con el principio más importante de todo diseño sísmico-estructural, el de salvaguardar la vida de los usuarios, brindándole resistencia y un correcto comportamiento sísmico a la estructura, para que con esto se pueda evacuar ante cualquier eventualidad sísmica, y además de ello, evitar daños mayores en la estructura resistente.
- El diseño de las instalaciones sanitarias de agua y desagüe para todo el parque zonal, incluyendo las 07 estructuras presentes, se realizó cumpliendo los requerimientos del RNE; para los sistema de agua se consideró el uso de cisternas y tanques elevados para cada estructura dentro del parque, para su posterior distribución en líneas menores; por otro lado, en las instalaciones de desagüe surge la necesidad de hacer uso de tuberías de derivación compuestas y simples, las cuales enlazarán las salidas de todos los aparatos sanitarios y la de las montantes provenientes de niveles superiores.
- El diseño de las instalaciones eléctricas de manera íntegra cubre las necesidades fundamentales que el proyecto de parque zonal demanda; se considera el uso de un totalizador eléctrico que distribuye la energía a través de alimentadores N2XOH a cada punto en los módulos correspondientes, y en general, directamente al alumbrado del parque zonal, cumpliendo con la función de llevar energía eléctrica, de la manera más segura y eficaz, hasta el punto más alejado del parque.
- Las características físicas y mecánicas de los suelos se conocieron a través de los estudios de campo y laboratorio (incluidos en los estudios de mecánica de suelos de todo proyecto de ingeniería), estas permitieron definir el tipo de cemento a ser usado en el proyecto, la profundidad de cimentación (df) para las estructuras, la capacidad portante del suelo en kg/cm<sup>2</sup>, y todo tratamiento a tener en cuenta para lograr un correcto desarrollo del comportamiento de la subestructura y superestructura con el suelo.

- Conocer las características topográficas del terreno sobre el cual se plasma la ejecución del presente proyecto de parque zonal contribuyó a definir los volúmenes de corte y relleno a realizarse en el proyecto, se definió que la característica principal, en cuanto a altimetría se refiere, fue que era un terreno ligeramente llano con ciertos rasgos de elevaciones poco pronunciadas en la superficie.
- Los estudios complementarios tales como: metrados, análisis de costos unitarios, costos, presupuestos, cronograma de obra, estudio de impacto ambiental, creación de memorias descriptivas, y creación de especificaciones técnicas, ayudan a describir en su totalidad el diseño integral del proyecto de parque zonal, y como tal, evaluar y programar la ejecución del mismo.
- La elaboración del análisis y diseño integral de la infraestructura del proyecto de parque zonal para el distrito de José Leonardo Ortiz cumplió con sus objetivos, siendo estos los que contribuyeron con la correcta disposición de sistemas estructurales a usarse en cada estructura presente en el proyecto, logrando desarrollar un diseño estructural eficiente, siguiendo los principios de diseño sísmico-estructural y todo lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE); además se logró definir un óptimo y eficiente sistema de instalaciones fundamentales, tanto en instalaciones de agua y desagüe, como en instalaciones eléctricas mecánicas; en conjunto con estos estudios, se llevó a cabo la determinación del estudio económico (metrado, costos y presupuestos) y del estudio de impacto ambiental, concluyendo de esta manera que el proyecto, a nivel de expediente técnico, fue realizado de forma eficaz.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Plantear una correcta estructuración que garantice una buena distribución de rigideces y como tal, estabilidad, durabilidad, resistencia y un buen comportamiento de los elementos conformantes de cada sistema estructural planteado a las estructuras que se diseñarán posteriormente.
- Balancear rigidez y ductilidad de los elementos, un exceso de cualquiera de estos dos puntos podría representar un fallo importante en la estructura diseñada. Asimismo, se recomienda hacer un cálculo minucioso del coeficiente sísmico y toda fuerza a actuar sobre la estructura, pues serán estas las que nos permitirán evaluar si la estructura tiene o no, un buen comportamiento, ya sea en cuanto a rigidez, ductilidad, o simplemente en la transmisión de fuerzas entre elementos conformantes de la estructura.
- Utilizar los accesorios necesarios y redes de tuberías eficientes en las instalaciones de agua para evitar pérdidas de carga y gastos indebidos por partida; en cuanto a instalaciones de desagüe, se recomienda cumplir con las pendientes mínimas de arrastre de las aguas servidas, además de ello es importante tener en cuenta el uso de trampas o sifones en aquellos puntos donde se sabe que pueda existir un ingreso de malos olores o el ingreso de bichos.

- Evaluar las necesidades, y por ende la demanda de energía eléctrica que existirá en el proyecto para tomar la decisión correcta sobre el sistema eléctrico que se considerará, lo que repercutirá en los tipos de equipos que será necesario considerar para hacer una distribución eficaz de la energía.
- Realizar la extracción de muestras de terreno, evitando, a medida que se pueda, alguna alteración sobre ella, lo que garantizará resultados en laboratorio más precisos. Asimismo, se recomienda verificar el estado de cada instrumento de laboratorio que será utilizado para realizar los ensayos, en donde cualquier variación o contenido de materia externo a la de la muestra podría alterar los resultados de los ensayos.
- Utilizar equipos calibrados y de precisión máxima, tales como estación total, los cuales nos garantizarán medidas muy reales. Además, se recomienda hacer un trabajo de campo minucioso, desde el momento de realizar el estacionamiento del equipo, hasta el momento de hacer uso del jalón que porta el prisma. En complemento se recomienda tomar la máxima cantidad de puntos en campos para poder realizar un buen procesamiento de datos en gabinete y así obtener resultados correctos que ayuden a describir la topografía del terreno con la mayor precisión posible.
- Realizar un análisis general para definir los datos, estudios, o documentos necesarios que deberán ser considerados en el desarrollo integral del proyecto para que de esta manera se pueda llevar a cabo un planeamiento eficiente de este.
- Realizar un análisis, diseño estructural, sanitario, eléctrico, estudios de mecánica de suelos, topográficos, estudios complementarios, y toda actividad concerniente a un expediente técnico, de la manera más precisa que se pueda, considerando todas las consideraciones de los reglamentos, guías, y códigos en cuanto a las condiciones mínimas que correspondan cumplir, con la finalidad de obtener un resultado eficiente en el proyecto íntegro.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. NORMA E.020 CARGAS. 2006. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.
2. NORMA E.030. DISEÑO SISMO-RESISTENTE. 2006. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones.
3. Norma E.050. SUELOS Y CIMENTACIONES. 2006. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones.
4. Norma E.060. CONCRETO ARMADO. 2009. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones.
5. Diseño de estructuras de acero con el método del manual **LRFD**, de sus siglas en inglés Load and Resistante Factor Design.
6. SAP 2000. Analysis Reference Manual. Computers and Structures, Inc. Berkeley

## **VIII. ANEXOS.**

## **ANEXO A**

### **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y PRESUPUESTO.**



## PRESUPUESTO

Descripción	Unidad	Cantidad	C. Unit.	C. Tot.	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					18720
Bachilleres	Mes	9	2000	18000	
Personal de apoyo para calicatas	Día	3	80	240	
Personal de apoyo topografico	Día	6	80	480	
<b>Materiales (De escritorio y para procesamiento de datos)</b>					2416
Papel Bond A4 - 80g	Millar	4	24	96	
Útiles de escritorio	Glb	2	150	300	
Software	Glb	2	600	1200	
Libros relacionados al tema de Tesis	Und	8	60	480	
Memoria USB Hp 8Gb	Und	2	35	70	
Disco (CD,DVD)	Und	40	1	40	
Reposición de Toner	Und	4	35	140	
Reposición de tinta sistema continuo	Und	2	45	90	
<b>Equipos y mobiliario menor</b>					4305
Laptop (alquiler)	Glb	2	1500	3000	
Cámara Digital (alquiler)	Mes	9	40	360	
Impresora (alquiler)	Mes	9	25	225	
Mobiliario (mesas, sillas, etc)	Mes	9	80	720	
<b>Servicios de Terceros</b>					19615
Fotocopias	Glb	1	1500	1500	
Ploteo de planos A0	Und	240	5	1200	
Anillados	Glb	12	300	3600	
Empastado	Glb	2	300	600	
Estudios				9000	
Estudios de Mecánica de Suelos	Glb	1	6000	6000	
Estudio Topográfico	Glb	1	3000	3000	
Servicio de Internet	Mes	9	50	450	
Energía Electrica	Mes	9	35	315	
Transporte	Mes	9	300	2700	
Alimentacion (eventual)	Glb	1	250	250	
<b>TOTAL</b>					S/. 45,056

*Tabla 200 Presupuesto para desarrollo del proyecto*

**PRESUPUESTO DE RECURSOS PROPIOS**

<b>RECURSOS PROPIOS</b>				
Pago a bachilleres	Mes	9	2000	18000
Software	Glb	2	600	1200
Laptop (alquiler)	Glb	2	1500	3000
Cámara Digital (alquiler)	Mes	9	40	360
Impresora	Mes	9	25	225
Memoria USB Hp 8Gb	Und	2	35	70
Mobiliario (mesas, sillas, etc)	Mes	9	80	720
Transporte (parcial)	Mes	9	150	1350
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 24,925</b>
<b>RECURSOS UNIVERSITARIOS</b>				
<b>Estudios</b>				
Estudios de Mecánica de Suelos	Glb	1	6000	6000
Estudio Topográfico	Glb	1	3000	3000
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 9,000</b>
<b>RECURSOS TOTALES</b>		<b>S/. 33,925</b>		

*Tabla 201 Presupuesto de recurso propios para el proyecto*

**ANEXO B**  
**ESTUDIOS BÁSICOS**

**ANEXO C**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

## **ANEXO D**

### **MEMORIAS DESCRIPTIVAS**

## **ANEXO E**

### **PLANOS**

**ANEXO F**

**METRADOS**

**ANEXO G**  
**PRESUPUESTO**

**ANEXO H**  
**CRONOGRAMA DE OBRA**