UPN
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA DE LAS PLATEAS EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Jose Antonio Cerquin Roldan
Bryan David Gamboa Leiva

Asesor:

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz
https://orcid.org/0000-0003-3392-9580

Trujillo - Perú

2022

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	**Mg. Ing. Melving Luis Rivera Muñoz**	**103399**
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura

Jurado 2	**Mg. Ing. Nixon B. Peche Melo**	**222240**
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura

Jurado 3	**Mg. Ing. Gonzalo Hugo Diaz Garcia**	**134596**
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, a mis padres y amigos, por el gran apoyo que me brindaron en el transcurso de mi formación académica, moral y ética, compartiéndome sus consejos.

Jose Antonio Cerquin Roldan

A mis padres, amigos y familiares, por el esfuerzo que hicieron en brindarme su tiempo y apoyo en las dificultades de mi formación académica, también por aconsejarme en las decisiones fundamentales de mi vida.

Bryan David Gamboa Leiva

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme sabiduría e iluminación en mi aprendizaje, así como también mostrarme el camino correcto en cada situación de la vida que se nos presenta, a mis padres por apoyarme cada día en mi formación académica e inculcarme valores y principios.

Jose Antonio Cerquin Roldan

A Dios por iluminarme en cada proyecto realizado, a mis padres por guiarme y estar siempre para mí en cada dificultad e inculcarme valores que me desarrollan como persona, a mis amigos por escucharme cuando presente problemas y por compartir sus conocimientos conmigo en cada cosa que se me complicaba.

Bryan David Gamboa Leiva

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR 2

DEDICATORIA 3

AGRADECIMIENTO 4

TABLA DE CONTENIDO 5

ÍNDICE DE TABLAS 6

ÍNDICE DE FIGURAS 7

RESUMEN 17

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 18

1.1. Realidad problemática 18

1.2. Antecedentes de la investigación 29

1.3. Bases teóricas 36

1.4. Justificación 67

1.5. Formulación del problema 70

1.6. Objetivos 70

1.7. Hipótesis 70

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA 71

CAPÍTULO III: RESULTADOS 207

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 255

REFERENCIAS 264

ANEXOS 269

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Derivas de entrepiso 60

Tabla 2. Factores de zona "Z" 62

Tabla 3. Clasificación de los perfiles de suelo 62

Tabla 4. Factor "S" 63

Tabla 5. Periodo "TP" y "TL" 64

Tabla 6. Sistemas estructurales 65

Tabla 7. Categoria de las edificaciones 66

Tabla 8. Diseño de investigación transversal 72

Tabla 9. Matriz de clasificación de variables 73

Tabla 10. Matriz de operacionalización de variables 74

Tabla 11. Articulos seleccionados 77

Tabla 12. Datos de la muestra 1 207

Tabla 13. Datos de la muestra 2 208

Tabla 14. Datos de la muestra 3 209

Tabla 15. Datos de la muestra 4 210

Tabla 16. Datos de la muestra 5 211

Tabla 17. Datos de la muestra 6 212

Tabla 18. Datos de la muestra 7 213

Tabla 19. Datos de la muestra 8 214

Tabla 20. Datos de la muestra 9 215

Tabla 21. Datos de la muestra 10 216

Tabla 22. Desplazamientos máximos de las edificaciones de 4 pisos 217

Tabla 23. Desplazamientos máximos de las edificaciones de 5 pisos 218

Tabla 24. Desplazamientos máximos de las edificaciones de 6 pisos 219

Tabla 25. Desplazamientos máximos de las edificaciones de 7 pisos 219

Tabla 26. Desplazamientos máximos de las edificaciones de 8 pisos 221

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Simbología de suelos (referencial) 38
Figura 2. Profundidad de cimentación 41
Figura 3. Zapata aislada 42
Figura 4. Zapata combinada 42
Figura 5. Zapata corrida 43
Figura 6. Platea de cimentación 44
Figura 7. Pilotes 45
Figura 8. Asentamiento uniforme 46
Figura 9. Acciones internas 53
Figura 10. Resultante - Acciones internas 54
Figura 11. Barras de modelo estructural 57
Figura 12. Análisis Sísmico Estructural 58
Figura 13. Deriva entre piso 59
Figura 14. Zonas sísmicas 61
Figura 15. Diagrama de diseño de investigación 72
Figura 16. Matriz de extracción de datos 80
Figura 17. Organizador visual del procedimiento de tesis 80
Figura 18. Un nuevo modelo en el software ETABS 82
Figura 19. Sistema de unidades 82
Figura 20. Espaciamiento entre ejes 83
Figura 21. Grillas del modelo 83
Figura 22. Definición de unidades 84
Figura 23. Materiales para el modelamiento 84
Figura 24. Propiedades mecánicas del concreto 85
Figura 25. Resistencia a la compresión del concreto 85
Figura 26. Características Físico – mecánicas del acero 86
Figura 27. Fluencia del acero de refuerzo 86
Figura 28. Elementos frame 87

Figura 29. Selección de tipo de elementos 87

Figura 30. Sección de los elementos tipo viga 88

Figura 31. Propiedades de reforzamiento en vigas 88

Figura 32. Sección de los elementos tipo columna 89

Figura 33. Propiedades de reforzamiento en columnas 89

Figura 34. Creación de los elementos tipo Slab 90

Figura 35. Definición de las características del Aligerado 90

Figura 36. Las características del Aligerado 91

Figura 37. Definición de los elementos tipo Wall 91

Figura 38. Características de la placa 92

Figura 39. Diámetro del acero de refuerzo 92

Figura 40. Altura de entrepiso 93

Figura 41. Planta de los elementos 93

Figura 42. Dibujo de los elementos tipo Slab 94

Figura 43. Dibujo de los elementos tipo Wall 94

Figura 44. Asignación de carga muerta 95

Figura 45. Asignación de carga viva 95

Figura 46. Masa sísmica del modelado 96

Figura 47. Modal case 96

Figura 48. Restricciones en la base 97

Figura 49. Asignación de diafragma rígido 97

Figura 50. Load Patterns 98

Figura 51. Datos por el método User Coefficient del SEXX 98

Figura 52. Datos por el método User Coefficient del SEYY 99

Figura 53. Espectro de respuesta T vs C 99

Figura 54. Bloc de Notas espectro de respuesta T vs C 100

Figura 55. Espectro mediante un archivo From File 100

Figura 56. Análisis sísmico dinámico 101

Figura 57. Análisis SDXX y SDYY mediante el espectro T vs C 101

Figura 58. Revisión del modelo 102

Figura 59. Analizar los casos de carga creados 102

Figura 60. Creación de una nueva combinación: DerivaXX – Deriva YY 103

Figura 61. Visualización de los desplazamientos obtenidos de la Deriva 103

Figura 62. Nueva combinación: SismoXX 104

Figura 63. Nueva combinación: SismoYY 105

Figura 64. Creación de combinaciones 105

Figura 65. Exportación de cargas del programa ETABS al SAFE 106

Figura 66. Casos de carga a exportar 106

Figura 67. Combinaciones de diseño a exportar 107

Figura 68. Importación al SAFE del archivo 107

Figura 69. Visualización de las cargas importadas 108

Figura 70. Determinación de unidades 108

Figura 71. Definición del concreto y acero 109

Figura 72. Propiedades del concreto 109

Figura 73. Creación de las propiedades del acero de refuerzo 110

Figura 74. Creación de los elementos tipo Slab 110

Figura 75. Características de Columna 111

Figura 76. Características de Platea 111

Figura 77. Definición de las propiedades del terreno 112

Figura 78. Creación del tipo de suelo 112

Figura 79. Creación de las combinaciones de diseño: Load combinations 113

Figura 80. Creación de las combinaciones de diseño 113

Figura 81. Combinaciones de diseño 114

Figura 82. Creación de la envolvente 114

Figura 83. Dibujo de elementos tipo Slabs 115

Figura 84. Visualización en planta de los elementos Platea y Columna 115

Figura 85. Propiedad del Suelo 116

Figura 86. Asignación de sobrecargas 116

Figura 87. Sobrecarga viva 117

Figura 88. Sobrecarga muerta 117

Figura 89. Asignación de puntos de restricción 118

Figura 90. Puntos de restricción 118

Figura 91. Preferencias de diseño 119

Figura 92. Código de diseño 119

Figura 93. Definición de las combinaciones de diseño 120

Figura 94. Selección de la envolvente 120

Figura 95. Ejecutar el programa 121

Figura 96. Vista del programa ejecutado 121

Figura 97. Selección del comando Show Reaction Forces 122

Figura 98. Evaluación por la combinación de SERVICIO 122

Figura 99. Selección del comando Show Punching Shear Design 123

Figura 100. Vista del punzonamiento en la platea 124

Figura 101. Vista del modelo culminado 125

Figura 102. Dibujo de las franjas de diseño 125

Figura 103. Dibujo de franjas en X e Y 126

Figura 104. Vista de franjas en X 126

Figura 105. Vista de franjas en Y 127

Figura 106. Opción Show Strip Forces 127

Figura 107. Selección de la envolvente en Strip Forces 128

Figura 108. Vista de Strip Forces de X 128

Figura 109. Vista de Strip Forces de Y 129

Figura 110. Opción Show Slab Design 129

Figura 111. Selección de acero en eje X e Y 130

Figura 112. Vista del acero en X 130

Figura 113. Visualización del acero superior e inferior en Y 131

Figura 114. Creación de un nuevo modelo en el software ETABS 133

Figura 115. Configuración del sistema de unidades a Metric MKS 134

Figura 116. Configuración del espaciamiento entre ejes 134

Figura 117. Visualización de las grillas del modelo de 8 pisos (Muestra1) 135

Figura 118. Definición de unidades a: m, ton, c 135

Figura 119. Definición de los materiales para el modelamiento 136

Figura 120. Creación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 210 kg/cm2 136

Figura 121. Resistencia a la compresión del concreto f`c=210 kg/cm2 137

Figura 122. Creación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm2 137

Figura 123. Resistencia a la compresión del concreto f`c=280 kg/cm2 138

Figura 124. Características Físico – mecánicas del acero de refuerzo 138

Figura 125. Ingreso de la fluencia del acero de refuerzo 139

Figura 126. Elementos tipo frame: Columnas y vigas 139

Figura 127. Creación de la sección de los elementos tipo V1-25x40 140

Figura 128. Creación de la sección de los elementos tipo VCH-25x20 140

Figura 129. Propiedades de reforzamiento en la sección de vigas 141

Figura 130. Creación de la sección de los elementos tipo C1-35x50 141

Figura 131. Creación de la sección de los elementos tipo C2-30x35 142

Figura 132. Propiedades de reforzamiento en la sección de columnas 142

Figura 133. Creación de los elementos tipo Slab: Aligerado 2D,YY y Losa maciza 143

Figura 134. Ingreso de las características del Aligerado 2D h=20cm 143

Figura 135. Ingreso de las características del Aligerado YY h=20cm 144

Figura 136. Ingreso de las características de la Losa maciza h=15cm 144

Figura 137. Definición de los elementos tipo Wall: Placa 145

Figura 138. Ingreso de las características de la Placa-25cm 145

Figura 139. Diámetro del acero de refuerzo 146

Figura 140. Modificación de la altura de entrepiso 146

Figura 141. Dibujo de muro tipo Wall: PL-25cm 147

Figura 142. Planta de los elementos PL-25cm 147

Figura 143. Dibujo de un elemento C1 (35x50) 148

Figura 144. Dibujo de un elemento C2 (30x35) 148

Figura 145. Planta de los elementos C1 y C2 149

Figura 146. Dibujo de un elemento V1 (25x40) 149

Figura 147. Dibujo de un elemento VCH (25x20) 150

Figura 148. Planta de los elementos V1 y VCH 150

Figura 149. Dibujo de un elemento Aligerado 2D 151

Figura 150. Dibujo de un elemento Aligerado YY 151

Figura 151. Dibujo de un elemento Losa maciza 151

Figura 152. Planta con los elementos Aligerado 2D, YY y Losa maciza 152

Figura 153. Selección de los elementos Slab: Aligerado 2D, YY y Losa maciza 152

Figura 154. Asignación de carga de piso y ladrillo de techo en los elementos Slab 153

Figura 155. Asignación de carga de tabiquería móvil en los elementos Slab 153

Figura 156. Visualización de la carga muerta en el modelado 154

Figura 157. Asignación de carga viva en los elementos Slab 154

Figura 158. Visualización de la carga viva en el modelado 155

Figura 159. Selección de los elementos Frame-Vigas 155

Figura 160. Asignación de carga de tabiquería en los elementos Frame-Vigas 156

Figura 161. Visualización de la carga de tabiquería en el modelado 156

Figura 162. Definición de la masa sísmica del modelado 157

Figura 163. Definición del Modal case 157

Figura 164. Selección de todos los elementos del modelado 158

Figura 165. Asignación de brazo rígido 158

Figura 166. Selección de nodos para empotramiento en la base 159

Figura 167. Asignación de restricciones en la base 159

Figura 168. Selección del diafragma del primer nivel del modelado 160

Figura 169. Asignación de diafragma rígido para el primer nivel 160

Figura 170. Visualización del diafragma rígido en planta 161

Figura 171. Definición en Load Patterns: SEXX y SEYY 161

Figura 172. Insertar los datos por el método User Coefficient del SEXX 162

Figura 173. Insertar los datos por el método User Coefficient del SEYY 162

Figura 174. Creación del espectro de respuesta T vs C 163

Figura 175. Creación del espectro mediante un archivo From File 163

Figura 176. Definición del Análisis sísmico dinámico: SDXX y SDYY 164

Figura 177. Creación del análisis SDXX mediante el espectro T vs C 164

Figura 178. Creación del análisis SDYY mediante el espectro T vs C 165

Figura 179. Revisión del modelo 165

Figura 180. Confirmación de que no existe error de dibujo en el modelo 166

Figura 181. Analizar el modelo con los casos de carga creados 166

Figura 182. Visualización del análisis del modelo 167

Figura 183. Creación de una nueva combinación: DerivaXX 167

Figura 184. Creación de una nueva combinación: DerivaYY 168

Figura 185. Visualización de los desplazamientos obtenidos de la DerivaXX 168

Figura 186. Visualización de los desplazamientos obtenidos de la DerivaYY 169

Figura 187. Desplazamientos en X de la edificación de 8 pisos (Muestra 1) 169

Figura 188. Desplazamientos en Y de la edificación de 8 pisos (Muestra 1) 170

Figura 189. Creación de una nueva combinación: SismoXX 170

Figura 190. Creación de una nueva combinación: SismoYY 171

Figura 191. Creación de la combinación de diseño U1: 1.4CM+1.7CV 171

Figura 192. Creación de la combinación de diseño U2: 1.25(CM+CV) +-SISXX 172

Figura 193. Creación de la combinación de diseño U3: 1.25(CM+CV) +-SISYY 172

Figura 194. Creación de la combinación de diseño U4: 0.9CM+-SISXX 173

Figura 195. Creación de la combinación de diseño U5: 0.9CM+-SISYY 173

Figura 196. Exportación de cargas del programa ETABS al SAFE 174

Figura 197. Selección de los casos de carga a exportar 174

Figura 198. Selección de las combinaciones de diseño a exportar 175

Figura 199. Archivo para importar en SAFE 175

Figura 200. Importación al SAFE del archivo 8 pisos (muestra 1) 176

Figura 201. Visualización de las cargas importadas 177

Figura 202. Definición de unidades 177

Figura 203. Definición del concreto y acero 178

Figura 204. Creación de las propiedades del concreto F'c 280 kg/cm2 178

Figura 205. Creación de las propiedades del acero de refuerzo f'y= 4200 kg/cm2 179

Figura 206. Creación de los elementos tipo Slab: Columnas y Platea 179

Figura 207. Ingreso de las características de Columna h=75cm 180

Figura 208. Ingreso de las características de Platea h=75cm 180

Figura 209. Definición de las propiedades del suelo 181

Figura 210. Creación del suelo no cohesivo Esfuerzo Admisible=1.5 kg/cm2 181

Figura 211. Creación de la combinación de diseño SERVICIO: CM+CV 182

Figura 212. Creación de la combinación de diseño U1: 1.4CM+1.7CV 182

Figura 213. Creación de la combinación de diseño U2: 1.25(CM+CV) +-SISXX 183

Figura 214. Creación de la combinación de diseño U3: 1.25(CM+CV) +-SISYY 183

Figura 215. Creación de la combinación de diseño U4: 0.9CM+-SISXX 184

Figura 216. Creación de la combinación de diseño U5: 0.9CM+-SISYY 184

Figura 217. Creación de la envolvente 185

Figura 218. Dibujo de elementos tipo Slabs: Platea h=75cm 185

Figura 219. Dibujo de elementos tipo Slabs: Columna h=75cm 186

Figura 220. Planta de los elementos Platea y Columna 186

Figura 221. Selección de todos los elementos de la platea 187

Figura 222. Asignación de la propiedad Suelo 187

Figura 223. Visualización de la propiedad Suelo Esf. Adm. =1.5 kg/cm2 188

Figura 224. Asignación de sobrecarga muerta y viva 188

Figura 225. Sobrecarga viva de 0.5 Ton/m2 189

Figura 226. Visualización de la sobrecarga viva 189

Figura 227. Sobrecarga muerta de 1.575 Ton/m2 190

Figura 228. isualización de la sobrecarga muerta 190

Figura 229. Selección de las esquinas de la platea de cimentación 191

Figura 230. Asignación de los puntos de restricción 191

Figura 231. Selección de los puntos de restricción 192

Figura 232. Asignación de los puntos de restricción 192

Figura 233.Selección de los puntos de restricción 193

Figura 234. Definición de las preferencias de diseño 193

Figura 235. Definición del código de diseño 194

Figura 236. Definición de las combinaciones de diseño 194

Figura 237. Selección de la envolvente para el diseño 195

Figura 238. Ejecutar el programa con la opción Run Analysis Design 195

Figura 239. Visualización del programa ejecutado 196

Figura 240. Evaluación por la combinación de SERVICIO 196

Figura 241. Verificación de la presión sobre el suelo 197

Figura 242. Verificación de la presión sobre el suelo 197

Figura 243. Visualización del punzonamiento ejercido en la platea 198

Figura 244. Visualización del modelo terminado 199

Figura 245. Creación de las franjas de diseño 199

Figura 246. Asignación de franjas en X e Y 200

Figura 247. Visualización de franjas en X 200

Figura 248. Visualización de franjas en Y 201

Figura 249. Mostrar fuerzas de las franjas 201

Figura 250. Selección de la envolvente para mostrar fuerzas en las franjas 202

Figura 251. Visualización de fuerzas en las franjas de X 202

Figura 252. Visualización de fuerzas de franjas de Y 203

Figura 253. Mostrar diseño en losa 203

Figura 254. Selección del acero superior e inferior en ambos ejes 204

Figura 255. Visualización del acero superior e inferior en X 204

Figura 256. Visualización del acero superior e inferior en Y 205

Figura 257. Cálculo de separación de varillas inferiores 205

Figura 258. Cálculo de separación de varillas superiores 206

Figura 259. Capacidad de carga de la platea de cimentación de 4 pisos 222

Figura 260. Capacidad de carga de la platea de cimentación de 5 pisos 223

Figura 261. Capacidad de carga de la platea de cimentación de 6 pisos 224

Figura 262. Capacidad de carga de la platea de cimentación de 7 pisos 225

Figura 263. Capacidad de carga de la platea de cimentación de 8 pisos 226

Figura 264. Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 4 pisos 227

Figura 265. Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 5 pisos 228

Figura 266. Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 6 pisos 229

Figura 267. No hay presencia de punzonamiento en la platea de cimentación de 7 pisos por ser de muros estructurales 230

Figura 268. Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 8 pisos 231

Figura 269. Platea de cimentación - 4 pisoa ……..... 232

Figura 270. Detalle 1 de platea de cimentación - 4 pisos ……..... 233

Figura 271. Detalle 2 de platea de cimentación - 4 pisos ……..... 234

Figura 272. Platea de cimentación - 5 pisos …… 235

Figura 273. Detalle 1 de platea de cimentación - 5 pisos …… 236

Figura 274. Detalle 2 de platea de cimentación - 5 pisos …… 237

Figura 275. Detalle 3 de platea de cimentación - 5 pisos …… 238

Figura 276. Detalle 4 de platea de cimentación - 5 pisos …… 239

Figura 277. Platea de cimentación - 6 pisos …… 240

Figura 278. Detalle 1 de platea de cimentación - 6 pisos …… 241

Figura 279. Detalle 2 de platea de cimentación - 6 pisos …… 242

Figura 280. Detalle 3 de platea de cimentación - 6 pisos ……..... 243

Figura 281. Detalle 4 de platea de cimentación - 6 pisos …… 244

Figura 282: Platea de cimentación - 7 pisos …… 245

Figura 283. Detalle 1 de platea de cimentación - 7 pisos …… 246

Figura 284. Detalle 2 de platea de cimentación - 7 pisos ……... 247

Figura 285. Detalle 3 de platea de cimentación - 7 pisos ……... 248

Figura 286. Detalle 4 de platea de cimentación - 7 pisos …… 249

Figura 287. Platea de cimentación - 8 pisos …… 250

Figura 288. Detalle 1 de platea de cimentación - 8 pisos …… 251

Figura 289. Detalle 2 de platea de cimentación - 8 pisos ……... 252

Figura 290. Detalle 3 de platea de cimentación - 8 pisos …… 253

Figura 291. Detalle 4 de platea de cimentación - 8 pisos …… 254

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Trujillo, en la Universidad Privada del Norte, se determinó el diseño de cimentación y capacidad de carga de las plateas en suelos no cohesivos. Para la ejecución de esta investigación se utilizó un diseño no experimental, descriptiva, el muestreo fue no probabilístico por juicio de experto, la recolección de información se realizó con la técnica de análisis documental, el instrumento utilizado fue la matriz de extracción de datos, para analizar los datos se empleó la estadística descriptiva. La población de Trujillo presenta diversos problemas durante la ejecución de los trabajos o incluso una vez culminada la obra, los problemas más frecuentes son los asentamientos y colapsos por no definir una correcta cimentación y no realizar el estudió de suelos. El análisis sísmico, presentó derivas máximas en X de 0.0068 y en Y de 0.007; además la capacidad de carga máxima de las plateas fue menor a 1.52 kg/cm2, asimismo el punzonamiento llegó al máximo valor de 0.9923. En conclusión, los diseños presentaron derivas menores a 0.007; donde todas las plateas cumplieron con la capacidad portante de 1.528 kg/cm2, por ultimo, el diseño arrojó plateas con peraltes de 50 a 75 cm.

PALABRAS CLAVES: Diseño de cimentación, capacidad de carga, plateas, suelos no cohesivos

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Global

En el mundo en el ámbito constructivo se presentan problemas al momento de construir un edificio, estos problemas se centran en el suelo, debido a que es la base donde se tomará de apoyo la edificación. Los problemas se generan debido a las características del terreno, ya que existen suelos donde la construcción es manejable y otros suelos donde se requiere estudios más profundos; es por ello que los avances en el área de geotecnia se han amplificado para controlar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, generando así dos maneras de mantener una construcción segura, la primera es a través de mejoras en el suelo, mediante aditivos o nuevos procesos constructivos, y la segunda es mediante la reglamentación, donde ya se tienen estudios realizados y nos indican si es factible trabajar en dicho terreno.

En Cuba, argumentan que en zonas sísmicas el control de cargas muertas, reduce significativamente el diseño de cimentaciones de una construcción, esto debido a que se reduce la cantidad de acero y concreto empleado en el cimiento, ello también genera la disminución de la cantidad de excavación. Por otro lado, se menciona que los cálculos para la cimentación se sustentan por la capacidad de carga y las características del suelo. Asimismo, en el estudio se demostró que una construcción con cimentaciones aisladas, es importante considerar todas las combinaciones de carga expuestas en la norma sísmica cubana, además de revisar los estados límites de los cimientos, enfocado al diseño estructural y geotécnico, para lograr los cálculos convenientes para la base de la edificación. (Álvarez, 2019)

En Ecuador, dejan en claro que para la construcción de edificios de mayor altura es importante tener un conocimiento sobre el suelo para identificar qué tipo de cimentación se emplearía y esto parte de un correcto entendimiento de cómo lidiar con estructuras de mayor nivel de pisos, esto conlleva a utilizar cimentaciones profundas que actualmente tiene su máxima aplicación a nivel mundial en proyectos estructurales de países donde las condiciones del suelo no son favorables, pero que no han sido limitantes para diseñar y construir edificaciones espectaculares como es el caso de Dubai con su edificio emblema BURJ AL ARAB o en el Ecuador con el edificio más alto y vistoso THE POINT en Guayaquil. Así mismo se recalca que en la actualidad para hacer el diseño de cimentación para edificios con gran tamaño es necesario emplear programas de prueba de carga instrumentados ya que por la dimensión del proyecto se estima valores de cargas muy elevados los cuales superan características estándares (Caizachana, 2013).

En Argentina, sostienen que la capacidad de carga es un factor importante en el diseño de una cimentación, en este caso para el diseño de una platea de cimentación, donde se obtuvieron resultados a través de la modelación por elementos finitos, el cual permite analizar los problemas en el suelo de una vivienda que tiene como base una platea sobre un suelo compresible; en el análisis se simuló los elementos estructurales y las cargas dadas. Por otro lado, se analizó las respuestas al modelo expuesto, donde se encontró que la capacidad de carga del suelo se vio vulnerada, mediante asentamientos en diferentes periodos de la construcción, así como también las tensiones de trabajo en dos niveles del perfil de suelo. Asimismo, se muestra que la capacidad de carga del suelo, no soporta completamente la presión de las cargas muertas de la cimentación, donde se va desarrollando las deformaciones temporales

por consolidación en los distintos puntos analizados, que ha alcanzado el 90% de consolidación en un total de 100 días. (Reinert, 2015)

En Suiza, afirman que en las últimas dos décadas en el sector constructivo han venido aumentando la construcción de edificios de más de 300 m de altura dejando en claro que el diseño de la cimentación es la base fundamental para llevar a cabo la construcción de cualquier proyecto, es por ello que para los especialistas involucrados es un gran desafío llevar a cabo su ejecución y recurren obligatoriamente a utilizar métodos de análisis y diseños más sofisticados. Por otro lado, se menciona que los edificios de gran tamaño en muchos de los casos están rodeados por estructuras de podio de poca altura que están sujetas a cargas mucho más pequeñas. Por ello es necesario controlar los asentamientos diferenciales entre las partes de gran altura y de poca altura. (Poulos, 2016)

En Ecuador, explican que para el diseño de cimentaciones, se requiere un estudio de las características de suelo y la evaluación de su capacidad de carga, en este caso se evaluaron en diferentes tipos de arcillas como son las blandas, compactadas y medianamente compactadas; estos datos fueron procesados en el software SAP2000, mediante el cual se obtuvo esfuerzos, cortantes y deformaciones; en donde se calculó que los suelos blandos son los que presentan mayores esfuerzos, cortantes y deformaciones, es por ello que la investigación recomienda que se realicen los estudios correspondientes al momento del diseño de cimentaciones. (Mosquera, 2018)

En el Perú, la capacidad de carga de los suelos también es un tema que presenta varios estudios, uno de ellos es el que se realizó en el departamento de San Martín, en la cual se aplicó la teoría de Karl Terzaghi, para calcular la capacidad portante del suelo, para cimentaciones cuadradas de 1.00 x 1.00m, donde se obtuvieron valores entre 0.75 - 1.08 kg/cm2, identificando así, dos zonas geotécnicas: Zona I y Zona II; la Zona I con

una capacidad portante que varía entre 1.00 – 1.50 kg/cm2 con calicatas C-01, C-02, C-03, C-04 y C-07, y la Zona II con una capacidad portante que varía entre 0.75 – 1.00 kg/cm2 con las calicatas C-05, C-06, C-08, C-09, C-10, C-11, C-12, C-13,C-14, C-15, C-16, C-17, C-18, C-19 y C-20. En conclusión, se determinó que los suelos cohesivos en la zona, tienen la capacidad portante perfecta para la ejecución de cimentaciones superficiales. (Vergara, 2018)

En el Perú, el diseño de una cimentación se viene utilizando en la construcción de edificaciones para el sector público así como se utilizó en el diseño de cimentaciones para viviendas por tipos de suelos en la zona urbana del distrito de Secclla – Angaraes departamento de Huancavelica, donde se programó primero el análisis de las propiedades mecánicas del suelo con el fin de micro zonificar y tener referencia la capacidad portante, así mismo se analizó las muestras extraídas del terreno para obtener resultados exactos. El diseño de cimentaciones para este proyecto fue en base a dimensiones de 8 metros de frente por 16 metros de fondo con proyección a tres niveles, como resultado del análisis geotécnico se obtuvieron dos tipos de suelos; Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla (SC) con una capacidad admisible de 2.59 kg/cm2 y Arenas limosas mezclas mal graduadas de arenas y limo, arenas arcillosas mezclas mal graduadas de arena y arcilla (SM) con una capacidad admisible de 3.89 kg/cm2. En conclusión, se dejó en claro que los tipos de suelos encontrados no influyen significativamente en el adecuado diseño de cimentación para viviendas unifamiliares. (Huamani y Ichpas, 2019).

En Trujillo, se realizó un estudio en el mercado La Hermelinda, donde se centraron en encontrar la capacidad portante del suelo en diferentes bloques de la zona. La capacidad de carga admisible del suelo para una cimentación de zapata aislada de 1.5 x 1.5 m fue de (C01-1.69, C02-1.60, C03-1.64, C04-1.75, C05-1.66, C06-1.64) kg/cm2

y para un cimiento corrido su calculó fue (C01-0.97, C02-0.94, C03-0.97, C04-1.07, C05-0.98, C06-0.97) kg/cm2; determinando así, que la capacidad de carga de los suelos es resistencia baja. (Cornejo, 2016)

En Trujillo, se desempeñó una investigación que tuvo como finalidad realizar el diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles empleando SAP 2000, ubicado en la Urbanización Covicorti. Este estudio fue hecho en un área de 5480 m2 donde los ensayos fueron dirigidos al laboratorio de suelos INGEOMA, en este mismo se obtuvo un suelo limoso (SM) y arenoso (SP), la capacidad portante del terreno fue de 1.95 kg/cm, en cuanto al sistema estructural que se uso fue de muros estructurales, con una losa de 20 cm y 15 cm, la sección de viga de 25 cm x 40 cm, las columnas de 35 cm x 50 cm y placas de espesor de 25 cm. Todas las consideraciones se diseñaron en base a las normas E.030 y E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Teniendo como conclusión que el diseño estructural de los elementos estructurales es viable con respecto al estudio de suelo previamente realizado. (Cubas y Rodríguez, 2020).

El diseño de una cimentación se guía específicamente en la Norma E.050, ya que esta tiene la finalidad de establecer los requisitos mínimos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), confines de cimentación de edificaciones. Los EMS se realizan con la importancia de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para lograr la utilización racional de los recursos con esto se asegura minimizar los daños al proyecto y estructuras o vías colindantes.

El comportamiento y como afectan las cargas a un elemento se rigen por el Reglamento Nacional de Edificaciones y está vinculada a la Norma E.020, esta norma está dada con el objetivo de agregar las cargas mínimas ya establecidas, en el estudio estructural

de una edificación, con el fin de diseñar bajo medidas de seguridad con respecto a la capacidad de carga de una estructura.

Los procedimientos para la descripción exacta de suelos para propósitos de ingeniería vienen siendo explicadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones y está vinculada a la Norma Técnica Peruana "Suelos. Descripción e identificación de suelos NTP 339.150", esta norma tiene el objetivo de describir a detalle el procedimiento para la identificación de suelos esto para determinar los suelos que se pueden encontrar al ejecutar un proceso constructivo y esto se relaciona directamente con el diseño de la estructura por ello la importancia de saber en qué suelo se está trabajando.

La nomenclatura y clasificación de suelos minerales y orgánico minerales con propósito de ingeniería basado en ensayos hechos en laboratorio para un clasificación precisa viene siendo explicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones y está vinculada a la Norma Técnica Peruana "Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) NTP 339.134", esta norma tiene el objetivo de establecer un solo símbolo y nombre de grupo con excepciones por casos descritos, esto con el fin de ayudar a una identificación más simple y precisa al momento de referirse a un tipo de suelo.

Macro

(Lias y Pascual, 2019) Encontró que el diseño de cimentación es fundamental para poder modelar la estructura correcta de la edificación es por ello que se realizó diseño de la base y estructural de un edificio multifamiliar de 10 niveles, en la Urbanización las Flores de San Isidro en un área total de 3000.12 m2 y la muestra se consideró el área del lote 4 y 5, las cuales poseen un área de 280 m2. Los ensayos realizados se llevaron a cabo en el Laboratorio de suelo de la Universidad Cesar Vallejo e INGEOMA. Se consiguió un suelo arenoso (SP) y limoso (SM), la capacidad portante

utilizada fue de 1.95 kg/cm2, el sistema estructural que se coloco es dual, las placas tienen un espesor de 30 cm, la losa de 20 cm, la sección de las columnas de 0.30 m x 0.50 m y las vigas de 0.30 m x 0.60 m, además se diseñó una platea de cimentación con el programa Safe y se basaron en los parámetros sísmicos de la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

(Maquera, 2017) Encontró la influencia de la capacidad de carga en diferentes zonas donde realizó su investigación, esto debido a que observo que las construcciones donde cimentan, no presentan estudios de suelos. Las construcciones más frecuentes en estos terrenos son para viviendas y comercio. El estudio tomó como variables las dimensiones de las cimentaciones (Zapatas cuadradas de B= 0.80; 1.00; 1.20; 1.40 y 1.60 m) y la profundidad de desplante (Df). Finalmente se obtuvieron diferentes resultados de las calicatas, donde nos arrojó valores característicos de la capacidad de carga del suelo. Finalmente se concluyó que los resultados de la capacidad de carga admisible de los suelos en esta zona, revelan una capacidad portante baja.

(Mohyla, 2016) Encontró que las losas de cimentación y la interacción con el subsuelo se ve afectado por 3 aspectos, las dimensiones y la deformación del cimiento, y el subsuelo; además cuando la rigidez de la losa de cimentación es baja, los asentamientos son desiguales, asimismo otro de los factores que afectó a la losa fue la baja resistencia a la tracción del concreto, que poco a poco comenzaron a formarse grietas debido a las cargas.

(Rosales, 2017) Encontró la capacidad de carga del suelo para diferentes zonas en la localidad de Juan Guerra, en estas zonas extrajo muestras mediante calicatas, para luego realizar los ensayos y determinar los parámetros geotécnicos y la capacidad admisible del suelo. Luego de los resultados se determinó 04 zonas geotécnicas, que fueron divididas de acuerdo al tipo de suelo y a su capacidad de carga; para la Zona I

se encontraron suelos arcillosos con una capacidad de carga promedio de 0.74 Kg/cm2; Zona II se identificó arenas limosas, suelos gravosos limosos y arenas mal graduadas con la capacidad de carga promedio de 1.00 Kg/cm2; la Zona III presentó suelos arenosos arcillosos con la capacidad de carga promedio de 0.90 Kg/cm2 y para la Zona IV los suelos arcillosos de mediana plasticidad con capacidad de carga promedio de 0.85 Kg/cm2.

La importancia del diseño de cimentación radica en la tranquilidad y confianza que te brinda una vez diseñada para procesos constructivos siguientes, ya que es la base que soportará toda la estructura por lo mismo cada detalle es importante, así como el trabajo en conjunto con los resultados del estudio de suelo hechos a la par. Si bien se sabe las cargas que puede generar una edificación (carga viva y carga muerta) son variantes de diseño constantemente en el cálculo no se deja de lado agentes externos es por ello que el diseño de cimentación no debe ser subestimado en un proceso constructivo ya que con esto se puede evitar muchas fallas. Otro factor importante es el estudio de la capacidad de carga de los suelos, ya que nos permite realizar una evaluación al momento de diseñar los cimentos de la edificación, debido a que el suelo posee una capacidad admisible de carga, la cual si se sobrepasa, podría generar asentamiento, fisuras en los cimientos o incluso un derrumbe, es por ello que los estudios en este tema, presentan un gran impacto, debido a que de acuerdo a los resultados obtenidos con relación a la capacidad de carga del suelo, se puede saber qué tipo de cimentación se puede construir y que suelo es capaz de soportar las cargas de diseño.

Macro intermedio:

J.E Construcciones Generales S.A, lleva a cabo proyectos de centros comerciales, centros de distribución y logística, edificaciones industriales, sedes corporativas, oficinas, proyectos residenciales y hoteleros donde su principal enfoque es ofrecer soluciones integrales y asesoría permanente a nuestros clientes e inversionistas, desde la ubicación de terrenos hasta la aplicación de métodos constructivos y la elaboración de perfiles de prefactibilidad, ya que cuentan con la capacidad de estimar costos a cualquier nivel de detalle o etapa de un proyecto. Por otro lado, en el ámbito constructivo han ejecutado el diseño de cimentaciones de ediciones de más de 6 pisos dando a conocer su buen manejo del suelo para dar viabilidad a dichas construcciones. Un ejemplo claro es el proyecto: "Construcción de edificio multifamiliar de 18 pisos 3 sótanos para estacionamiento" ubicado en calle Horacio Urteaga Nº 512 – 516 Jesús María, con la estabilización de excavaciones de un suelo proponiendo la inclusión de una sofisticada cimentación. Obras como esta es donde se resalta la importancia de tener en cuenta el suelo como base para cualquier edificación lo que con lleva a un adecuado diseño y construcción para garantizar la estabilidad propia del edificio y la seguridad de las estructuras vecinas.

MTL Geotecnia SAC, realizó un estudio de suelos del proyecto: Fundo Huerequeque, donde se ejecutaron trabajos de campo mediante pozas de exploración y calicatas , para luego realizar ensayos de laboratorio, todo esto con el objetivo de obtener las características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación; además de ello la empresa constructora realiza todo tipo de ensayos con respecto a la

capacidad de carga, entre ellos se encuentran los ensayos de penetración, CBR, ensayo de carga directa, entre otros.

Constructora Málaga, en los últimos años ha adquirido experiencia en especialidades de la construcción, como lo son: la infraestructura vial, edificaciones públicas y privadas, saneamiento, aeropuertos, minera e infraestructura de riego. Esta trayectoria que presenta la empresa Málaga le exigió realizar estudios en la mayoría de sus proyectos por no decir todas, estudios geológicos necesarios para garantizar un óptimo diseño de la estructura entonces es aquí donde se observa la necesidad de realizar calicatas, ensayos de densidad de campo, ensayos de penetración DPL, ensayos de laboratorio de suelos y rocas, cálculo de la capacidad admisible en suelo y roca, análisis de estabilidad física, diseño de cimentaciones de las estructuras proyectadas, análisis de la agresividad química del material de fundación, entre otros. Un ejemplo claro es la realización de la Villa medica que fue la construcción de 6 edificios de 14 pisos cada uno con un total de 300 departamentos, esto se llevó a cabo Arequipa, en este proyecto se tomó gran importancia al diseño estructural pero como primer punto a solucionar fue determinar una correcta cimentación para esto previamente se realizó un estudio de suelos para garantizar la factibilidad de la obra por ello se recalca tener mucha consideración al momento de hacer un estudio de suelos y su correcta interpretación.

Micro:

Actualmente en la ciudad de Trujillo se observa la construcción informal, donde la población realiza diferentes proyectos constructivos sin ningún estudio previo, entre estos estudios se encuentra la geotecnia, que es la parte fundamental antes de comenzar un proyecto, esto conlleva a que se presenten diversos problemas durante la ejecución de los trabajos o incluso una vez culminada la obra, los problemas más frecuentes son

los asentamientos, consolidación, incluso hay presencia de nivel freático; estos problemas son causados por no realizar un estudio a través de calicatas, como ya se sabe el terreno no es el mismo en todos lados, en algunas partes se encontraran características del suelo muy diferentes con respecto a otras zonas, y es ahí la causa que ocasionan los problemas ya mencionados, esto debido a que el suelo donde se realiza el proyecto no tiene los requisitos necesarios para su uso.

Además, este tipo de problemas no solo se ve enfocado en el tipo de suelo, sino también a través de otro tipo de estudios vinculados al esfuerzo admisible o también llamada capacidad de carga, este tipo de estudio nos ayuda a calcular cuanta carga podrá soportar dicho suelo, asimismo nos brindará información de que tipo de cimentación usar; caso contrario que sucede en la ciudad de Trujillo, donde no se toma en consideración el tipo de suelo, ni la cimentación apropiada para el proyecto, ocasionando así posibles derrumbes.

Aparte de las causas mencionadas, también existe otra que está vinculada indirectamente, pero que también es otro factor por el cual se ejecutan pésimos proyectos, y esto se debe a la insuficiente investigación en el campo de la geotecnia. Esta escasa información ocasiona no tener a la mano las herramientas suficientes para sustentar que tipo de cimentación usar o en qué tipo de suelo es recomendable trabajar, bajo ningún riesgo.

Nano:

La presente investigación tiene como objetivo el determinar el diseño de cimentación y la capacidad de carga de las plateas en un suelo no cohesivo, mediante la replicación de modelados estructurales de las edificaciones de la ciudad de Trujillo, considerando en los cálculos las características del terreno granular tipo SP de una zona de Trujillo,

asimismo, proponer las plateas de cimentación como un uso adecuado para este tipo de suelo.

Es importante la realización de este estudio, de lo contrario la población de Trujillo seguirá incidiendo en los mismos errores constructivos y construirán sus obras con un solo tipo de cimentación, no compatibles al terreno además de no tener en cuenta la realización de un correcto diseño de cimentación para minimizar posibles fallas o daños colaterales, debido que al no realizar dicho modelamiento comprometes el proyecto entero a una posible deficiencia en cuanto a su uso correcto o vida útil de la estructura. Mas aún si la obra es de más de 4 pisos porque es ahí, donde se presentan mayores riesgos, cabe recalcar que esto no está patentado a un solo proceso de diseño constructivo sino queda a criterio del profesional que esté a cargo.

1.2. Antecedentes de la investigación

"Influencia de la interacción suelo–estructura de cimentaciones superficiales en suelos no cohesivos en el comportamiento estructural de una edificación de 8 pisos y un subsuelo",

(Espinosa y Carrión, 2019), Determinaron el comportamiento estructural de una edificación de ocho pisos, a través de la interacción suelo-estructura en un suelo no cohesivo, aplicado a una cimentación superficial. Se realizó el análisis estructural y geotécnico en los software ETABS 2016 y MIDAS GTS NX, comparando los periodos de vibración y derivas de entrepiso, a través de un modelo con base rígida (modelo A), funciones de impedancia (modelo B) y por el método directo (modelo C), asimismo se aplicó cargas sísmicas a cada modelo como: el espectro de la (NEC-SE-DS, 2014) y el del lugar del proyecto, que corresponde al generado por el segmento de la falla de Quito denominado Puengasí. Se determinó los periodos de vibración y las derivas de entrepiso

para los 3 modelos presentados; los periodos de vibración obtenidos fueron de (1.06 , 0.98 y 0.89) modelo A, para el modelo B (1.55 , 1.43 y 1.24) ; y el modelo C (1.54 , 1.53 y 1.50); por otro lado, las derivas de entrepiso se obtuvieron mediante dos tipos de análisis, según NEC con valores para el modelo A (0.01136 / 0.00981), modelo B (0.02 / 0.0176) y modelo C (0.024 / 0.019), y según Puengasí con derivas para el modelo A (0.01102 / 0.009), modelo B (0.0188 / 0.0168) y modelo C (0.021 / 0.018). En conclusión, el modelo A, es diferente de los modelos B y C, debido a que el modelo A ocasiona un empotramiento entre el suelo y la cimentación, en otras palabras, se supone que el sustrato es más duro de lo que realmente es; Asimismo el modelo A, asume que la estructura resonará con el periodo natural del terreno, lo que contradice los modelos B y C. (pg.215)

La presente investigación nos aporta en la forma de interpretar cada modelado, y como cambian los periodos de vibración y las derivas de entrepiso, cuando se modifican las características de la base, además como el suelo influye también en el análisis sísmico. Por otro lado, este estudio ayuda a comparar las derivas de entrepiso analizadas con la normativa de otros países; donde no solo se permite interpretar los resultados obtenidos por otra norma, sino que también la comparación de los suelos no cohesivos.

"Diseño de cimentaciones aisladas y losas de cimentación, en una edificación de 4 plantas para comparar los métodos: rígido y elástico, con el uso del programa informático SAFE",

(Tipán y Villacís, 2022), Diseñaron zapatas aisladas y plateas de cimentación, aplicando el método rigido y elástico con el sotfware SAFE, empleando las normas NEC 2015 y ACI 318 14 , asimismo conocer las fortalezas y debilidades de cada método, tomando en cuenta planos estructurales detallados, cantidades de acero, secciones transversales

de concreto y costos para realizar comparaciones económicas y técnicas. En el proyecto se desarrollaron dos modelados en ETABS, las cargas para cada diseño de cimentación fueron adquiridas por el método rígido, el diseño fue calculado manualmente, y el método elástico mediante el software SAFE, asimismo se aplico en dos tipos de Suelos: blandos y densos con esfuerzos permisibles de 1 kg/cm² y 3 kg/cm². Por otro lado, se compararon económicamente los resultados de ambos métodos y el tiempo de ejecución calculado por PUNIS. El análisis con el método rígido y elástico para ambos bloques se vió reflejado en las derivas de piso; en el bloque 1 se alcanzaron derivas máximas elásticas de Sxx=0,002827 , Syy=0,003415 e inelásticas de Sxx=0,0127215, Syy=0,0153675 ; y el bloquue 2 con derivas elásticas de Sxx=0,002142 y Syy=0,002015 e inelásticas de Sxx=0,01044225 y Syy= 0,00982313; con los diseños obtenidos se modelaron las zapatas y plateas de cimentación obteniendo que para el bloque 1 y 2, el método rigido requiere un 8.56% y 3.42% más de hormigon que el método elástico. En conclusión el método rigido presentó un mayor presupuesto sobre el método elástico presentando en las zapatas aisladas un aumento del 7.73% y 2.20% del bloque 1 y 2 correspondientemente, asimismo en las plateas de cimentación un aumento del 13.27% y 18.44%; en consecuencia se expone que al diseñar con el método rígido se arrojará mayor cantidad de concreto y acero, lo que generará mas tareas en obra. (pg.172)

La presente investigación es un aporte importante para este proyecto, debido a que nos apoyó en el procedimiento de diseño de las plateas, dado que nos planteo un peralte base y sus cálculos de punzonamiento se asemejan a los nuestros, además de que el proyecto que presentan es de una edificación de 4 niveles con un sistema aporticado, parecido a uno de los modelos que realizamos , con el cual podemos comparar la capacidad de carga, punzonamiento y acero de los cimientos de una norma diferente, encima de que su proyecto fue diseñado en un suelo con la capacidad portante similar a la nuestra.

"Análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de siete niveles con sótano en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna, 2022",

(Rivera, 2022), Establecieron los parámetros de análisis y diseño estructural de una edificación de siete niveles con sótano en el distrito de Ciudad Nueva sustentado con el RNE. En el proyecto se desarrolló una vivienda multifamiliar de 7 pisos y un sótano que se modeló de acuerdo a parámetros y criterios de análisis y diseño, en base al RNE. La edificación de concreto armado comprende columnas, vigas, muros de corte y de sótano, apoyados sobre una platea de cimentación, conformado de manera que cumpla con los criterios estructurales. Asimismo se realizó el análisis estático y dinámico mediante la E.030, para obtener las derivas de entrepiso; para el diseño estructural, se aplicó los requerimientos de la E.060; y para el apoyo de la edificación, que se basó en una platea de cimentación, se siguió los estándares de diseño de la E.050. El análisis sísmico estático y dinámico de la edificación se evaluó a través del programa ETABS, donde refleja que los elementos estructurales expresan una rigidez lateral adecuada, asimismo las derivas de entrepiso máximas en X / Y, es 0.0031 / 0.0043, estos resultados están en el limite admisible establecido en el RNE. Por otro lado, para la base se modeló en el software SAFE una platea de cimentación de 0.50 m de espesor y vigas perimetrales de 0.40 x 1.20 m, donde la simulación arrojó que los momentos nominales son mayores a los momentos últimos, es decir, que cumple perfectamente con la normativa, también se calculó que la presión en el suelo por la combinación de carga de gravedad debía ser como máximo 1 kg/cm2, por último se colocó aceros de 3/4"@25 cm en la platea de cimentación. Se concluye que el sistema estructural propuesto presenta un buen desempeño ante amenazas sísmicas debido a que cumple con los parámetros estructurales y sísmicos, expuestos por el RNE del Perú (pg.98)

La presente investigación nos aporta un enfoque mas específico de como se debe diseñar según la RNE peruana, tomando punto por punto cada mención de la norma, tanto en análisis estructural, como en concreto armado, además de realizar comparaciones de otros proyectos similares, lo cual nos ayudo a definir la discusión de nuestro proyecto, asimismo nos brinda estudios preliminares de un diseño de platea de cimentación a considerar en una edificación dual de 7 pisos, el cual será importante para una futura comparación con nuestros resultados.

"Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar con muros de ductilidad limitada en la Ciudad de Tacna - 2020",

(Anco y Mamani, 2020), Analizaron y diseñaron estructuralmente una edificación de 5 pisos con Muros de Ductilidad Limitada en la Ciudad de Tacna en base al RNE. La ejecución de esta tesis consistió en detallar las características del proyecto, lo que corresponde a la ubicación, el modelo arquitectónico y el estudio de suelos. Asimismo llevar a cabo el predimensionamiento, metrado de cargas, análisis y modelación estructural con el programa ETABS, para efectuar el diseño de los elementos estructurales, todo lo mencionado se realizó con el RNE. Se hizo un análisis dinámico y estático, obteniendo derivas de entrepiso en la dirección X con un valor de 0.0012 y en la dirección Y con un valor de 0.0005, no superando la deriva máxima admisible de 0.005 según la norma E.030. Para el diseño estructural se tomaron en cuenta muros de ductilidad limitada con espesor de 15 cm, y losas macizas en dos direcciones con altura total de 10 cm, excluyendo las áreas de baños donde se utilizaron 20 cm. Para la cimentación del edificio se consideró una losa de cimentación de 30 cm de espesor y vigas de 30 x 80 cm. En conclusión los sistemas de muros de Ductilidad Limitada tienen un desempeño estructural adecuado frente a amenazas sísmicas, debido a que cumplen con los requisitos sísmicos y de diseño estructural de la normativa peruana. (pg.82)

El aporte de esta investigación radica en que medida se reducen las cargas y momentos cuando consideramos vigas de cimentación en las plateas, esto con la finalidad de ver si posiblemente optamos por usarlas en nuestro proyecto, no obstante, el diseño expresa que al aplicarlas, se reduce en cierta medida las plateas; ademas la edificación modelada corresponde a un sistema de muros de ductiblidad limitada, la cual, al presentar varios muros de concreto armado, representa un mayor peso a la edificación, lo que supone que la cimentación debería tener dimensiones considerables, por ello optaron por agregar vigas a toda la platea de cimentación, con la finalidad de reducir dichas cargas.

"Diseño sismo resistente de un Edificación de concreto armado usando Software ETABS y SAFE, AA. HH NUEVO SULLANA - 2021",

(Ochoa, 2021), Realizó el análisis y diseño estructural de un edificio de cuatro pisos, ubicada en Sullana en la ciudad de Piura. El edificio se desarrolló en un terreno de 120 m2 aproximadamente, donde se hizo un estudio de suelos, encontrándose con un material arenoso limoso pobremente graduado semi compacto con poca grava. El proyecto consistió en una nueva planta arquitectónica, con la ubicación de los elementos estructurales, presentando un sistema dual en ambas direcciones, tratando de generar una rigidez apropiada a la estructura, de tal forma, que la edificación cumpla con el análisis sismico, expuesto en la norma E.030. El diseño estructural se realizo de manera que cumpla con la norma E.060, para el análisis sísmico se uso el software ETABS y para el diseño de cimentaciones el software SAFE 2016. Los resultados arrojaron derivas de entrepiso en la dirección X con un intervalo de 0.00324 a 0.004992 y en la dirección Y un intervalo de 0.00107 a 0.001615, por otro el diseño de la platea presento dos peraltes, en los extremos de 1.20m y en el centro de 0.80m con un parrilla en la parte superior e inferior con varillas de Ø5/8". En conclusión las derivas máximas por el sismo estático y dinámico en dirección X es 0.004992, y para la dirección Y es

0.001615, asimismo la edificación con un desplante de 1.5m hasta la platea de cimentación de 6 x 20m, con vigas de cimentación, soportó las cargas de todos los elementos estructurales, generando un peralte de platea variable de 1.20m en los extremos y de 0.80m en la parte central, con vigas de cimentación de 0.30 x 1.80m. (pg.52)

El presente estudio nos brinda un estudio previo del análisis sismorresistente de una edificación de 4 pisos, aplicado en un suelo no cohesivo, el cual, nos sirve para tener en cuenta las máximas derivas que se presentan al diseñar una platea con estas características, asimismo el peralte y diámetro de acero se tendrá en cuenta como base para el diseño a realizar.

"Análisis geotécnico de la cimentación del bloque "G" de la universidad politécnica salesiana, sede Quito, campus sur, empleando el software midas GTS NX",

(Rosero, 2021), Realizó un análisis geotécnicamente de la cimentación del Bloque G de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus Sur, aplicando el software MIDAS GTS NX, con la finalidad de verificar la seguridad y funcionalidad de la estructura. Además, opto incialmente en desarrollar un estudio suelos para obtener un perfil geotécnico del suelo donde a una profundidad de 2-4 m se encontró arenas arcillosas (SC) y arenas limosas (SM) con compacidad densa a medianamente suelta con presencia de piedra pómez, posteriormente se ayudo de distintos métodos para el modelo "Fin de contruccion" los cuales fueron: Metodo Subestructura, Metodo directo con nivel freatico N-10.3 m, Metodo directo con variación de nivel freatico. Por otro lado se aplico el método directo "Fin de construcción" para visualizar los esfuerzos en el suelo de cimentación donde estos no son mayores a 0.81 Kg/cm2, asimismo el diseño de cimentación fue el adecuado para este tipo de terreno con una carga adminisible de

1.1 kg/cm2. En conclusión el análisis propuesto para el edificio del bloque G se evidencio que la varicion del nivel freatico influye en los asentamientos elásticos y por lo tanto diferenciales de la edificación donde la estructura tiende a desarrollar asentamientos diferenciales mayores cuando baja el nivel freático (pg.117)

La presente investigación es un aporte importante para este proyecto, debido a que realizaron estudios enfocados más en la parte teórica del cálculo y diseño estructural apoyándose del software, además de que le toman importancia al tema del modelamiento de cimentaciones, donde la presente tesis también presentará un modelado de diseño de cimentación y comparaciones de diferentes artículos con respecto a la resistencia del terreno.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Definicion de cimentacion

Montoya Javier y Pinto Vega (2010), mencionan que: La cimentación es el elemento de la estructura que se encarga de transmitir las cargas al suelo. Debido a que las propiedades del terreno son muy inferiores a las de la estructura, la cimentación presenta un área en planta, que equivale a la suma de las áreas de todos los soportes y muros de carga. Con lo mencionado quiere decir que la cimentación son piezas de volumen considerable, con respecto al volumen de las piezas de la estructura.

1.3.2. Suelos Granulares (suelos no cohesivos)

Alva (2010), en su libro menciona que: Los suelos granulares son aquellos cuyos granos no están apretados. De esta manera, la tierra se descompondrá en partículas individuales cuando se sumerja en agua. La arena y la grava son suelos granulares típicos. Los limos, que contienen partículas de al menos 0,002 mm de tamaño, también pueden considerarse granulares en algunos sistemas de clasificación. La propiedad inicial más obvia de los

suelos granulares estará relacionada con el tamaño de los granos. Para suelos con partículas más gruesas de 0,05 mm, el análisis granulométrico se realiza por tamizado.

En general, es cierto que los suelos de grano grueso son más permeables y menos comprimibles que los suelos de grano fino, y que los suelos "bien graduados" tienden a ser menos permeables, menos compresibles y más resistentes que los suelos "pobremente graduados". Por lo tanto, la granulometría del suelo tiene cierta importancia.

1.3.3. Capacidad de Carga

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018) en el Capítulo 3, artículo 15 de la norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” menciona que: La capacidad de carga es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos. En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcillosa), se empleará un ángulo de fricción interna (f) igual a cero. En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se empleará una cohesión (c) igual a cero.

1.3.4. Definicion de Suelo

Merrit (1984), en su libro menciona que: El suelo es un sedimento u otra acumulación no ligada de partículas sólidas producidas por la descomposición de rocas y sus mezclas con materia orgánica.

1.3.5. Tipos de suelo

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018) en el artículo 12.2 de la norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” menciona que: Es necesario referenciar las muestras obtenidas y los resultados de ensayos que se realizaron en laboratorio.

Figura 1

Simbología de suelos (referencial)

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO SUCS	SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Nota: Extraido de RNE – Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones”. (2018)

1.3.5.1. Suelos Finos (suelos cohesivos)

Pernia (s.f.), en su libro menciona que: Se les considera suelos cohesivos, debido a que contienen partículas pequeñas y arcilla en grandes cantidades, donde genera que el mismo terreno se adhiera así mismo, logrando así una mejor unión de las capas de tierra, y por ende disminuyendo las probabilidades de derrumbes. Se debe tener claro que una de las características claves de los suelos cohesivos es su elevada presencia de arcilla, ya que es la que permite que el suelo actúe de esa manera.

1.3.5.2. Suelos Orgánicos

Crespo (2004), en su libro menciona que: Los suelos orgánicos, casi siempre se forman in situ. Muchas veces la mayoría de materia orgánica, ya sea en forma de humus o materia no descompuesta, o en su estado de descomposición, es tan alta en relación a la cantidad de suelo inorgánico que se eliminan las propiedades que pudieran derivarse de la porción mineral. Esto es muy común en zonas pantanosas, en las que los restos de vegetación acuática forman auténticos depósitos espesos, conocidos con el nombre genérico de turba.

1.3.6. Factor de seguridad frente a una falla por corte

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018) en el Capítulo 3, artículo 16 de la norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” menciona que: Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

a) Para cargas estáticas: 3,0

b) Para solicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

1.3.7. Presión Admisible

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018) en el Capítulo 3, artículo 17 de la norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” menciona que: La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

a) Profundidad de cimentación.

b) Dimensión de los elementos de la cimentación.

c) Características físico – mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.

d) Ubicación del Nivel Freático, considerando su probable variación durante la vida útil de la estructura.

e) Probable modificación de las características físico – mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.

f) Asentamiento tolerable de la estructura.

1.3.8. Profundidad de cimentación

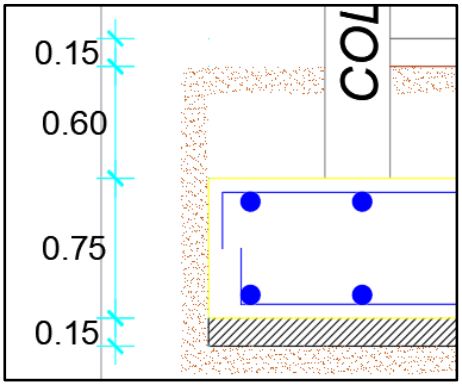
Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018) en el artículo 19 de la norma E.050 "Suelos y Cimentaciones" menciona que: En el caso de plateas o losas de cimentación la profundidad del fondo de losa a la superficie del terreno natural. La profundidad de cimentación quedará definida por el profesional responsable y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo- deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0.80 m. en el caso de Zapatas y cimientos corridos.

Las plateas de cimentación deben ser losas rígidas de concreto armado, con acero en dos direcciones y deberán llevar una viga perimetral de concreto armado cimentado a una profundidad mínima de 0,40 m, medida desde la superficie del terreno o desde el piso terminado, la que sea menor. El espesor de la losa y el peralte de la viga perimetral serán determinados por el Profesional Responsable de las estructuras, para garantizar la rigidez de la cimentación. Si para una estructura se plantean varias profundidades de cimentación, deben determinarse la carga admisible y el asentamiento diferencial para cada caso. Deben evitarse la interacción entre las zonas de influencia de los cimientos adyacentes, de lo contrario será necesario tenerla en cuenta en el dimensionamiento de los nuevos cimientos. No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitarios o industrial, ni rellenos no controlados. Estos

rellenos deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan las especificaciones.

Figura 2

Profundidad de cimentación



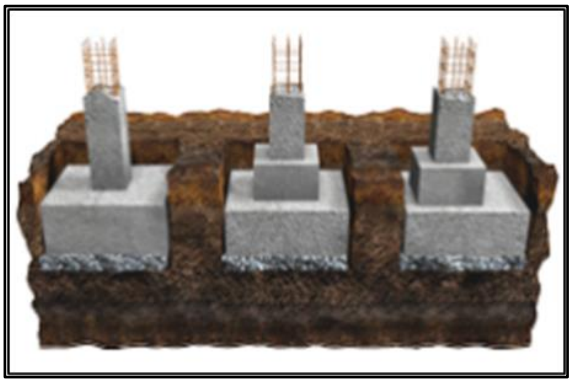
1.3.9. Tipos de cimentación

1.3.9.1. Zapatas aisladas

Montoya Javier y Pinto Vega (2010), mencionan que: Las zapatas aisladas se caracterizan por ser un tipo de cimentación que actúa individualmente en el soporte de una determinada área de la edificación, además de que sirve de conexión de las cargas de la edificación al suelo. Por otro lado, al decir zapata aislada, nos referimos al asentamiento de un solo pilar, de ahí es donde viene el nombre. Asimismo, este tipo de zapata es el más simple, pero posee la ventaja de que al ser aislada no necesita junta, ya que, al encontrarse empotrada en el terreno, no es afectada por los cambios fisiológicos.

Figura 3

Zapata aislada



Nota: Extraido de Zapatas aisladas – GEO5

1.3.9.2. Zapatas combinadas

Montoya Javier y Pinto Vega (2010), mencionan que: Las zapatas combinadas son elementos que sirven de cimentación para dos o más pilares, esto se genera debido a que tenemos columnas demasiado juntas o el pre dimensionamiento lo arroja de esa manera, pon ende para homogenizar la cimentación es que se opta por este proceso constructivo. Además, este tipo de zapatas sacan ventaja de que tienen diferentes pilares, ya que ambos pilares tienen diferentes momentos flectores. Por ello si se combinan en un único elemento de cimentación, esto nos lleva a un elemento más estabilizado y sometido a un menor momento resultante.

Figura 4

Zapata combinada

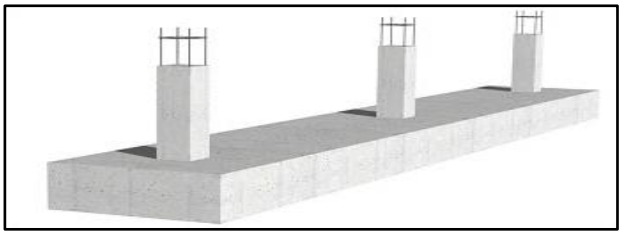
Nota: Extraido de Zapatas – Wikipedia

1.3.9.3. Zapatas corridas

Montoya Javier y Pinto Vega (2010), mencionan que: Las zapatas corridas se usan para cimentar muros portantes. Hablando estructuralmente este tipo de cimentación es usada como viga flotante, debido a que recibe cargas puntuales separadas. Asimismo, las zapatas corridas generan una mejor rigidez en la cimentación, debido a que posee una plataforma lineal que se conecta con la cimentación siguiente, lo cual es como si se formará una viga de amarre entre dos zapatas aisladas. También este tipo de cimentación hace de arriostramiento, puede reducir la presión sobre el terreno y puede puentear defectos y heterogeneidades en el terreno. Otro caso en el que resultan útiles es cuando se requerirían muchas zapatas aisladas próximas, resultando más sencillo realizar una zapata corrida como alternativa.

Figura 5

Zapata corrida



Nota: Extraido de Zapatas – Wikipedia

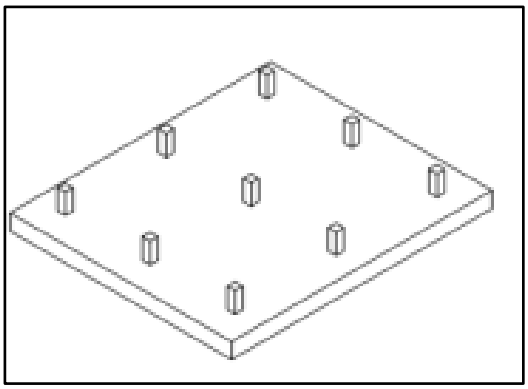
1.3.9.4. Plateas de cimentación

Montoya Javier y Pinto Vega (2010), mencionan que: La losa o platea de cimentación está dada por una zapata combinada que ocupa todo el terreno debajo de una estructura y que soporta todos los muros y columnas de la edificación. Asimismo, las losas de cimentación son losas de concreto planas y sin nervaduras. Por otro lado, el uso de las plateas es más económico si en el diseño el peralte no es demasiado elevado, además de que su construcción debe realizarse con cuidado, ya que, si la distribución de las pilas y

las cargas de la edificación no son uniformes, esto podría ocasiones grandes desplazamientos, es por ello que las losas deben reforzarse para evitar estos desplazamientos.

Figura 6

Platea de cimentación



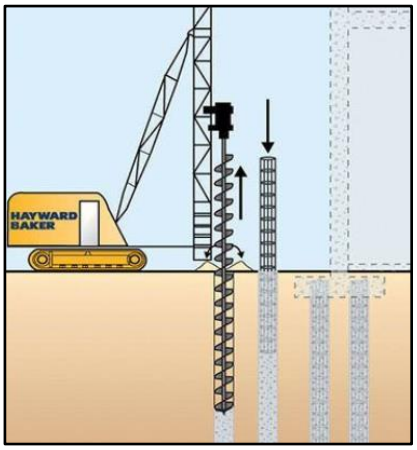
Nota: Extraido de Cimentación – Montoya Javier y Pinto Vega

1.3.9.5. Pilotes

Montoya Javier y Pinto Vega (2010), mencionan que: En términos de ingeniería, las cimentaciones en forma de pila tienen dos significados diferentes. El primero es sobre el uso que se le da en el área de cimentaciones, donde este actúa como un miembro estructural subterráneo a gran profundidad y cumple la función de zapata, es decir que, como cualquier cimiento, este se encarga de transmitir las cargas que soporta la estructura al suelo. Con la diferencia de que, en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación con respecto a la base de las pilas es por lo general mayor que cuatro, mientras que, para las zapatas, esta relación es menor que la unidad.

Figura 7

Pilotes



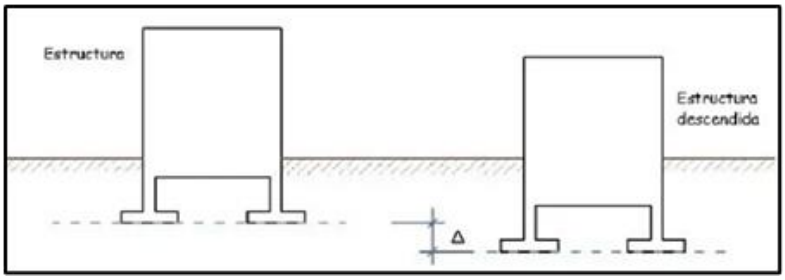
Nota: Extraido de Cimentaciones profundas – KELLER

1.3.10. Asentamientos

Guerrero (s.f.), menciona que: El asentamiento de una cimentación del tipo superficial se debe a la deformación del suelo sobre el que se apoya, provocada por los esfuerzos inducidos en él por la propia cimentación, esto se debe al tipo de suelo sobre el que se construye y en términos generales, al contenido de agua que constituye el mayor riesgo siendo los lugares con napas freáticas muy someras porque es más difícil y costoso estabilizarlos para construir. Cuando una estructura transmite sus cargas al suelo a través de la cimentación, inevitablemente se producen deformaciones (generalmente asentamientos). Este comportamiento que presenta el suelo al interactuar con la estructura depende del estudio de la mecánica del suelo y de la cimentación que se vaya a utilizar, no debería causar problemas graves si se toman precauciones al respecto.

Figura 8

Asentamiento uniforme



Nota: Extraido de Asentamientos de estructuras – Javier Guerrero

1.3.10.1. Asentamientos en Plateas de Cimentación

Alva (s.f.), menciona que: Es un gran cimiento que recibe muchas columnas. Las plateas de cimentación son ventajosas cuando el área de zapatas necesaria es mayor que la mitad del área de cimentación. Las plateas se utilizan cuando la capacidad portante del terreno es pequeña o el suelo es compresible, debido a que el esfuerzo unitario en la platea es menor que en las zapatas individuales. Si el perfil del suelo es errático, la ventaja de la platea de cimentación estriba en la reducción de asentamiento diferencial debido a que el esfuerzo es reducido y la platea es capaz de distribuir la carga sobre pequeños puntos débiles. La platea reducirá significativamente el asentamiento si el material blando es relativamente poco profundo, pero no reducirá significativamente el asentamiento si el material blando es profundo.

1.3.11. Definición de estructura

Cervera y Blanco (2014), menciona que: Al pasar de los años las estructuras vienen siendo ligadas a la construcción; así, son estructuras los puentes, los edificios, las torres, las presas, etc. En una forma más precisa, entendemos por estructura aquella parte de la construcción que soporta el conjunto, es decir, que es capaz de resistir las diversas acciones que actúan sobre ella (peso propio, sobrecargas de uso, viento, movimientos

sísmicos, etc.). Por ello, la ingeniería estructural es la rama de la ingeniería que trata la concepción, el diseño y la construcción de las estructuras necesarias para desarrollar las actividades humanas. Como tal, la ingeniería estructural debe contemplar cuatro criterios básicos; éstos son:

- Funcionalidad: toda estructura debe servir para aquello para lo que ha sido concebida.
- Seguridad: toda estructura debe soportar las cargas a las que se ve sometida durante su vida útil.
- Economía: toda estructura debe construirse aprovechando los recursos materiales disponibles.
- Estética: toda estructura debe tener una apariencia exterior adecuada.

1.3.12. Clasificación de estructuras

Uribe (2000), lo clasifica de la siguiente manera: Según su destino donde se describe que las estructuras cumplirán un uso determinado, donde menciona, por ejemplo, hablarse de estructuras para vivienda, para servicios educativos y hospitalarios, para transporte, para contener líquidos o sólidos, para espectáculos públicos, para industrias, para comunicaciones, para transmisión de fluido eléctrico y muchas otras más. Según su sistema estructural, se evidencian las estructuras reticulares, estructuras laminares, estructuras masivas y de estructuras especiales. Donde se deja en claro que es el tipo de clasificación que interesa en los cursos elementales de análisis y estas teorías cubrirán las estructuras del primer tipo, o sea las reticulares. En tal grupo están comprendidas aquellas estructuras formadas primordialmente por elementos en los que una de sus dimensiones es bastante mayor que las otras dos, y que están contenidos en un plano o en el espacio. Se subdividen, a su vez, en armaduras y pórticos o marcos. Están

comprendidas aquellas estructuras formadas primordialmente por elementos en los que una de sus dimensiones es bastante mayor que las otras dos, y que están contenidos en un plano o en el espacio. Se subdividen, a su vez, en armaduras y pórticos o marcos. Las armaduras están formadas por elementos, generalmente prismáticos, dispuestos de tal manera que el área encerrada dentro de la estructura queda subdividida en figuras geométricas, por lo general triángulos que se pueden considerar unidos mediante articulaciones sin fricción y con cargas aplicadas en dichas uniones o nudos. Por esta razón sus elementos se verán sometidos únicamente a fuerzas axiales de tensión o compresión. Claro está que aquellos elementos con cargas intermedias sufrirán además una flexión, que en muchos casos no puede ignorarse. El peso propio es una de tales cargas, pero como las armaduras se hacen generalmente de acero, su incidencia en los esfuerzos es de un orden tal que, considerándolo aplicado en los nudos, el error cometido carece de importancia. Se acostumbra a llamar pórtico o marco a una estructura reticular cuya estabilidad, concepto que será definido más adelante, y capacidad portante dependen en parte de la habilidad de una o más de sus uniones para resistir momentos). Sus elementos constitutivos están sometidos usualmente a fuerzas axiales y cortantes, y a momentos flectores; en ocasiones experimentan también torsión. Las estructuras laminares están formadas de elementos que se caracterizan por tener una de sus dimensiones, el espesor, considerablemente menor que las otras dos. Tales elementos pueden ser planos, o curvos.

1.3.13. Condiciones sísmicas de las estructuras urbanas.

Rochel (2012), menciona que: La construcción de una edificación urbana tiene un objetivo de crear espacios en los que se viva y trabaje en condiciones adecuadas de seguridad y confort. Para ello, la estructura debe tener:

- **Resistencia**

  Suficiente para soportar la combinación de efectos producidos por cargas verticales, de viento o sismo.

- **Rigidez**

  Adecuada para que sus deformaciones, bajo esos efectos, no sean excesivas, con lo cual se evita el pánico entre los ocupantes al menos en temblores de baja intensidad, se reducen los daños en elementos no estructurales y en instalaciones, y se regulan los efectos de segundo orden, provenientes de la interacción de cargas verticales y desplazamientos horizontales, que pueden influir de manera significativa en la resistencia de estructuras flexibles y propiciar inclusive fallas por inestabilidad.

- **Ductilidad**

  Suficiente para que en caso de que las cargas del sismo llegasen a superar los valores estimados para el diseño, la estructurase deforme en el rango inelástico, con graves daños en los elementos tanto estructurales como no estructurales, pero sin colapsar.

1.3.14. El Diseño Estructural

Rodas (2014), Determina las siguientes etapas:

1. Formulación de objetivos y limitaciones. Podría pensarse, por ejemplo, que el objetivo es la construcción de un Coliseo de Deportes y esté ya trae implícitas ciertas limitaciones tales como el inconveniente o, mejor, la imposibilidad de que existan elementos que interrumpan las visuales desde las diferentes localizaciones de los espectadores o la inconveniencia eventual de utilización de tal o cual material; la primera de las limitaciones supuesta nos está llevando a la planificación de una

«cubierta de gran luz» la cual implica de cualquier modo, la limitación en el uso de determinados materiales, lo cual a su vez posiblemente constituya un determinante de su forma.

2. Lo indicado en el literal anterior nos llevará a la formulación de una primera aproximación a las características formales de la obra, es decir a la elaboración de primeros bocetos o anteproyectos.

3. La forma seleccionada tiene que cumplir con determinadas exigencias estructurales que pueden traducirse en cambios formales, diferentes proporciones, etc. que ya exigen cuantificaciones numéricas: magnitud de las solicitaciones y de los correspondientes esfuerzos; cuantificaciones groseras sì pero en todo caso "cuantificaciones" que nos conducen al estudio de alternativas que a su vez podrían conducirnos a reformulaciones de la propuesta primeramente adoptada.

4. De entre las diferentes alternativas y en consideración a parámetros estéticos, económicos, tiempo de ejecución y otros se escogerá una de la cual puede afirmarse que no será necesariamente la mejor ya que como lo expresan Gonzales Cuevas y Robles: "No existen soluciones únicas, sino solamente razonables".

5. La estructura adoptada deberá someterse a procesos de análisis y diseño estructural, aquí cabe insistir en el hecho de que el análisis está basado en modelos matemáticos que no son más que esto: "Modelos" que sirven para acercarnos a la realidad, pero no la constituyen. Continuando con el proceso, dichos análisis y diseños serán cada vez más refinados en base a procesos cíclicos de ida y regreso hasta llegar a la formulación estructural definitiva.

6. Comunicación de Resultados a base de planos, especificaciones, memoria, etc. Esta etapa con frecuencia descuidada es de las más importantes pues de ella depende el éxito o fracaso de la obra en su conjunto.

1.3.15. Definición de estructuras más utilizadas en el caso de edificios

Rodas (2014), Clasifica de la siguiente manera:

Construcción Maciza

Se construye contra muros de carga, ya sean de mampostería, ladrillo, mampostería, hormigón o piedra. En este tipo de edificación, el muro o tabique suele cumplir dos funciones: la primera, resistir las cargas a través del edificio o de los elementos estructurales que actúan sobre él; segundo, para delimitar y separar espacios. Esta es una construcción tradicional de "pared sobre pared", en la que, por supuesto, no es posible erigir los pisos superiores hasta que se hayan construido los pisos inferiores que los soportan. La secuencia de construcción es la siguiente: excavación de cimientos, construcción de cimientos en tira, construcción de muros en planta baja, construcción de muros en el primer piso, construcción de muros en el piso superior, etc. El movimiento de la carga se da desde el techo, a través de las paredes y se acumula.

Construcción Reticular

La estructura soportante, en este caso, está constituida por una retícula de columnas y vigas de hormigón armado o acero. Sobre las vigas se apoyan generalmente losas de hormigón armado. Nótese que en este sistema constructivo se construye la estructura en su totalidad y posteriormente se procede a la construcción o colocación de tabiques, que no cumplen ninguna función resistente, además de la de soportar su propio peso en cada planta. La marcha de cargas de cubierta o entrepisos se produce a través de vigas y columnas y únicamente en estas es acumulativa. En consecuencia, si se trata de cargas

de gravedad, losas y vigas de todas las plantas podrían potencialmente ser iguales, no así las columnas que acumulan cargas mayores cuanto más se aproximan a la base. Para construcciones de baja altura, la estructura soportante también podría estar constituida por columnas y vigas de madera, pero no sería conveniente combinarlas con losas de hormigón armado.

Construcción Laminar

En este sistema, la lámina, al mismo tiempo que cierra un espacio, constituye la estructura, como en el caso de un paraboloide hiperbólico o elíptico dentro de un auditorio, o una cubierta prismática en un edificio de terminal de transporte. Mención especial merecen estructuras modernas en las que diafragmas de hormigón armado de pequeño espesor constituyen la estructura y al mismo tiempo son los elementos de cierre de los diferentes locales. Como puede apreciarse, por su función estructural, pertenecerían al sistema macizo, pero, por sus dimensiones, se podrían catalogar como construcciones laminares.

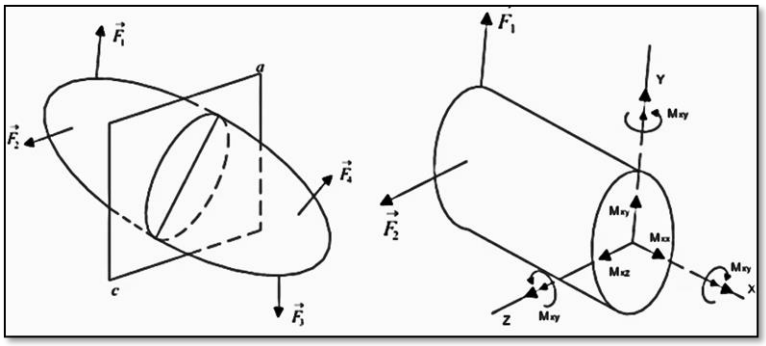
1.3.16. Reacciones sísmicas

1.3.16.1. Acciones internas

Delgado (2010), desarrolla que: Considerando un sólido cuales quiera sobre el que actúan una serie de fuerzas, como se muestra en la figura.

Figura 9

Acciones internas



Nota: Extraido de Resistencia de Materiales – Genaro Delgado Contreras

El origen del sistema de ejes coordenados se considera siempre en el centro de gravedad, que es el punto de referencia de la sección. Si el eje X es normal a la sección, está se denomina superficie o cara X. La orientación de los ejes Z e Y en el plano de la sección se suele elegir de manera que coincidan con los ejes principales de inercia de la misma. La notación empleada en la figura identificada tanto la sección de exploración como la dirección de las componentes de la fuerza y del momento. El primer subíndice indica lacara sobre la que actúan las componentes, y el segundo la dirección de cada una de ellas. Por lo tanto, Pxy es a fuerza que actúa sobre la cara X en la dirección Y. Cada componente representa un efecto distinto de las fuerzas aplicadas sobre el sólido, en esta sección, y recibe un nombre especial, que se nombra a continuación:

- **Pxx Fuerza Axial**

  Esta componente mide una acción de tirar sobre la sección. Tirar representa una fuerza de extensión o tracción que tiende a alargar el sólido, mientras que empujar representa una fuerza de compresión que tiende a acortarlo.

- **Pxy Pxz Fuerza cortante**

  Son componentes de la resistencia total al deslizamiento de la porción de sólido a un lado de la sección de exploración respecto de la otra porción. La fuerza

cortante total se suele representar por V y sus componentes, Vy y Vz identifican sus direcciones.

- **Mxx Momento Torsor o par**

  Esta componente mide la resistencia a la torsión del sólido considerando, y se suele representar por Mt.

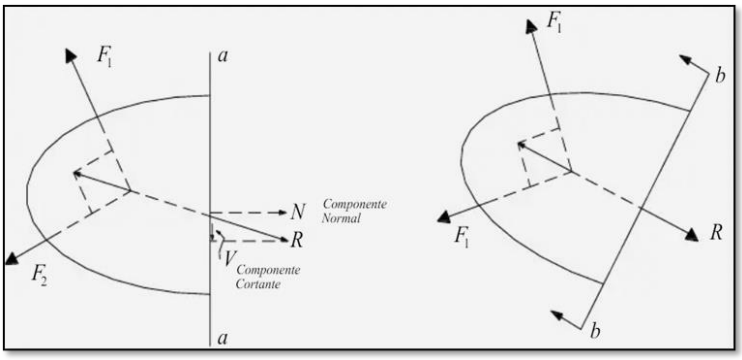
- **Mxy, Mxz Momentos Flectores**

  Esta componente mide la resistencia del cuerpo a curvarse o flexar respecto de los ejes Y o Z y se suelen expresar por My y Mz, respectivamente.

De lo expuesto el efecto interno de un sistema de fuerzas exterior dado depende de la elección y orientación de la sección de exploración. En particular, si las cargas actúan en un plano, que se suele considerar xy. La fuerza axial Pxx ó P; la fuerza cortante Pxy o V y el momento flector Mxz o M. Si reducimos nuestro análisis al plano, vemos que las componentes equivalen a una fuerza resultante R. Como se muestra en la figura.

Figura 10

Resultante - Acciones internas



Nota: Extraido de Resistencia de Materiales – Genaro Delgado Contreras

1.3.17. Clasificación de las fuerzas que actúan en una estructura

Uribe (2000), menciona que: Las fuerzas presentes en una estructura se suelen dividir en Externas e internas. Las primeras están constituidas por las cargas aplicadas y las

reacciones de los apoyos. Las cargas, a su vez, pueden clasificarse desde diversos puntos de vista, como se indica a continuación. Según el modelo de aplicación pueden ser estáticas o dinámicas. Se llama carga estática la que se aplica gradualmente. Si se aplica súbitamente, la carga se clasifica como dinámica. En atención a su permanencia, la carga puede ser momentánea o sostenida. Ejemplo de la primera es un camión que pasa por un puente; de la segunda, el peso propio de la estructura. Considerando su estabilidad, la carga podría considerarse como fija o fluctuante. La primera no cambia con el tiempo; la segunda sí. Cuando una carga fluctuante es de naturaleza tal que sus valores máximos y mínimos son iguales en magnitud, pero de sentido opuesto, se dice que dicha carga es invertida. Si se tiene en cuenta su origen, las cargas pueden clasificarse como debidas a la acción de la gravedad, a la presión hidrostática o al empuje, al viento, al sismo y a los cambios de temperatura. Las cargas gravitacionales las subdividen los códigos a su vez en carga muerta y carga viva.

La carga muerta incluye los pesos propios de la estructura, muros, pisos, cubierta, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y, en general, todas aquellas cargas gravitacionales que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación y que deban ser soportadas por ésta; en consecuencia, se conoce con bastante aproximación. Al calcularlas deben usarse las densidades reales de los materiales. Debe tenerse especial cuidado al evaluar la carga muerta causada por las fachadas, muros divisorios, particiones y acabados. Las Normas prescriben valores mínimos por estos conceptos que no pueden infringirse sin la debida justificación. La carga viva son cargas gravitacionales de ocupación, móviles o movibles, que generalmente encierran para el diseñador un mayor grado de incertidumbre. Esto se refleja en los códigos al proveer para ellas coeficientes de carga, definidos más adelante, mayores que para la carga muerta. Las cargas vivas o de servicio, si están adecuadamente escogidas, rara vez serán excedidas durante la vida útil

de la estructura. El calculista es legalmente responsable ante las autoridades de que su estructura resista las cargas estipuladas por el código local sin presentar ningún tipo de falla, salvo los agrietamientos sin importancia que no se puedan evitar económicamente. De acuerdo con la extensión de la zona de aplicación se habla de cargas concentradas o puntuales, y repartidas. La repartición puede ser uniforme, triangular, trapezoidal, parabólica, arbitraria, etc. Es evidente que esta clasificación es relativa y depende de las dimensiones del elemento estructural que recibe la carga. Por ejemplo, una persona parada sobre una viga puede considerarse como una carga concentrada que actúa sobre ella, pero pasa a ser carga repartida cuando el elemento que la soporta es un ladrillo. También se pueden clasificar las cargas según el lugar de aplicación y la dirección que llevan. En el caso de elementos prismáticos la carga puede ser centrada, excéntrica o normal al eje longitudinal.

Las cargas centradas son aquellas aplicadas, o que se pueden considerar aplicadas, en el centroide de una sección transversal del elemento. Cuando la línea de acción de una carga tal pasa por los centroides de todas las secciones transversales del mismo, la carga se denomina axial. Las cargas que no están aplicadas en el centroide de la sección transversal se denominan excéntricas. Las cargas normales al eje pueden estar contenidas o no en un plano principal del elemento. Se establece una división similar para las cargas que actúan sobre elementos laminares, ya sean estos planos o curvos. Refiriéndose a los primeros, se habla de cargas en el plano o normales al plano. Al considerarse los segundos, se clasifican en tangentes y normales a la superficie. Es claro que no todas las cargas son normales o tangentes, pero es sabido que cualquiera se puede descomponer en cargas de estos tipos. Esta clasificación es muy importante, pues determina el tipo de fuerzas internas que originan en las estructuras que las soportan. Las cargas axiales producen esfuerzos de tensión o compresión simples; las

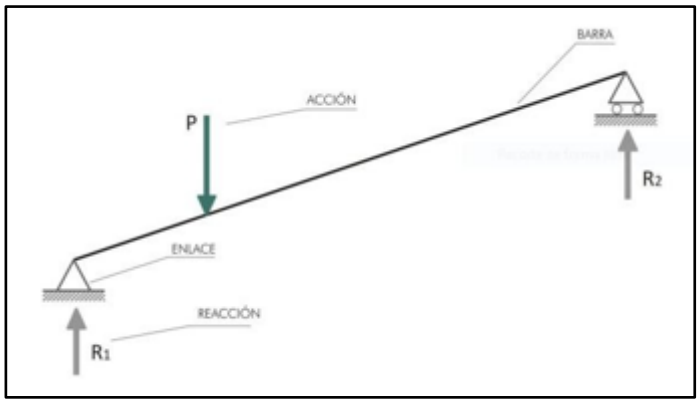
tangenciales, esfuerzos cortantes. Las excéntricas, flexo comprensión o flexo tensión; las normales al eje y contenidas en un plano principal, flexión y corte. Si son normales al eje, pero están fuera de un plano principal, además de la flexión y el corte producen generalmente torsión.

1.3.18. Modelo estructural

Justo, Delgado, Concepción, Lozano, & Fernández (s.f), lo describen como: "El modelo estructural es un esquema simplificado de la estructura para el cálculo. En la figura se han marcado los elementos más importantes del modelo. Las barras se representan por su directriz. efectos de cálculo, las consideraremos como líneas".

Figura 11

Barras de modelo estructural



Nota: Extraido de Justo, Delgado, Concepción, Lozano, & Fernández, (s.f)

1.3.19. Análisis Estructural y Dimensional

De la misma manera Justo, Delgado, Concepción, Lozano, & Fernández (s.f), mencionan que: El análisis de la estructura es la comprobación de que el diseño realizado es adecuado; si no lo es, procedemos a la modificación del diseño y a un nuevo análisis. El análisis estructural de un edificio requiere:

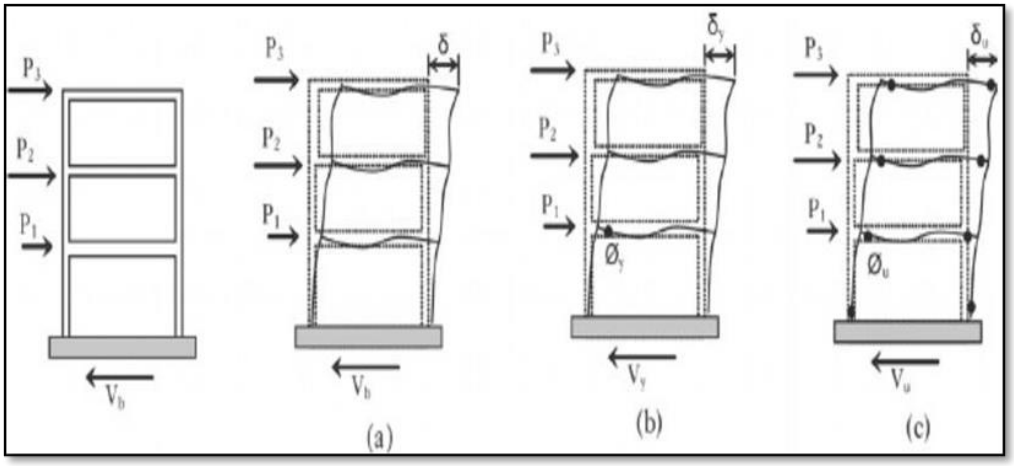
- Determinar las situaciones de dimensionado que resulten más desfavorables.
- Establecer las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura.
- Realizar el cálculo estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema.
- Verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

1.3.20. Análisis Sísmico Estructural

Según la Norma Técnica Peruana (RNE E030, 2018) para realizar el procedimiento de análisis sísmico se debe realizar mediante un análisis estático, análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo – historia, este último solo debe usarse con fines de verificación y no puedo sustituir a los anteriores, mientras que el análisis estático solo se emplea para suelo muy rígido (Zona 1). Según (Rochel, 2012) la aplicación de cargas sísmicas es proporcional al peso de la edificación y se distribuye por piso:

Figura 12

Análisis Sísmico Estructural



Nota: Extraido de Rochel, (2012)

Etapa (a): Para niveles bajos de carga la estructura se comporta elásticamente y el desplazamiento horizontal es proporcional a la carga horizontal

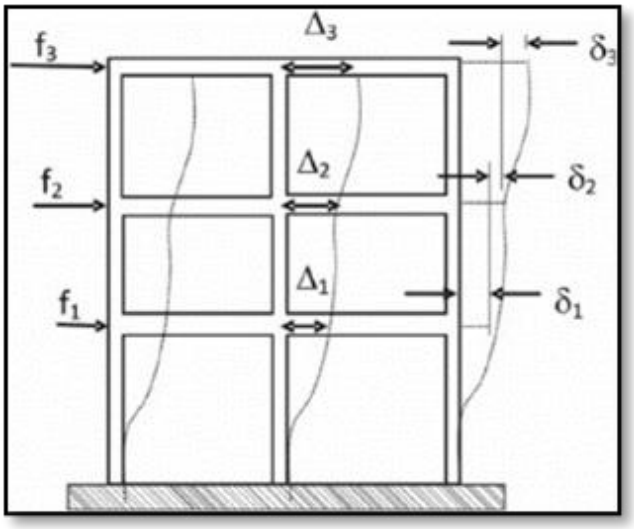
Etapa (b): Al incrementarse la carga horizontal, se incrementa el desplazamiento, generando que una sección agote su capacidad de resistencia y se plastifica, desde ese momento esa sección girará libremente sin absorber más carga.

Etapa (c): Incrementando nuevamente la carga, la estructura no colapsa y las otras secciones empiezan a plastificarse hasta que se forma el mecanismo de colapso de la estructura.

Al someter una estructura a la acción de las cargas sísmicas, los entrepisos presentan desplazamientos horizontales y la diferencia de desplazamientos en entrepisos consecutivos se denomina deriva de entrepiso:

Figura 13

Deriva entre piso



Nota: Extraido de Rochel, (2012)

(RNE E030, 2018), indica que dividiendo el valor de la deriva de entrepiso por la altura del mismo entre piso se obtiene la distorsión de entrepiso.

Tabla 1

Derivas de entrepiso

Límites Para La Distorsión Del Entrepiso	
Material Predominante	**(Δ/Hei)**
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.100
Concreto Armado Con Muros De Ductilidad Limitada	0.005

Nota: Extraido de RNE E030 (2018)

1.3.20.1. Método Estático

Donobhan (2007), "El análisis estático consiste en someter a la estructura ante cargas horizontales distribuidas a lo alto del edificio. Las demandas a las que se somete están determinadas por una fuerza asociada a la demanda espectral correspondiente al periodo fundamental de la estructura"

1.3.20.2. Método Dinámico

Donobhan (2007), nos dice que, el análisis dinámico da una mejor aproximación del comportamiento real de las estructuras, pues incorpora información ignorada o indirectamente considerada en el análisis estático. La diferencia entre el método estático y el dinámico consiste en la manera de considerar el posible comportamiento inelástico y la forma en que se define la excitación sísmica de diseño.

1.3.20.3. Análisis Modal Espectral

Donobhan (2007), El método modal espectral toma en cuenta las propiedades dinámicas de la estructura, tales como su forma de vibrar y la contribución de cada modo en la

respuesta. Esto con la finalidad de reproducir con mayor aproximación el comportamiento estructural real ante acciones sísmicas.

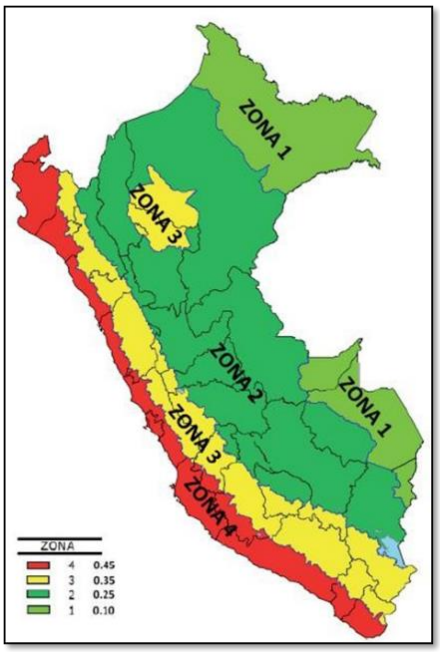
1.3.21. Parámetros sísmicos

1.3.21.1. Zonificación y factor de zona

RNE E030 (2018), lo clasifica de la siguiente manera: El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 14. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Figura 14

Zonas sísmicas



Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030

Este factor se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 2

Factores de zona "Z"

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030.

1.3.21.2. Perfiles de suelo

En la tabla N°3 se resume valores típicos para distintos tipos de perfiles de suelo:

Tabla 3

Clasificación de los perfiles de suelo

Perfil	Vs	N60	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	> 100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	clasificación basada en el EMS		

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030.

1.3.20.2.1. Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

Según la Norma Técnica Peruana (RNE E030, 2018) - Diseño Sismorresistente (E030, 2018) menciona que: Este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte $\bar{Vs}$, entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT $N60$, entre 15 y 50.

- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada $\bar{S}u$, entre 50 kPa (0,5 kg/cm2) y 100 kPa (1 kg/cm2) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

1.3.20.2.2. Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Según la Norma Técnica Peruana (RNE E030, 2018) - Diseño Sismorresistente (E030, 2018) menciona que: Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte $\bar{V}s$, menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT $N60$ menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada $\bar{S}u$, entre 25 kPa (0,25 kg/cm2) y 50 kPa (0,5 kg/cm2) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada $\bar{S}u$ menor que 25 kPa.

1.3.21.3. Parámetro de sitio

En la tabla N°4 se determina que parámetros son adecuados al estudio.

Tabla 4

Factor "S"

ZONA / SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030.

En la tabla N°5 se presenta los periodos cortos y largos del tipo de suelo.

Tabla 5

Periodo "TP" y "TL"

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP	0.3	0.4	0.6	1.0
TL	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030.

1.3.21.4. Factor de amplificación sísmica

Según la Norma Técnica Peruana (RNE E030, 2018) - Diseño Sismorresistente (E030, 2018) menciona que el factor de amplificación sísmica se define por las siguientes expresiones: "Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo".

Factor "C"

$$\boxed{\begin{array}{ll} T < TP & C = 2.5 \\ TP < T < TL & C = 2.5\left(\frac{TP}{T}\right) \\ T > TL & C = 2.5\left(\frac{TP.TL}{T^2}\right) \end{array}} \quad \text{.....} \textbf{ Ecuacion (1)}$$

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030

Donde:

C: factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo.

T: periodo de la estructura.

TP: periodo corto.

TL: periodo largo.

1.3.21.5. Sistema estructural y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

Tabla 6

Sistemas estructurales

SISTEMA ESTRUCTURAL	Coeficientes básicos de reducción Ro
Concreto armado:	
Pórtico	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030.

1.3.21.6. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

Se emplea la siguiente ecuación:

Factor "R"

$$R = R_0 * I_a * I_P$$ …… **Ecuacion (2)**

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030

Donde:

Ia: Irregularidad en altura la cual se considerará 1 en caso de estructuras regulares

Ip: Irregularidad en planta la cual se considerará 1 en caso de estructuras regulares.

1.3.22. Categoría de las edificaciones y factor de uso

El (RNE E030, 2018) cada estructura se clasifica de acuerdo con las categorías de uso e importancia (U) correspondientes con su factor.

Tabla 7

Categoria de las edificaciones

Categoría	Descripción	Factor (U)
A. Edificaciones Esenciales	A1: Establecimiento de salud, como hospitales, institutos o similares, según clasificación del Ministerio de salud, ubicados en las zonas sísmicas 4 y 3	1.0
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: Hospitales no comprendidos en la categoría A1, clínicas, postas médicas, excepto edificios administrativos o de consulta externa. Puertos, aeropuertos, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua Todas aquellas edificaciones que pueden servir de refugio después de un desastre, tales como colegios, institutos superiores tecnológicos y universidades Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar puede representar un riesgo adicional, tales como grandes homos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos Edificios en centros educativos y de salud no incluidos en la categoría A	1.5
B. Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como teatro, estadios, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales	1.3

	También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	
C. Edificaciones comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D. Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Nota: Extraido de Norma Técnica Peruana E – 030

1.4. Justificación

1.4.1 Justificación general

La investigación en curso pretende dar a conocer cuán necesario es saber la capacidad de carga máxima para edificaciones de 4 pisos a más en la ciudad de Trujillo, en el hecho de realizar un diseño de cimentación correcto y que a la vez genere una información sólida la cual se utilizará como base para futuras construcciones, esto se verá reflejado en un plano, asimismo se busca que el diseño presentado, cumpla con todos los parámetros de diseño y resulte económico para la persona que desee ejecutar con plateas en un suelo no cohesivo, ya que este tipo de cimentación normalmente representa un costo elevado. Además, en la actualidad aún se realizan construcciones de manera informal, es por ello que no solo la investigación está ambientada para

profesionales, sino también para los constructores que no tengan una idea de la cantidad de material que se debe de usar para realizar este tipo de cimentación, y que este diseño les garantice la seguridad y un gasto menor en su vivienda.

1.4.2 Justificación teórica.

Con la presente investigación se está verificando que las plateas de cimentación son las más favorables para trabajar en un suelo no cohesivo y que la capacidad de carga de la platea dependerá del número de pisos, es por ello que, con el diseño estructural encontrado de cada diseño por piso, se hallara un diseño que coincida con cada uno de los pisos, variando solo el peralte del cimiento. Para Padilla Meneses (2020), Constituye que un elemento indispensable en una construcción es la base de la estructura, para ello requiere de un cálculo correcto y estudios previos, teniendo esto como sustento, se garantiza una correcta cimentación para mayores de 4 pisos.

1.4.3 Justificación práctica.

El problema que se suele presentar en la construcción informal, es que no suelen tener conocimiento para ejecutar plateas de cimentación si no saben cuántos pisos van a construir o en que terreno van a trabajar, es por ello que optan principalmente por un tipo de cimentación inadecuada, donde esta no sigue los parámetros de diseño, ni es apta para este tipo de terreno. Tal es el caso en los suelos no cohesivos, ya que normalmente los constructores informales, trabajan empíricamente con zapatas, lo cual es desfavorable para la estructura, ya que los especialistas recomiendan que se trabaje con plateas en este tipo de suelo. La solución que se propone es diseñar una platea de cimentación modelo, para que, en campo, los ejecutores tengan noción de las dimensiones y cantidad de acero y concreto mínimo a usar, donde ello les facilite el proceso constructivo, además este modelo de cimentación estará proyectado para

soportar estructuras de más de 4 pisos y contará con todos los parámetros de diseño, asimismo aspira a tener un costo mínimo.

1.4.4 Justificación metodológica

Para ejecutar la veracidad de los puntos mencionados en la investigación, es necesario describir conceptos y definiciones que ayuden en el desarrollo del proyecto, además de comprender software y métodos estadísticos, ya que estos nos ayudaran a organizar mejor la información. Una de las opciones más relevantes en cuanto a administrar correctamente nuestros artículos de investigación, toma relevancia la base de datos como primera opción, por otro lado, respecto a las diferentes herramientas informáticas que se aplican en esta investigación es de fundamental ayuda porque generan soluciones correctas y sustentables que nutren la veracidad teórica de esta misma.

1.5. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño de cimentación y la capacidad de carga de las plateas en suelos no cohesivos, Trujillo 2022?

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general.

Determinar el diseño de cimentación y la capacidad de carga de las plateas en suelos no cohesivos, Trujillo 2022.

1.6.2 Objetivos específicos

O.E1 Recopilar información sobre el diseño estructural en cimentaciones, mediante el análisis documental, Trujillo 2022.

O.E2 Evaluar con el software ETABS los modelados que cumplan con los parámetros de diseño sísmico en un suelo no cohesivo, Trujillo 2022.

O.E3 Diseñar con el software SAFE las plateas de cimentación aplicado en un suelo no cohesivo, Trujillo 2022.

O.E4 Realizar la verificación por punzonamiento de los diseños de cimentación en un suelo no cohesivo, Trujillo 2022.

O.E5 Ofrecer un modelo del diseño de cimentación reflejado en un plano estructural como guía para futuras construcciones, Trujillo 2022.

1.7. Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

El diseño de la platea de cimentación propuesto, variará su peralte de acuerdo al número de pisos proyectado, a mayor cantidad de pisos, mayor el peralte, además para cumplir este diseño, los cálculos arrojaran una capacidad de carga máxima de 1.5 kg/cm2 sobre un suelo no cohesivo, Trujillo 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Enfoque de investigación

Según el enfoque de la investigación es de tipo cuantitativa, ya que, esta investigación recolecta datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para así plantear las conclusiones, es decir, establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Además, tiene una orientación hacia la descripción, predicción y explicación teniendo como sustentación datos medibles y observables los cuales justifican el problema planteado al inicio de la investigación.

2.2 Tipo de investigación

2.2.1 Por el propósito

Según el propósito es de tipo aplicada, debido a que estos estudios buscan encontrar estrategias de mejora y de aplicación de nuevos sistemas para sus variables de estudio, asimismo porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren y contrastar la investigación.

2.2.2 Según el diseño de investigación

Según el diseño la investigación es de tipo no experimental. Pues solo se sustrae información en su estado natural para posteriormente observar, analizar y describirlo. Este diseño de investigación se caracteriza por recolectar datos con el propósito de describir la variable y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

2.2.3 Según el nivel de investigación:

Según el nivel de investigación es descriptiva, pues el propósito de este tipo de investigación es únicamente crear una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o factor en particular, sin buscar su causa o efecto. Medir las

propiedades, observar la formación y los procesos que componen el fenómeno y evaluarlos continuamente.

2.3 Diseño de investigación:

Según el diseño de la investigación es no experimental de tipo transversal con nivel descriptivo. Es decir que la investigación se basa en resumir y recopilar información en un determinado tiempo sobre la muestra que se está trabajando, estudiando los fenómenos que se evidencian para finalmente explicarlos.

Tabla 8

Diseño de investigación transversal

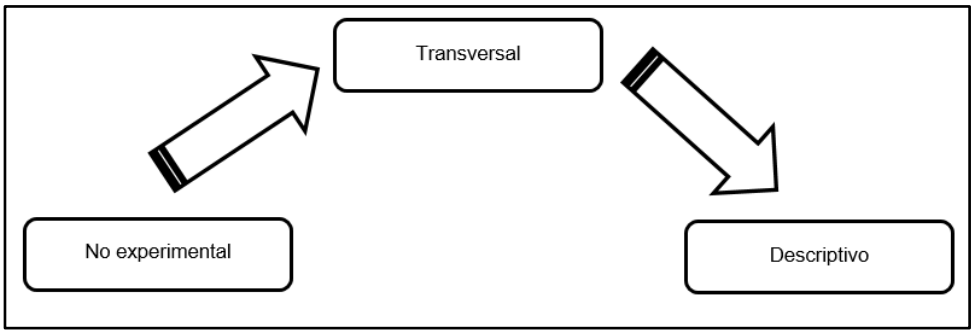
Estudio	T1
M: 10 estudios de diseño de cimentación y capacidad de carga de la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad 2022.	**O1:** Capacidad de carga del cimiento en un suelo no cohesivo

M: Muestra

O: Observación

Figura 15

Diagrama de diseño de investigación



2.4. Variables

2.4.1 Variables

2.4.1.1. Capacidad de carga

Es la presión que al ser aplicada al terreno de fundación no genera falla o daño en la estructura. Dicha capacidad no solo depende de las características geo mecánicas del suelo, sino también del tipo de cimentación, ubicación del nivel freático y factor de seguridad adoptado (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006).

2.4.1.2. Diseño de cimentación

El diseño de la cimentación es el proceso de anticipación del modelamiento de la estructura frente a posibles amenazas que pueda presentarse en el proceso constructivo, esto incluirá la predicción de asentamientos y el análisis de la capacidad de carga utilizando métodos simples y aproximados para obtener valores rápidos y confiables al momento de ejecutar el proyecto, comúnmente estos diseños se trabajan en programas especializados ya que se anticipa el manejo de valores muy grandes y complejos por lo cual el emplear dichos programas se vuelve más seguro logrando obtener un análisis completo del proyecto.(Baker y Kiefer, 2013).

2.4.2 Clasificación de variables

Tabla 9

Matriz de clasificación de variables

Variables	Relaciones	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Diseño de cimentación	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta
Capacidad de carga	Independiente	Cuantitativa	Razón	Multidimensional	Indirecta

2.4.3 Operacionalización de variables /Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 10

Matriz de operacionalización de variables

Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO /UNIDAD
DISEÑO DE CIMENTACIÓN	El diseño de la cimentación es el proceso de anticipación del modelamiento de la estructura frente a posibles amenazas que pueda presentarse en el proceso constructivo, esto incluirá la predicción de asentamientos y el análisis de la capacidad de carga utilizando métodos simples y aproximados para obtener valores rápidos y confiables al momento de ejecutar el proyecto, comúnmente estos diseños se trabajan en programas especializados ya que se anticipa el manejo de valores muy grandes y complejos por lo cual el emplear dichos programas se vuelve más seguro logrando obtener un análisis completo del proyecto.(Baker y Kiefer, 2013).	El diseño de una platea de cimentación es para hallar la capacidad de carga en suelos no cohesivos mediante la recolección de datos. Asimismo, se tendrá en cuenta el software SAFE para el diseño, con el cual verificaremos un diseño adecuado referente a la capacidad de carga que puede resistir un suelo no cohesivo, tomando como base el cumplimiento de los estándares mínimos de la norma técnica peruana.	Recopilación de diseño estructural en edificaciones	Estructuración Características de diseño	Razón	Matriz de extracción de datos
			Modelado estructural	Desplazamientos	Razón	cm
			Diseño de las plateas de cimentación en suelos no cohesivos	Capacidad de carga	Razón	kg/cm2

CAPACIDAD DE CARGA	Es la presión que al ser aplicada al terreno de fundación no genera falla o daño en la estructura. Dicha capacidad no solo depende de las características geo mecánicas del suelo, sino también del tipo de cimentación, ubicación del nivel freático y factor de seguridad adoptado (ICG, 2006).	La capacidad de carga se seleccionará de los artículos que cumplan con los parámetros sísmicos en comparación de los diferentes sistemas estructurales.	Verificación por punzonamiento	Punzonamiento	Razón	Adimensional
			Modelo de diseño de cimentación	Plano estructural	Razón	Adimensional

2.5 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.5.1 Población.

Todos los estudios de diseño de cimentación y capacidad de carga de la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad 2022.

2.5.2 Muestra.

2.5.2.1 Técnicas de muestreo

La muestra está determinada por la técnica de muestreo no probabilístico, debido a que la muestra de una población a investigar, no tienen las mismas oportunidades de selección, es por ello que, en este tipo de muestreo predominan aquellas muestras que, al cumplir con cierta cualidad o característica, benefician la investigación. Mediante la evaluación de juicio por experto, por el Ing. Daniel Alexander Avila Diaz experto en el tema de análisis y diseño estructural, determina que de acuerdo a su juicio como experto, para obtener resultados concisos sobre el tema de investigación estudiado, los artículos encontrados deben ser investigaciones que contengan diseños de estructuras de 4 pisos a más, con sus respectivos análisis sismorresistentes. Además, estos artículos deben presentar la distribución de sus elementos estructurales, medidas, materiales y la estructuración. Por último, se debe tener un mínimo de 10 artículos científicos como muestra, con 5 años de actualidad y que se extraigan de fuentes confiables.

2.5.2.2 Tamaño de muestra

Tabla 11

Articulos seleccionados

Muestra N°	Nombre del artículo	Año	País	Base de datos
M01	Diseño estructural de edificaciones de concreto armado en la ciudad de Trujillo, 2020.	2021	Perú	Repositorio UPRIT
M02	Comportamiento sísmico de un sistema aporticado utilizando poliestireno expandido en el concreto, Trujillo –La Libertad	2019	Perú	Repositorio UCV
M03	Evaluación del desempeño sísmico de la edificación de 5 niveles ubicado en la urbanización Rosas de América del distrito de Trujillo, provincia de Trujillo, 2020	2020	Perú	Repositorio UNT
M04	Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la norma E030-2003 y E030-2019, Trujillo	2019	Perú	Repositorio UCV
M05	Análisis sísmico comparativo por efecto de piso blando entre los sistemas aporticado y dual de una edificación, Trujillo-La Libertad	2019	Perú	Repositorio UCV
M06	Análisis comparativo del comportamiento sísmico entre una vivienda multifamiliar con y sin aislamiento en la base, en la urbanización San Isidro II etapa, Trujillo 2020	2020	Perú	Repositorio UPN
M07	Evaluación estructural de una edificación de concreto armado según el espectro de respuesta de la norma E.030 2018 y un espectro focalizado para la ciudad de Trujillo - Perú	2021	Perú	Repositorio UPAO
M08	Influencia De La Profundidad De Cimentación En La Reacción Sísmica En Edificaciones Aporticadas De La Provincia De Trujillo 2020	2020	Perú	Repositorio UPN

M09	Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles empleando SAP 2000, Urbanización Covicorti-Trujillo, 2020.	2020	Perú	Repositorio UCV
M10	Diseño Estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles en el Distrito El Porvenir – Trujillo, 2021	2021	Perú	Repositorio UCV

2.5.3 Materiales

- ✓ Software: Programa donde se realizará los modelamientos estructurales.
- ✓ Laptop: Maquina para guardar archivos.
- ✓ Norma Reglamento Nacional de Edificaciones: Libro con información importante para la investigación.
- ✓ Internet: Sistema para buscar y encontrar otras investigaciones.

2.6 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.6.1 Técnica de recolección de datos.

La presente investigación emplea la técnica de revisión documental que consiste recolectar información relevante de distintos estudios retrospectivos, todas manteniendo la idea plasmada de acuerdo al objetivo principal de esta investigación, este conjunto de documentos se organizan en una matriz de extracción de datos, esto garantiza una mejor calidad de información, en donde se describe el estudio de compilación de datos documentales como libros, tesis, artículos, revistas, etc., lo cual, sustenta información de tesis y planos que contengan el diseño de una platea de cimentación mediante el uso del software SAFE, esto nos arrojará resultados de acuerdo a los diseños propuestos. Además del uso de la Norma Peruana en Edificaciones, también se consultará información de normas de otros países donde se

sabe con certeza que el estudio de nuestras variables presenta un mayor avance. Todas las ideas relevantes a partir de la información contenida son de ayuda para analizar la variable en estudio y anexadas como referencias.

2.6.2. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos que se usaran para la recolección de datos son los siguientes:

Matriz de extracción de datos: Para identificar los datos de las características de diseño. (Anexo N°01)

2.6.3 Validación del instrumento de recolección datos.

El instrumento de recolección de datos fue validado por el Ing. Daniel Alexander Avila Diaz especialista en análisis y diseño estructural de concreto armado, registrado con número de colegiatura R.CIP.Nº179467 y el Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz registrado con número de colegiatura R.CIP.Nº106997 quién asegura que el instrumento usado como matriz de extracción de datos ayuda a la realización de los resultados.

2.6.4 Análisis de datos:

2.6.4.1 Técnicas de análisis de datos

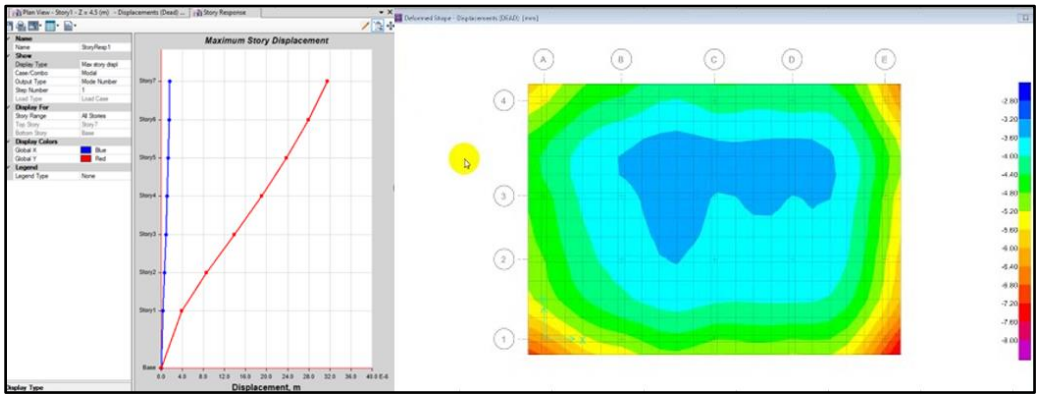
Estadística descriptiva

La presente investigación es de diseño no experimental y transversal porque solo se realizará el estudio en un solo periodo de tiempo, por lo tanto, se utilizará el método de estadística descriptiva cuyos instrumentos están vistos en cuestión al interés de cada variable tomada individualmente.

Los análisis de datos se realizarán a través de tablas y graficos estadísticos (Figura 16), realizadas con la ayuda del software Microsoft Excel y SAFE

Figura 16

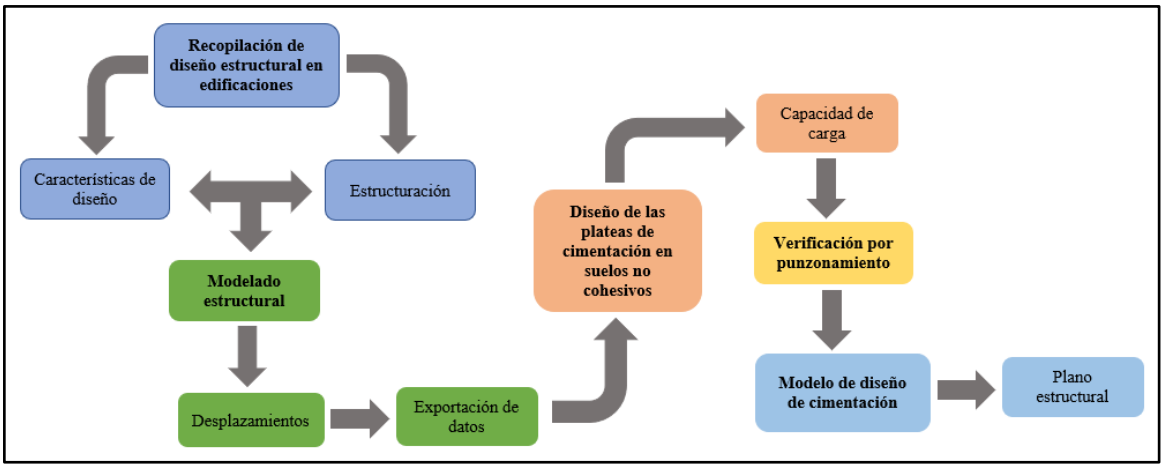
Tabla y grafico estadístico



2.7 Procedimientos

Figura 17

Organizador visual del procedimiento de tesis



2.7.1. Recopilación de diseño estructural en edificaciones

2.7.1.1. Características de diseño

Al realizar un diseño de una edificación se toman en cuenta diversas características las cuales son necesarias para un correcto modelamiento, como son: la definición de ancho de columnas, ancho de vigas, dimensiones de zapatas, tipo de concreto, datos del tipo de suelo, etc. La solución elegida debe ser viable desde el punto de vista estructural, y que garantice el equilibrio tanto las dimensiones deben ser funcionales y aceptables

económicamente. Para aprender a modelar, se debe plantear también los sistemas resistentes y saber interpretar los resultados, en particular las deformaciones, se debe tener presente que existen varios modelos que describen todos los aspectos del funcionamiento de la estructura.

2.7.1.2. Estructuración

En esta etapa se pretende entender y dar a conocer la funcionalidad de una estructura, de tal forma que su análisis nos proporcione los parámetros de ingeniería esperados y aceptables, entonces podemos mencionar una infinidad de estructuras, pero se centrará la información en estructuras de concreto armado y específicamente estructuras resistentes a momento. Por lo tanto, esto es uno de los puntos en los cuales se pondrá atención, y fundamentar el criterio que todo proyecto es único, lo cual nos lleva a actuar como profesionales y no solamente copiar detalles y plasmarlos en los planos.

2.7.2. Modelado estructural

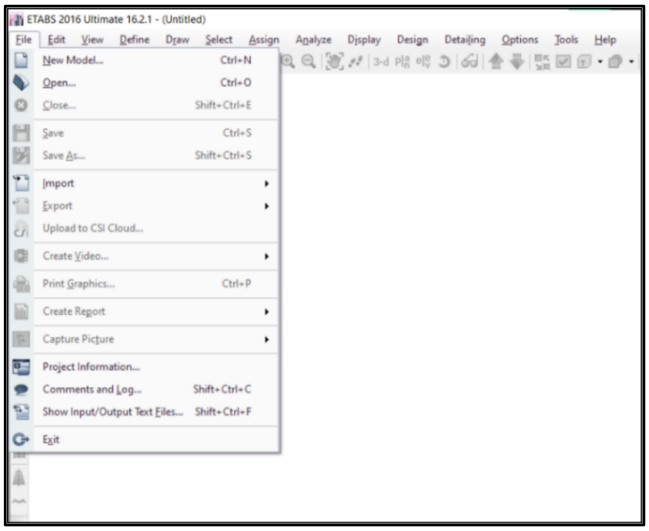
2.7.2.1. Obtención de desplazamientos

En este paso se emplea el uso de un software computarizado ETABS para modelar el diseño estructural realizado anteriormente, como se observa en las siguientes imágenes:

Creación de un nuevo modelo en el software ETABS

Figura 18

Un nuevo modelo en el software ETABS

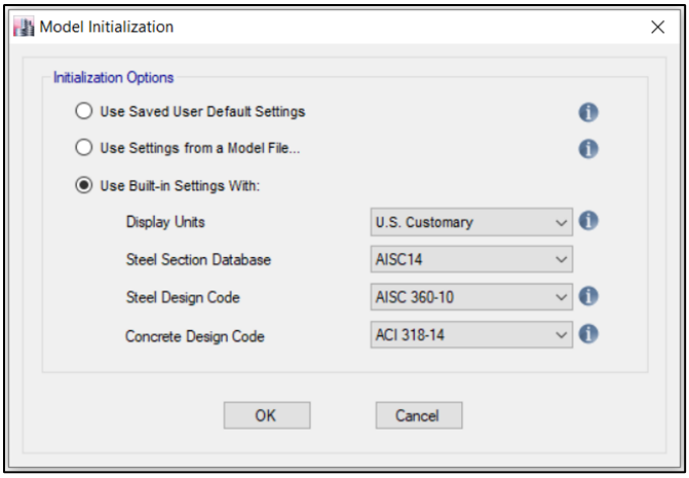


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Configuración del sistema de unidades a Metric MKS

Figura 19

Sistema de unidades

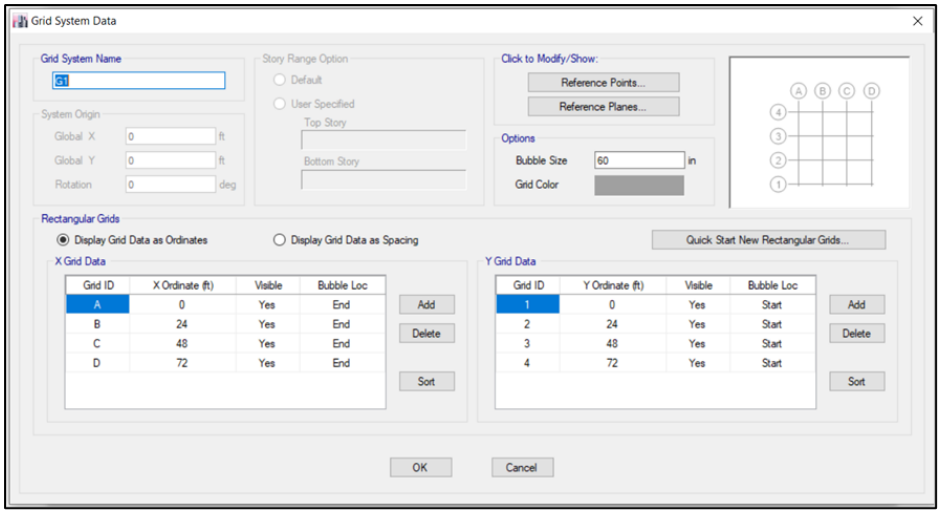


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Configuración del espaciamiento entre ejes

Figura 20

Espaciamiento entre ejes

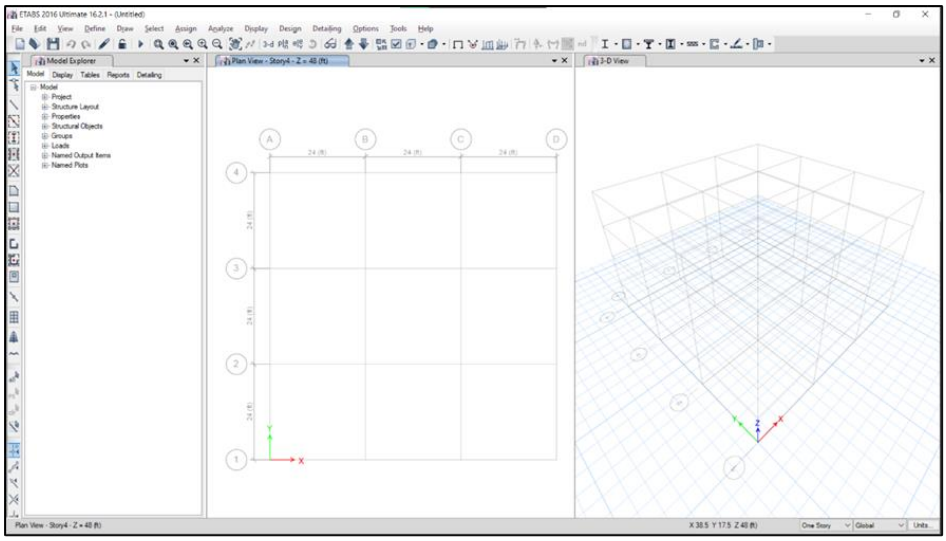


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización de las grillas del modelo

Figura 21

Grillas del modelo

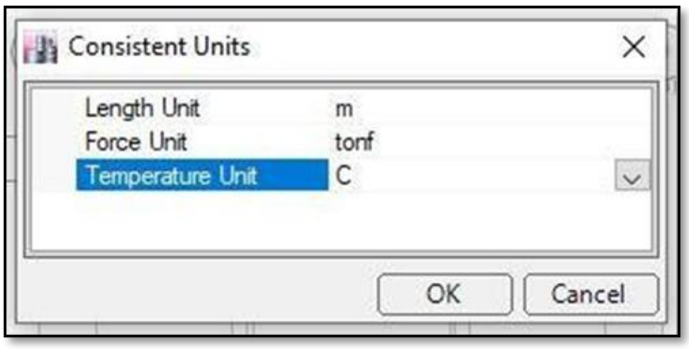


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de unidades

Figura 22

Definición de unidades

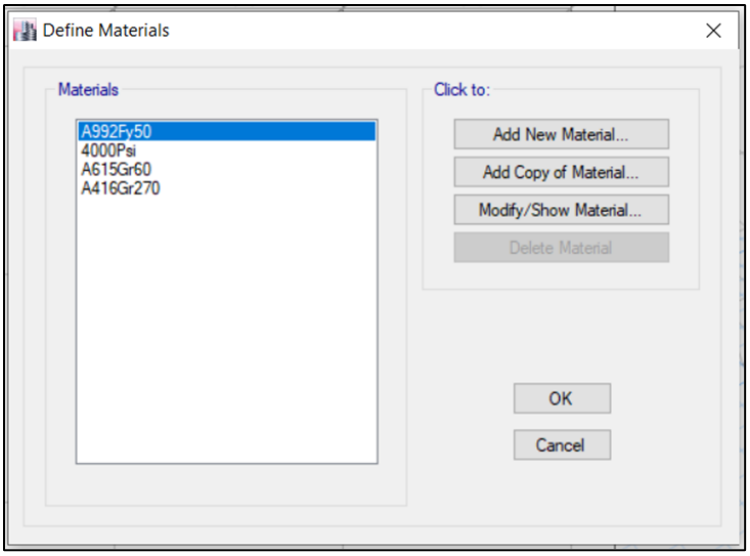


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de los materiales

Figura 23

Materiales para el modelamiento

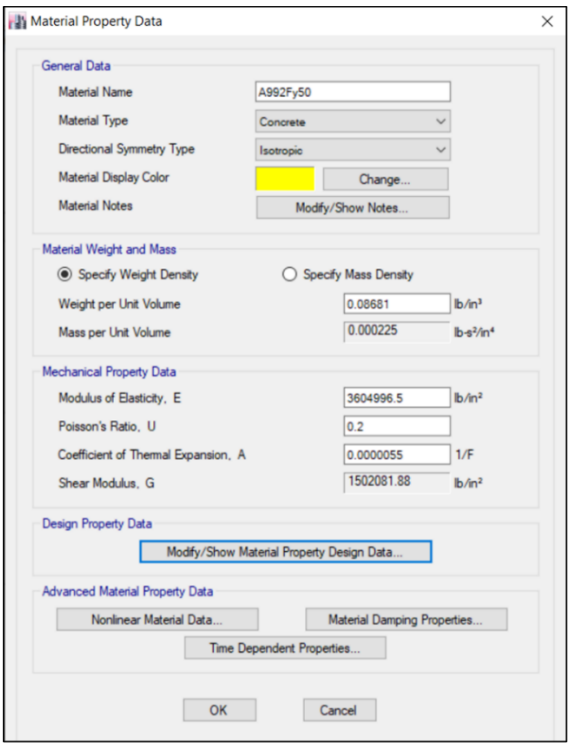


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades mecánicas da el concreto

Figura 24

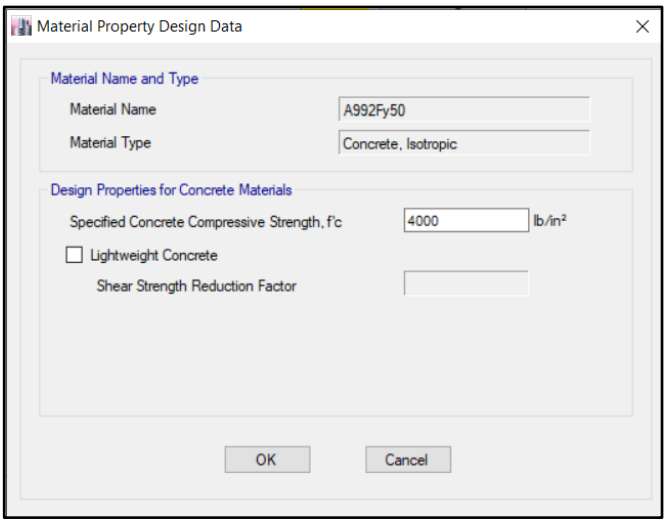
Propiedades mecánicas del concreto



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 25

Resistencia a la compresión del concreto

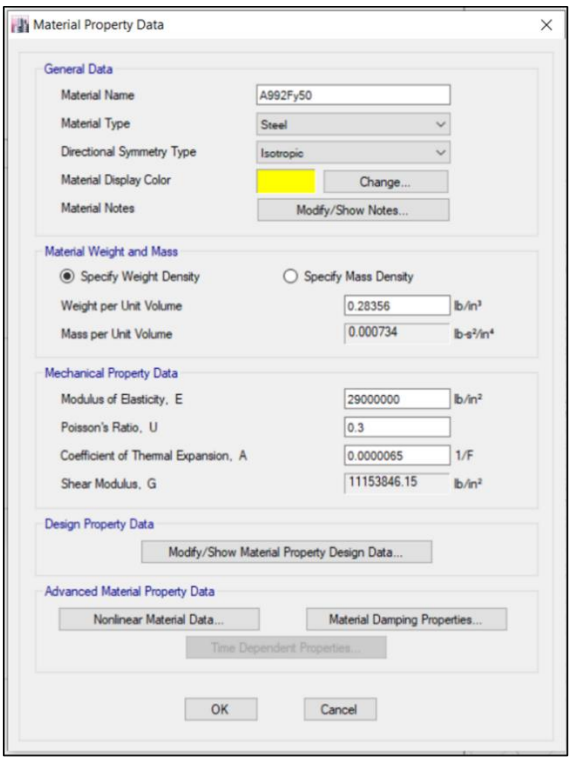


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades del acero de refuerzo

Figura 26

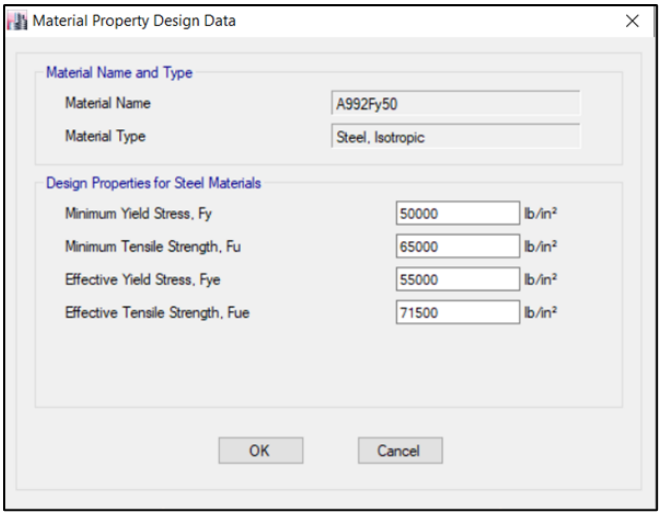
Características Físico – mecánicas del acero



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 27

Fluencia del acero de refuerzo

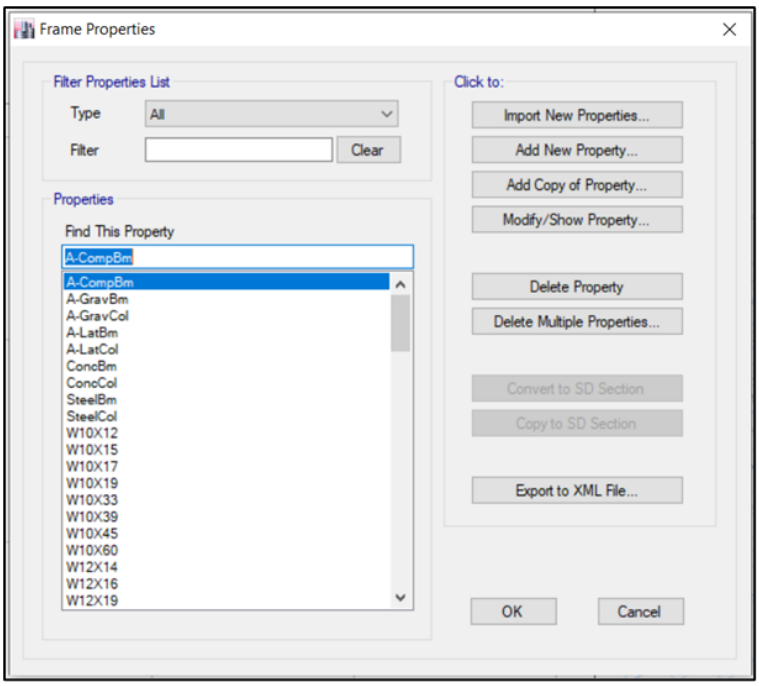


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo “Frame”

Figura 28

Elementos frame

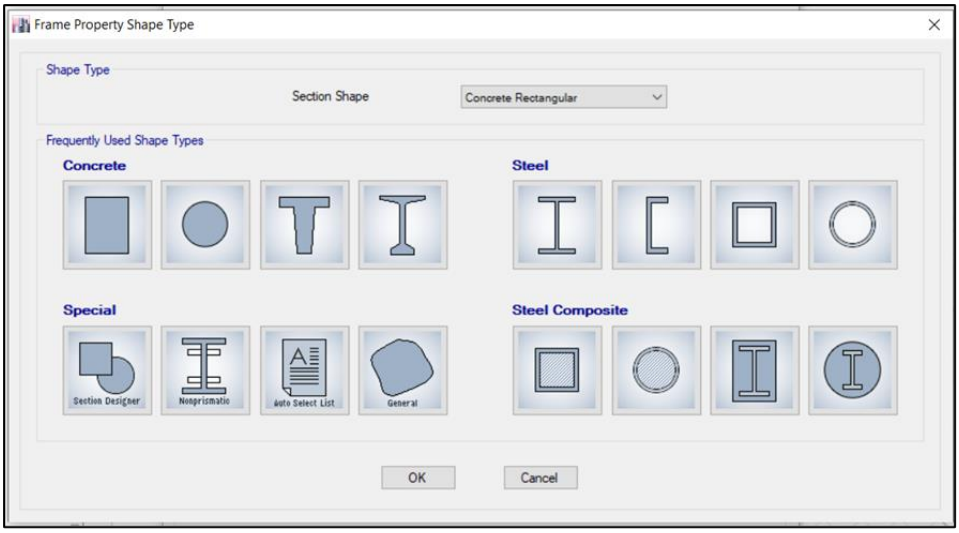


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la sección de los elementos

Figura 29

Selección de tipo de elementos

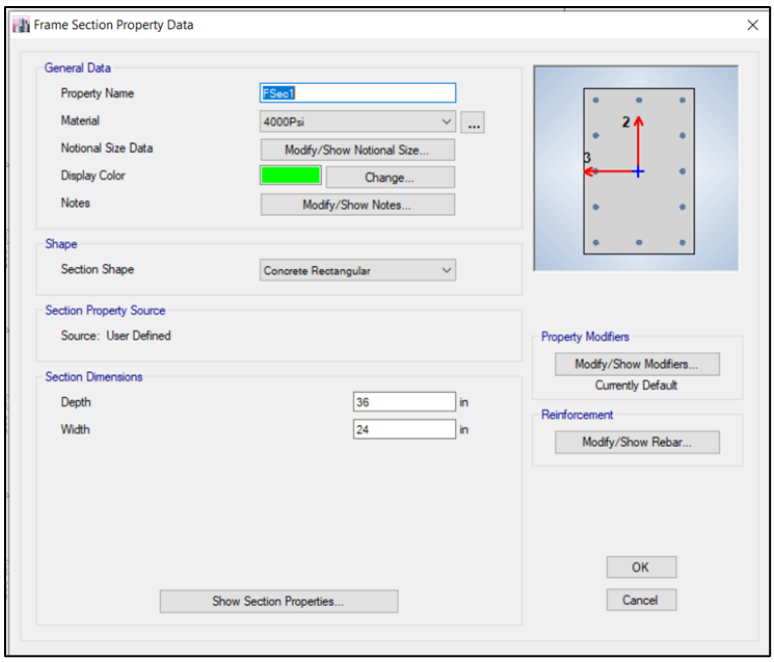


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo viga

Figura 30

Sección de los elementos tipo viga

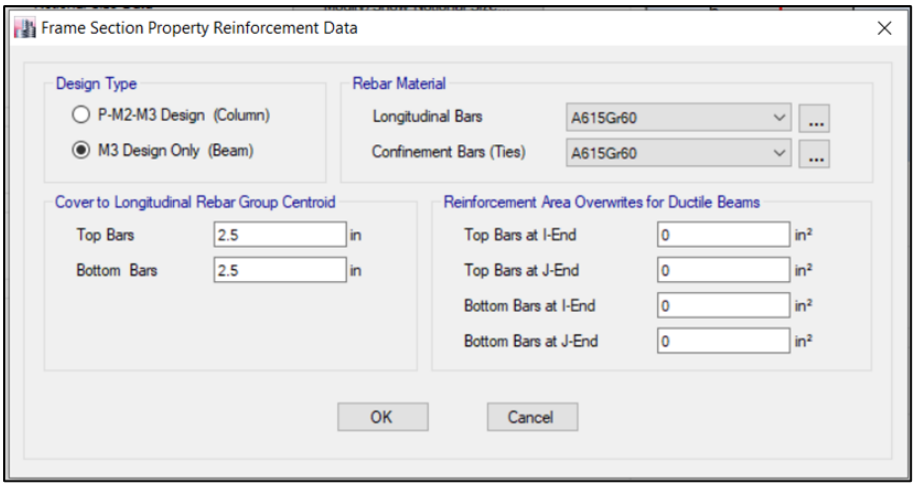


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Propiedades de reforzamiento en vigas

Figura 31

Propiedades de reforzamiento en vigas

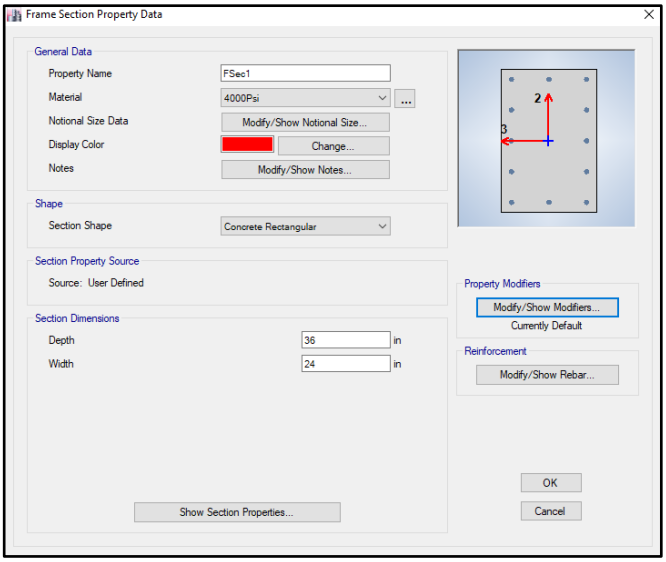


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo columna

Figura 32

Sección de los elementos tipo columna

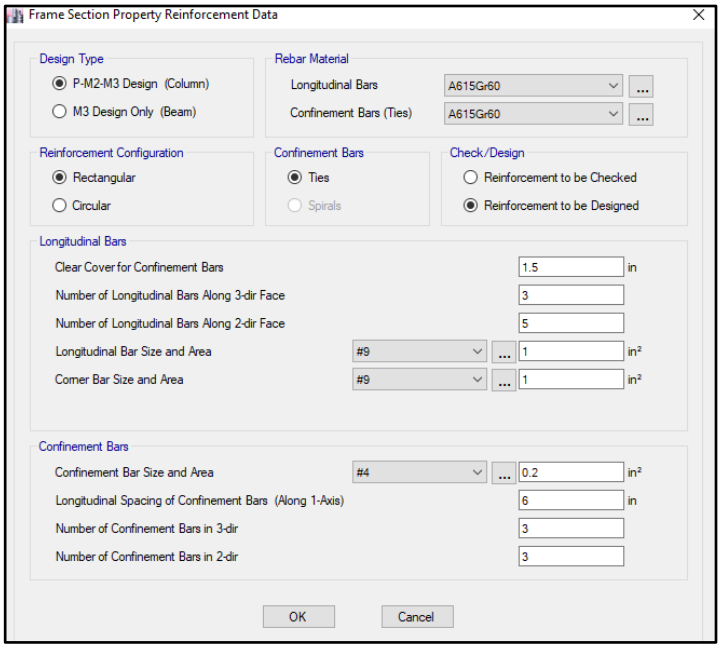


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Propiedades de reforzamiento en columnas

Figura 33

Propiedades de reforzamiento en columnas

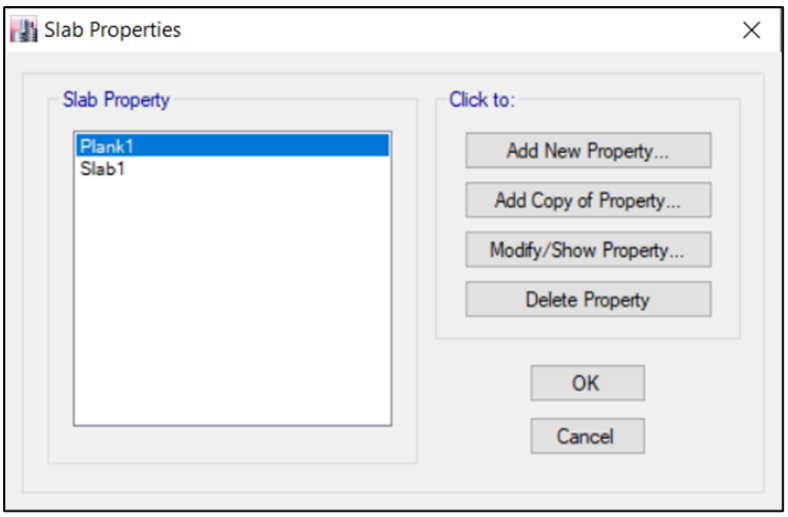


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo Slab

Figura 34

Creación de los elementos tipo Slab

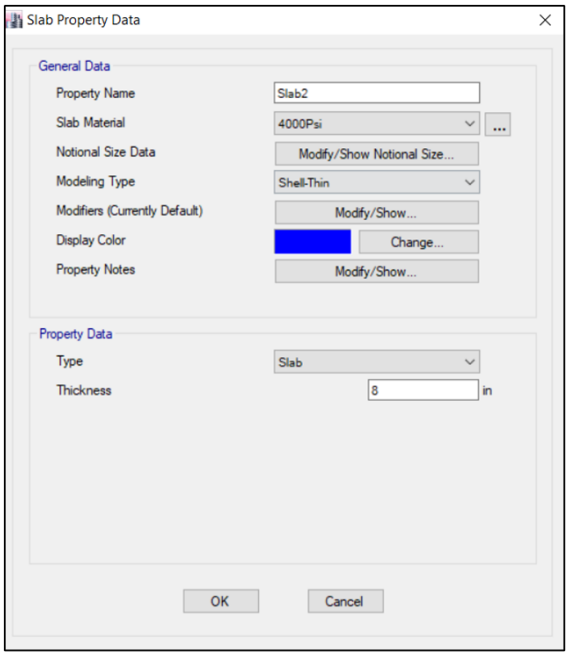


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de las características del Aligerado

Figura 35

Definición de las características del Aligerado

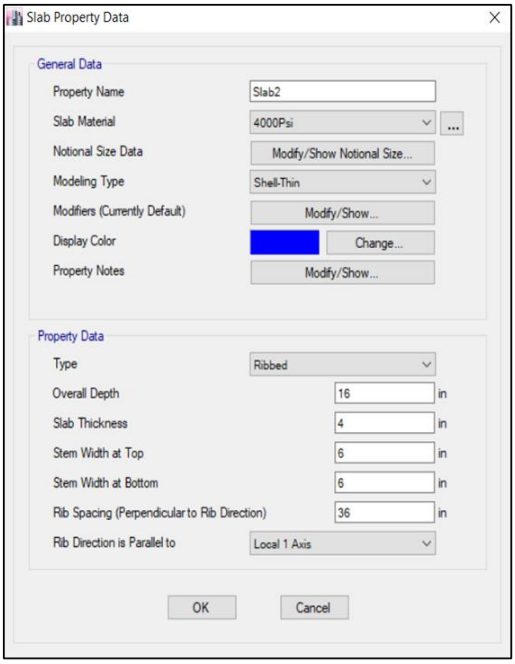


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Ingreso de las características del Aligerado

Figura 36

Las características del Aligerado

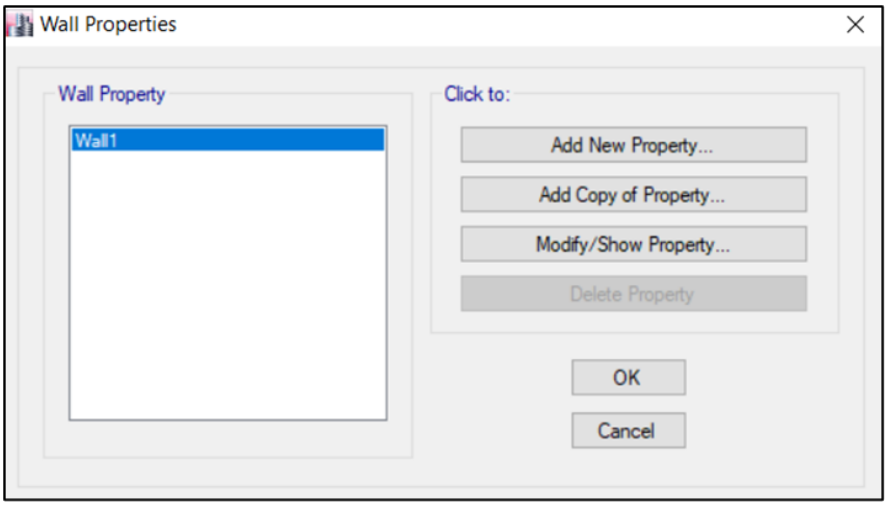


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de los elementos tipo Wall

Figura 37

Definición de los elementos tipo Wall

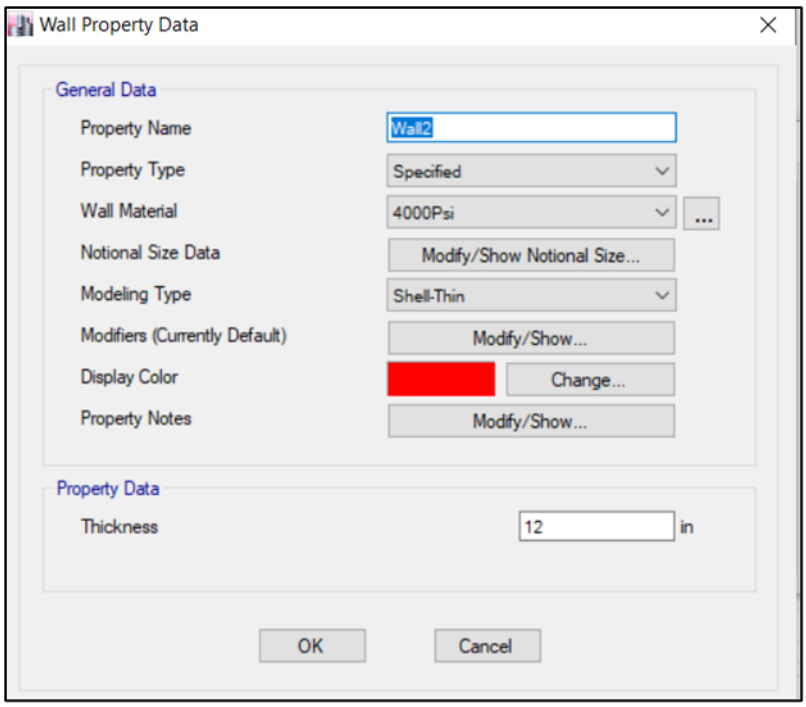


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de la Placa

Figura 38

Características de la placa

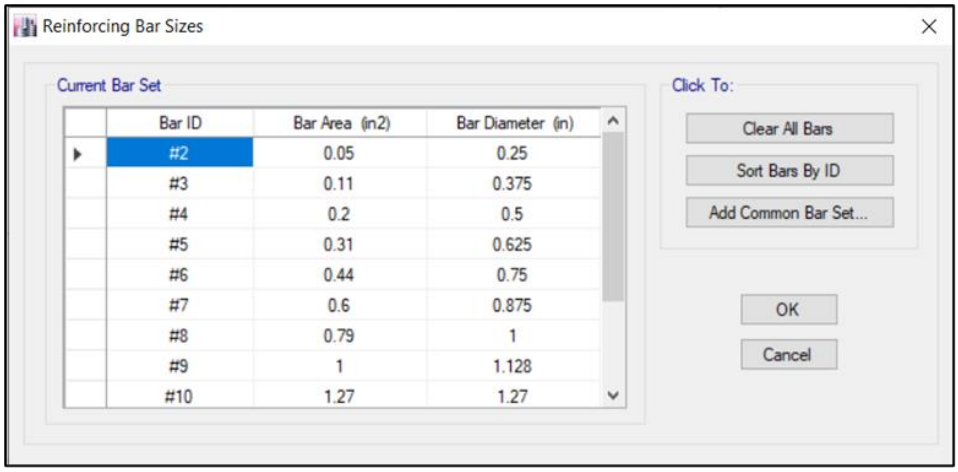


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Diámetro del acero de refuerzo

Figura 39

Diámetro del acero de refuerzo



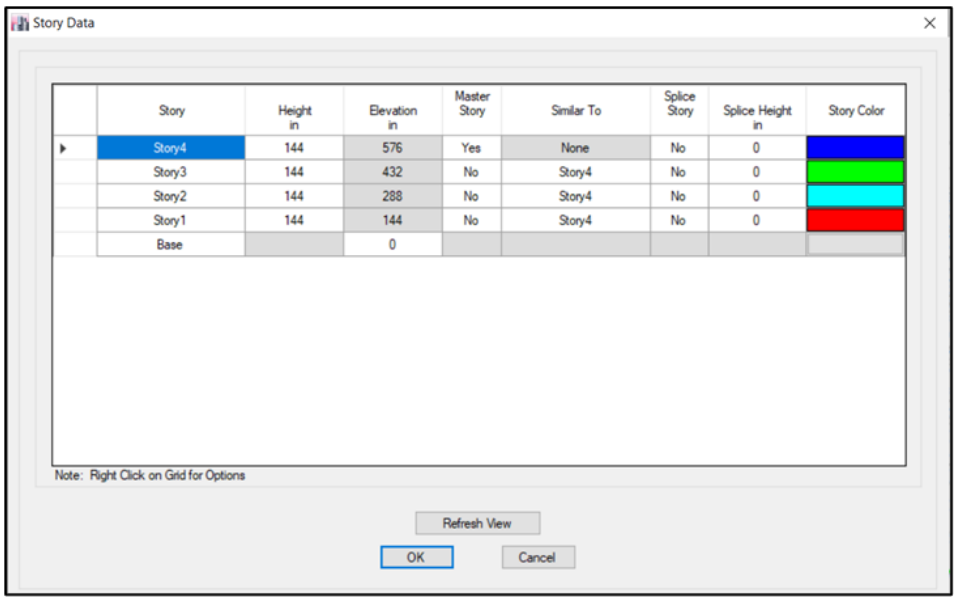
Bar ID	Bar Area (in2)	Bar Diameter (in)
#2	0.05	0.25
#3	0.11	0.375
#4	0.2	0.5
#5	0.31	0.625
#6	0.44	0.75
#7	0.6	0.875
#8	0.79	1
#9	1	1.128
#10	1.27	1.27

Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Modificación de la altura de entrepiso

Figura 40.

Altura de entrepiso



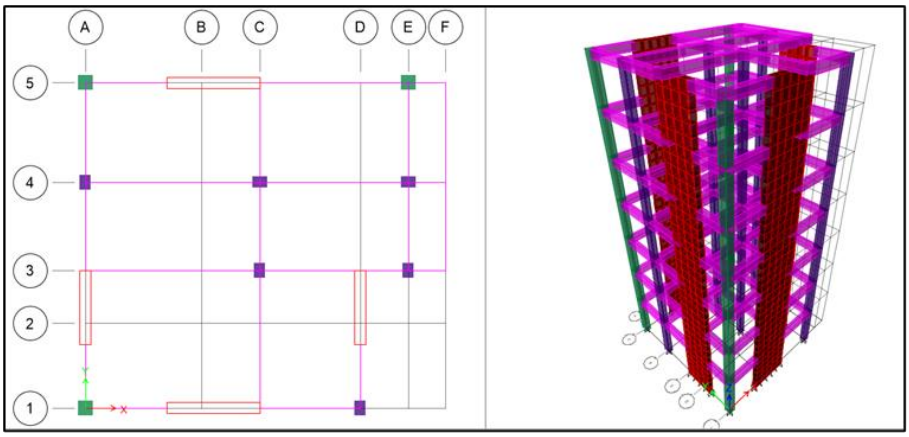
Story	Height in	Elevation in	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height in	Story Color
Story4	144	576	Yes	None	No	0	
Story3	144	432	No	Story4	No	0	
Story2	144	288	No	Story4	No	0	
Story1	144	144	No	Story4	No	0	
Base		0					

Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Planta de los elementos columnas, vigas y placas

Figura 41

Planta de los elementos

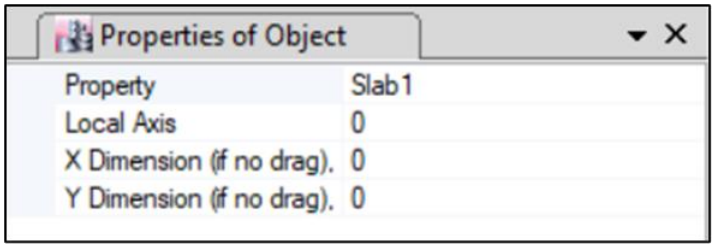


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Dibujo de los elementos tipo Slab

Figura 42

Dibujo de los elementos tipo Slab

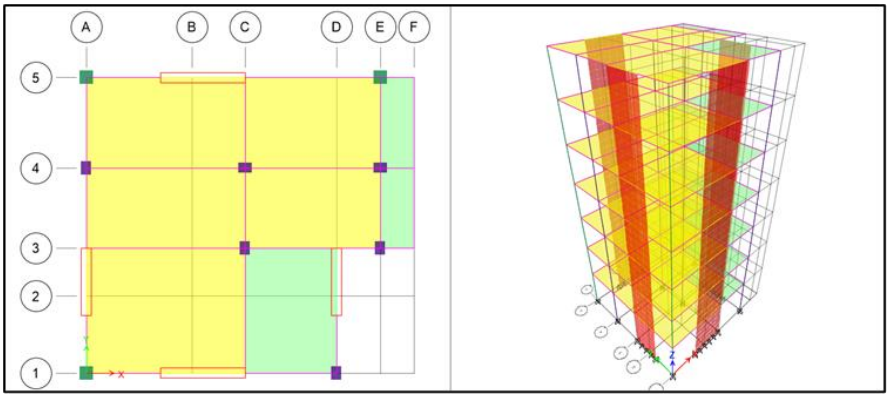


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Planta con los elementos Slab

Figura 43

Dibujo de los elementos tipo Wall

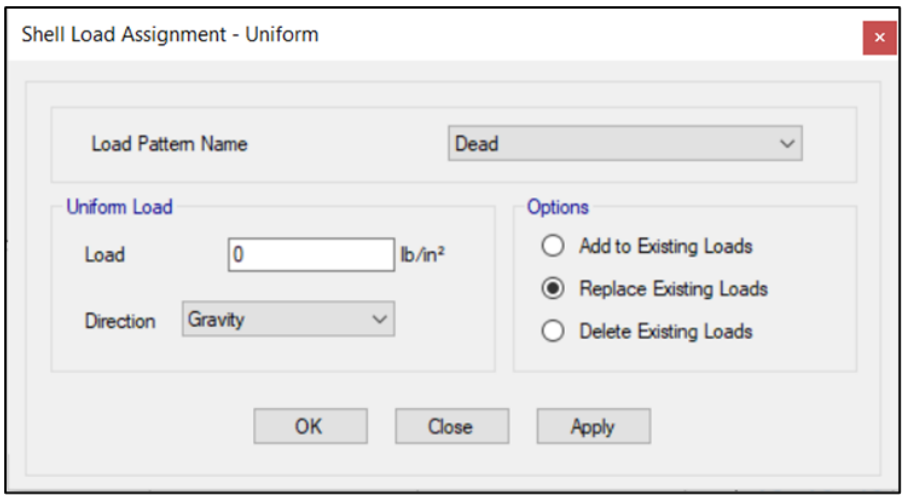


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de carga muerta y carga viva en los elementos Slab

Figura 44

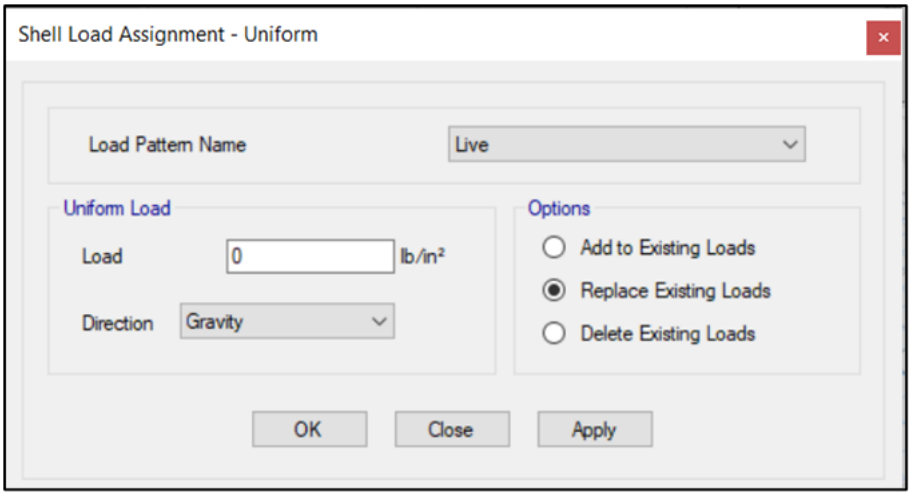
Asignación de carga muerta



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 45

Asignación de carga viva

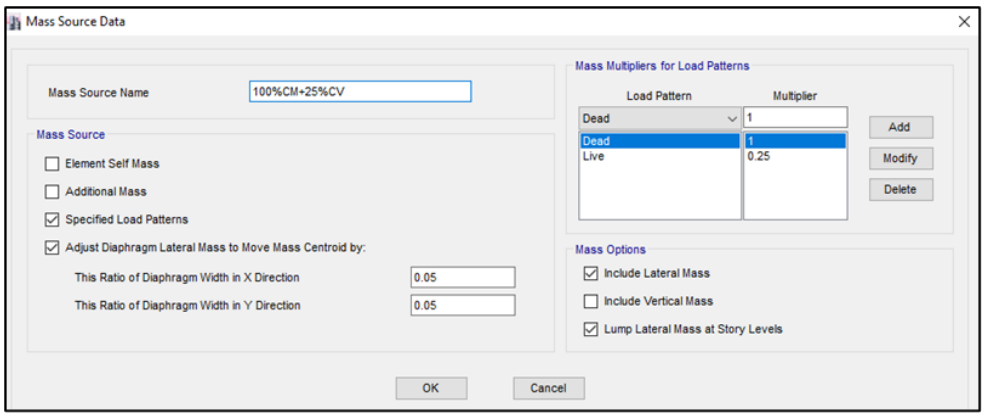


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de la Mass Sourse

Figura 46

Masa sísmica del modelado

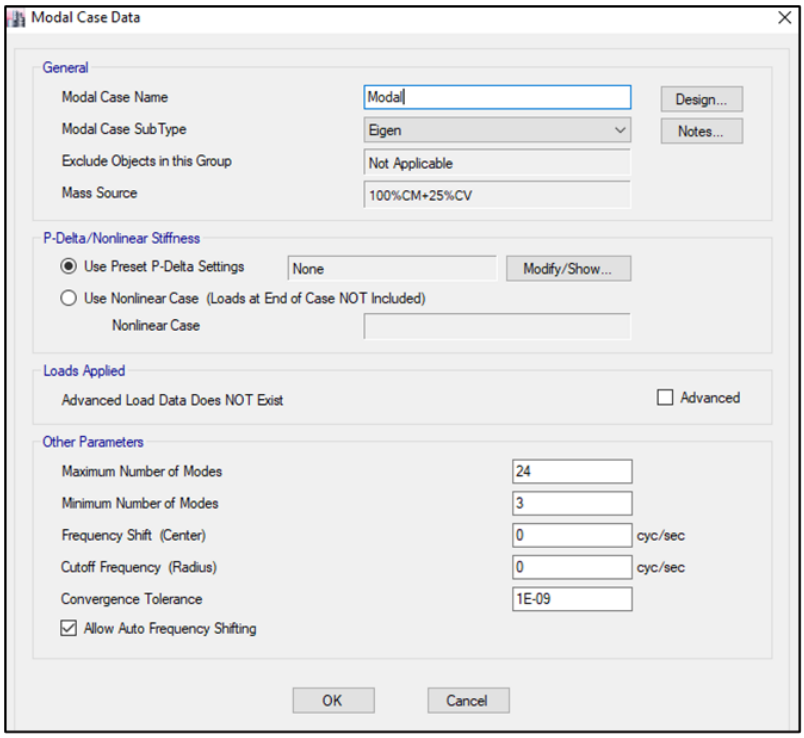


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición del Modal case

Figura 47

Modal case

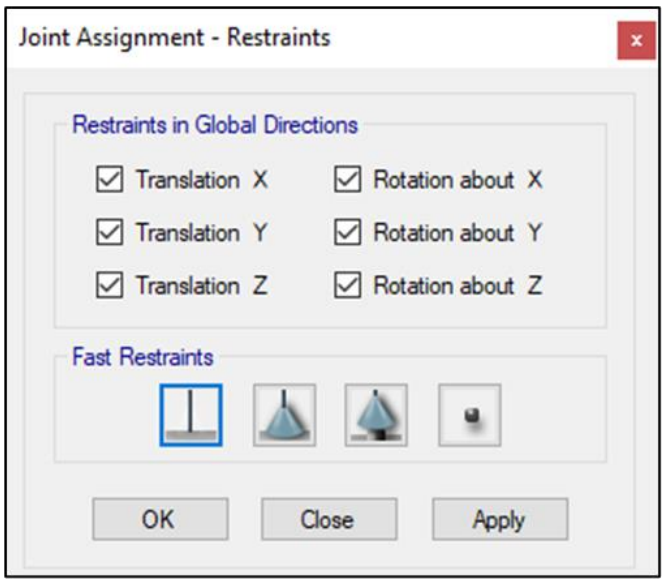


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de restricciones en la base

Figura 48

Restricciones en la base

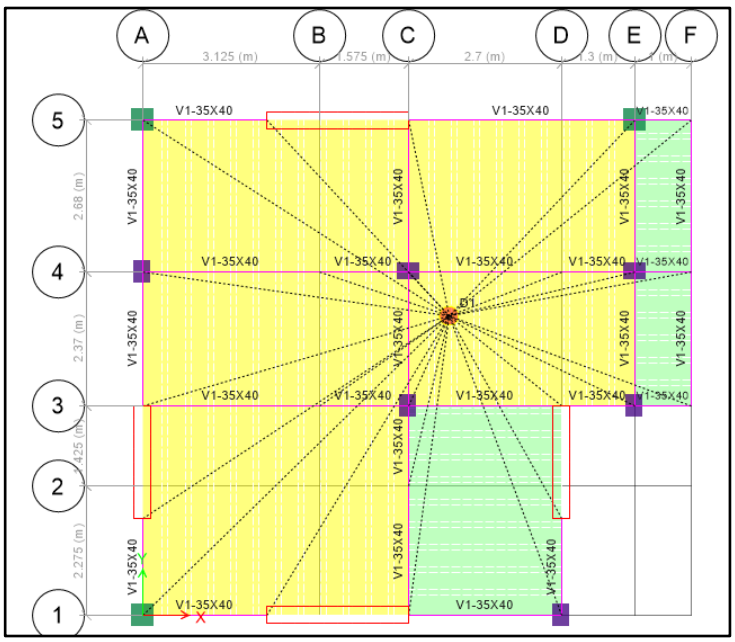


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de diafragma rígido

Figura 49

Asignación de diafragma rígido

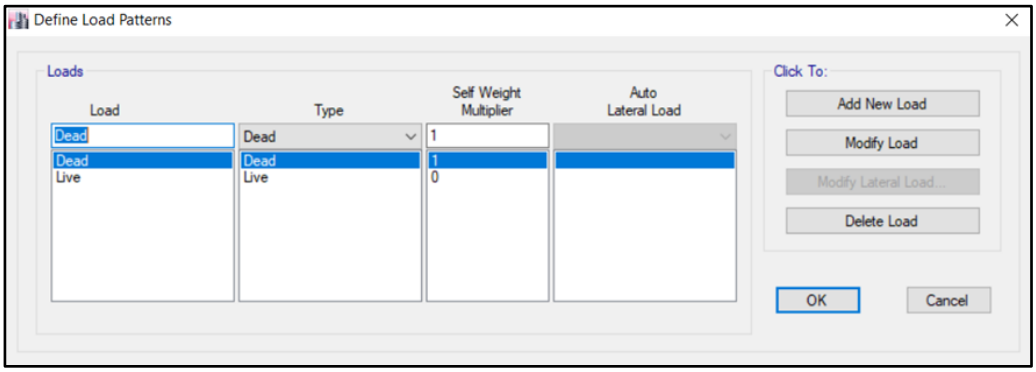


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición del Análisis sísmico estático en Load Patterns:

Figura 50

Load Patterns

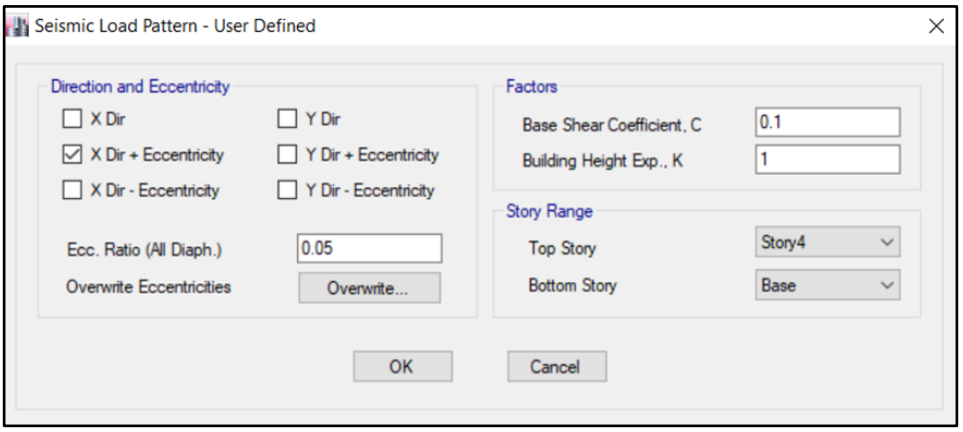


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Insertar los datos por el método User Coefficient del SEXX

Figura 51

Datos por el método User Coefficient del SEXX

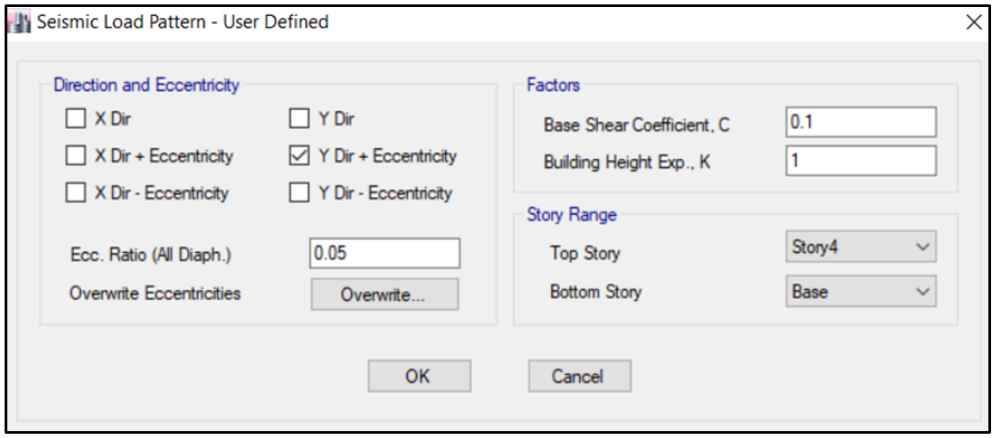


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Insertar los datos por el método User Coefficient del SEYY

Figura 52

Datos por el método User Coefficient del SEYY

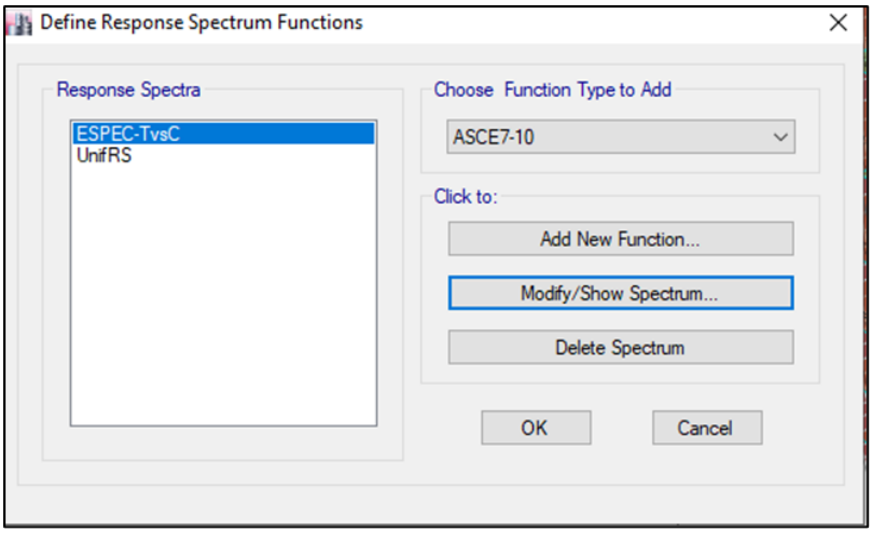


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del espectro de respuesta T vs C

Figura 53

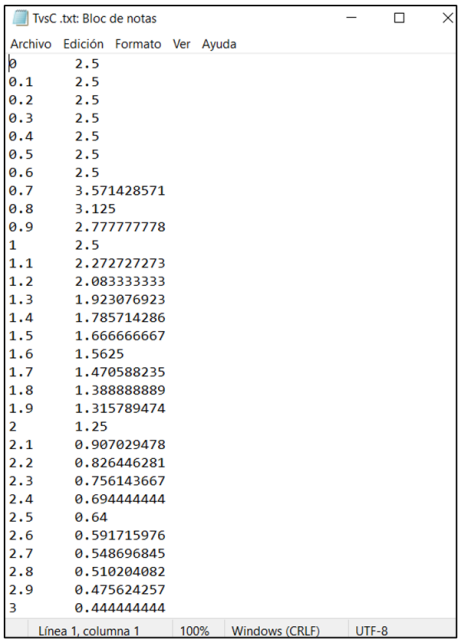
Espectro de respuesta T vs C



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 54

Bloc de Notas espectro de respuesta T vs C



TvsC .txt: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

0	2.5
0.1	2.5
0.2	2.5
0.3	2.5
0.4	2.5
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	3.571428571
0.8	3.125
0.9	2.777777778
1	2.5
1.1	2.272727273
1.2	2.083333333
1.3	1.923076923
1.4	1.785714286
1.5	1.666666667
1.6	1.5625
1.7	1.470588235
1.8	1.388888889
1.9	1.315789474
2	1.25
2.1	0.907029478
2.2	0.826446281
2.3	0.756143667
2.4	0.694444444
2.5	0.64
2.6	0.591715976
2.7	0.548696845
2.8	0.510204082
2.9	0.475624257
3	0.444444444

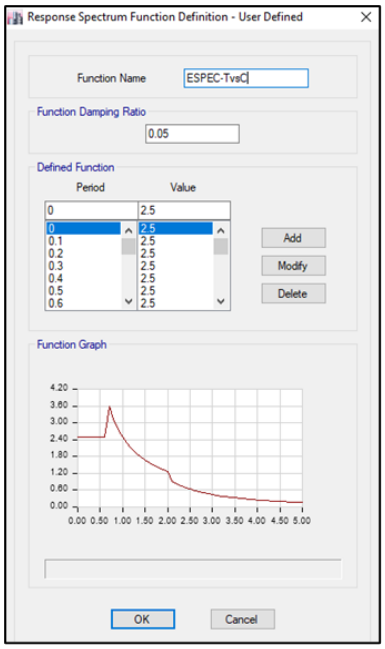
Línea 1, columna 1 100% Windows (CRLF) UTF-8

Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del espectro mediante un archivo From File

Figura 55

Espectro mediante un archivo From File

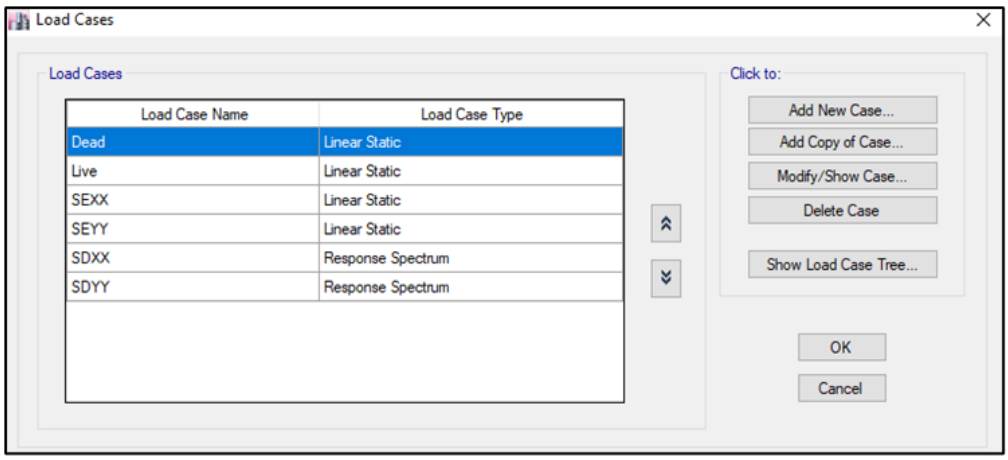


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición del Análisis sísmico dinámico

Figura 56

Análisis sísmico dinámico

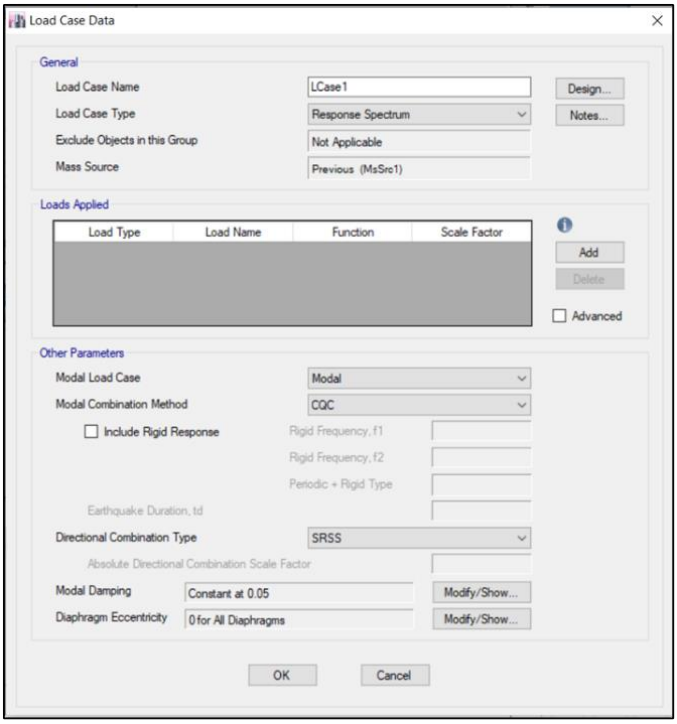


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del análisis SDXX y SDYY mediante el espectro T vs C

Figura 57

Análisis SDXX y SDYY mediante el espectro T vs C

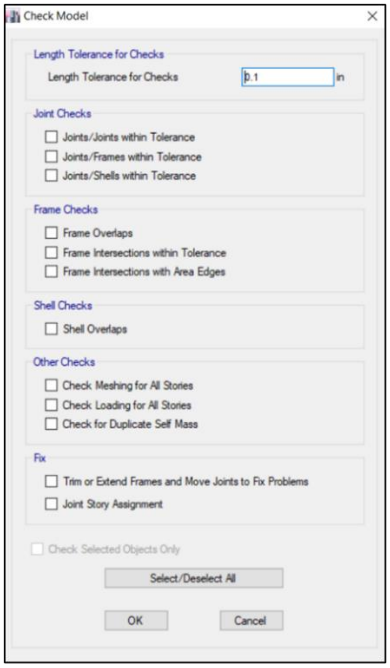


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Revisión del modelo

Figura 58

Revisión del modelo

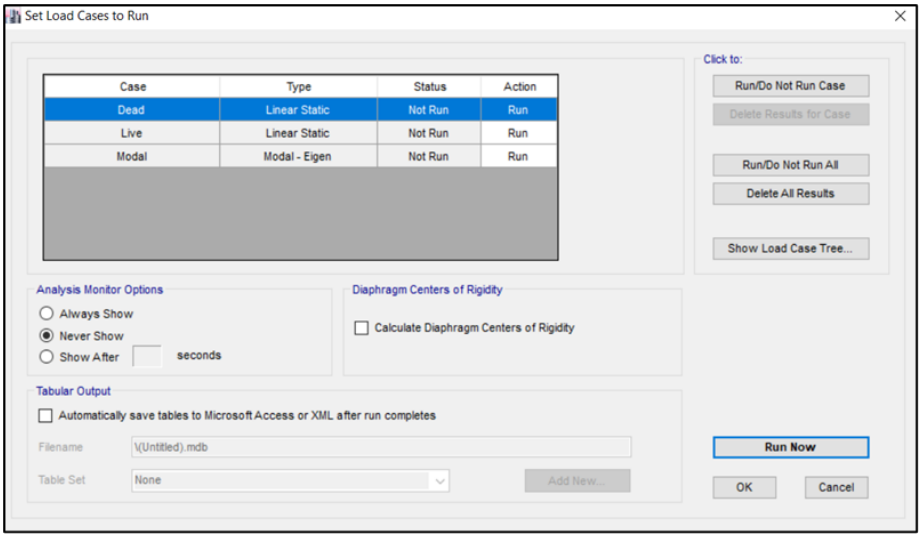


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Analizar el modelo con los casos de carga creados

Figura 59

Analizar los casos de carga creados

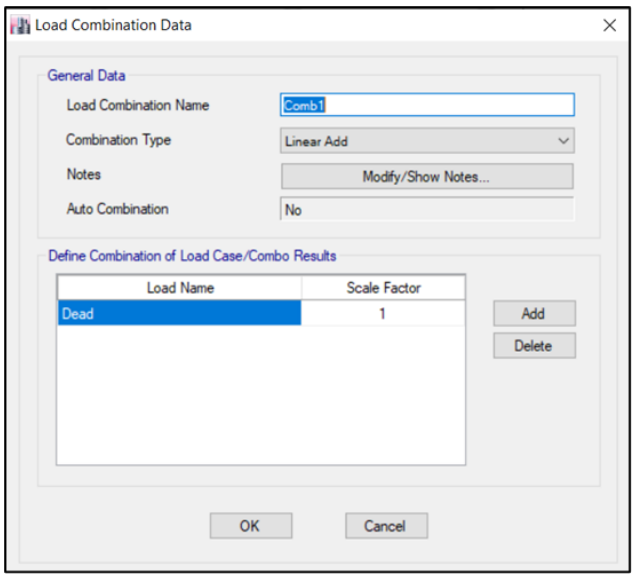


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de una nueva combinación: DerivaXX – Deriva YY

Figura 60

Creación de una nueva combinación: DerivaXX – Deriva YY

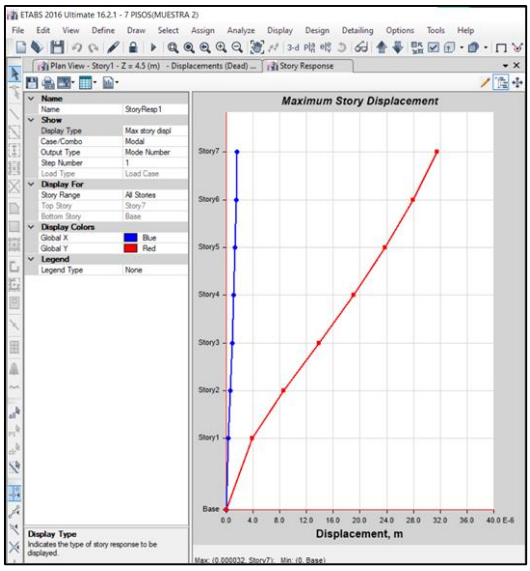


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de un gráfico para visualizar los desplazamientos obtenidos de la DerivaXX – Deriva YY

Figura 61

Visualización de los desplazamientos obtenidos de la Deriva



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

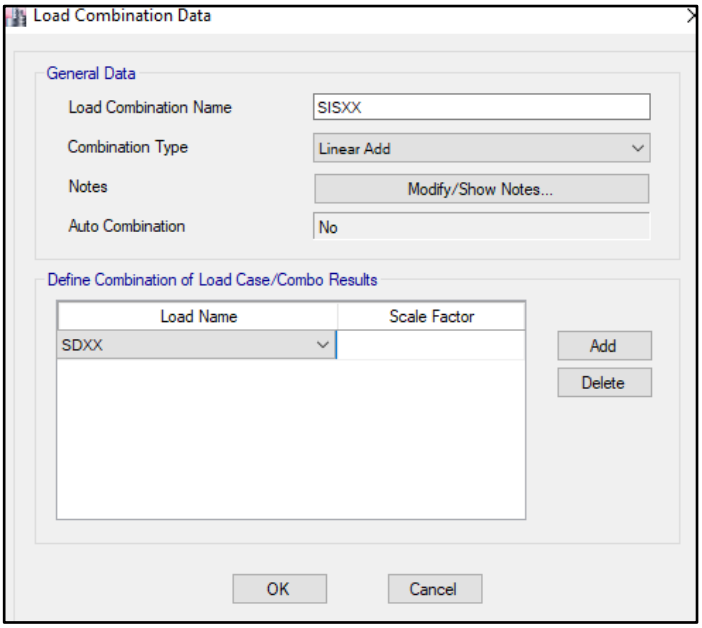
2.7.2.2. Exportación de datos

La exportación de las cargas de la edificación se realiza después de haber culminado el modelo estructural y luego de haber creado la combinación por sismo y las combinaciones de diseño:

Creación de una nueva combinación: SismoXX

Figura 62

Nueva combinación: SismoXX

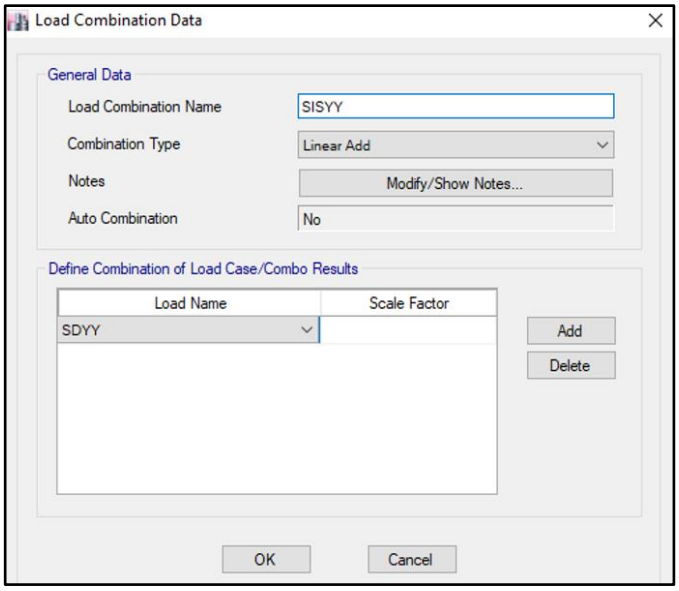


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de una nueva combinación: SismoYY

Figura 63

Nueva combinación: SismoYY

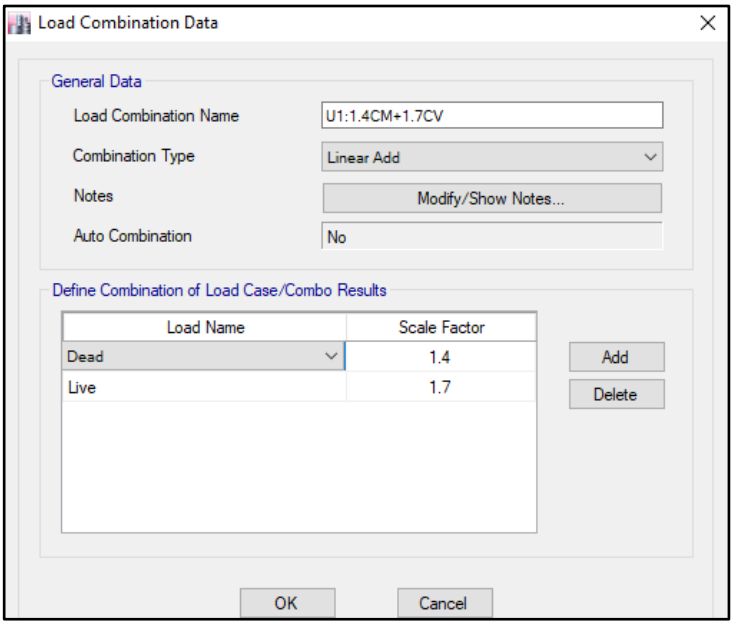


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U1, U2, U3, U4 Y U5.

Figura 64

Creación de combinaciones

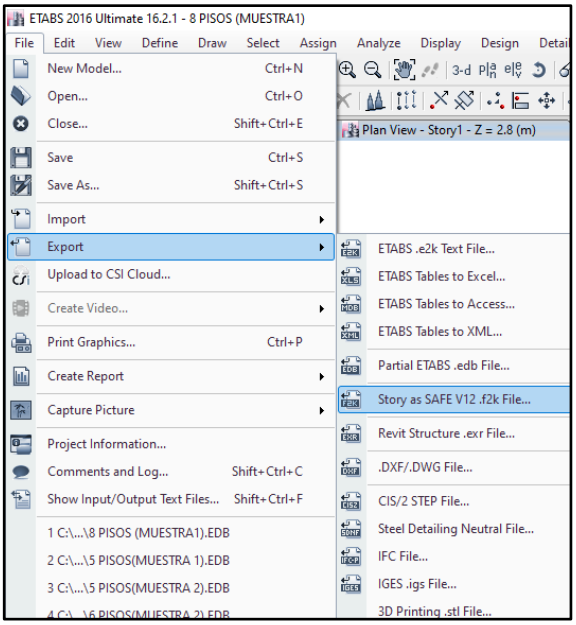


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Exportación de cargas del programa ETABS al SAFE

Figura 65

Exportación de cargas del programa ETABS al SAFE

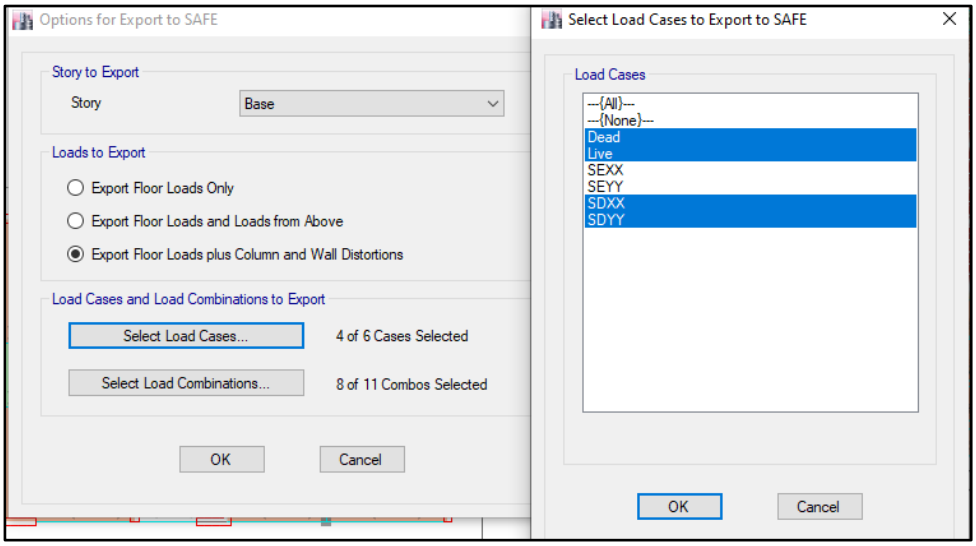


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de los casos de carga a exportar

Figura 66

Casos de carga a exportar

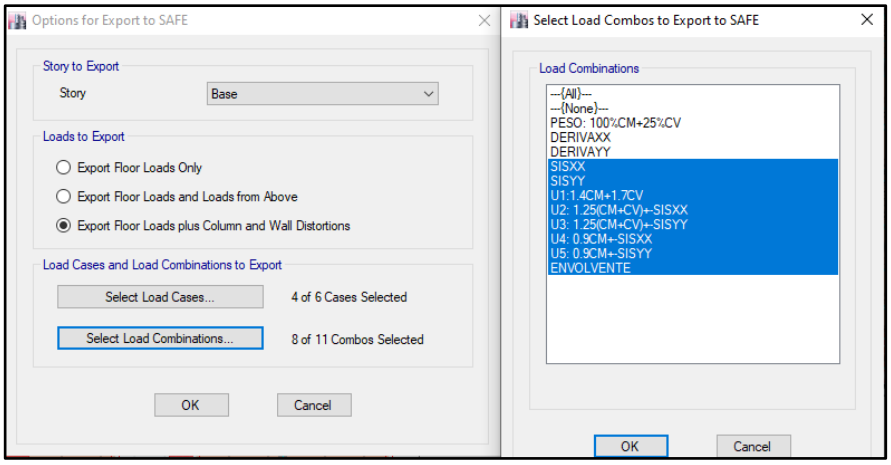


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de las combinaciones de diseño a exportar

Figura 67

Combinaciones de diseño a exportar



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

2.7.3. Diseño de las plateas de cimentación en suelos no cohesivos

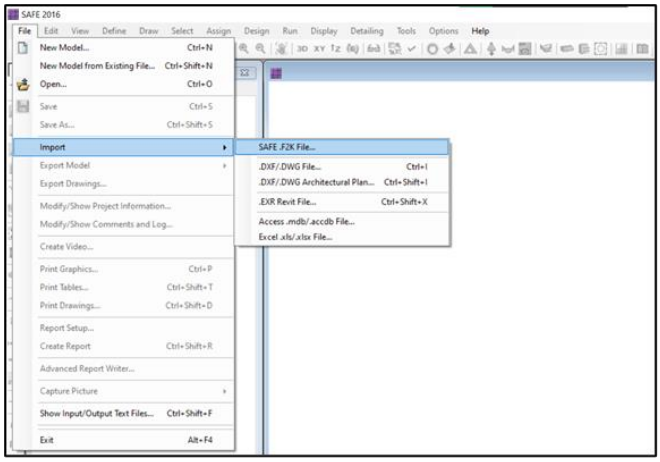
2.7.3.1. Capacidad de carga

A continuación, se muestra el procedimiento para calcular la capacidad de carga de las plateas:

Importación al SAFE del archivo

Figura 68

Importación al SAFE del archivo

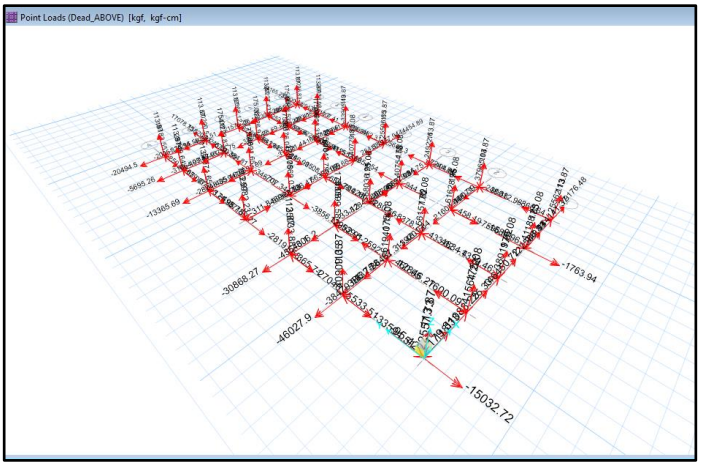


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de las cargas importadas

Figura 69

Visualización de las cargas importadas

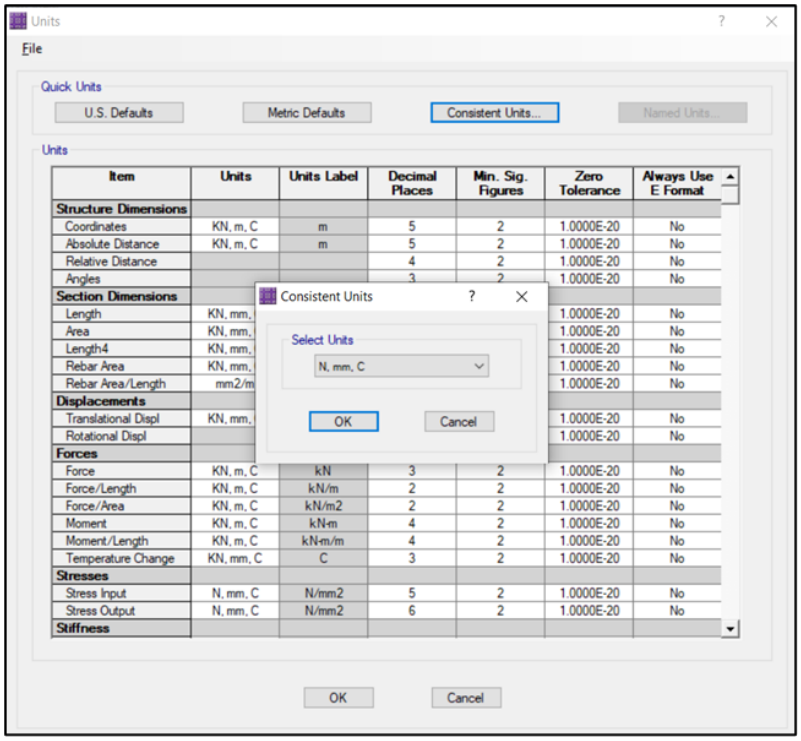


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de Unidades

Figura 70

Determinación de unidades



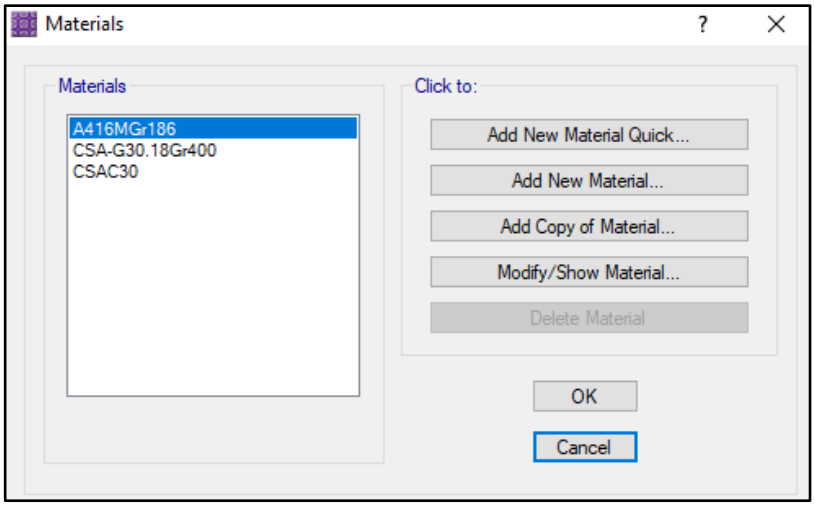
Item	Units	Units Label	Decimal Places	Min. Sig. Figures	Zero Tolerance	Always Use E Format
Structure Dimensions						
Coordinates	KN, m, C	m	5	2	1.0000E-20	No
Absolute Distance	KN, m, C	m	5	2	1.0000E-20	No
Relative Distance			4	2	1.0000E-20	No
Angles			3	2	1.0000E-20	No
Section Dimensions						
Length	KN, mm,				1.0000E-20	No
Area	KN, mm,				1.0000E-20	No
Length4	KN, mm,				1.0000E-20	No
Rebar Area	KN, mm,				1.0000E-20	No
Rebar Area/Length	mm2/m				1.0000E-20	No
Displacements						
Translational Displ	KN, mm,				1.0000E-20	No
Rotational Displ					1.0000E-20	No
Forces						
Force	KN, m, C	kN	3	2	1.0000E-20	No
Force/Length	KN, m, C	kN/m	2	2	1.0000E-20	No
Force/Area	KN, m, C	kN/m2	2	2	1.0000E-20	No
Moment	KN, m, C	kN-m	4	2	1.0000E-20	No
Moment/Length	KN, m, C	kN-m/m	4	2	1.0000E-20	No
Temperature Change	KN, mm, C	C	3	2	1.0000E-20	No
Stresses						
Stress Input	N, mm, C	N/mm2	5	2	1.0000E-20	No
Stress Output	N, mm, C	N/mm2	6	2	1.0000E-20	No
Stiffness						

Nota: Extraido de**:** Safe [Captura de pantalla]

Definición de los materiales

Figura 71

Definición del concreto y acero

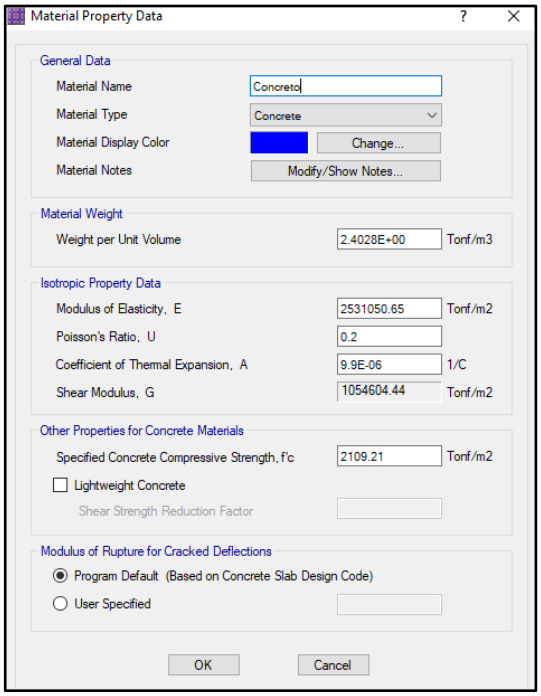


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades del concreto

Figura 72

Propiedades del concreto

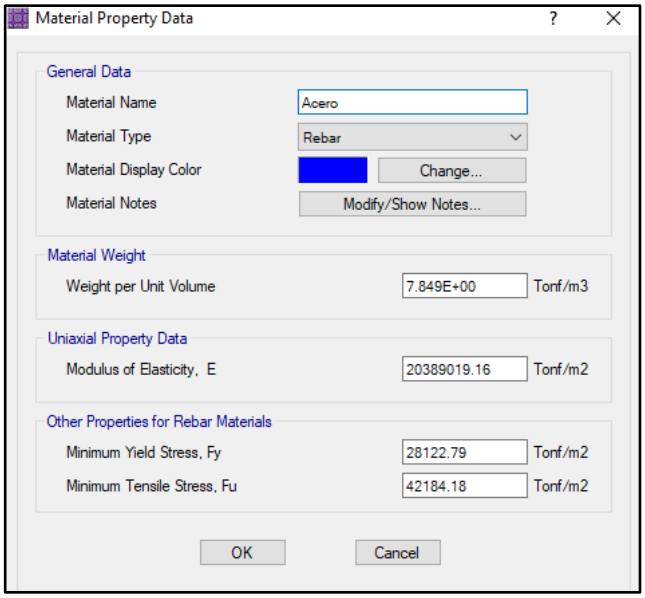


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades del acero de refuerzo

Figura 73

Creación de las propiedades del acero de refuerzo

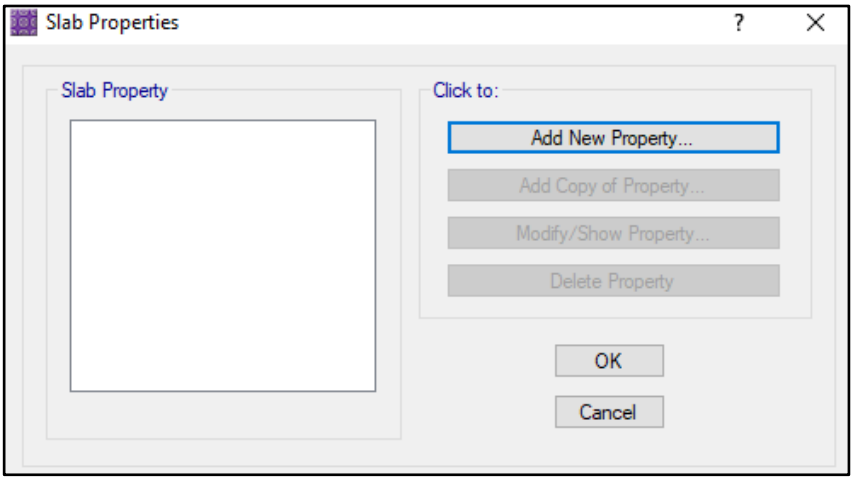


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo Slab

Figura 74

Creación de los elementos tipo Slab

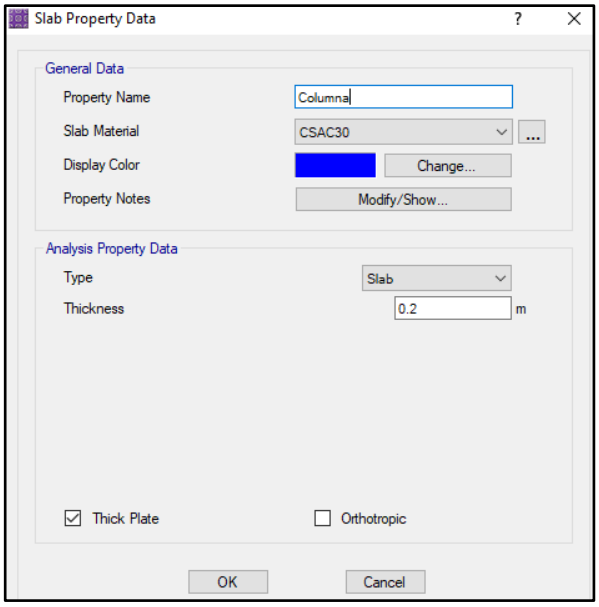


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de Columna

Figura 75

Características de Columna

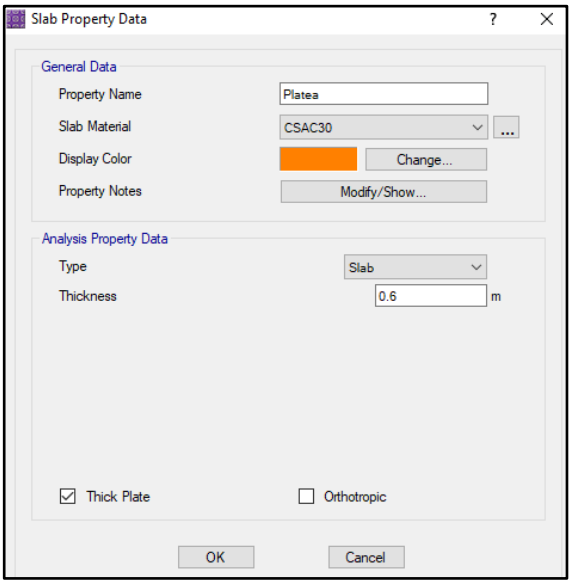


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de Platea

Figura 76

Características de Platea

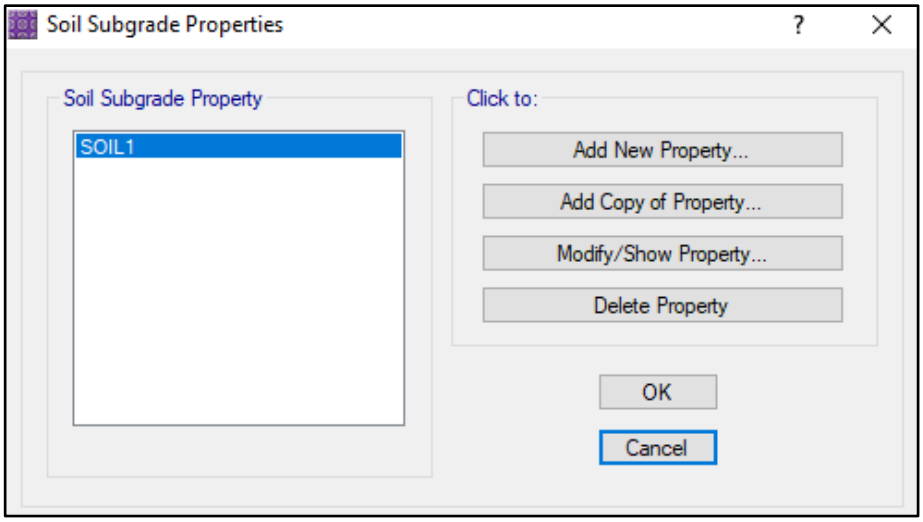


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de las propiedades del suelo

Figura 77

Definición de las propiedades del terreno

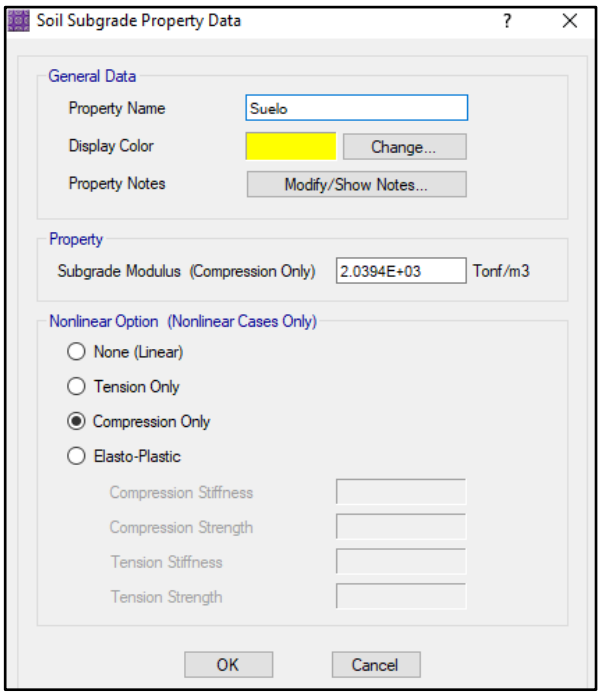


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación del tipo de suelo

Figura 78

Creación del tipo de suelo

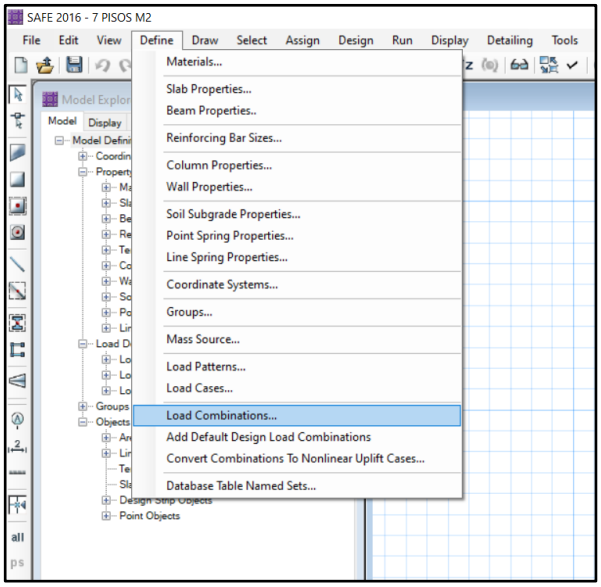


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las combinaciones de diseño: Load Combinations

Figura 79

Creación de las combinaciones de diseño: Load combinations

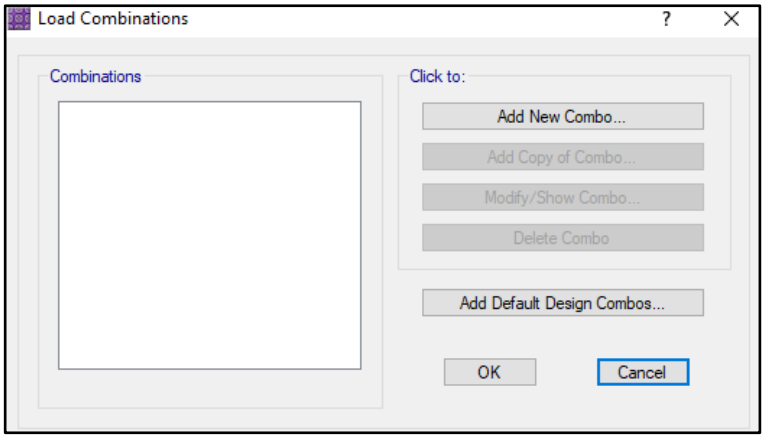


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las combinaciones de diseño

Figura 80

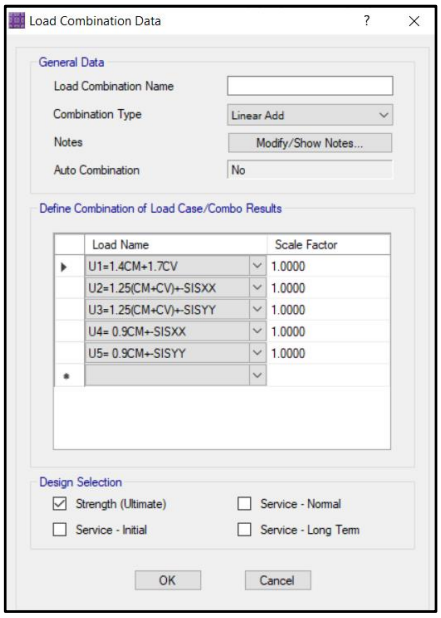
Creación de las combinaciones de diseño



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Figura 81

Combinaciones de diseño

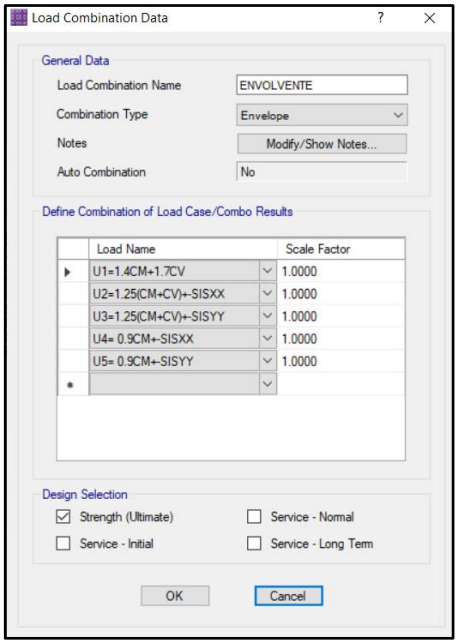


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la envolvente

Figura 82

Creación de la envolvente

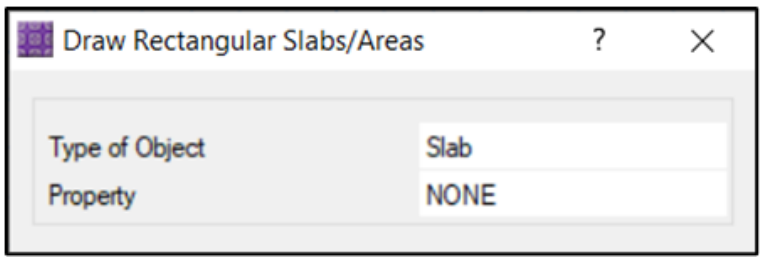


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Dibujo de elementos tipo Slab: Platea y Columna

Figura 83

Dibujo de elementos tipo Slabs

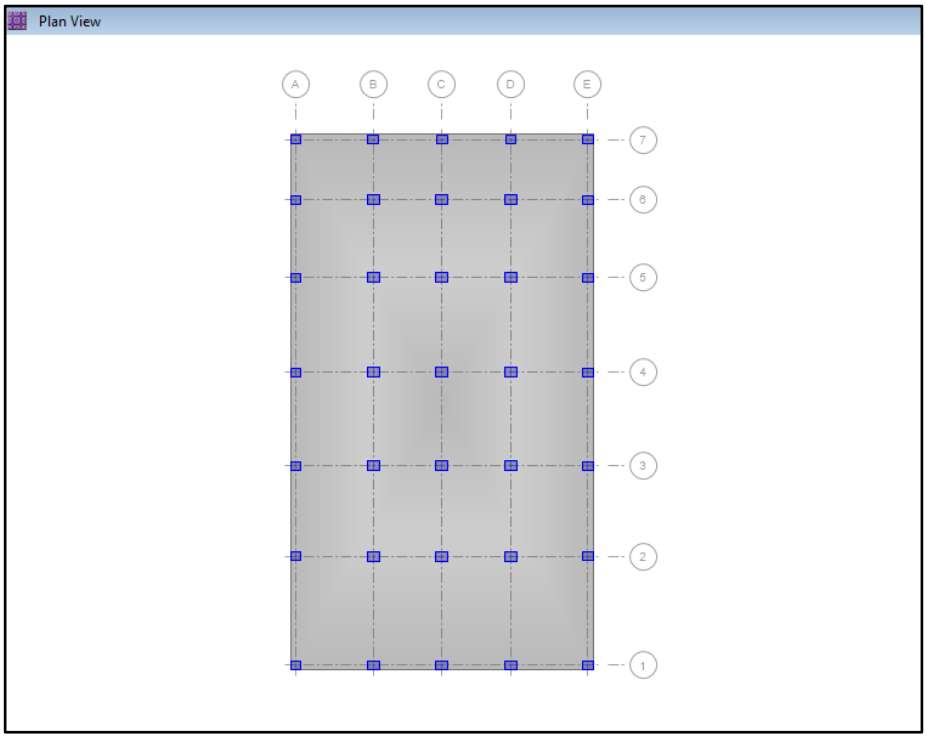


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Planta de los elementos Platea y Columna

Figura 84

Visualización en planta de los elementos Platea y Columna

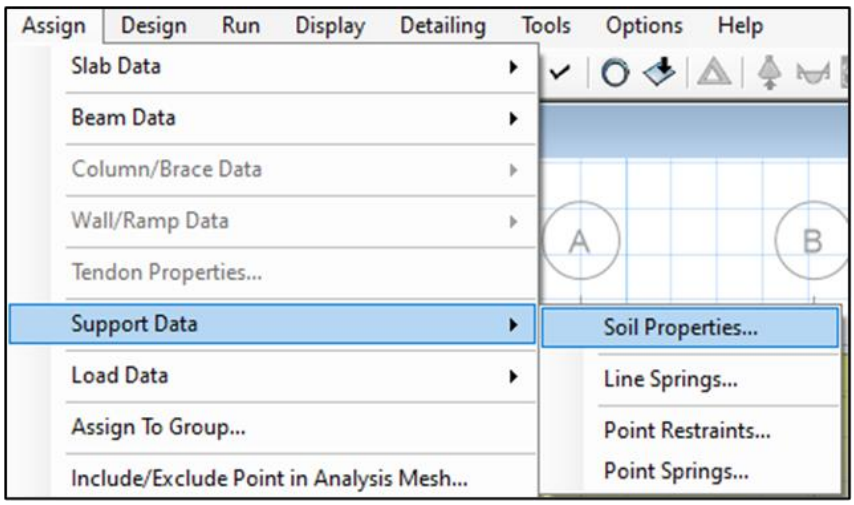


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de la propiedad Suelo

Figura 85

Propiedad del Suelo

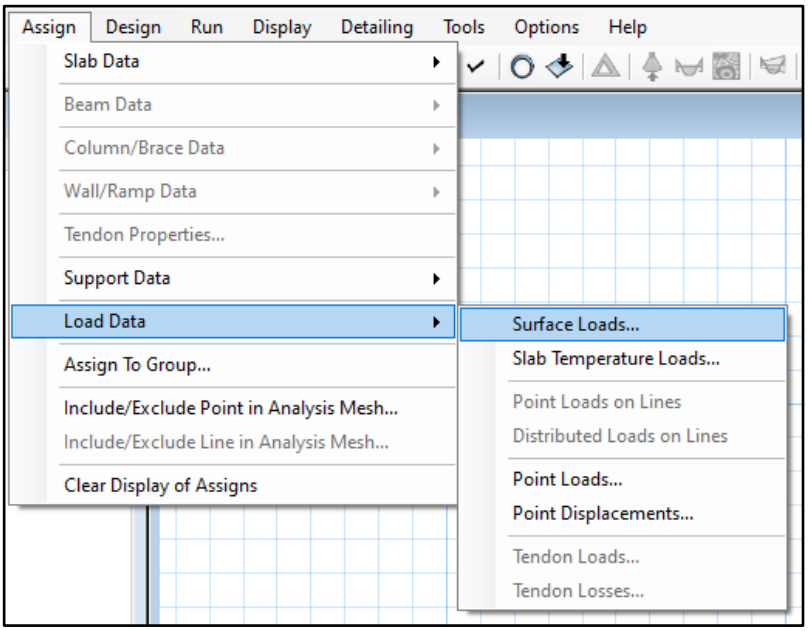


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de sobrecargas

Figura 86

Asignación de sobrecargas

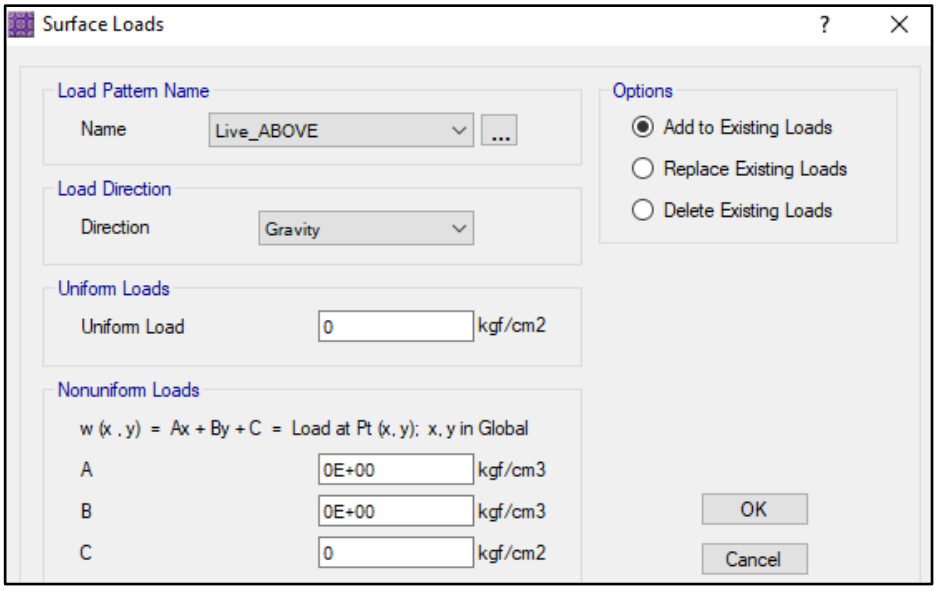


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de sobrecarga viva

Figura 87

Sobrecarga viva

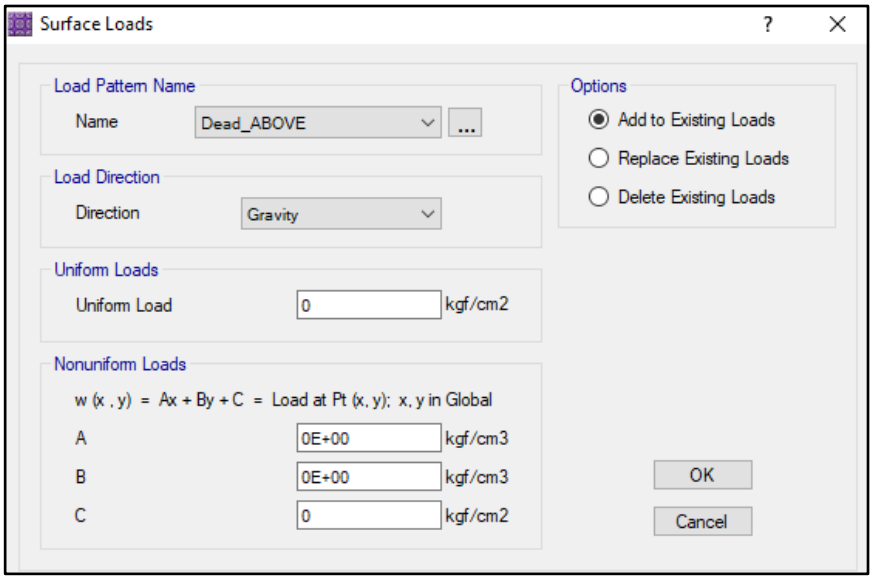


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de sobrecarga muerta

Figura 88

Sobrecarga muerta

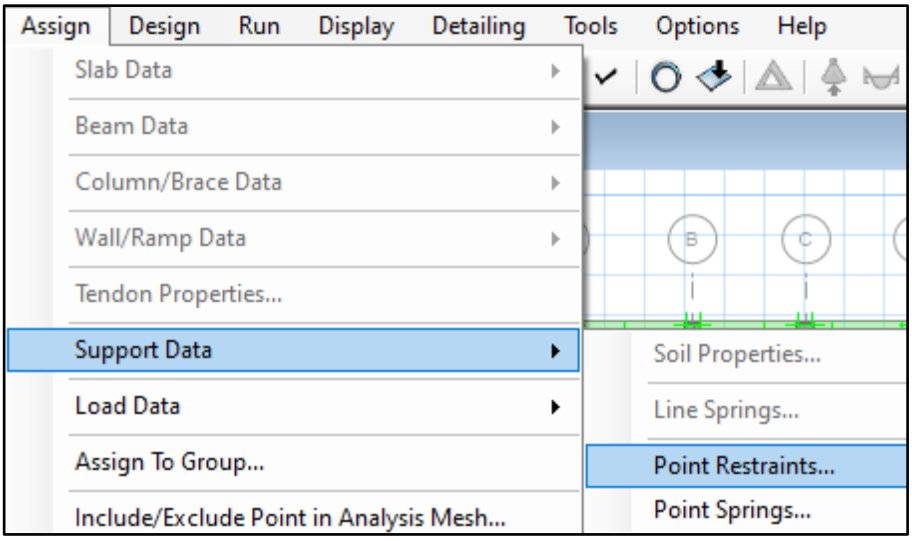


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de los puntos de restricción

Figura 89

Asignación de puntos de restricción

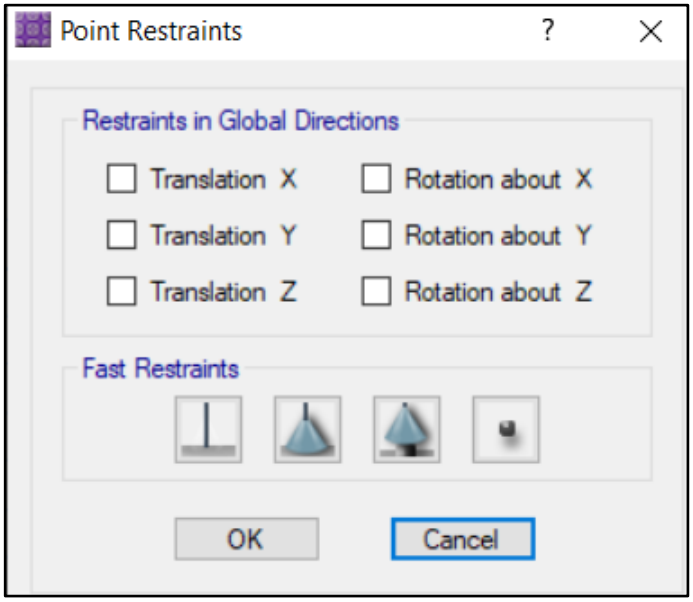


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de los puntos de restricción

Figura 90

Puntos de restricción

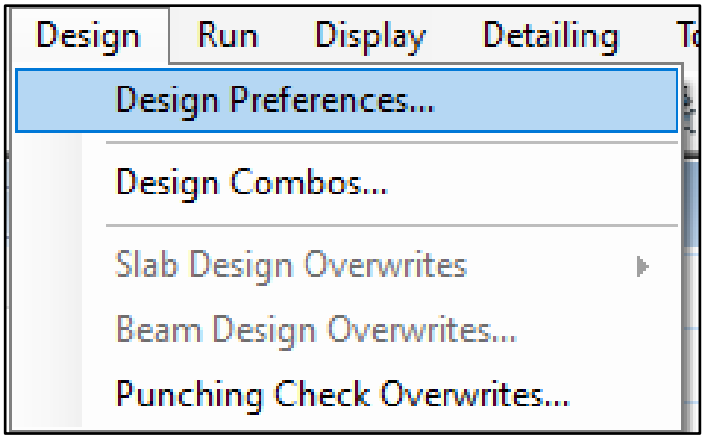


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de las preferencias de diseño

Figura 91

Preferencias de diseño

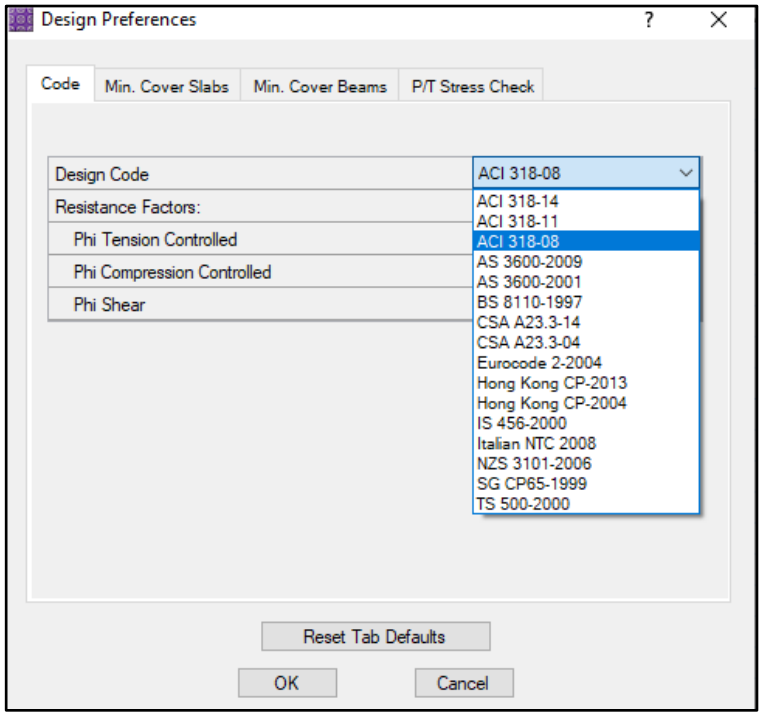


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición del código de diseño

Figura 92

Código de diseño

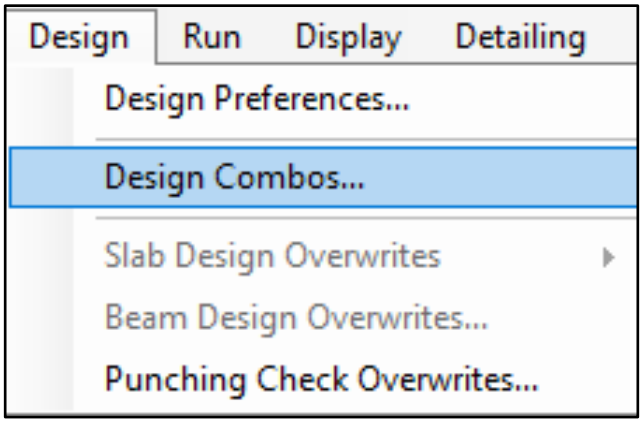


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de las combinaciones de diseño

Figura 93

Definición de las combinaciones de diseño

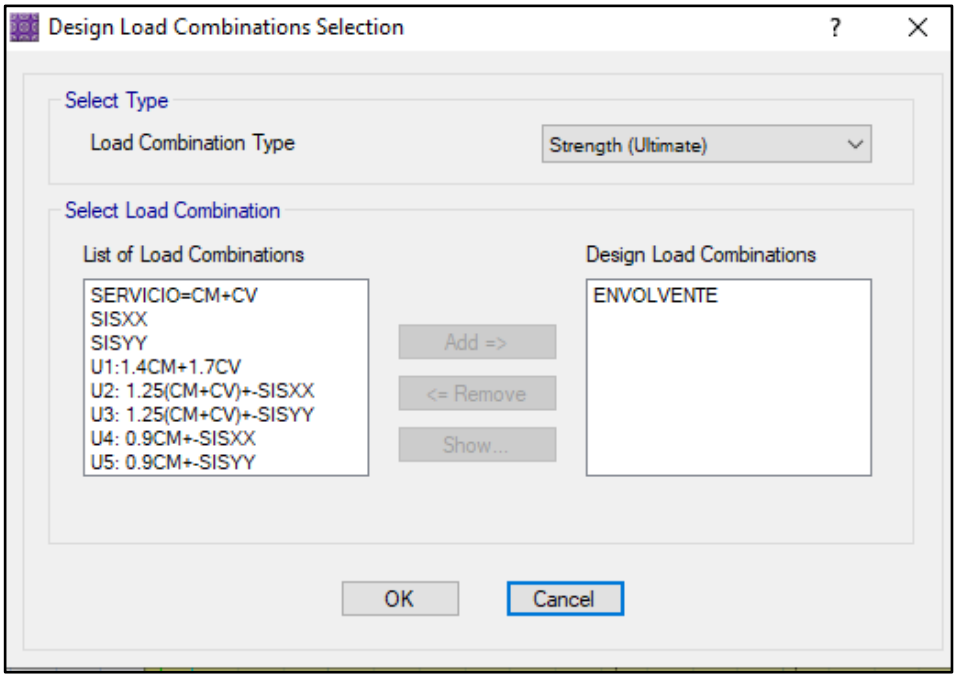


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de la envolvente para el diseño

Figura 94

Selección de la envolvente

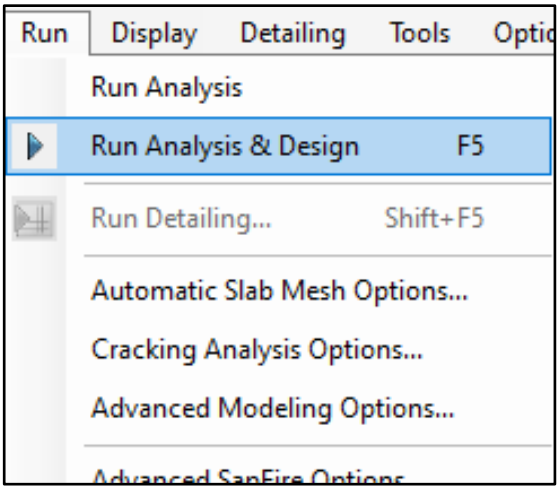


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Ejecutar el programa con la opción Run Analysis Design

Figura 95

Ejecutar el programa

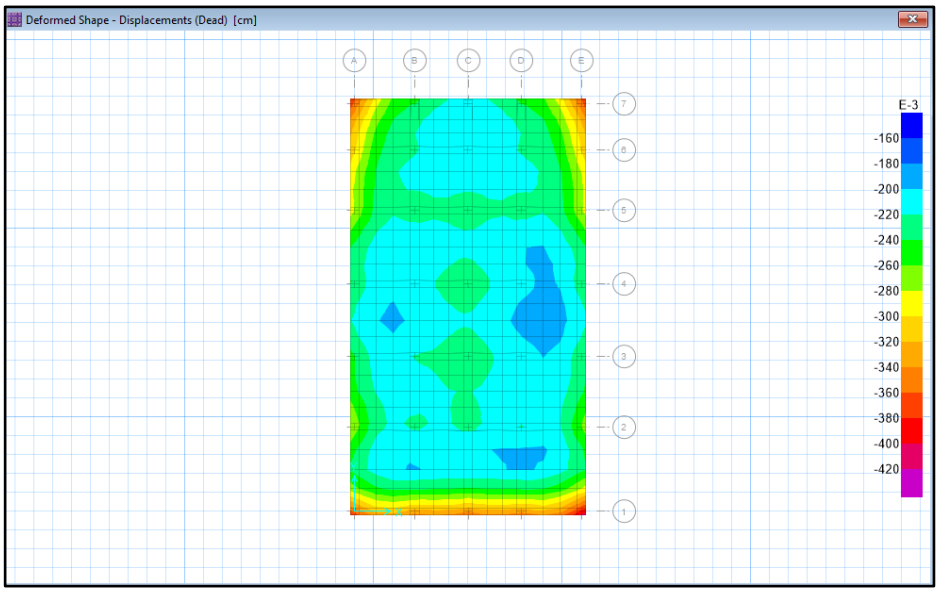


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización del programa ejecutado

Figura 96

Vista del programa ejecutado

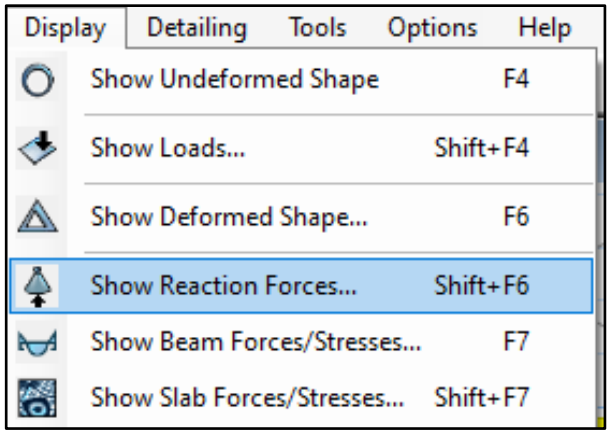


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección del comando Show Reaction Forces

Figura 97

Selección del comando Show Reaction Forces

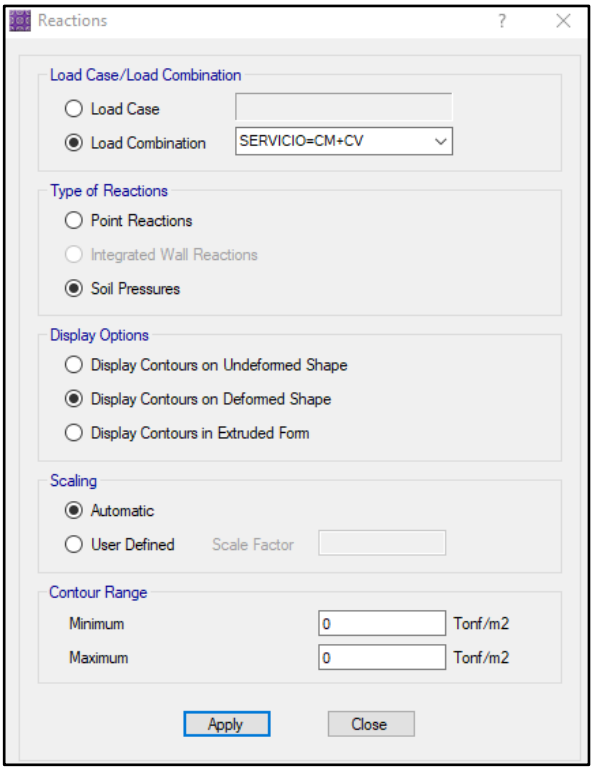


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Evaluación de la presión sobre el suelo por la combinación de SERVICIO

Figura 98

Evaluación por la combinación de SERVICIO



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

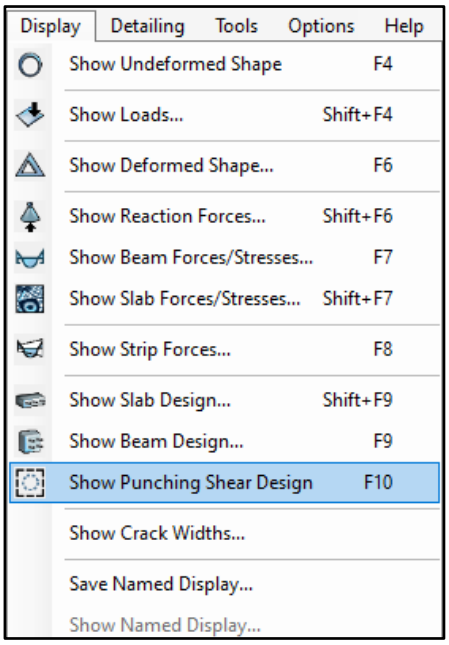
2.7.4. Verificación por punzonamiento

El programa SAFE contiene un comando que calcula directamente el punzonamiento que generan las columnas en las plateas, siempre que estas columnas no presenten vigas de cimentación. El procedimiento para calcular el punzonamiento se muestra a continuación:

Selección del comando Show Punching Shear Design

Figura 99

Selección del comando Show Punching Shear Design

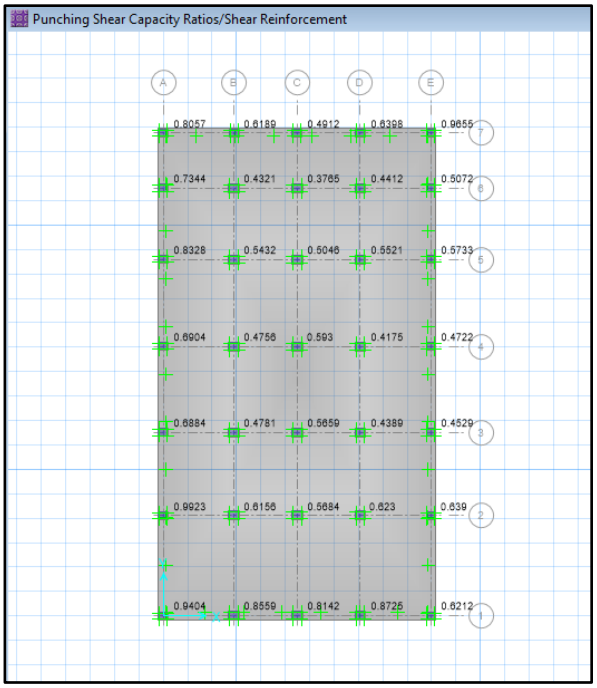


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista del punzonamiento en la platea

Figura 100

Vista del punzonamiento en la platea



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

2.7.5. Modelo de diseño de cimentación

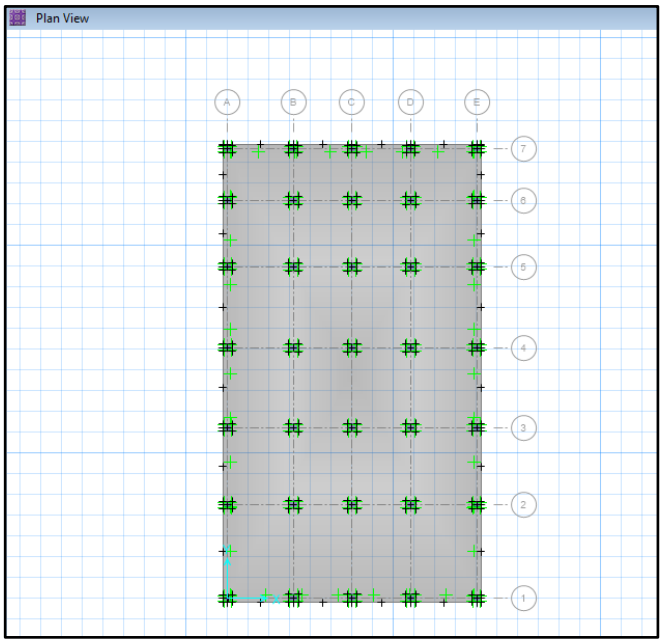
2.7.5.1. Plano estructural

Los planos estructurales se realizan en el software de diseño AutoCAD, en este programa se pueden ejecutar dibujos en 2D y 3D, donde se pueden representar detalles como vistas de perfil y en planta sobre cualquier diseño estructural. A continuación, se muestra paso a paso el proceso para calcular las varillas de acero en el programa SAFE:

Vista del modelo culminado

Figura 101

Vista del modelo culminado

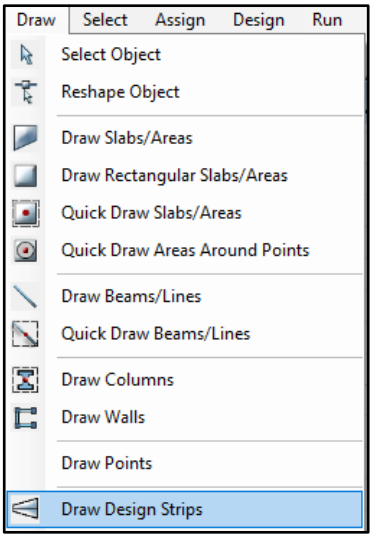


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Dibujo de las franjas de diseño

Figura 102

Dibujo de las franjas de diseño

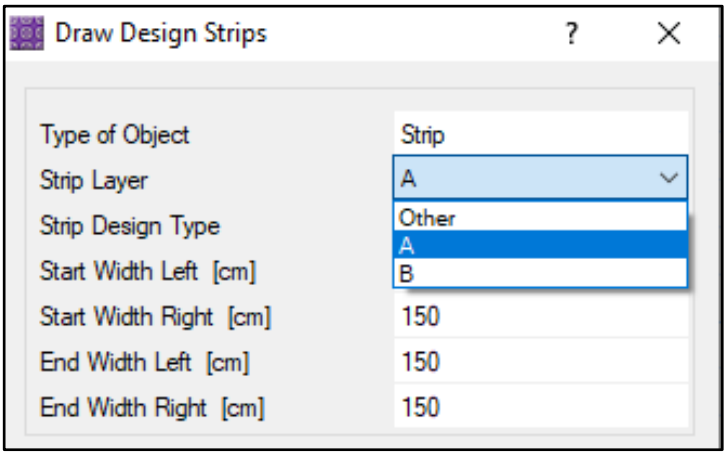


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Dibujo de franjas en X e Y

Figura 103

Dibujo de franjas en X e Y

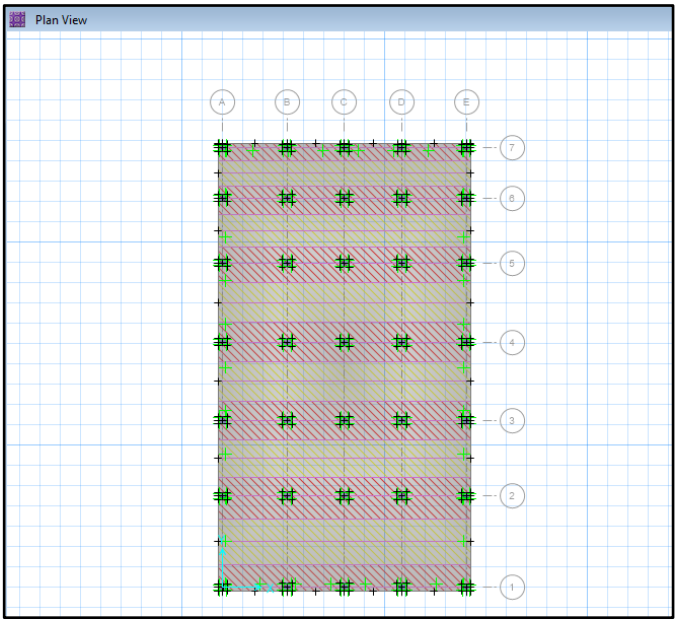


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista de franjas en X

Figura 104

Vista de franjas en X

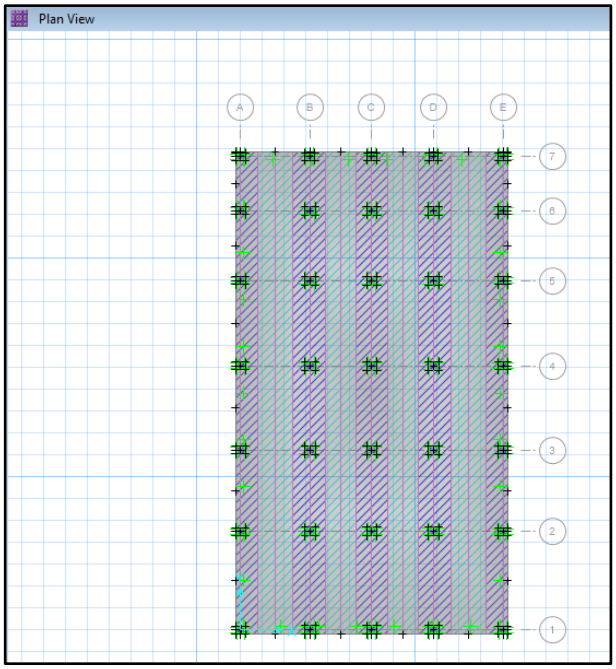


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista de franjas en Y

Figura 105

Vista de franjas en Y

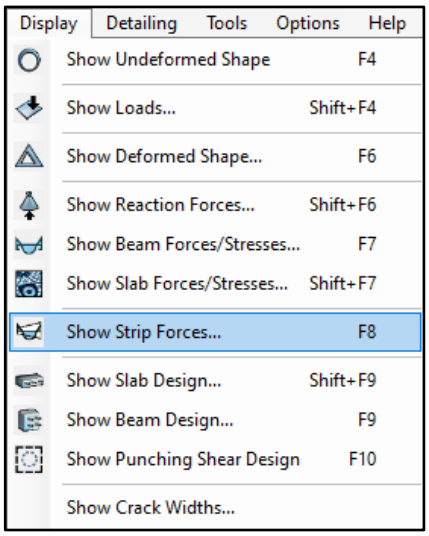


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Opción Show Strip Forces

Figura 106

Opción Show Strip Forces

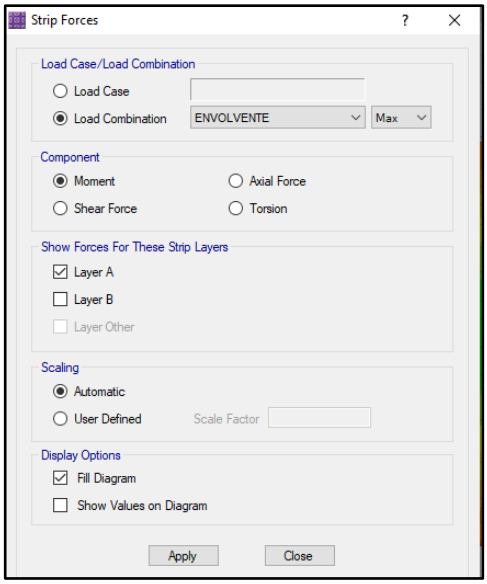


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de la envolvente en Strip Forces

Figura 107

Selección de la envolvente en Strip Forces

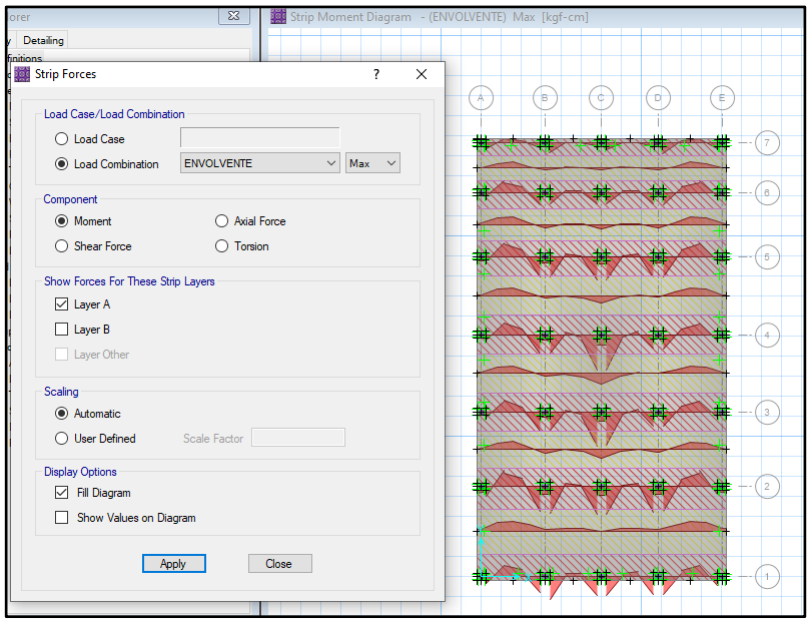


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista de Strip Forces de X

Figura 108

Vista de Strip Forces de X

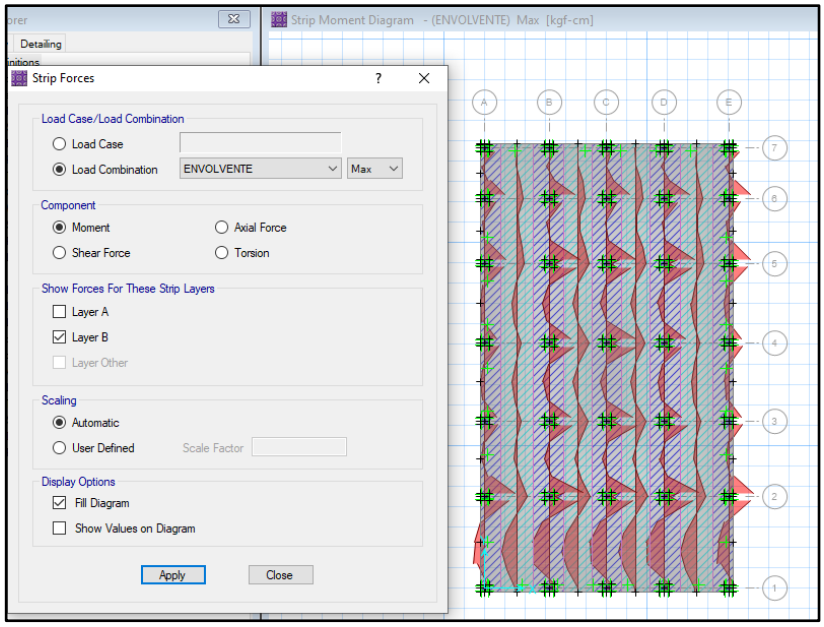


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista de Strip Forces de Y

Figura 109

Vista de Strip Forces de Y

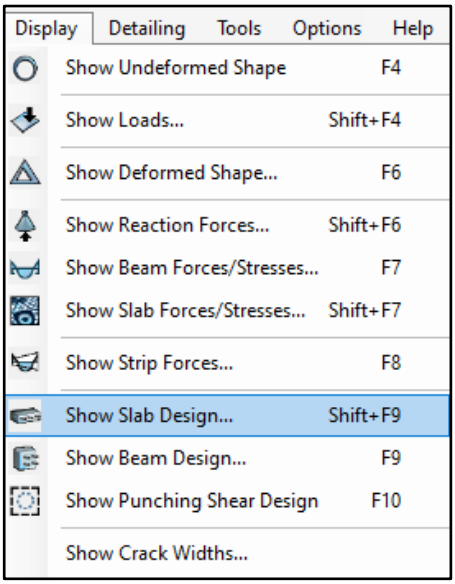


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Opción Show Slab Design

Figura 110

Opción Show Slab Design

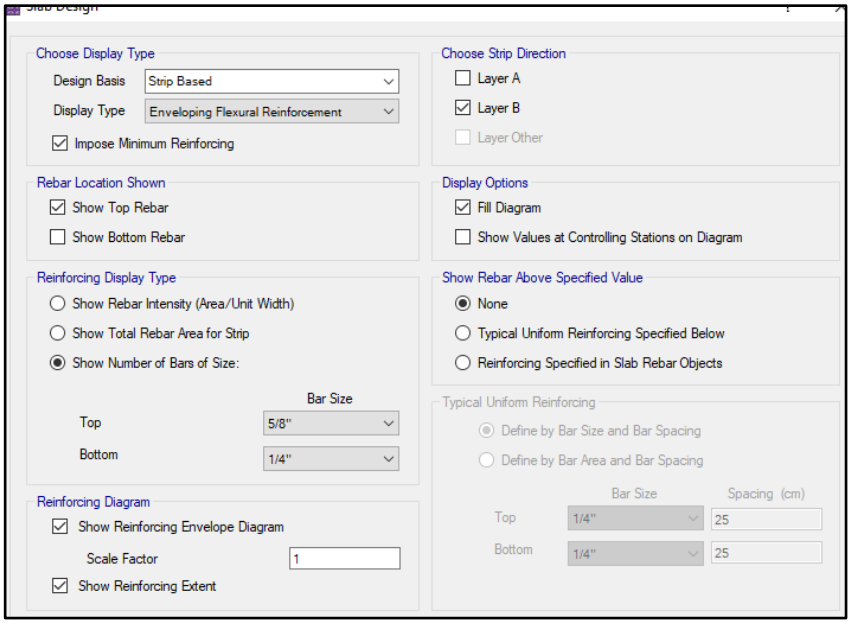


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de acero en eje X e Y

Figura 111

Selección de acero en eje X e Y

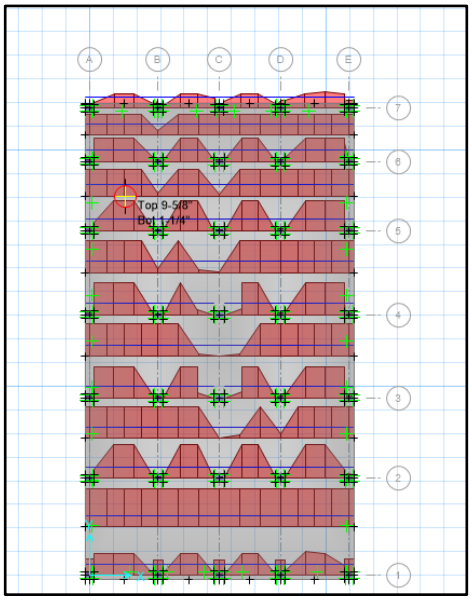


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista del acero en X

Figura 112

Vista del acero en X

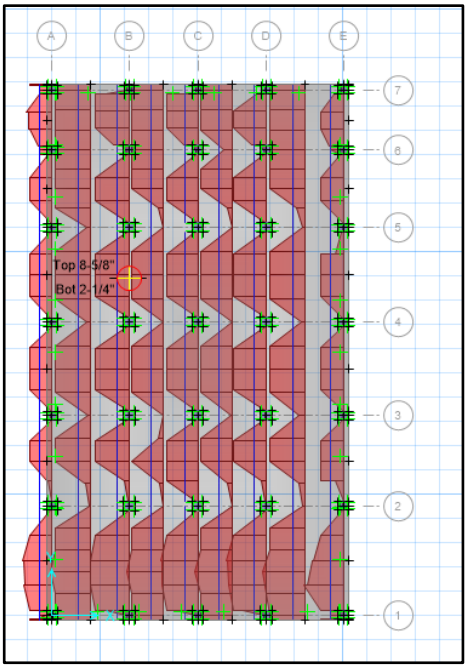


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Vista del acero en Y

Figura 113

Visualización del acero superior e inferior en Y



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

2.8 Aspectos éticos

En la aplicación de los instrumentos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Toda información recopilada cuya proveniencia sea las bases de datos y toda la información empleada en el marco teórico se halla correctamente citada, remarcando de esta manera los autores de la información utilizada, evitando así plagios innecesarios y garantizando un material correcto y verídico.
- Esta investigación no presenta ni fabricación ni falsificación de información, dando a entender a la fabricación como la manifestación de datos falsos y a la falsificación como el acto de manipular datos a nuestra conveniencia. Por lo contrario, los investigadores de este proyecto garantizan integridad y equilibrio en sus resultados como evidencia de un buen trabajo.

2.9 Desarrollo de tesis

2.9.1. Recopilación de diseño estructural en edificaciones

2.9.1.1. Características de diseño

Para poder replicar las diferentes cargas de las edificaciones seleccionadas, se tuvo que realizar el mismo modelamiento estructural que la de los artículos, con la diferencia de que se cambió las características del suelo, por el de un suelo no cohesivo en la ciudad de Trujillo, es por ello que se utilizó una herramienta de extracción de datos para recopilar todos los datos que se necesitan para el modelado, donde se tomó datos como el sistema estructural, número de pisos, dimensiones de los elementos estructurales, características de los materiales, propiedades del suelo estudiado y la estructuración (Tabla 12-21) .

Por otro lado, algunos de los datos extraídos, solo sirvieron de referencia, debido a que algunos proyectos contaban con todo su proceso de modelamiento y no hubo inconvenientes en replicarlos.

2.9.1.2. Estructuración

La extracción de la estructuración se hizo en conjunto con las características de diseño, para asegurarnos de que los datos coincidan. Por otro lado, para replicar el modelado correctamente, tuvimos que tomar como referencia el desarrollo de tesis de los artículos seleccionados, ya que ahí se encontraba paso a paso el modelado y la distribución de los elementos estructurales en planta, asimismo de los artículos que no presentaban esta distribución, tuvimos que tomar sus planos estructurales (Anexo 02-11).

2.9.2. Modelado estructural

2.9.2.1. Obtención de desplazamientos

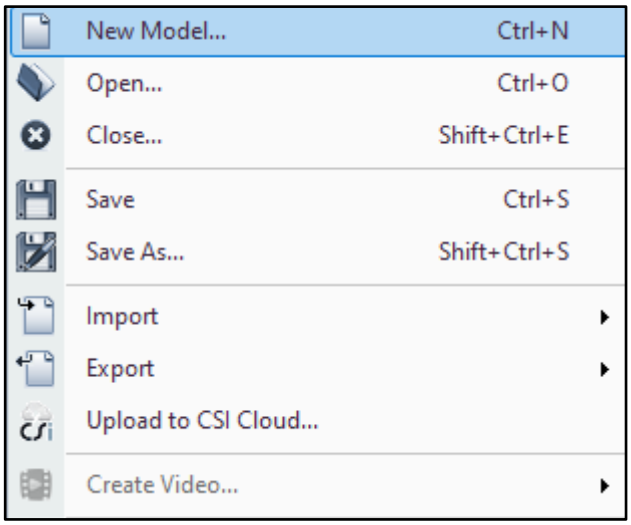
Para la obtención de los desplazamientos de las estructuras o también llamadas derivas de entrepiso, se extrajeron los valores del programa ETABS, una vez acabado el modelado. Estos datos fueron extraídos luego de evaluar la estructural mediante un espectro de respuesta para el análisis sísmico estático y dinámico. Este procedimiento que se realizó fue el mismo para las 10 edificaciones seleccionadas, es por ello que se tomará como ejemplo la edificación de 8 pisos (Muestra 1).

A continuación, se muestra los pasos que seguimos para obtener estos desplazamientos, partiendo desde el inicio del modelado:

Creación de un nuevo modelo en el software ETABS

Figura 114

Creación de un nuevo modelo en el software ETABS

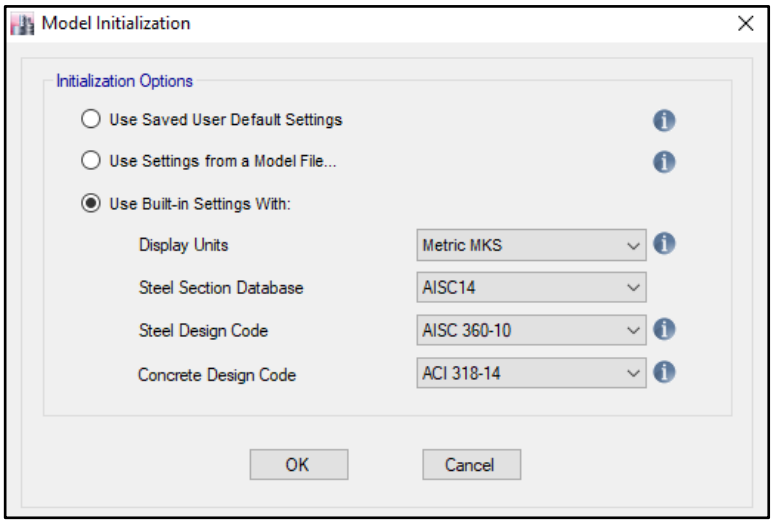


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Configuración del sistema de unidades a Metric MKS

Figura 115

Configuración del sistema de unidades a Metric MKS

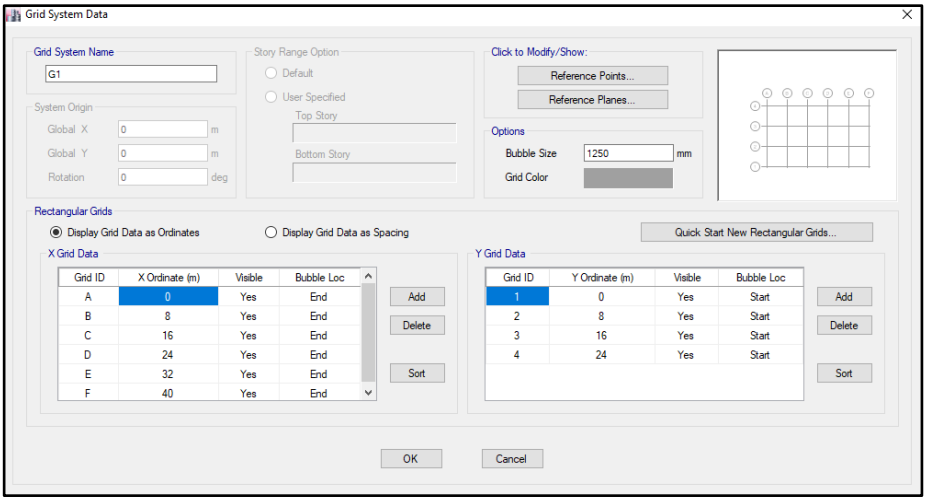


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Configuración del espaciamiento entre ejes

Figura 116

Configuración del espaciamiento entre ejes

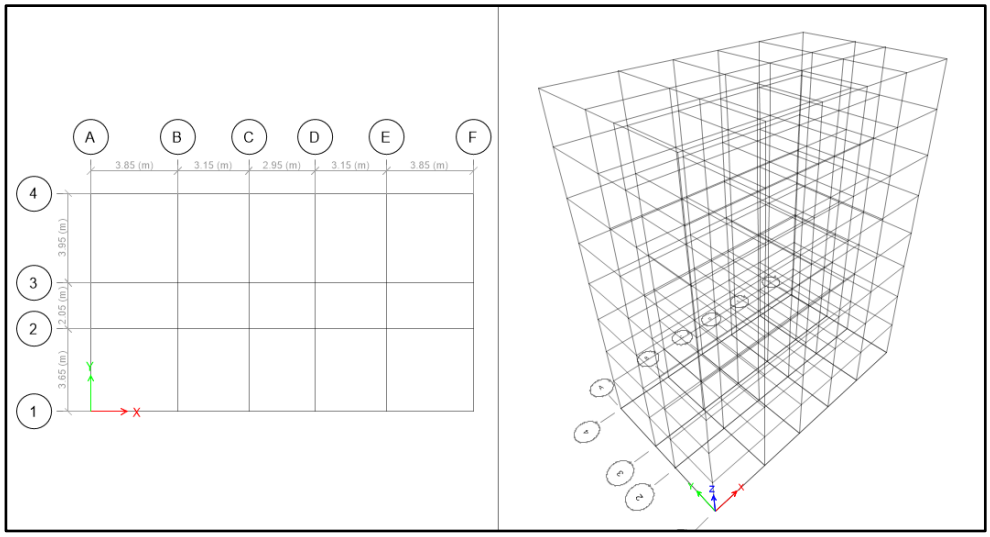


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización de las grillas del modelo de 8 pisos (Muestra1)

Figura 117

Visualización de las grillas del modelo de 8 pisos (Muestra1)

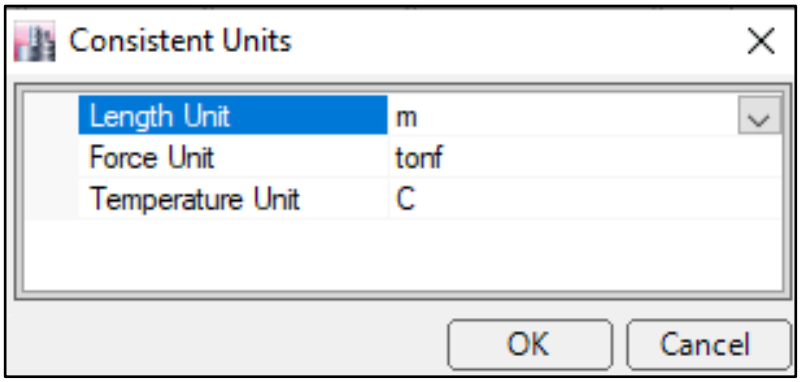


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de unidades a: m, ton, c

Figura 118

Definición de unidades a: m, ton, c

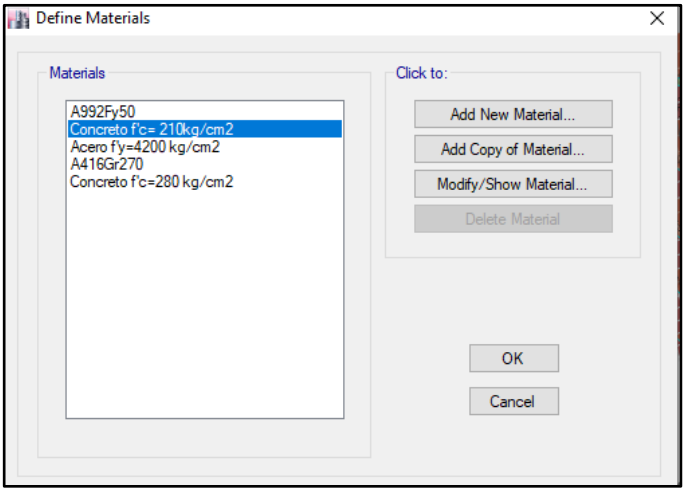


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de los materiales de concreto f'c= 210 kg/cm2, f'c= 280 kg/cm2 y el acero f'y= 4200 kg/cm2

Figura 119

Definición de los materiales para el modelamiento

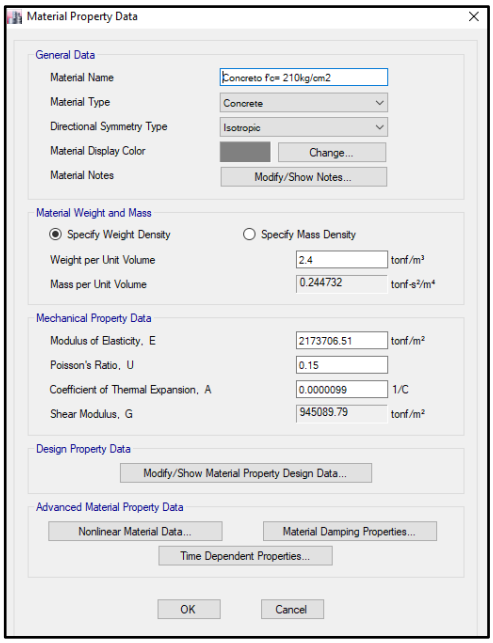


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 210 kg/cm2

Figura 120

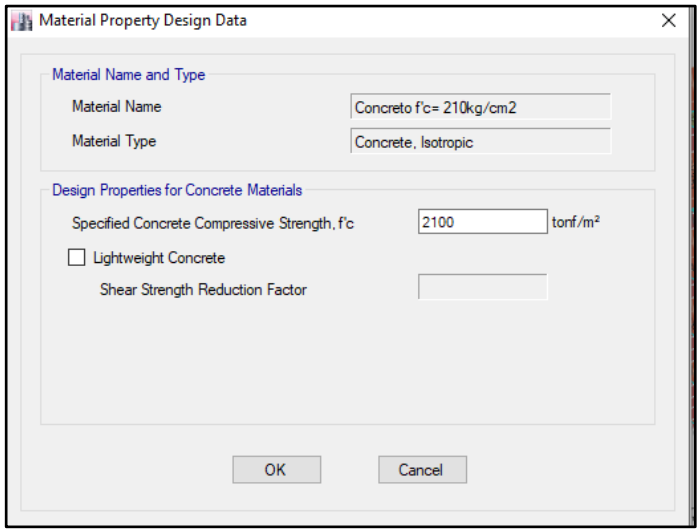
Creación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 210 kg/cm2



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 121

Resistencia a la compresión del concreto f`c=210 kg/cm2

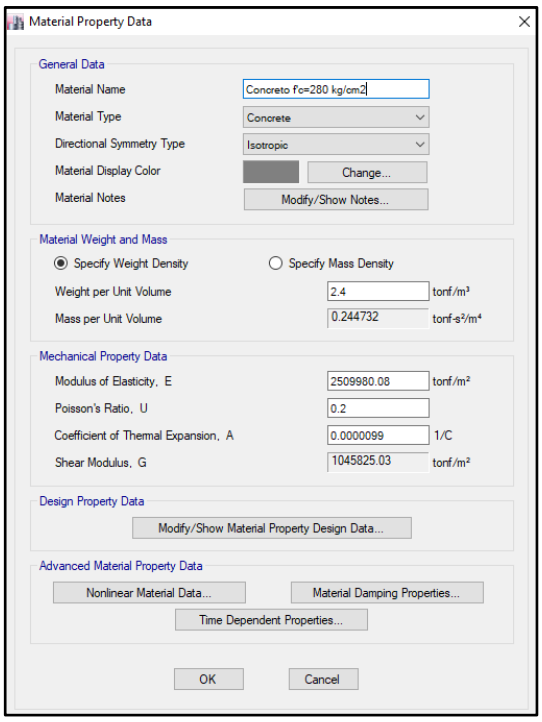


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm2

Figura 122

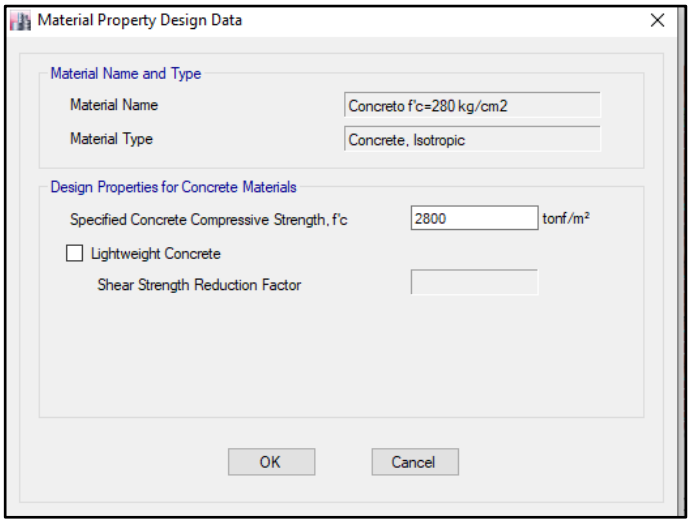
Creación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 280 kg/cm2



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 123

Resistencia a la compresión del concreto f`c=280 kg/cm2

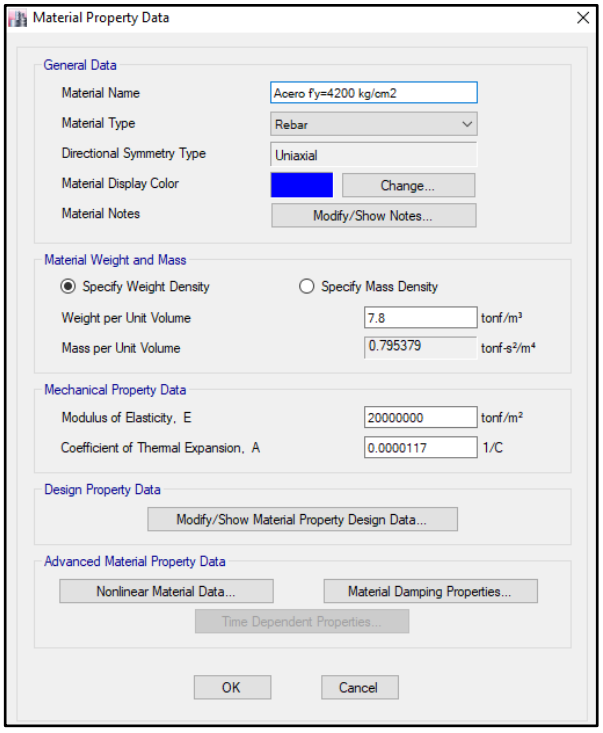


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades del acero de refuerzo f'y= 4200 kg/cm2

Figura 124

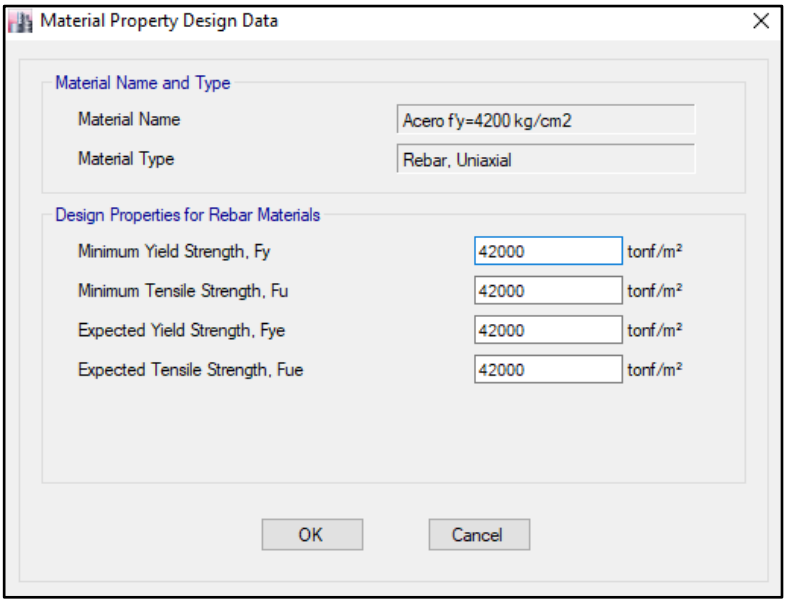
Características Físico – mecánicas del acero de refuerzo



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 125

Ingreso de la fluencia del acero de refuerzo

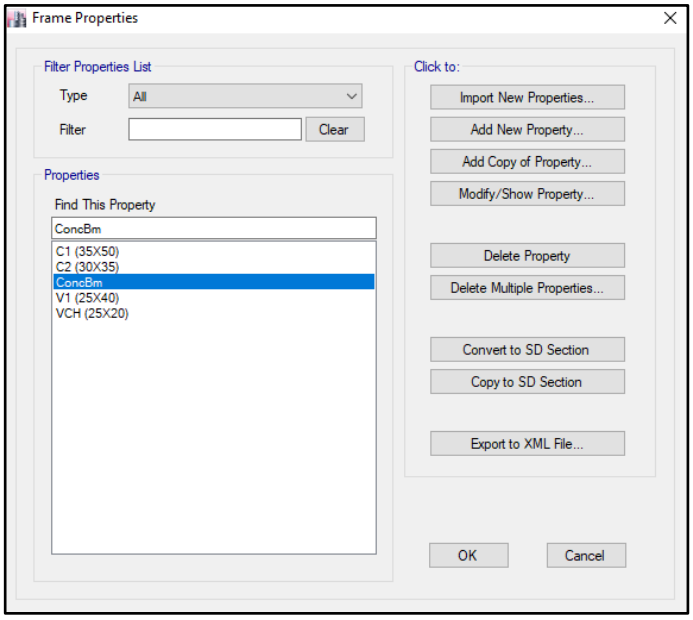


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo Frame: C1, C2, V1 y VCH

Figura 126

Elementos tipo frame: Columnas y vigas

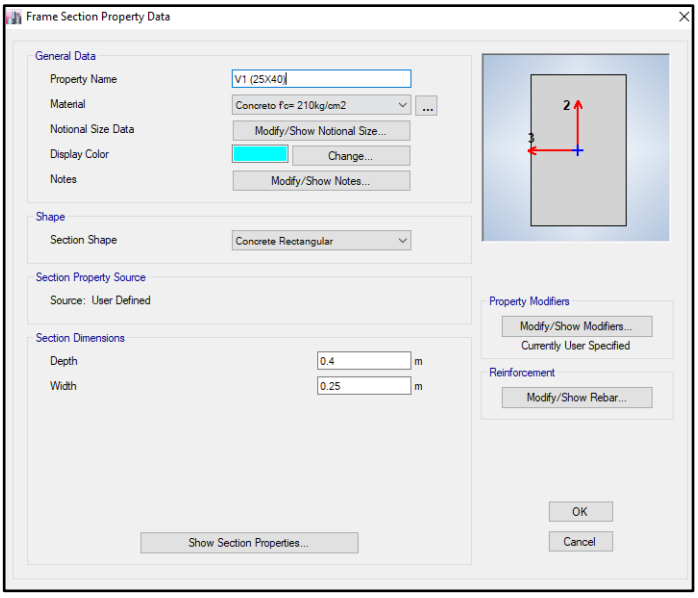


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la sección de los elementos tipo V1-25x40

Figura 127

Creación de la sección de los elementos tipo V1-25x40

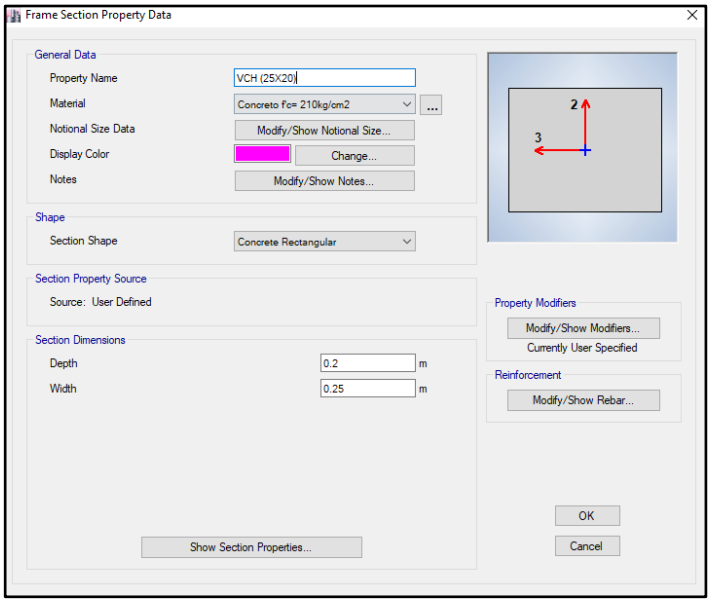


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la sección de los elementos tipo VCH-25x20

Figura 128

Creación de la sección de los elementos tipo VCH-25x20

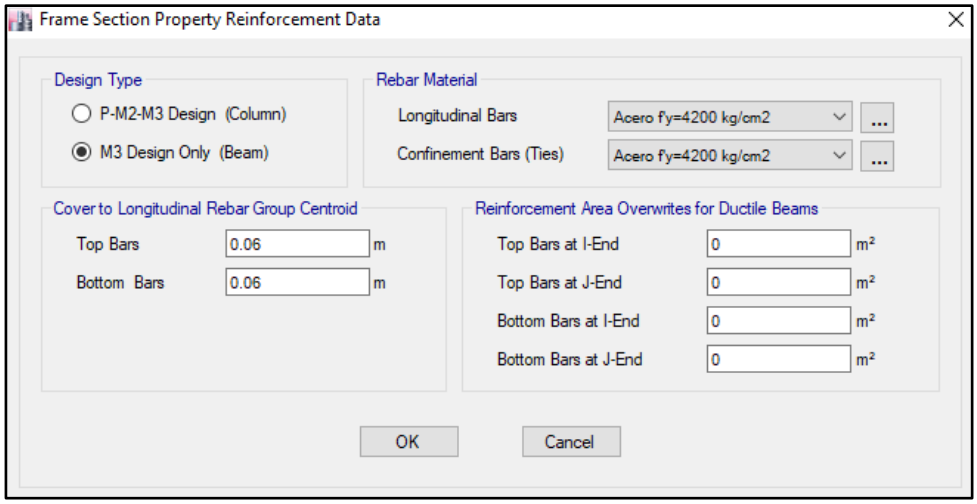


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Propiedades de reforzamiento en la sección de vigas

Figura 129

Propiedades de reforzamiento en la sección de vigas

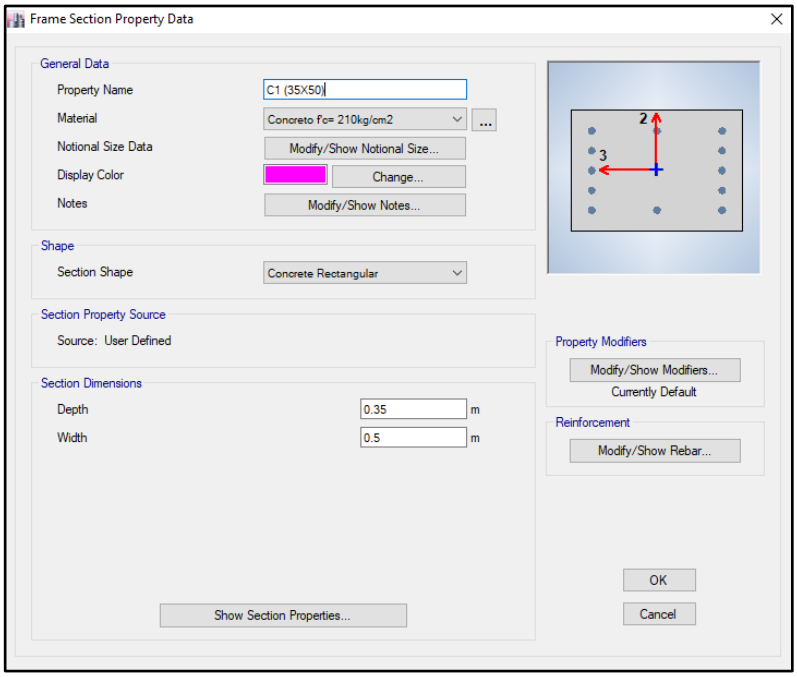


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la sección de los elementos tipo C1-35x50

Figura 130

Creación de la sección de los elementos tipo C1-35x50

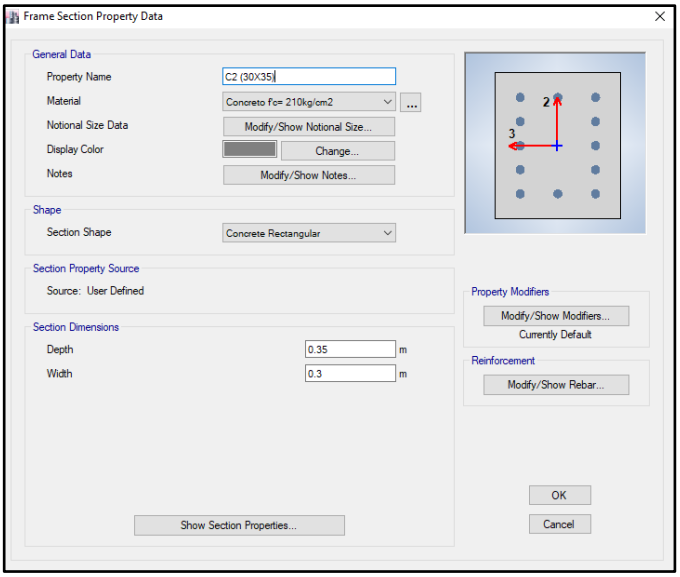


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la sección de los elementos tipo C2-30x35

Figura 131

Creación de la sección de los elementos tipo C2-30x35

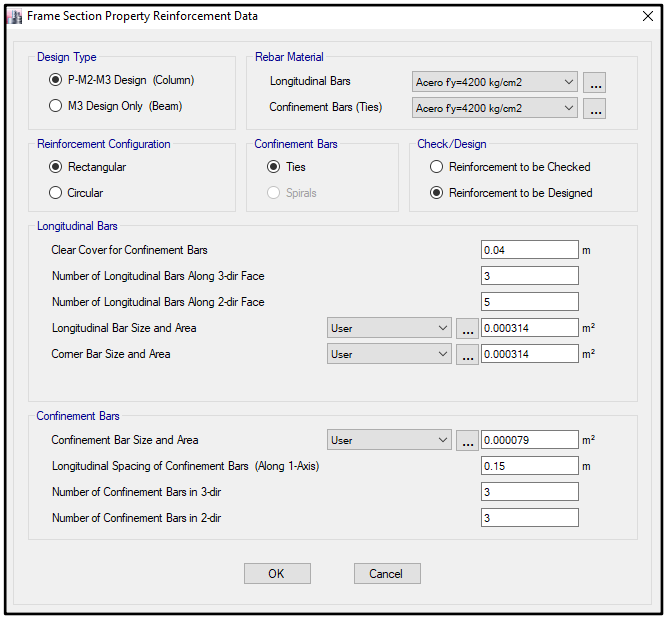


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Propiedades de reforzamiento en la sección de columnas

Figura 132

Propiedades de reforzamiento en la sección de columnas

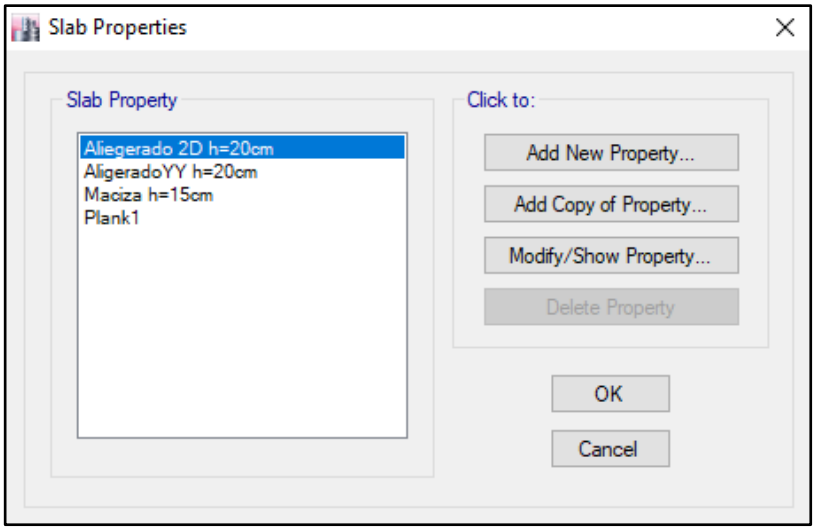


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo Slab: Aligerado 2D, YY y Maciza

Figura 133

Creación de los elementos tipo Slab: Aligerado 2D,YY y Losa maciza

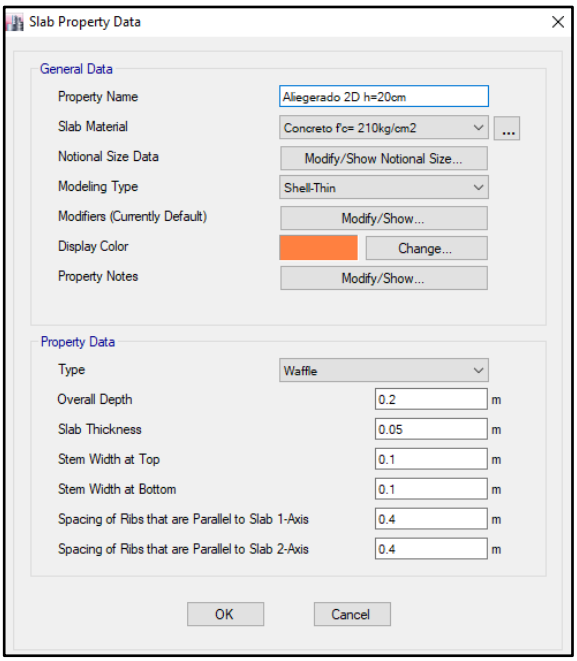


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Ingreso de las características del Aligerado 2D h=20cm

Figura 134

Ingreso de las características del Aligerado 2D h=20cm

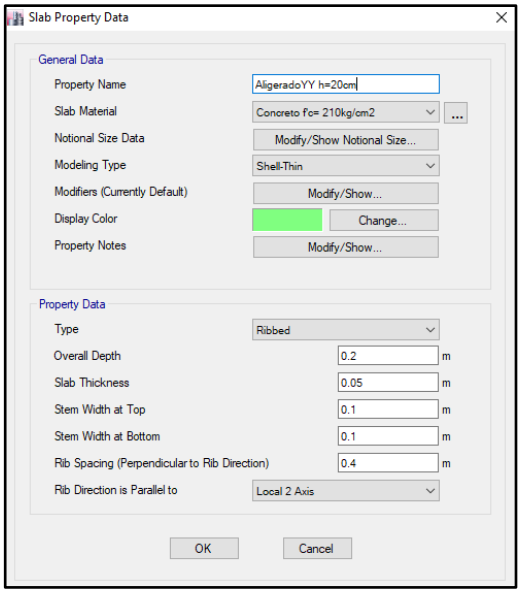


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Ingreso de las características del Aligerado YY h=20cm

Figura 135

Ingreso de las características del Aligerado YY h=20cm

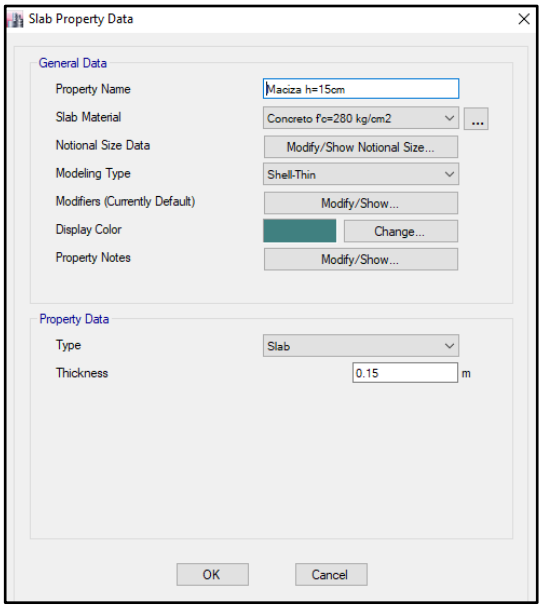


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de la Losa maciza h=15cm

Figura 136

Ingreso de las características de la Losa maciza h=15cm

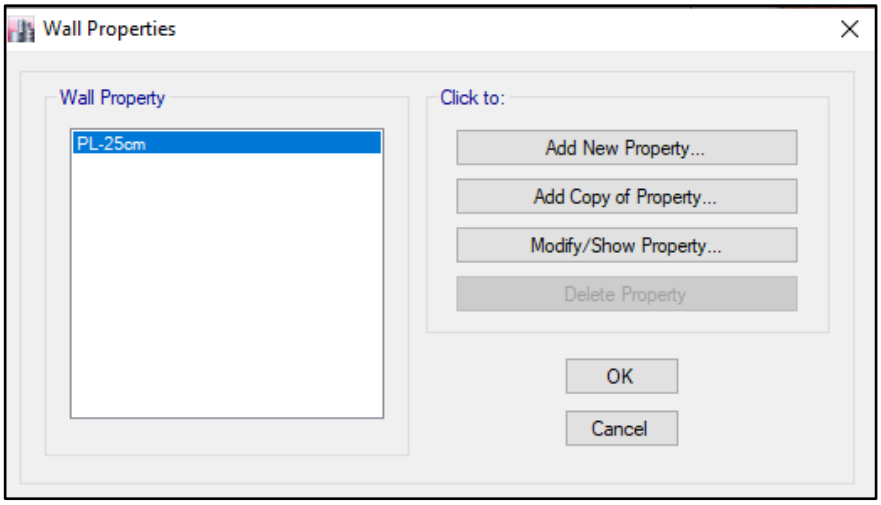


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de los elementos tipo Wall: Placa

Figura 137

Definición de los elementos tipo Wall: Placa

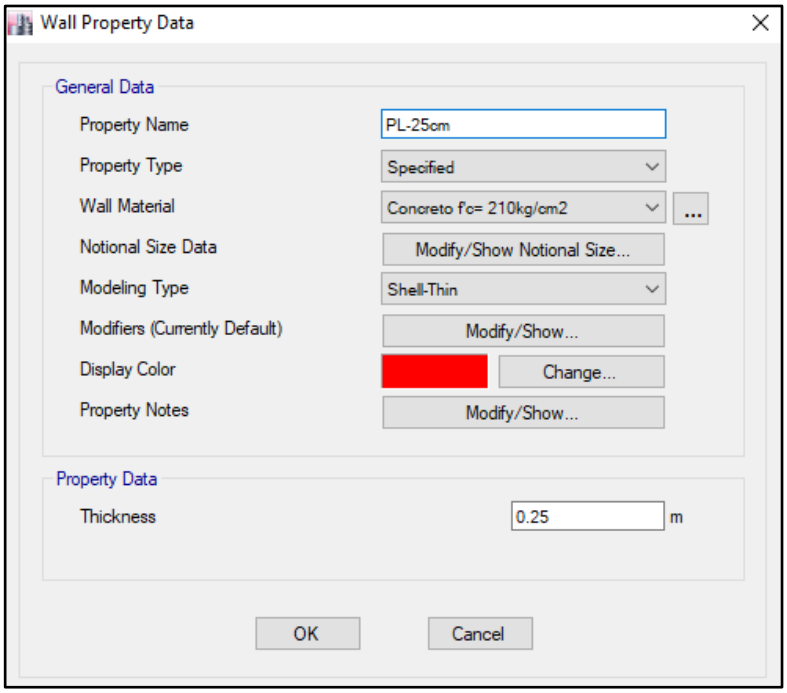


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de la Placa-25cm

Figura 138

Ingreso de las características de la Placa-25cm

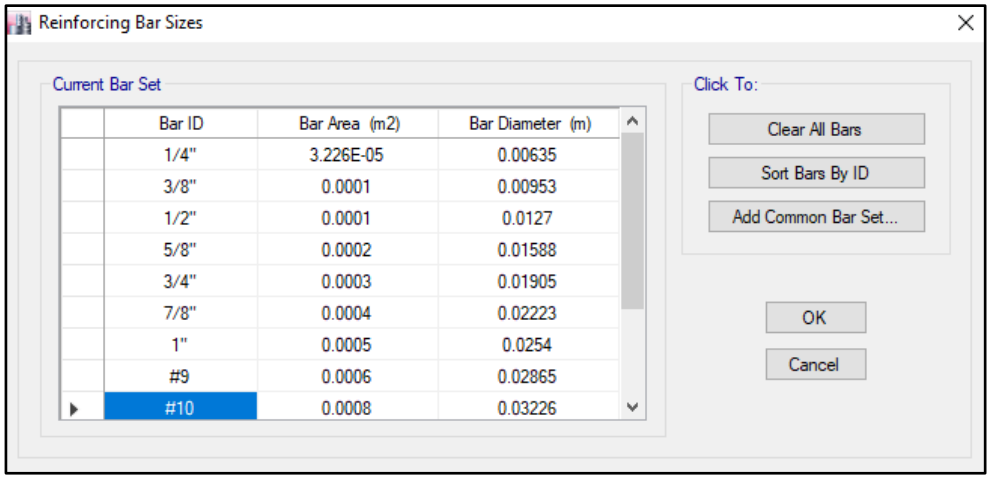


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Diámetro del acero de refuerzo

Figura 139

Diámetro del acero de refuerzo



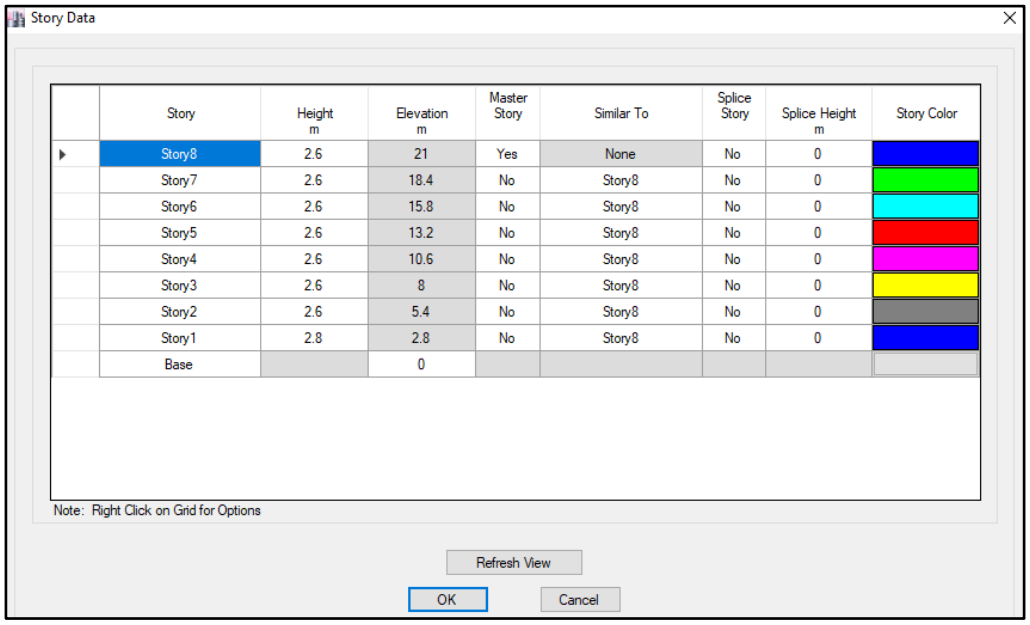
Bar ID	Bar Area (m2)	Bar Diameter (m)
1/4"	3.226E-05	0.00635
3/8"	0.0001	0.00953
1/2"	0.0001	0.0127
5/8"	0.0002	0.01588
3/4"	0.0003	0.01905
7/8"	0.0004	0.02223
1"	0.0005	0.0254
#9	0.0006	0.02865
#10	0.0008	0.03226

Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Modificación de la altura de entrepiso

Figura 140

Modificación de la altura de entrepiso



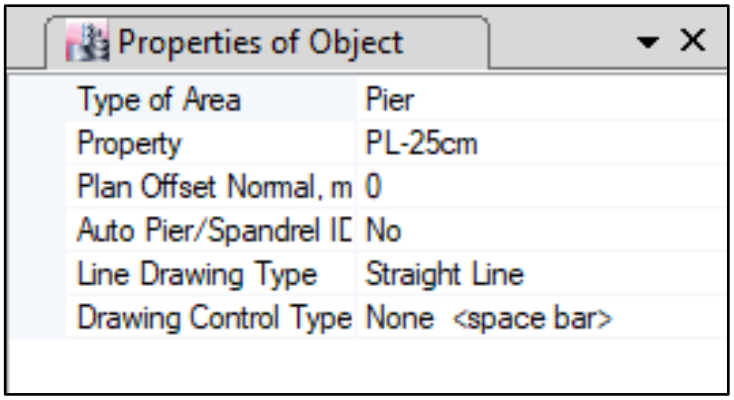
Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
Story8	2.6	21	Yes	None	No	0	
Story7	2.6	18.4	No	Story8	No	0	
Story6	2.6	15.8	No	Story8	No	0	
Story5	2.6	13.2	No	Story8	No	0	
Story4	2.6	10.6	No	Story8	No	0	
Story3	2.6	8	No	Story8	No	0	
Story2	2.6	5.4	No	Story8	No	0	
Story1	2.8	2.8	No	Story8	No	0	
Base		0					

Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Dibujo de muro tipo Wall: PL-25cm

Figura 141

Dibujo de muro tipo Wall: PL-25cm

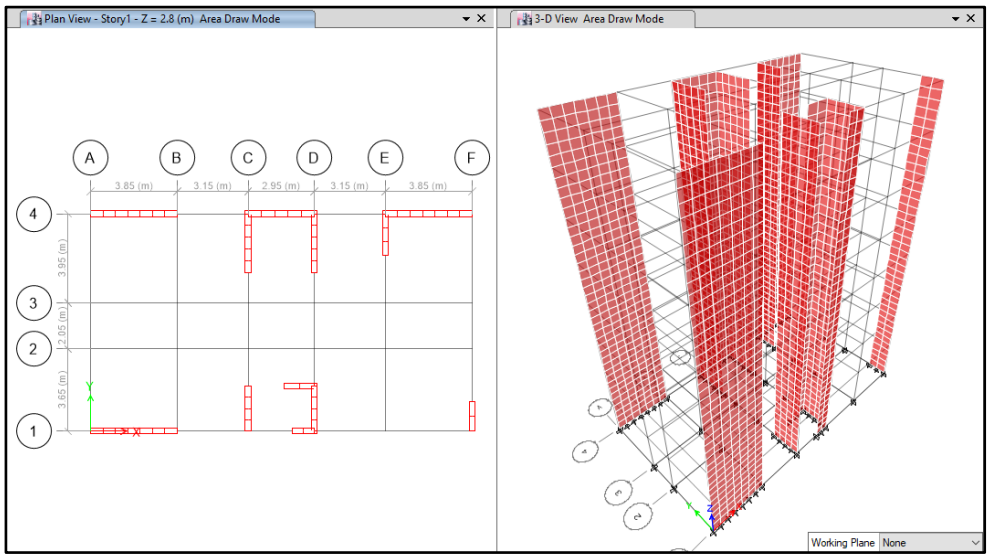


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Planta de los elementos PL-25cm

Figura 142

Planta de los elementos PL-25cm

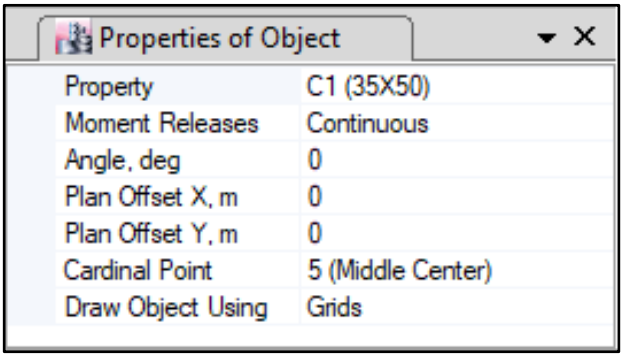


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Dibujo de elementos tipo Frame-Columnas: C1 y C2

Figura 143

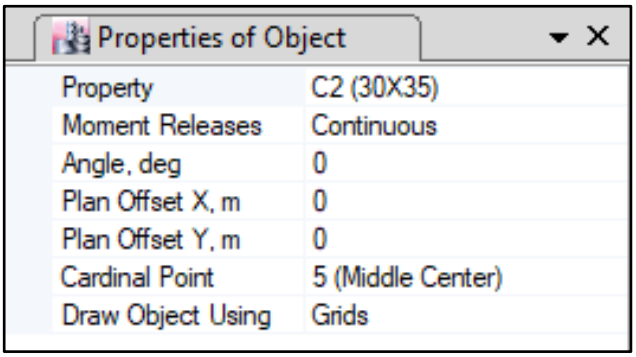
Dibujo de un elemento C1 (35x50)



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 144

Dibujo de un elemento C2 (30x35)

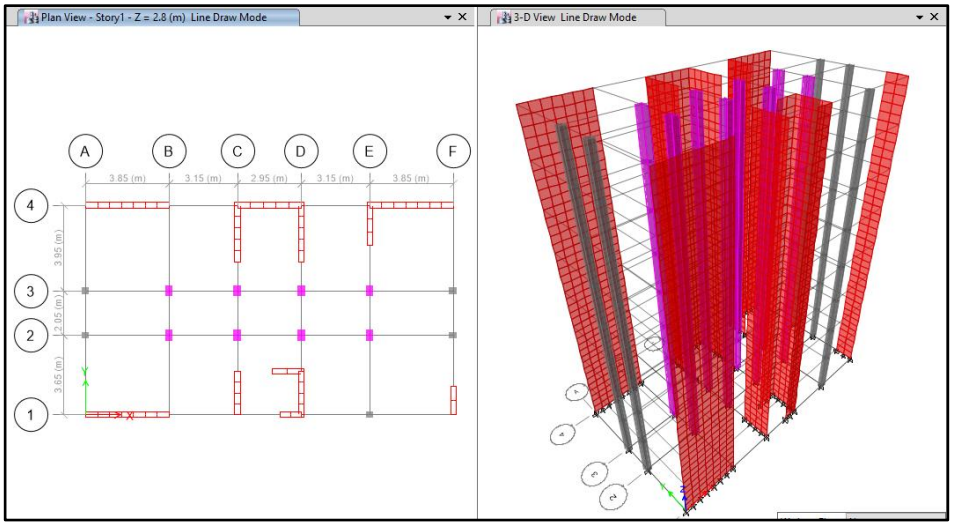


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Planta de los elementos C1 y C2

Figura 145

Planta de los elementos C1 y C2

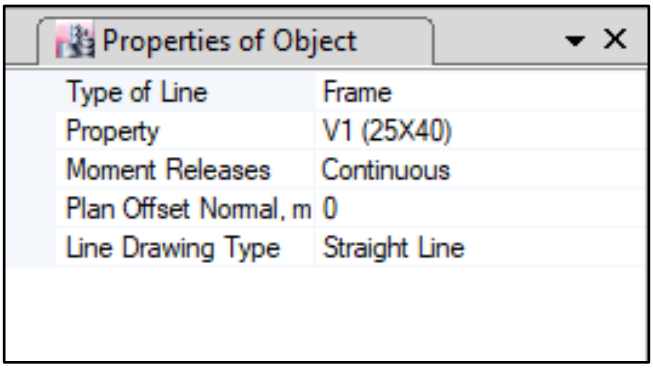


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Dibujo de elementos tipo Frame-Vigas: V1 y VCH

Figura 146

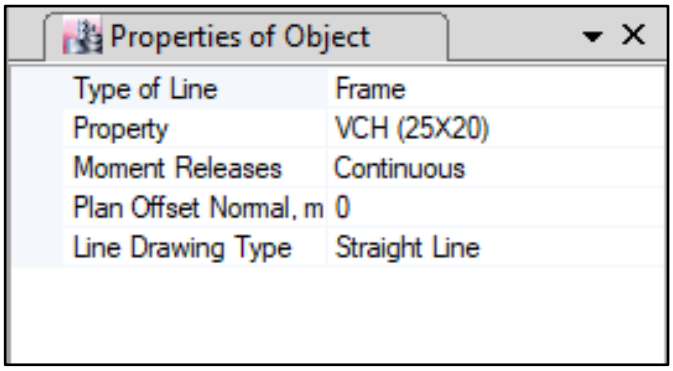
Dibujo de un elemento V1 (25x40)



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 147

Dibujo de un elemento VCH (25x20)

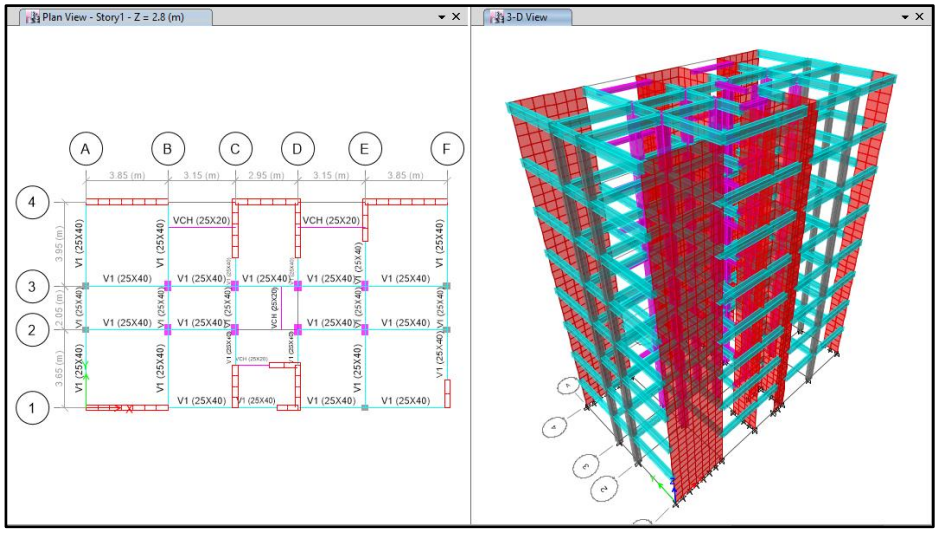


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Planta de los elementos V1 y VCH

Figura 148

Planta de los elementos V1 y VCH

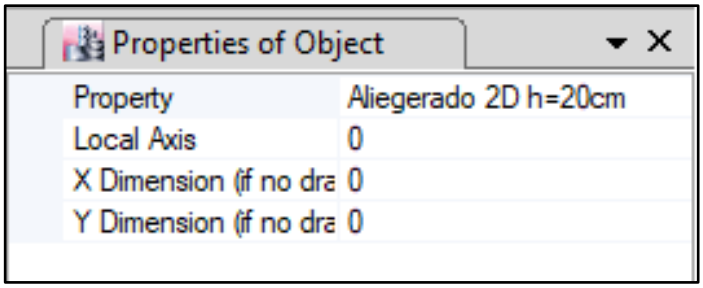


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Dibujo de los elementos tipo Slab: Aligerado 2D, YY y Losa maciza

Figura 149

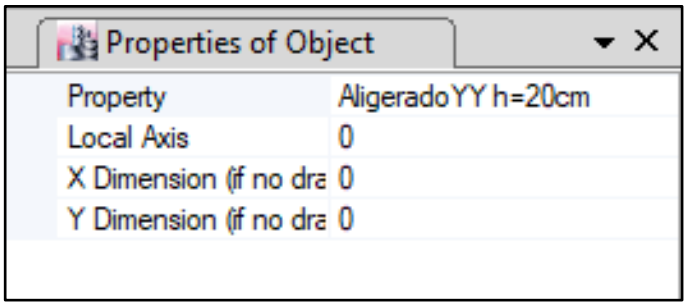
Dibujo de un elemento Aligerado 2D



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 150

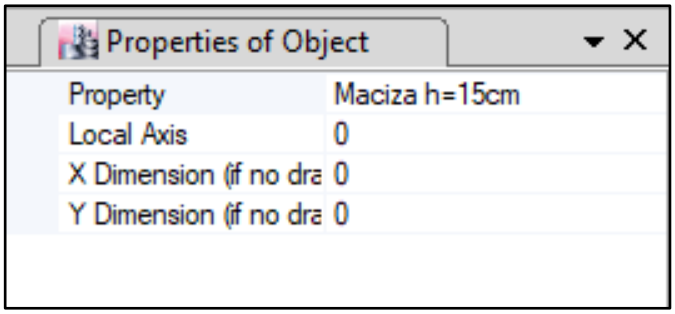
Dibujo de un elemento Aligerado YY



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 151

Dibujo de un elemento Losa maciza

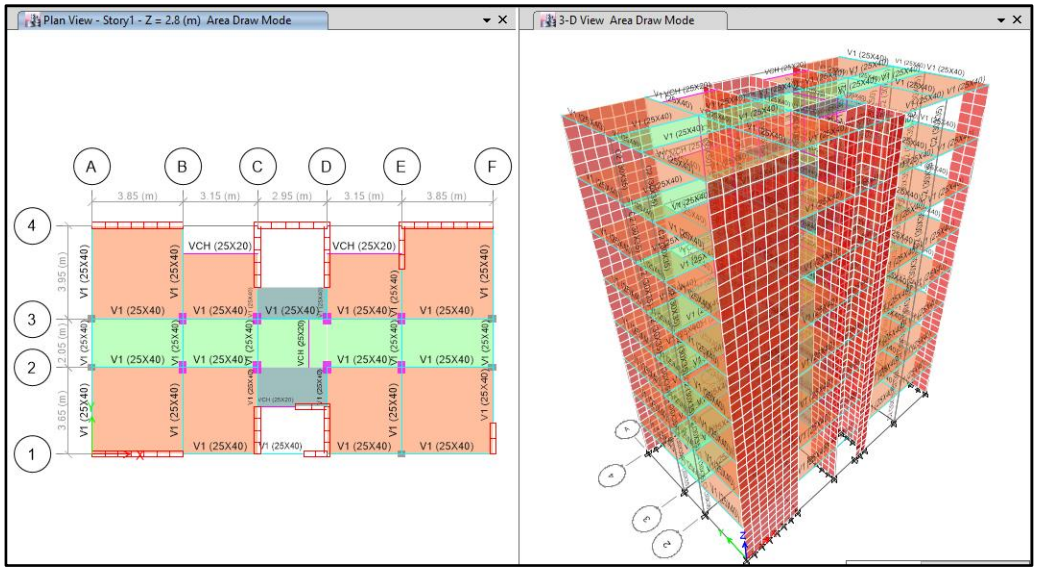


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Planta con los elementos Aligerado 2D, YY y Losa maciza

Figura 152

Planta con los elementos Aligerado 2D, YY y Losa maciza

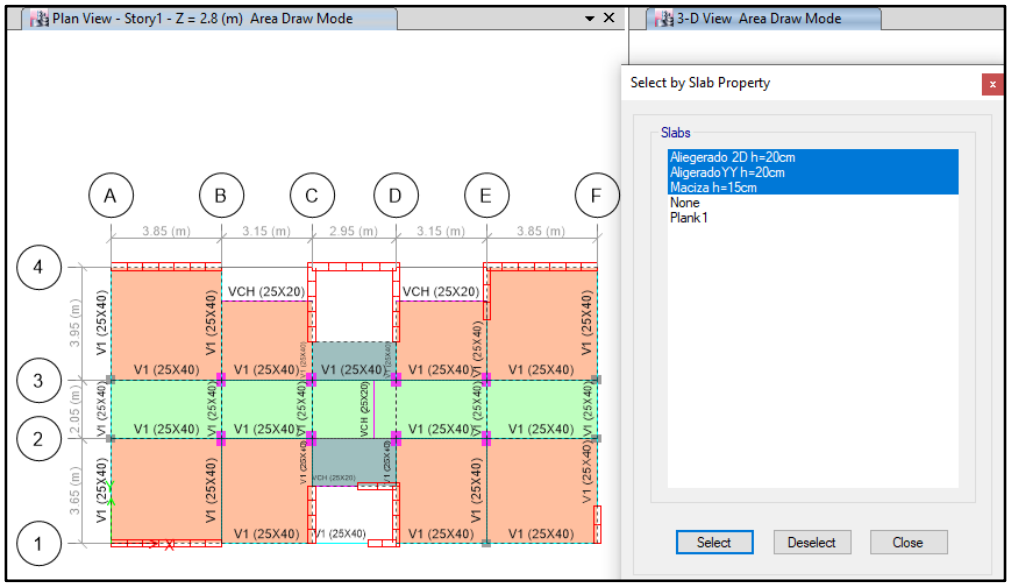


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de los elementos Slab: Aligerado 2D, YY y Losa maciza

Figura 153

Selección de los elementos Slab: Aligerado 2D, YY y Losa maciza

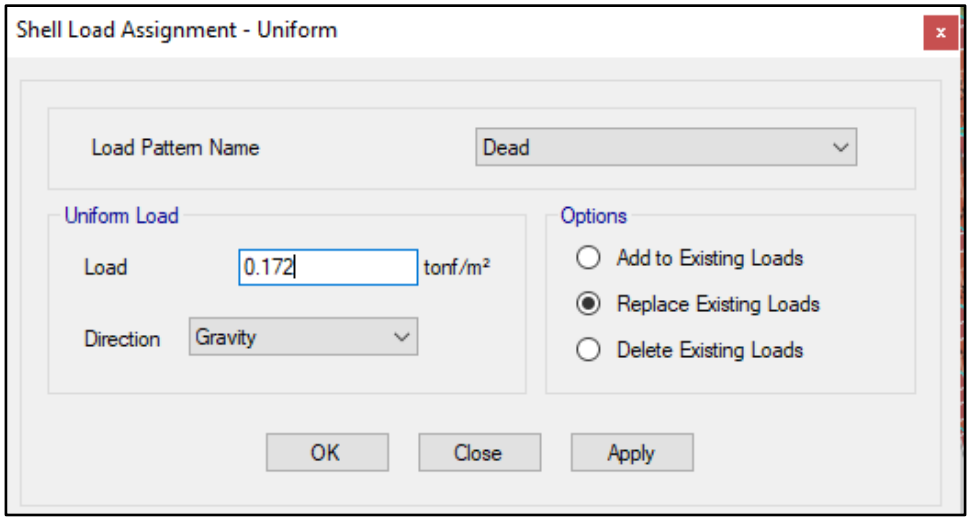


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de carga muerta en los elementos Slab

Figura 154

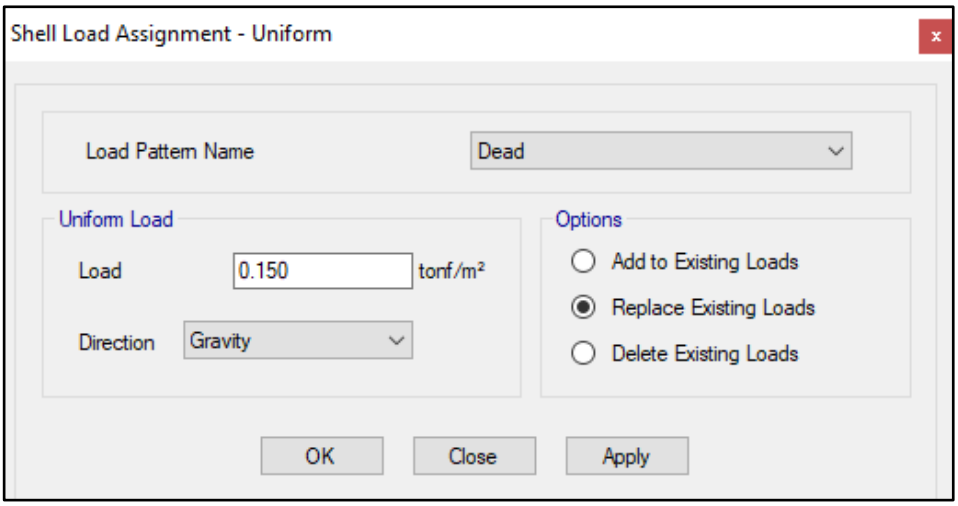
Asignación de carga de piso y ladrillo de techo en los elementos Slab



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Figura 155

Asignación de carga de tabiquería móvil en los elementos Slab

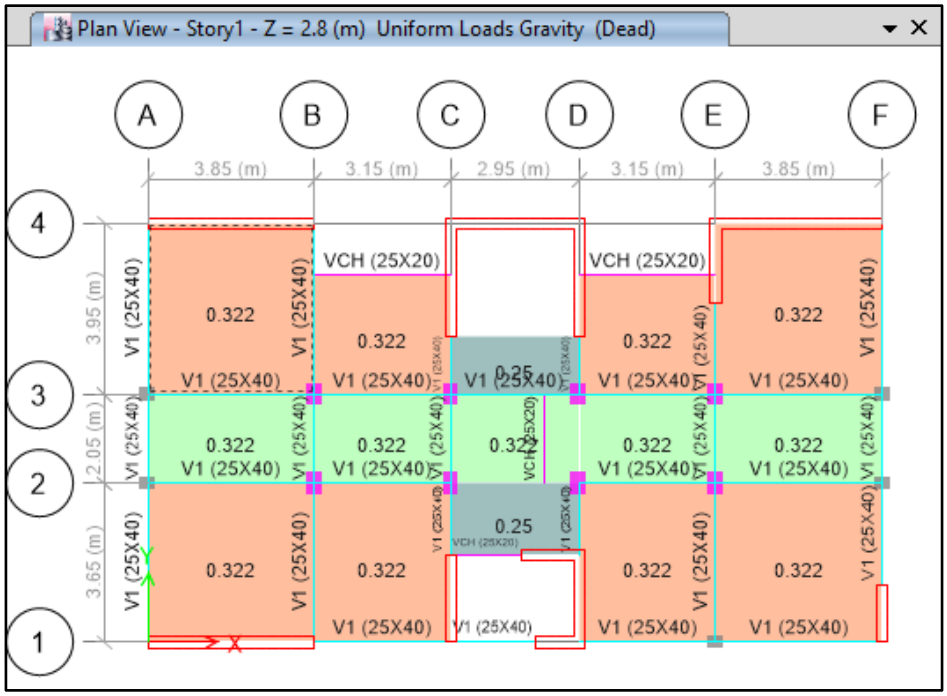


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización de la carga muerta en el modelado

Figura 156

Visualización de la carga muerta en el modelado

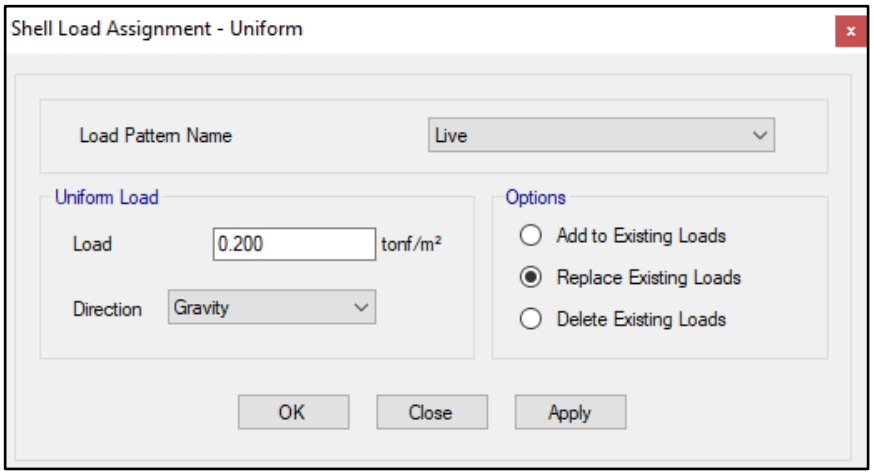


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de carga viva en los elementos Slab

Figura 157

Asignación de carga viva en los elementos Slab

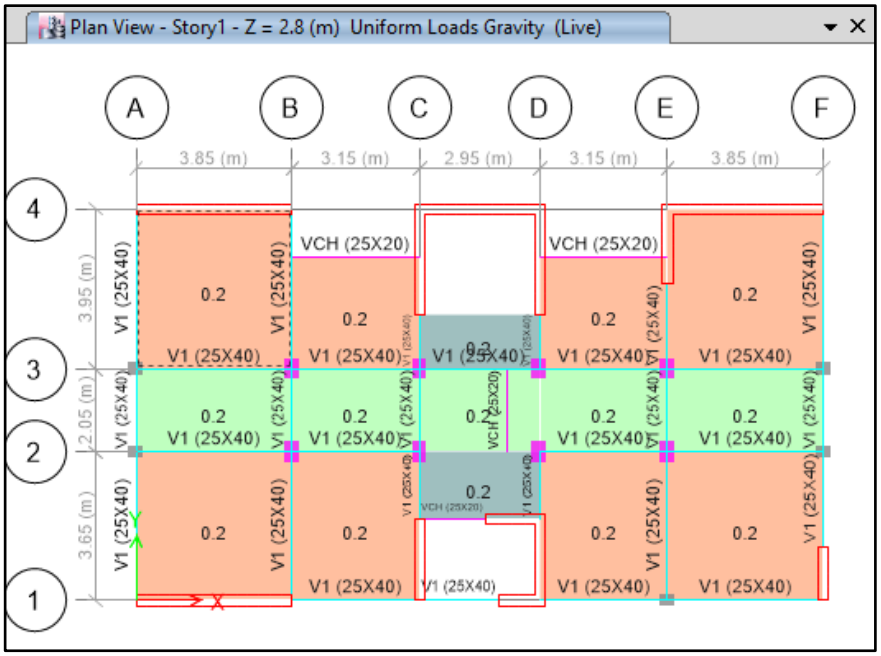


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización de la carga viva en el modelado

Figura 158

Visualización de la carga viva en el modelado

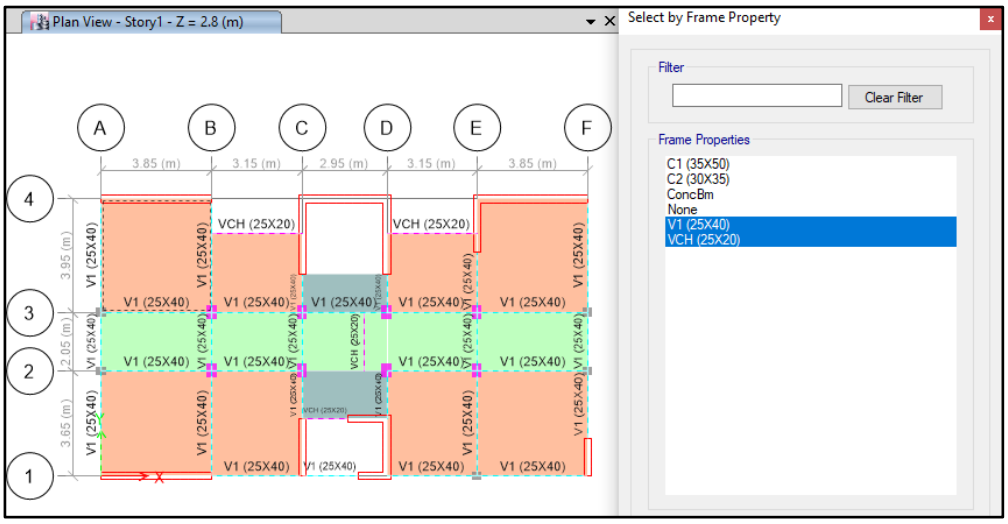


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de los elementos Frame-Vigas

Figura 159

Selección de los elementos Frame-Vigas

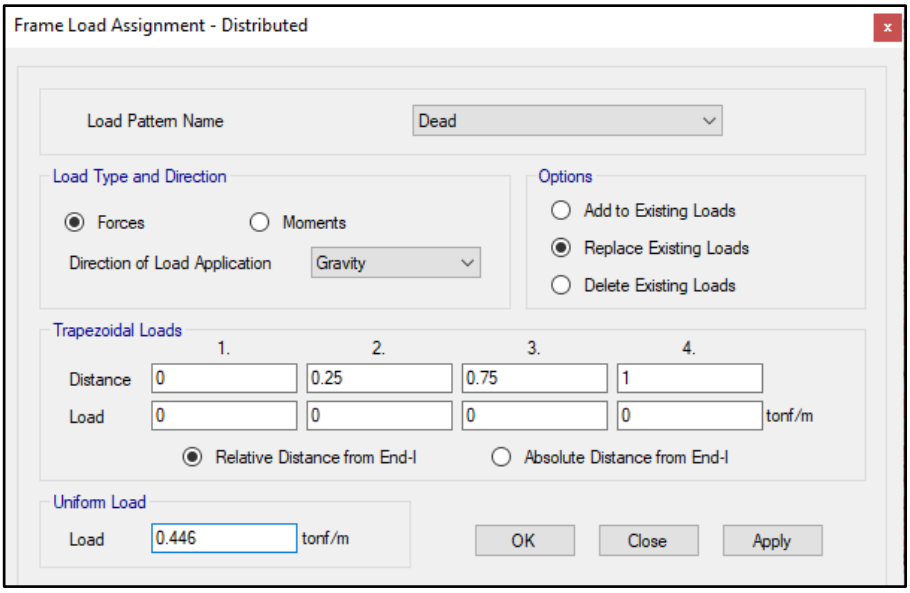


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de carga de tabiquería en los elementos Frame-Vigas

Figura 160

Asignación de carga de tabiquería en los elementos Frame-Vigas

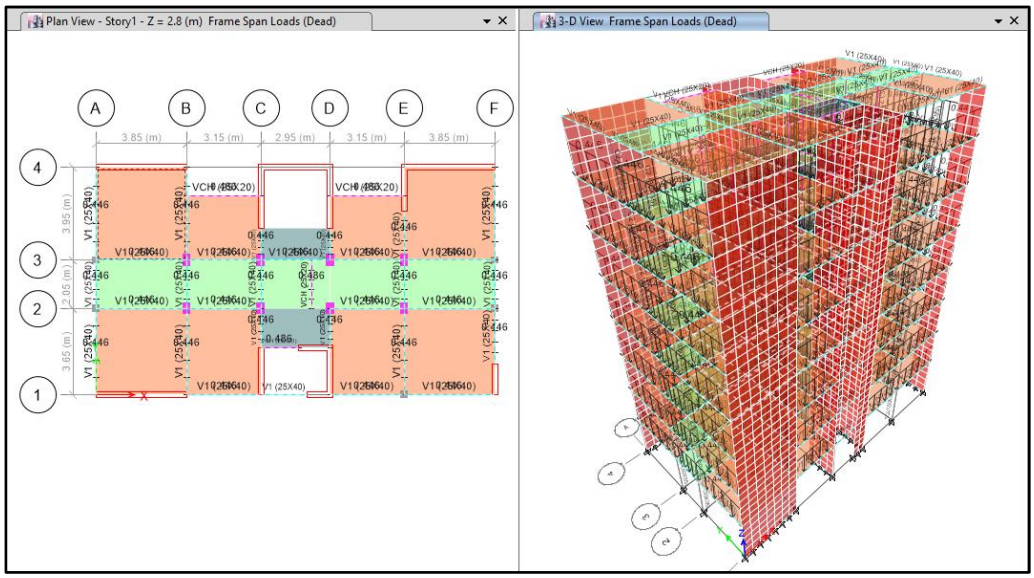


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización de la carga de tabiquería en el modelado

Figura 161

Visualización de la carga de tabiquería en el modelado

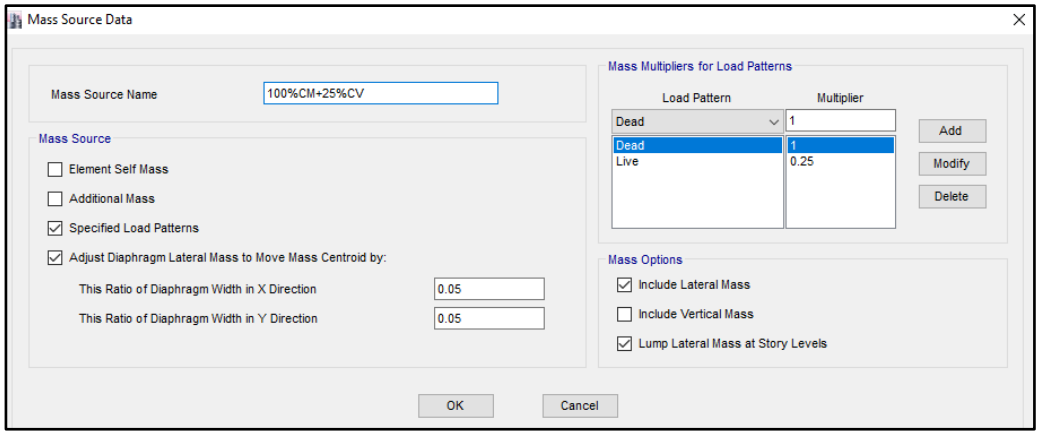


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición de la Mass sourse

Figura 162

Definición de la masa sísmica del modelado

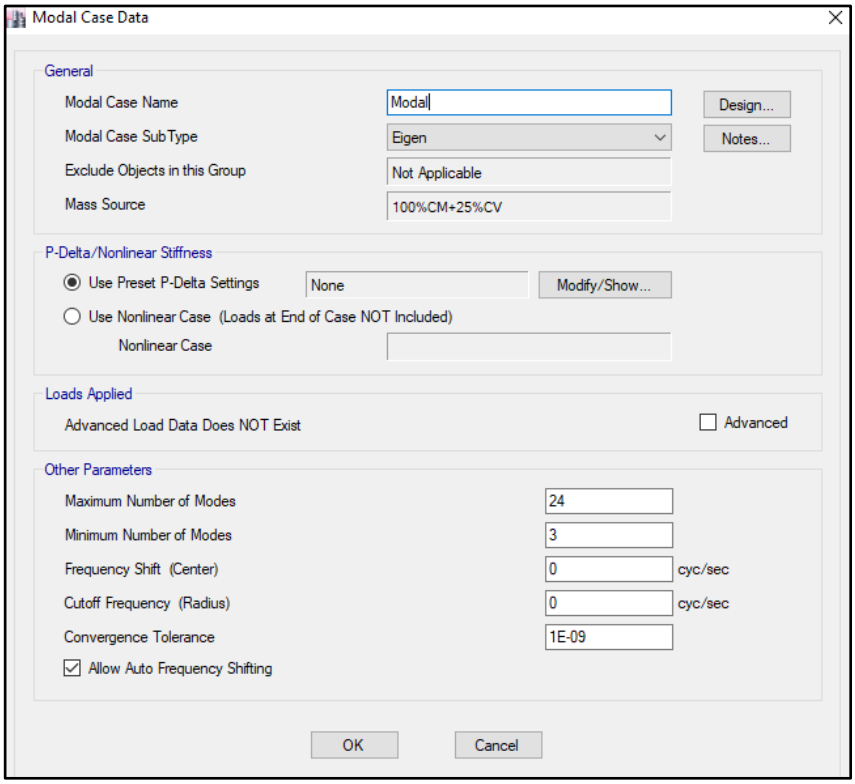


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición del Modal case

Figura 163

Definición del Modal case

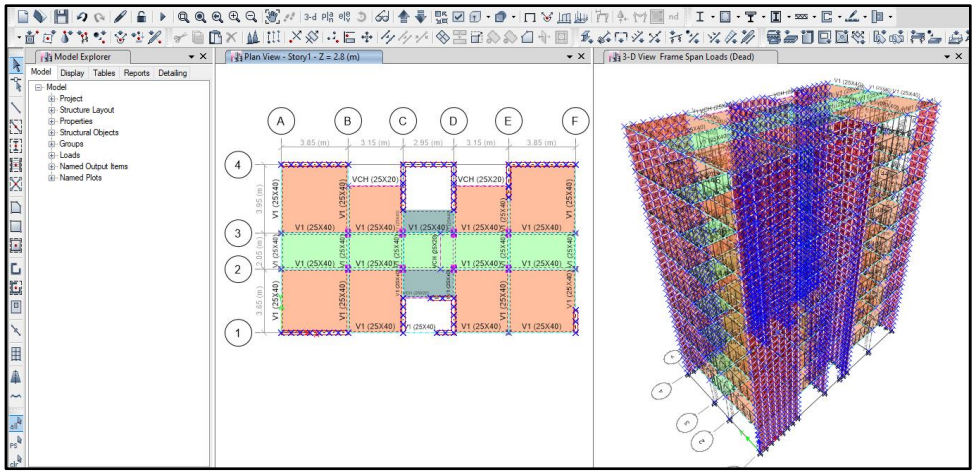


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de todos los elementos del modelado

Figura 164

Selección de todos los elementos del modelado

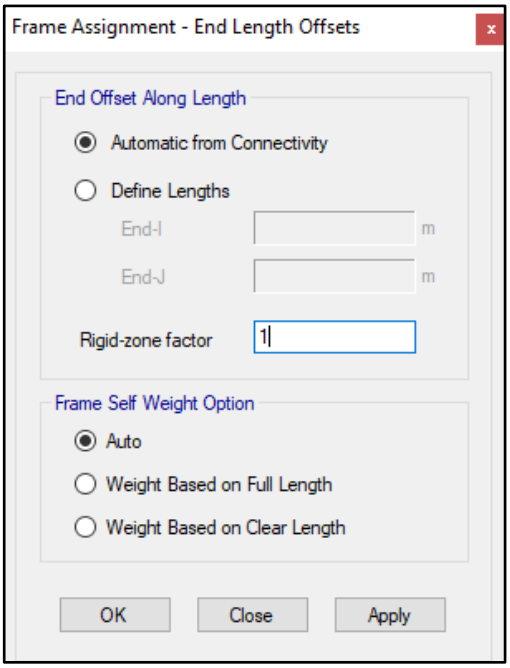


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de brazo rígido

Figura 165

Asignación de brazo rígido

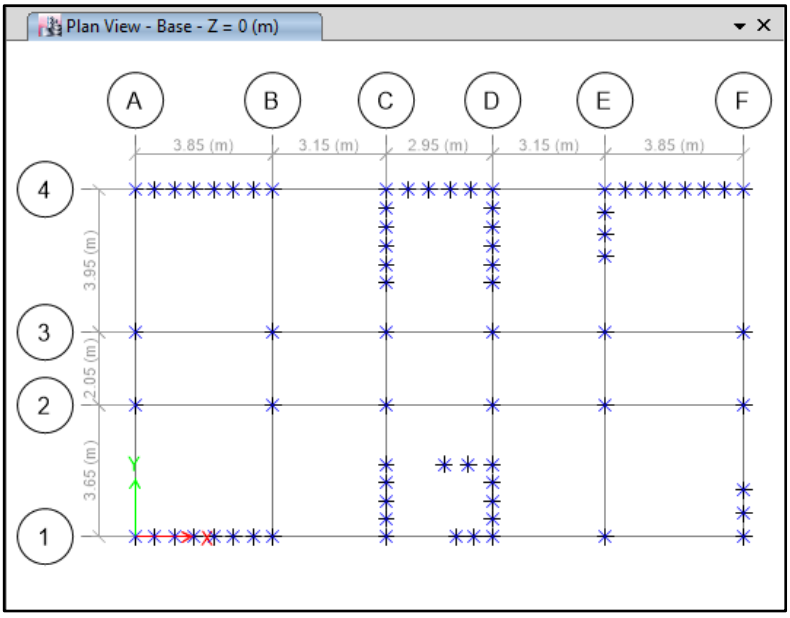


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de nodos para empotramiento en la base

Figura 166

Selección de nodos para empotramiento en la base

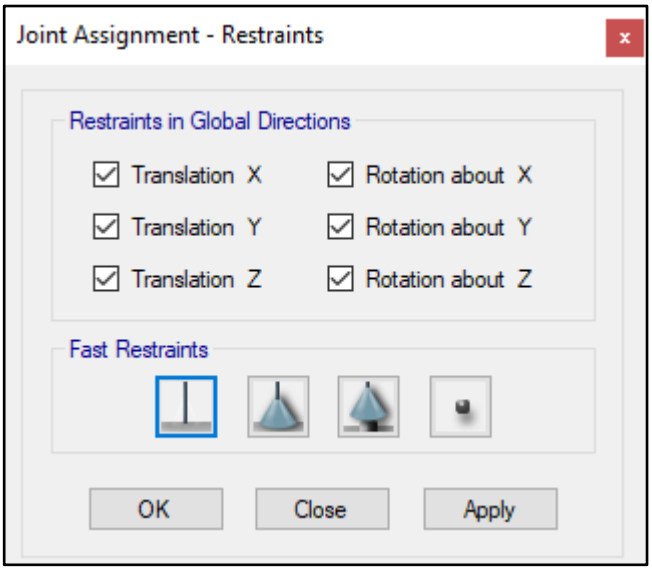


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de restricciones en la base

Figura 167

Asignación de restricciones en la base

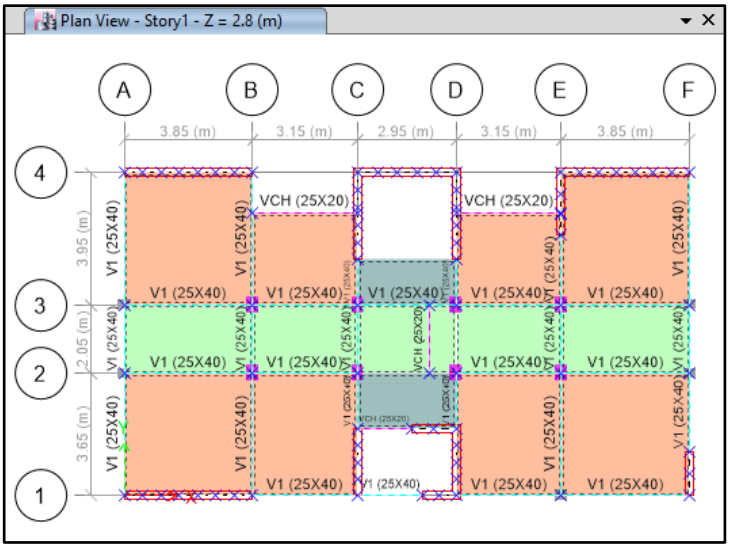


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección del diafragma del primer nivel del modelado

Figura 168

Selección del diafragma del primer nivel del modelado

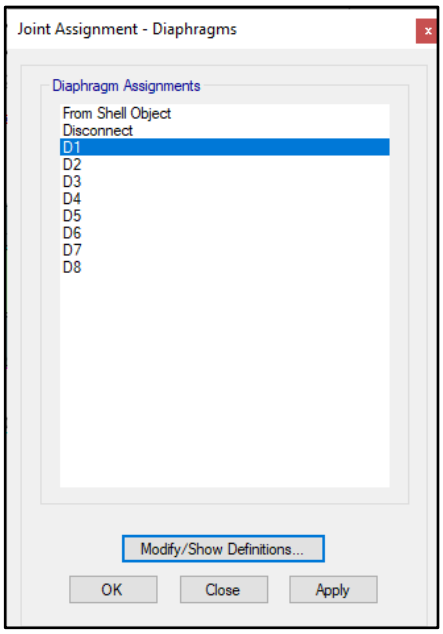


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Asignación de diafragma rígido para el primer nivel

Figura 169

Asignación de diafragma rígido para el primer nivel

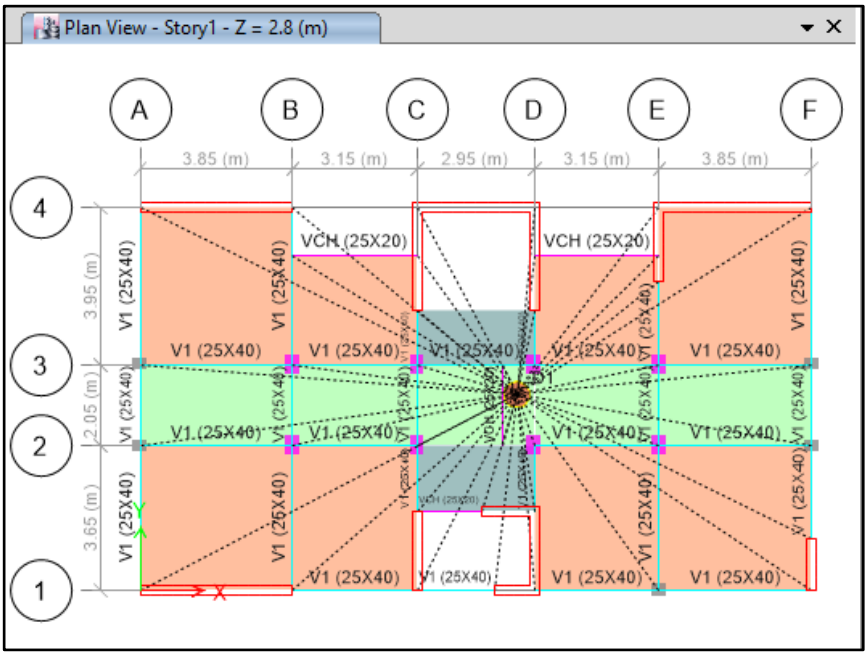


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización del diafragma rígido en planta

Figura 170

Visualización del diafragma rígido en planta

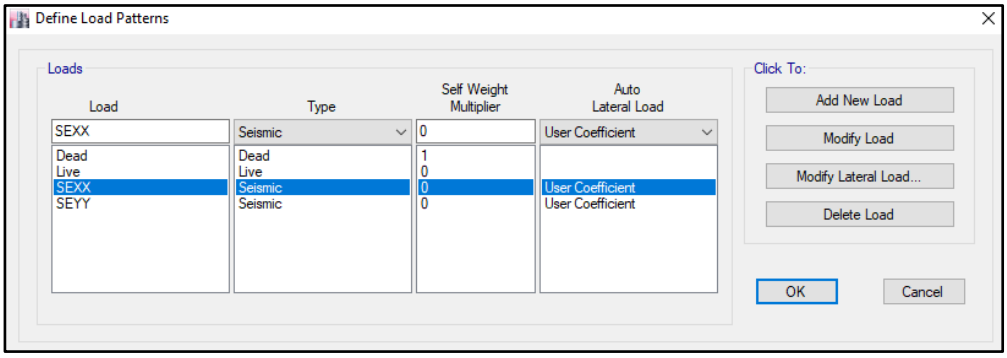


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición del Análisis sísmico estático en Load Patterns: SEXX y SEYY

Figura 171

Definición en Load Patterns: SEXX y SEYY

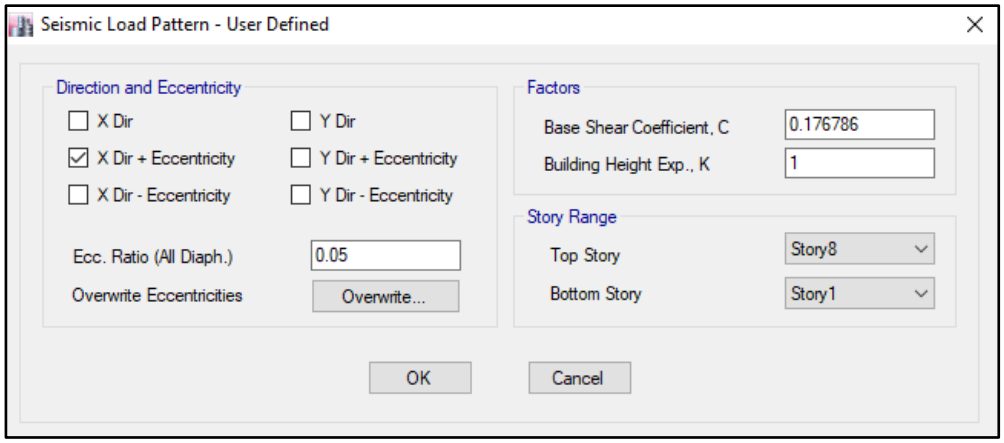


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Insertar los datos por el método User Coefficient del SEXX

Figura 172

Insertar los datos por el método User Coefficient del SEXX

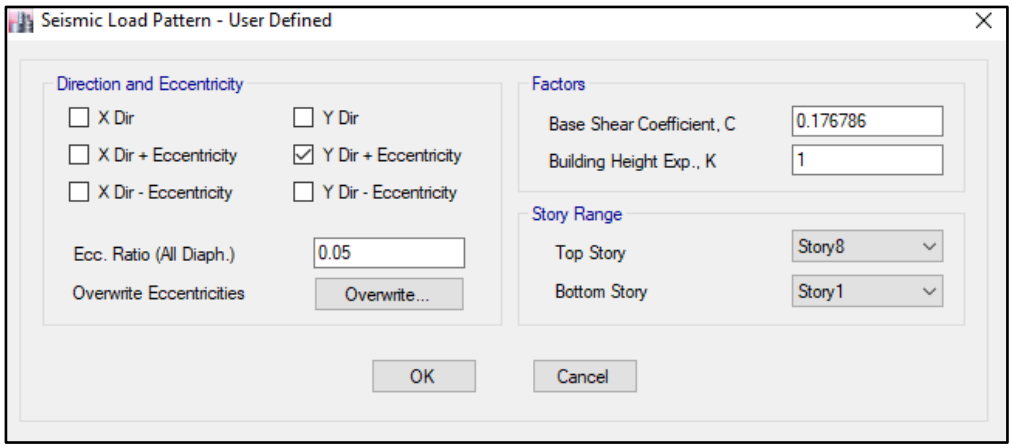


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Insertar los datos por el método User Coefficient del SEYY

Figura 173

Insertar los datos por el método User Coefficient del SEYY

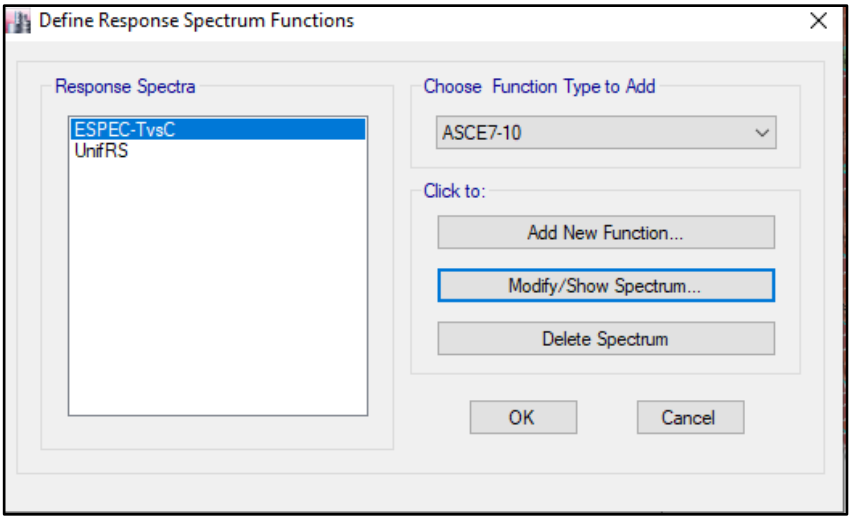


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del espectro de respuesta T vs C

Figura 174

Creación del espectro de respuesta T vs C

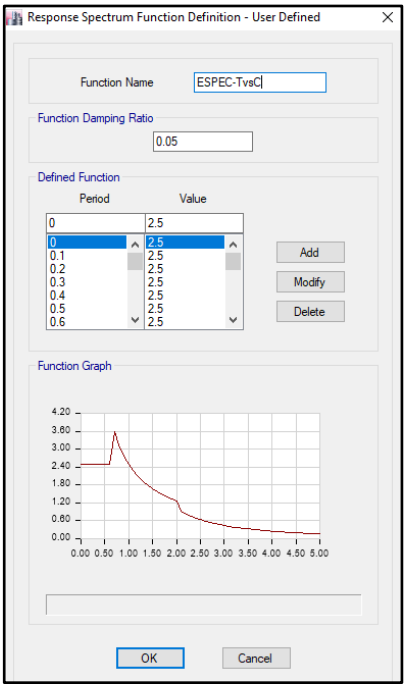


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del espectro mediante un archivo From File

Figura 175.

Creación del espectro mediante un archivo From File

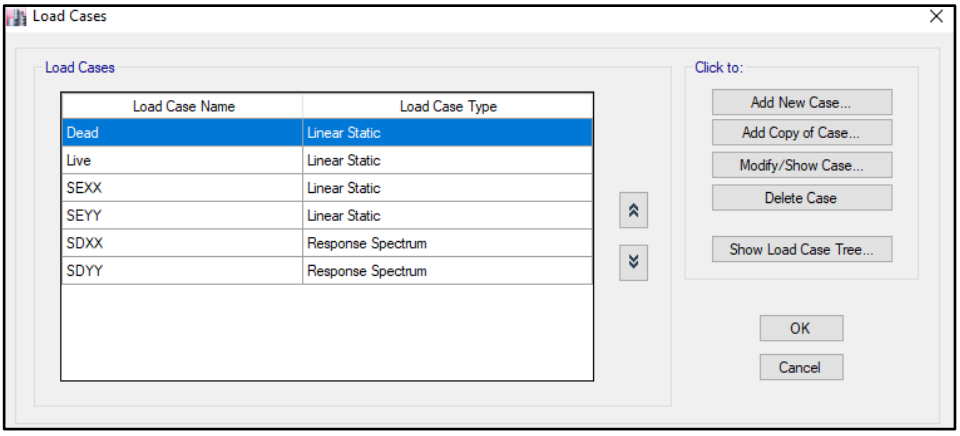


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Definición del Análisis sísmico dinámico: SDXX y SDYY

Figura 176

Definición del Análisis sísmico dinámico: SDXX y SDYY

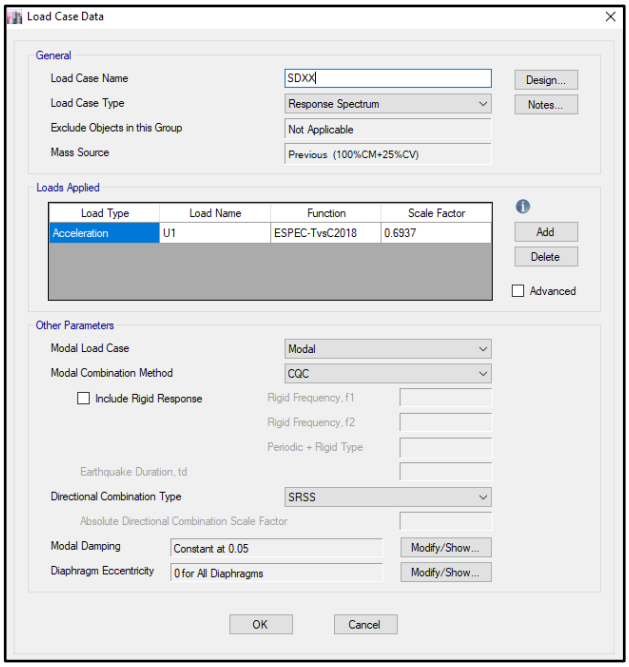


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del análisis SDXX mediante el espectro T vs C

Figura 177

Creación del análisis SDXX mediante el espectro T vs C

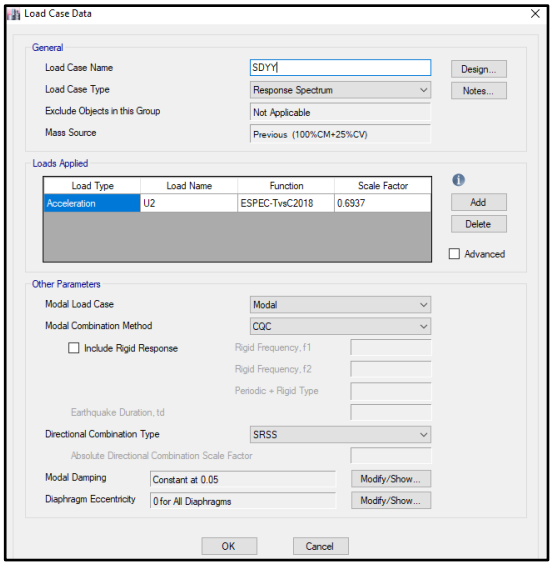


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación del análisis SDYY mediante el espectro T vs C

Figura 178

Creación del análisis SDYY mediante el espectro T vs C

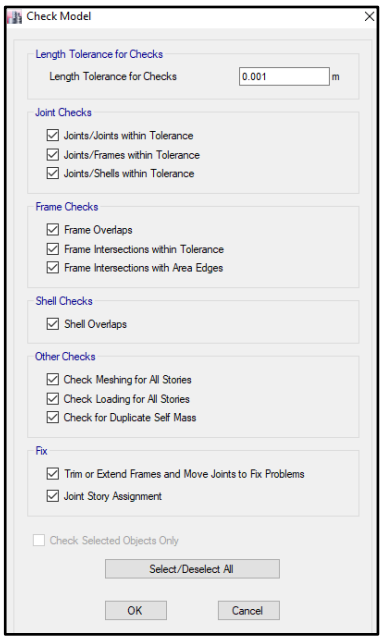


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Revisión del modelo

Figura 179

Revisión del modelo

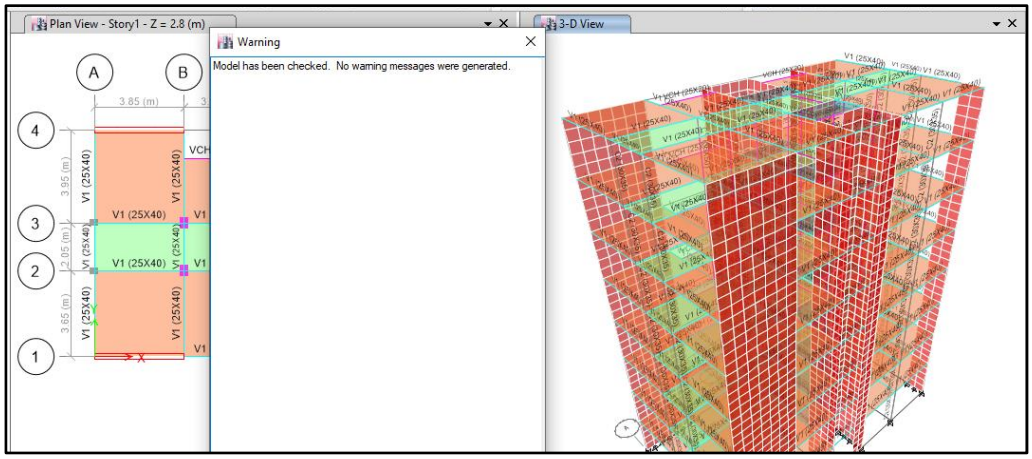


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Confirmación de que no existe error de dibujo en el modelo

Figura 180

Confirmación de que no existe error de dibujo en el modelo

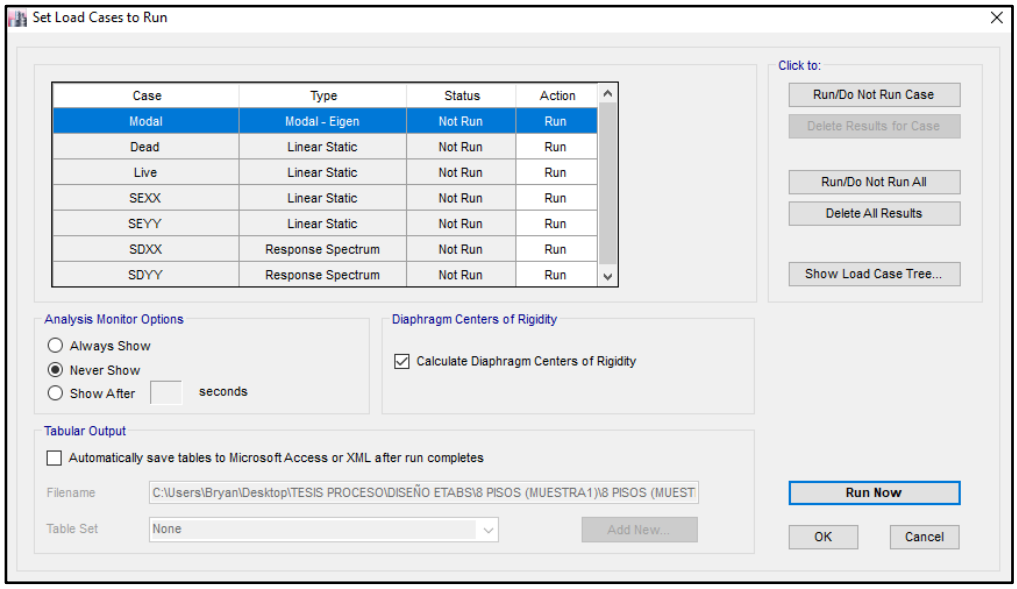


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Analizar el modelo con los casos de carga creados

Figura 181

Analizar el modelo con los casos de carga creados

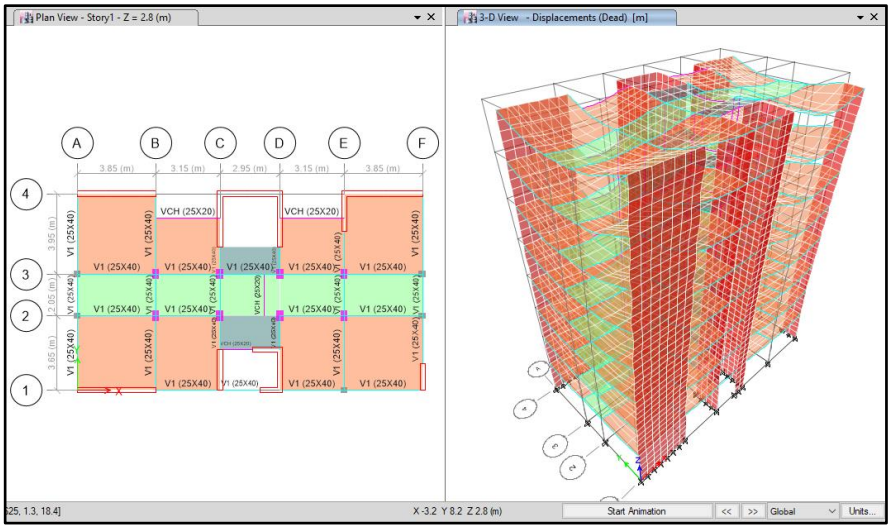


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Visualización del análisis del modelo

Figura 182

Visualización del análisis del modelo

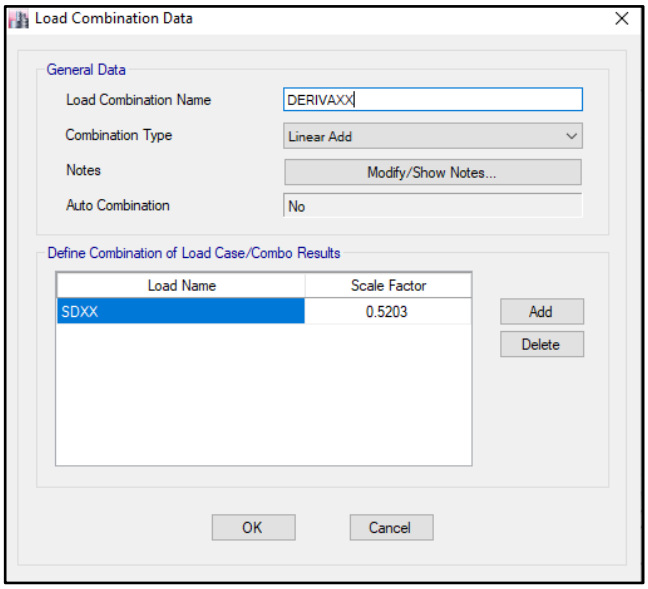


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de una nueva combinación: DerivaXX

Figura 183

Creación de una nueva combinación: DerivaXX

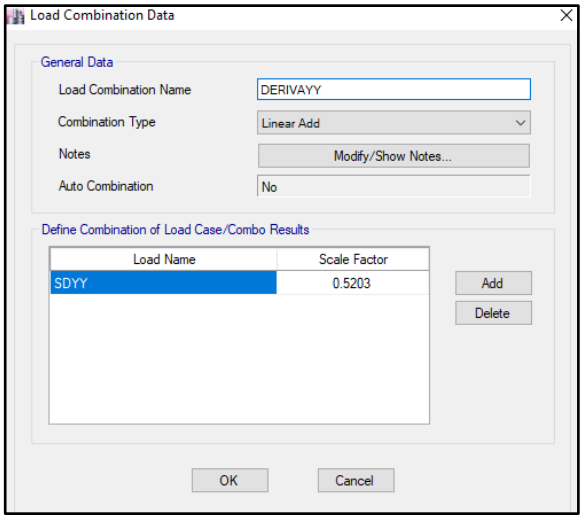


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de una nueva combinación: DerivaYY

Figura 184

Creación de una nueva combinación: DerivaYY

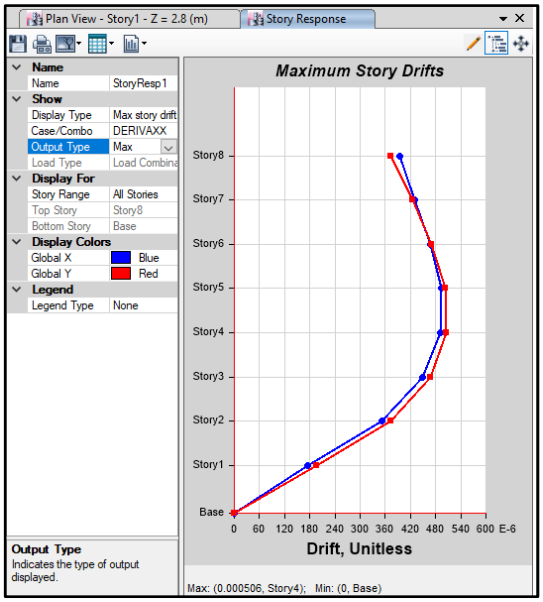


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de un gráfico para visualizar los desplazamientos obtenidos de la DerivaXX

Figura 185

Visualización de los desplazamientos obtenidos de la DerivaXX

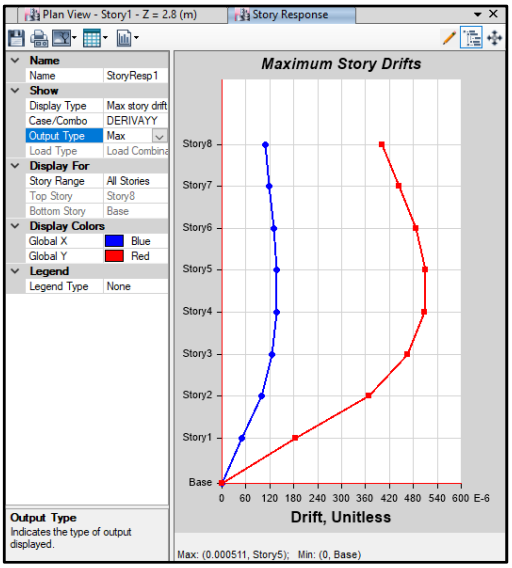


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de un gráfico para visualizar los desplazamientos obtenidos de la DerivaYY

Figura 186

Visualización de los desplazamientos obtenidos de la DerivaYY



Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Exportación de los desplazamientos en X a una tabla en Excel

Figura 187.

Desplazamientos en X de la edificación de 8 pisos (Muestra 1)

DERIVA XX							
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Story8	DERIVAXX Max	X	0.000394	258	2.2	0	21
Story7	DERIVAXX Max	X	0.000429	31	7	0	18.4
Story6	DERIVAXX Max	X	0.000468	309	9.45	0	15.8
Story5	DERIVAXX Max	X	0.000493	258	2.2	0	13.2
Story4	DERIVAXX Max	X	0.000490	258	2.2	0	10.6
Story3	DERIVAXX Max	X	0.000448	258	2.2	0	8
Story2	DERIVAXX Max	X	0.000352	253	1.65	0	5.4
Story1	DERIVAXX Max	X	0.000176	31	7	0	2.8

Nota: Extraido de Excel [Captura de pantalla]

Exportación de los desplazamientos en Y a una tabla en Excel

Figura 188

Desplazamientos en Y de la edificación de 8 pisos (Muestra 1)

DERIVA YY							
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
					m	m	m
Story8	DERIVAYY Max	Y	0.000402	500	16.95	0.65	21
Story7	DERIVAYY Max	Y	0.000445	26	16.95	1.3	18.4
Story6	DERIVAYY Max	Y	0.000486	500	16.95	0.65	15.8
Story5	DERIVAYY Max	Y	0.000511	500	16.95	0.65	13.2
Story4	DERIVAYY Max	Y	0.000508	500	16.95	0.65	10.6
Story3	DERIVAYY Max	Y	0.000465	500	16.95	0.65	8
Story2	DERIVAYY Max	Y	0.000369	500	16.95	0.65	5.4
Story1	DERIVAYY Max	Y	0.000183	27	16.95	0	2.8

Nota: Extraido de Excel [Captura de pantalla]

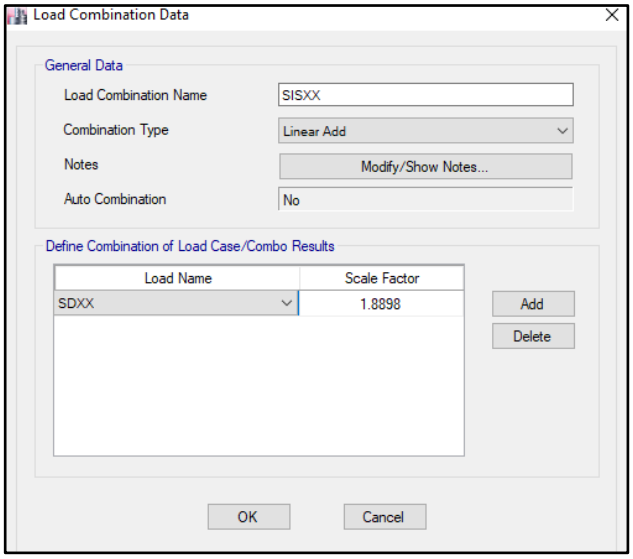
2.9.2.2. Exportación de datos

La exportación de las cargas de la edificación se realizó una vez creado la combinación por sismo y las combinaciones de diseño, como se muestra a continuación:

Creación de una nueva combinación: SismoXX

Figura 189

Creación de una nueva combinación: SismoXX

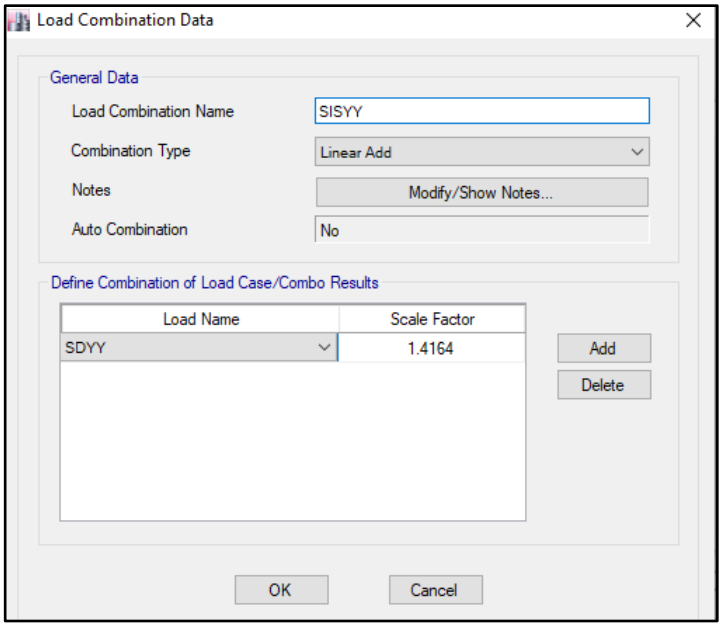


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de una nueva combinación: SismoYY

Figura 190

Creación de una nueva combinación: SismoYY

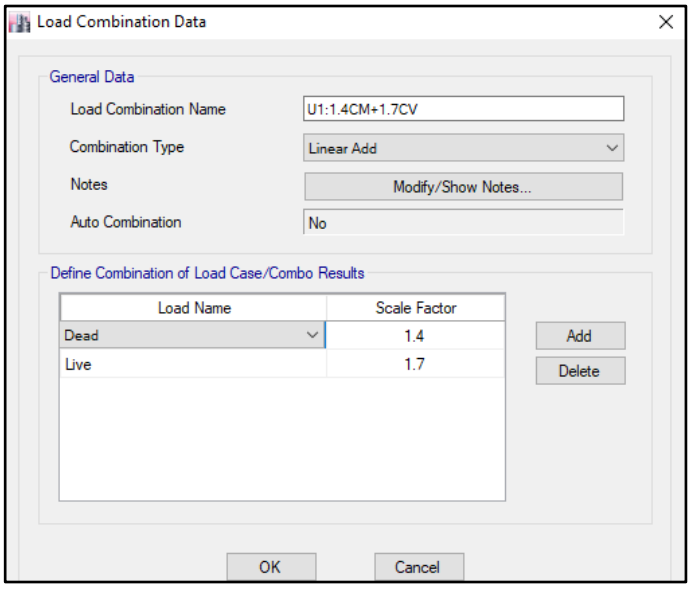


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U1: 1.4CM+1.7CV

Figura 191

Creación de la combinación de diseño U1: 1.4CM+1.7CV

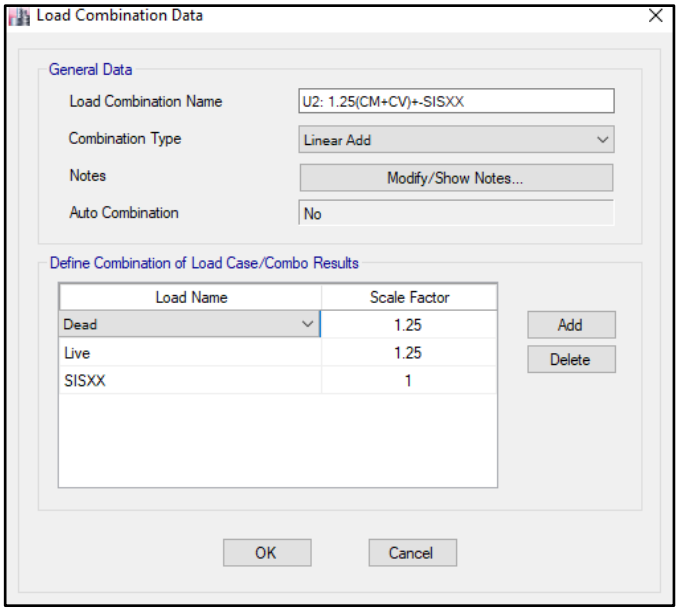


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U2: 1.25(CM+CV) +-SISXX

Figura 192

Creación de la combinación de diseño U2: 1.25(CM+CV) +-SISXX

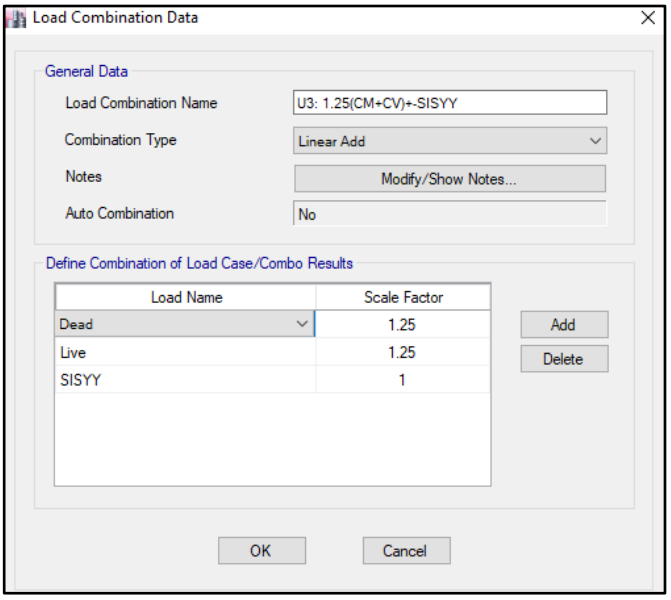


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U3: 1.25(CM+CV) +-SISYY

Figura 193

Creación de la combinación de diseño U3: 1.25(CM+CV) +-SISYY

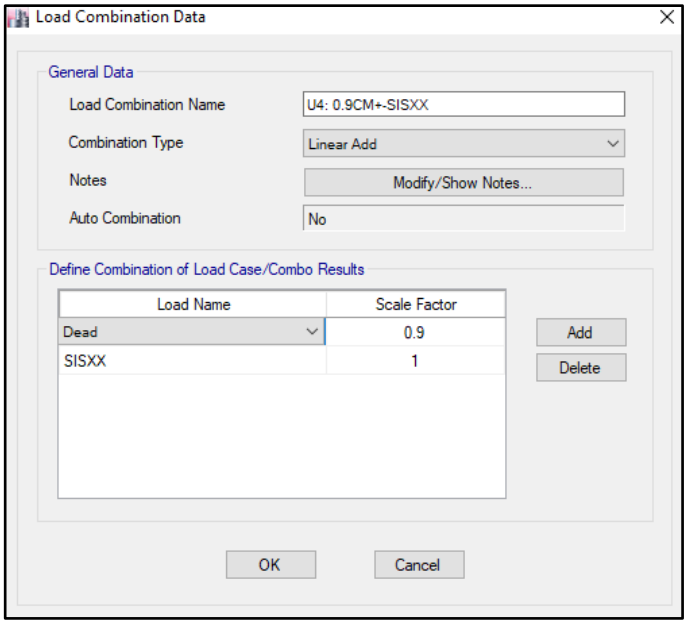


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U4: 0.9CM+-SISXX

Figura 194

Creación de la combinación de diseño U4: 0.9CM+-SISXX

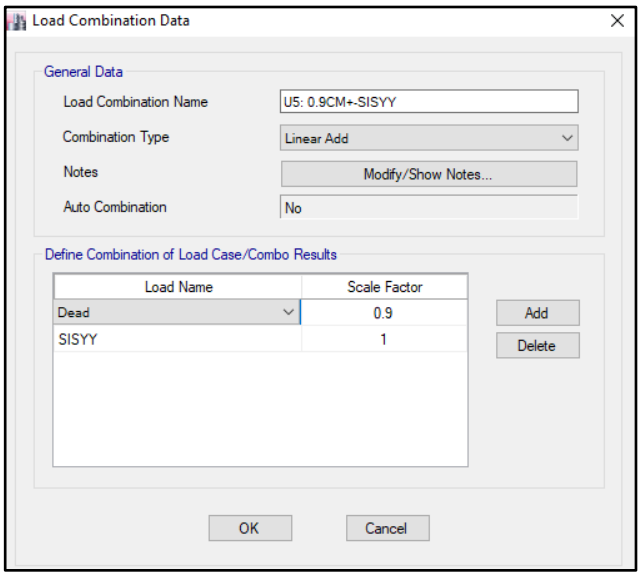


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U5: 0.9CM+-SISYY

Figura 195

Creación de la combinación de diseño U5: 0.9CM+-SISYY

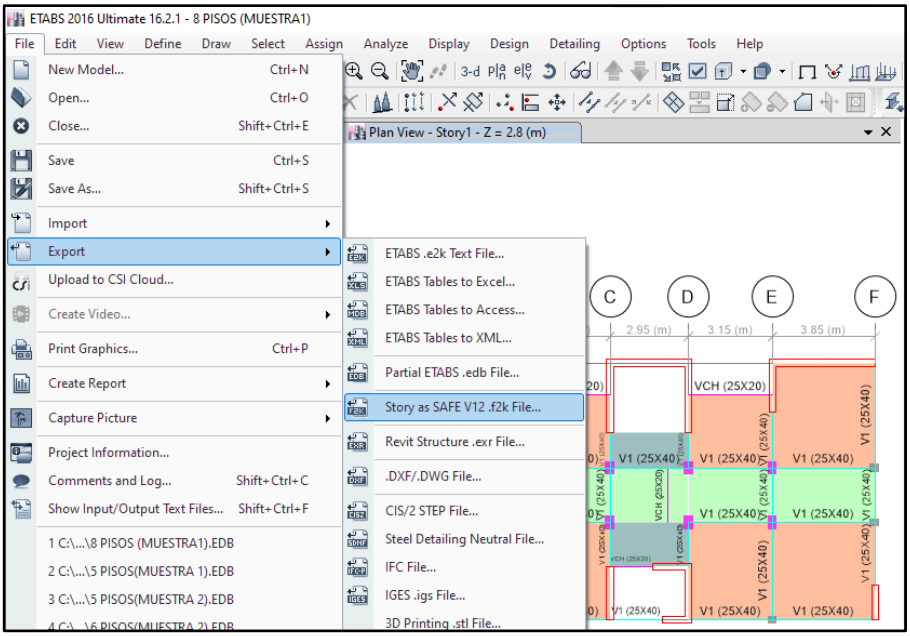


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Exportación de cargas del programa ETABS al SAFE

Figura 196

Exportación de cargas del programa ETABS al SAFE

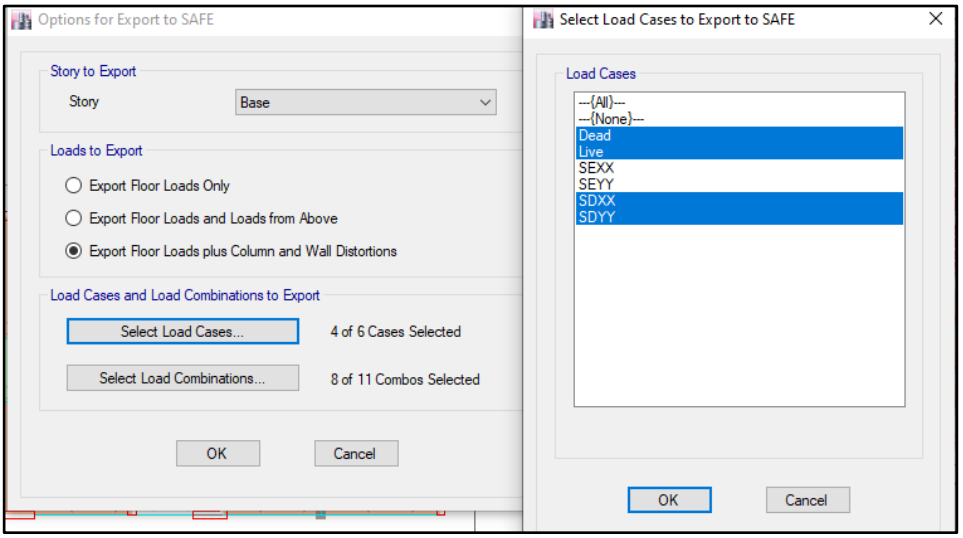


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de los casos de carga a exportar

Figura 197

Selección de los casos de carga a exportar

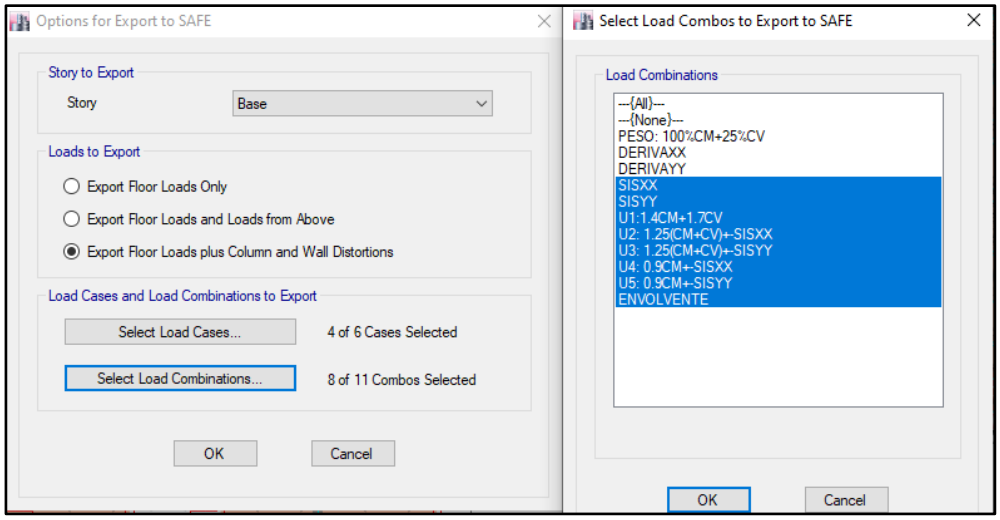


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Selección de las combinaciones de diseño a exportar

Figura 198

Selección de las combinaciones de diseño a exportar

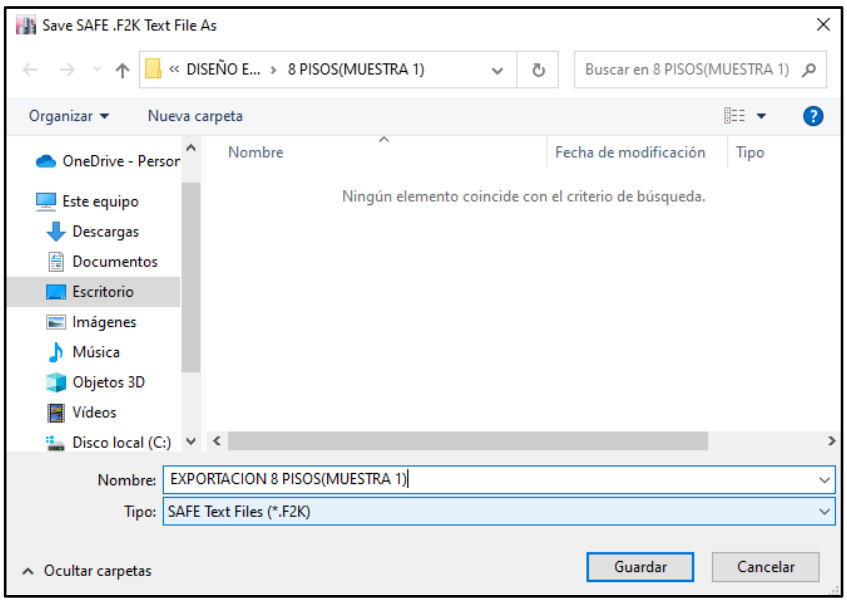


Nota: Extraido de Etabs [Captura de pantalla]

Guardamos el archivo, para posteriormente importarlo en el programa SAFE

Figura 199

Archivo para importar en SAFE



Nota: Extraido de Documentos [Captura de pantalla]

2.9.3. Diseño de las plateas de cimentación en suelos no cohesivos

2.9.3.1. Capacidad de carga

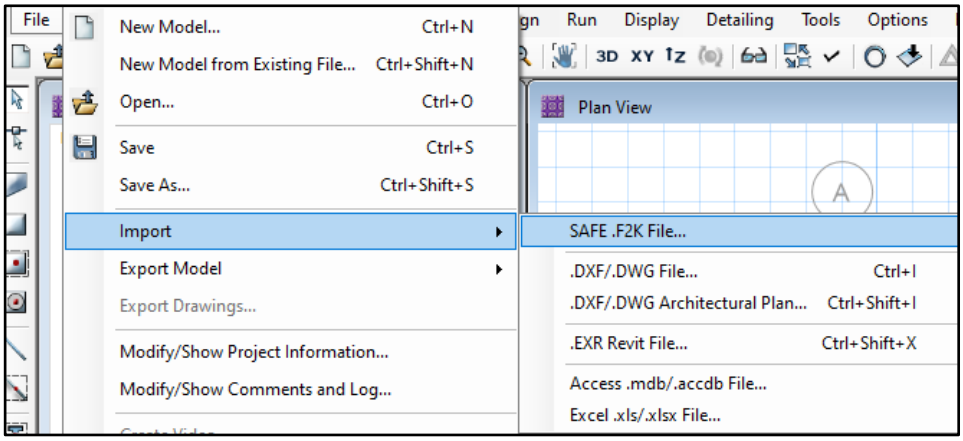
Para la obtención de la capacidad de carga de las plateas en suelos no cohesivos en la ciudad de Trujillo, importamos los datos del programa ETABS al SAFE. Asimismo, como se realizó el modelado con la edificación de 8 pisos (Muestra 1), también se realizará el proceso de diseño de la platea con la misma muestra con la que se vino trabajando.

A continuación, se muestra los pasos que seguimos para calcular la capacidad de carga de las plateas en un suelo no cohesivo en Trujillo:

Importación al SAFE del archivo 8 pisos (muestra 1)

Figura 200

Importación al SAFE del archivo 8 pisos (muestra 1)

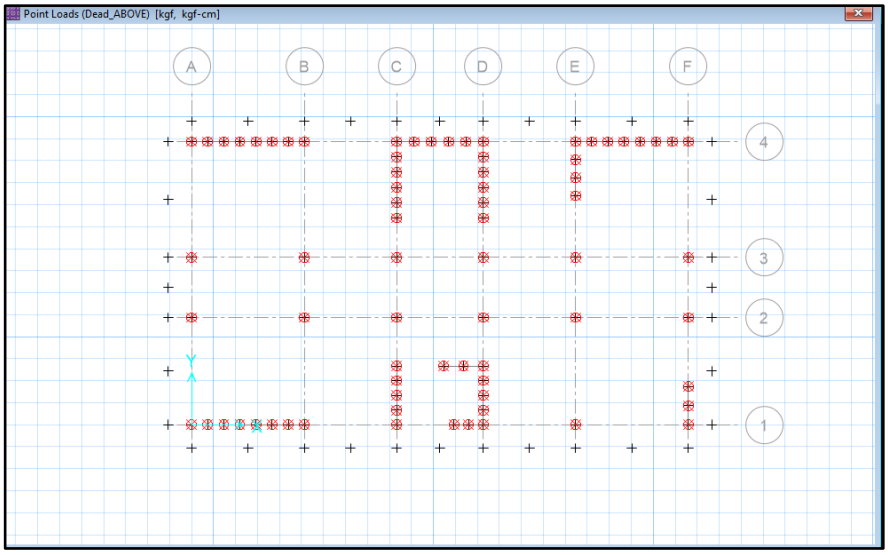


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de las cargas importadas

Figura 201

Visualización de las cargas importadas

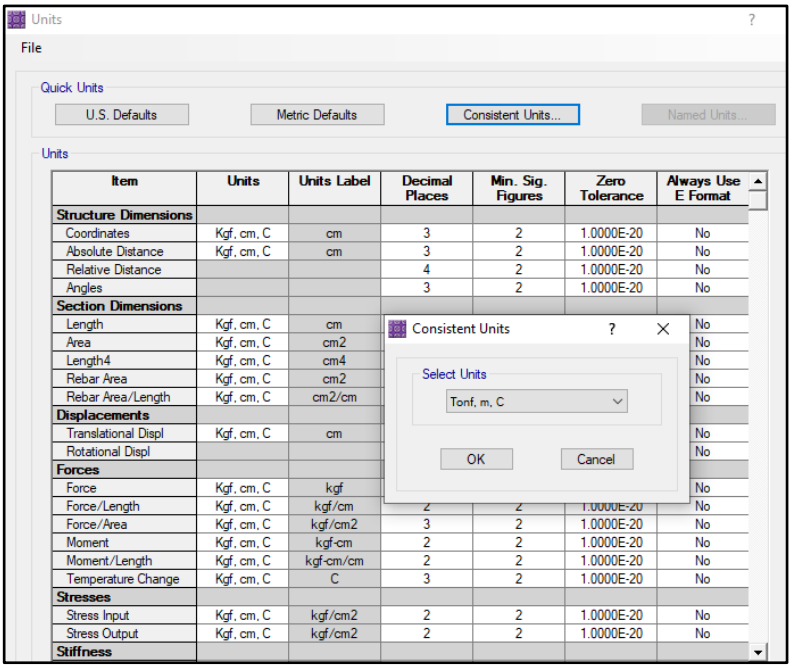


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de Unidades

Figura 202

Definición de unidades



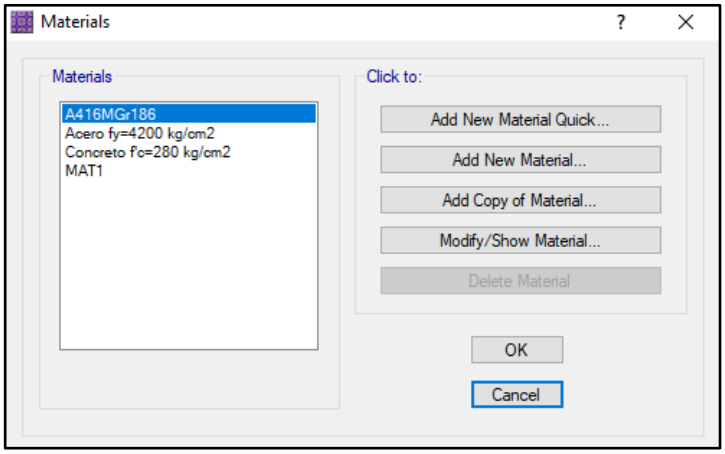
Item	Units	Units Label	Decimal Places	Min. Sig. Figures	Zero Tolerance	Always Use E Format
Structure Dimensions						
Coordinates	Kgf, cm, C	cm	3	2	1.0000E-20	No
Absolute Distance	Kgf, cm, C	cm	3	2	1.0000E-20	No
Relative Distance			4	2	1.0000E-20	No
Angles			3	2	1.0000E-20	No
Section Dimensions						
Length	Kgf, cm, C	cm				No
Area	Kgf, cm, C	cm2				No
Length4	Kgf, cm, C	cm4				No
Rebar Area	Kgf, cm, C	cm2				No
Rebar Area/Length	Kgf, cm, C	cm2/cm				No
Displacements						
Translational Displ	Kgf, cm, C	cm				No
Rotational Displ						No
Forces						
Force	Kgf, cm, C	kgf				No
Force/Length	Kgf, cm, C	kgf/cm	2	2	1.0000E-20	No
Force/Area	Kgf, cm, C	kgf/cm2	3	2	1.0000E-20	No
Moment	Kgf, cm, C	kgf-cm	2	2	1.0000E-20	No
Moment/Length	Kgf, cm, C	kgf-cm/cm	2	2	1.0000E-20	No
Temperature Change	Kgf, cm, C	C	3	2	1.0000E-20	No
Stresses						
Stress Input	Kgf, cm, C	kgf/cm2	2	2	1.0000E-20	No
Stress Output	Kgf, cm, C	kgf/cm2	2	2	1.0000E-20	No
Stiffness						

Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de los materiales de concreto f'c= 280 kg/cm2 y el acero f'y= 4200 kg/cm2

Figura 203.

Definición del concreto y acero

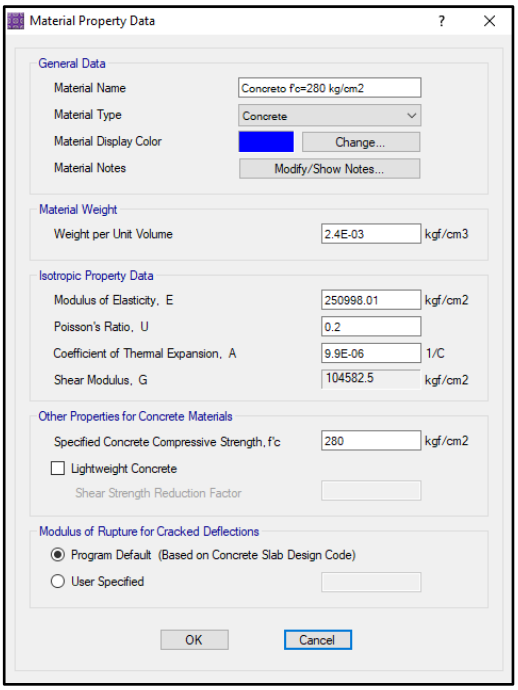


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades del concreto F'c=280 kg/cm2

Figura 204

Creación de las propiedades del concreto F'c 280 kg/cm2

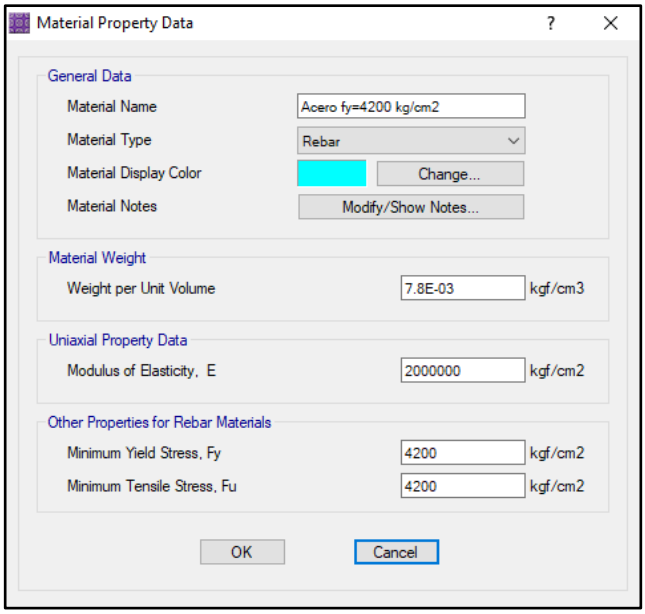


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las propiedades del acero de refuerzo f'y= 4200 kg/cm2

Figura 205

Creación de las propiedades del acero de refuerzo f'y= 4200 kg/cm2

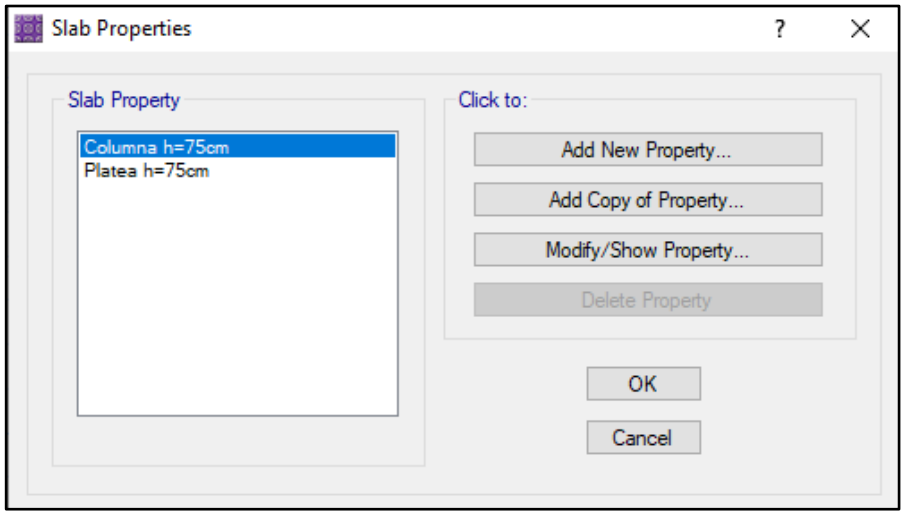


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de los elementos tipo Slab: Columnas y Platea

Figura 206

Creación de los elementos tipo Slab: Columnas y Platea

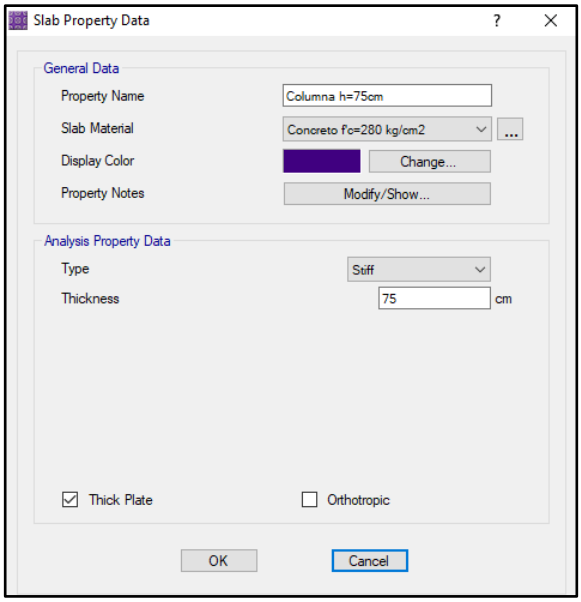


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de Columna h=75cm

Figura 207

Ingreso de las características de Columna h=75cm

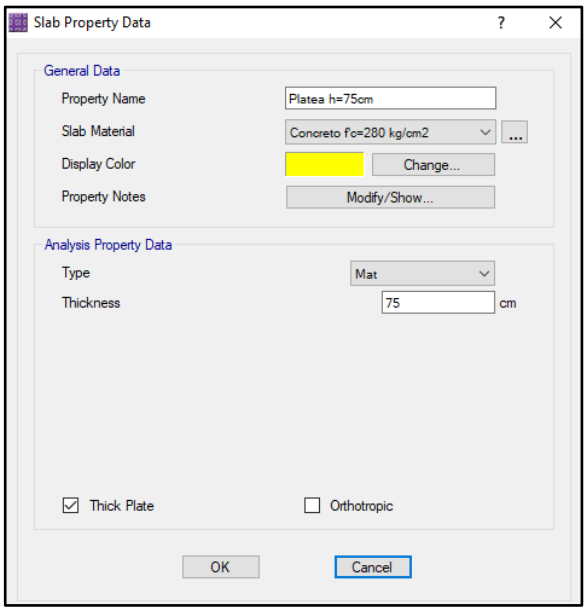


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Ingreso de las características de Platea h=75cm

Figura 208

Ingreso de las características de Platea h=75cm

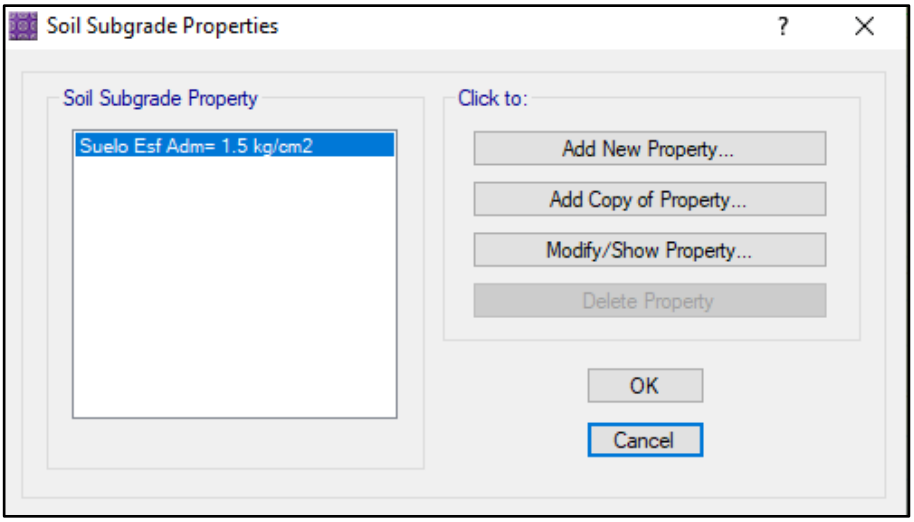


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de las propiedades del suelo

Figura 209

Definición de las propiedades del suelo

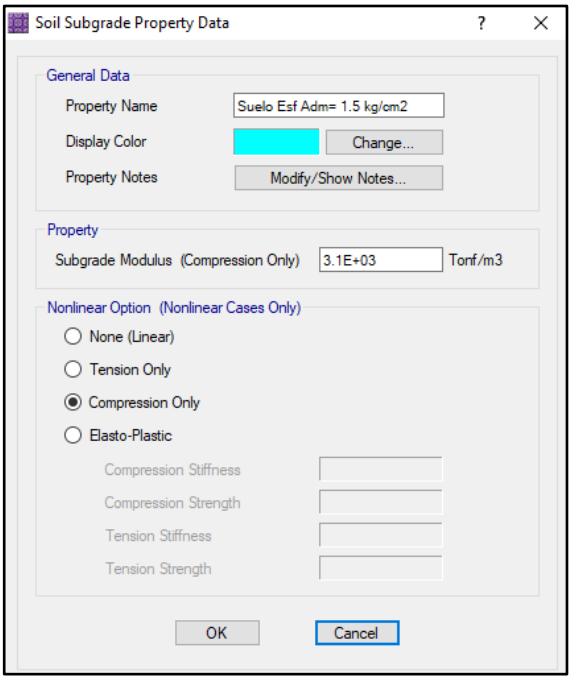


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación del suelo no cohesivo Esfuerzo Admisible=1.5 kg/cm2

Figura 210

Creación del suelo no cohesivo Esfuerzo Admisible=1.5 kg/cm2

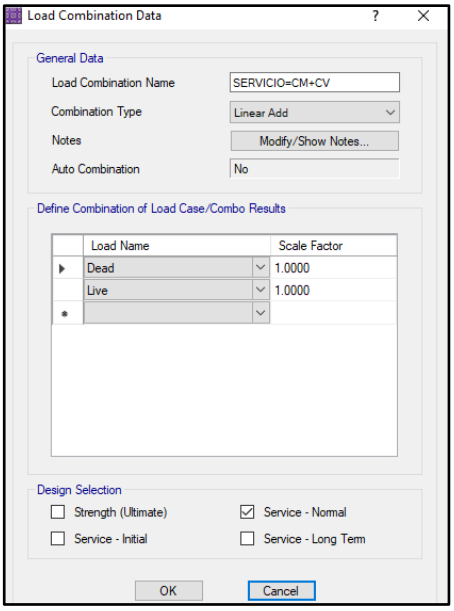


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño SERVICIO: CM+CV

Figura 211

Creación de la combinación de diseño SERVICIO: CM+CV

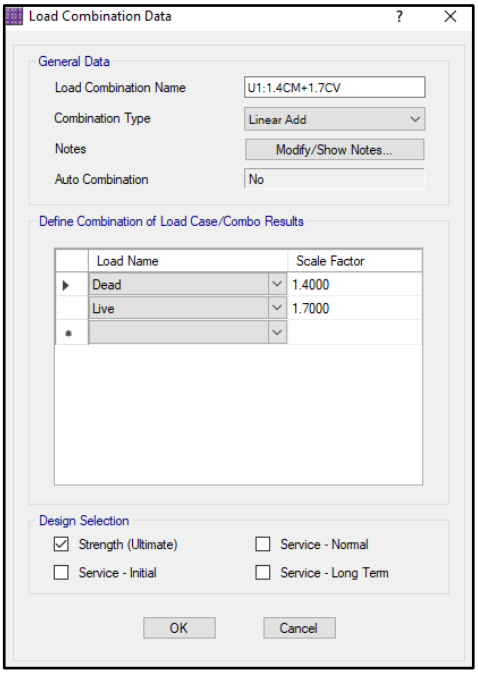


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U1: 1.4CM+1.7CV

Figura 212

Creación de la combinación de diseño U1: 1.4CM+1.7CV

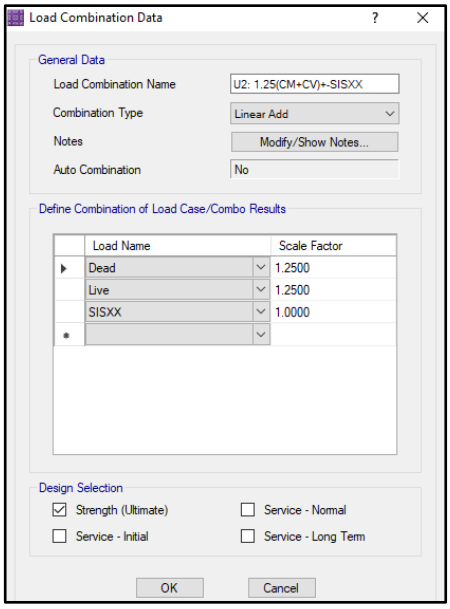


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U2: 1.25(CM+CV) +-SISXX

Figura 213

Creación de la combinación de diseño U2: 1.25(CM+CV) +-SISXX

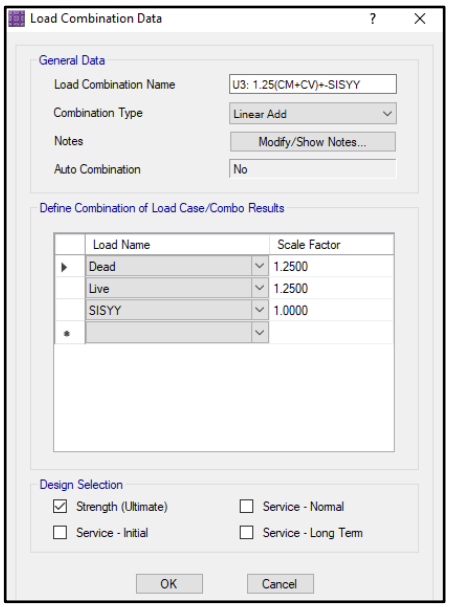


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U3: 1.25(CM+CV) +-SISYY

Figura 214

Creación de la combinación de diseño U3: 1.25(CM+CV) +-SISYY

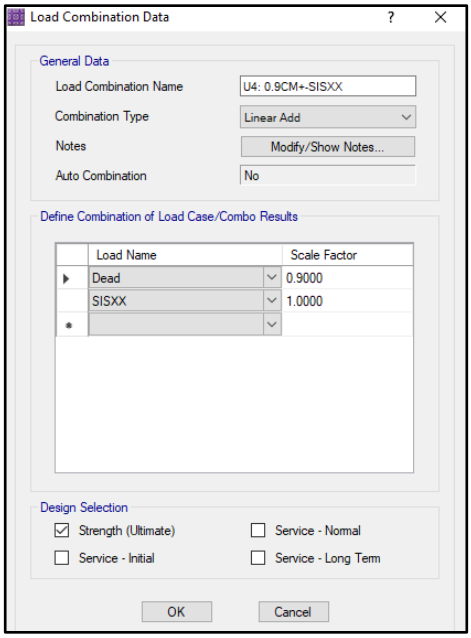


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U4: 0.9CM+-SISXX

Figura 215

Creación de la combinación de diseño U4: 0.9CM+-SISXX

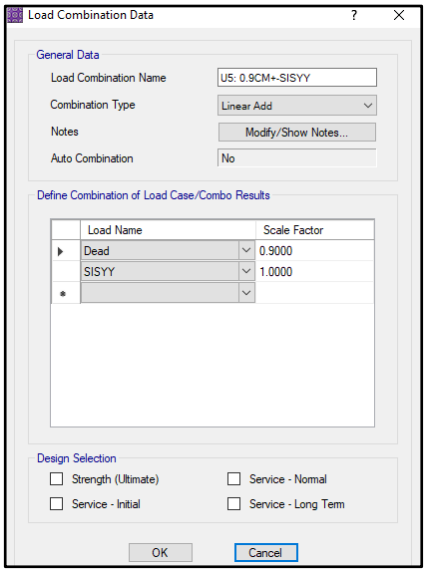


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la combinación de diseño U5: 0.9CM+-SISYY

Figura 216

Creación de la combinación de diseño U5: 0.9CM+-SISYY

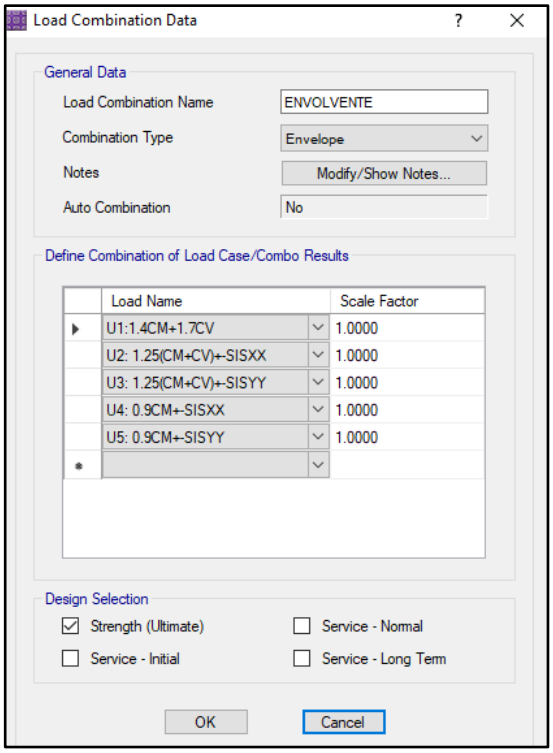


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de la envolvente

Figura 217

Creación de la envolvente

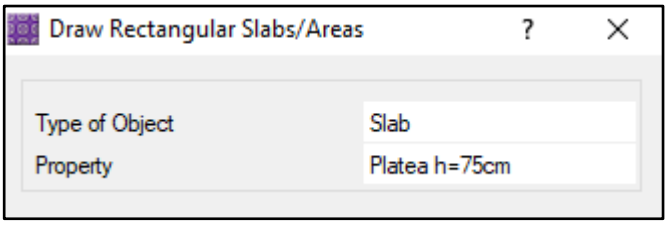


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Dibujo de elementos tipo Slab: Platea y Columna

Figura 218

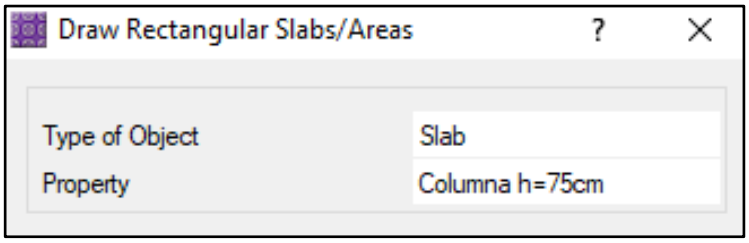
Dibujo de elementos tipo Slabs: Platea h=75cm



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Figura 219

Dibujo de elementos tipo Slabs: Columna h=75cm

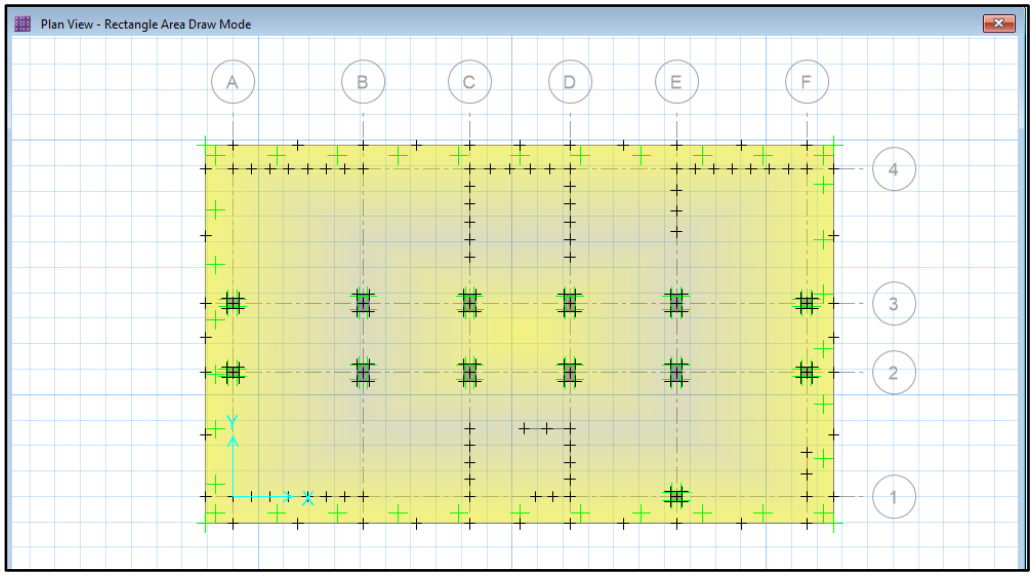


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Planta de los elementos Platea y Columna

Figura 220

Planta de los elementos Platea y Columna

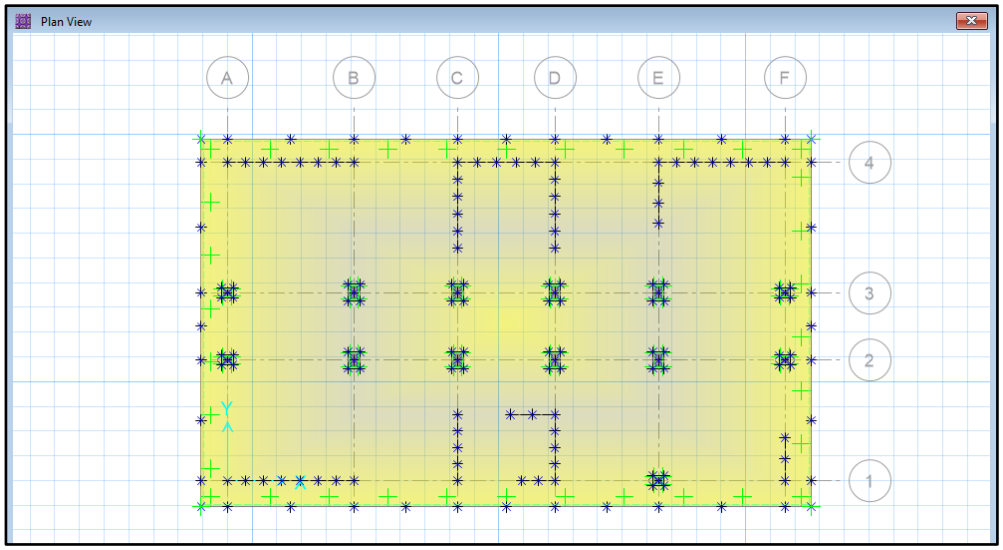


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de todos los elementos de la platea

Figura 221

Selección de todos los elementos de la platea

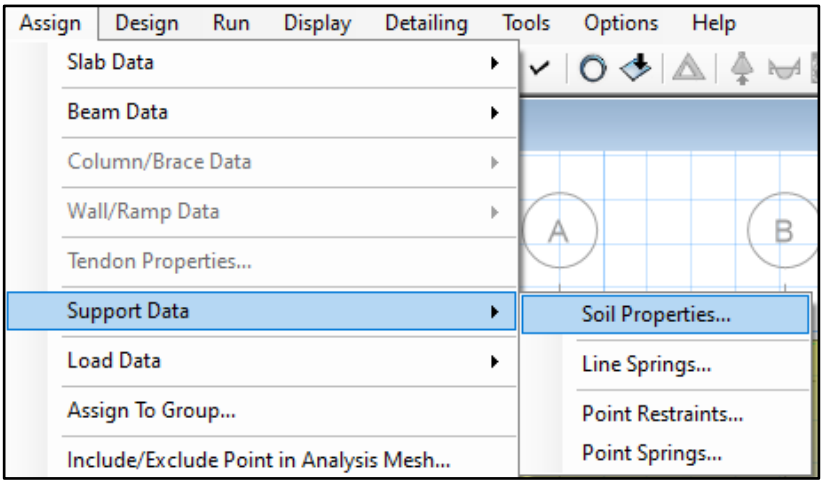


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de la propiedad Suelo

Figura 222

Asignación de la propiedad Suelo

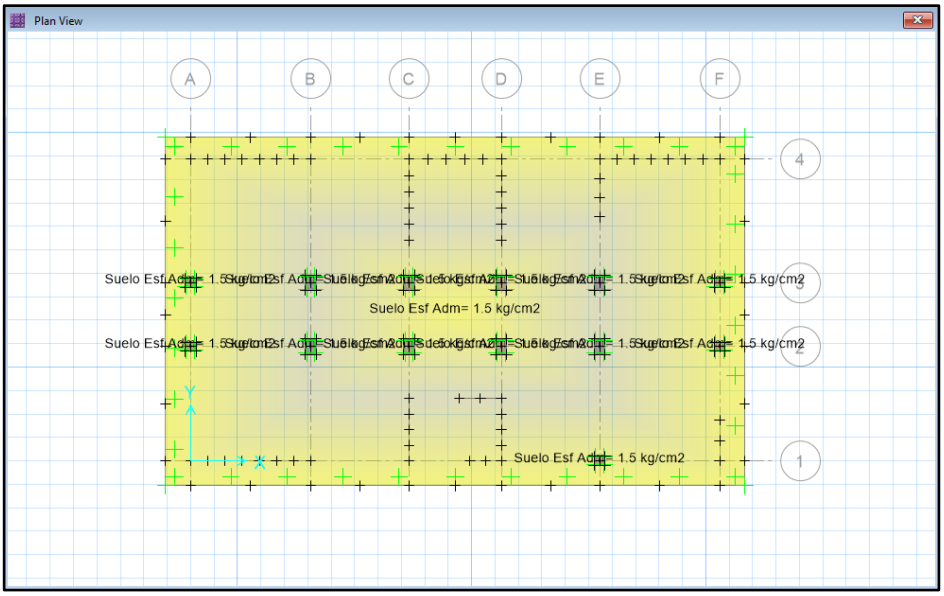


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de la propiedad Suelo Esf. Adm. =1.5 kg/cm2

Figura 223

Visualización de la propiedad Suelo Esf. Adm. =1.5 kg/cm2

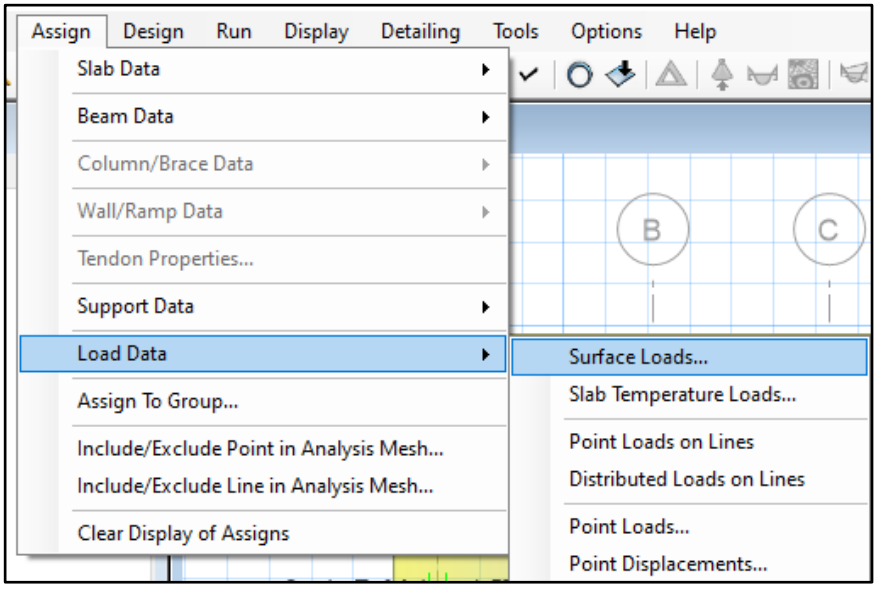


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de sobrecarga muerta y viva

Figura 224.

Asignación de sobrecarga muerta y viva

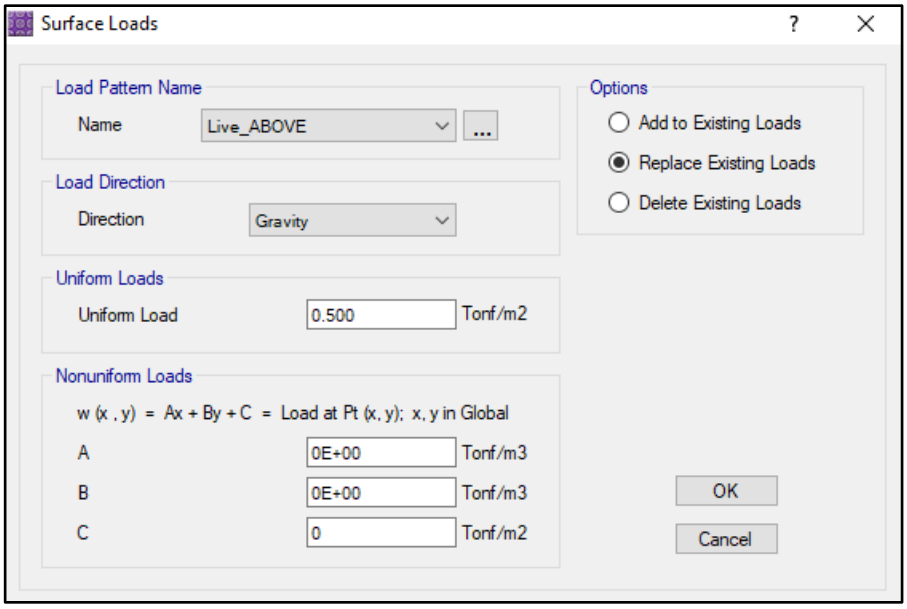


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de sobrecarga viva

Figura 225

Sobrecarga viva de 0.5 Ton/m2

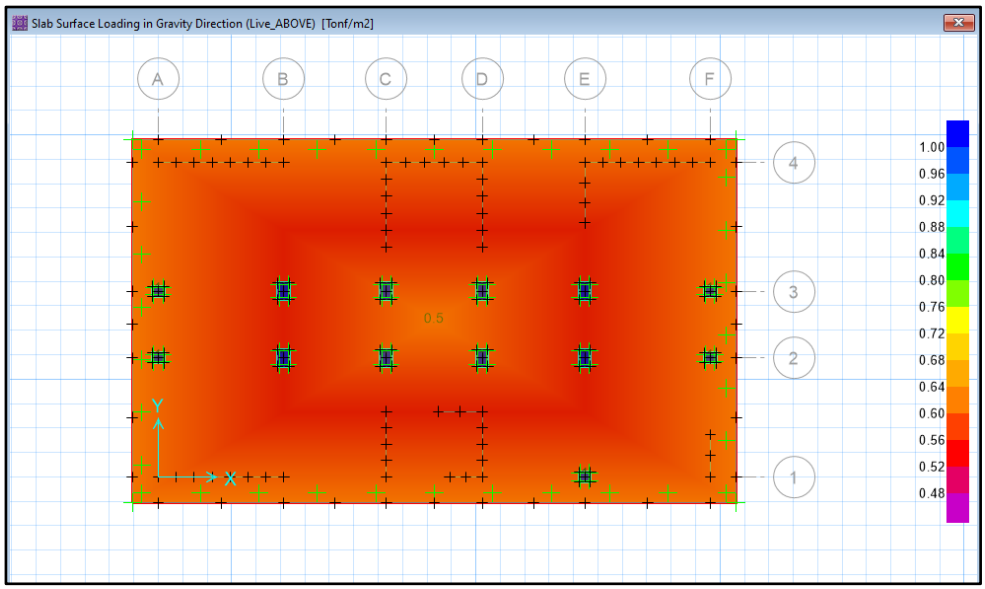


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de la sobrecarga viva

Figura 226

Visualización de la sobrecarga viva

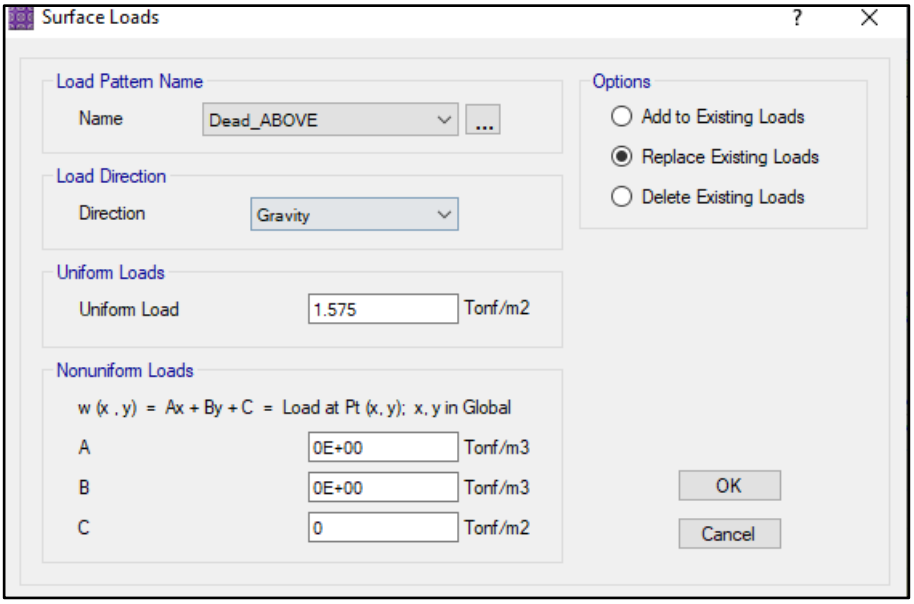


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de sobrecarga muerta

Figura 227

Sobrecarga muerta de 1.575 Ton/m2

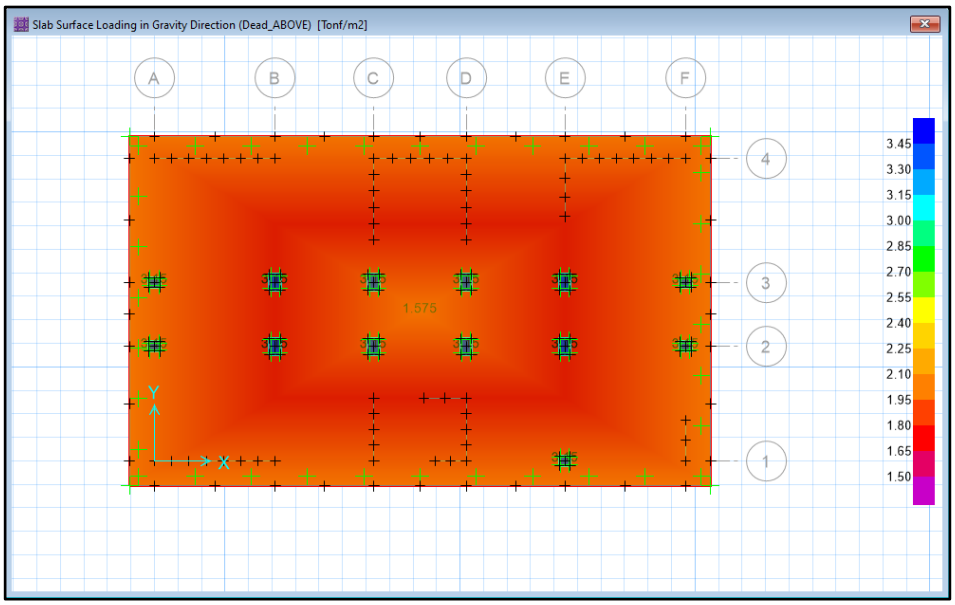


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de la sobrecarga muerta

Figura 228

Visualización de la sobrecarga muerta

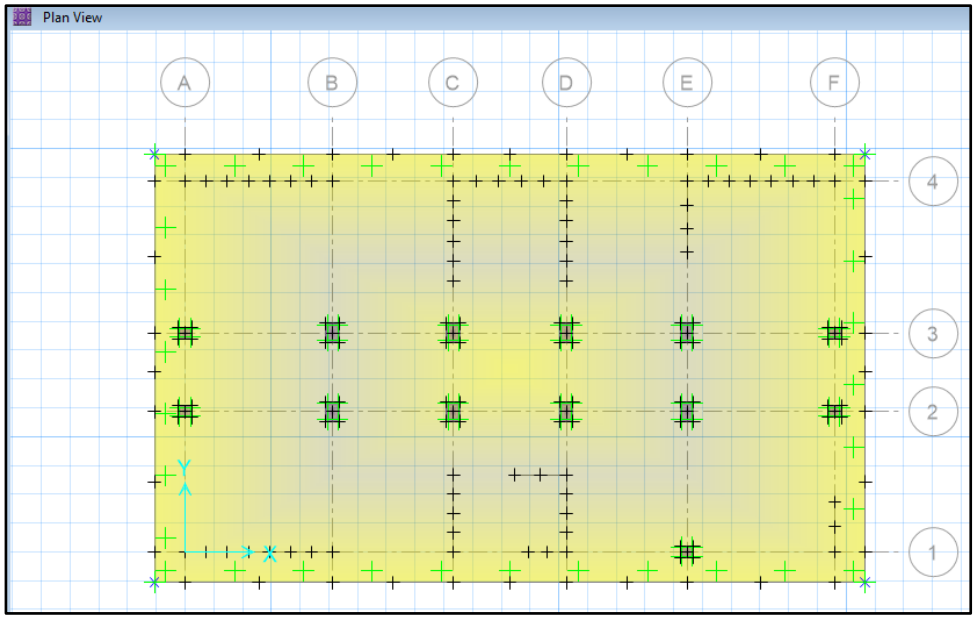


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de las esquinas de la platea de cimentación

Figura 229

Selección de las esquinas de la platea de cimentación

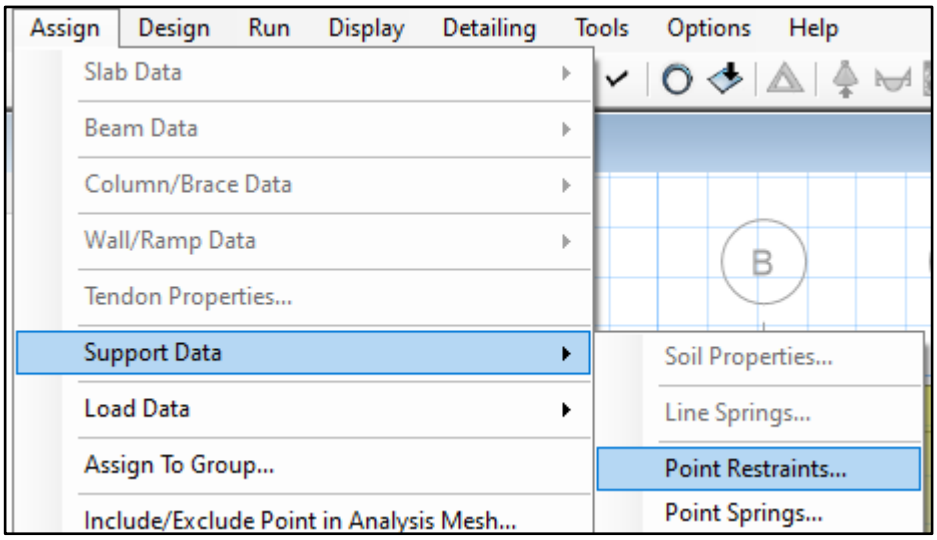


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de los puntos de restricción

Figura 230

Asignación de los puntos de restricción

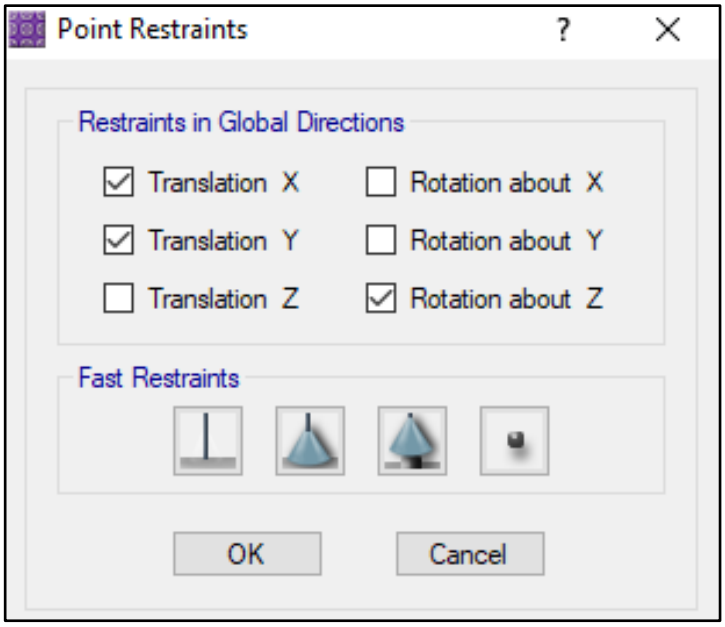


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de los puntos de restricción

Figura 231

Selección de los puntos de restricción

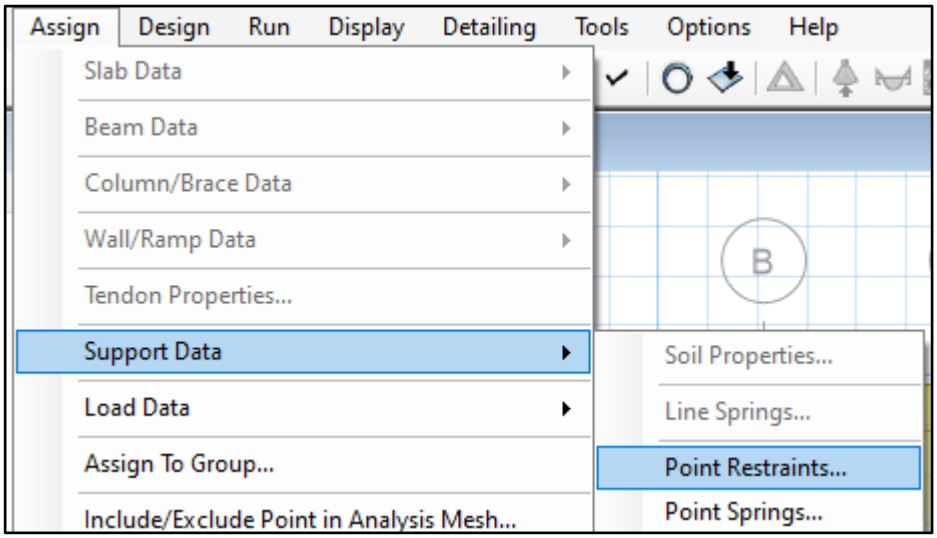


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de los puntos de restricción

Figura 232

Asignación de los puntos de restricción

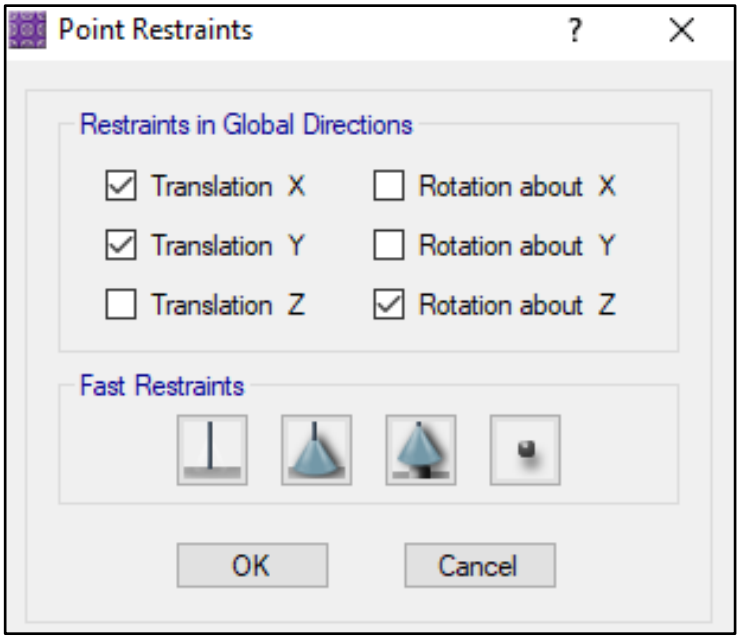


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de los puntos de restricción

Figura 233

Selección de los puntos de restricción

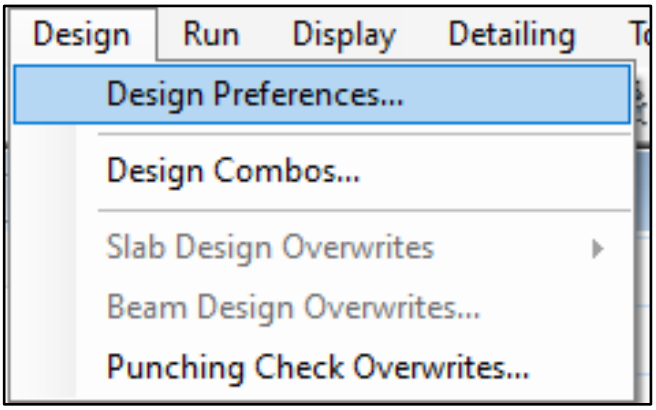


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de las preferencias de diseño

Figura 234

Definición de las preferencias de diseño

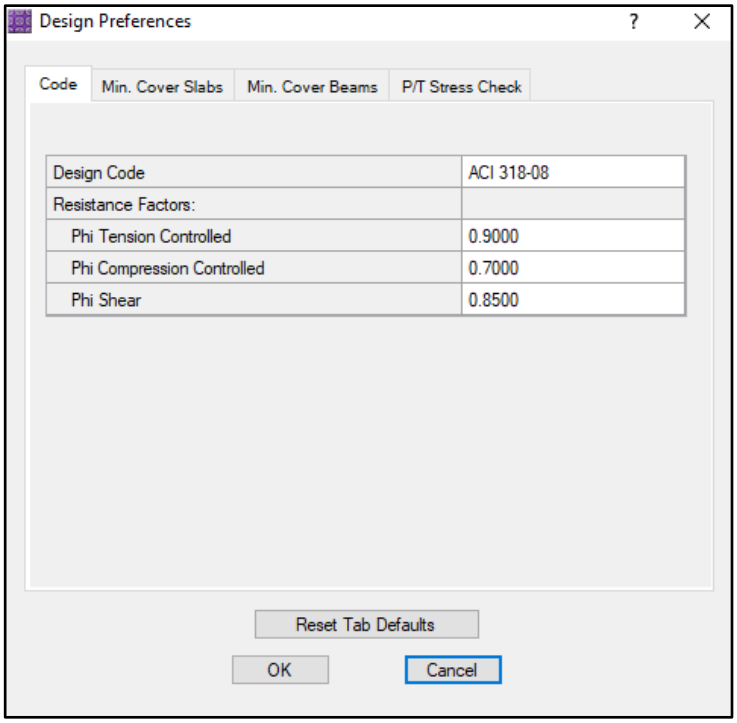


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición del código de diseño

Figura 235

Definición del código de diseño

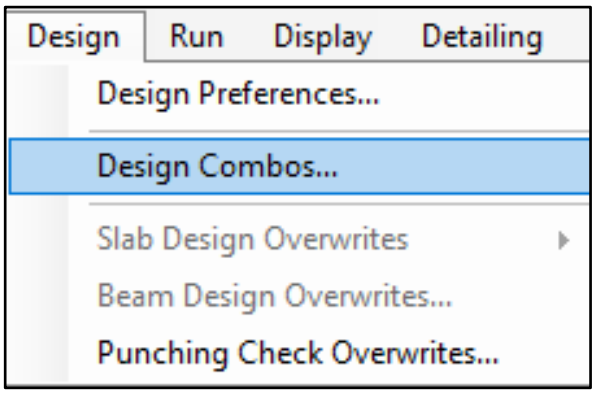


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Definición de las combinaciones de diseño

Figura 236

Definición de las combinaciones de diseño

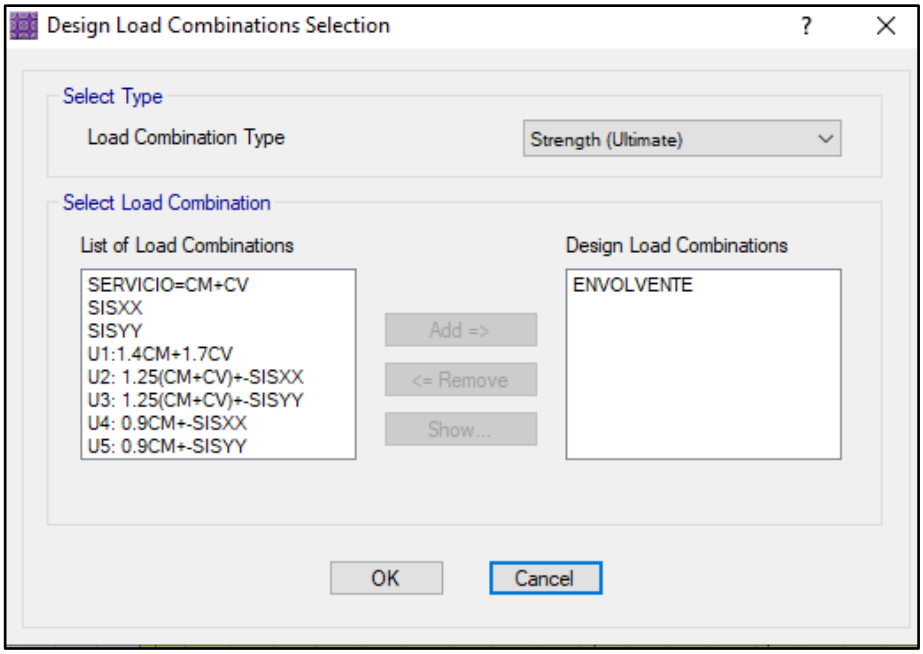


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de la envolvente para el diseño

Figura 237

Selección de la envolvente para el diseño

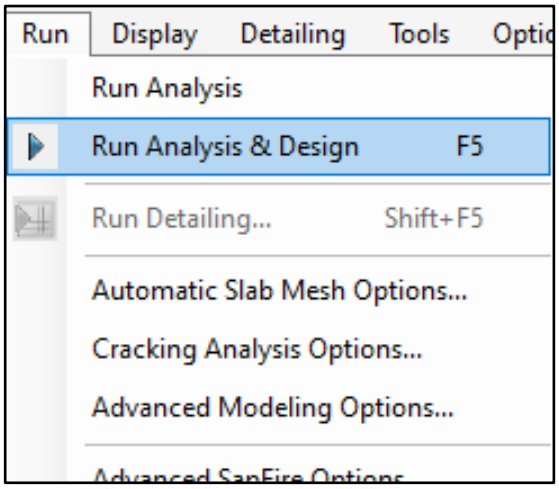


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Ejecutar el programa con la opción Run Analysis Design

Figura 238

Ejecutar el programa con la opción Run Analysis Design

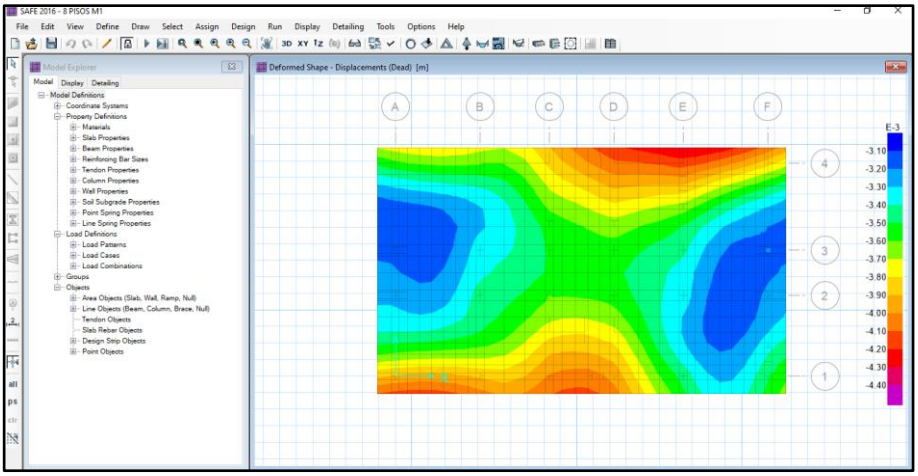


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización del programa ejecutado

Figura 239

Visualización del programa ejecutado

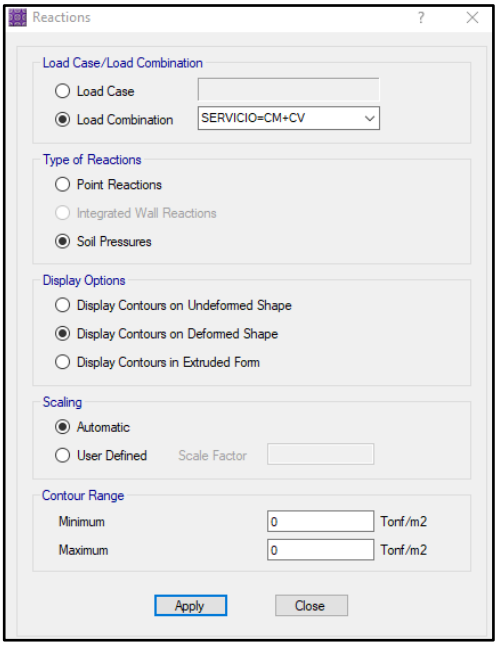


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Evaluación de la presión sobre el suelo no cohesivo por la combinación de SERVICIO

Figura 240

Evaluación por la combinación de SERVICIO

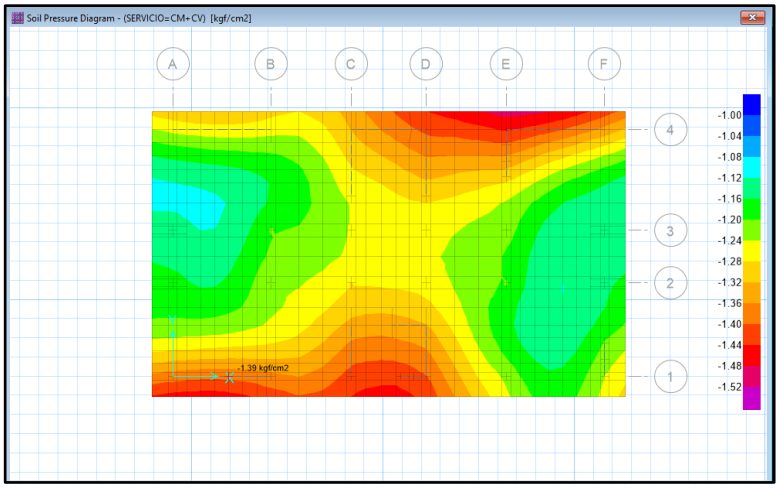


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Verificación de que la presión sobre el suelo sea menor a 1.52 kg/cm2

Figura 241

Verificación de la presión sobre el suelo



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

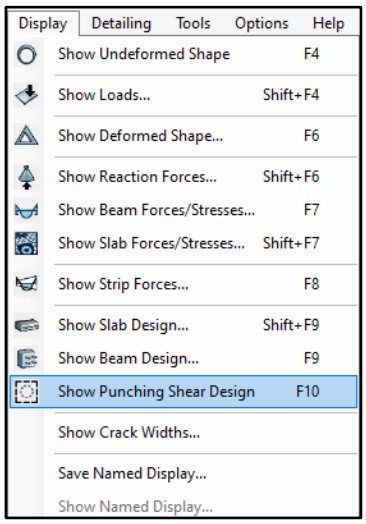
2.9.4. Verificación por punzonamiento

Para la verificación por punzonamiento se continuó con el mismo diseño de 8 pisos (Muestra 1), como se muestra a continuación:

Selección del comando Show Punching Shear Design

Figura 242

Verificación de la presión sobre el suelo

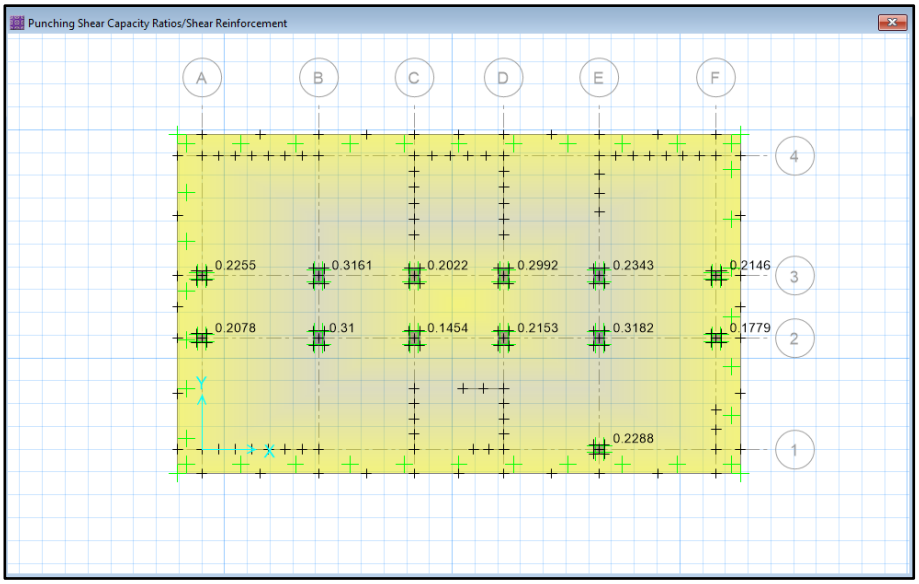


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización del punzonamiento ejercido en la platea

Figura 243

Visualización del punzonamiento ejercido en la platea



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

2.9.5. Modelo de diseño de cimentación

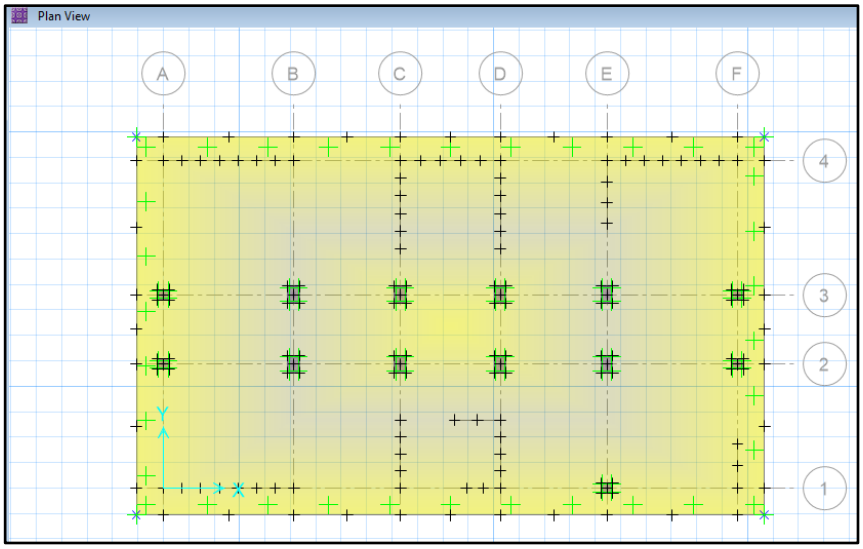
2.9.5.1. Plano estructural

El dibujo del plano estructural, se realizó en el software de diseño AutoCAD, donde se trazó las diferentes características de la platea de cimentación tales como dibujo en planta, acero distribuido en la platea, cortes de los ejes en dirección X e Y, asimismo, también se colocó especificaciones técnicas y el estudio de suelo. A continuación, se muestra el proceso que se siguió en el programa SAFE para calcular el diámetro y el número de varillas de acero, tomando el diseño con el que se vino trabajando:

Visualización del modelo terminado

Figura 244.

Visualización del modelo terminado

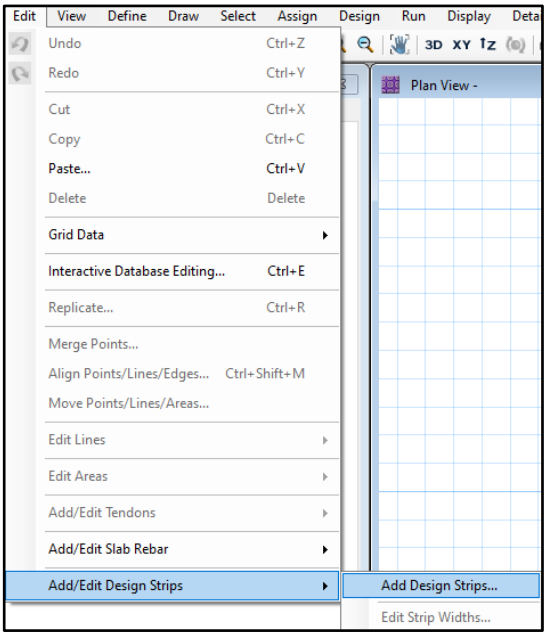


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Creación de las franjas de diseño

Figura 245

Creación de las franjas de diseño

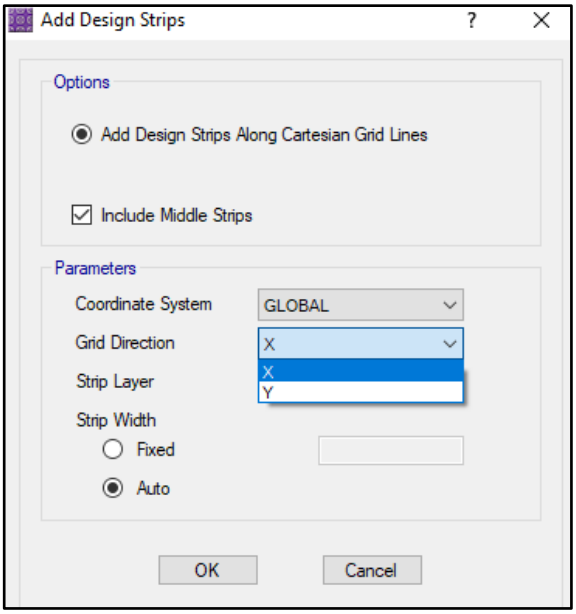


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Asignación de franjas en X e Y

Figura 246

Asignación de franjas en X e Y

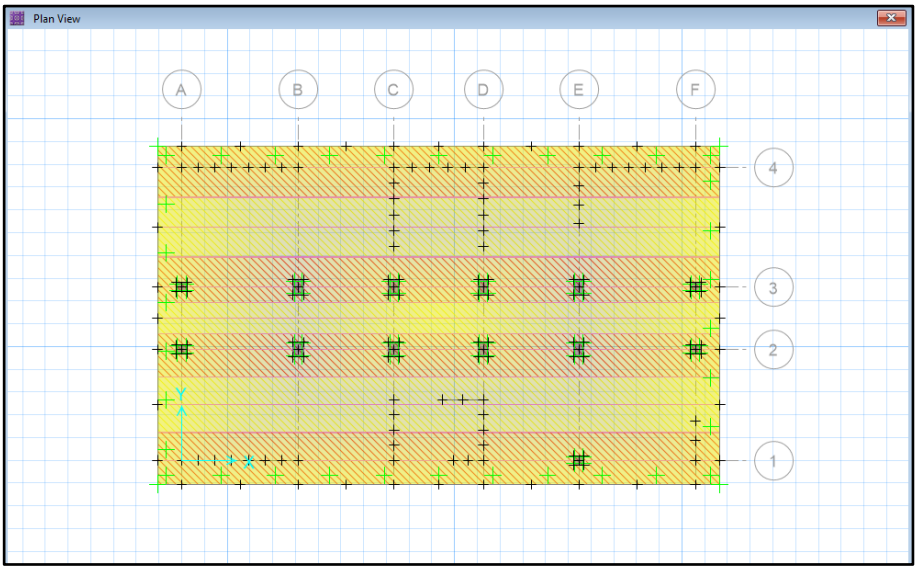


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de franjas en X

Figura 247

Visualización de franjas en X

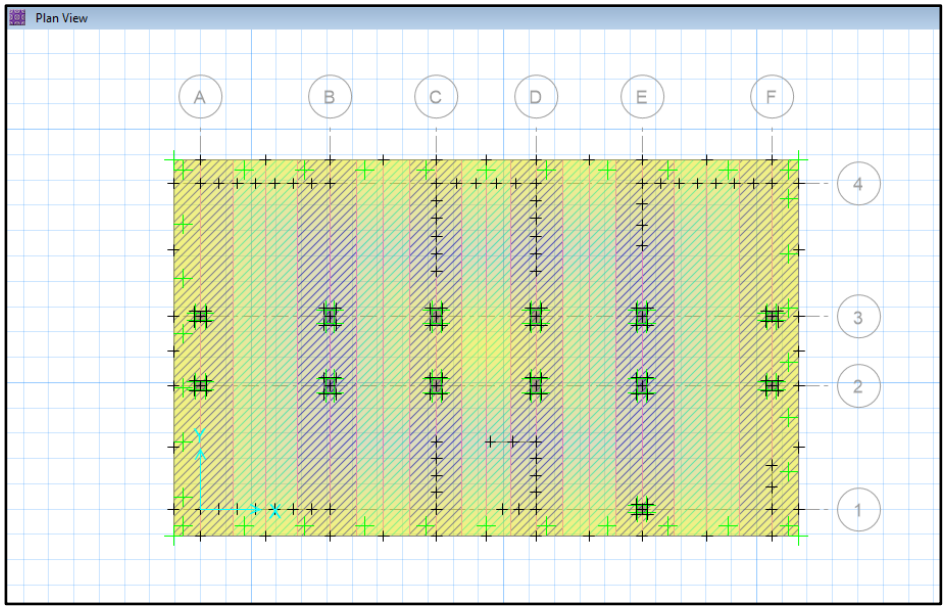


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de franjas en Y

Figura 248

Visualización de franjas en Y

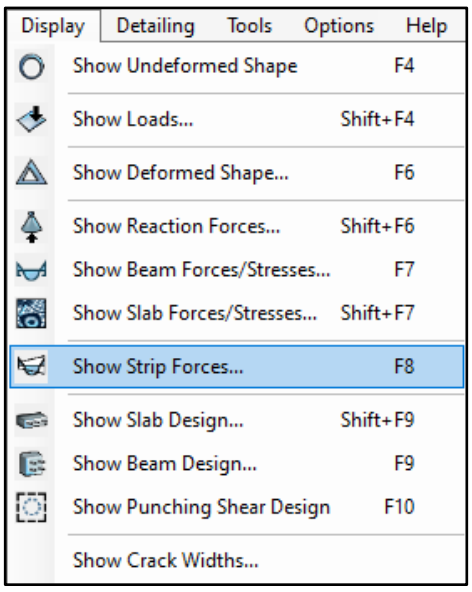


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Mostrar fuerzas de las franjas

Figura 249

Mostrar fuerzas de las franjas

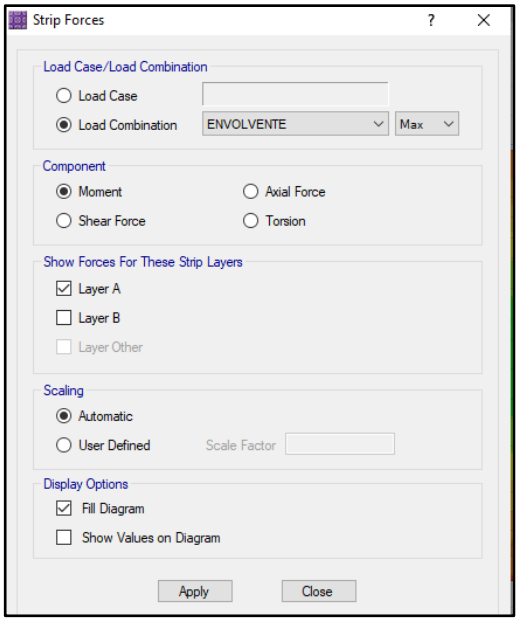


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección de la envolvente para mostrar fuerzas en las franjas

Figura 250

Selección de la envolvente para mostrar fuerzas en las franjas

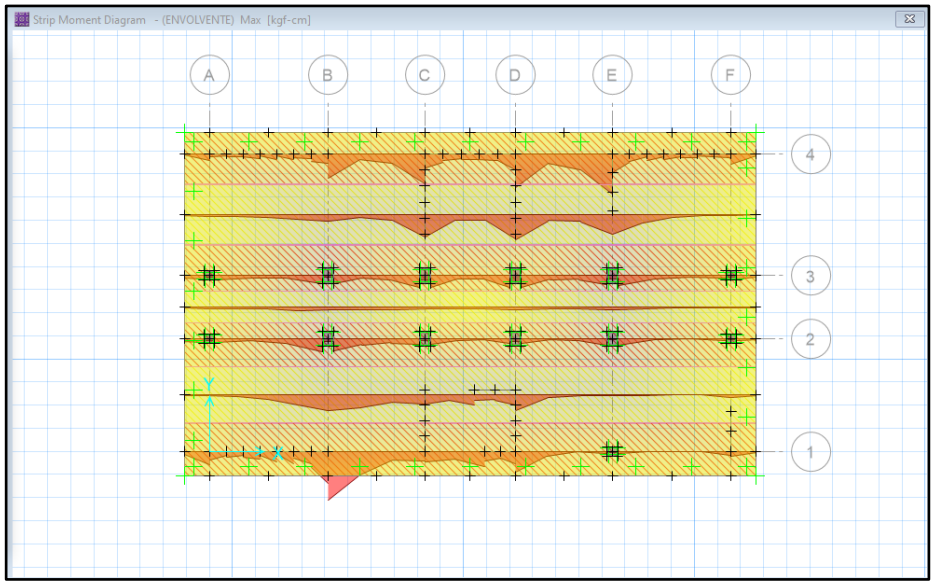


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de fuerzas en las franjas de X

Figura 251

Visualización de fuerzas en las franjas de X

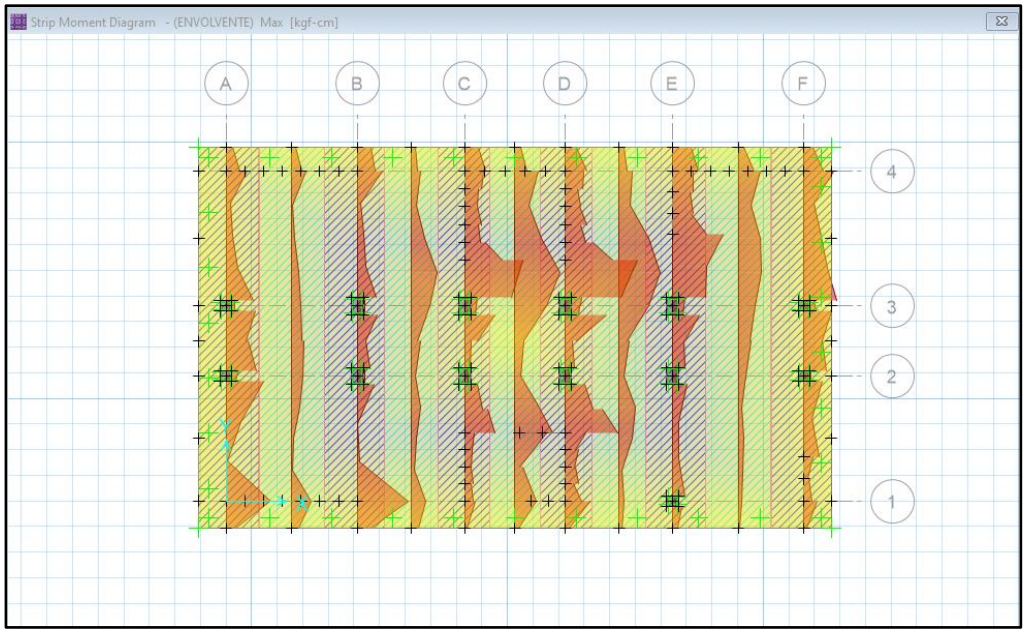


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización de fuerzas de franjas de Y

Figura 252

Visualización de fuerzas de franjas de Y

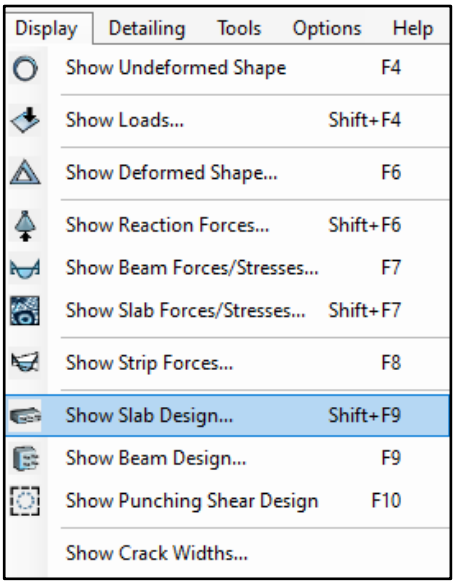


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Mostrar diseño en losa

Figura 253

Mostrar diseño en losa

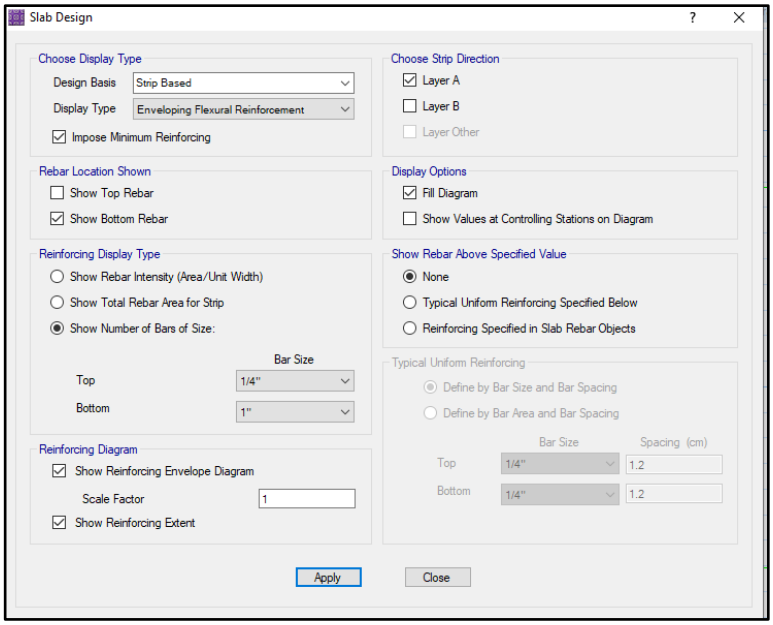


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Selección del acero superior e inferior en ambos ejes

Figura 254

Selección del acero superior e inferior en ambos ejes

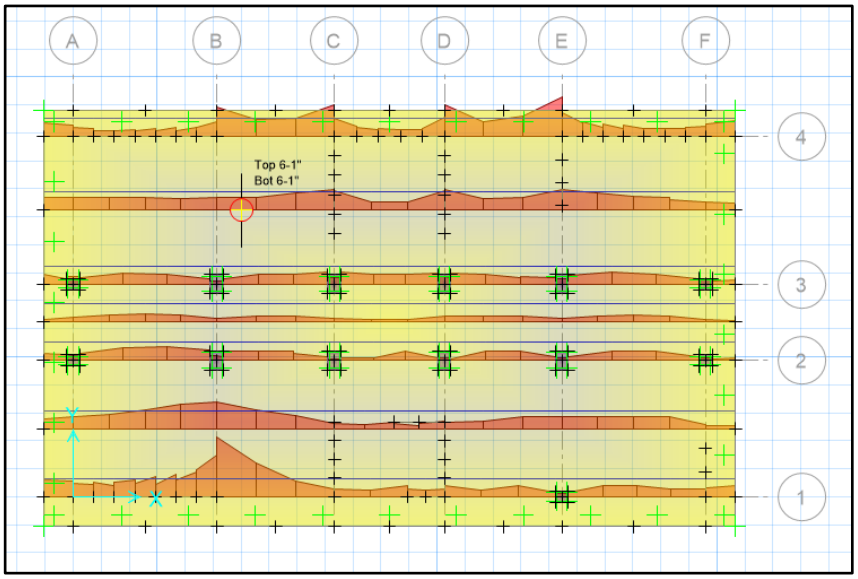


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización del acero superior e inferior en X

Figura 255

Visualización del acero superior e inferior en X

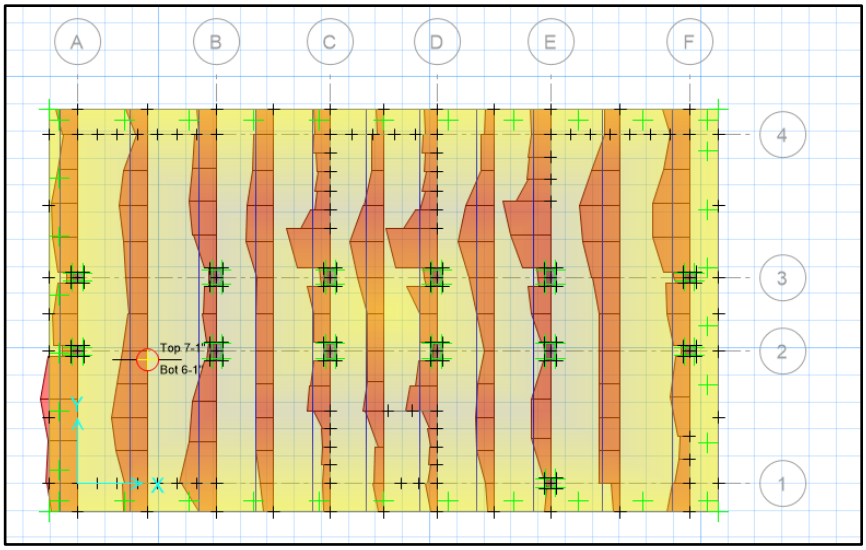


Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Visualización del acero superior e inferior en Y

Figura 256

Visualización del acero superior e inferior en Y



Nota: Extraido de Safe [Captura de pantalla]

Se llevó el diámetro de acero y el ancho de las franjas, para calcular la separación de varillas

Figura 257

Cálculo de separación de varillas inferiores

ACERO INFERIOR							
Franjas (Eje)	Ancho (cm)	Acero	Diametro (cm)	Recubrimento (cm)	Varillas Safe	Separacion (cm)	Separacion (m)
1	171.5	1 1/2	3.81	7.5	12	13.881	0.125
1-2	182.5	1	2.54	7.5	11	16.496	0.150
2	142.5	1	2.54	7.5	7	20.827	0.200
2-3	102.5	7/8	2.223	7.5	4	28.426	0.275
3	150	1	2.54	7.5	7	22.077	0.200
3-4	196.25	1	2.54	7.5	12	16.246	0.150
4	167.5	1 1/2	3.81	7.5	10	16.521	0.150
	1112.75	1	2.54	7.5	63	17.665	0.175
A	177.5	1	2.54	7.5	14	12.305	0.125
A-B	192.5	1	2.54	7.5	9	21.870	0.200
B	175	1	2.54	7.5	12	14.315	0.125
B-C	157.5	1	2.54	7.5	7	23.327	0.225
C	152.5	1	2.54	7.5	11	13.496	0.125
C-D	147.5	1	2.54	7.5	8	18.566	0.175
D	152.5	1 1/8	2.858	7.5	10	14.960	0.150
D-E	157.5	1	2.54	7.5	8	19.994	0.200
E	175	1	2.54	7.5	11	15.746	0.150
E-F	193.75	1	2.54	7.5	7	29.368	0.275
F	177.5	1	2.54	7.5	10	17.773	0.175
	1858.75	1	2.54	7.5	107	17.370	0.15

Nota: Extraido de Excel [Captura de pantalla]

Figura 258

Cálculo de separación de varillas superiores

ACERO SUPERIOR							
Franjas (Eje)	Ancho (cm)	Acero	Diametro (cm)	Recubrimento (cm)	Varillas Safe	Separacion (cm)	Separacion (m)
1	171.5	1 1/2	3.81	7.5	12	13.881	0.125
1-2	182.5	1	2.54	7.5	12	14.996	0.150
2	142.5	1	2.54	7.5	6	24.992	0.250
2-3	102.5	7/8	2.223	7.5	5	21.319	0.200
3	150	1	2.54	7.5	6	26.492	0.250
3-4	196.25	1	2.54	7.5	9	22.339	0.200
4	167.5	1 1/2	3.81	7.5	8	21.241	0.200
	1112.75	1	2.54	7.5	58	19.214	0.175
A	177.5	1	2.54	7.5	9	19.995	0.200
A-B	192.5	1	2.54	7.5	9	21.870	0.200
B	175	1	2.54	7.5	9	19.683	0.200
B-C	157.5	1	2.54	7.5	7	23.327	0.225
C	152.5	1	2.54	7.5	11	13.496	0.125
C-D	147.5	1	2.54	7.5	9	16.245	0.150
D	152.5	1 1/8	2.858	7.5	10	14.960	0.150
D-E	157.5	1	2.54	7.5	9	17.495	0.175
E	175	1	2.54	7.5	12	14.315	0.125
E-F	193.75	1	2.54	7.5	10	19.579	0.200
F	177.5	1	2.54	7.5	9	19.995	0.200
	1858.75	1	2.54	7.5	104	17.876	0.175

Nota: Extraido de Excel [Captura de pantalla]

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Resultados de la recopilación sobre diseño estructural en cimentaciones

Tabla 12

Datos de la muestra 1

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
				Columnas	C1:	30 x 30			**f'c (Kg/cm2):**	210	**fy (Kg/cm2):**	4200	
	Dual				V1:	25 x 40	**Entrepiso:**	200					
				Vigas	V2:	25 x 25			**γ_{esp} (Tn/m3):**	2.4	**γ_{esp} (Tn/m3):**	7.8	
					VCH:	25 x 20							
M1	**ELEVACIÓN**			**Placas**	PL-1	20			**Suelo no cohesivo**				Anexo 02
	Nº de pisos	**Altura 1º nivel (m)**	**Altura típica (m)**				**Azotea:**	100					
	4	2.6	2.6	**Losas**	Aligerado XX:	20			**σ_{adm} (kg/cm2):**	1.528	**Df (m):**	1.5	

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 4 pisos (Muestra 1).

Tabla 13

Datos de la muestra 2

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
M2	Aporticado			Columnas	C1:	40 x 50	Entrepiso:	200	f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	Anexo 03
					C2:	45 x 55							
				Vigas	V1:	30 x 45			γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					V2:	25 x 45							
					VCH1:	15 x 20							
					VCH2:	20 x 20							
	ELEVACIÓN			Placas	-	-			Suelo no cohesivo				
	Nº de pisos	Altura 1º nivel (m)	Altura típica (m)										
	4	2.9	2.9	Losas	Aligerado XX:	20	Azotea:	100	σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 4 pisos (Muestra 2).

Tabla 14

Datos de la muestra 3

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
				Columnas	C1:	25 x 80			f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	
					C2:	25 x 50							
	Dual			Vigas	V1:	25 x 40	Entrepiso:	200	γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					V2:	50 x 20							
					V3:	25 x 20							
M3	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	25			Suelo no cohesivo				Anexo 04
	Nº de pisos	Altura 1º nivel (m)	Altura típica (m)										
	5	3.65	2.8	Losas	Aligerado XX:	20	Azotea:	100	σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	
					Maciza:	15							

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 5 pisos (Muestra 1).

Tabla 15

Datos de la muestra 4

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
M4	Dual			Columnas	C1:	40 x 60	Entrepiso:	200	f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	Anexo 05
					C2:	50 x 65							
					C3:	20 x 30							
				Vigas	V1:	25 x 45			γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					V2:	25 x 40							
					V3:	25 x 35							
	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	25			Suelo no cohesivo				
	Nº de pisos	Altura 1º nivel (m)	Altura típica (m)		PL- Ascensor	15							
	5	2.7	2.7	Losas	Aligerado XX:	17	Azotea:	100	σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	
					Aligerado YY:	17							
					Maciza Ascensor:	15							

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 5 pisos (Muestra 2).

Tabla 16

Datos de la muestra 5

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
				Columnas	C1:	30 x 50			f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	
					C2:	30 x 55							
	Aporticado			Vigas	V1:	30 x 50	Entrepiso:	250	γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					V2:	30 x 40							
M5	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	25			Suelo no cohesivo				Anexo 06
	Nº de pisos	Altura 1º nivel (m)	Altura típica (m)				Azotea:	100					
	6	3	3	Losas	Aligerado XX:	20			σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 6 pisos (Muestra 1).

Tabla 17

Datos de la muestra 6

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
				Columnas	C1:	30 x 30			f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	
					C2:	30 x 45							
					CL:	50 x 60 x 30							
	Dual			Vigas	V1:	30 x 45	Entrepiso:	200	γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					V2:	30 x 40							
					VCH:	25 x 20							
M6	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	25			Suelo no cohesivo				Anexo 07
	Nº de pisos	Altura 1º nivel (m)	Altura típica (m)										
	6	4.2	2.75	Losas	Aligerado XX:	20	Azotea:	50	σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 6 pisos (Muestra 2).

Tabla 18

Datos de la muestra 7

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
				Columnas	C1:	40 x 40			f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	
					C2:	30 x 40							
	Dual			Vigas	V1:	35 x 40	Entrepiso:	200	γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
M7	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	30			Suelo no cohesivo				Anexo 08
	Nº de pisos	Altura 1º nivel	Altura típica										
	7	3	2.7	Losas	Aligerado XX:	20	Azotea:	100	σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	
					Aligerado YY:	20							

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 7 pisos (Muestra 1).

Tabla 19

Datos de la muestra 8

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)	MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)		Concreto		Acero		
M8	Muros estructurales			Columnas	-	-	Entrepiso: 200	f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	Anexo 09
				Vigas	V1:	30 x 60		γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					VA:	20 x 20						
	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	30		Suelo no cohesivo				
	Nº de pisos	Altura 1º nivel	Altura típica				Azotea: 100					
	7	4.5	3	Losas	Aligerado XX:	20		σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	
					Maciza Escalera:	20						

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 7 pisos (Muestra 2).

Tabla 20

Datos de la muestra 9

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
				Columnas	C1:	35 x 50			f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	
					C2:	30 x 35							
	Dual			Vigas	V1:	25 x 40	Entrepiso:	200	γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					VCH:	25 x 20							
M9	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	25			Suelo no cohesivo				Anexo 10
	Nº de pisos	Altura 1º nivel	Altura típica										
	8	2.8	2.6	Losas	Aligerado 2D:	20	Azotea:	100	σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	
					Aligerado YY:	20							
					Maciza:	15							

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 8 pisos (Muestra 1).

Tabla 21

Datos de la muestra 10

MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL			CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)		MATERIALES				ESTRUCTURACION
				Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)			Concreto		Acero		
M10	Dual			Columnas	C1:	35 x 50	Entrepiso:	200	f'c (Kg/cm2):	210	fy (Kg/cm2):	4200	Anexo 11
					C2:	35 x 40							
					C3:	35 x 35							
				Vigas	V1:	30 x 35			γ_{esp} (Tn/m3):	2.4	γ_{esp} (Tn/m3):	7.8	
					V2:	30 x 45							
					VCH:	25 x 20							
	ELEVACIÓN			Placas	PL-1	25			Suelo no cohesivo				
	Nº de pisos	Altura 1º nivel	Altura típica				Azotea:	100					
	8	2.6	2.7	Losas	Aligerado XX:	20			σ_{adm} (kg/cm2):	1.528	Df (m):	1.5	

Nota: Esta tabla especifíca las características de la edificación de 8 pisos (Muestra 2).

3.2. Resultados de la evaluación con el software ETABS los modelados que cumplan con los parámetros de diseño sísmico en un suelo no cohesivo

Tabla 22

Desplazamientos máximos de las edificaciones de 4 pisos

MUESTRA	Nº DE PISOS	CASO DE CARGA	NIVEL	DERIVA XX (m)	DERIVA YY (m)	CONDICIÓN
M1	4	Deriva Max	Techo 04	0.0048	0.0088	No cumple
			Techo 03	0.0055	0.0109	
			Techo 02	0.0054	0.0111	
			Techo 01	0.0030	0.0061	
M2	4	Deriva Max	Techo 04	0.0023	0.0027	Cumple
			Techo 03	0.0043	0.0053	
			Techo 02	0.0056	0.0070	
			Techo 01	0.0041	0.0052	

Nota: Esta tabla muestra si las derivas máximas obtenidas de las estructuras de 4 pisos, cumplen con la Norma Sismorresistente E.030 (2018).

Tabla 23

Desplazamientos máximos de las edificaciones de 5 pisos

MUESTRA	Nº DE PISOS	CASO DE CARGA	NIVEL	DERIVA XX (m)	DERIVA YY (m)	CONDICIÓN
M3	5	Deriva Max	Techo 05	0.0068	0.0038	No cumple
			Techo 04	0.0116	0.0057	
			Techo 03	0.0163	0.0075	
			Techo 02	0.0198	0.0085	
			Techo 01	0.0174	0.0065	
M4	5	Deriva Max	Techo 05	0.0035	0.0023	Cumple
			Techo 04	0.0044	0.0028	
			Techo 03	0.0049	0.0030	
			Techo 02	0.0046	0.0027	
			Techo 01	0.0024	0.0013	

Nota: Esta tabla muestra si las derivas máximas obtenidas de las estructuras de 5 pisos, cumplen con la Norma Sismorresistente E.030 (2018).

Tabla 24

Desplazamientos máximos de las edificaciones de 6 pisos

MUESTRA	Nº DE PISOS	CASO DE CARGA	NIVEL	DERIVA XX (m)	DERIVA YY (m)	CONDICIÓN
M5	6	Deriva Max	Techo 06	0.0112	0.0043	No cumple
			Techo 05	0.0153	0.0067	
			Techo 04	0.0190	0.0092	
			Techo 03	0.0208	0.0109	
			Techo 02	0.0194	0.0110	
			Techo 01	0.0112	0.0069	
M6	6	Deriva Max	Techo 06	0.0026	0.0018	Cumple
			Techo 05	0.0027	0.0019	
			Techo 04	0.0028	0.0019	
			Techo 03	0.0027	0.0018	
			Techo 02	0.0023	0.0015	
			Techo 01	0.0014	0.0009	

Nota: Esta tabla muestra si las derivas máximas obtenidas de las estructuras de 6 pisos, cumplen con la Norma Sismorresistente E.030 (2018).

Tabla 25

Desplazamientos máximos de las edificaciones de 7 pisos

MUESTRA	Nº DE PISOS	CASO DE CARGA	NIVEL	DERIVA XX (m)	DERIVA YY (m)	CONDICIÓN
M7	7	Deriva Max	Techo 07	0.0055	0.0049	No cumple
			Techo 06	0.0061	0.0060	
			Techo 05	0.0068	0.0071	
			Techo 04	0.0071	0.0079	
			Techo 03	0.0068	0.0080	
			Techo 02	0.0055	0.0069	
			Techo 01	0.0028	0.0036	
M8	7	Deriva Max	Techo 07	0.0033	0.0049	Cumple
			Techo 06	0.0038	0.0056	
			Techo 05	0.0044	0.0064	
			Techo 04	0.0049	0.0069	
			Techo 03	0.0050	0.0070	
			Techo 02	0.0046	0.0063	
			Techo 01	0.0026	0.0035	

Nota: Esta tabla muestra si las derivas máximas obtenidas de las estructuras de 7 pisos, cumplen con la Norma Sismorresistente E.030 (2018).

Tabla 26

Desplazamientos máximos de las edificaciones de 8 pisos

MUESTRA	Nº DE PISOS	CASO DE CARGA	NIVEL	DERIVA XX (m)	DERIVA YY (m)	CONDICIÓN
M9	8	Deriva Max	Techo 08	0.0004	0.0004	Cumple
			Techo 07	0.0004	0.0004	
			Techo 06	0.0005	0.0005	
			Techo 05	0.0005	0.0005	
			Techo 04	0.0005	0.0005	
			Techo 03	0.0004	0.0005	
			Techo 02	0.0004	0.0004	
			Techo 01	0.0002	0.0002	
M10	8	Deriva Max	Techo 08	0.0057	0.0037	Cumple
			Techo 07	0.0063	0.0040	
			Techo 06	0.0067	0.0044	
			Techo 05	0.0070	0.0046	
			Techo 04	0.0068	0.0045	
			Techo 03	0.0061	0.0041	
			Techo 02	0.0047	0.0031	
			Techo 01	0.0024	0.0016	

Nota: Esta tabla muestra si las derivas máximas obtenidas de las estructuras de 8 pisos, cumplen con la Norma Sismorresistente E.030 (2018).

3.3. Resultados del diseño con el software SAFE de las plateas de cimentación

Figura 259

Capacidad de carga de la platea de cimentación de 4 pisos

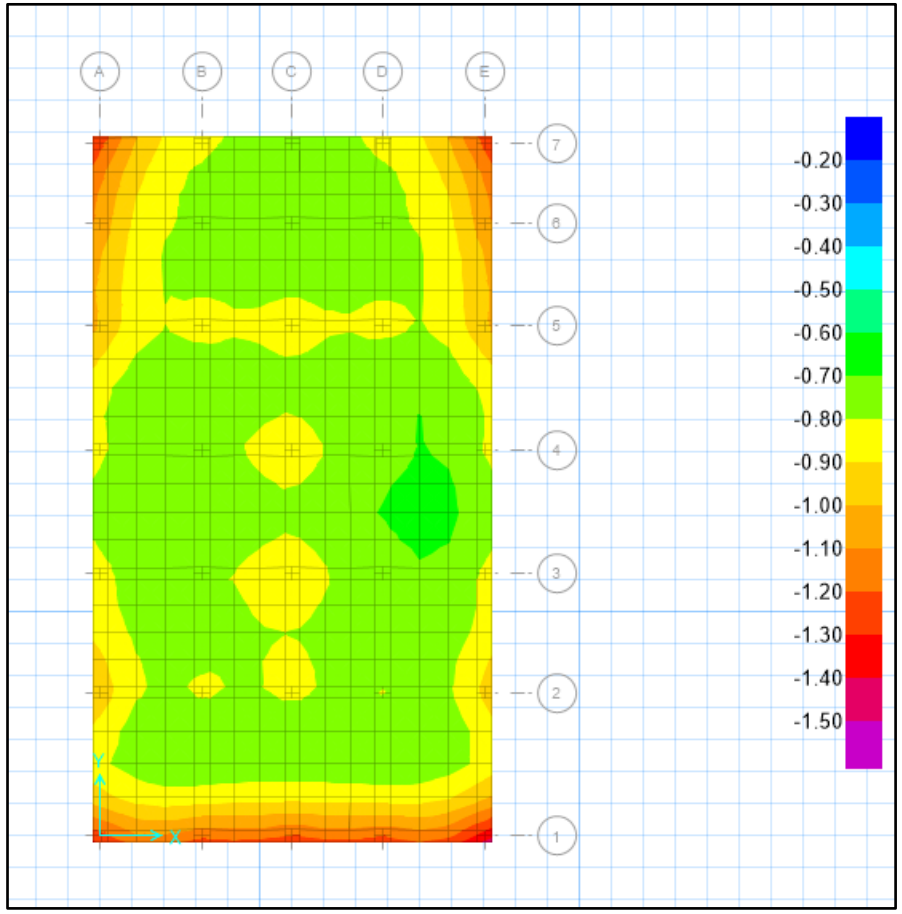


Figura 260

Capacidad de carga de la platea de cimentación de 5 pisos

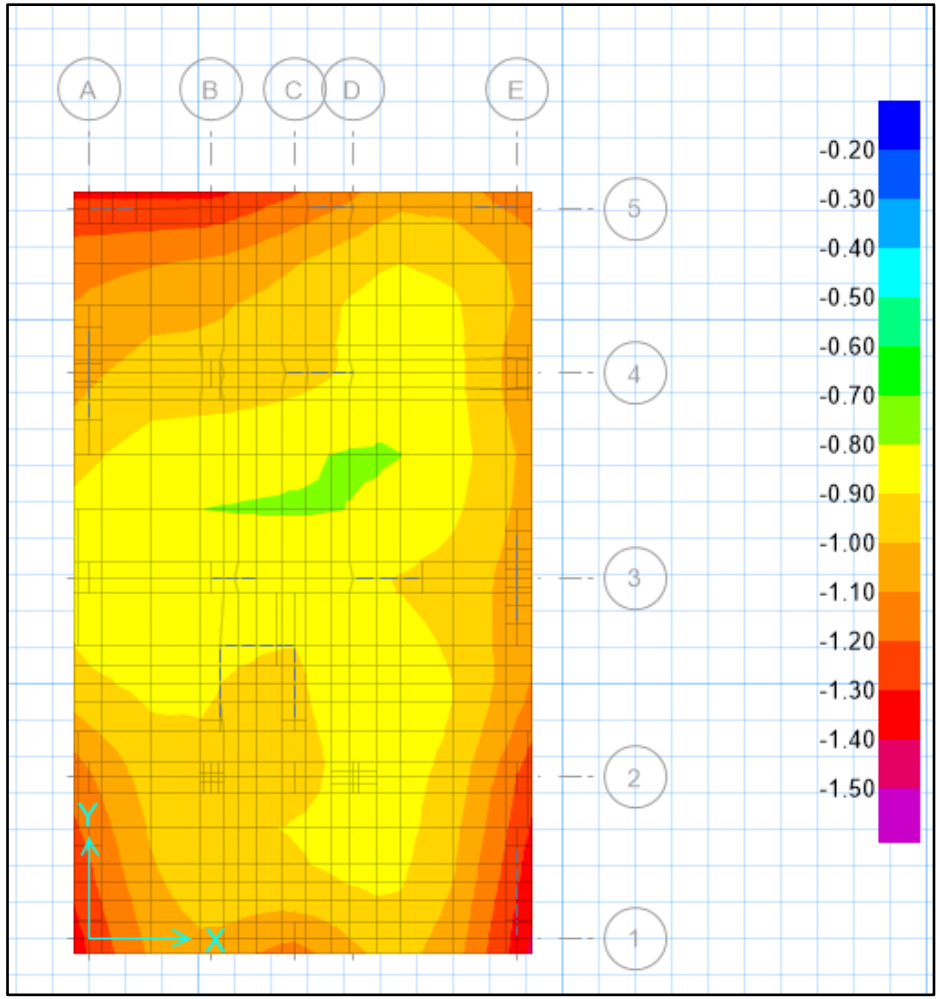


Figura 261

Capacidad de carga de la platea de cimentación de 6 pisos

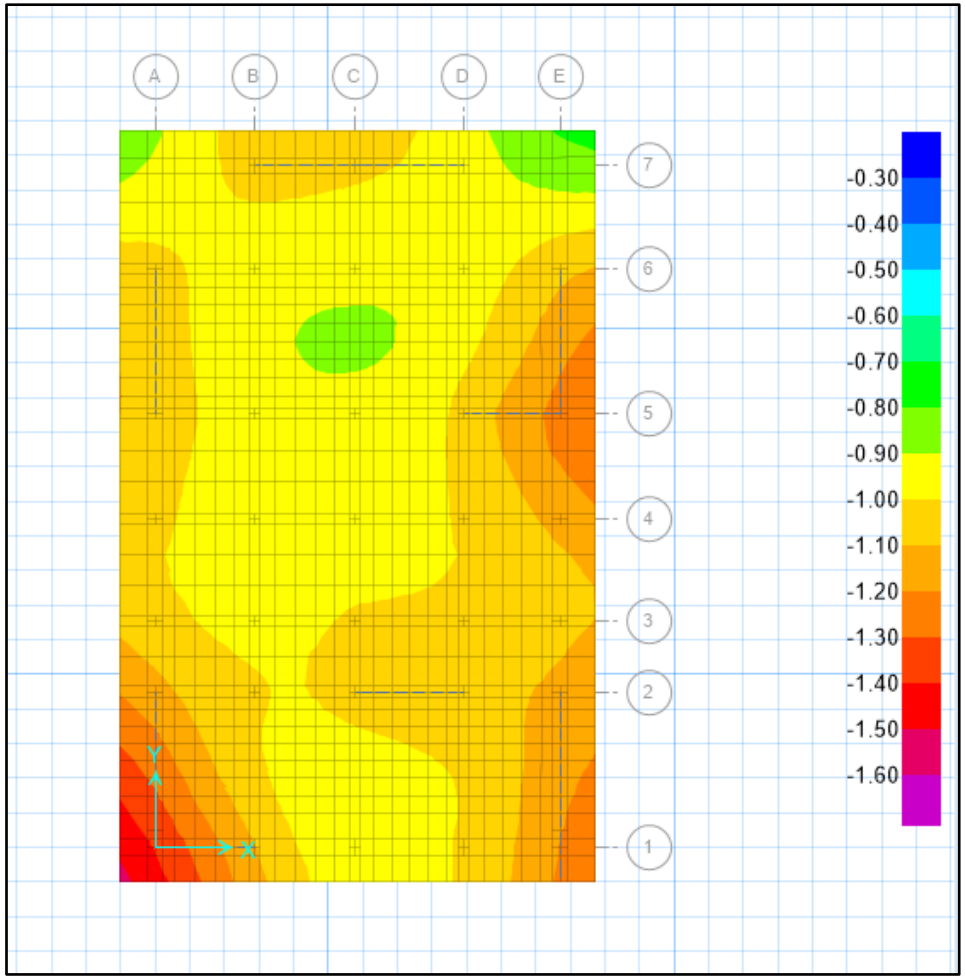


Figura 262

Capacidad de carga de la platea de cimentación de 7 pisos

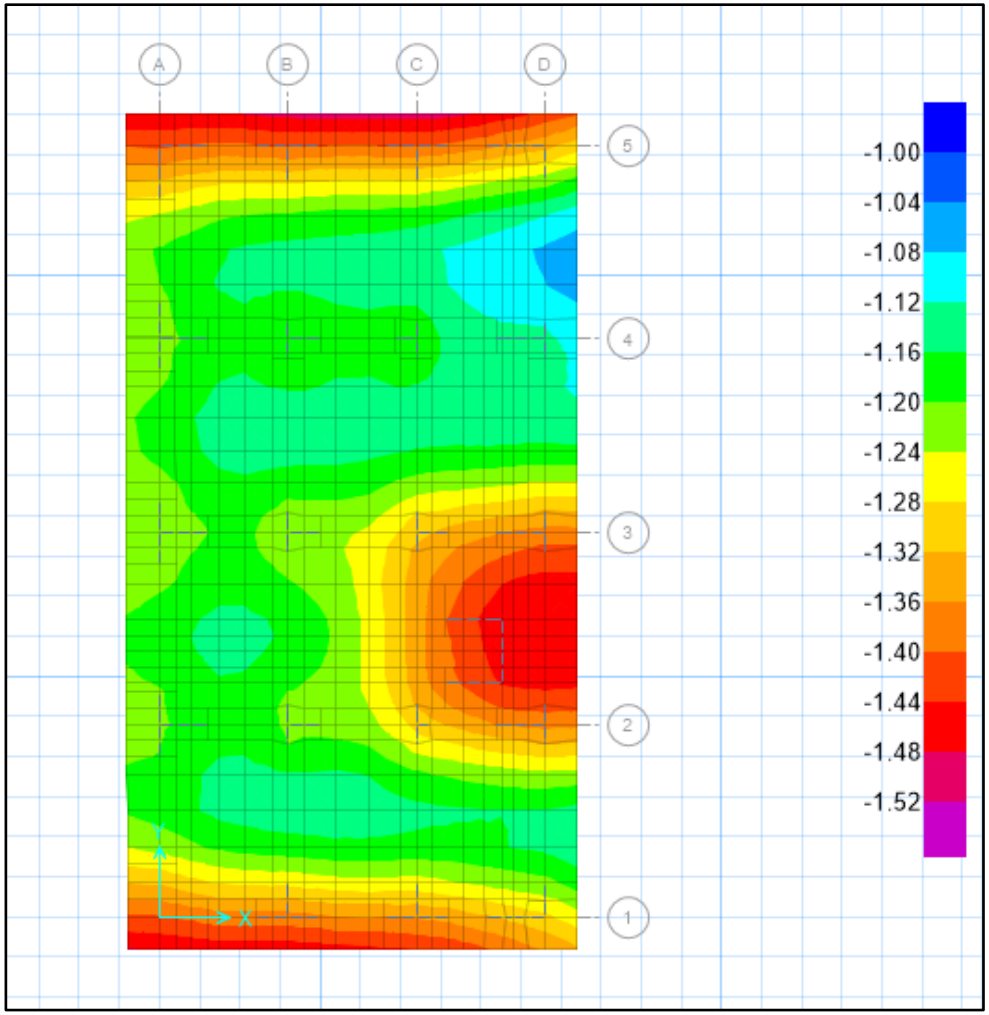
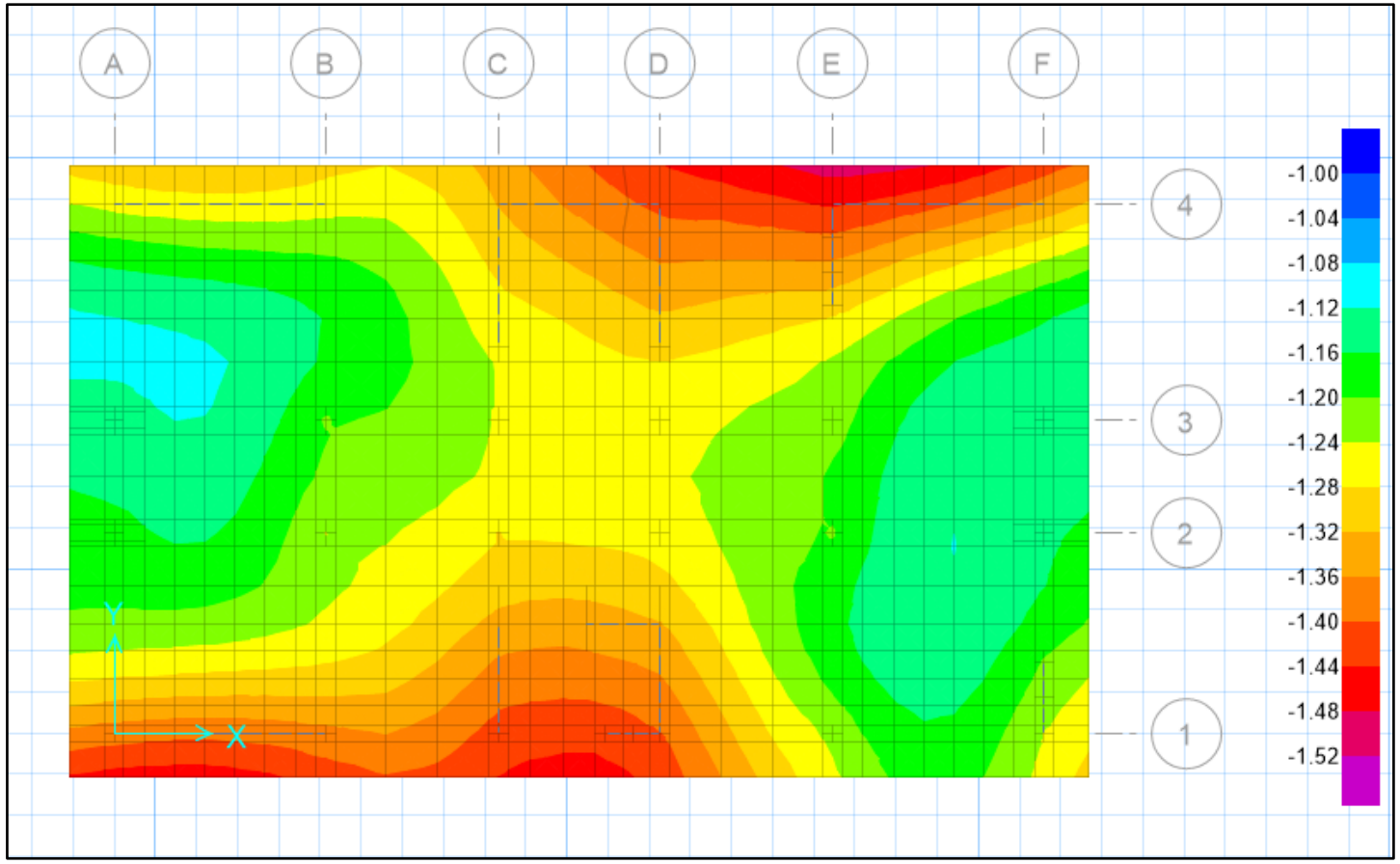


Figura 263

Capacidad de carga de la platea de cimentación de 8 pisos



3.4. Resultados de la verificación por punzonamiento de los diseños de cimentación

Figura 264

Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 4 pisos

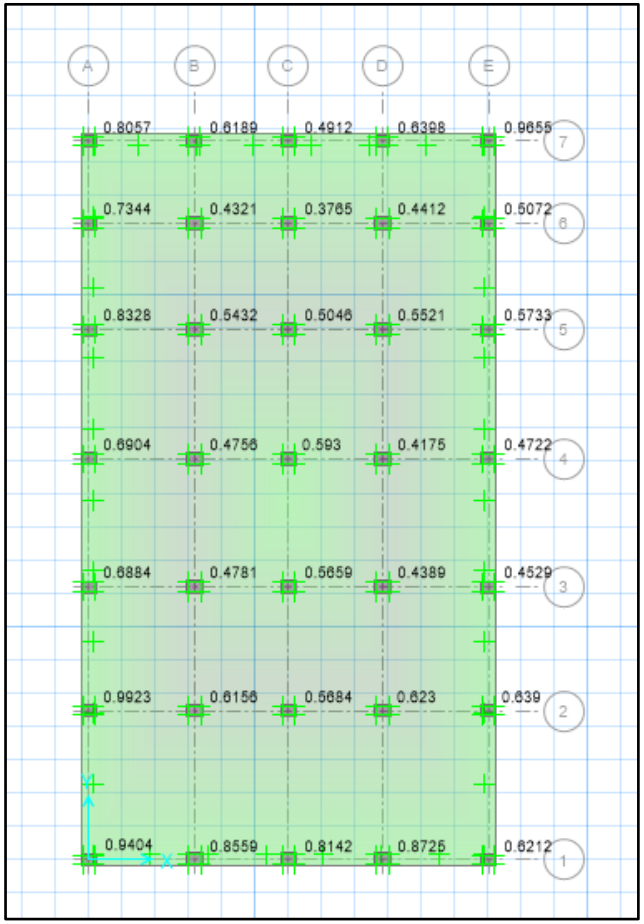


Figura 265

Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 5 pisos

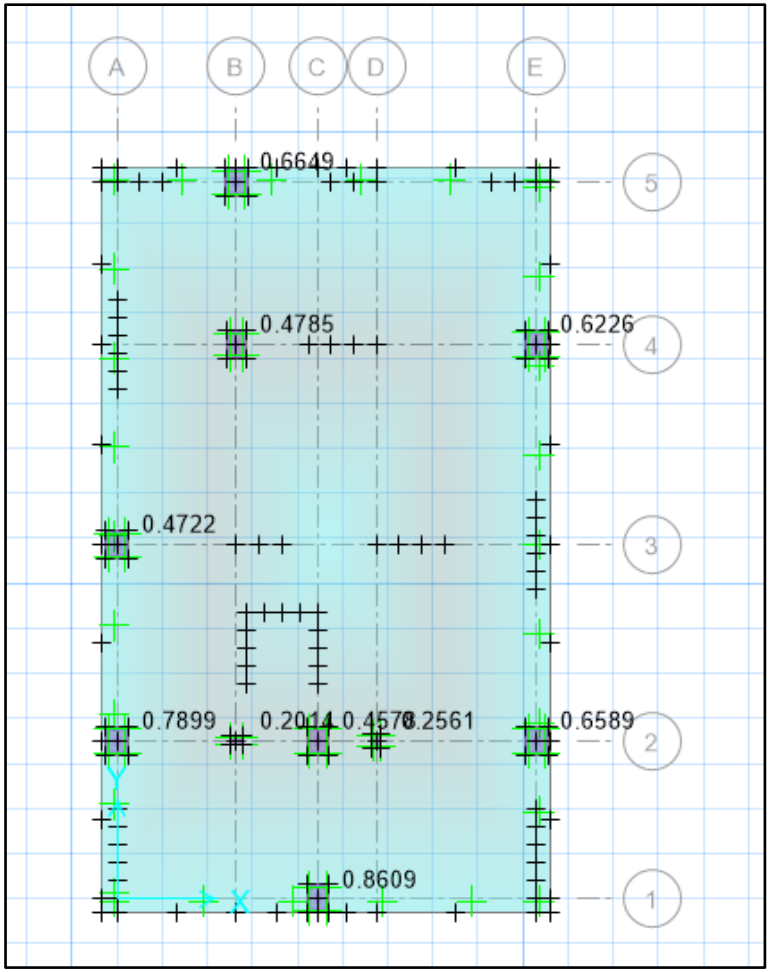


Figura 266

Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 6 pisos

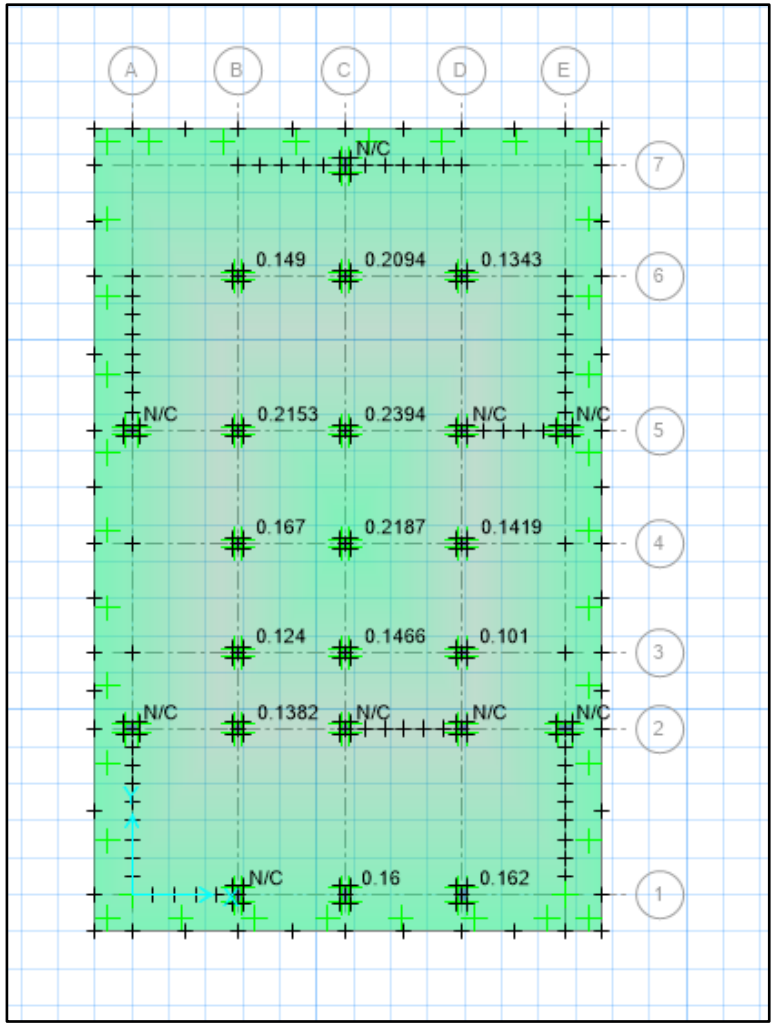


Figura 267

No hay presencia de punzonamiento en la platea de cimentación de 7 pisos por ser de muros estructurales

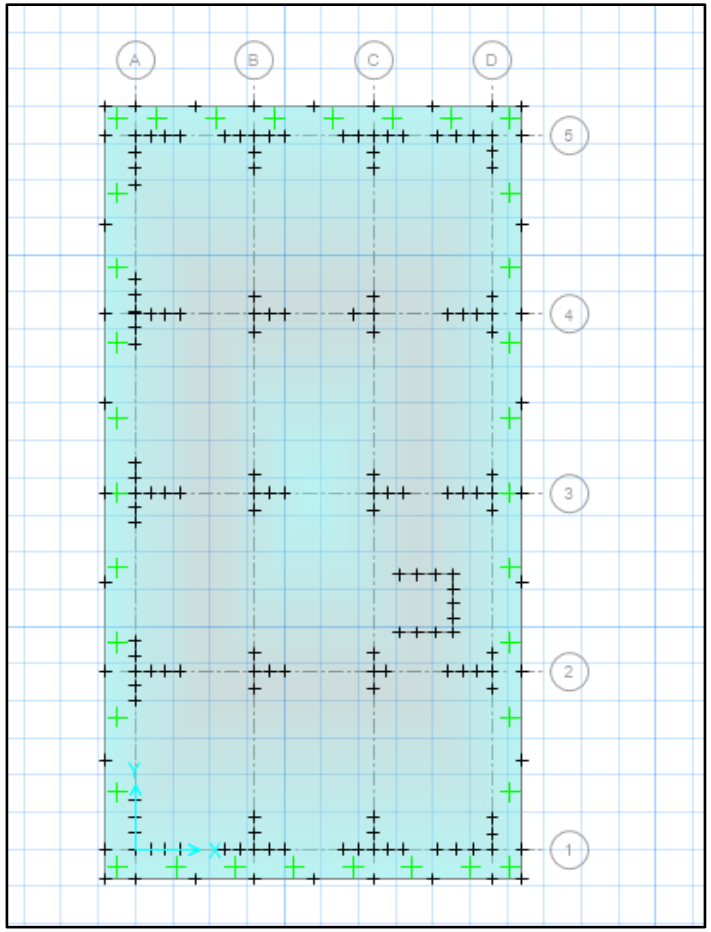
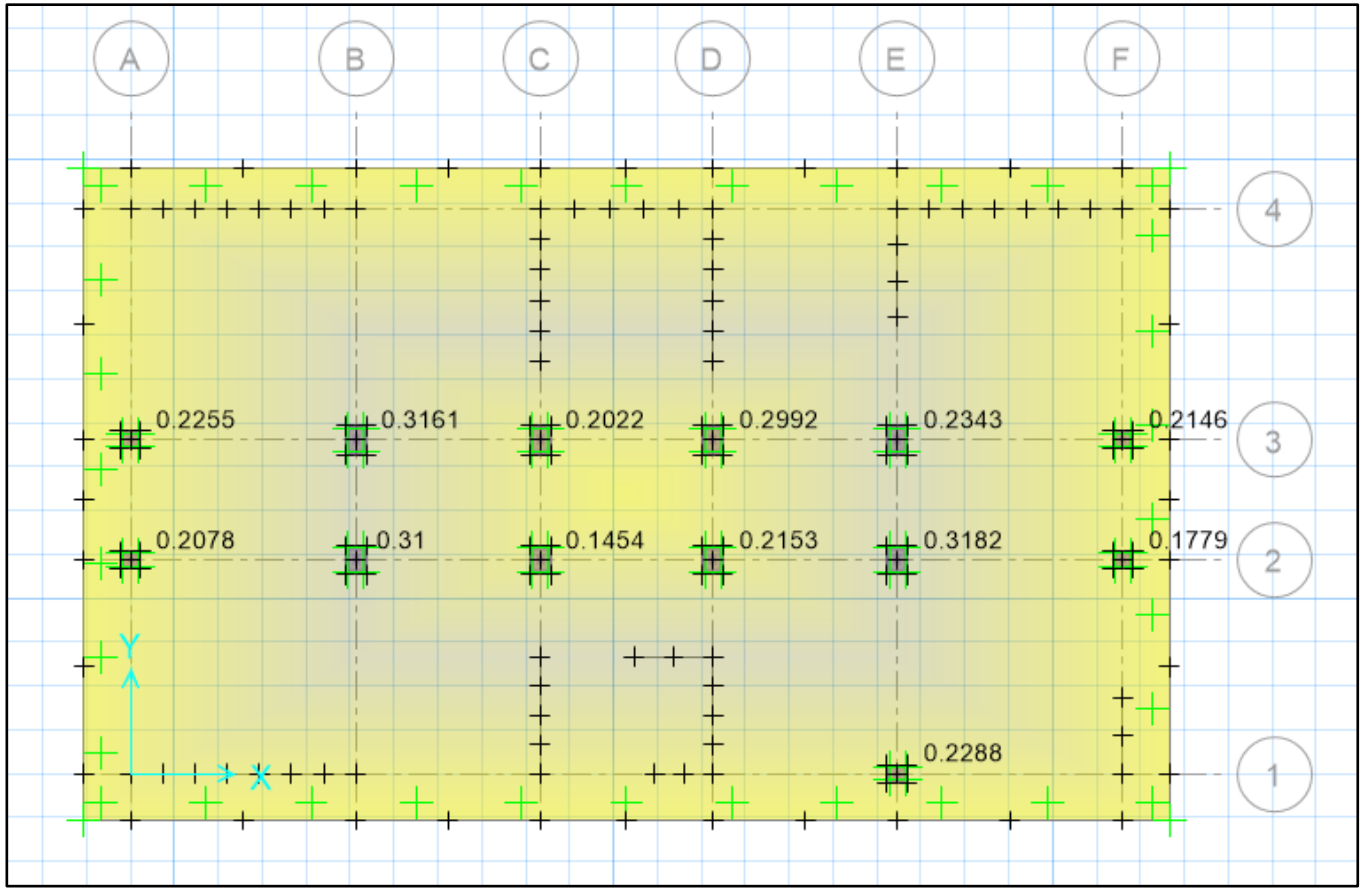


Figura 268

Verificación por punzonamiento de la platea de cimentación de 8 pisos

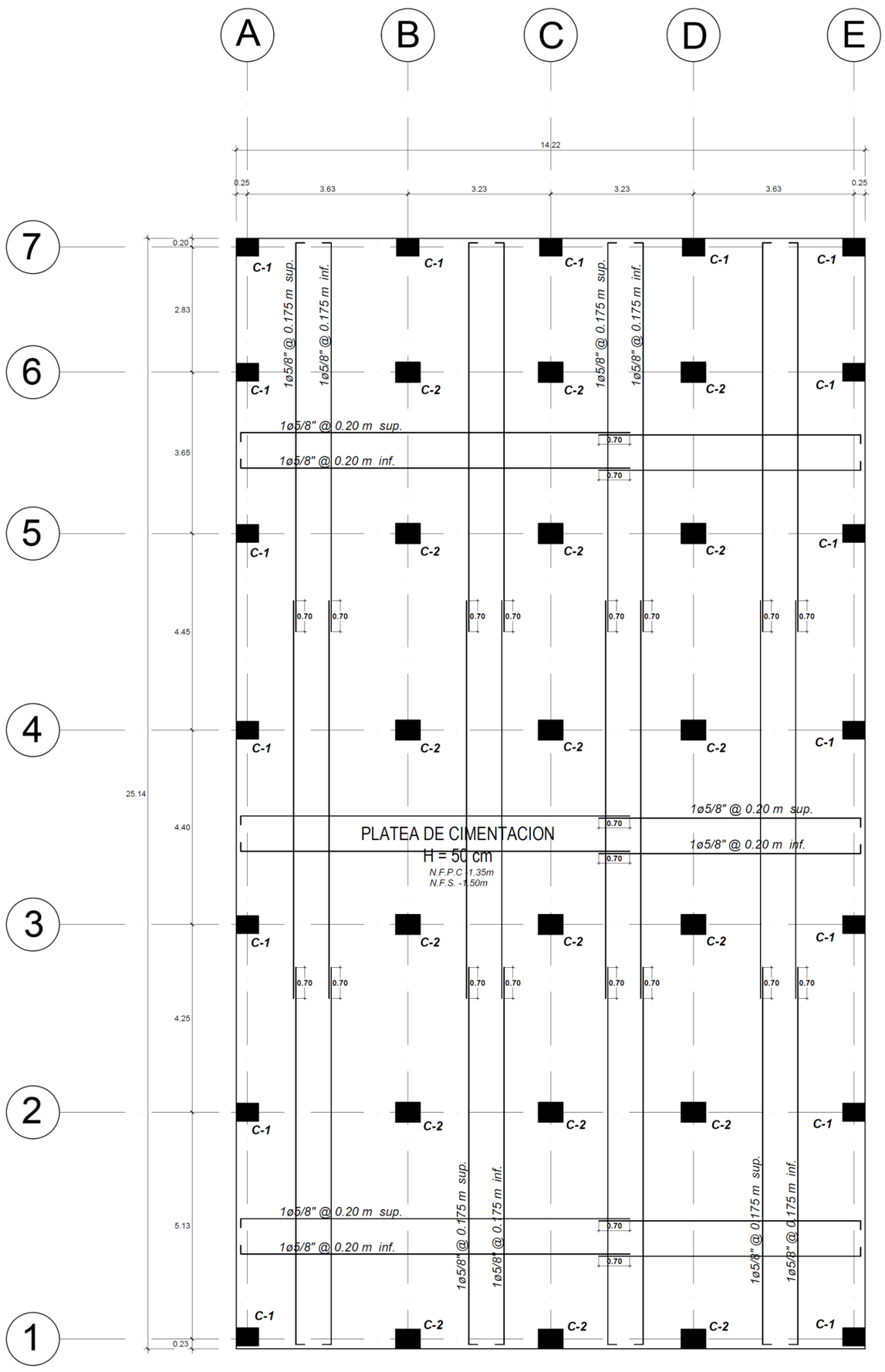


3.5. Resultados del modelo de diseño de cimentación reflejado en un plano estructural

3.5.1. Plano estructural de platea de cimentación - 4 pisos

Figura 269

Platea de cimentación - 4 pisos



CIMENTACION

ESC. 1/75

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO ARMADO

RESISTENCIA DEL CONCRETO

- LOSAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2
- COLUMNAS f'c=210 kg/cm2
- PLACAS f'c=210 kg/cm2
- VIGAS Y LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2

ACERO DE REFUERZO

- ACERO ASTM 60 , f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

- LOSAS DE CIMENTACION 7.5 cm
- COLUMNAS Y VIGAS 4 cm
- PLACAS 2.0 cm
- LOSAS ALIGERADAS 2.0 cm

2. SOBRECARGA

- ENTRE PISO : 200 kg/m2
- AZOTEAS : 100 kg/m2

3. CIMENTACION

- TIPO : PLATEA DE CIMENTACION
- PROFUNDIDAD : -1.50 m
- σ: 1.5 kg/cm2 (VER ESTUDIO DE SUELOS)
- SOLADO : C:H 1:12

3. CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

SISTEMA ESTRUCTURAL

- EJE XX : APORTICADO
- EJE YY : APORTICADO

PARAMETROS DE FUERZA SÍSMICA

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0
Tl=1.6 C=2.5 R=7.2

MAXIMA DERIVA DE ENTREPISO

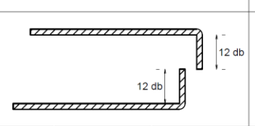
XX=0.0056 YY=0.0069

ESTUDIO DE SUELOS

- SUELO DE APOYO : Arena pobremente graduada(SP), de baja humedad
- TIPO DE CIMENTACION : Platea de cimentacion
- PROFUNDIDAD EXPLORADA: 1.50 m
- RESISTENCIA DEL SUELO: qa= 1.528 kg/cm2
- NIVEL FREATICO : No presenta NAF a la profundidad explorada
- PARÁMETROS SISMICOS :

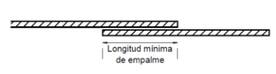
Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0 Tl=1.6

GANCHO ESTANDAR



Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.12
1/2"	1.27	0.15
5/8"	1.588	0.20
3/4"	1.905	0.25
1"	2.54	0.30

EMPALMES



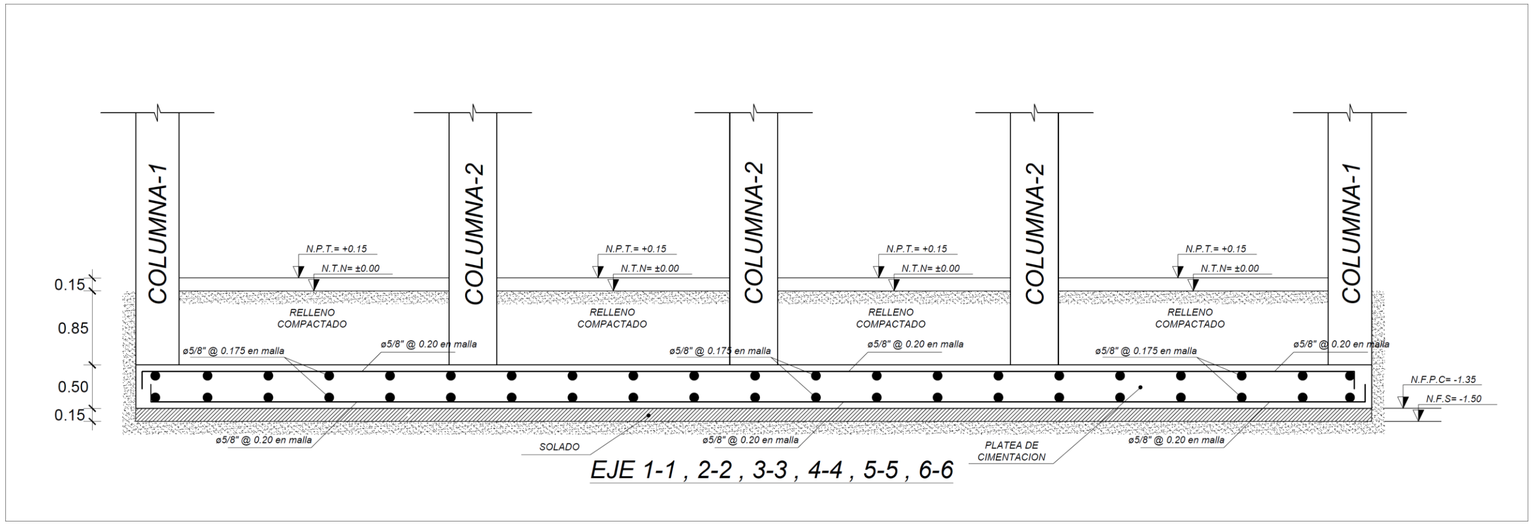
Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.40
1/2"	1.27	0.50
5/8"	1.588	0.70
3/4"	1.905	0.80
1"	2.54	1.10

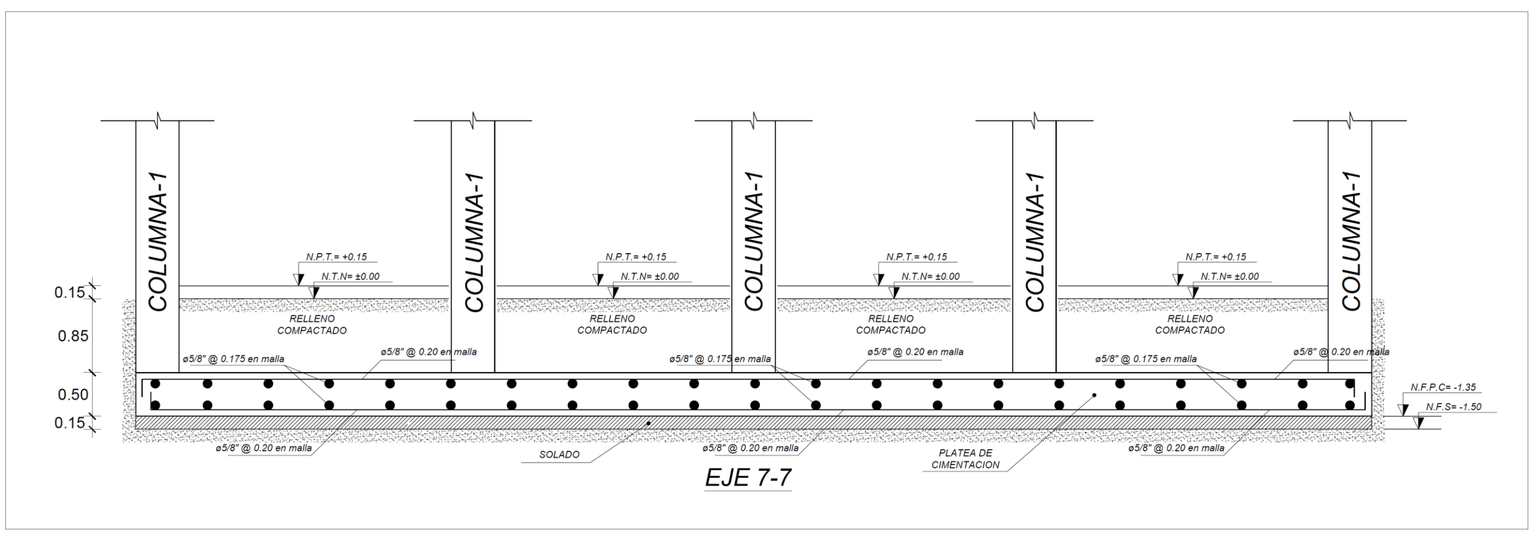
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Facultad de Ingenieria

AUTORES : - CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO - GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID	TITULO DE TESIS : DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022	FECHA : AGOSTO 2022
	ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS	ESCALA : 1/75
ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz		LAMINA : E-01
DIBUJO : J.C.B.G.	PLANO: CIMENTACION - 4 PISOS	

Figura 270

Detalle 1 de platea de cimentación - 4 pisos





UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

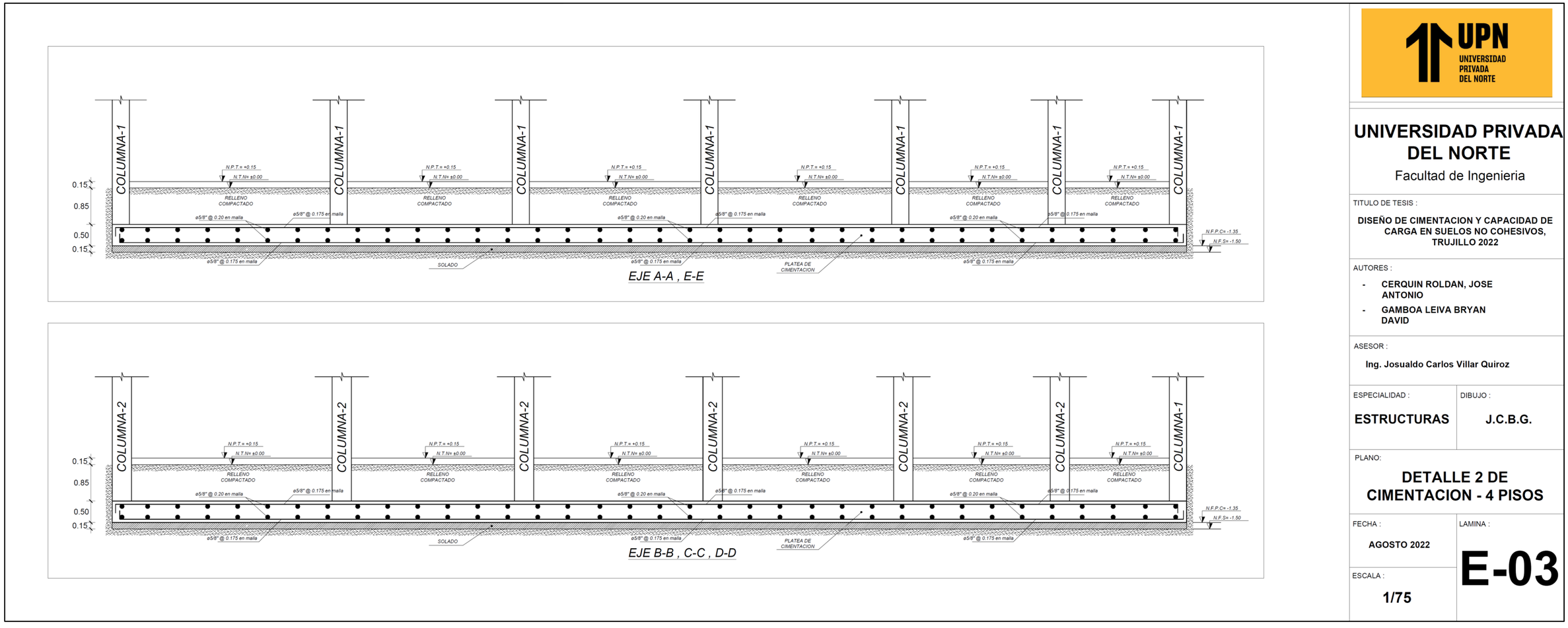
PLANO:

DETALLE 1 DE CIMENTACION - 4 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-02**
ESCALA : **1/75**	

Figura 271

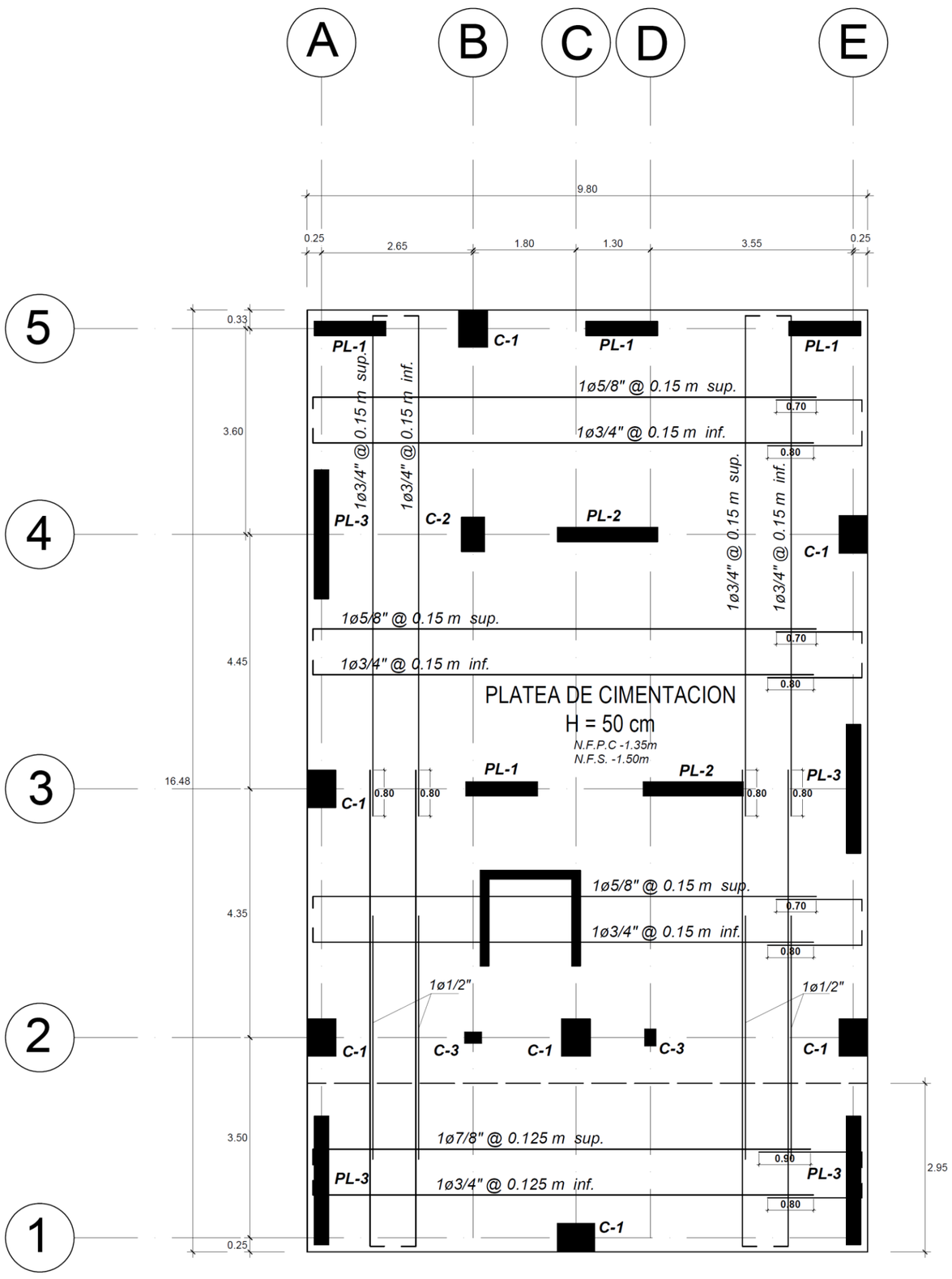
Detalle 2 de platea de cimentación - 4 pisos



3.1.1. Plano estructural de platea de cimentación - 5 pisos

Figura 272

Platea de cimentación - 5 pisos



CIMENTACION

ESC. 1/75

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO ARMADO

RESISTENCIA DEL CONCRETO

- LOSAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2
- COLUMNAS f'c=210 kg/cm2
- PLACAS f'c=210 kg/cm2
- VIGAS Y LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2

ACERO DE REFUERZO

- ACERO ASTM 60 , f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

- LOSAS DE CIMENTACION 7.5 cm
- COLUMNAS Y VIGAS 4 cm
- PLACAS 2.0 cm
- LOSAS ALIGERADAS 2.0 cm

2. SOBRECARGA

- ENTRE PISO : 200 kg/m2
- AZOTEAS : 100 kg/m2

3. CIMENTACION

- TIPO : PLATEA DE CIMENTACION
- PROFUNDIDAD : -1.50 m
- σ: 1.5 kg/cm2 (VER ESTUDIO DE SUELOS)
- SOLADO : C:H 1:12

3. CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

SISTEMA ESTRUCTURAL

- EJE XX : DUAL
- EJE YY : DUAL

PARAMETROS DE FUERZA SÍSMICA

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0
Tl=1.6 C=2.5 R=7

MAXIMA DERIVA DE ENTREPISO

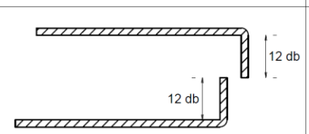
XX=0.0049 YY=0.003

ESTUDIO DE SUELOS

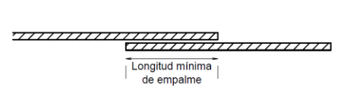
- SUELO DE APOYO : Arena pobremente graduada(SP), de baja humedad
- TIPO DE CIMENTACION : Platea de cimentacion
- PROFUNDIDAD EXPLORADA: 1.50 m
- RESISTENCIA DEL SUELO: qa= 1.528 kg/cm2
- NIVEL FREATICO : No presenta NAF a la profundidad explorada
- PARÁMETROS SISMICOS :

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0 Tl=1.6

GANCHO ESTANDAR



EMPALMES



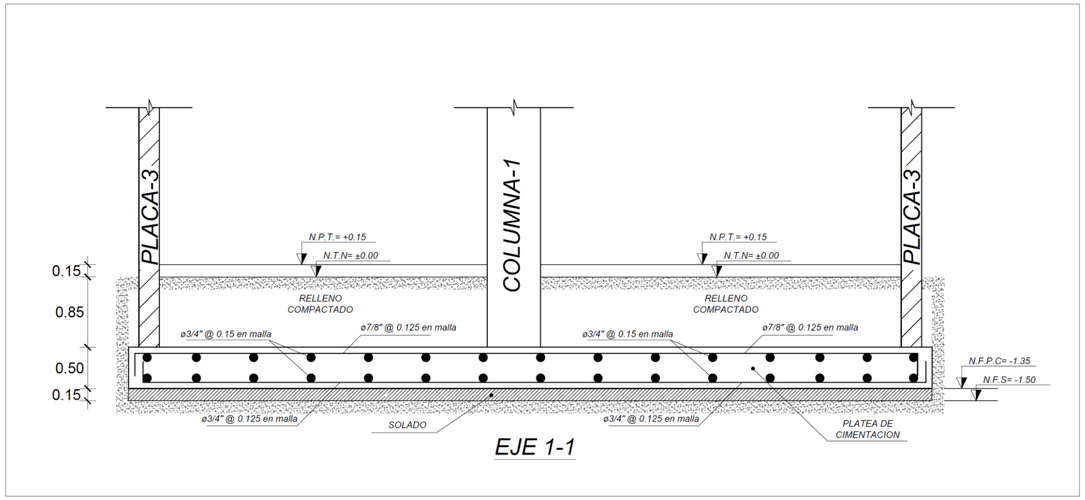
Ø	Diámetro (cm)	L (m)	Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.12	3/8"	0.953	0.40
1/2"	1.27	0.15	1/2"	1.27	0.50
5/8"	1.588	0.20	5/8"	1.588	0.70
3/4"	1.905	0.25	3/4"	1.905	0.80
7/8"	2.22	0.27	7/8"	2.22	0.90
1"	2.54	0.30	1"	2.54	1.10

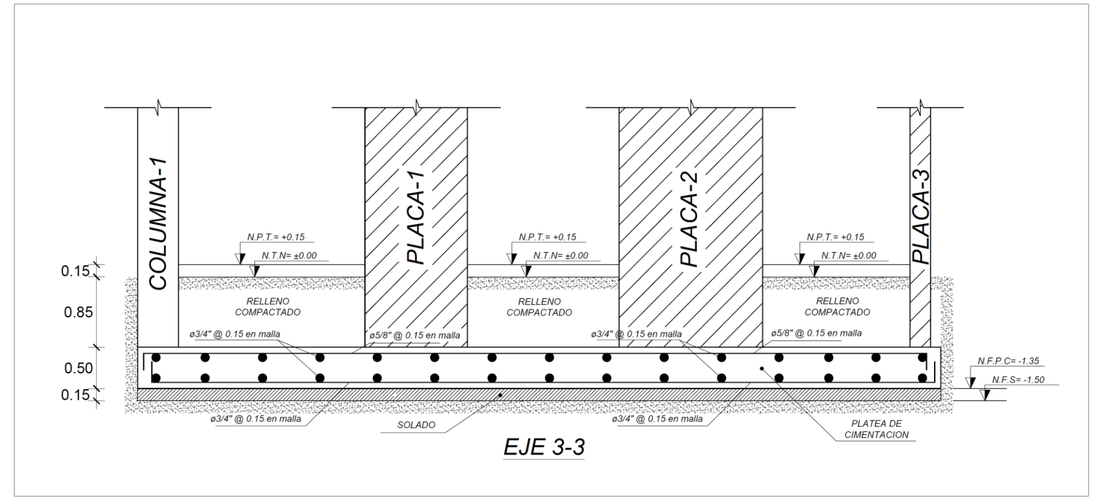
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Facultad de Ingenieria

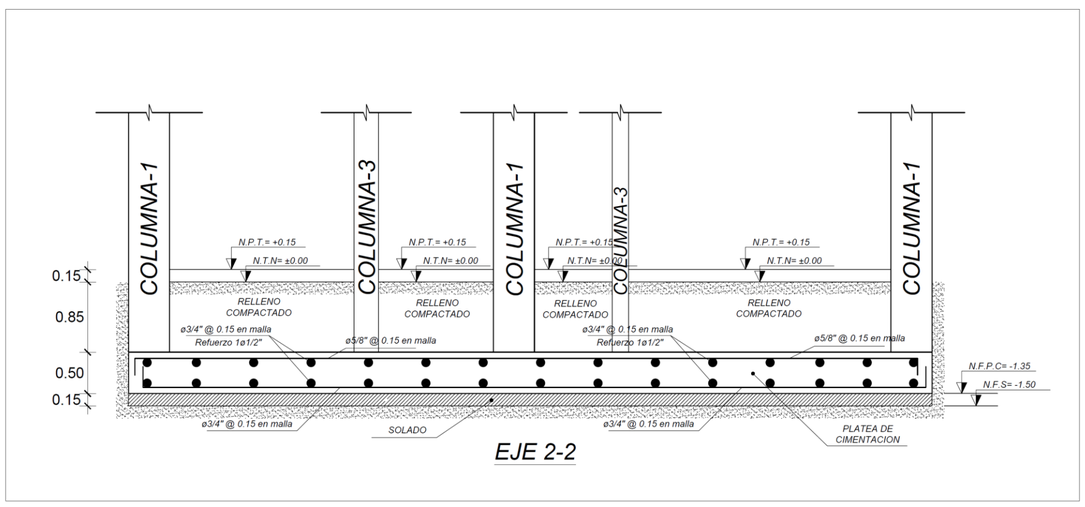
AUTORES : - CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO - GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID	TITULO DE TESIS : DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022	FECHA : AGOSTO 2022
ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz	ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS	ESCALA : 1/75
DIBUJO : J.C.B.G.	PLANO: CIMENTACION - 5 PISOS	LAMINA : E-01

Figura 273

Detalle 1 de platea de cimentación - 5 pisos







UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

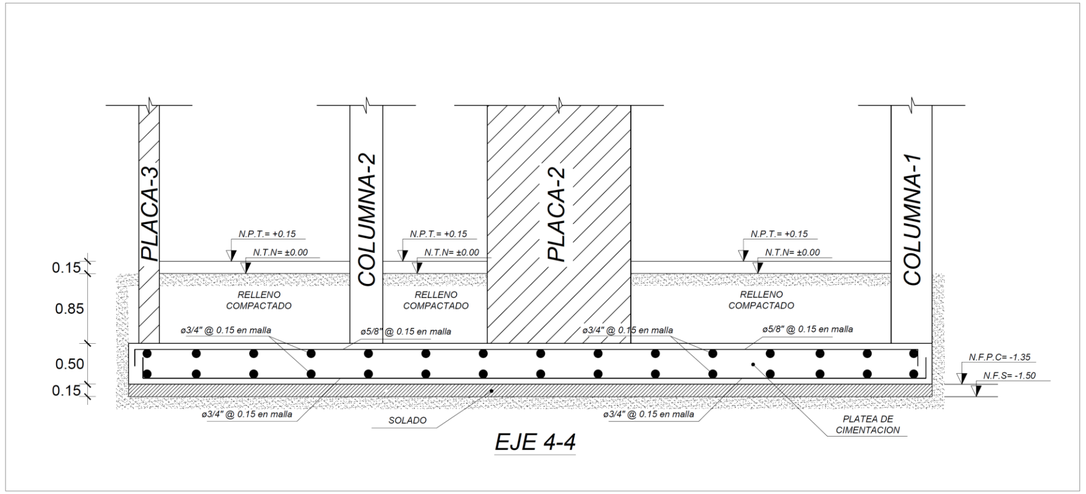
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

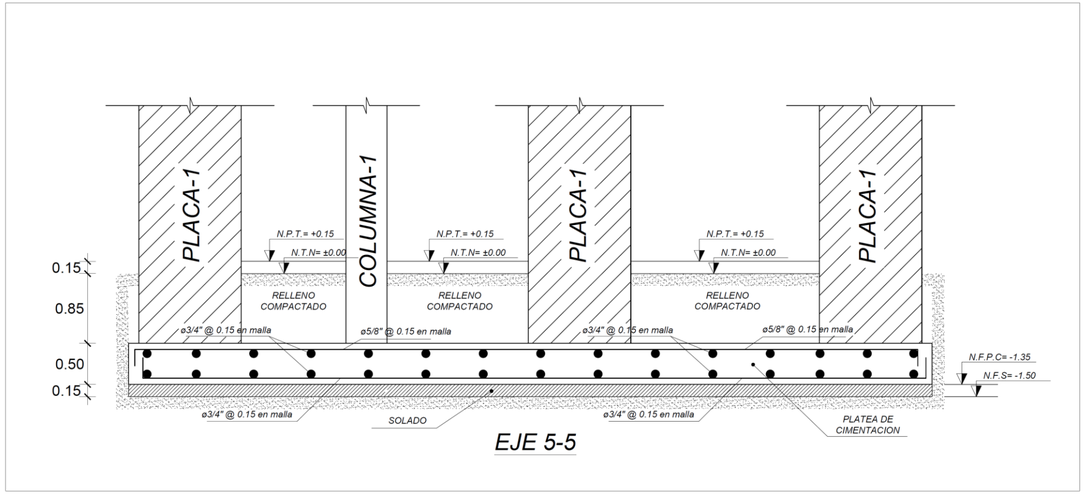
Facultad de Ingenieria

AUTORES : - CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO - GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID	TITULO DE TESIS : DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022	FECHA : AGOSTO 2022
ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz	ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS	ESCALA : 1/75
DIBUJO : J.C.B.G.	PLANO: DETALLE 1 DE CIMENTACION - 5 PISOS	LAMINA : E-02

Figura 274

Detalle 2 de platea de cimentación - 5 pisos





UPN
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

PLANO:

DETALLE 2 DE CIMENTACION - 5 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-03**
ESCALA : **1/75**	

Figura 275

Detalle 3 de platea de cimentación - 5 pisos

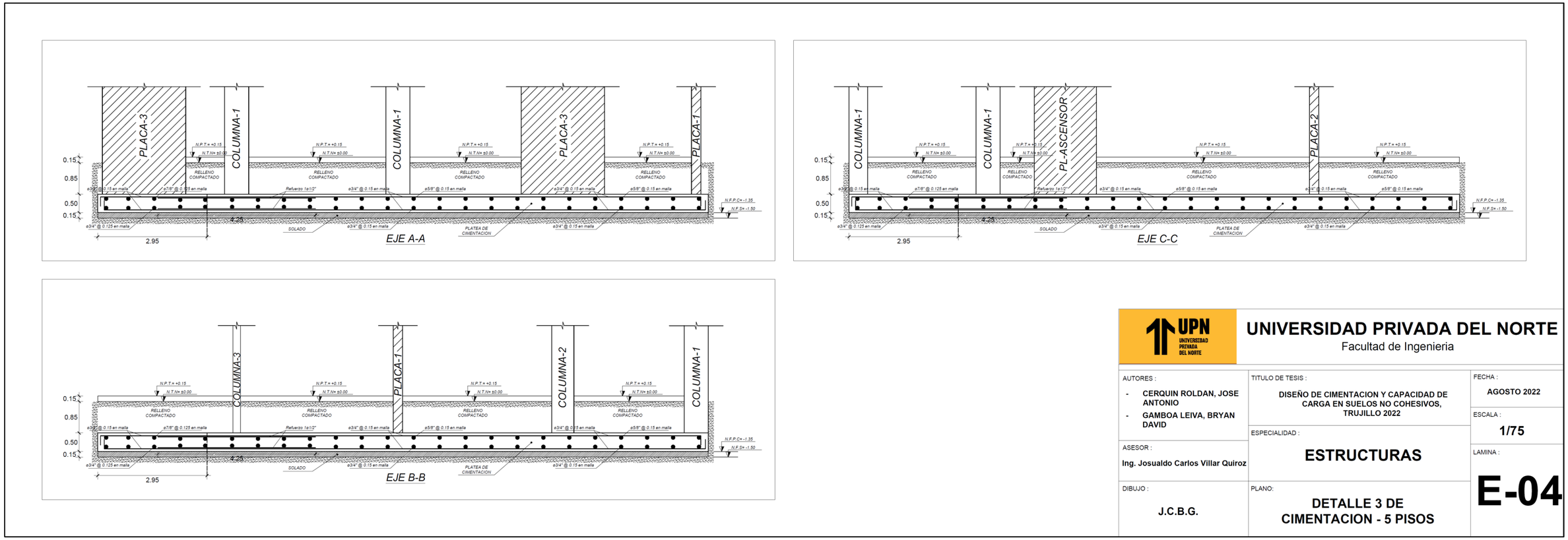
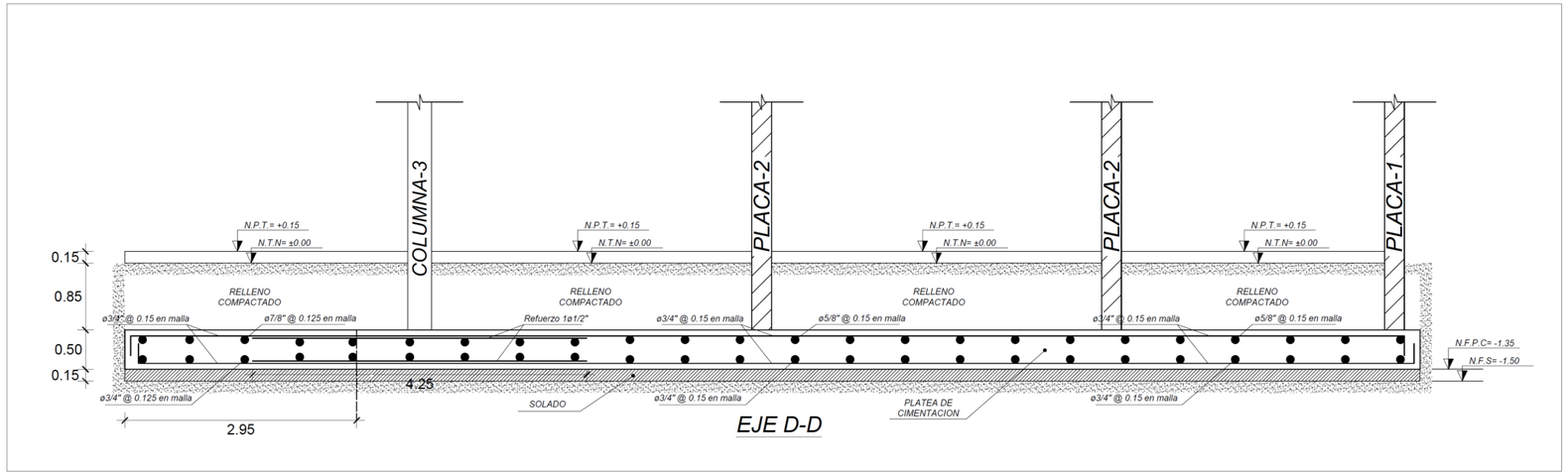
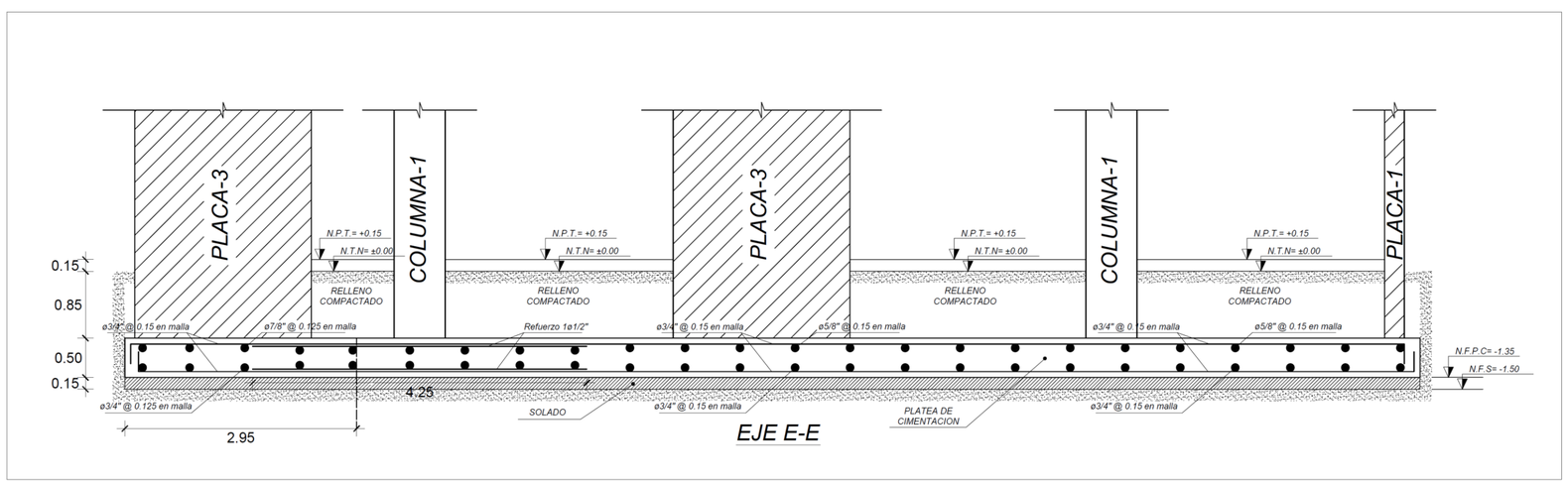


Figura 276

Detalle 4 de platea de cimentación - 5 pisos





UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

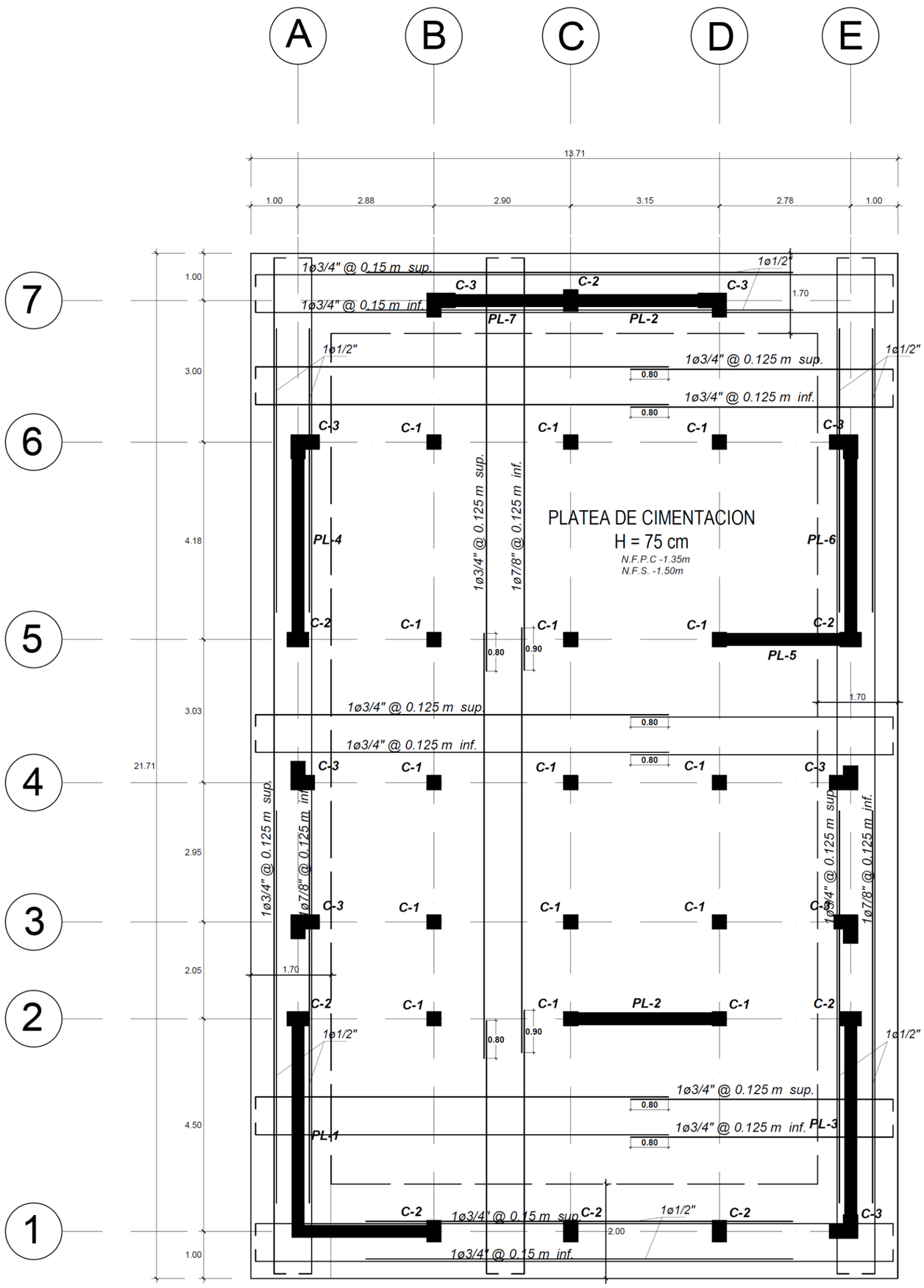
PLANO:

DETALLE 4 DE CIMENTACION - 5 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-05**
ESCALA : **1/75**	

Figura 277

Platea de cimentación - 6 pisos



CIMENTACION

ESC. 1/75

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO ARMADO

RESISTENCIA DEL CONCRETO

- LOSAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2
- COLUMNAS f'c=210 kg/cm2
- PLACAS f'c=210 kg/cm2
- VIGAS Y LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2

ACERO DE REFUERZO

- ACERO ASTM 60 , f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

- LOSAS DE CIMENTACION 7.5 cm
- COLUMNAS Y VIGAS 4 cm
- PLACAS 2.0 cm
- LOSAS ALIGERADAS 2.0 cm

2. SOBRECARGA

- ENTRE PISO : 200 kg/m2
- AZOTEAS : 100 kg/m2

3. CIMENTACION

- TIPO : PLATEA DE CIMENTACION
- PROFUNDIDAD : -1.50 m
- σ: 1.5 kg/cm2 (VER ESTUDIO DE SUELOS)
- SOLADO : C:H 1:12

3. CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

SISTEMA ESTRUCTURAL

- EJE XX : DUAL
- EJE YY : DUAL

PARAMETROS DE FUERZA SÍSMICA

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0
Tl=1.6 C=2.5 R=7

MAXIMA DERIVA DE ENTREPISO

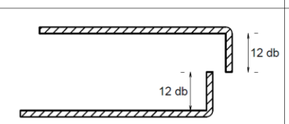
XX=0.0028 YY=0.0019

ESTUDIO DE SUELOS

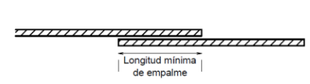
- SUELO DE APOYO : Arena pobremente graduada(SP), de baja humedad
- TIPO DE CIMENTACION : Platea de cimentacion
- PROFUNDIDAD EXPLORADA: 1.50 m
- RESISTENCIA DEL SUELO: qa= 1.528 kg/cm2
- NIVEL FREATICO : No presenta NAF a la profundidad explorada
- PARÁMETROS SISMICOS :

  Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0 Tl=1.6

GANCHO ESTANDAR



EMPALMES



Ø	Diámetro (cm)	L (m)	Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.12	3/8"	0.953	0.40
1/2"	1.27	0.15	1/2"	1.27	0.50
5/8"	1.588	0.20	5/8"	1.588	0.70
3/4"	1.905	0.25	3/4"	1.905	0.80
7/8"	2.22	0.27	7/8"	2.22	0.90
1"	2.54	0.30	1"	2.54	1.10

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Facultad de Ingenieria

AUTORES :
- CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO
- GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID

TITULO DE TESIS :
DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

FECHA : AGOSTO 2022

ESCALA : 1/75

ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS

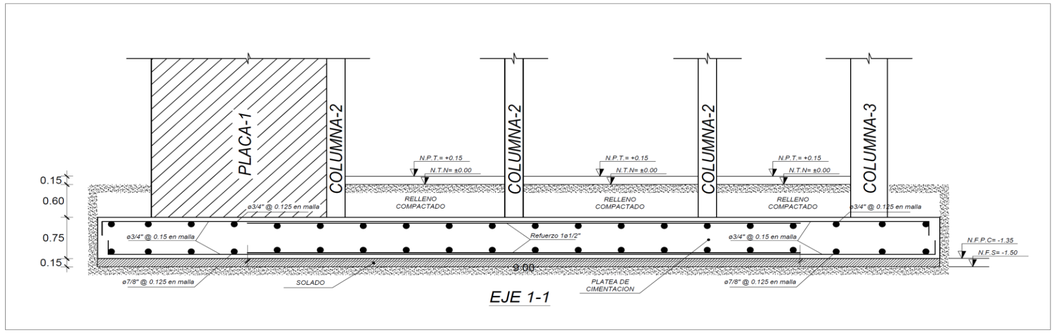
LAMINA : E-01

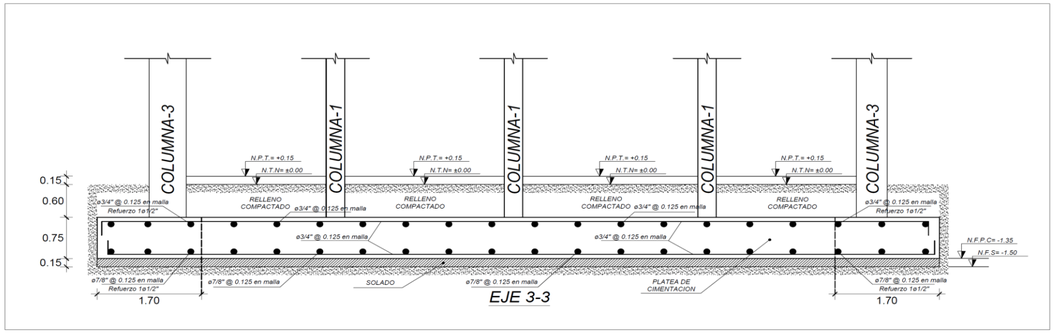
DIBUJO : J.C.B.G.

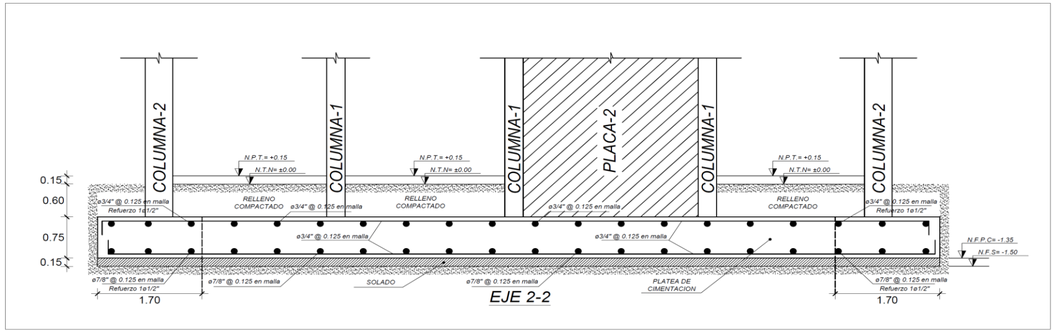
PLANO: CIMENTACION - 6 PISOS

Figura 278

Detalle 1 de platea de cimentación - 6 pisos







UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Facultad de Ingenieria

AUTORES : - CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO - GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID	TITULO DE TESIS : DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022	FECHA : AGOSTO 2022
ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz	ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS	ESCALA : 1/75
DIBUJO : J.C.B.G.	PLANO: DETALLE 1 DE CIMENTACION - 6 PISOS	LAMINA : E-02

Figura 279

Detalle 2 de platea de cimentación - 6 pisos

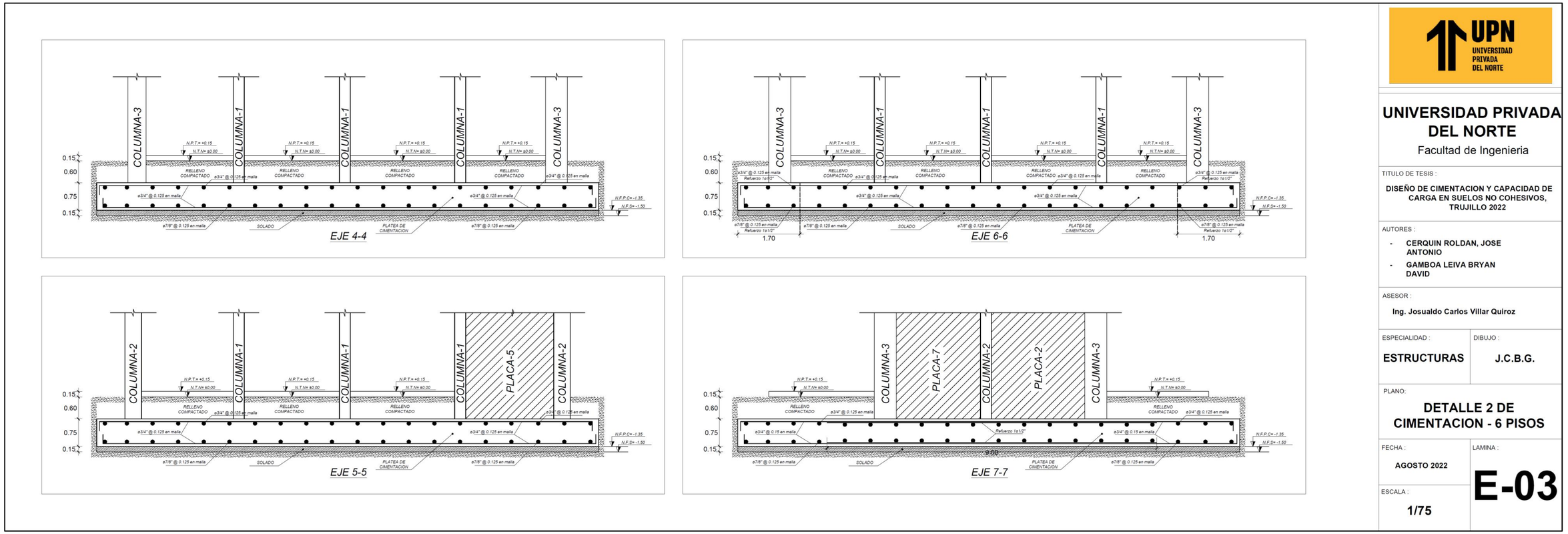
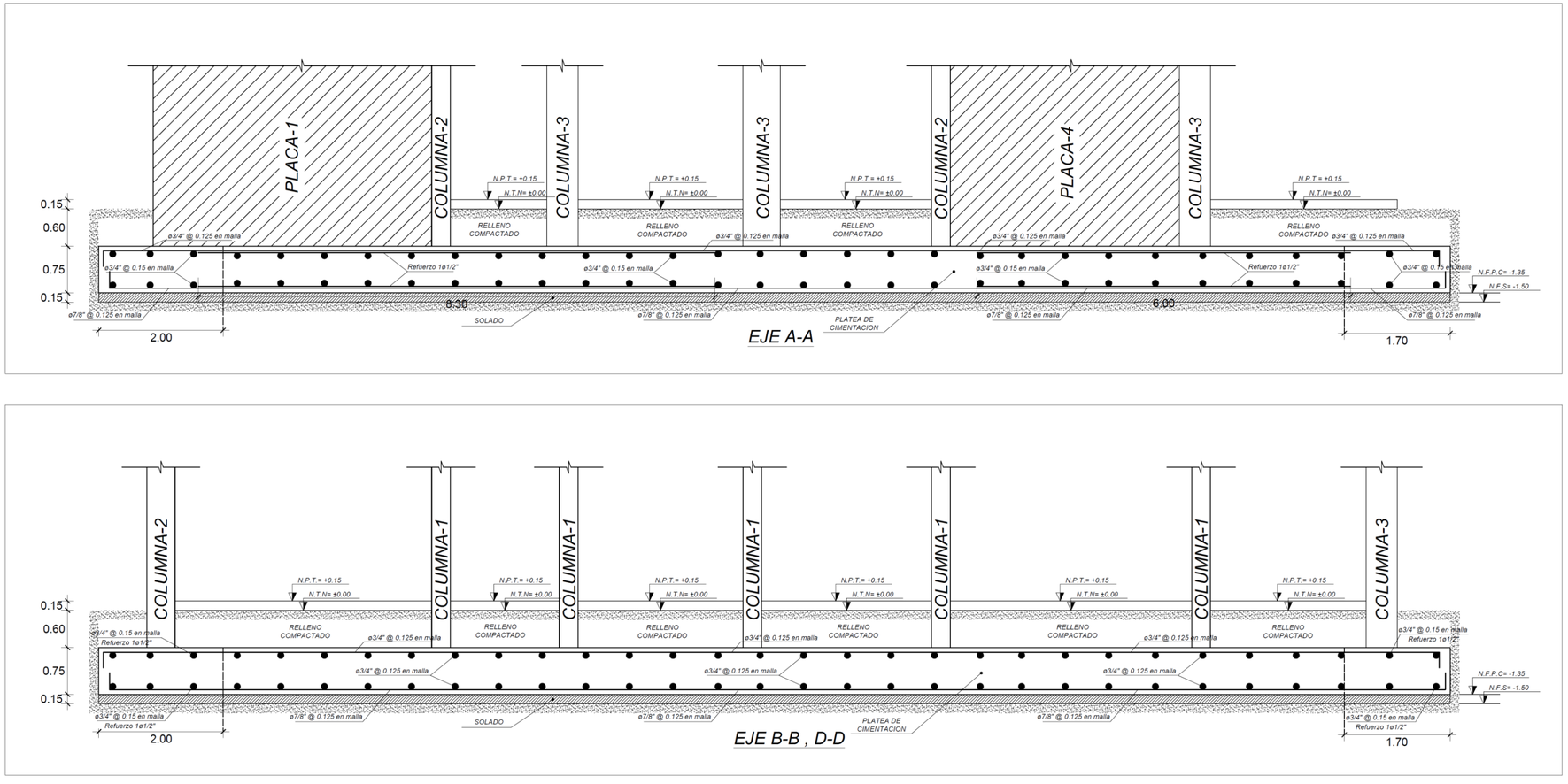


Figura 280

Detalle 3 de platea de cimentación - 6 pisos



UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

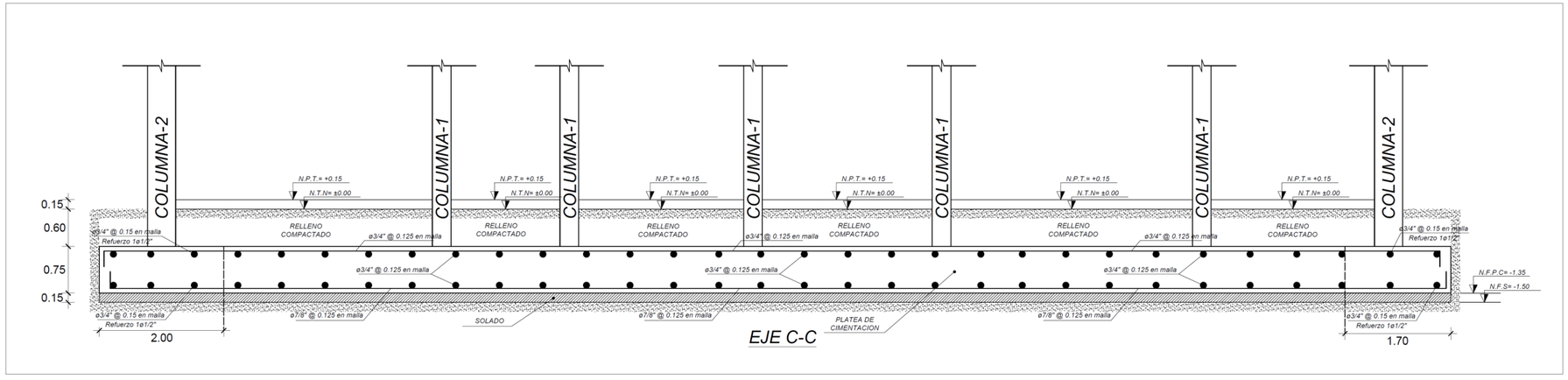
PLANO:

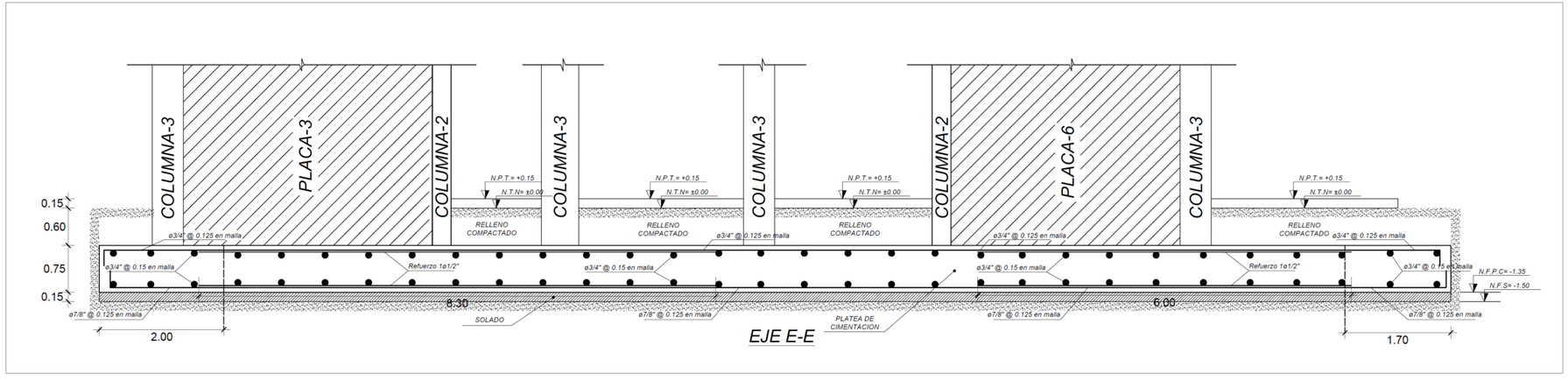
DETALLE 3 DE CIMENTACION - 6 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-04**
ESCALA : **1/75**	

Figura 281

Detalle 4 de platea de cimentación - 6 pisos





UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

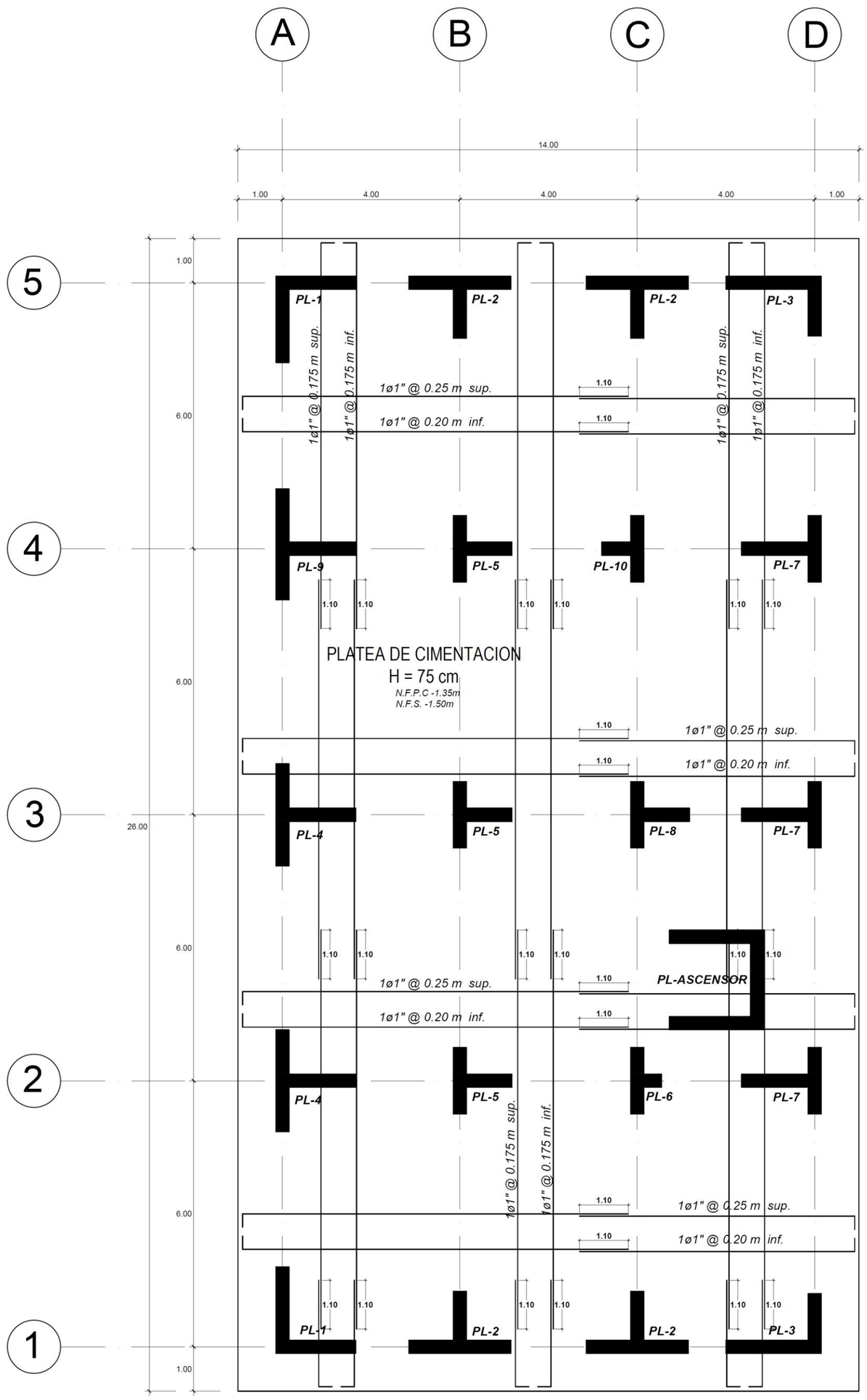
PLANO:

DETALLE 4 DE CIMENTACION - 6 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-05**
ESCALA : **1/75**	

Figura 282

Platea de cimentación - 7 pisos



CIMENTACION

ESC. 1/75

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO ARMADO

RESISTENCIA DEL CONCRETO

- LOSAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2
- COLUMNAS f'c=210 kg/cm2
- PLACAS f'c=210 kg/cm2
- VIGAS Y LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2

ACERO DE REFUERZO

- ACERO ASTM 60 , f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

- LOSAS DE CIMENTACION 7.5 cm
- COLUMNAS Y VIGAS 4 cm
- PLACAS 2.0 cm
- LOSAS ALIGERADAS 2.0 cm

2. SOBRECARGA

- ENTRE PISO : 200 kg/m2
- AZOTEAS : 100 kg/m2

3. CIMENTACION

- TIPO : PLATEA DE CIMENTACION
- PROFUNDIDAD : -1.50 m
- σ: 1.5 kg/cm2 (VER ESTUDIO DE SUELOS)
- SOLADO : C:H 1:12

3. CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

SISTEMA ESTRUCTURAL

- EJE XX : MUROS ESTRUCTURALES
- EJE YY : MUROS ESTRUCTURALES

PARAMETROS DE FUERZA SÍSMICA

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0
Tl=1.6 C=2.5 R=6

MAXIMA DERIVA DE ENTREPISO

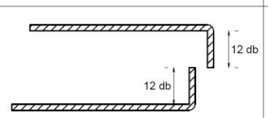
XX=0.005 YY=0.0069

ESTUDIO DE SUELOS

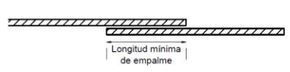
- SUELO DE APOYO : Arena pobremente graduada(SP), de baja humedad
- TIPO DE CIMENTACION : Platea de cimentacion
- PROFUNDIDAD EXPLORADA: 1.50 m
- RESISTENCIA DEL SUELO: qa= 1.528 kg/cm2
- NIVEL FREATICO : No presenta NAF a la profundidad explorada
- PARÁMETROS SISMICOS :

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0 Tl=1.6

GANCHO ESTANDAR



EMPALMES



Ø	Diámetro (cm)	L (m)	Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.12	3/8"	0.953	0.40
1/2"	1.27	0.15	1/2"	1.27	0.50
5/8"	1.588	0.20	5/8"	1.588	0.70
3/4"	1.905	0.25	3/4"	1.905	0.80
1"	2.54	0.30	1"	2.54	1.10

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Facultad de Ingenieria

AUTORES :
- CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO
- GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID

TITULO DE TESIS :
DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

FECHA : AGOSTO 2022

ESCALA : 1/75

ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS

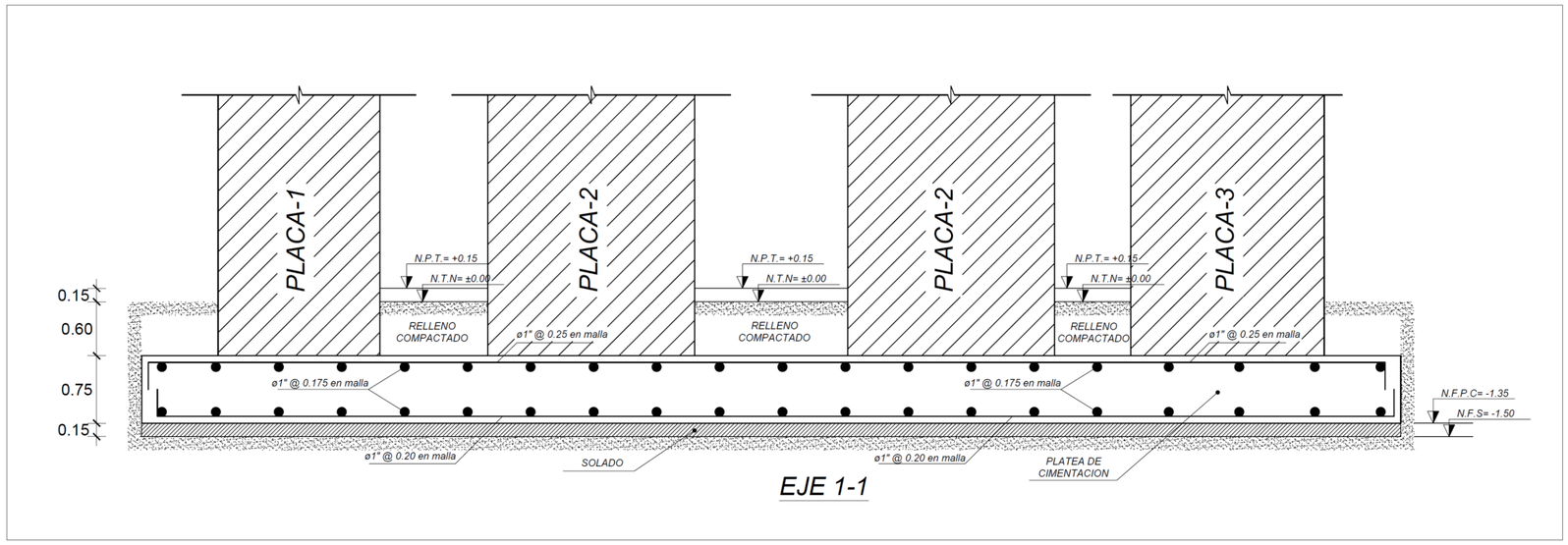
LAMINA : E-01

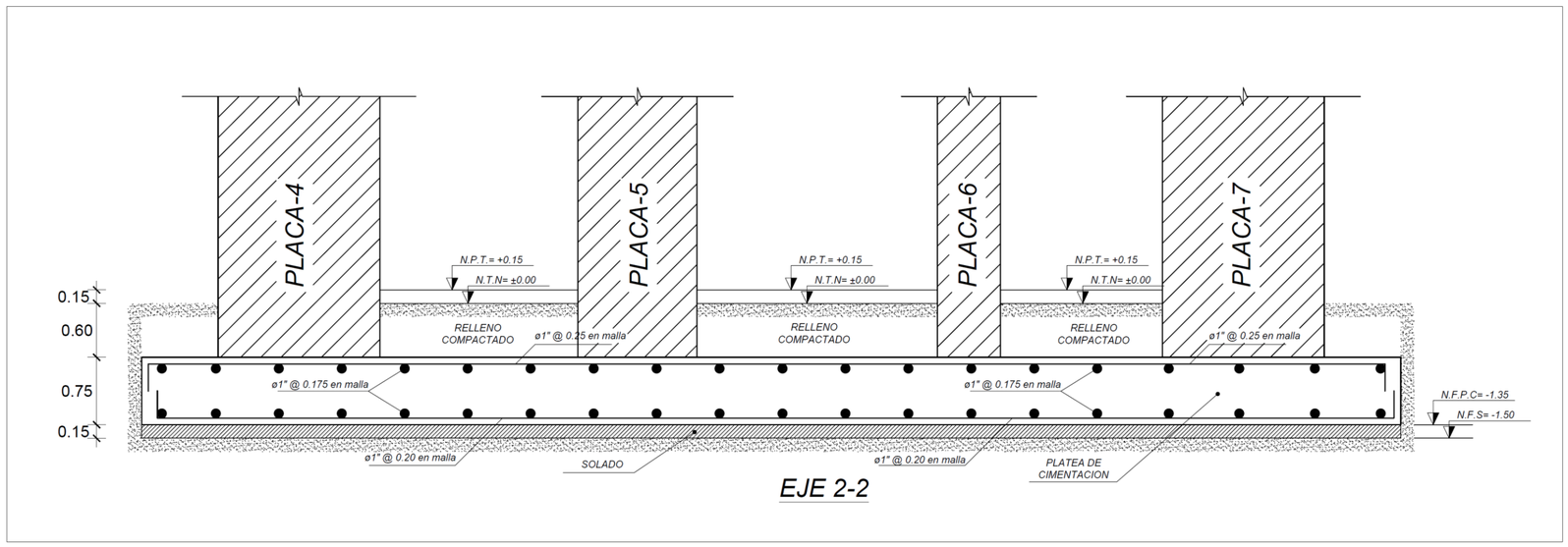
DIBUJO : J.C.B.G.

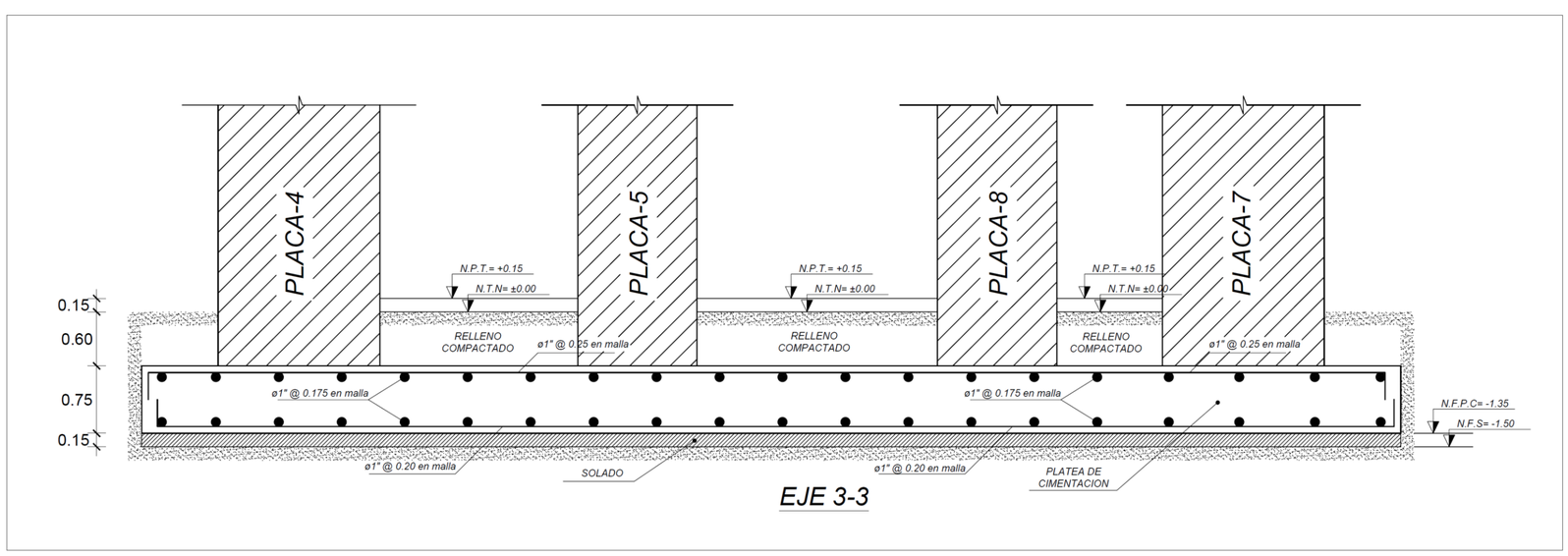
PLANO: CIMENTACION - 7 PISOS

Figura 283

Detalle 1 de platea de cimentación - 7 pisos







UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

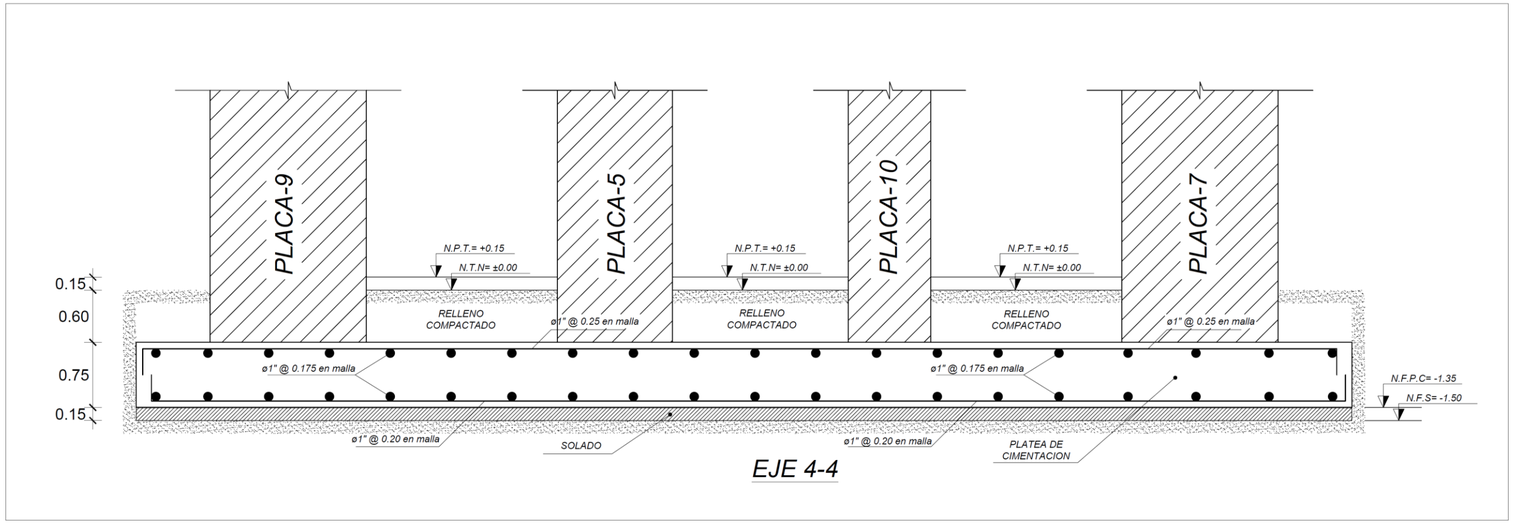
PLANO:

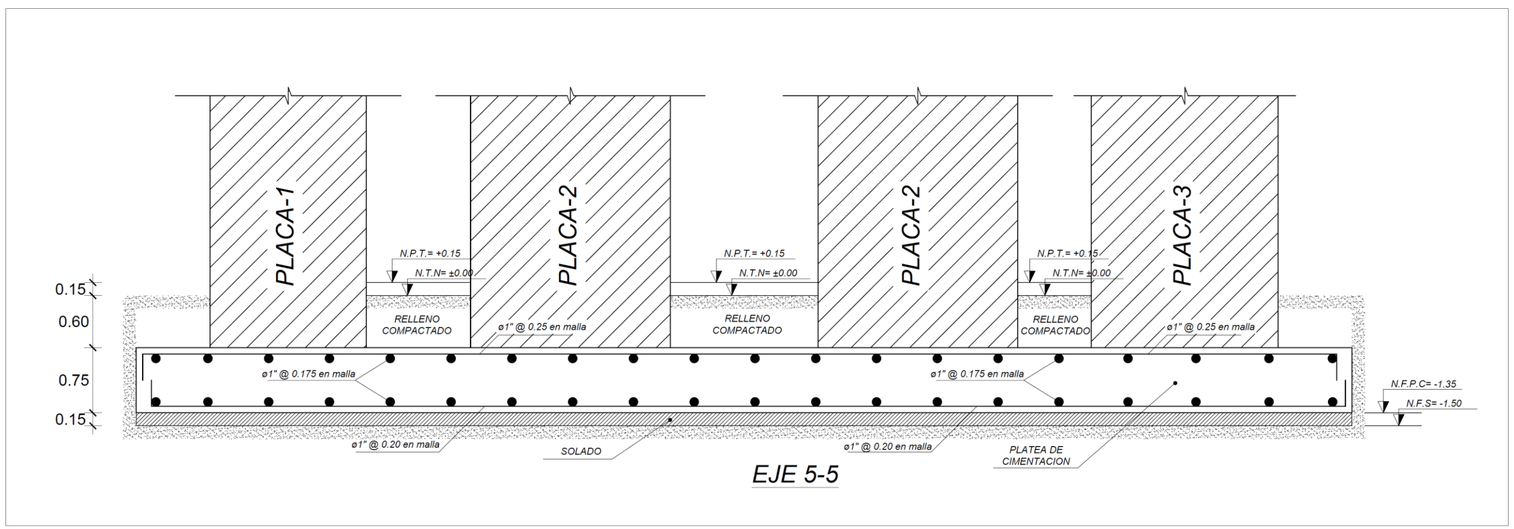
DETALLE 1 DE CIMENTACION - 7 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-02**
ESCALA : **1/75**	

Figura 284

Detalle 2 de platea de cimentación - 7 pisos





UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD :	DIBUJO :
ESTRUCTURAS	**J.C.B.G.**

PLANO:

DETALLE 2 DE CIMENTACION - 7 PISOS

FECHA :	LAMINA :
AGOSTO 2022	**E-03**
ESCALA : **1/75**	

Figura 285

Detalle 3 de platea de cimentación - 7 pisos

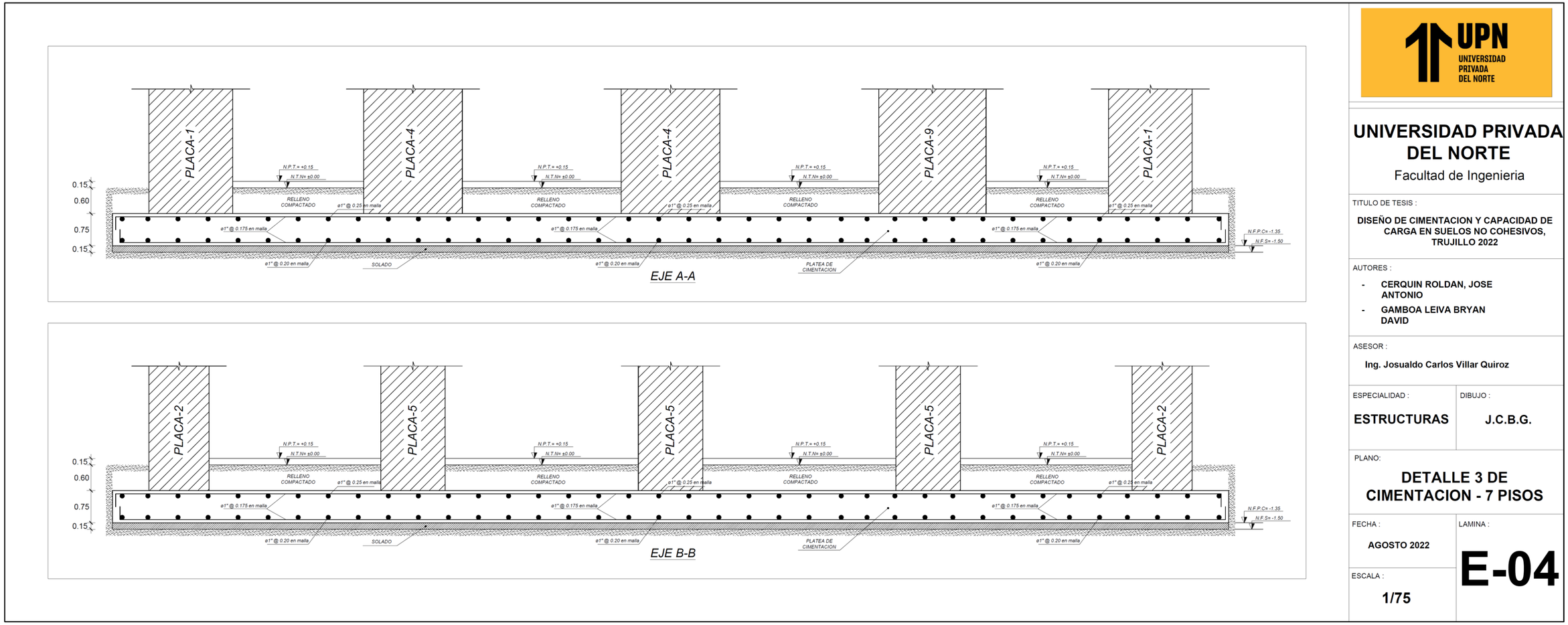


Figura 286

Detalle 4 de platea de cimentación - 7 pisos

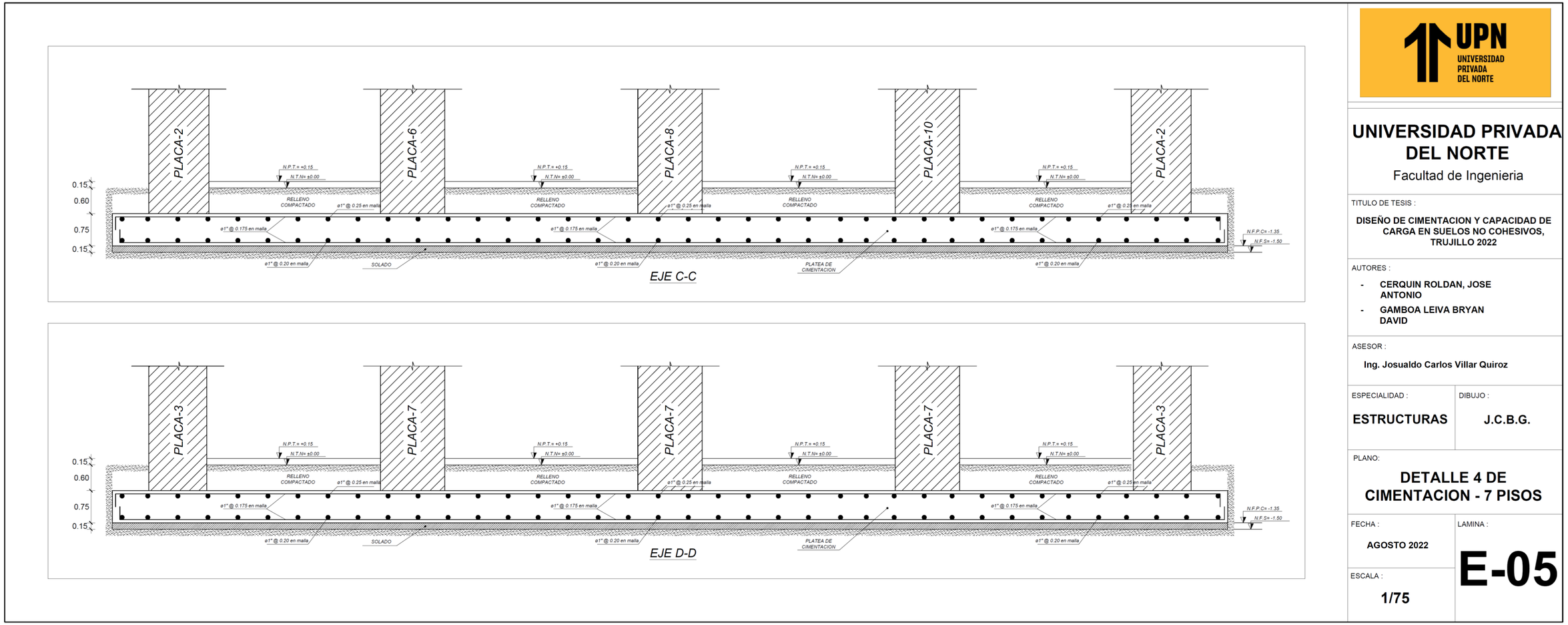
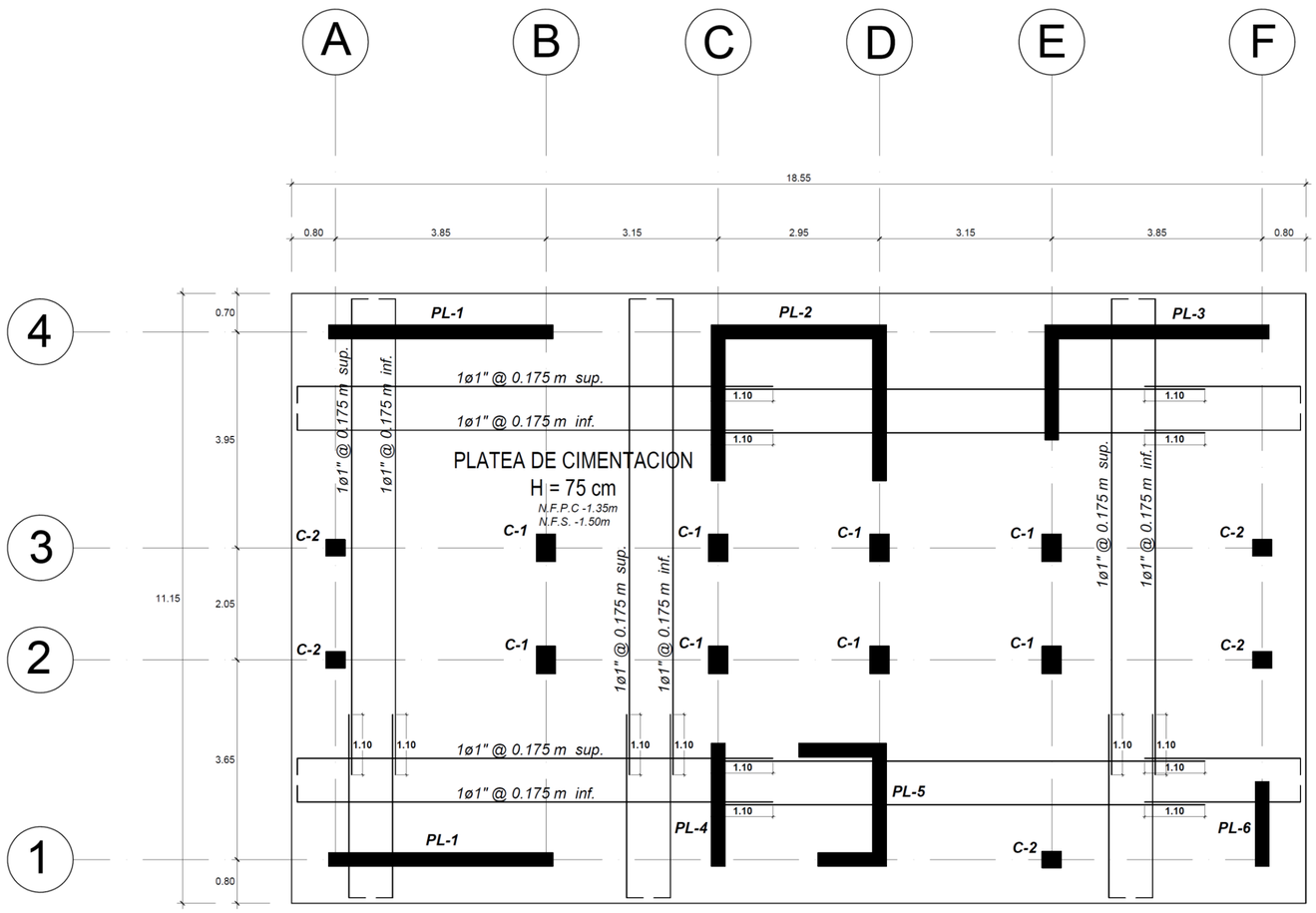


Figura 287

Platea de cimentación - 8 pisos



CIMENTACION

ESC. 1/75

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO ARMADO

RESISTENCIA DEL CONCRETO

- LOSAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2
- COLUMNAS f'c=210 kg/cm2
- PLACAS f'c=210 kg/cm2
- VIGAS Y LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/cm2

ACERO DE REFUERZO

- ACERO ASTM 60 , f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

- LOSAS DE CIMENTACION 7.5 cm
- COLUMNAS Y VIGAS 4 cm
- PLACAS 2.0 cm
- LOSAS ALIGERADAS 2.0 cm

2. SOBRECARGA

- ENTRE PISO : 200 kg/m2
- AZOTEAS : 100 kg/m2

3. CIMENTACION

- TIPO : PLATEA DE CIMENTACION
- PROFUNDIDAD : -1.50 m
- σ: 1.5 kg/cm2 (VER ESTUDIO DE SUELOS)
- SOLADO : C:H 1:12

3. CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

SISTEMA ESTRUCTURAL

- EJE XX : DUAL
- EJE YY : DUAL

PARAMETROS DE FUERZA SÍSMICA

Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0
Tl=1.6 C=2.5 R=7

MAXIMA DERIVA DE ENTREPISO

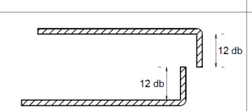
XX=0.00049 YY=0.00051

ESTUDIO DE SUELOS

- SUELO DE APOYO : Arena pobremente graduada(SP), de baja humedad
- TIPO DE CIMENTACION : Platea de cimentacion
- PROFUNDIDAD EXPLORADA: 1.50 m
- RESISTENCIA DEL SUELO: qa= 1.528 kg/cm2
- NIVEL FREATICO : No presenta NAF a la profundidad explorada
- PARÁMETROS SISMICOS :

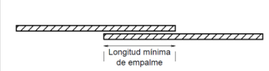
Z=0.45 U=1.0 S=1.10 Tp=1.0 Tl=1.6

GANCHO ESTANDAR



Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.12
1/2"	1.27	0.15
5/8"	1.588	0.20
3/4"	1.905	0.25
1"	2.54	0.30

EMPALMES



Ø	Diámetro (cm)	L (m)
3/8"	0.953	0.40
1/2"	1.27	0.50
5/8"	1.588	0.70
3/4"	1.905	0.80
1"	2.54	1.10

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Facultad de Ingenieria

AUTORES :
- CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO
- GAMBOA LEIVA, BRYAN DAVID

TITULO DE TESIS :
DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

FECHA : AGOSTO 2022

ESCALA : 1/75

ASESOR : Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS

LAMINA : E-01

DIBUJO : J.C.B.G.

PLANO: CIMENTACION - 8 PISOS

Figura 288

Detalle 1 de platea de cimentación - 8 pisos

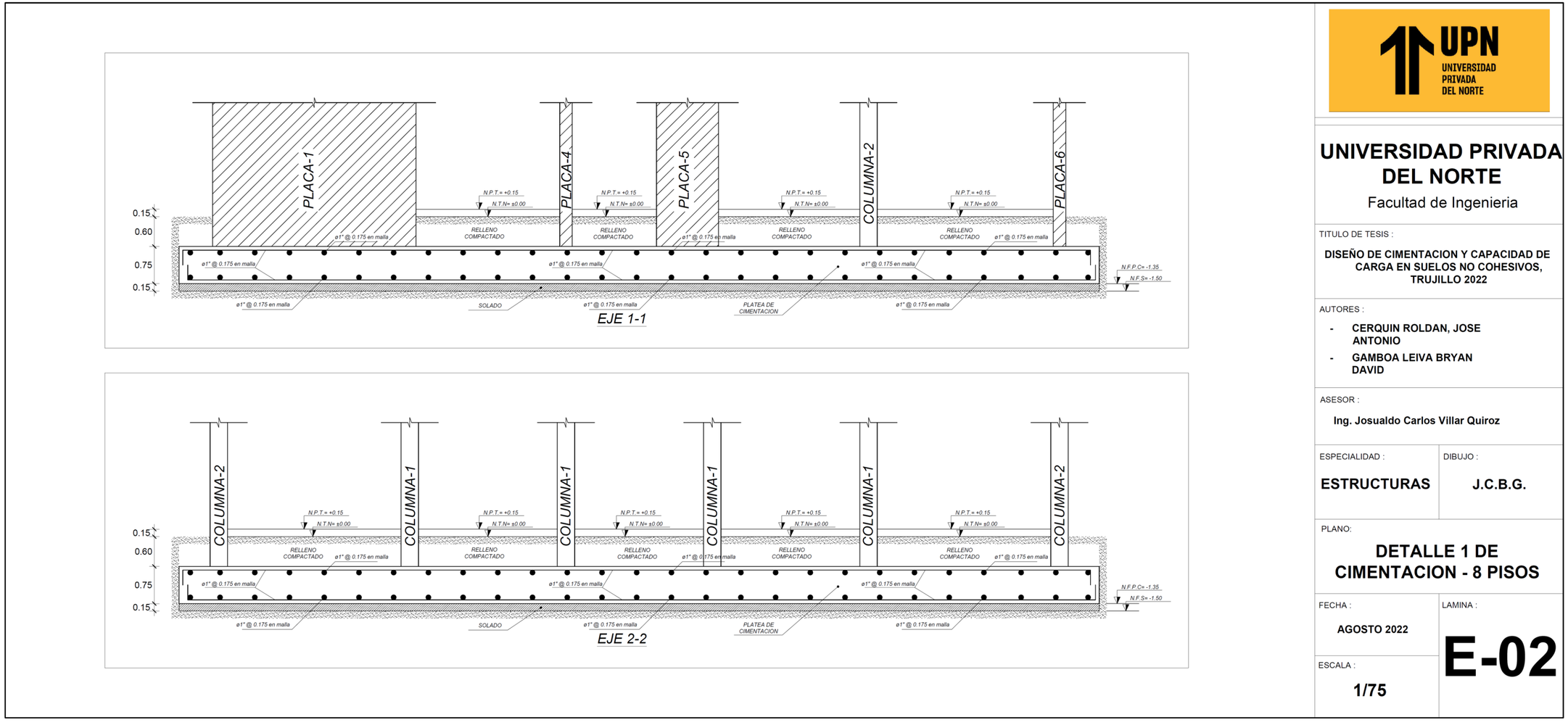
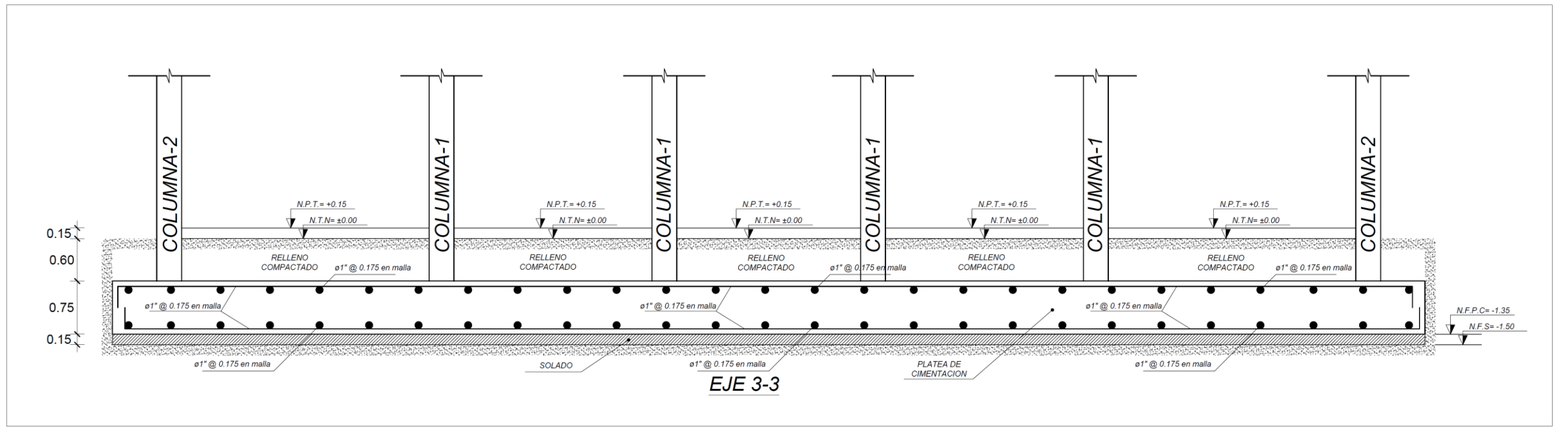
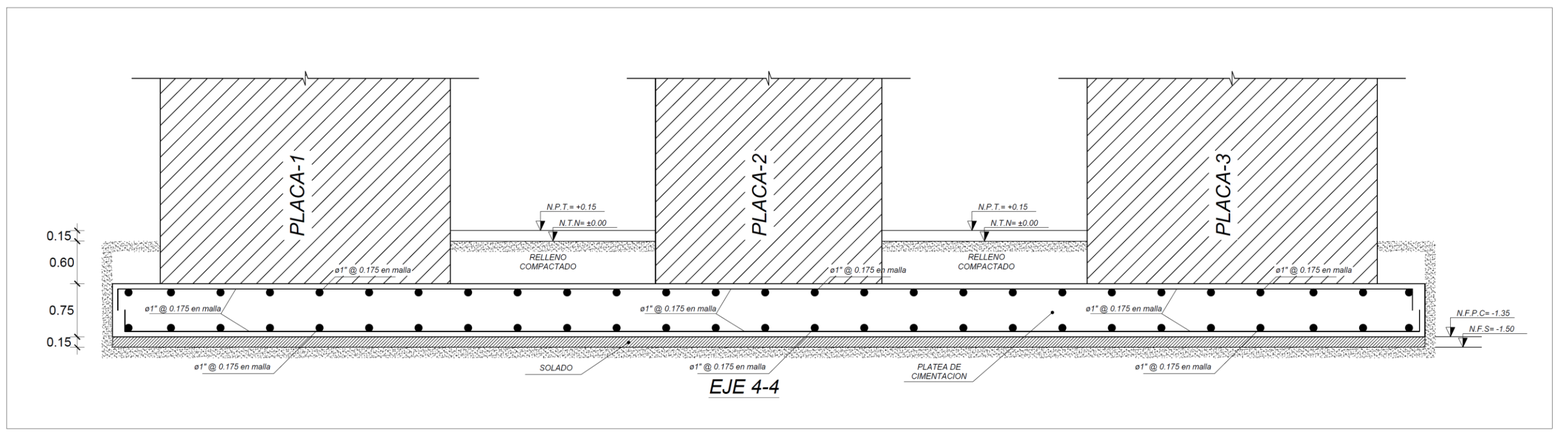


Figura 289

Detalle 2 de platea de cimentación - 8 pisos





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Facultad de Ingenieria

TITULO DE TESIS :

DISEÑO DE CIMENTACION Y CAPACIDAD DE CARGA EN SUELOS NO COHESIVOS, TRUJILLO 2022

AUTORES :

- **CERQUIN ROLDAN, JOSE ANTONIO**
- **GAMBOA LEIVA BRYAN DAVID**

ASESOR :

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

ESPECIALIDAD : **ESTRUCTURAS**

DIBUJO : **J.C.B.G.**

PLANO:

DETALLE 2 DE CIMENTACION - 8 PISOS

FECHA : **AGOSTO 2022**

ESCALA : **1/75**

LAMINA : **E-03**

Figura 290

Detalle 3 de platea de cimentación - 8 pisos

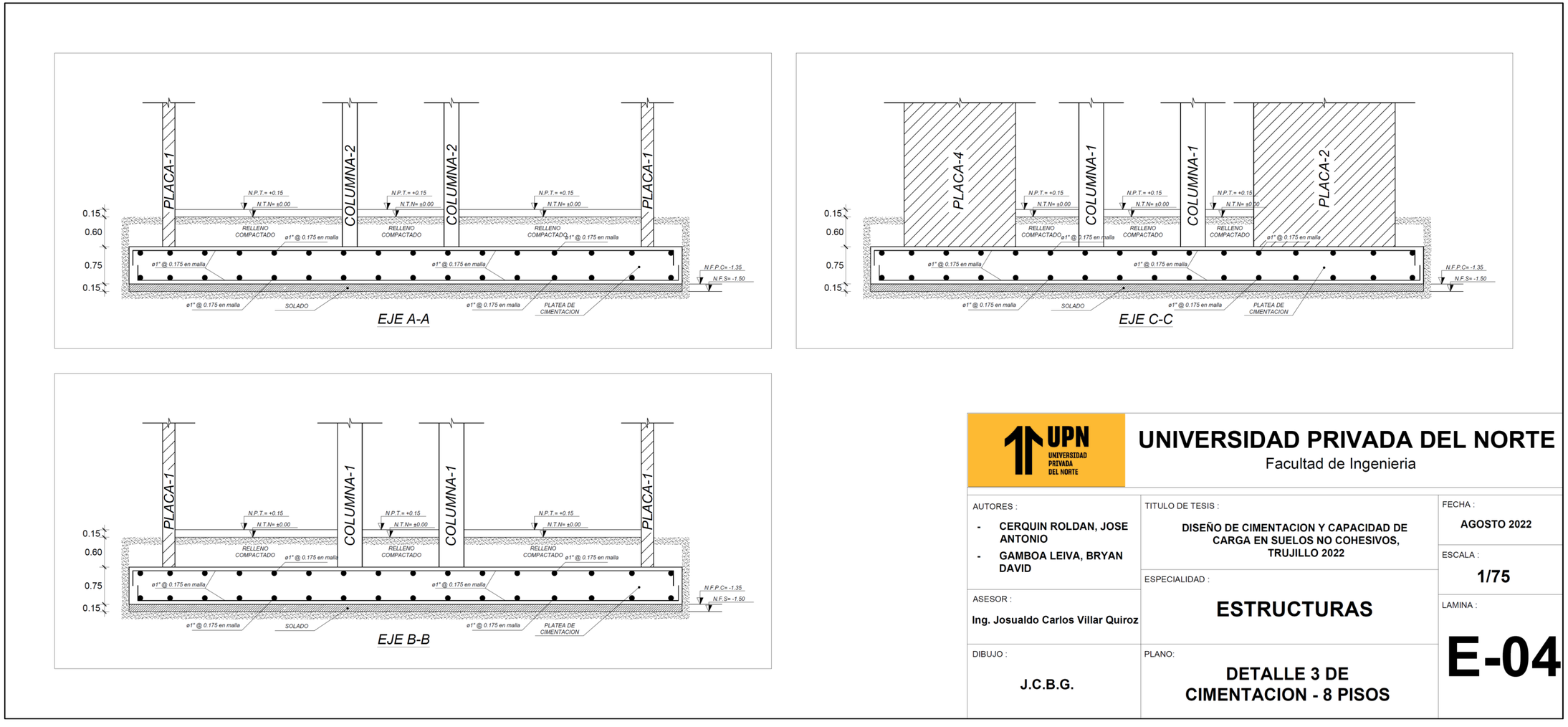
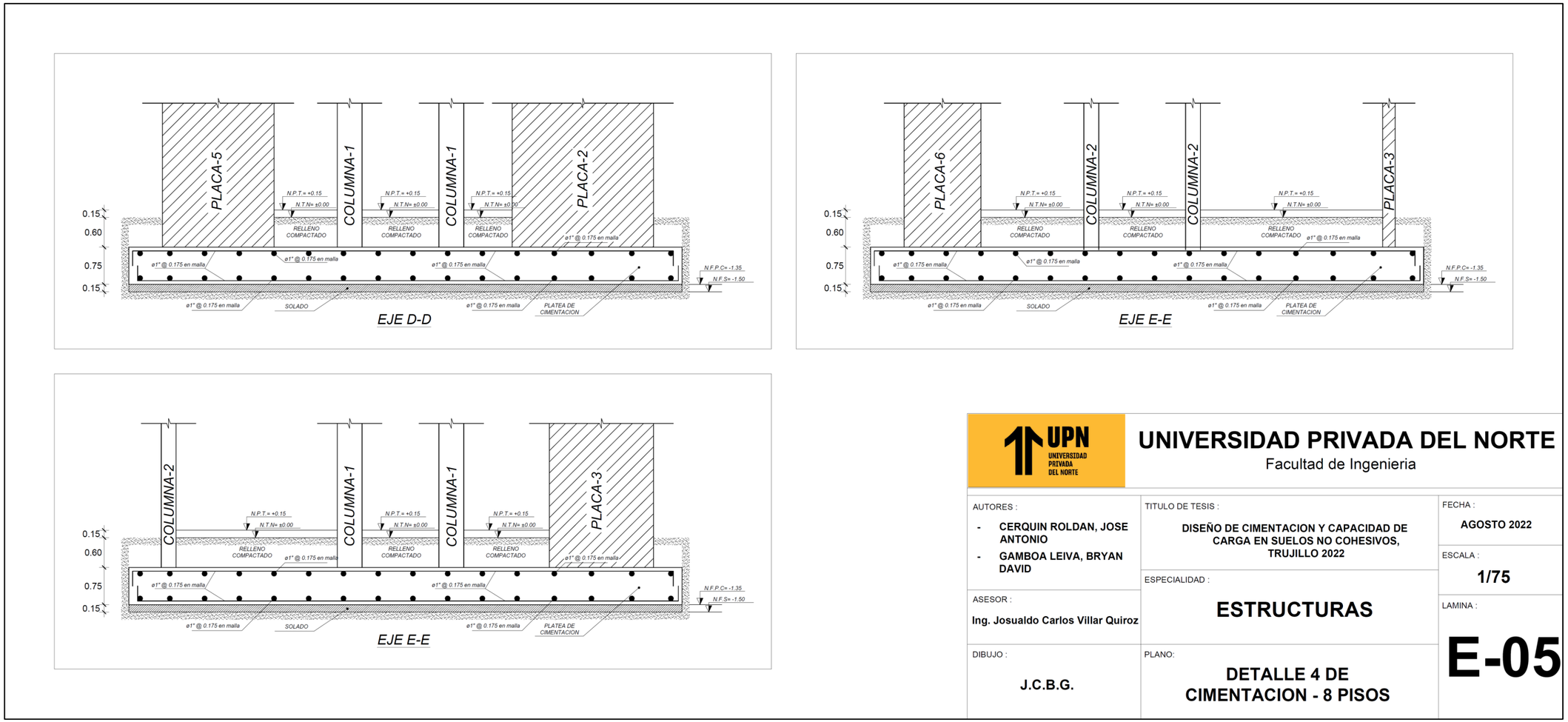


Figura 291

Detalle 4 de platea de cimentación - 8 pisos



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El diseño de cimentación para obtener la capacidad de carga máxima de las plateas, se dio mediante la exportación de cargas de los modelados que cumplían los parámetros sísmicos aplicados en un suelo no cohesivo, que se evaluó en las muestras 2,4,6,8 y 9, donde los valores arrojados por una combinación de servicio fueron menores a 1.52 kg/cm2. Asimismo, la presente investigación invalida la hipótesis de que el diseño de las plateas de cimentación arrojaran una capacidad de carga menor o igual a 1.5 kg/cm2, y también la hipótesis de que a mayor cantidad de pisos, mayor peralte, asimismo esta propuesta hasta cierto punto fue acertada, porque como se puede observar en los resultados(Figura 140-150), no todas las plateas siguieran este criterio, debido a que se presentó el tema del sistema estructural de la edificación, que fue definitivo para el diseño.

Las tablas 12-21 presentan la extracción de datos de las muestras, en estas tablas se encuentran los datos necesarios para realizar los modelados hasta el análisis sísmico y posteriormente la exportación de cargas. Para seleccionar las plateas a diseñar, primero se tomaron las muestras que cumplan con el análisis sísmico, donde las muestras 2,4,6,8 y 9 arrojaron desplazamientos en X e Y menores a 0.007 (Tabla 22-26), según como indica la Norma Sismorresistente Peruana E.030, que es el valor máximo de deriva de entre pisos para las estructuras de concreto armado. Asimismo, tomando estas muestras, se evaluó la capacidad de carga de cada platea modelada, arrojando valores menores a 1.52 kg/cm2 (Figura 259-263), donde los mayores esfuerzos recaían en el contorno de las plateas, además tal y como indica la Norma de Suelos y Cimentaciones E.050, la capacidad de carga de la platea de cimentación, debe ser menor a la capacidad portante del terreno. Por

otro lado, para que cumpla el punzonamiento, se colocó un peralte mayor o igual a 50 cm, obteniendo valores menores de 1 (Figura 264-268), además el punzonamiento se genera en la interacción platea- columna, por ello la muestra de 7 pisos al ser de un sistema de muros estructurales, no presentó punzonamiento. Por último, los planos de cimentación (Figura 269 – 294), muestran la vista en planta de la platea, también los cortes en los diferentes ejes, asimismo las especificaciones técnicas que se consideraron para el diseño, y un resumen del estudio de suelo no cohesivo en la ciudad de Trujillo, donde se planea realizar el proyecto de tesis. De igual forma, también se considero todas las especificaciones que señala la Norma de Concreto Armado E.060, con respecto al acero empleado en las cimentaciones.

En el proyecto de Espinosa y Carrión (2019), realizaron la evaluación estructural de una edificación de 8 pisos en un suelo no cohesivo, aplicando el espectro de respuesta de la norma ecuatoriana y del lugar de estudio Puengasi, asimismo se ejecutó el modelado con la base rígida, obteniendo derivas máximas de entrepiso por el espectro de NEC de 0.01136 en dirección X, y de 0.00981 en dirección Y. Por otro lado, por el espectro de Puengasi, se obtuvo una deriva máxima en X de 0.01102 y para Y de 0.009; tanto el análisis a través de NEC y de Puengasi cumplieron con las derivas máximas de la norma sismorresistente ecuatoriana, indicando que las derivas deben ser menores a 0.02. El proyecto mencionado, respalda nuestra idea, de que no existiría problemas para modelar edificaciones de 8 pisos en suelos no cohesivos, donde se puede observar que las derivas de entrepiso cumplen perfectamente con su normativa; además, la presente tesis también expuso resultados de una edificación de 8 pisos con base rígida, sobre suelo no cohesivo(SP); que al tener las mismas características que el proyecto de Espinosa y Carión, mostraron derivas de entrepiso máximas de 0.0005 en dirección X e Y, cumpliendo en gran diferencia con la

norma sismorresistente peruana E.030, donde indíca que las derivas para concreto armado deben ser menores a 0.007.

En la investigación de Tipán y Villacís (2022), analizaron una edificación de 4 pisos sobre una platea de cimentación, aplicado en un suelo blando con capacidad portante de 1 kg/cm2. Asimismo la edificación fue diseñada considerando la norma sismorresistente ecuatoriana, donde exige que las derivas de entrepiso sean menores a 0.02, el cual, no presento inconvenientes para Tipán y Villacís, debido a que su edificación de 4 pisos alcanzo derivas máximas de 0.0127215 en dirección X, y de 0.0153675 en dirección Y. Por otro lado en el diseño de la platea, se considero una capacidad de carga de 1.33 kg/cm2 (aumentado un 33% por efectos sísmicos), donde el diseño arrojó un esfuerzo admisible máximo de 1.302 kg/cm2, asimismo la verificación por punzonamiento presento un valor máximo de 0.7111; Finalmente la platea presento un peralte de 50 cm con varillas Nº14(1 3/4”) en la parte superior e inferior con espaciamiento a cada 15 cm. La investigación de Tipán y Villacís presentó una gran diferencia con la presente tesis, debido a que también realizamos el modelado para una edificación de 4 niveles, que mostró derivas máximas de 0.0056 en X y 0.007 en Y, que cumplió de forma crítica según la norma sismorresistente peruana E.030, asimismo la platea mostró una capacidad de carga menor a 1.5 kg/cm2, considerando también cargas sísmicas; el punzonamiento también estuvo en un punto crítico con 0.9923. Para el diseño de concreto armado, la platea también presentó un peralte de 50 cm con la diferencia del acero de refuerzo, donde se considero varillas de 5/8” a cada 20 cm para el acero superior e inferior.

En la investigación de Rivera (2022), se realizó el diseño estructural de una edificación de 7 niveles apoyado sobre una platea de cimentación, en un suelo granular de arenas limosas(SM), donde el análisis sísmico presentó derivas máximas en X / Y de 0.0031 /

0.0043, además se consideró una platea de 50cm con vigas perimetrales de 0.40 x 1.20 m y acero en malla de 3/4“@25 cm. La presente tesis, también ofrece un modelo de 7 pisos, que obtuvo derivas máximas en X de 0.005 y en Y de 0.007; como se puede observar, las derivas varian poco, esto puede deberse al diferente sistema estructural, eso sin contar que el suelo sobre el que esta apoyado nuestra edificación también es granular, pero de arena mal graduada(SP); el modelo presento una platea de 75cm con varillas de 1“@20cm, la diferencia que se puede observar en concreto y acero se debe a que en el modelo, no se consideró vigas de cimentación, por lo que las cargas y cortantes las absorvieron directamente la platea.

En el trabajo de investigación de Anco y Mamani (2020), presentaron el diseño estructural de una edificación de 5 pisos con muros de ductibilidad limitada en base al RNE, cimentado sobre un suelo granular, compuesto de grava bien graduada y pobremente graduada (GW y GP). Sus cálculos arrojaron derivas màximas en X de 0.0012 y en la dirección Y de 0.0005, no superando la deriva máxima de 0.005 (Muros estructurales) según la norma E.030. Por otro lado, consideraron una platea de 30 cm de espesor y vigas de 30 x 80 cm; la platea presento unmallado superior e inferior de varillas de 1/2“@25cm. La presente tesis realizada también presento una edificación de 5 niveles con sistema dual, donde el análisis sísmico mostro derivas máximas en X de 0.0049, y en Y de 0.003, no superando el valor máximo de 0.007 (Concreto armado) según la E.030. Además, a diferencia de Anco y Mamani, nuestro proyecto no contemplo vigas de cimentación, por ello, la platea propuesta presentó un mayor peralte y cuantia de acero; es decir, la losa de cimentación presento un peralte de 50 cm con varillas superiores de 5/8“@15cm e inferiores de 3/4“@15cm. Otro factor entre las diferencias presentadas, se debe también al tipo de suelo

donde se cimentó cada proyecto, en el cual Anco y Mamani usaron grava bien y pobremente graduada y en la presente tesis, se empleo arena mal graduada.

En el proyecto de investigación de Ochoa (2021), realizó el análisis y diseño estructural de un edificio de 4 pisos, sobre un terreno con un material arenoso limoso pobremente graduado (SM); el proyecto presentó un sistema dual y el análisis arrojó derivas máximas en dirección X de 0.004992, y para la dirección Y de 0.001615; asimismo los cálculos evidencieron que se necesitó una platea con peralte variable de 1.20 m en los extremos y de 0.80 m en la parte central con varillas de 5/8" para la parrilla superior e inferior, además el diseño incluyó vigas de cimentación de 0.30 x 1.80m. El proyecto de Ochoa, comparte ciertos resultados y discrepa en otros con la presente tesis, debido a que la estructura de 4 niveles presentado en esta investigación, es de un sistema aporticado y esta apoyado en un suelo de arena mal graduada(SP), perteneciendo ambos tipos de suelo a la división de Suelos granulares(Arena y suelos arenosos) según la E.050, por consiguiente la edificación manifestó derivas máximas de 0.0056 en X, y de 0.007 en Y, es decir que la edificación presento mayores desplazamiento en el eje Y, por ende si reforzamos en esa zona, podríamos igual las derivas expuestas en el proyecto de Ochoa, lo que significaría, cambiar nuestro edificio de un sistema aporticado a dual. Igualmente se discrepo en el diseño de la platea de cimentación, donde la presente tesis mostró la platea con un peralte uniforme de 50 cm sin incluir vigas de cimentación, por otro lado se compartió los cálculos del acero de refuerzo, debido a que la platea también tuvo acero superior e inferior de 5/8".

Del trabajo de investigación de Rosero (2021), se desprende que del análisis geotécnico de la cimentación del Bloque G de la Universidad Politécnica Salesiana, encontró que a una profundidad de 2-4 m hay arenas arcillosas (SC) y arenas limosas (SM) con compacidad densa a medianamente suelta con presencia de piedra pómez, donde aplicó para el modelo

el método directo NF-5.60 m“Fin de construcción” para visualizar los esfuerzos en el suelo de cimentación donde estos no son mayores a 1.055 Kg/cm2, cumpliendo con la capacidad de carga adminisible del terreno de 1.1 kg/cm2; por otro lado, evidenció que la estructura desarrolla mayores asentamientos diferenciales cuando baja el nivel freático. El proyecto mencionado, sostiene nuestro punto de que es necesario diseñar los cimientos de acuerdo a como indica el estudio de suelos, donde las características como profundidad de desplante y esfuerzo máximo del terreno son importantes para que no se generen asentamientos, es decir, que la presente tesis indica para los diseños de cimentación, una profundidad de 1.50 m, lo que señala que a esa profundidad la capacidad portante del terreno es 1.528 kg/cm2; esto fue necesario para la ejecución de la tesis, debido a que como se pudo observar en los diseños de cimentación propuestos, la capacidad de carga máxima fue de 1.52 kg/cm2, lo que quiere decir, de que si se consideraba una profundidad de desplante menor al valor mencionado, no hubiese sido posible presentar los diseños de cimentación para cada piso.

Por otro lado, entre las limitaciones presentes en la investigación, estaban dadas por temas de búsqueda de artículos, donde no se tenía acceso a algunas bases de datos, el cual nos impedía recolectar información importante. Y para el tema del diseño estructural, no se contaba con los datos precisos en los artículos por ello se tuvo que generar un modelamiento correcto, donde los datos eran procesados en un tiempo mayor a lo habitual. Lo rescatable de esto fueron los resultados obtenidos, encontrando nuevos usos que se le pueden dar a las plateas de cimentación en el tema de metodología constructiva, es decir, que estos diseños al ser evaluados en suelos no cohesivos, nos arrojó capacidades de carga menores al terreno, por ende, esto quiere decir que se puede construir en dichos suelos, considerando cargas no mayores a las establecidas en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en función de la unidad de estudio (Suelos no cohesivos) se ven reflejados en la figuras 259-263, donde se evalúa como actúan las plateas de cimentación en los suelos no cohesivos; asimismo muestra valores junto con colores que interpretan su viabilidad en el área a desarrollar la cimentación, por otro lado, en las figuras 269-291 se visualizan los planos los cuales contienen las características base como son las dimensiones que se debe considerar para el diseño, las cargas a considerar, procesos constructivos, condiciones estructurales, entre otros. Entre los resultados más destacados encontrados en los suelos no cohesivos, es que la capacidad portante va aumentando de acuerdo a la profundidad de excavación, es decir que para el diseño de platea se consideró hasta una excavación intermedia, de entre 1 – 2 m, debido a que en estos puntos el esfuerzo del suelo no es muy pequeño y es trabajable. Otro punto es el de trabajar con plateas cuando hay presencia de nivel freático, esto debido a que las plateas al ser un solo bloque, los desplazamientos que se dan con respecto al suelo, suelen ser uniformes por ello los valores son más favorables comparados con otros sistemas de cimentación.

Entre los resultados que se compararon esta la capacidad de carga última de un suelo, siendo esta de 1.528 kg/cm2, que en comparación con nuestros resultados varía a diferentes profundidades, donde en la presente tesis se obtienen valores menores a 1.52 kg/cm2. Asimismo, se encontró un proceso de cálculo igual al nuestro, con la diferencia de que una fue un cálculo manual y el nuestro mediante el software SAFE, ya que en ambos se diseña mediante el método de elementos finitos. Además, se obtuvieron resultados que sostienen que suelos con capacidad portante que varié entre 0.676 a 1.52 kg/cm2 es decir suelos no cohesivos, puedan ser trabajados con plateas de cimentación. Por otro lado, en la parte de diseño se presentaron diferencias, donde algunos autores diseñaban mediante cargas de servicio y nuestro proyecto se evaluó por cargas sísmicas.

4.2. Conclusiones

Se determinó el diseño de cimentación y la capacidad de carga de las plateas en suelos no cohesivos, obteniendo plateas con peraltes de 50 a 75 cm y esfuerzos admisibles menores a 1.52 kg/cm2 para plateas de 4 a 8 pisos

Se recopiló información sobre el diseño estructural en cimentaciones, extrayendo características de viviendas multifamiliares de 4 a 8 pisos como elementos estructurales, materiales, sistema estructural, elevación y estructuración.

Se evaluó con el software ETABS los modelados que cumplan con el análisis sísmico en un suelo no cohesivo, alcanzando desplazamientos dinámicos en X de 0.0002 a 0.0068 y desplazamientos dinámicos en Y de 0.0002 a 0.0070.

Se diseño con el software SAFE las plateas de cimentación aplicado en un suelo no cohesivo, obteniendo capacidades de carga con intervalos de 0.50 a 1.52 kg/cm2 para edificaciones de 4 a 8 pisos.

Se realizó con el software SAFE la verificación por punzonamiento de los diseños de cimentación en un suelo no cohesivo, obteniendo valores máximos de 0.9923 , 0.8609 , 0.2394 , 0.3182 para plateas de 4,5,6 y 8 pisos respectivamente; Por otro lado, la platea de 7 pisos no presento punzonamiento, al ser de un sistema de muros estructurales.

Se ofreció un modelo de diseño de cimentación, reflejado en un plano estructural, presentando 5 planos de plateas de cimentación para viviendas multifamiliares de 4 a 8 pisos, con la distribución del acero enmallado en planta, diámetro de varillas, separación, peralte del cimiento, especificaciones técnicas, estudio de suelos y cortes para visualizar los detalles en cada eje.

4.3 Recomendaciones

A LOS FUTUROS INVESTIGADORES

Se recomienda a los futuros investigadores que deseen indagar más en el tema, realizar el diseño de plateas de cimentación, considerando vigas de cimentación para ver si aumenta o reduce el costo, debido al peralte, asimismo, se puede considerar también el evaluar las plateas en otros tipos de suelos. Por otro lado, también se puede considerar el diseñar con otro tipo de cimentación, como zapatas, para realizar una comparación con la presente tesis.

A LOS INGENIEROS ESPECIALISTAS

Se recomienda a los ingenieros especialistas, que si bien, el proyecto realizado comprende el diseño de cimentación de plateas en suelos no cohesivos, solo se desarrollo el análisis y diseño en un tipo de suelo no cohesivo, que según la E.050 la clasifica como SP(Arena mal graduada), por ende, si desean comparar o usar los modelos propuestos, deben tener en cuenta todas las características del suelo y el sistema estructural empleado.

REFERENCIAS

Alva, J. E. (s. f.-a). *Diseño de Cimentaciones—Dr. Ing. Jorge E. Alva Hurtado*. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de https://www.academia.edu/39218001/Dise%C3%B1o_de_Cimentaciones_Dr_Ing_Jorge_E_Alva_Hurtado

Alva, J. E. (s. f.-b). *(PDF) Cimentaciones Superficiales-Texto.pdf*. Pdfslide.Net. Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://pdfslide.net/documents/cimentaciones-superficiales-textopdf.html

Álvarez-Deulofeu, E. R. (2019). Influencia de las cargas muertas y el tipo de suelo en el diseño de cimentaciones aisladas en zonas sísmicas. *Ciencia en su PC*, *1*(4), 16-32.

Anco Mamani, R. T., & Mamani Zapana, A. R. (2020). Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar con muros de ductilidad limitada en la ciudad de Tacna—2020. *Universidad Privada de Tacna*. http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1536

Andrade, H. R. (2014). *Estructuras 1 Apuntes de Clase*. Universidad de Cuenca. https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=693803

Awad, R. R. (2012). *Análisis y diseño sísmico de edificios*. Universidad EAFIT.

Caizachana Collaguazo, J. C. (2013). *Implementación de programas computacionales para el cálculo y diseño de cimentaciones profundas. Aplicación al cálculo de edificios.* http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2211

Construcción, P. M. de T., Comunicaciones, Vivienda y Construcción Viceministerio de Vivienda y. (2018). *Reglamento nacional de construcciones: Norma E.050 : suelos y cimentaciones*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Contreras, G. D. (2012). *Resistencia de materiales*. EDICIVIL.

Cubas Frías, N. A., & Rodriguez Castillo, J. A. (2020). Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles empleando SAP 2000, Urbanización Covicorti-Trujillo, 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50490

De Justo, E. (s. f.). *Estructuras tema 1—Apuntes de Matemáticas | Docsity*. Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://www.docsity.com/es/estructuras-tema-1/3833435/

Donobhan, G. (s. f.). *Aplicación de los métodos estático y dinámico modal para el diseño sísmico de edificios con disipadores de energía—PDF Free Download*. Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://docplayer.es/70414884-Aplicacion-de-los-metodos-estatico-y-dinamico-modal-para-el-diseno-sismico-de-edificios-con-disipadores-de-energia.html

Guerrero, J. (s. f.). *Asentamiento de Estructuras | PDF | Fundación (Ingeniería) | Ingeniero civil*. Scribd. Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://es.scribd.com/document/355322541/ASENTAMIENTO-DE-ESTRUCTURAS-docx

Huamani Sacha, R., & Ichpas Torres, R. (2019). DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA VIVIENDAS POR TIPOS DE SUELOS EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SECCLLA-ANGARAES. *Repositorio Institucional - UNH*. http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2882

Lias Correa, N. K., & Pascual Chávez, D. M. (2020). Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 10 niveles en la urbanización Las Flores de San Isidro, Trujillo 2019. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44392

Maquera Cruz, P. V. (2017). Isovalores de Capacidad Admisible del Suelo para Cimentaciones Superficiales en el Sector Siete del Distrito Alto de la Alianza, Tacna 2017. *Universidad Privada de Tacna*. http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/418

Merritt, F. S. (1992). *Manual del ingeniero civil*. McGraw-Hill.

Mohyla, M., Vojtasik, K., Stolarik, M., Pinka, M., & Lahuta, H. (2017). Experimentally measurement and analysis of stress under foundation slab. *International Journal of GEOMATE*, *13*, 128-135. https://doi.org/10.21660/2017.35.6694

Montoya, J., & Pinto, F. (s. f.). *Apuntes sobre las Cimentaciones*. studylib.es. Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://studylib.es/doc/8868807/apuntes-sobre-las-cimentaciones

Morales, L., & Espinosa, A. (2020). Influencia de la Interacción Suelo Estructura (ISE) de Cimentaciones Superficiales en Suelos no Cohesivos en el Comportamiento Estructural de una Edificación de 8 Pisos y un Subsuelo. *INGENIO*, *3*, 5-26. https://doi.org/10.29166/ingenio.v3i1.2391

Mosquera Arroyo, S. E. (2018). *Analísis de una Platea de Cimentación para una Edificación de 5 pknatas utilizando el software SAP2000.* http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32395

Ochoa Mogollón, H. K. (2021). Diseño sismo resistente de un edificación de concreto armado usando software ETABS y SAFE, AA. HH. NUEVO SULLANA - 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80857

(PDF) Ntp 339.134 1999 Metodos Clasificacion Suelos Sucs—DOKUMEN.TIPS. (s. f.). Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://dokumen.tips/documents/ntp-339134-1999-metodos-clasificacion-suelos-sucs.html

Perú. (2018). *Norma técnica de edificación: E.030 diseño sismoresistente*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Perú. INDECOPI. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales (Ed.). (2001). *SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual: Norma Técnica Peruana. NTP 339.150*. INDECOPI.

Poulos, H. (2016). Tall building foundations: Design methods and applications. *Innovative Infrastructure Solutions*, *1*. https://doi.org/10.1007/s41062-016-0010-2

Reinert, H. O., Duarte, J. A., & Silva, M. A. (2014). Modelación Numérica de Plateas de Cimentación sobre Suelos Compresibles de Misiones, Argentina. *Mecánica Computacional*, *33*(16), 1085-1099.

Rivera Mamani, M. R. (2022). Análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de siete niveles con sótano en el distrito de Ciudad Nueva, Tacna, 2022. *Universidad Privada de Tacna*. http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2317

Rodríguez, S. C., & Vásquez, G. O. (2018). Microzonificación estática de suelos en los bloques: A-B-C-D del mercado Libertad (La Hermelinda) del distrito de Trujillo-2016. *Tecnología y Desarrollo (Trujillo)*, *16*(1), 40-43. https://doi.org/10.18050/td.v16i1.1808

Rosales Paredes, L. M. (2017). “Determinación de la capacidad portante de los suelos para establecer la zonificación en la localidad de Juan Guerra—2017”. *Universidad Cesar Vallejo*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31698

Rosero Narváez, J. A. (2021). *Análisis geotécnico de la cimentación del bloque "G" de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Campus Sur, empleando el software midas GTS NX*. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20493

Ruiz, M. C. (2009). *Mecanica de Estructuras Libro I Resistencia de Materiales*. Univ. Politèc. de Catalunya.

Tipán Erazo, C. A., & Villacís Núñez, E. D. (2022). *Diseño de cimentaciones aisladas y losas de cimentación, en una edificación de 4 plantas para comparar los métodos: Rígido y elástico, con el uso del programa informático SAFE*. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22209

Uribe, J. (s. f.). *Análisis de estructuras*. Recuperado 1 de octubre de 2022, de https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1796

Vergara Reátegui, L. K. (2018). Estudio de la capacidad portante de los suelos cohesivos para cimentaciones superficiales de la zona urbana del distrito de Rumizapa, provincia de Lamas, San Martín, Perú. *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*. http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2919

Villalaz, C. C. (2005). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Limusa.

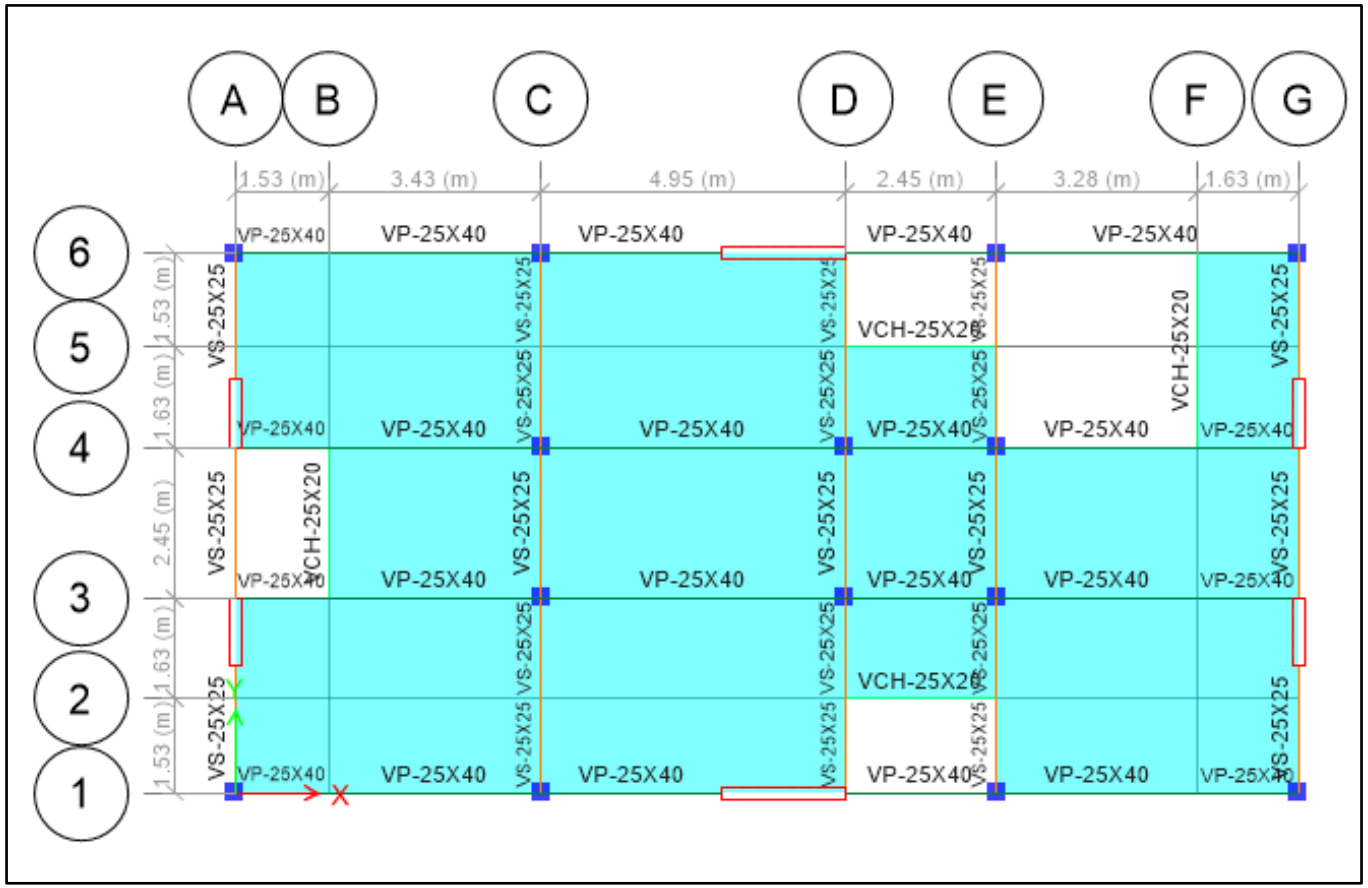
ANEXOS

ANEXO N° 01. *Matriz de extracción de datos*

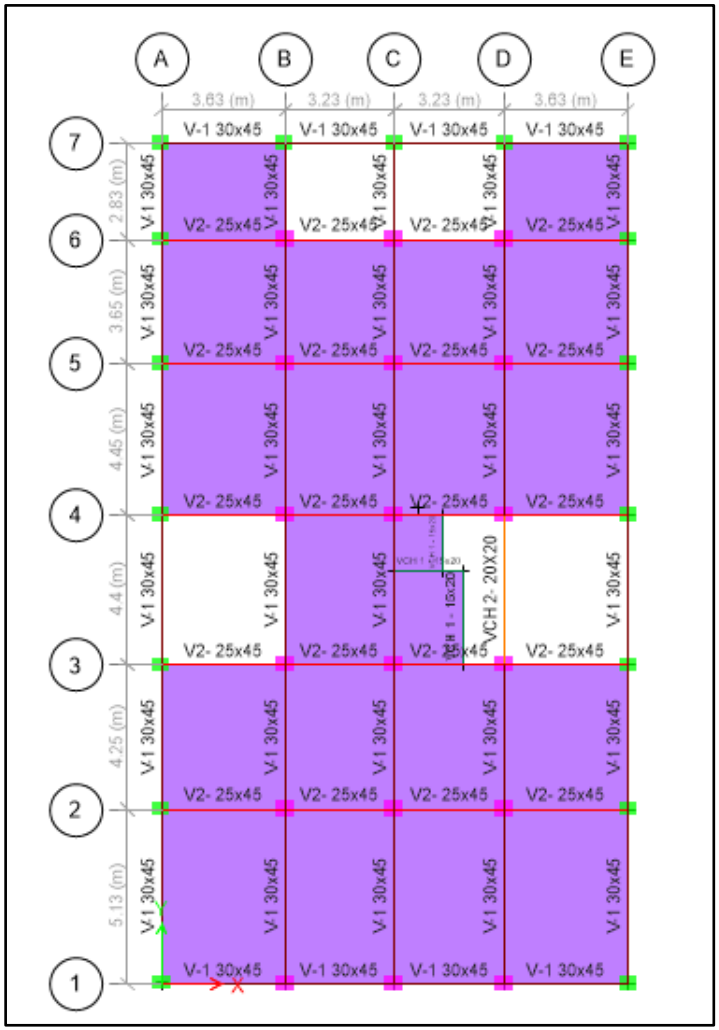
MUESTRA	SISTEMA ESTRUCTURAL	CONCRETO ARMADO			Sobrecarga (kg/m2)	MATERIALES		ESTRUCTURACION
		Elementos estructurales	Descripcion	Dimensiones (cm)		Concreto	Acero	
		Columnas				f'c (Kg/cm2):	fy (Kg/cm2):	
		Vigas			Entrepiso:	γ_{esp} (Tn/m3):	γ_{esp} (Tn/m3):	
	ELEVACIÓN Nº de pisos / Altura 1º nivel (m) / Altura típica (m)	Placas				Suelo no cohesivo		
		Losas			Azotea:	σ_{adm} (kg/cm2):	Df (m):	

Daniel A. Avila Díaz
ING. CIVIL
REG CIP N° 179467
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS

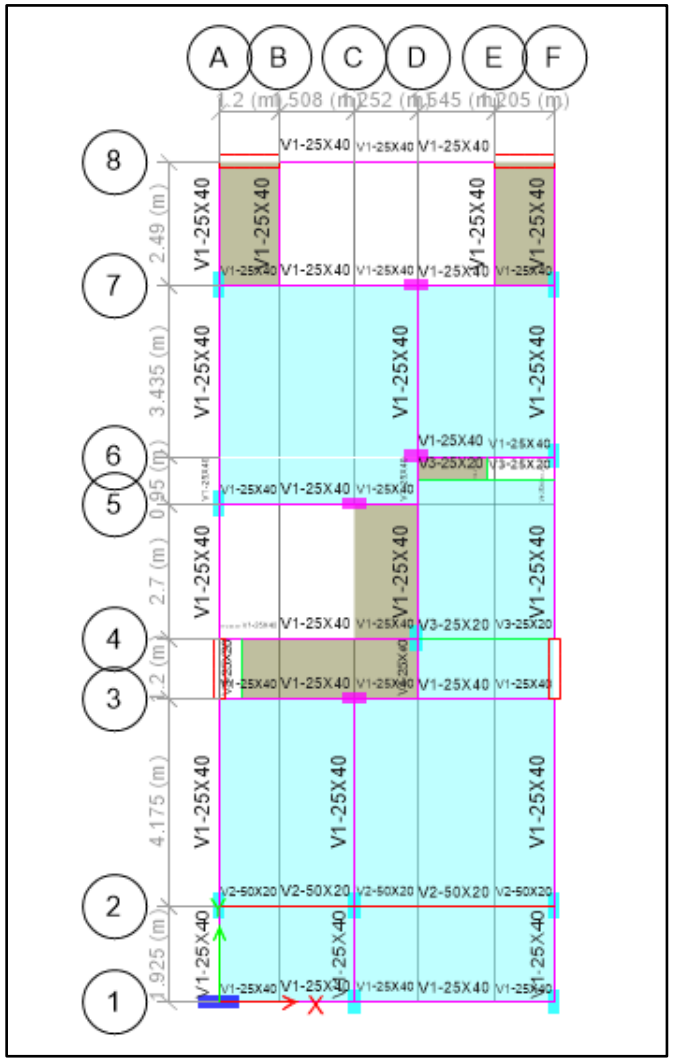
ANEXO N° 02. *Estructuración de la edificación de 4 pisos (Muestra 1)*



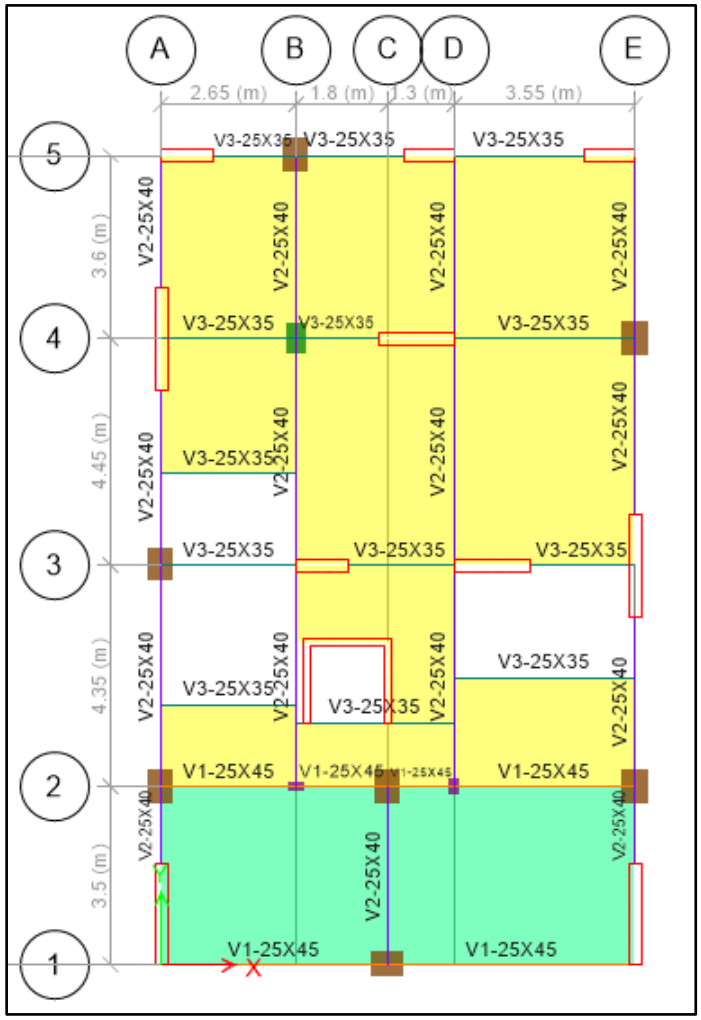
ANEXO N° 03. *Estructuración de la edificación de 4 pisos (Muestra 2)*



ANEXO N° 04. *Estructuración de la edificación de 5 pisos (Muestra 1)*

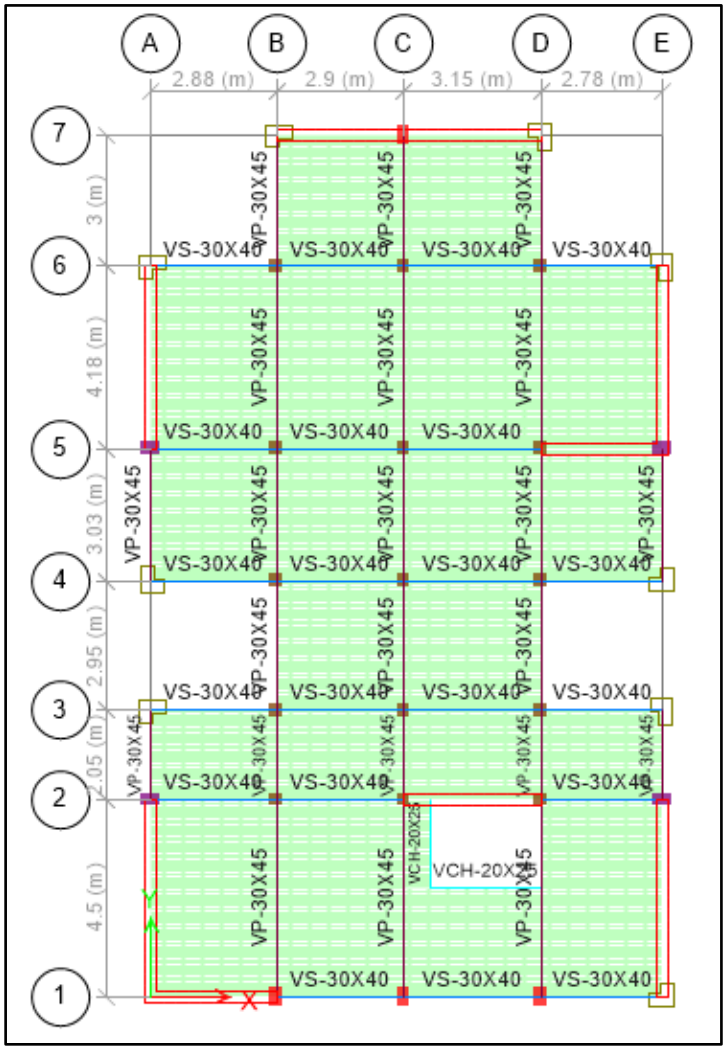


ANEXO N° 05. *Estructuración de la edificación de 5 pisos (Muestra 2)*

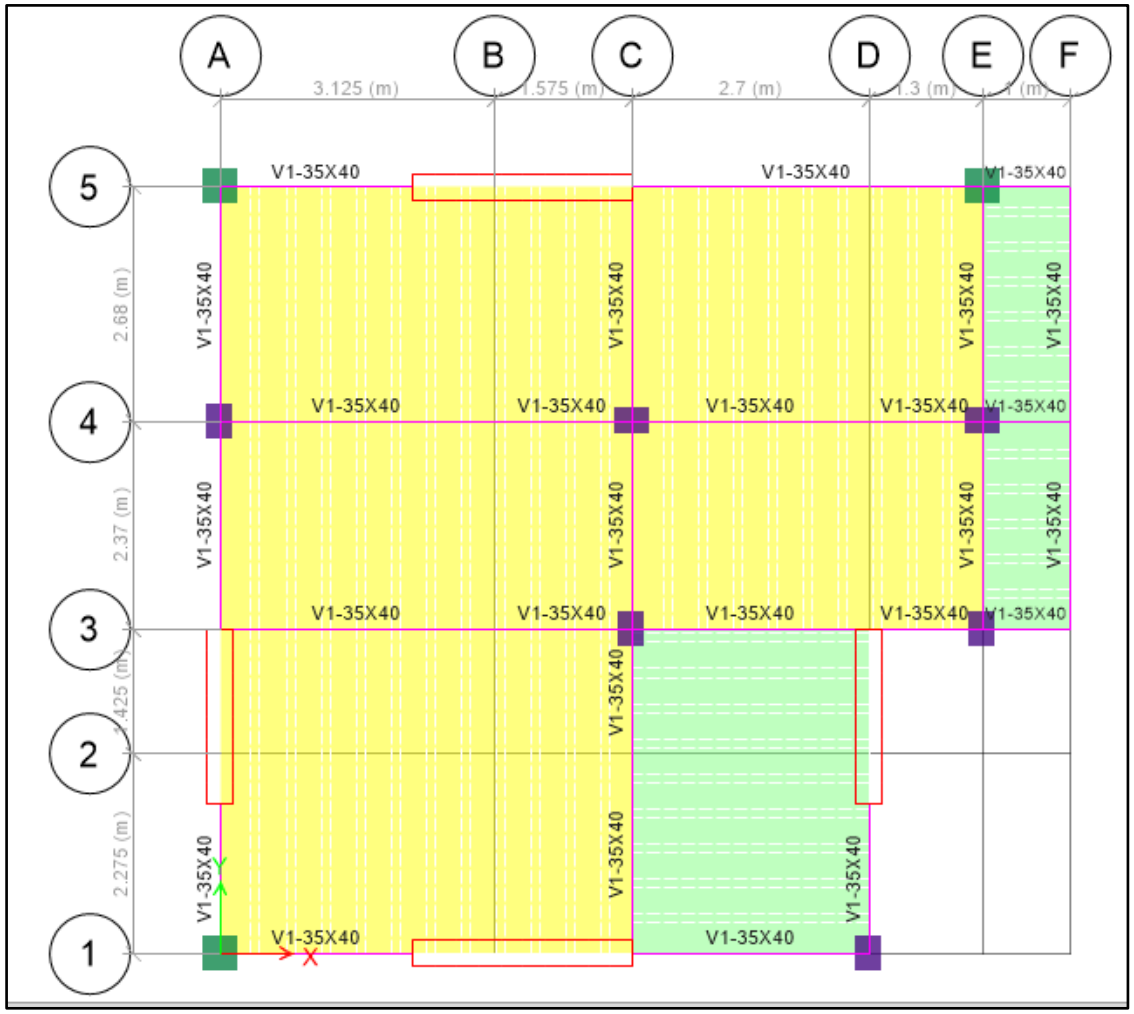


ANEXO N° 06. *Estructuración de la edificación de 6 pisos (Muestra 1)*

ANEXO N° 07. *Estructuración de la edificación de 6 pisos (Muestra 2)*

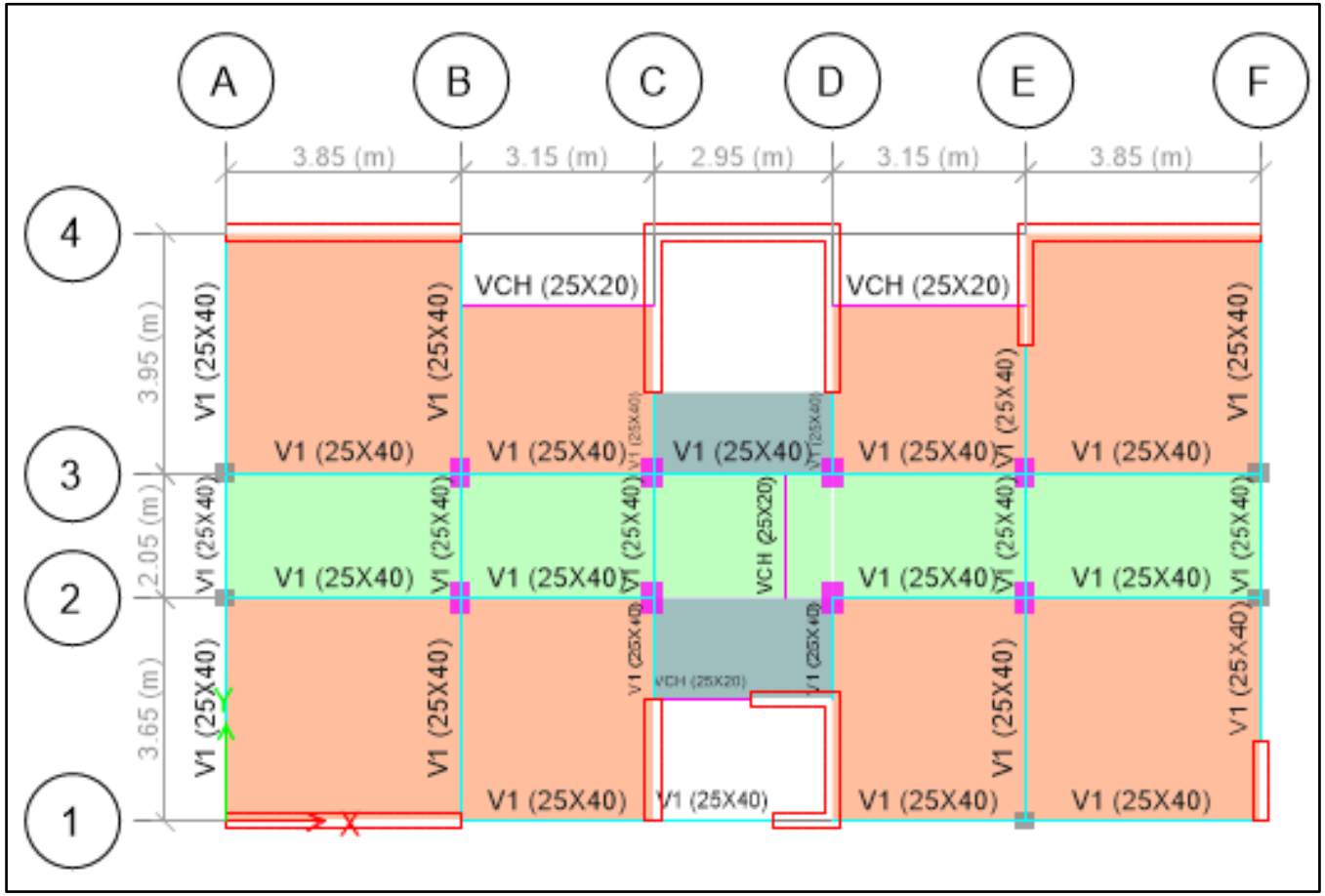
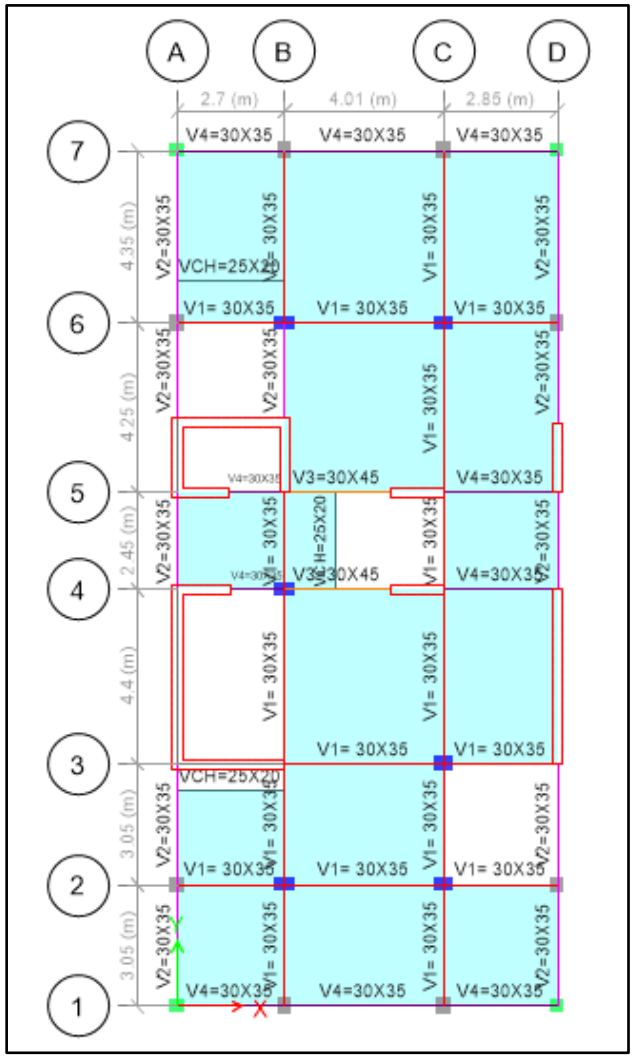


ANEXO N° 08. *Estructuración de la edificación de 7 pisos (Muestra 1)*



ANEXO N° 09. *Estructuración de la edificación de 7 pisos (Muestra 2)*

ANEXO N° 10. *Estructuración de la edificación de 8 pisos (Muestra 1)*



ANEXO N° 11. *Estructuración de la edificación de 8 pisos (Muestra 2)*