

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Estudio del impacto económico de los requisitos de las normas
Ecuatorianas NEC respecto a las CEC en edificios aporticados y
con muros estructurales**

Marcos Bryan Flores Pazmiño

Fabricio Yépez, PhD., Director de Tesis

Tesis de Grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero Civil

Quito, diciembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Estudio del impacto económico de los requisitos de las normas
Ecuatorianas NEC respecto a las CEC en edificios aporticados y
con muros estructurales**

Marcos Bryan Flores Pazmiño

Fabricio Yépez, Ph.D.

Director de Tesis



Fernando Romo, M.Sc.

Director de Ingeniería Civil

Miembro del Comité de Tesis



Miguel Andrés Guerra, M.Sc.

Miembro del Comité de Tesis



Ximena Córdova, Ph.D.

Decana de la Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería



Quito, diciembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Marcos Bryan Flores Pazmiño

C. I.: 171989626-6

Fecha: Quito, diciembre de 2014

DEDICATORIA

A mis padres por ser mi apoyo.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que aportaron cosas buenas durante mi experiencia universitaria, a la Universidad, a profesores, a amigos y a todos por el tiempo compartido, sé que de cada uno aprendí algo e influyeron en muchos aspectos de mi vida.

RESUMEN

El presente estudio realiza una comparación entre la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) y el Código Ecuatoriano de Construcción (CEC) tomando en cuenta los peligros sísmicos a los que el país se encuentra expuesto debido a su ubicación geográfica.

Para el estudio se diseñaron edificios de 4, 6, 8 y 10 pisos más dos subsuelos, muy regulares en planta y elevación, con sistemas aporticados siguiendo los estándares de diseño ya sea NEC o CEC. Así como también edificios con muros estructurales con igual configuración y elevación que los sistemas aporticados.

Posteriormente, una vez obtenidas las secciones definitivas para cada edificio (16 en total) se procedió al cálculo de volúmenes de hormigón y acero; y se obtuvo el presupuesto definitivo para cada edificio.

Para finalizar se compararon entre sí los edificios análogos diseñados bajo la CEC y la NEC para determinar diferencias entre estos y la variación del precio final al consumidor.

ABSTRACT

The following study is a comparison between “Norma Ecuatoriana de Construcción” and “Código Ecuatoriano de Construcción” which considers the seismic hazards the country is exposed to, due its geographical position.

For this study, four, six, eight and ten stories buildings plus two, very regular in floor and height underground levels with frames following standards in NEC or CEC were designed; also buildings with structural walls similar in configuration and elevation to the frames system were built.

After all the sections are obtained and defined, the calculation of the material -concrete and steel- needed is done. Once this information was gathered, the building's budgets were calculated.

Finally, under the CEC and NEC norms, the buildings were compared with each analogous in order to determinate its differences and the final variation on the cost.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. Introducción	21
1.1. Antecedentes	21
1.2. Objetivos	22
1.3. Justificación e importancia del proyecto.....	22
1.4. Filosofía CEC y NEC	23
2. Fundamento Teórico: Principales diferencias para el Diseño Sismo Resistente entre CEC 2002 y NEC 2011	25
2.1. Zonas Sísmicas	25
2.1.1. Factor Z	26
2.1.2. Curvas de Peligro Sísmico.....	27
2.2. Tipos de Perfiles de Suelo	28
2.2.1. Tipos de perfiles de suelo según la CEC	28
2.2.2. Tipos de perfiles de suelo según la NEC.....	28
2.3. Coeficientes de Amplificación o Deamplificación dinámica de perfiles de suelo	30
2.3.1. CEC	30
2.3.2. NEC	30
2.4. Sismo de Diseño	32
2.4.1. CEC	32
2.4.2. NEC	33
2.4.3. Comparación entre NEC vs CEC de espectro elástico de aceleración	34
2.5. Control de la deriva de piso	34
2.5.1. Límites de deriva	35
3. Análisis Estático y Dinámico	35
3.1. Análisis Estático	35

	10
3.1.1. Importancia de la estructura o coeficiente I.....	35
3.1.2. Cálculo de fuerzas sísmicas estáticas NEC Y CEC.....	36
3.1.3. Periodo fundamental de una estructura según CEC y NEC.....	36
3.1.4. EL factor R.....	37
3.2. Análisis Dinámico.....	38
4. Calculo de las Estructuras	38
4.1. Pre Dimensionamiento.....	40
4.1.1. Pre Dimensionamiento Losas.....	40
4.1.2. Pre dimensionamiento de vigas.....	42
4.1.3. Pre Dimensionamiento de Columnas	44
4.2. Edificios Diseñados según CEC con un Sistema Aporticado.....	45
4.2.1. Edificio de 4 pisos CEC	45
4.2.2. Edificio de 6 Pisos CEC	55
4.2.3. Edificio de 8 pisos CEC	62
4.2.4. Edificio de 10 pisos CEC	69
4.3. Edificios diseñados según NEC con un sistema aporticado	77
4.3.1. Edificio de 4 pisos NEC.....	77
4.3.2. Edificio de 6 pisos NEC	86
4.3.3. Edificio de 8 pisos NEC	92
4.3.4. Edificio de 10 pisos NEC	99
4.4. Edificios diseñados según CEC con muros estructurales	106
4.4.1. Edificio de 4 pisos CEC muros estructurales	107
4.4.2. Edificio de 6 pisos CEC con muros estructurales	117
4.4.3. Edificio de 8 pisos CEC con muros estructurales	123
4.4.4. Edificio de 10 pisos CEC con muros estructurales	130
4.5. Edificios diseñados según NEC con muros estructurales.....	137

4.5.1. Edificio de 4 pisos NEC muros estructurales.....	137
4.5.2. Edificio de 6 pisos NEC muros estructurales	145
4.5.3. Edificio de 8 pisos NEC muros estructurales	152
4.5.4. Edificio de 10 pisos NEC muros	159
4.6. Comparación NEC VS CEC	167
5. Cálculo de Volúmenes	168
5.1. Cálculo Volumen de Hormigón	168
5.2. Volúmenes de acero	168
5.2. Resultados	173
5.3. Comparación de Volúmenes CEC Vs NEC.....	187
6. Presupuesto.....	192
6.1. EDIFICIO 4 pisos + 2 subsuelos CEC.....	192
6.2. EDIFICIO 4 pisos + 2 subsuelos NEC	194
6.2. EDIFICIO 6 pisos + 2 subsuelos CEC.....	198
6.3. EDIFICIO 6 pisos + 2 subsuelos NEC	201
6.4. EDIFICIO 8 pisos + 2 subsuelos CEC.....	204
6.5. EDIFICIO 8 pisos + 2 subsuelos NEC	207
6.6. EDIFICIO 10 pisos + 2 subsuelos CEC.....	210
6.7. EDIFICIO 10 pisos + 2 subsuelos NEC	213
6.8. EDIFICIO 4 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC.....	216
6.9. EDIFICIO 4 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos NEC	219
6.10. EDIFICIO 6 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC.....	222
6.11. EDIFICIO 6 pisos con muros estructurales+ 2 subsuelos NEC	226
6.12. EDIFICIO 8 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC.....	229
6.13. EDIFICIO 8 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos NEC	232
6.14. EDIFICIO 10 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC.....	236
6.15. EDIFICIO 10 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos NEC	239

6.16. Resumen de Presupuestos y Comparación CEC vs NEC	243
7. Conclusiones y recomendaciones.....	247
Referencias	250

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño NEC, 2011</i>	26
Figura 2. Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño CEC, 2002.....	26
Figura 3. Curvas de peligro sísmico, Quito	28
Figura 4. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según CEC..	32
Figura 5. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según CEC para suelo tipo S2.	33
Figura 6. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según NEC..	33
Figura 7. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según NEC para suelo tipo C.	34
Figura 8. Comparación entre NEC vs CEC de espectro elástico de aceleración.....	34
Figura 9. Espectro de diseño para CEC R=10, con suelo tipo S2	48
Figura 10. Edificio 3 D.....	50
Figura 11. Secciones transversales	50
Figura 12. Distribución de fuerzas.	51
Figura 13. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	51
Figura 14. Vigas y columnas interiores	52
Figura 15. Límites de deriva.....	52
Figura 16. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	53
Figura 17. Vigas y columnas interiores	53
Figura 18. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	54
Figura 19. Vigas y columnas interiores	54
Figura 20. Edificio 3 D	57
Figura 21. Secciones Transversales.....	58
Figura 22. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	58
Figura 23. Vigas y columnas interiores	59
Figura 24. Límites de deriva.....	59
Figura 25. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	60
Figura 26. Vigas y columnas interiores	60
Figura 27. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	61
Figura 28. Vigas y columnas interiores	61
Figura 29. Edificio 3D	64
Figura 30. Secciones transversales	65
Figura 31. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	65
Figura 32. Vigas y columnas interiores	66
Figura 33. Límites de deriva.....	66
Figura 34. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	67
Figura 35. Vigas y columnas interiores	67
Figura 36. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	68
Figura 37. Vigas y columnas interiores	68
Figura 38. Edificio 3D	71

Figura 39. Secciones transversales	72
Figura 40. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	72
Figura 41. Vigas y columnas interiores	73
Figura 42. Límites de deriva.....	73
Figura 43. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	74
Figura 44. Vigas y columnas interiores	75
Figura 45. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	76
Figura 46. Vigas y columnas interiores	76
Figura 47. Espectro de Diseño según NEC para R=6, suelo tipo C	79
Figura 48. Edificio 3D	81
Figura 49. Secciones transversales	82
Figura 50. Distribución de fuerzas laterales.	82
Figura 51. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	82
Figura 52. Vigas y columnas interiores	83
Figura 53. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.	83
Figura 54. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 100% de las fuerzas estáticas.....	84
Figura 55. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	84
Figura 56. Vigas y columnas interiores	85
Figura 57. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	85
Figura 58. Vigas y columnas interiores	86
Figura 59. Secciones definitivas edificio 4 pisos con sistemas aporricados.....	86
Figura 60. Edificio 3D	89
Figura 61. Secciones Transversales.....	89
Figura 62. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	90
Figura 63. Vigas y columnas interiores	90
Figura 64. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.	90
Figura 65. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	91
Figura 66. Vigas y columnas interiores	91
Figura 67. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	92
Figura 68. Vigas y columnas interiores	92
Figura 69. Edificio 3D.....	95
Figura 70. Secciones transversales	95
Figura 71. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	96
Figura 72. Vigas y columnas interiores	96
Figura 73. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.	97
Figura 74. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.	97
Figura 75. Vigas y columnas interiores	98

Figura 76. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	98
Figura 77. Vigas y columnas interiores.....	99
Figura 78. Edificio 3D.....	102
Figura 79. Secciones transversales.....	102
Figura 80. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	103
Figura 81. Vigas y columnas interiores.....	103
Figura 82. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.	104
Figura 83. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	104
Figura 84. Vigas y columnas interiores.....	105
Figura 85. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	105
Figura 86. Vigas y columnas interiores.....	106
Figura 87. Figura obtenida de Macgregor & Whight (2013).....	107
Figura 88. Fuerzas Axiales.....	108
Figura 89. Secciones Piers.....	109
Figura 90. Espectro de diseños según CEC R=12, para suelo tipo S2.....	111
Figura 91. Edificio 3D.....	112
Figura 92. Secciones transversales.....	113
Figura 93. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	113
Figura 94. Vigas y columnas interiores.....	114
Figura 95. Límites de deriva.....	114
Figura 96. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	115
Figura 97. Vigas y columnas interiores.....	115
Figura 98. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	116
Figura 99. Vigas y columnas interiores.....	116
Figura 100. Edificio 3D.....	119
Figura 101. Secciones transversales.....	119
Figura 102. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	120
Figura 103. Vigas y columnas interiores.....	120
Figura 104. Límites de deriva.....	121
Figura 105. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	121
Figura 106. Vigas y columnas interiores.....	121
Figura 107. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	122
Figura 108. Vigas y columnas interiores.....	122
Figura 109. Edificio 3D.....	125
Figura 110. Secciones transversales.....	126
Figura 111. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	126
Figura 112. Vigas y columnas interiores.....	127
Figura 113. Límites de deriva.....	127
Figura 114. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	128
Figura 115. Vigas y columnas interiores.....	128

Figura 116. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	129
Figura 117. Vigas y columnas interiores.....	129
Figura 118. Edificio 3D.....	132
Figura 119. Secciones transversales.....	133
Figura 120. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	133
Figura 121. Vigas y columnas interiores.....	134
Figura 122. Límites de deriva.....	134
Figura 123. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	135
Figura 124. Vigas y columnas interiores.....	135
Figura 125. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	136
Figura 126. Vigas y columnas interiores.....	136
Figura 127. Espectro de Diseño según NEC R=7, para suelo tipo C.....	139
Figura 128. Edificio 3D.....	141
Figura 129. Secciones Transversales.....	141
Figura 130. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	142
Figura 131. Vigas y columnas interiores.....	142
Figura 132. Límites de acero.....	142
Figura 133. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	143
Figura 134. Vigas y columnas interiores.....	143
Figura 135. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	144
Figura 136. Vigas y columnas interiores.....	144
Figura 137. Edificio 3D.....	147
Figura 138. Secciones transversales.....	148
Figura 139. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	148
Figura 140. Vigas y columnas interiores.....	149
Figura 141. Límites de deriva.....	149
Figura 142. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	150
Figura 143. Vigas y columnas interiores.....	150
Figura 144. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	151
Figura 145. Vigas y columnas interiores.....	151
Figura 146. Edificio 3D.....	154
Figura 147. Secciones transversales.....	155
Figura 148. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	155
Figura 149. Vigas y columnas interiores.....	156
Figura 150. Límites de deriva.....	156
Figura 151. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	157
Figura 152. Vigas y columnas interiores.....	157
Figura 153. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	158
Figura 154. Vigas y columnas interiores.....	158
Figura 155. Edificio 3D.....	162
Figura 156. Secciones transversales.....	162

Figura 157. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	163
Figura 158. Vigas y columnas interiores.....	163
Figura 159. Límites de deriva.....	164
Figura 160. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	164
Figura 161. Vigas y columnas interiores.....	165
Figura 162. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.....	165
Figura 163. Vigas y columnas interiores.....	166
Figura 164. Precio de Edificios más Terreno con sistemas aporticados.....	244
Figura 165. Precios de Edificio más Terreno con muros estructurales.....	244
Figura 166. Precio de Edificios sin terreno con sistemas aporticados.....	245
Figura 167. Precio de Edificios sin Terreno con muros estrtructurales.....	245
Figura 168. Precio de estructura de edificios con sistemas aporticados.....	246
Figura 169. Precio de estructura de edificios con muros estructurales.....	246

Listado de Tablas

Tabla 1. Valor del factor Z en función de la zona sísmica adoptada NEC.....	26
Tabla 2. Valor del factor Z en función de la zona sísmica adoptada CEC.....	27
Tabla 3. Tipos de perfiles de suelo CEC.....	28
Tabla 4. Tipos de perfiles de suelo NEC.....	30
Tabla 5. Coeficiente de suelo S y coeficientes C_m en CEC.....	30
Tabla 6. Tipo de suelo y Factores de sitio F_a	31
Tabla 7. Tipo de suelo y Factores de sitio F_d	31
Tabla 8. Tipo de suelo y Factores de comportamiento inelástico del suelo F_s	31
Tabla 9. Valores máximos de Δ_m , expresados como fracción de la altura de piso.....	35
Tabla 10. Límites de deriva de piso para CEC y NEC.....	35
Tabla 11. Valores de coeficiente de reducción de respuesta estructural según CEC.....	37
Tabla 12. Valores de coeficiente de reducción de respuesta estructural según NEC.....	38
Tabla 13. Consideraciones de carga.....	42
Tabla 14. Pre-dimensiones de viga.....	44
Tabla 15. Pre dimensionamiento columnas.....	45
Tabla 16. Secciones definitivas edificio 4 pisos con sistemas aporticados.....	55
Tabla 17. Secciones definitivas edificio 6 pisos con sistemas aporticados.....	62
Tabla 18. Secciones definitivas edificio 8 pisos con sistemas aporticados.....	69
Tabla 19. Secciones definitivas edificio 10 pisos con sistemas aporticados.....	77
Tabla 20. Secciones definitivas edificio 6 pisos con sistemas aporticados.....	92
Tabla 21. Secciones definitivas edificio 8 pisos con sistemas aporticados.....	99
Tabla 22. Secciones definitivas edificio 10 pisos con sistemas aporticados.....	106
Tabla 23. Secciones definitivas edificio 4 pisos con muros estructurales.....	116
Tabla 24. Secciones definitivas edificio 6 pisos con muros estructurales.....	122
Tabla 25. Secciones definitivas edificio 8 pisos con muros estructurales.....	130
Tabla 26. Secciones definitivas edificio 10 pisos con muros estructurales.....	137
Tabla 27. Secciones definitivas edificio 4 pisos con muros estructurales.....	144
Tabla 28. Secciones definitivas edificio 6 pisos con muros estructurales.....	151
Tabla 29. Comparaciones CEC vs NEC con sistema aporticados.....	167
Tabla 30. Comparaciones CEC vs NEC con muros estructurales.....	167
Tabla 31. Volúmenes de viga.....	168
Tabla 32. Volúmenes de viga.....	168
Tabla 33. Porcentaje de acero en columnas.....	171
Tabla 34. Peso de acero en columnas.....	172
Tabla 35. Porcentaje de acero de estribos en columnas.....	172
Tabla 36. Porcentaje de acero en vigas.....	172
Tabla 37. Porcentaje de acero de estribos en Vigas.....	173
Tabla 38. Volúmenes de Hormigón.....	174
Tabla 39. Peso de acero.....	174
Tabla 40. Volúmenes de Hormigón.....	174

Tabla 41. Peso de acero	174
Tabla 42. Volúmenes de Hormigón.....	175
Tabla 43. Peso de acero	175
Tabla 44. Volúmenes de Hormigón.....	176
Tabla 45. Peso de acero	176
Tabla 46. Volúmenes de Hormigón.....	176
Tabla 47. Peso de acero	176
Tabla 48. Volúmenes de Hormigón.....	177
Tabla 49. Peso de acero	177
Tabla 50. Volúmenes de Hormigón.....	178
Tabla 51. Peso de acero	178
Tabla 52. Volúmenes de Hormigón.....	178
Tabla 53. Peso de acero	179
Tabla 54. Muro estructurales	179
Tabla 55. Peso de acero en estribos de muros estructurales.....	180
Tabla 56. Volúmenes de Hormigón.....	180
Tabla 57. Peso de acero	180
Tabla 58. Volúmenes de Hormigón.....	181
Tabla 59. Peso de acero	181
Tabla 60. Volúmenes de Hormigón.....	182
Tabla 61. Peso de acero	182
Tabla 62. Volúmenes de Hormigón.....	183
Tabla 63. Peso de acero	183
Tabla 64. Volúmenes de Hormigón.....	183
Tabla 65. V Peso de acero en estribos de muros estructurales Este procedimiento se realiza para cada muro del edificio	184
Tabla 66. Peso de acero	184
Tabla 67. Volúmenes de Hormigón.....	184
Tabla 68. Peso de acero	184
Tabla 69. Volúmenes de Hormigón.....	185
Tabla 70. Peso de acero	185
Tabla 71. Volúmenes de Hormigón.....	186
Tabla 72. Peso de acero	186
Tabla 73. Comparación de volúmenes CEC vs NEC en edificios con sistemas aporticadas	187
Tabla 74. Comparación de volúmenes CEC vs NEC en edificios con muros estructurales	188
Tabla 75. Comparación de volumen entre CEC y NEC	189
Tabla 76. Comparación de volumen entre CEC y NEC	189
Tabla 77. Comparación de volumen entre CEC y NEC	189
Tabla 78. Comparación de volumen entre CEC y NEC	190

Tabla 79. Comparación de volumen entre CEC y NEC.....	190
Tabla 80. Comparación de volumen entre CEC y NEC.....	191
Tabla 81. Comparación de volumen entre CEC y NEC.....	191
Tabla 82. Comparación de volumen entre CEC y NEC.....	191
Tabla 83. Comparación de costos totales CEC y NEC.....	243
Tabla 84. Comparación de costos totales CEC y NEC.....	243

1. Introducción

1.1. Antecedentes

En países sísmicos es de suma importancia construir bajo ciertos lineamientos que permita a los diseñadores prevenir desgracias debidas al colapso o al fallo de las estructuras. Estos lineamientos, también llamados Normas o Códigos de construcción habitualmente se actualizan y mejoran cuando un evento sísmico ocurre en una localidad, debido a que se adoptan nuevos sistemas constructivos y se mejoran aquellos que fallaron en dicho evento. Estos cambios son avalados por universidades alrededor del mundo que comparten sus investigaciones basadas en modelos experimentales. Esto ha ocurrido en países como: Estados Unidos, Turquía, Chile, México y por supuesto Ecuador.

El 12 de Agosto del año 2014 se produjo un sismo en la ciudad de Quito que según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) fue de magnitud de 5.1 y de intensidad 5-6 en la escala EMS98 en la Mitad del Mundo y de 4 para gran parte de la ciudad (Esta escala registra los efectos que produce un sismo). Esto fue suficiente para alarmar a los quiteños y recordar que Ecuador está situado en una zona del planeta bastante sísmica y que se tiene que tomar medidas de prevención al respecto.

Este fue uno de los motivos por el cual se aprobó la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) que regula las construcciones y proporciona requisitos mínimos de cálculo para el diseño sismo-resistente. Esta norma incluye un capítulo que analiza el peligro sísmico al que el país está expuesto y toma en cuenta diferentes criterios que no se analizaban en el código anterior como: las curvas de peligro sísmico, las probabilidades anuales de excedencia de un sismo etc.

Esta norma ha tenido varios cuestionamientos; ya que se expone que es mucho más estricta que el antiguo Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC), y consecuentemente los precios en la construcción subirían en porcentajes significativos y afectarían directamente a los ecuatorianos.

1.2. Objetivos

Objetivo General

Determinar el impacto económico que representa implementar la nueva Norma Ecuatoriana NEC con respecto a su predecesora CEC.

Objetivos Específicos

- Determinar las diferencias que existen entre los espectros elásticos de diseño en aceleraciones de la Norma NEC y el Código CEC
- Comparar los cambios realizados a la Norma NEC con respecto al Código CEC
- Comparar la diferencia de volumen de materiales que se obtiene al diseñar obras civiles (edificación) con la Norma Ecuatoriana NEC y el Código CEC

1.3. Justificación e importancia del proyecto

Ecuador se encuentra ubicado en el borde del cinturón de fuego del Pacífico, específicamente en donde la placa de Nazca se subduce en la placa Sudamericana lo cual provoca terremotos de gran magnitud y a poca profundidad como el que ya ocurrió en la provincia de Esmeraldas en 1906 con magnitud de 8.8 en la escala de Richter, uno de los 10 más grandes registrados en la historia humana (USGS, 2014); esta es la principal razón para que el país esté lleno de sistemas o conjuntos de fallas geológicas. Según el Instituto Geofísico “nuestro territorio se destaca el Sistema principal dextral de fallas, que atraviesa el territorio desde el nororiente hasta el golfo de Guayaquil. Este sistema de fallas ha originado la mayoría de los grandes terremotos que han azotado principalmente a la región Interandina” (Instituto Geofísico Ecuador) Por estos motivos es indispensable que Ecuador tenga una Norma que vaya acorde a nuestra situación geográfica para prevenir víctimas mortales a causa de estructuras poco competentes.

Las normas y códigos de construcción normalmente evolucionan a partir de eventos sísmicos en los cuales se analizan las fallas en las que se están incurriendo para mejorarlas y evitar futuros errores.

En Ecuador “El 4 de agosto de 1998 se registró un evento de magnitud 7.1 Mw que se localizó frente a la ciudad de Bahía de Caráquez, provocando ingentes pérdidas económicas,(...) así como pérdidas debido al desplome y daños estructurales de algunos edificios ubicados en la ciudad” (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2001). Como respuesta a este acontecimiento, en el año de 2002 se aprueba el Código Ecuatoriano de la Construcción que regula las construcciones bajo diseño sismo-resistente.

Debido a que los códigos internacionales cambiaron hasta el año 2011 se concibe la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) que se ajusta a los parámetros mundiales en ingeniería sísmica, en su capítulo 2 define peligro sísmico y requisitos de diseño sismo-resistente. Esta norma es más estricta que la anterior en algunos aspectos, tratando de favorecer a un mejor comportamiento de las estructuras ante eventos sísmicos que puedan tener lugar en el país, la consecuencia más significativa es el aumento en los costos de la construcción ya que se necesitan secciones un poco más robustas. No obstante, si se diseña correctamente con la CEC y con la NEC, controlando límites de deriva entre pisos y conexiones, los costos en construcción puede que varíen significativamente en el total de un edificio y se podría evitar en un futuro una tragedia.

1.4. Filosofía CEC y NEC

Filosofía de CEC

“Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.

- Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.

- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.

Estos objetivos se consiguen diseñando la estructura para que:

- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas especificadas por el código.

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

- Pueda disipar energía de deformación inelástica, dado que el sismo de diseño produce fuerzas mucho mayores que las equivalentes especificadas por el código.” (Código Ecuatoriano de la Construcción, 2002)

Filosofía NEC

“Para estructuras de ocupación normal el objetivo del diseño es:

- Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Prevenir daños estructurales graves y controlar danos no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.
- Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes.

Esta filosofía de diseño se consigue diseñando la estructura para que:

- Tenga la capacidad para resistir las fuerzas especificadas por esta norma.
- Presente las derivas de piso, ante dichas cargas, inferiores a las admisibles.
- Pueda disipar energía de deformación inelástica, haciendo uso de las técnicas de diseño por capacidad o mediante la utilización de dispositivos de control sísmico.” (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011)

Las dos filosofías son iguales y en el fondo tanto el Código como la Norma, pretenden proteger la vida de las personas que se encuentren dentro de un inmueble al momento de un sismo, así como evitar daños estructurales ante sismos frecuentes que pueden ocurrir durante la vida útil de la misma.

2. Fundamento Teórico: Principales diferencias para el Diseño Sismo Resistente entre CEC 2002 y NEC 2011

Peligro sísmico del Ecuador y efectos sísmicos locales

2.1. Zonas Sísmicas

Según Tarbuck y Lutgens: un terremoto es la vibración de la tierra producida por la rápida liberación de energía, normalmente los terremotos se producen a lo largo de fallas preexistentes que se forman en el pasado lejano a lo largo de zonas de fragilidad de la corteza terrestre (Tarbuck & Lutgens, 2005)

El peligro sísmico depende del lugar en donde se asiente la edificación; ya que cambia dependiendo de su localización en el país como en la Costa, Sierra u Oriente. Normalmente una construcción está más expuesta a estos fenómenos si se encuentran cerca de fallas geológicas preexistentes o zonas de subsunción. Se puede determinar la presencia de estas fallas mapeando los registros eventos sísmicos anteriores. Por esta razón se ha dividido al Ecuador en diferentes zonas sísmicas que cambian en la norma CEC y NEC como se verá a continuación.

Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011

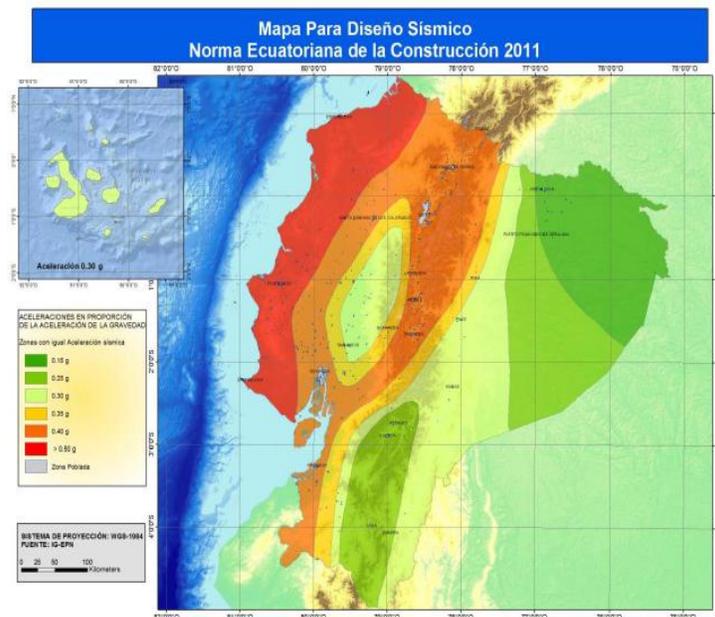


Figura 1. Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño NEC, 2011

Código Ecuatoriano de la Construcción 2002

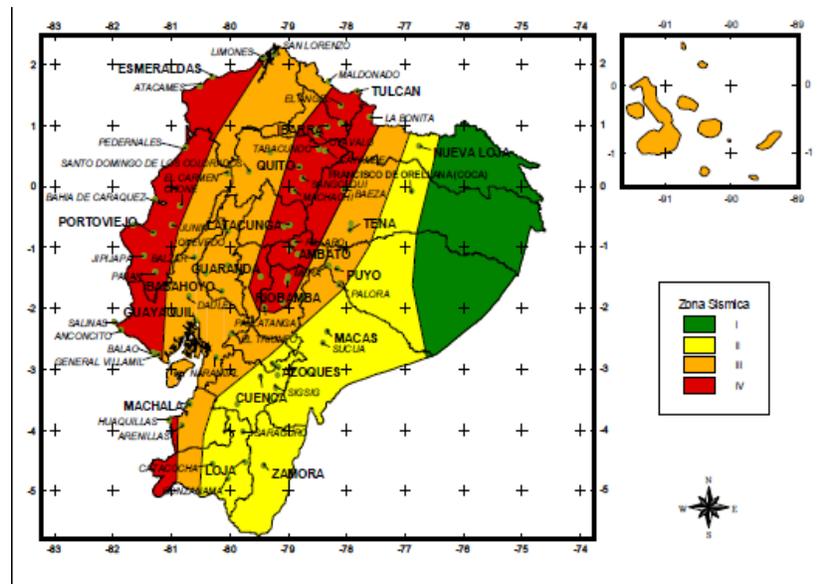


Figura 2. Ecuador, zonas sísmicas para propósito de diseño CEC, 2002

- Como se puede ver se reconoce el hecho de la existencia de la zona de subducción entre las placas de nazca y sudamericana; ya que en las dos se reconoce al litoral ecuatoriano como el más alto sísmicamente.
- También se reconoce el sistema principal dextral de fallas que atraviesa el país ya que en la sierra central y norte existe gran peligro sísmico.

2.1.1. Factor Z

El factor Z es la caracterización de las zonas sísmicas y “El valor de Z de cada zona representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad” (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011).

NEC

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

Tabla 1. Valor del factor Z en función de la zona sísmica adoptada NEC

CEC

Zona sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.4

Tabla 2. Valor del factor Z en función de la zona sísmica adoptada CEC

Existe un cambio significativo que se debe, según la NEC (2011), a la relocalización y revalorización de magnitud de los sismos históricos ecuatorianos, junto con la modelación de más de 30000 eventos de magnitud mínima de 4.5 y máxima de 8.8, utilizando ecuaciones de predicción de última generación. El mapa anterior proviene del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (periodo de retorno 475 años). Se reconoce que los estudios de peligros sísmicos tienen un carácter dinámico.

2.1.2. Curvas de Peligro Sísmico

En la NEC se incluye el estudio de diferentes niveles de peligro sísmico con los cuales se puede definir los niveles de aclaración sísmica esperada en roca en la ciudad donde se construirá dicho tipo de edificaciones. Este estudio especial se lo realiza para estructuras de ocupación especial, esenciales, puentes, obras portuarias y se puede modificar el periodo de las estructuras, dependiendo del nivel de riesgo que se adopta con las regulaciones NEC.

Este estudio no se lo realiza para CEC y las estructuras en general se las diseña con el sismo de diseño, afectadas por un factor de importancia.

Un ejemplo de las curvas de peligro sísmico probabilístico para la ciudad de Quito se presenta en la Figura 2, en la que se muestra la tasa anual de excedencia, los valores de aceleraciones del terreno y espectrales expresadas como fracción de la gravedad, en función de los periodos estructurales.

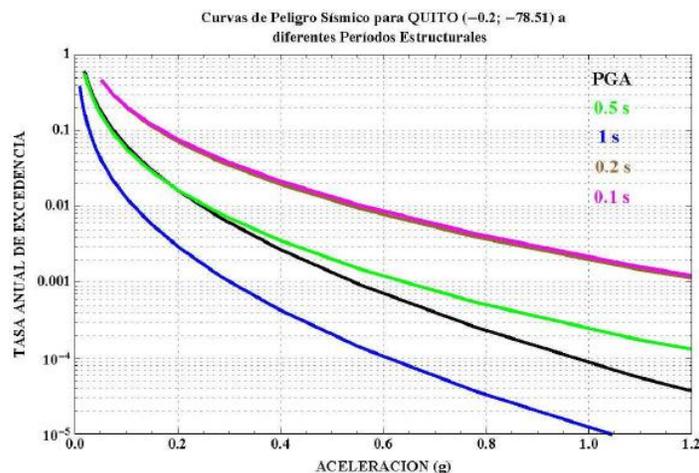


Figura 3. Curvas de peligro sísmico, Quito

2.2. Tipos de Perfiles de Suelo

El tipo de suelo debería ser adoptado del estudio geotécnico que se debe realizar en el proyecto antes del diseño y construcción del mismo. Existe un cambio con respecto a cómo se debe notar de un código a otro, y esto se puede ver a continuación.

2.2.1. Tipos de perfiles de suelo según la CEC

Se dividen en 3 tipos de suelos diferentes:

Perfil tipo	Descripción	Definición
S1	Roca o suelo firme	$V_s > 750$ m/s
S2	suelos intermedios	200 m/s $< V_s < 750$ m/s
S3	suelos blandos o estratos profundos	$V_s < 200$ m/s

Tabla 3. Tipos de perfiles de suelo CEC

2.2.2. Tipos de perfiles de suelo según la NEC

Se divide en 6 tipos de suelo

Perfil tipo	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos	$N \geq 50.0$

	o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$S_u \geq 100 \text{ kPa}$ ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$) $> S_u \geq 50 \text{ kPa}$ ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ Su $< 50 \text{ kPa}$ ($\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2$)
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un Ingeniero geotecnista (Ver 2.5.4.9). Se contemplan las siguientes subclases: F1 —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F2 —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H $> 3\text{m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F3 —Arcillas de muy alta plasticidad (H $> 7.5 \text{ m}$ con índice de Plasticidad IP > 75) F4 —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H $> 30\text{m}$) F5 —Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos	

	entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte. F6 —Rellenos colocados sin control ingenieril.	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 4. Tipos de perfiles de suelo NEC

Siendo:

V_s = velocidades de ondas de corte

W = contenido de agua en porcentaje

N = número de golpes del ensayo de penetración estándar

S_u = La resistencia media al corte obtenida del ensayo para determinar su resistencia no drenada

IP = Índice de Plasticidad

2.3. Coeficientes de Amplificación o Deamplificación dinámica de perfiles de suelo

2.3.1. CEC

Coefficientes de suelo S y C_m que sirven para el espectro estático de aceleraciones

Perfil tipo	Descripción	S	C_m
S1	Roca o suelo firme	1,0	2,5
S2	Suelos intermedios	1,2	3,0
S3	Suelos blandos y estrato profundo	1,5	2,8
S4	Condiciones especiales de suelo	2,0*	2,5

(*) = Este valor debe tomarse como mínimo, y no substituye los estudios de detalle necesarios para construir sobre este tipo de suelos.

Tabla 5. Coeficiente de suelo S y coeficientes C_m en CEC

2.3.2. NEC

Estos valores son obtenidos de estudios de respuestas dinámicas en suelos.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F		ver nota					

Tabla 6. Tipo de suelo y Factores de sitio Fa

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota					

Tabla 7. Tipo de suelo y Factores de sitio Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota					

Nota: Para los suelos tipo F no se proporcionan valores de Fa, Fd ni de Fs, debido a que requieren un estudio especial.

Tabla 8 Tipo de suelo y Factores de comportamiento inelástico del suelo Fs

Relación de amplificación espectral (η)

También en NEC 2011 se introduce los valores de relación de amplificación espectral (S_a/Z , en roca) que varía dependiendo de la región del Ecuador, Adoptando los siguientes valores:

$\eta = 1.8$ (Provincias de la Costa, excepto Esmeraldas), 2.48 (Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos), 2.6 (Provincias del Oriente).

2.4. Sismo de Diseño

“Evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, equivalente a un periodo de retorno de 475 años, determinado bien a partir de un análisis de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento de la estructura o a partir de un mapa de peligro sísmico, tal como el proporcionado por esta norma.” (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011).

2.4.1. CEC

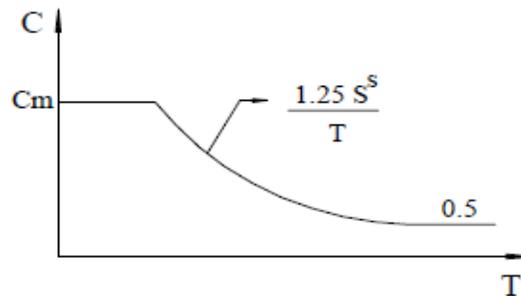


Figura 4. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según CEC

A partir del “Estudio Técnico Económico Comparativo de Edificios aportricados Diseñados con las Normas CEC 2002 y NEC 2011” realizado por el Ing. Sigifredo Díaz M. y el Ing. Jorge Vintimilla J. de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), se determina el suelo tipo S2 correspondiente a la ciudad de Quito.

Tipo de Suelo S2	
Cm	3
S	1.2

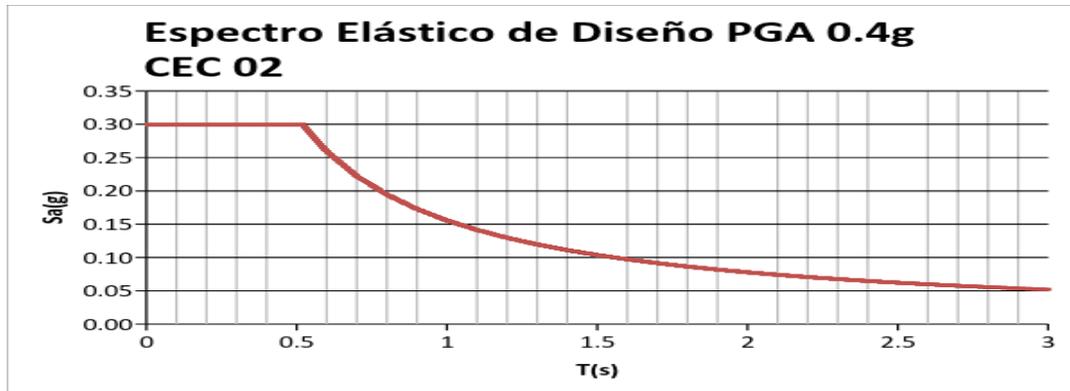


Figura 5. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según CEC para suelo tipo S2.

2.4.2. NEC

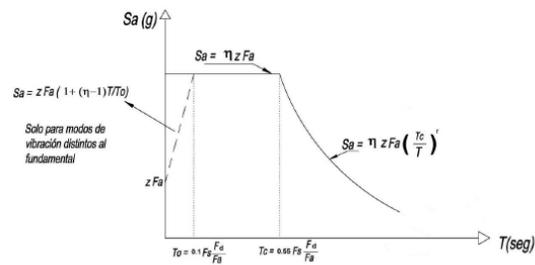


Figura 6. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según NEC

De acuerdo al estudio antes mencionado se toma como referencia el suelo tipo C para la ciudad de Quito.

Suelo tipo C

Z	0.4	G
N	2.48	
R	1	
Fa	1.2	
Fd	1.3	
Fs	1.3	

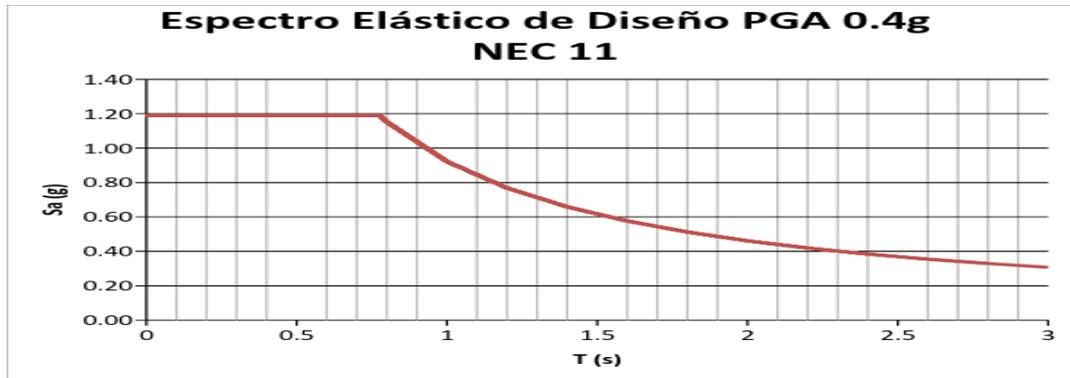


Figura 7. Espectro elástico de aceleración que representa el sismo de diseño según NEC para suelo tipo C.

2.4.3. Comparación entre NEC vs CEC de espectro elástico de aceleración

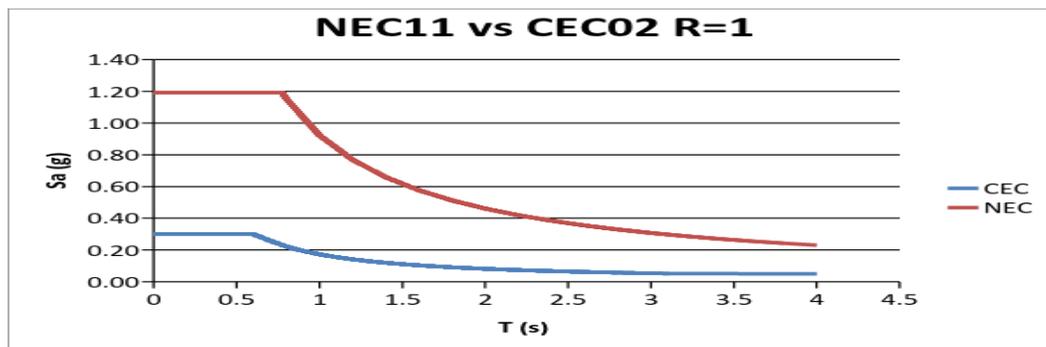


Figura 8. Comparación entre NEC vs CEC de espectro elástico de aceleración

Teniendo estos dos espectros elásticos de aceleración se los puede comparar para observar el cambio que existe uno con respecto al otro. Cabe mencionar que el espectro CEC está definido a nivel de fuerzas sísmicas de servicio mientras que el espectro NEC está definido a nivel de cargas últimas, por lo que no son comparables directamente.

2.5. Control de la deriva de piso

Según la NEC 2011, la deriva de piso es el desplazamiento lateral relativo de un piso con respecto al piso consecutivo medidos desde una misma línea vertical de la estructura y un desplazamiento excesivo provoca daños estructurales por inestabilidad, es por eso que al momento de diseñar se debe controlar las deformaciones inelásticas (Δm).

Estructuras de	Δ_M máxima
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.020
De mampostería	0.010

Tabla 9. Valores máximos de Δ_m , expresados como fracción de la altura de piso

2.5.1. Límites de deriva

Los límites de deriva están controlados por las siguientes ecuaciones para CEC y para NEC

CEC 2002	NEC 2011
$\Delta_m = R\Delta E$	$\Delta_m = 0.75R\Delta E$

Tabla 10. Límites de deriva de piso para CEC y NEC

Siendo,

R= Factor de reducción de resistencia del edificio

Se puede ver que existe una pequeña disminución al límite inelástico en NEC de 0.75, lo que provoca un aumento en el límite inelástico de dicha norma.

3. Análisis Estático y Dinámico

3.1. Análisis Estático

3.1.1. Importancia de la estructura o coeficiente I

Según NEC el propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica para estructuras, pues en el caso de un evento sísmico severo, algunas estructuras especiales y esenciales tienen que sobrevivir y mantener su operatividad, como es el caso de Hospitales, Aeropuertos, escuelas, etc.

Para el caso de estudio los modelos utilizados son edificios de departamentos por lo que el factor de importancia $I = 1.0$ tanto para NEC y CEC.

3.1.2. Cálculo de fuerzas sísmicas estáticas NEC Y CEC

Las estructuras deben diseñarse bajo la acción de fuerzas sísmicas horizontales.

NEC

$$V = \frac{ISa}{R\phi P\phi E}W$$

I Factor de importancia

W Carga reactiva definitiva

Sa Aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño

R Factor de reducción de respuesta estructural

$\phi P\phi E$ Factores de configuración estructural en planta y elevación

CEC

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E}W$$

$$C = \frac{1,25 s^S}{T}$$

C No debe exceder el valor de Cm

S coeficiente de suelo

R Factor de reducción de respuesta estructural

$\phi P\phi E$ Factores de configuración estructural en planta y elevación

3.1.3. Periodo fundamental de una estructura según CEC y NEC

El periodo fundamental de una estructura se lo calcula de la siguiente forma:

CEC

$$T = C_1 (h_n)^{3/4}$$

donde:

h_n = Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura

$C_1 = 0,09$ para pórticos de acero

$C_1 = 0,08$ para pórticos espaciales de hormigón armado

$C_1 = 0,06$ para pórticos espaciales de hormigón armado con muros estructurales
y para otras estructuras

NEC

$$T = C_t h_n^\alpha$$

en donde:

h_n altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

- Para estructuras de acero sin arriostramientos, $C_t = 0.072$ y $\alpha = 0.80$.
- Para estructuras de acero con arriostramientos, $C_t = 0.073$ y $\alpha = 0.75$.
- Para pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras, $C_t = 0.047$ y $\alpha = 0.9$.
- Para pórticos especiales de hormigón armado con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural, $C_t = 0.049$ y $\alpha = 0.75$.

3.1.4. EL factor R

Este factor de reducción se puede aplicar a ciertas edificaciones que cumplan ciertos criterios sísmicos, este factor hace que las fuerzas sísmicas disminuyan si estas tienen alta ductilidad.

3.1.4.1. CEC

Sistema estructural	R
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	12
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente.	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.*	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda y diagonales rigidizadoras.*	9
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda.	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos de acero conformados en frío. Estructuras de aluminio.	7
Estructuras de madera	7
Estructura de mampostería reforzada o confinada	5
Estructuras con muros portantes de tierra reforzada o confinada	3

Tabla 11. Valores de coeficiente de reducción de respuesta estructural según CEC

3.1.4.2. NEC

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles	
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras, sean de hormigón o acero laminado en caliente.	7
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	6
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	6
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	6
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en el capítulo 4, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 4 metros.	3
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	3
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Tabla 12. Valores de coeficiente de reducción de respuesta estructural según NEC

3.2. Análisis Dinámico

Para este análisis se utilizará el análisis modal espectral que según la NEC constituye “la máxima respuesta de todos los modos de vibración que contribuyan en mayor medida a la respuesta total de una estructura”. Esto se puede calcular utilizando los espectros de respuestas para cada estructura.

4. Calculo de las Estructuras

A partir del “Estudio Técnico Económico Comparativo de Edificios aporricados Diseñados con las Normas CEC 2002 y NEC 2011” realizado por el Ing. Sigifredo Díaz M. y el Ing. Jorge Vintimilla J. de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela

Politécnica Nacional (EPN), se determina la planta tipo para el diseño estructural de edificios a diferentes alturas (6, 8 y 10 pisos con dos subsuelos cada uno) basados en sistemas estructurales aporticados. Para el presente análisis se tomarán los mismos casos de estudio y se aumentará un edificio de 4 pisos con dos subsuelos (por ser un edificio típico en la ciudad de Quito) y también se comparará el diseño de edificios con muros de cortante a las mismas alturas definidas anteriormente con el propósito de verificar el impacto de la aplicación de la nueva norma con este otro tipo de edificios. Estos edificios serán diseñados bajo las normas CEC 2002 y NEC 2011 y modelados por el programa ETABS 2013 para el análisis estructural de los mismos. Una vez diseñados se procederá a obtener cantidades de los materiales de construcción utilizados en cada edificio, se realizará el análisis de precios unitarios para obtener el presupuesto de los edificios y se compararán entre sí. De esta manera, se espera obtener el impacto económico de la implementación de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) en la construcción de edificios.

Como se menciona en el estudio de la EPN descrito anteriormente, los edificios son muy regulares para no distorsionar los resultados con otros parámetros como irregularidades en planta o elevación.

Al ser éste un estudio comparativo de edificios diseñados con el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), no se toman en cuenta restricciones arquitectónicas de ningún tipo y se escoge una planta cuadrada de cuatro vanos por lado con una luz de 6 metros cada uno y una altura de entrepisos de 3 metros, incluyendo subsuelos, con el fin de simplificar el análisis y diseño.

Todos los edificios tendrán el mismo espesor de losa para todos sus pisos y las vigas cambiarán su sección transversal y armado dependiendo de la capacidad y de la deriva de piso. Las columnas se diseñarán siempre cuadradas y cambiarán dependiendo de su capacidad de carga y de la demanda de esfuerzos. Los elementos variarán cada dos pisos tanto en vigas como columnas para no cambiar drásticamente la rigidez en el edificio.

Todos son edificios de hormigón armado, que utilizarán hormigón $f'c$ 210 Kg/cm² y acero de refuerzo f_y 4200 kg/cm², los cuales se pueden encontrar normalmente en el mercado ecuatoriano y de diversos proveedores.

Para el análisis NEC se realizó el diseño de acuerdo con los requisitos ACI 318-11, pero cabe recalcar que para modelar correctamente los edificios bajo la norma CEC se debería configurar el programa para que corra bajo ACI 318-05. En vista de que ETABS 2013 solo dispone en su banco de programación hasta la versión ACI 318-08, ésta se utilizó para el diseño bajo CEC, teniendo precaución con las combinaciones de carga puesto que las cargas sísmicas CEC están a nivel de cargas de servicio.

Carga viva

Al tratarse de un edificio de departamentos como está establecido en CEC y NEC las cargas vivas son de 200 kg/cm² en toda la estructura a excepción de los dos subsuelos que al ser parqueaderos, entrada y salida de vehículos se fija en 500 kg/cm².

Carga muerta

Etabs automáticamente calcula y aplica el peso propio de la estructura, al cual hay que añadir otras cargas permanentes provenientes de paredes de mampostería, revestimientos, etc. Según Guerra (2013), podría ser así:

2 cm de Enlucido y 2 de masillado	88	Kg/m ²
2 cm de Recubrimiento piso	44	Kg/m ²
Peso mampostería	200	Kg/m ²
Carga Permanente	332	Kg/m²

Esto se debe añadir como carga muerta al cálculo de la estructura en todos los pisos dentro del programa.

4.1. Pre Dimensionamiento

4.1.1. Pre Dimensionamiento Losas

Para realizar el pre dimensionamiento de las estructuras se utilizó como referencia el libro del Ing. Marcelo Guerra Avendaño “Diseño sismo Resistente de Edificios Utilizando ETABS”, así como los requisitos del ACI 318.

La losa es modelada como membrana dentro de ETABS, lo cual permite transmitir las cargas perpendiculares a la membrana hacia las vigas que sostienen la losa.

En el capítulo 9, la tabla 9.5 de ACI 318-11 presenta la tabla de espesores mínimos de losas sin vigas interiores para paneles interiores y exteriores, lo que da como resultado para una luz de 6 metros:

Panel Exterior (L/33) 0.18 m

Panel interior (L/33) 0.18 m

El mismo código en la sección 5(b) presenta el espesor macizo mínimo que debe tener una losa

$$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{tm} - 0.2)}$$

Para determinar el valor de h (min) se asume que $\alpha_{tm} = 0.2$ con lo que se tiene

$$h = 0.1833 \text{ m}$$

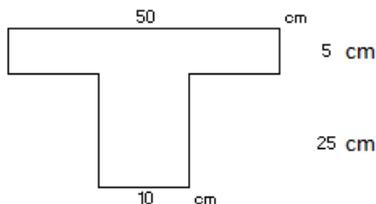
El valor encontrado representa la altura de una losa maciza, por lo que hay que encontrar el valor tentativo de una losa alivianada

Loseta de compresión

L1 50 cm

$$e = L1/12 = 4.17$$

Según ACI 318 en el capítulo 8, el ancho de las nervaduras no debe ser menos de 100 mm y debe tener altura no mayor de 3.5 veces su ancho mínimo. Por este motivo se escoge alivianamientos de 40X40 cm y de 25 cm de altura.



Para poder representar correctamente esta losa con alivianamientos en el programa se calcula la altura equivalente al peso.

Losa maciza=1X1X0.3X2.4= 0.72 Tonm³

8 bloques de 25X20X40 cm

Losa alivianada= 0.432 tonm³

$$0.432 \text{ ton} = 1m * 1m * e * 2.4 \frac{\text{ton}}{m^3}$$

$$e = 0.18m$$

El espesor de una losa maciza que mejor representa a una losa alivianada de las características anteriormente descritas es 18 cm.

4.1.2. Pre dimensionamiento de vigas

Antes de dimensionar las vigas hay que obtener la carga aproximada que se aplicarán sobre ellas, provenientes de la carga viva y la muerta provenientes de la losa.

Enlucido y masillado	88	Kg/m ²
Recubrimiento piso	44	Kg/m ²
Peso mampostería	200	Kg/m ²
Carga permanente	332	Kg/m ²
Carga muerta	935.2	Kg/m ²
Carga viva	200	Kg/m ²

Tabla 13. Consideraciones de carga

Estas cargas deben ser mayoradas según la NEC 2011 mediante:

$$1. \quad 1.2D+1.6L$$

A estas cargas se aplica un factor de 1.3 para simular cargas sísmicas

$$\text{Carga Última} = 1.2 * (0.9352 \text{ Ton}) + 1.6 * 0.2 = 1.875 \text{ T/m}^2$$

Según Guerra (2013) las cargas sobre las vigas se reparten de forma prismática o triangular que es una muy buena aproximación de las cargas y se trasmite de la siguiente manera

$$w_s = \frac{qS}{3}$$

Donde q es la carga por metro cuadrado y S es la longitud menor de la losa.

$$w_s = 3.75 T/m$$

Como las vigas interiores cargan dos formas prismáticas se multiplica por 2 mientras que las vigas exteriores solo por uno.

$$\text{Vigas interiores } w_s = 7.5 T/m$$

$$\text{Vigas exteriores } w_s = 3.75 T/m$$

En el capítulo 8 del ACI se establece como calcular los momentos flectores máximos que por análisis se determinó que era

$$M = \frac{wL^2}{11}$$

$$M = 24.55 \text{ Tm}$$

Para el pre dimensionamiento de la viga se sigue el siguiente procedimiento:

$$M_n = R_u b d^2$$

M_n es igual al momento nominal de la viga

b el ancho de viga

d el peralte de la viga

$$R_u = \rho f_y \left(1 - 0.588 \frac{\rho f_y}{f'_c}\right)$$

ρ es la cuantía de acero

f_y fluencia del acero

f'_c resistencia del hormigón

$$\rho = 0.5 \rho_b$$

ρ_b es la cuantía balanceada, esto quiere decir que falla cuando el acero fluye y el hormigón a compresión falla.

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{0.003}{0.003 + \epsilon_y}$$

β_1 es igual a 0.85

Esto me da como resultado:

ρb	0.02125
$0.5 \rho b$	0.010625
Ru (kg/cm ²)	39.03

De la primera ecuación se puede obtener la siguiente ecuación la cual se itera hasta obtener que $1.5 < h/b < 2$

$$d = \frac{Mu}{\phi R_u b}$$

b	d	h	h/b
25	52.87	60	2.4
30	48.26	55	1.83
40	41.80	50	1.25

Tabla 14. Pre-imensiones de viga.

Siendo el mejor resultado para vigas interiores 30X55 cm y para exteriores (siguiendo el mismo procedimiento) 30 X45 cm, cabe recalcar que estas vigas pertenecen al pre diseño y pueden cambiar al momento de controlar la deriva entre pisos; ya que como es conocido estas son las que mejor controlan este fenómeno.

4.1.3. Pre Dimensionamiento de Columnas

Para el pre dimensionamiento de columnas se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$A_g = \frac{P_u}{0.2 * f'_c}$$

A_g Área de la columna

P_u Carga Axial

f'_c resistencia del concreto

La carga axial se determina por las cargas vivas y muertas que soportan la columna.

Pre Dimensionamiento edificio 4 CEC

Determinación de cargas

Carga Muerta	0.892	T/m ²
Peso propio viva	0.1319	T/m ²

Peso propio columna	0.1	T/m ²
Carga Viva	0.2	T/m ²
Combinación de cargas	1.2D+1.6V	

Carga muerta total	7.814	T/m ²
Carga hasta piso 2	8.134	T/m ²

Columnas	Área Colaborante	P (T)	Ag	b (cm)	H (cm)	b (cm)	H (cm)
Esquina	9	73.2	1743	45	38.7	45	45
Exterior	18	146.4	3486	60	58.1	60	60
Interior	36	292.8	6972	85	82.0	85	85

Carga muerta total	5.116	T/m ²
Carga hasta piso 4	5.436	T/m ²

Columnas	Área Colaborante	P (T)	Ag=P/0.2f'c (cm ²)	b (cm)	h(cm)	b (cm)	h(cm)
Esquina	9	48.924	1164.86	35	33.28	35	35
Exterior	18	97.848	2329.71	50	46.59	50	50
Interior	36	195.696	4659.43	70	66.56	70	70

Carga muerta total	2.697	T/m ²
Carga hasta piso 6	3.017	T/m ²

Columnas	Área Colaborante	P (T)	Ag=P/0.2f'c (cm ²)	b (cm)	h(cm)	b (cm)	h(cm)
Esquina	9	27.153	646.5	30	21.55	30	30
Exterior	18	54.306	1293	40	32.33	40	40
Interior	36	108.612	2586	55	47.02	55	55

Tabla 15. Pre dimensionamiento columnas

4.2. Edificios Diseñados según CEC con un Sistema Aporticado

4.2.1. Edificio de 4 pisos CEC

Para iniciar el diseño del edificio de 4 pisos en el programa Etabs 2013, primero se definen las secciones losa, muros laterales, vigas y columnas estas últimas con la inercia agrietada porque son elementos de hormigón armado y según CEC 2002 y NEC 2011 se deben calcular como: $0.5 I_g$ para vigas (considerando la contribución de las losas, cuando fuera aplicable) y $0.8 I_g$ para columnas, siendo I_g el valor de la inercia no agrietada de la sección transversal del elemento. Adicionalmente se procede a definir los muros de la siguiente

forma “los valores de inercia agrietada tomaran el valor de 0.6 I_g y se aplicaran dos primeros pisos y en el primer subsuelo” (NEC, 2011).

Cálculo de cargas Sísmicas

Para el modelo estático se utiliza un coeficiente de corte basal y para el modelo dinámico el programa analiza la estructura utilizando el análisis modal espectral.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R_0 P_0 E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Los periodos de vibración fundamentales se estiman a partir de las siguientes ecuaciones (aplicando el ejemplo para un edificio de 4 pisos aporricado).

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.08
Hn	18
T	0.69910815

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 4 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 18 metros de altura.

Factor Z, que es la aceleración en roca del sismo de diseño, expresado como fracción de la gravedad, para la ciudad de Quito es

$$Z=0.4$$

Factor de irregularidad de planta, como se determinó anteriormente la estructura es simple para no distorsionar resultados

$$\phi P=1$$

Factor de irregularidad de elevación, como se determinó anteriormente la estructura es regular en elevación para no distorsionar resultados

$$\phi E=1$$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, para sistemas de pórticos especiales sismo-resistentes si muros, según CEC es R=10

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.6991} = 2.23$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.23}{10} W$$

$$V = 0.0890W$$

W (peso de la estructura) se puede obtener de las reacciones de la estructura que brinda el programa. Como los subsuelos están enterrados, el efecto del cortante basal solo se toma desde el primer piso para efectos de cálculo.

Entonces se obtiene:

Peso de la estructura	2568.7701	Ton
Coe. Sísmico	0.08901089	
Cortante Basal (V)	228.648508	Ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica), para fines comparativo con NEC y para lograr que sean compatibles con las combinaciones de carga del ACI318-08, lo que equivale a:

$$V = 320.11 \text{ Ton}$$

Análisis Dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema aporticado según CEC que está dada por la figura 4.

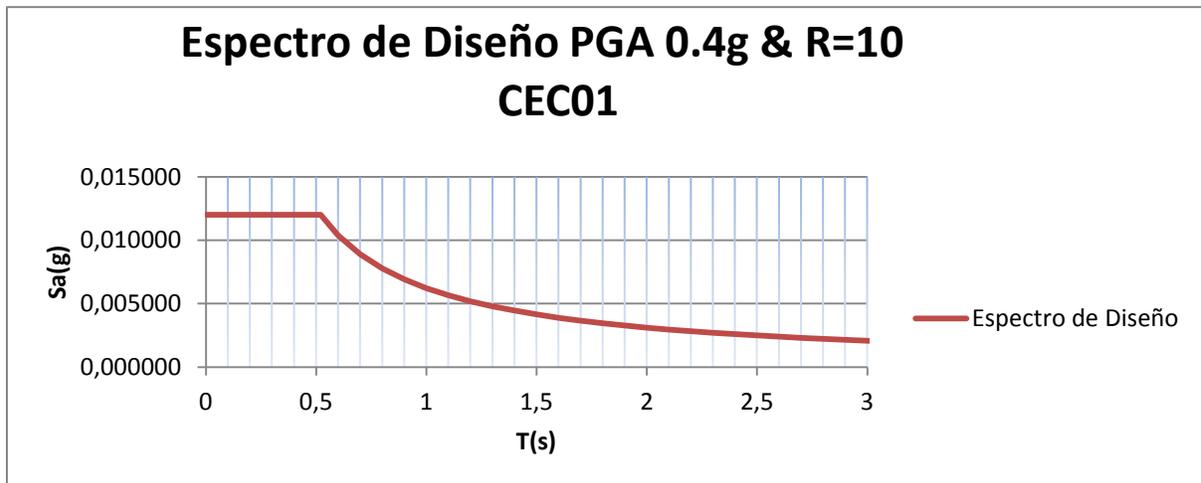


Figura 9. Espectro de diseño para CEC R=10, con suelo tipo S2

ETABS aplicará el método del análisis modal espectral utilizando los espectros como el mostrado anteriormente, para un número de modos especificado por el usuario, verificando siempre que dicho número permite a la masa modal efectiva superar el 90% de la masa total dinámica del sistema.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Antes de proceder a calcular límites de deriva y aplicar el diseño sísmico por capacidad, se tienen que corregir los cortantes basales, ya que CEC y NEC estipulan que el cortante dinámico no debe ser inferior al cortante estático (caso CEC) o al menos ser un 90% del cortante estático (caso NEC).

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, para CEC las derivas máximas inelásticas se obtienen mediante $\Delta m = R\Delta E$, siendo ΔE las derivas máximas obtenidas en el cálculo elástico. Tanto para CEC como para NEC, Δm no debe superar el 2%, en tal sentido, para este caso de $R = 10$, el límite superior de ΔE resulta ser del 2 por mil.

Para comprobar estos límites de derivas, no se necesita mayorar la carga sísmica. No obstante, para fines comparativos con NEC, si se utiliza las cargas sísmicas CEC mayoradas, el límite máximo de las derivas elásticas resulta ser: $1.4 * \Delta E = 0.0028$

Análisis de la estructura

Para analizar la estructura se deben considerar 4 aspectos fundamentales:

1. Diseño por resistencia

Se debe tener en cuenta que las secciones transversales de los elementos estructurales deben cumplir con los límites mínimos y máximos de cuantías de acero de las normativas, y que también tengan un rango aceptable desde el punto de vista económico. En este sentido, las columnas deben presentar cuantías de acero entre: $1.00\% \leq \rho \leq 2.00\%$ y las vigas $0.50\% \leq \rho \leq 1.00\%$. Si los valores exigidos por las cargas salen de estos rangos, se procede a cambiar de sección transversal.

2. Límites de deriva, descritos anteriormente.

3. Todas las conexiones viga columna deben cumplir con los requisitos exigidos por las normativas para garantizar que el nudo sea más fuerte que los elementos estructurales que llegan a él, y adicionalmente que las rótulas plásticas necesarias para disipar la energía sísmica inducida por terremotos severos deben ubicarse en las vigas y no en columnas. ACI 318 Cap. 21 describe todos los requisitos necesarios respecto a relaciones de capacidad a flexión entre vigas y columnas aceptables, así como requisitos que garantizan la resistencia a cortantes del nudo, todos los cuales serán aplicados en el diseño de los edificios.

4. Adicionalmente, los principios de diseño por capacidad en vigas y columnas serán aplicados, fundamentalmente los que tienen que ver con el diseño del refuerzo transversal a cortante que se obtiene al analizar las capacidades a flexión máximas de vigas y columnas con rótulas plásticas en sus extremos, y su verificación con las ecuaciones de demanda de refuerzo a cortante necesario para confinamiento de las secciones de hormigón armado donde podrían formarse rótulas plásticas.

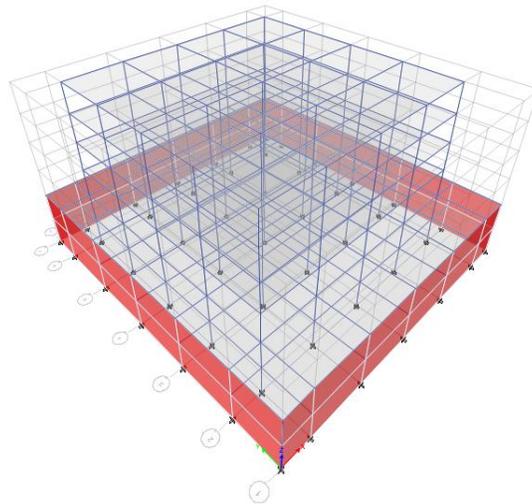


Figura 10. Edificio 3 D

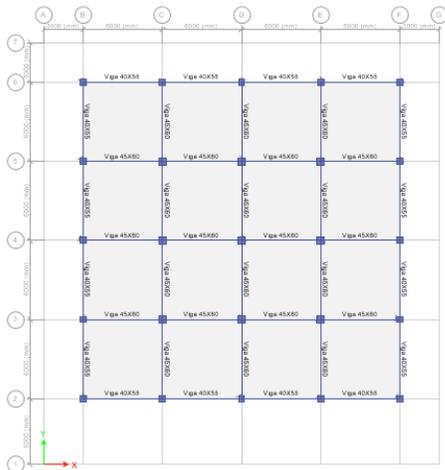


Figura 11. Secciones transversales

Distribución de fuerzas laterales

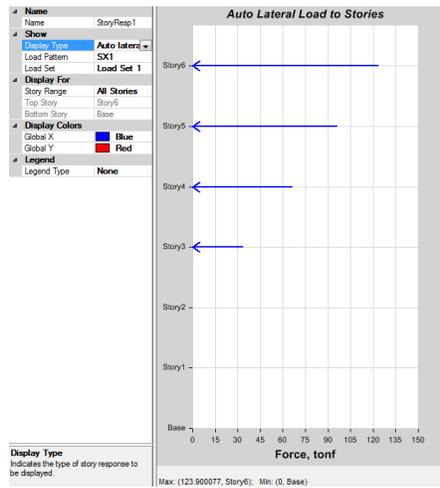


Figura 12. Distribución de fuerzas.

Es una auto-distribución que realiza el programa y aquí se obvia la aplicación de la fuerza de látigo que requiere la norma CEC por efectos prácticos y porque la deriva de piso se mide con análisis dinámico.

Diseño por Capacidad

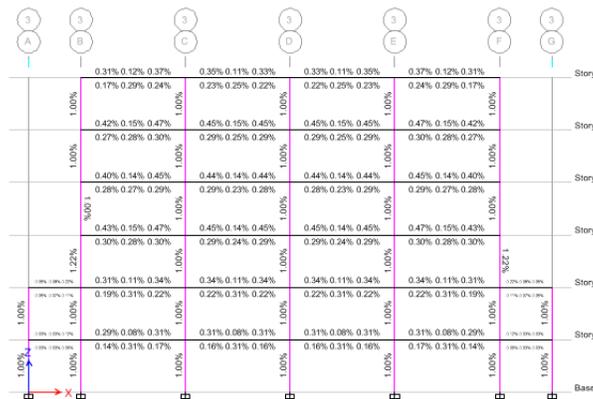


Figura 13. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

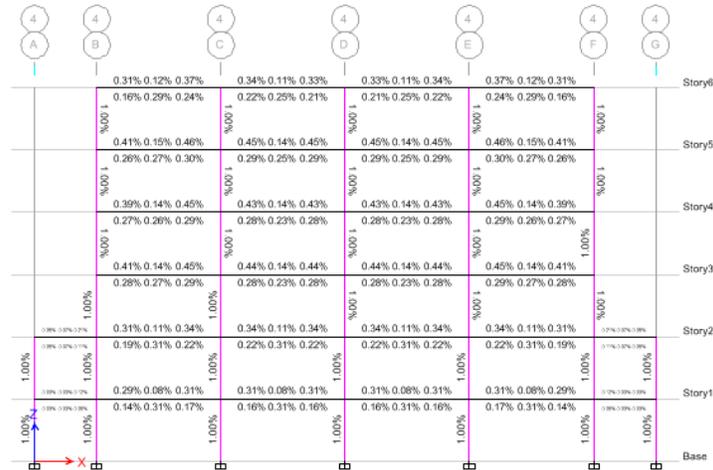


Figura 14. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de Deriva

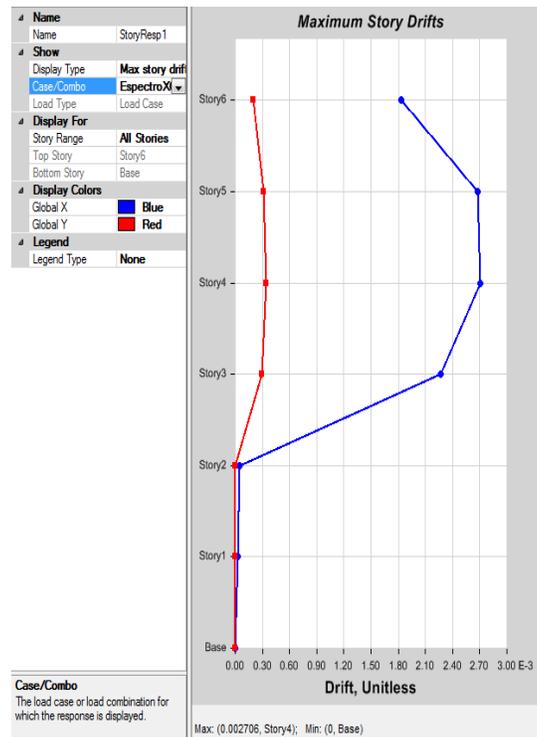


Figura 15. Límites de deriva

Como se puede apreciar no excede 0.0028 por lo tanto cumple pero este resultado se obtuvo después de varias iteraciones de cambio de secciones tanto de columnas como de vigas para

que cumpla límites de deriva aun cuando en su diseño por capacidad los elementos eran competentes. Por lo tanto es un diseño controlado por la deriva de pisos.

La resistencia a flexión del nudo

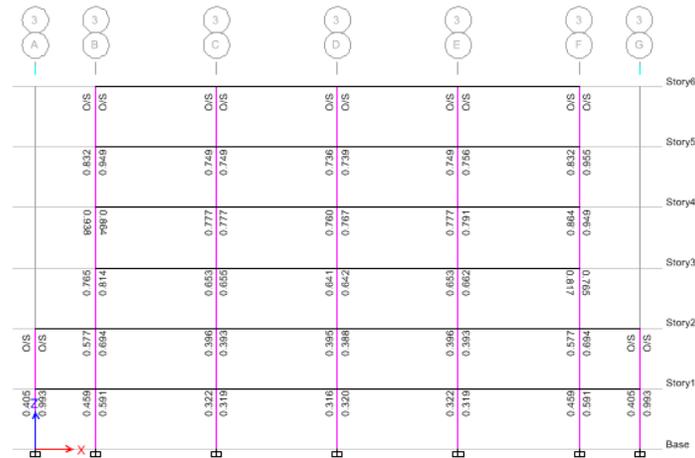


Figura 16. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

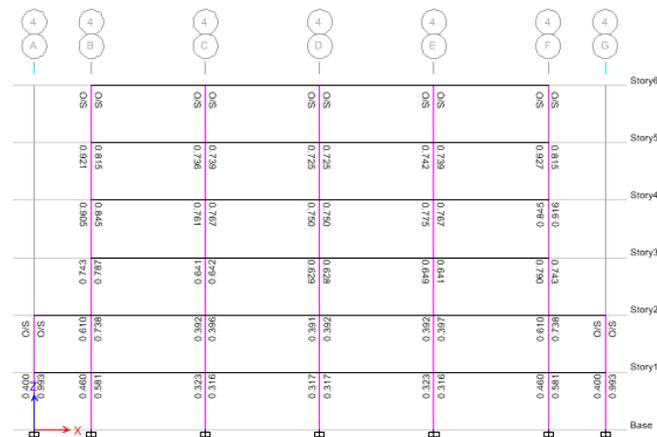


Figura 17. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil que se puede definir como la sumatoria del momento nominal de columna sobre la sumatorias de momento nominal de viga es igual a 1.2.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

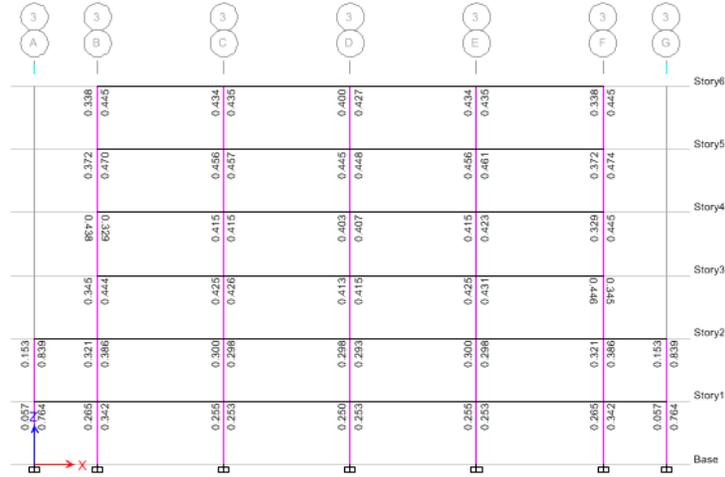


Figura 18. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

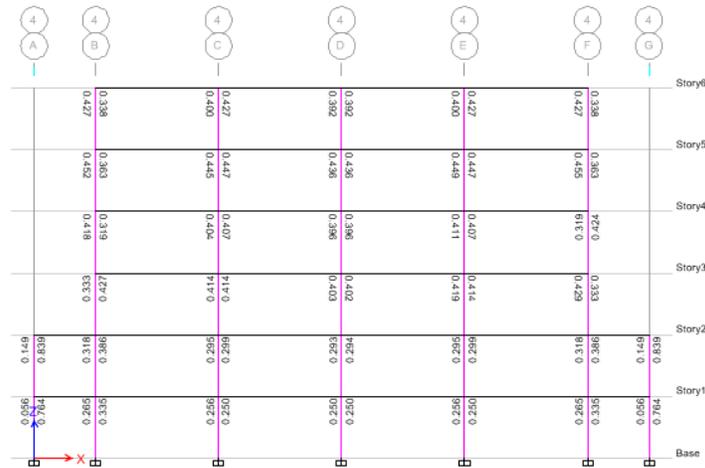


Figura 19. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	50x50	50x50	60x60	45x70	45x65
3,4	45x45	45x45	55x55	45x60	40x55
subsuelos					
1,2	50x50	50x50	60x60	45x65	

Tabla 16. Secciones definitivas edificio 4 pisos con sistemas aporticados

4.2.2. Edificio de 6 Pisos CEC

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 6 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas parten de las mismas secciones anteriores.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas).

Cálculo de cargas Sísmicas se realiza igual al edificio de 4 pisos con un sistema aporticado CEC

Análisis Estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 6 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente:

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.08
Hn	24
T	0.86745792

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 6 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 24 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito, $Z=0.4$

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, para sistemas de pórticos especiales sismo-resistentes R=10

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.8675} = 1.79$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 1.79}{10} W$$

$$V=0.0717W$$

W (peso de la estructura):

Peso de la estructura 4051.0772 Ton

Coe. Sísmico 0.07173632

Cortante Basal 290.609362 ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V=406.853 \text{ Ton}$$

Análisis dinámico

Como es una estructura aporricada se utiliza el mismo espectro de aceleraciones de la figura 9. Y se sigue el mismo procedimiento anterior.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal 406.853107

Programa 391.7489

Corrección 1.0385558

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	4051.0772	Ton
SX1	406.853107	Ton
EspectroXCECR10	289.9912	Ton
Corrección	1.4029843	

Y		
Peso de la estructura	4051.0772	Ton
SY1	406.853107	Ton
EspectroYCECR10	290.0646	Ton
Corrección	1.4026293	

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$1.4 * \Delta E = 0.0028$$

Análisis de la estructura

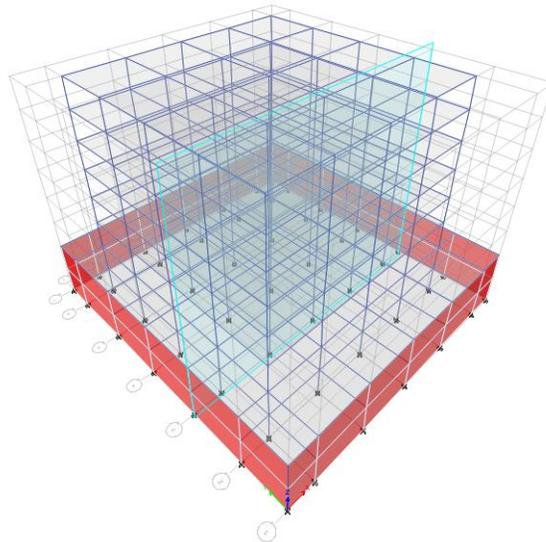


Figura 20. Edificio 3 D

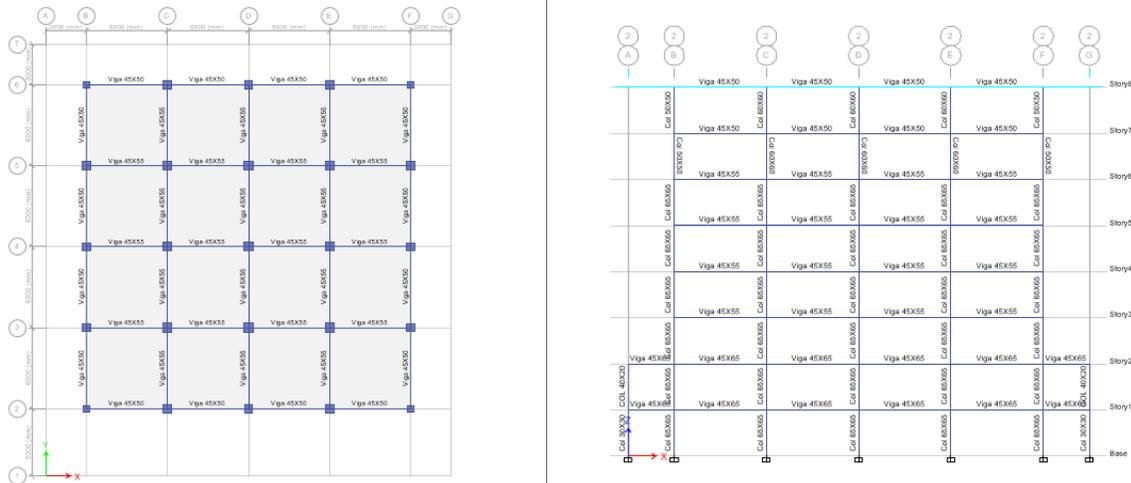


Figura 21. Secciones Transversales

Distribución de fuerzas laterales

Se realiza de la misma manera como ya se explicó para el edificio de 4 pisos.

.Diseño por Capacidad



Figura 22. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

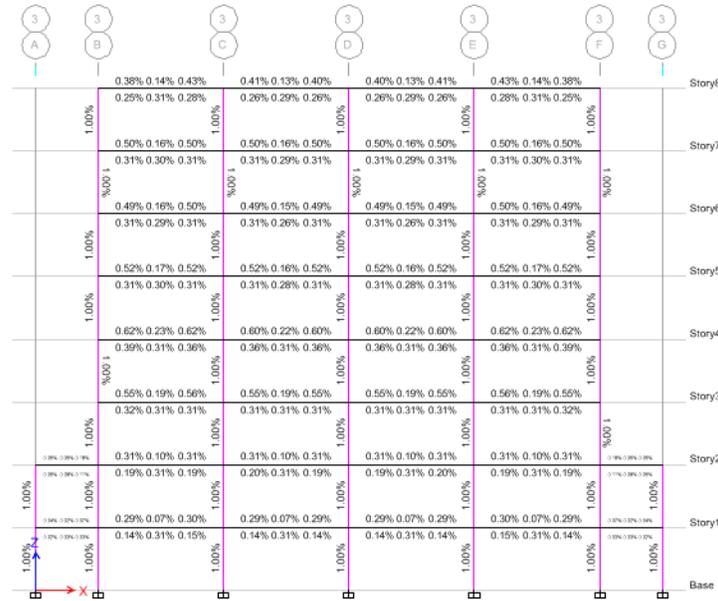


Figura 23. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

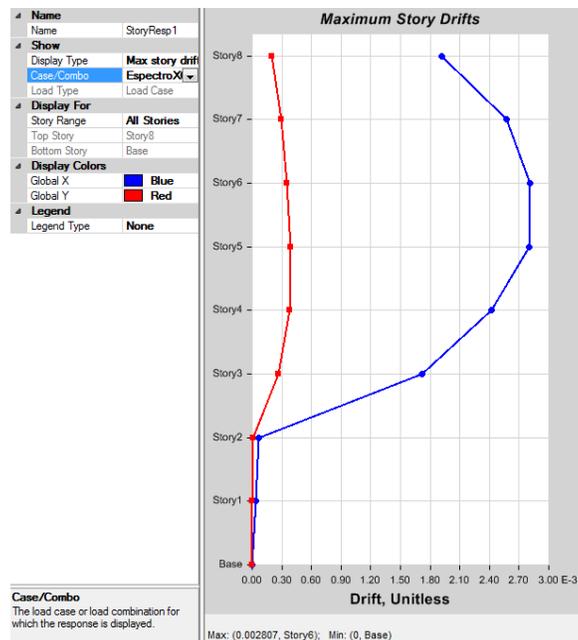


Figura 24. Límites de deriva

Como se puede apreciar el límite de deriva es justo 0.0028 por lo tanto cumple pero este resultado se obtuvo después de varias iteraciones de cambio de secciones tanto de columnas

como de vigas para que cumpla límites de deriva aun cuando en su diseño por capacidad los elementos eran competentes. Por lo tanto es un diseño controlado por la deriva de pisos.

La resistencia a flexión del nudo

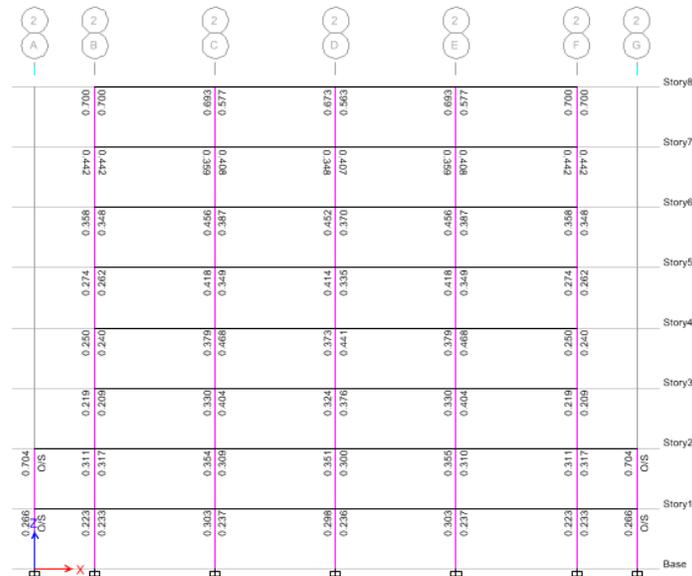


Figura 25. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

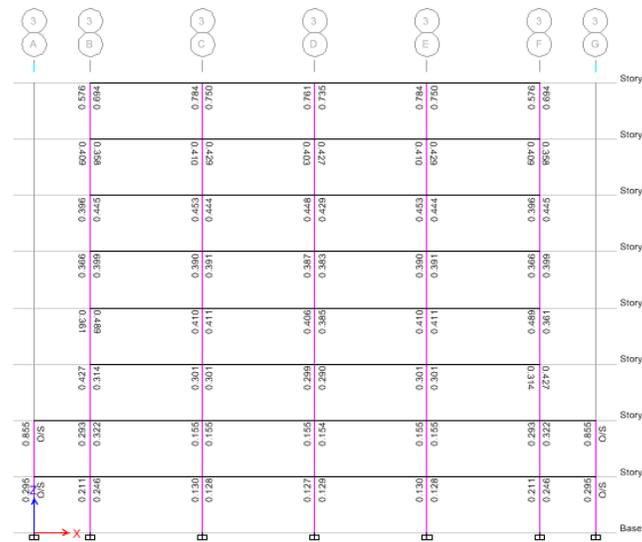


Figura 26. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

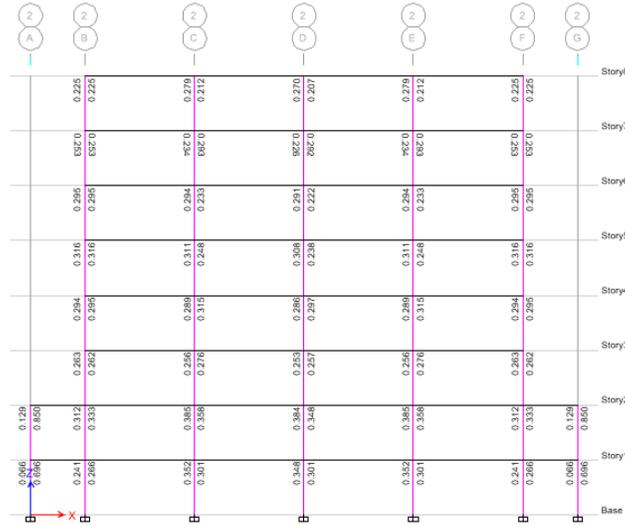


Figura 27. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

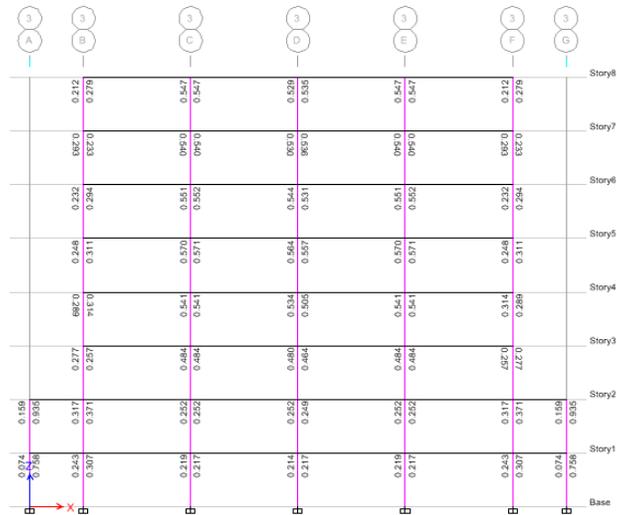


Figura 28. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	65x65	65x65	80x80	50x65	45x55
3,4	65x65	65x65	70x70	50x60	45x55
5,6	50x50	60x60	65x65	45x55	45x50
subsuelos					
1,2	65x65	65x65	80x80	45x65	

Tabla 17. Secciones definitivas edificio 6 pisos con sistemas aporticados

4.2.3. Edificio de 8 pisos CEC

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 8 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas y las columnas aumentan un poco con relación al anterior.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas).

Cálculo de cargas Sísmicas se realiza igual al edificio de 4 pisos con un sistema aporticado CEC

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 8 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.08
Hn	30
T	1.02548882

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 8 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 30 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito, $Z=0.4$

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, $R=10$

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{1.0255} = 1.52$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 1.52}{10} W$$

$$V=0.0607W$$

W (peso de la estructura):

Peso de la estructura 5501.7405 Ton

Coe. Sísmico 0.06068154

Cortante Basal 333.854069 ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V=467.3957 \text{ Ton}$$

Análisis dinámico

Como es una estructura aporticada se utiliza el mismo espectro de aceleraciones de la figura 9. Y se sigue el mismo procedimiento anterior.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal 467.395697

Programa 442.38922

Corrección 1.0565260

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	5501.7405	Ton
SX1	467.395697	Ton
EspectroXCECR10	334.1086	Ton
Corrección	1.3989335	

Y		
Peso de la estructura	5501.7405	Ton
SY1	467.395697	Ton
EspectroYCECR10	334.1005	Ton
Corrección	1.39896737	

Comparación cortante Basal para la CEC 02

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$1.4 \cdot \Delta E \quad 0.0028$$

Análisis de la estructura

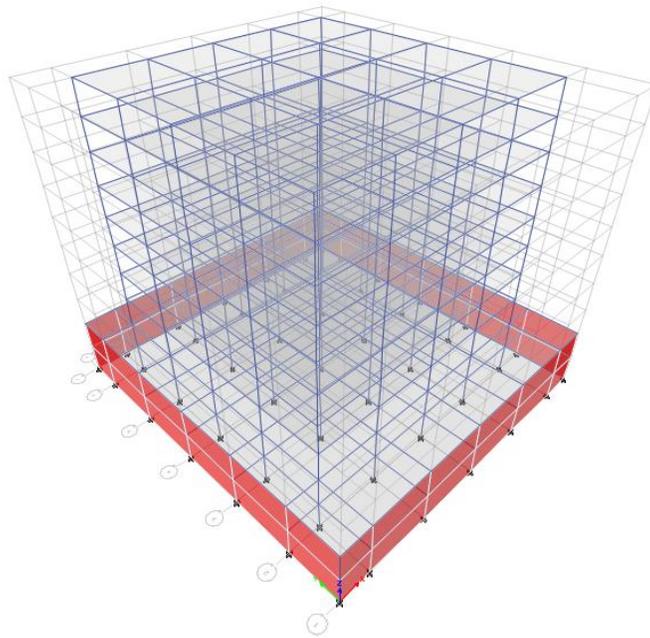


Figura 29. Edificio 3D

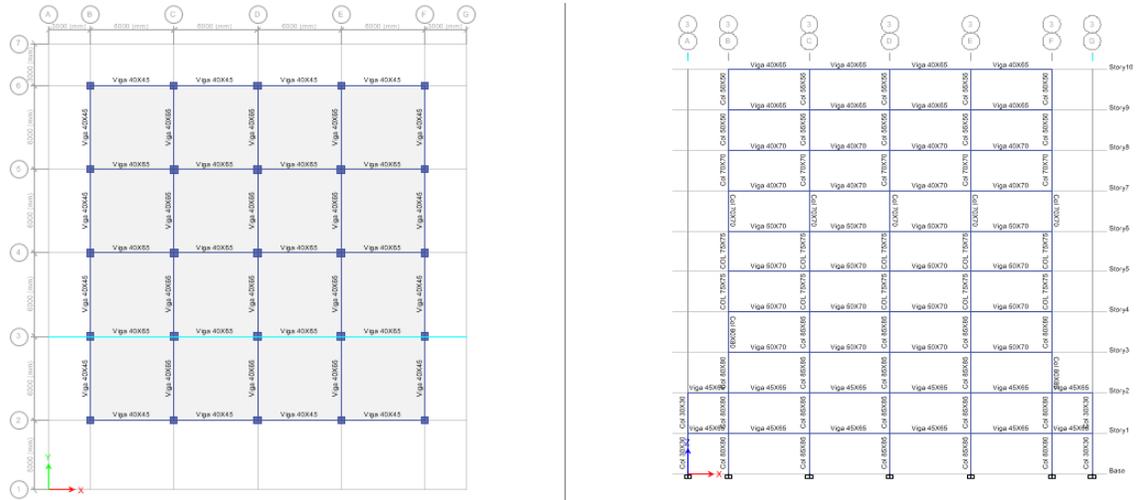


Figura 30. Secciones transversales

Distribución de fuerzas laterales

Se realiza de la misma manera como ya se explicó para el edificio de 4 pisos.

Diseño por Capacidad

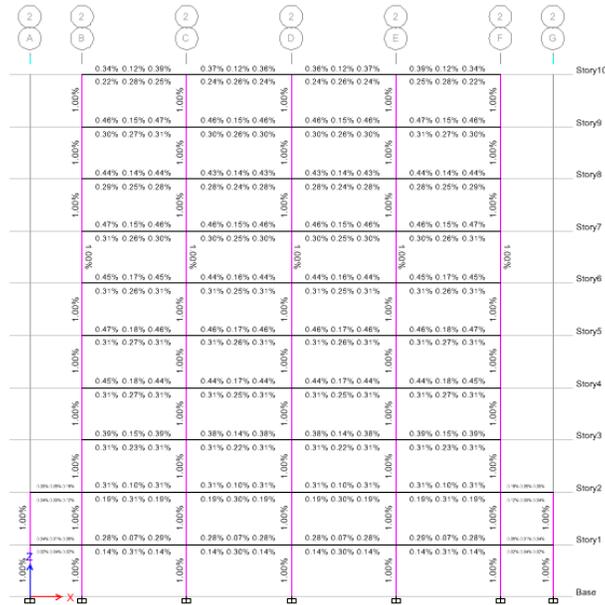


Figura 31. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

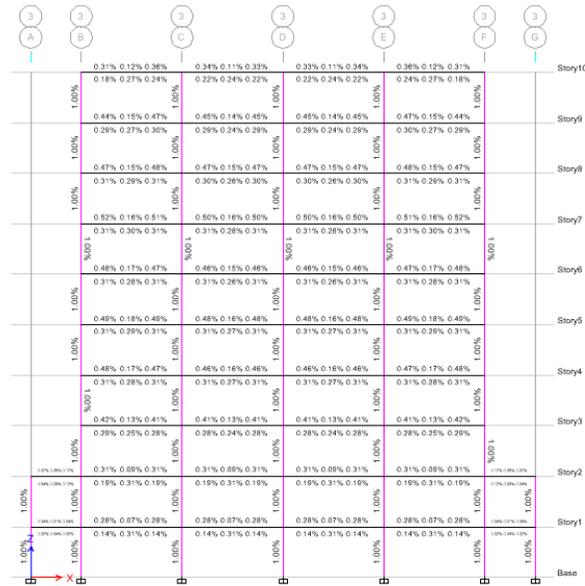


Figura 32. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

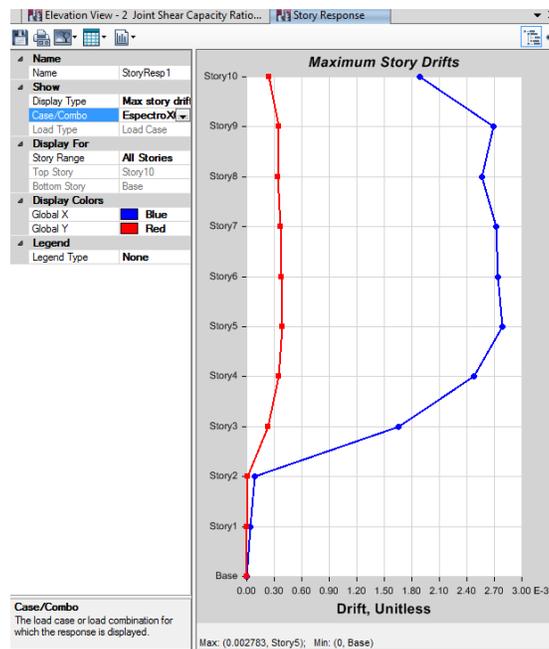


Figura 33. Límites de deriva

Como se puede apreciar el límite de deriva no supera 0.0028 por lo tanto cumple pero este resultado se obtuvo después de varias iteraciones de cambio de secciones tanto de columnas

como de vigas para que cumpla límites de deriva aun cuando en su diseño por capacidad los elementos eran competentes. Por lo tanto es un diseño controlado por la deriva de pisos.

La resistencia a flexión del nudo

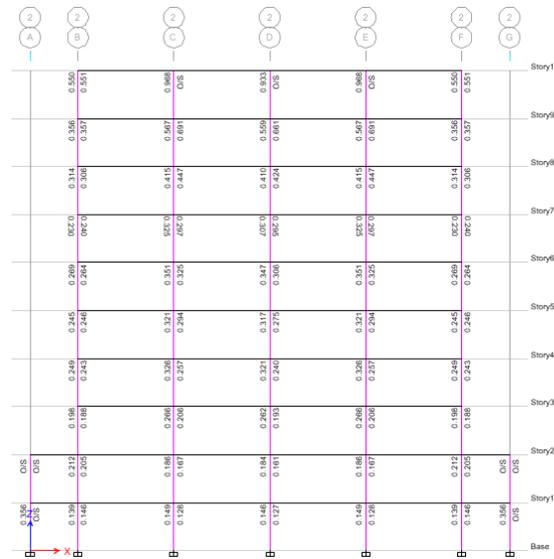


Figura 34. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

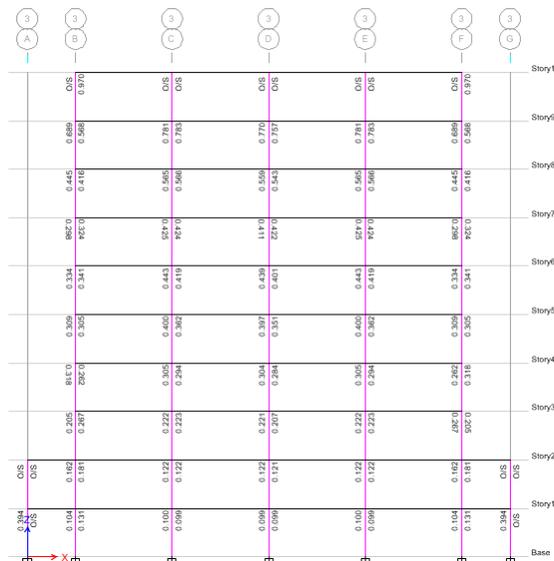


Figura 35. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

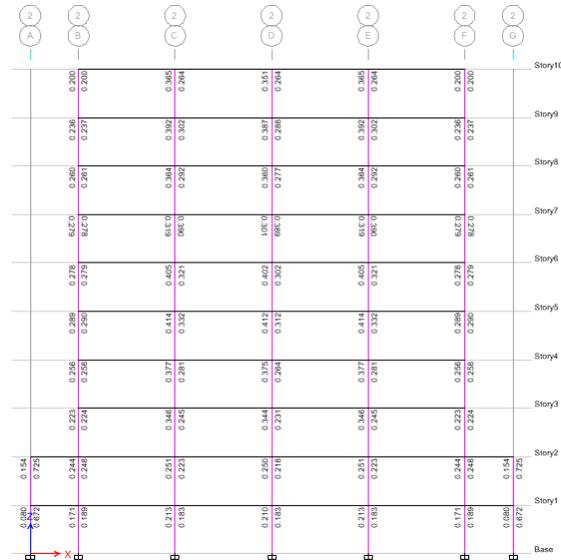


Figura 36. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

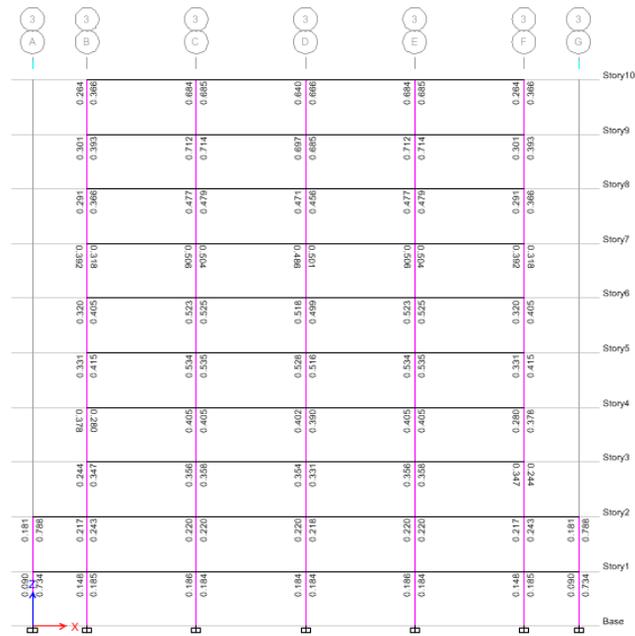


Figura 37. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	75x75	80X80	85X85	50X70	45X65
3,4	70X70	75X75	75X75	50X70	45X60
5,6	65X65	70X70	70X70	40X70	40X55
7,8	50X50	55X55	65x65	40X65	40X45
subsuelos					
1,2	75x75	80X80	85X85	45x65	

Tabla 18. Secciones definitivas edificio 8 pisos con sistemas aporticados

4.2.4. Edificio de 10 pisos CEC

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 10 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas y las columnas aumentan un poco con relación al anterior.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas y 0.8 I_g para columnas).

Cálculo de cargas Sísmicas se realiza igual al edificio de 4 pisos con un sistema aporticado CEC

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 10 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.08
Hn	36
T	1.17575508

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 10 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 36 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito, $Z=0.4$

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, $R=10$

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{1.17575} = 1.32$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 1.32}{10} W$$

$$V=0.0529W$$

W (peso de la estructura):

Peso de la estructura	7093.092	Ton
Coe. Sísmico	0.05292619	
Cortante Basal	375.41034	tonf

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V=525.5744 \text{ Ton}$$

Análisis dinámico

Como es una estructura aporticada se utiliza el mismo espectro de aceleraciones de la figura 9. Y se sigue el mismo procedimiento anterior.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	525.574475	Ton
Programa	504.22372	Ton
Corrección	1.0423438	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	6760.6989	Ton
SX1	525.574475	Ton
EspectroXCECR10	267.1638	Ton
Corrección	1.9672369	

Y		
Peso de la estructura	7093.092	Ton
SY1	525.574475	Ton
EspectroYCECR10	266.9939	Ton
Corrección	1.9684887	

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$1.4 * \Delta E = 0.0028$$

Análisis de la estructura

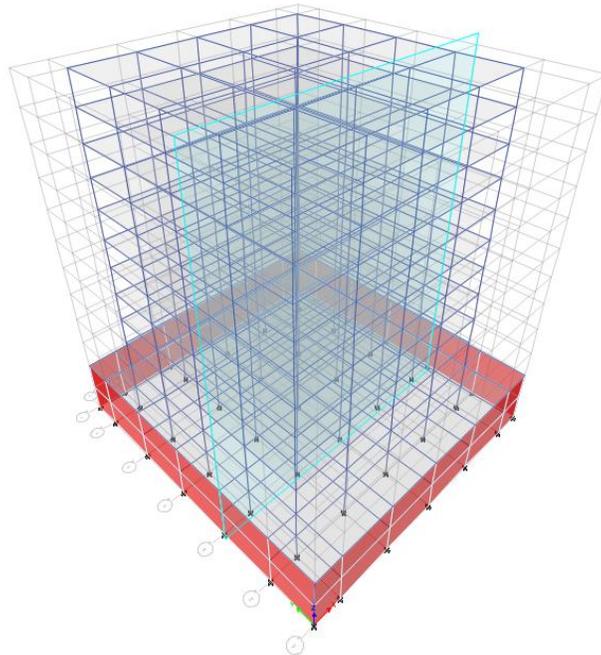


Figura 38. Edificio 3D

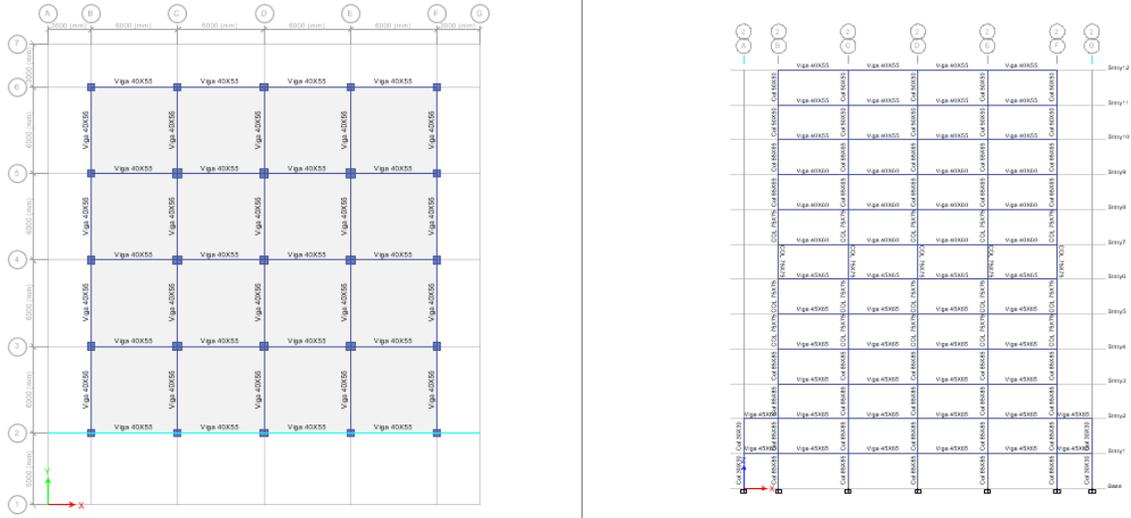


Figura 39. Secciones transversales

Distribución de fuerzas laterales

Se realiza de la misma manera como ya se explicó para el edificio de 4 pisos.

.Diseño por Capacidad

	A	B	C	D	E	F	
Story12	0.31% 0.19% 0.32%	0.31% 0.19% 0.31%	0.31% 0.19% 0.31%	0.31% 0.19% 0.31%	0.31% 0.19% 0.31%	0.31% 0.19% 0.31%	0.31% 0.19% 0.31%
Story11	0.18% 0.21% 0.21%	0.28% 0.18% 0.18%	0.18% 0.21% 0.21%	0.28% 0.18% 0.18%	0.18% 0.21% 0.21%	0.28% 0.18% 0.18%	0.18% 0.21% 0.21%
Story10	0.41% 0.13% 0.41%	0.48% 0.13% 0.48%	0.41% 0.13% 0.41%	0.48% 0.13% 0.48%	0.41% 0.13% 0.41%	0.48% 0.13% 0.48%	0.41% 0.13% 0.41%
Story9	0.27% 0.23% 0.27%	0.26% 0.26% 0.26%	0.27% 0.23% 0.27%	0.26% 0.26% 0.26%	0.27% 0.23% 0.27%	0.26% 0.26% 0.26%	0.27% 0.23% 0.27%
Story8	0.48% 0.14% 0.48%	0.48% 0.14% 0.48%	0.48% 0.14% 0.48%	0.48% 0.14% 0.48%	0.48% 0.14% 0.48%	0.48% 0.14% 0.48%	0.48% 0.14% 0.48%
Story7	0.29% 0.25% 0.29%	0.28% 0.23% 0.28%	0.29% 0.25% 0.29%	0.28% 0.23% 0.28%	0.29% 0.25% 0.29%	0.28% 0.23% 0.28%	0.29% 0.25% 0.29%
Story6	0.45% 0.15% 0.45%	0.44% 0.15% 0.44%	0.45% 0.15% 0.45%	0.44% 0.15% 0.44%	0.45% 0.15% 0.45%	0.44% 0.15% 0.44%	0.45% 0.15% 0.45%
Story5	0.31% 0.26% 0.31%	0.31% 0.24% 0.31%	0.31% 0.26% 0.31%	0.31% 0.24% 0.31%	0.31% 0.26% 0.31%	0.31% 0.24% 0.31%	0.31% 0.26% 0.31%
Story4	0.45% 0.16% 0.45%	0.44% 0.15% 0.44%	0.45% 0.16% 0.45%	0.44% 0.15% 0.44%	0.45% 0.16% 0.45%	0.44% 0.15% 0.44%	0.45% 0.16% 0.45%
Story3	0.31% 0.11% 0.31%	0.46% 0.16% 0.46%	0.31% 0.11% 0.31%	0.46% 0.16% 0.46%	0.31% 0.11% 0.31%	0.46% 0.16% 0.46%	0.31% 0.11% 0.31%
Story2	0.47% 0.18% 0.47%	0.45% 0.18% 0.45%	0.47% 0.18% 0.47%	0.45% 0.18% 0.45%	0.47% 0.18% 0.47%	0.45% 0.18% 0.45%	0.47% 0.18% 0.47%
Story1	0.31% 0.27% 0.31%	0.31% 0.26% 0.31%	0.31% 0.27% 0.31%	0.31% 0.26% 0.31%	0.31% 0.27% 0.31%	0.31% 0.26% 0.31%	0.31% 0.27% 0.31%
Base	0.48% 0.28% 0.47%	0.48% 0.19% 0.48%	0.48% 0.28% 0.47%	0.48% 0.19% 0.48%	0.48% 0.28% 0.47%	0.48% 0.19% 0.48%	0.48% 0.28% 0.47%

Figura 40. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

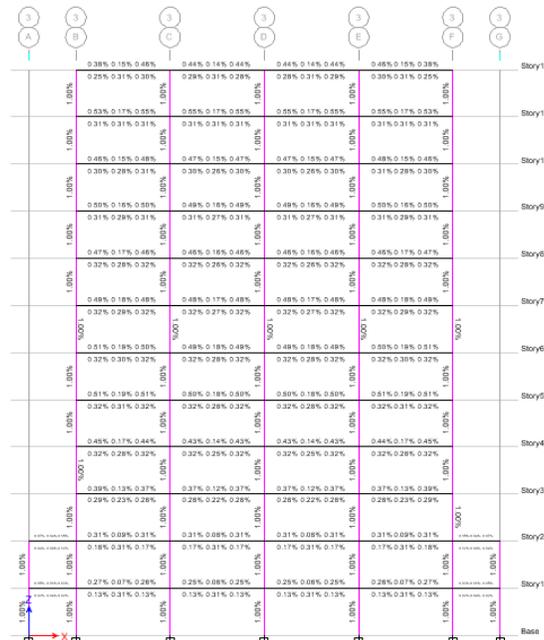


Figura 41. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

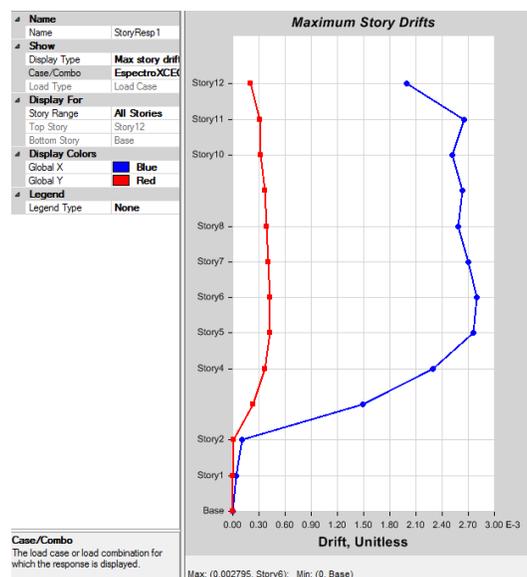


Figura 42. Límites de deriva

Como se puede apreciar el límite de deriva no supera 0.0028 por lo tanto cumple pero este resultado se obtuvo después de varias iteraciones de cambio de secciones tanto de columnas

como de vigas para que cumpla límites de deriva aun cuando en su diseño por capacidad los elementos eran competentes. Por lo tanto es un diseño controlado por la deriva de pisos.

La resistencia a flexión del nudo

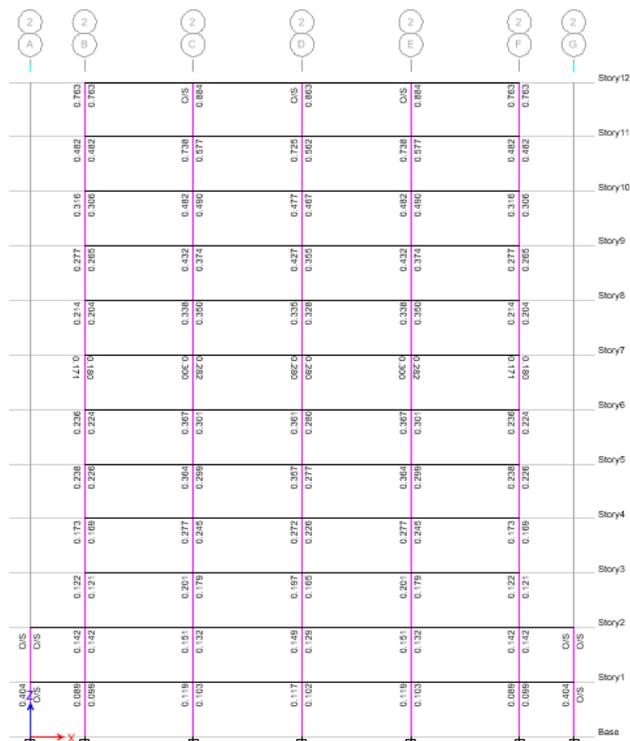


Figura 43. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

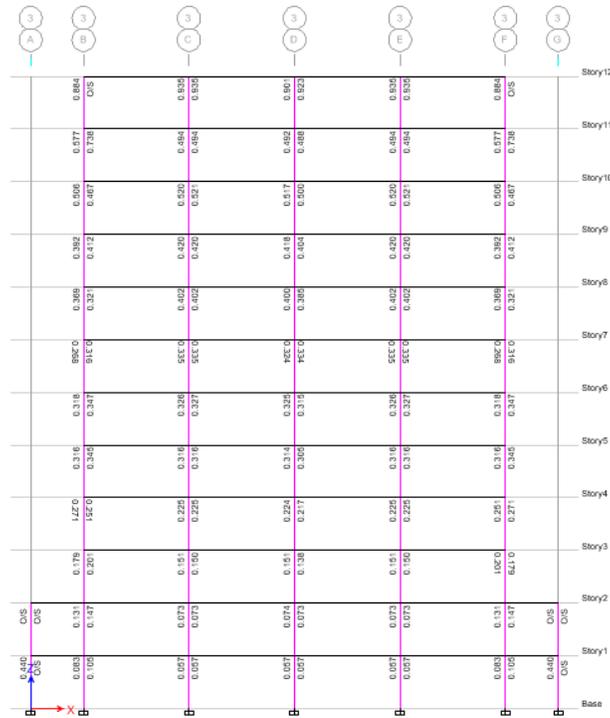


Figura 44. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

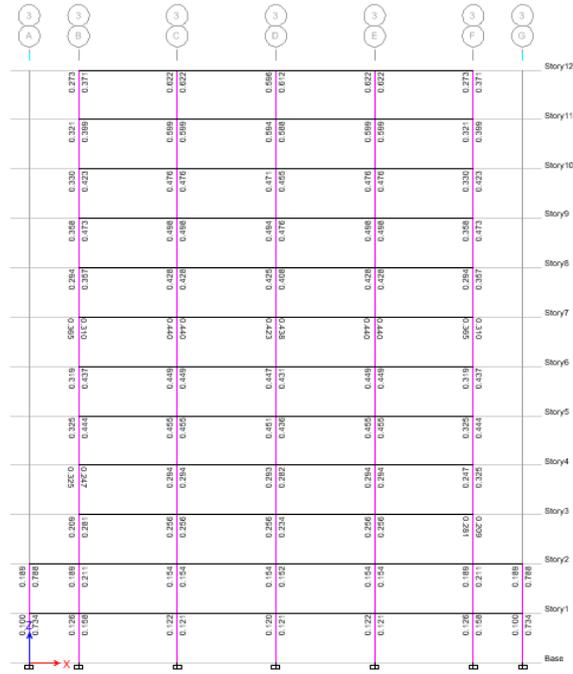


Figura 45. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

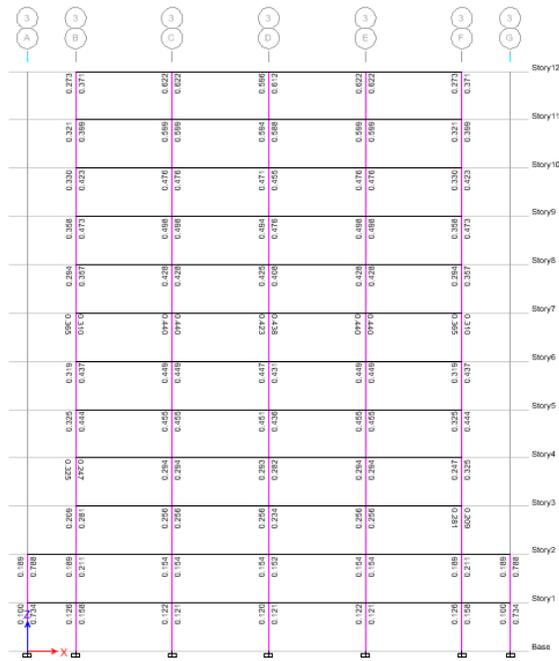


Figura 46. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	85X85	85X85	100X100	50X75	45X65
3,4	75X75	75X75	80X80	45X75	45X60
5,6	75X75	75X75	80X80	45X75	40X60
7,8	65X65	65X65	70X70	45X70	40X60
9,10	50X50	50X50	60X60	40X55	40X55
subsuelos					
1,2	85X85	85X85	100X100	45x65	

Tabla 19. Secciones definitivas edificio 10 pisos con sistemas aporticados

4.3. Edificios diseñados según NEC con un sistema aporticado

4.3.1. Edificio de 4 pisos NEC

Al igual que en CEC, para NEC también las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas) con el procedimiento ya indicado en CEC y para el pre-dimensionamiento se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos en CEC.

Cálculo de cargas Sísmicas

Para este cálculo, el cortante dinámico no debe ser menor que el correspondiente al 80 % del cortante estático. Para el modelo estático se utiliza un coeficiente de corte basal y para el modelo dinámico el programa analiza con el análisis modal espectral.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2011 es la siguiente:

$$V = \frac{I_s a}{R \rho P \rho E} W$$

Sa corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Para un edificio de 4 pisos, el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^\alpha$$

Ct	0.047
α	0.9
Hn	18
T	0.63364077

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 4 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 18 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, como se determinó anteriormente la estructura es simple para no distorsionar resultados

$$\phi P=1$$

Factor de irregularidad de elevación, como se determinó anteriormente la estructura es regular en elevación para no distorsionar resultados

$$\phi E=1$$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, para sistemas de pórticos especiales sismo-resistentes R=6

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a= 1.19$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 \cdot 1.19}{6} W$$

$$V=0.1984W$$

W (peso de la estructura) se puede obtener de las reacciones de la estructura que brinda el programa. Como los subsuelos están enterrados, el efecto del cortante basal solo se toma desde el primer piso para efectos de cálculo.

La norma NEC 2011 establece que “la carga sísmica W representa la carga reactiva por sismo y es igual a la carga muerta total de la estructura más un 25% de la carga viva de peso”.

Entonces se obtiene:

Peso de la estructura 2588.9533 Ton

Carga viva	0.25	460.7999	Ton
Coe. Sísmico		0.1984	
Cortante Basal		536.50401	Ton

Para NEC son cargas últimas y no se necesita coeficiente de mayoración de 1.4E (1.4 * carga sísmica)

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema aporticado según NEC que está dada por la figura 6.

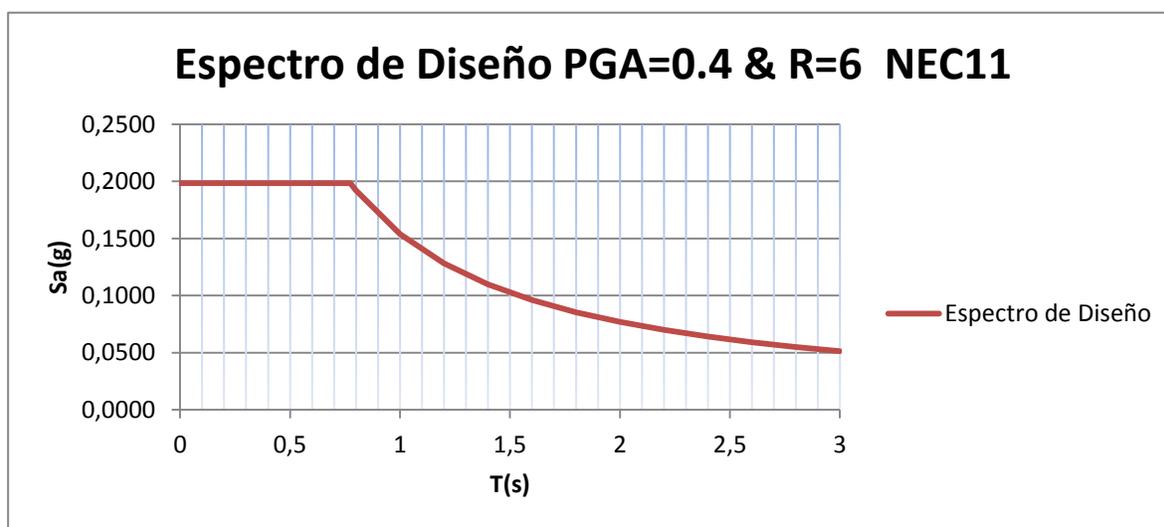


Figura 47. Espectro de Diseño según NEC para R=6, suelo tipo C

La norma NEC 2011 en 2.7.3 en dirección de aplicación de fuerzas sísmicas establece que “deben considerarse los efectos ortogonales, suponiendo la concurrencia simultanea del 100% de las fuerzas sísmicas en una dirección y 30% de las fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular”, que es un cambio substancial respecto al cálculo con CEC.

Cortante Basal estático

Cortante Basal	536.50401	Ton
Programa	519.5205	Ton
Corrección	1.0326907	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	2588.9533	Ton
SX1	429.203208	Ton
EspectroXNECR6	422.2196	Ton
SY1	128.760962	Ton
EspectroYNECR6	126.8487	Ton
Corrección X	1.0165402	
Corrección Y	1.01507514	

Y		
Peso de la estructura	2588.9533	Ton
SY1	429.203208	Ton
EspectroYNECR6	422.829	Ton
Sx1	128.760962	Ton
EspectroXNECR6	126.6661	Ton
Corrección Y	1.01507514	
Corrección X	1.01653846	

Comparación cortante Basal para la NEC11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

En la normativa NEC, la deriva máxima inelástica se calcula con $\Delta_m = 0.75R\Delta E$. Por otro lado, el límite máximo de estas derivas inelásticas se mantiene en el 2%. Esto equivale a decir que, para el caso de R igual a 6, el límite máximo de las derivas elásticas es de

$$\Delta E = 0.00444$$

Análisis de la estructura

1. Diseño por resistencia

Se debe tener en cuenta que las secciones transversales de los elementos estructurales deben cumplir con los límites mínimos y máximos de cuantías de acero de las normativas, y que también tengan un rango aceptable desde el punto de vista económico. En este sentido,

las columnas deben presentar cuantías de acero entre: $1.00\% \leq \rho \leq 2.00\%$ y las vigas $0.50\% \leq \rho \leq 1.00\%$. Si los valores exigidos por las cargas salen de estos rangos, se procede a cambiar de sección transversal.

2. Límites de deriva, descritos anteriormente.
3. Todas las conexiones viga columna deben cumplir con los requisitos exigidos por las normativas para garantizar que el nudo sea más fuerte que los elementos estructurales que llegan a él, y adicionalmente que las rótulas plásticas necesarias para disipar la energía sísmica inducida por terremotos severos deben ubicarse en las vigas y no en columnas. ACI 318 Cap. 21 describe todos los requisitos necesarios respecto a relaciones de capacidad a flexión entre vigas y columnas aceptables, así como requisitos que garantizan la resistencia a cortantes del nudo, todos los cuales serán aplicados en el diseño de los edificios.
4. Adicionalmente, los principios de diseño por capacidad en vigas y columnas serán aplicados, fundamentalmente los que tienen que ver con el diseño del refuerzo transversal a cortante que se obtiene al analizar las capacidades a flexión máximas de vigas y columnas con rótulas plásticas en sus extremos, y su verificación con las ecuaciones de demanda de refuerzo a cortante necesario para confinamiento de las secciones de hormigón armado donde podrían formarse rótulas plásticas.

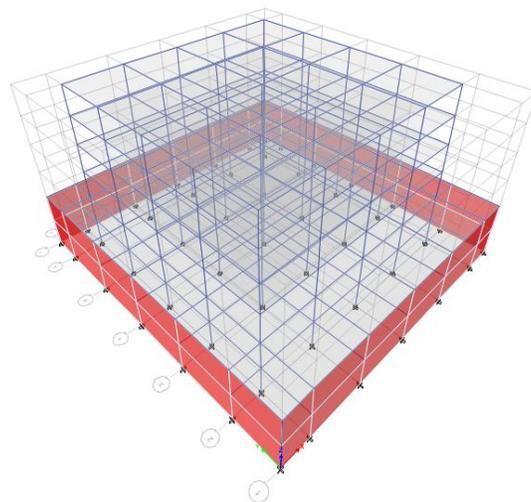


Figura 48. Edificio 3D

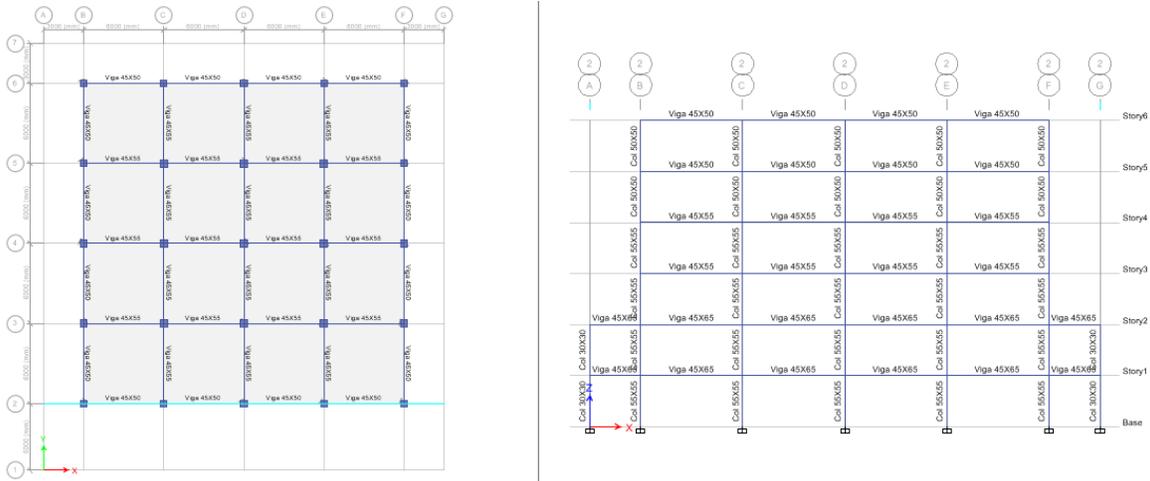


Figura 49. Secciones transversales

Distribución de fuerzas laterales

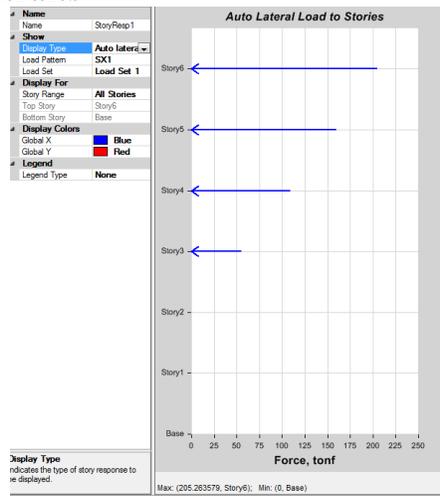


Figura 50. Distribución de fuerzas laterales.

Es una auto-distribución que realiza el programa a diferencia de CEC, la NEC no requiere la aplicación de la fuerza de látigo.

Diseño por Capacidad

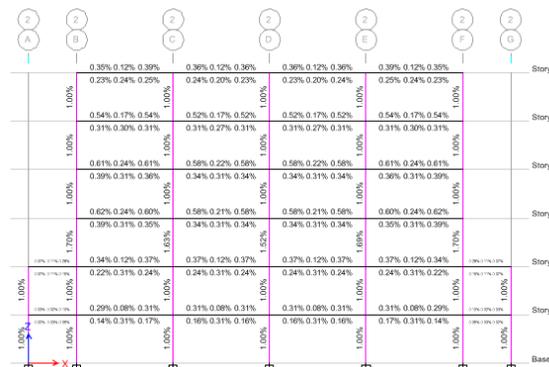


Figura 51. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

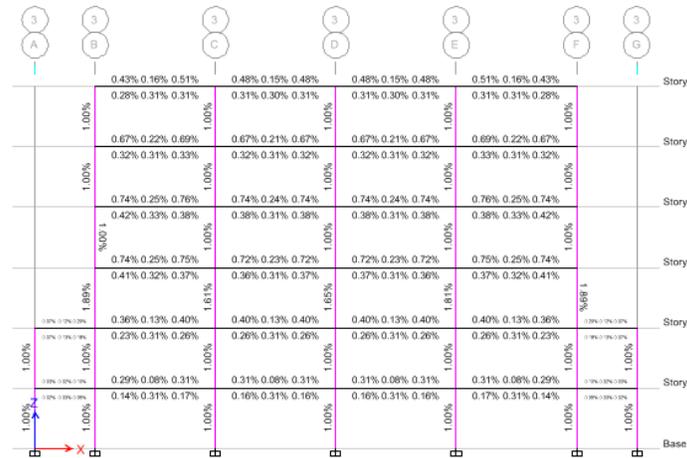


Figura 52. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

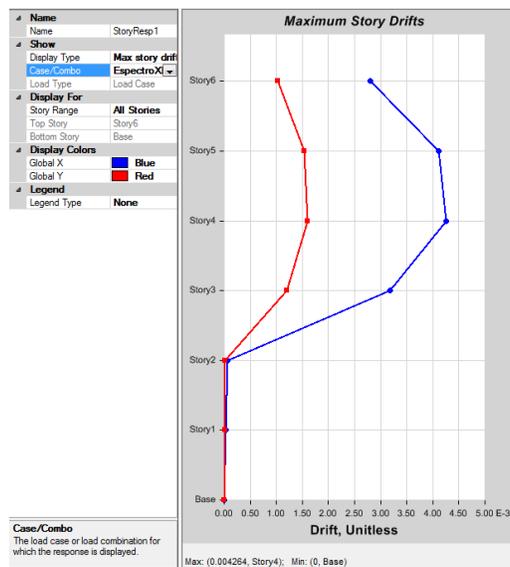


Figura 53. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.

Como se puede apreciar no excede 0.0044 por lo tanto cumple pero este resultado se obtuvo después de varias iteraciones de cambio de secciones tanto de columnas como de vigas para que cumpla límites de deriva aun cuando en su diseño por capacidad los elementos eran competentes. Por lo tanto es un diseño controlado por la deriva de pisos. Cabe mencionar que este valor de deriva corresponde a las fuerzas dinámicas que son el 80% de las fuerzas estáticas. Si estas fuerzas fueran al 100% como lo es en la CEC el valor de la deriva fuera de 0.005279 como se puede observar en la figura a continuación y si este fuerza el caso se

tendría que aumentar drásticamente las secciones de vigas (controlan mucho mejor deriva) y columna (para obtener columna fuerte-viga débil)

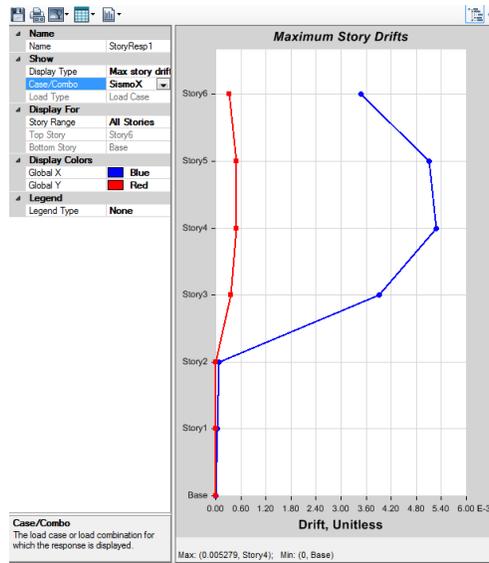


Figura 54. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 100% de las fuerzas estáticas.

La resistencia a flexión del nudo

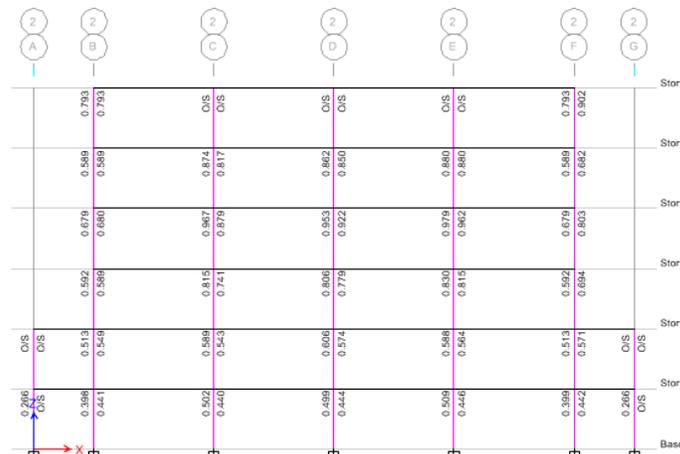


Figura 55. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

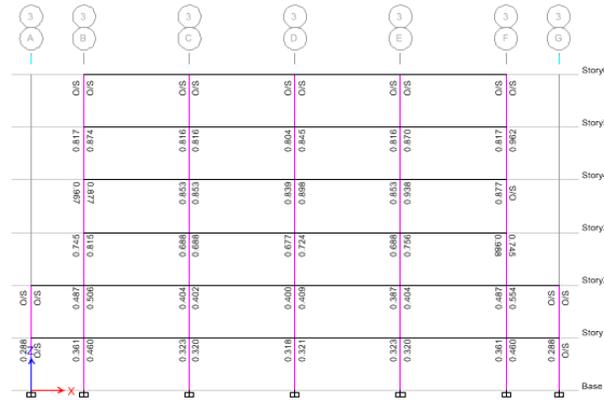


Figura 56. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil que se puede definir como la sumatoria del momento nominal de columna sobre la sumatorias de momento nominal de viga es igual a 1.2 según establece ACI 318 en su capítulo 21.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

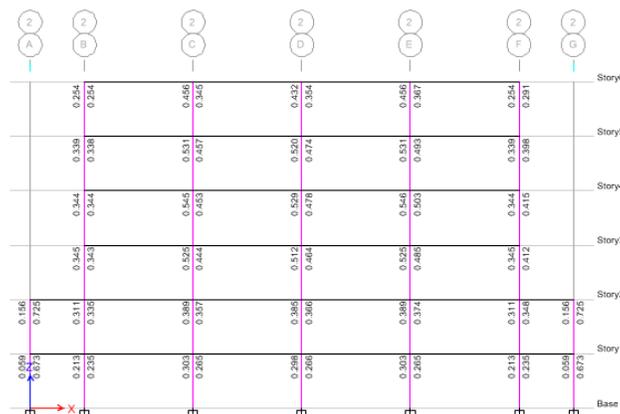


Figura 57. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

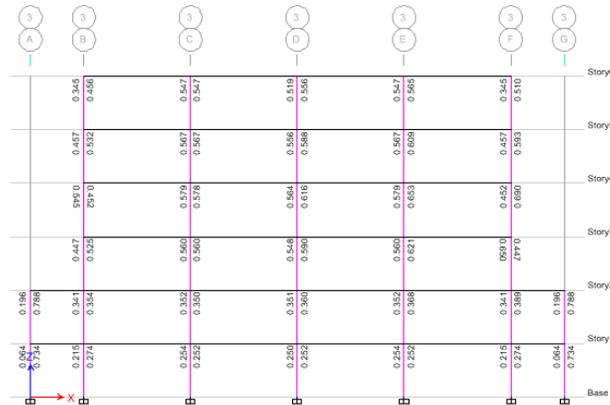


Figura 58. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

	Columnas			vigas	
pisos	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	55X55	55X55	60x60	45X60	45X55
3,4	50X50	50X50	55x55	45X55	45X50
subsuelos					
1,2	55X55	55X55	60x60	45x65	

Figura 59. Secciones definitivas edificio 4 pisos con sistemas aporticados

4.3.2. Edificio de 6 pisos NEC

Al igual que en CEC, para NEC también las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas) con el procedimiento ya indicado en CEC y el para el pre-dimensionamiento se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos en CEC.

Cálculo de cargas Sísmicas, se sigue los mismos procedimientos anteriormente realizados para el edificio de 4 plantas.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2011 es la siguiente:

$$V = \frac{I_s a}{R_0 P_0 E} W$$

Sa corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Para un edificio de 6 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^\alpha$$

Ct	0.047
α	0.9
Hn	24
T	0.82089569

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 6 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 24 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural $R=6$

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a= 1.12$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 \cdot 1.12}{6} W$$

$$V=0.1872W$$

W (peso de la estructura) + 25% de carga viva

Peso de la estructura		4051.0772	Ton
Carga viva	0.25	691.1999	Ton
Coe. Sísmico		0.1872069	
Cortante Basal		790.738931	Ton

Análisis dinámico

Como es una estructura aporticada se utiliza el mismo espectro de aceleraciones de la figura 10. Y se sigue el mismo procedimiento anterior.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal		790.738931	Ton
Programa		762.5593	Ton

Corrección 1.0369540

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	4051.0772	Ton
SX1	632.591145	Ton
EspectroXNECR6	625.1038	Ton
SY1	189.777343	Ton
EspectroYNECR6	187.7142	Ton
Corrección X	1.0119778	
Corrección Y	1.01099088	

Y		
Peso de la estructura	4051.0772	Ton
SY1	632.591145	Ton
EspectroYNECR6	625.7141	Ton
Sx1	189.777343	Ton
EspectroXNECR6	187.5311	Ton
Corrección Y	1.01099071	
Corrección X	1.01197798	

Comparación cortante Basal para la NEC11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

ΔE 0.00444

Análisis de la estructura

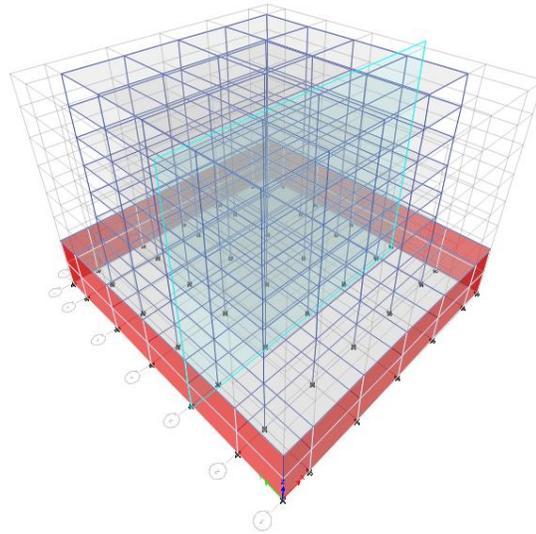


Figura 60. Edificio 3D

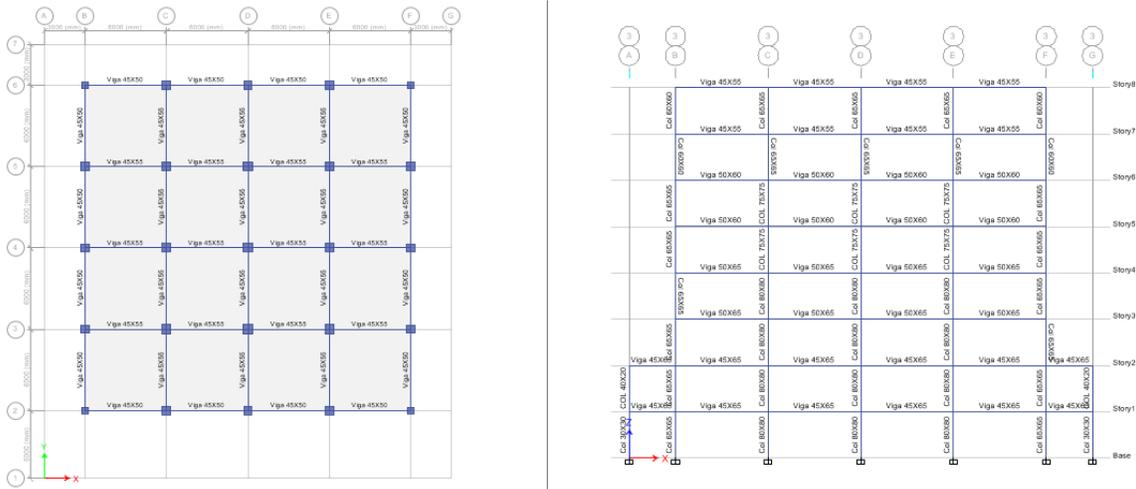


Figura 61. Secciones Transversales

Diseño por Capacidad

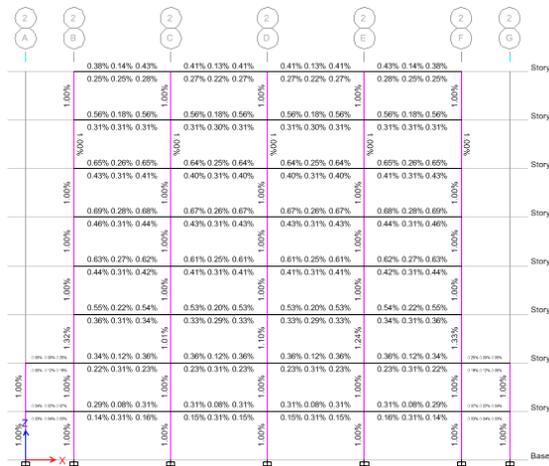


Figura 62. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.



Figura 63. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

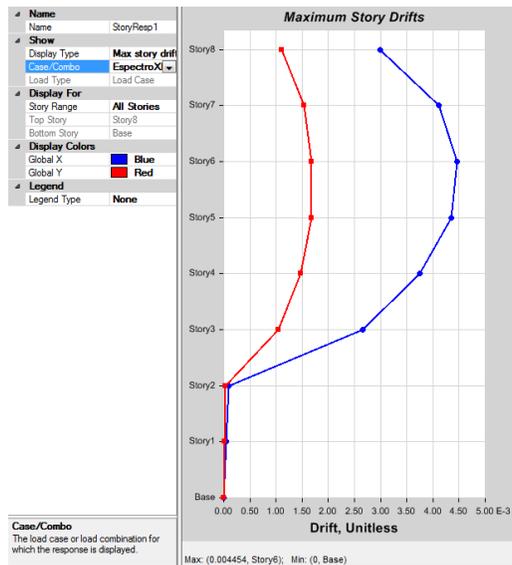


Figura 64. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.

Como se puede apreciar no excede 0.0044 y es un diseño controlado por la deriva de pisos. Cabe mencionar que este valor de deriva corresponde a las fuerzas dinámicas que son el 80% de las fuerzas estáticas.

La resistencia a flexión del nudo

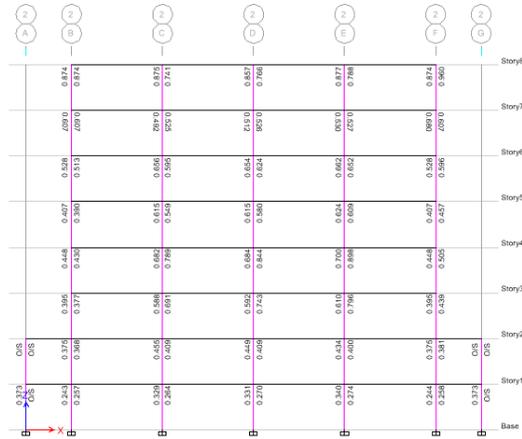


Figura 65. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

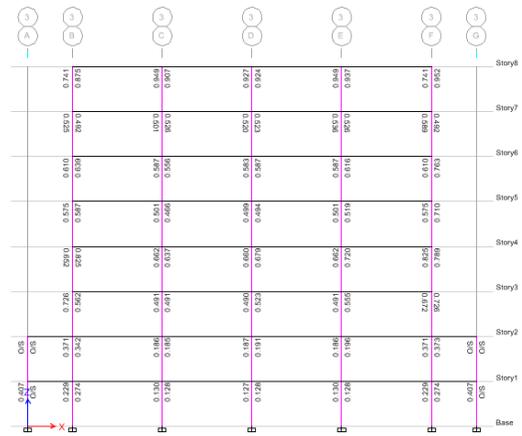


Figura 66. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

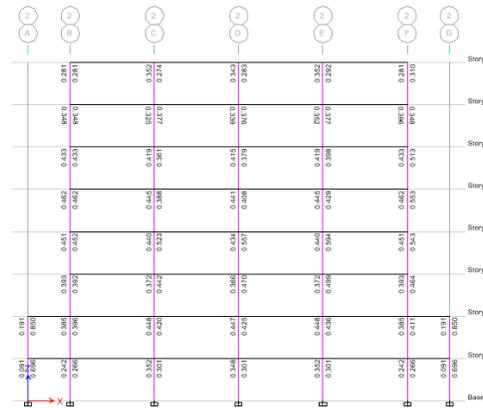


Figura 67. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

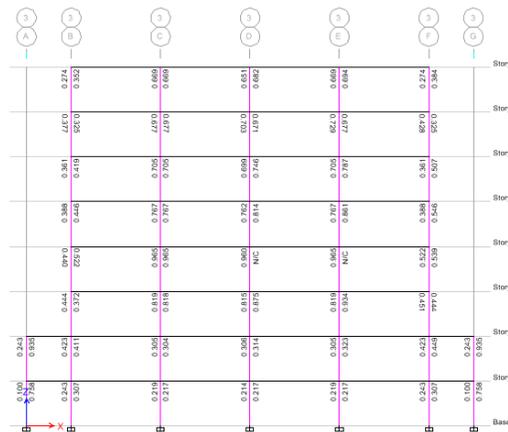


Figura 68. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	65x65	65x65	80x80	50x65	45X60
3,4	65x65	65x65	70x70	50x60	45x55
5,6	50x50	60x60	65x65	45x55	45x50
subsuelos					
1,2	65x65	65x65	80x80	45x65	

Tabla 20. Secciones definitivas edificio 6 pisos con sistemas aperticados

4.3.3. Edificio de 8 pisos NEC

Al igual que en CEC, para NEC también las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas) con el

procedimiento ya indicado en CEC y el para el pre-dimensionamiento se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos en CEC.

Cálculo de cargas Sísmicas, Se sigue los mismos procedimientos anteriormente realizados para el edificio de 4 plantas

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2011 es la siguiente:

$$V = \frac{ISa}{R\phi P\phi E}W$$

Sa corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Para un edificio de 8 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t(h_n)^\alpha$$

Ct	0.047
α	0.9
Hn	30
T	1.00347599

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 8 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 30 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural $R=6$

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a=0.92$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1*0.92}{6}W$$

$$V=0.1531W$$

W (peso de la estructura) + 25% de carga viva.

Peso de la estructura		5529.9968	Ton
Carga viva	0.25	921.5999	Ton
Coe. Sísmico		0.153145	

Cortante Basal 882.175977 Ton

Análisis dinámico

Como es una estructura aperticada se utiliza el mismo espectro de aceleraciones de la figura 10. Y se sigue el mismo procedimiento anterior.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal 882.175977 Ton
 Programa 849.2144 Ton
 Corrección 1.0388142

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	5529.9968	Ton
SX1	705.740782	Ton
EspectroXNECR6	823.3921	Ton
SY1	211.722235	Ton
EspectroYNECR6	247.0175	Ton
Corrección X	0.8571139	
Corrección Y	0.85711431	

Y		
Peso de la estructura	5529.9968	Ton
SY1	705.740782	Ton
EspectroYNECR6	823.3925	Ton
Sx1	211.722235	Ton
EspectroXNECR6	247.0176	Ton
Corrección Y	0.85711344	
Corrección X	0.85711397	

Comparación cortante Basal para la NEC11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

ΔE 0.00444

Análisis de la estructura

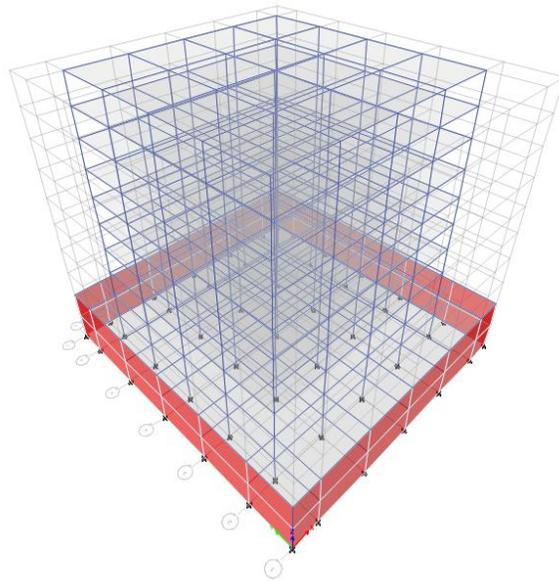


Figura 69. Edificio 3D

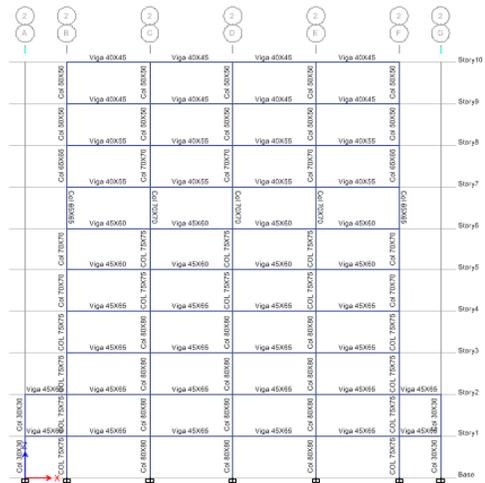
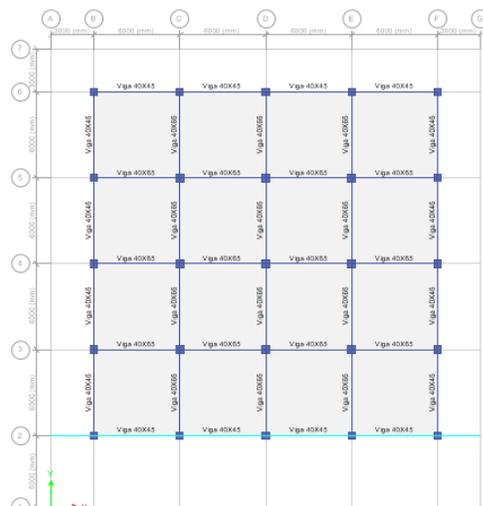


Figura 70. Secciones transversales

Diseño por Capacidad

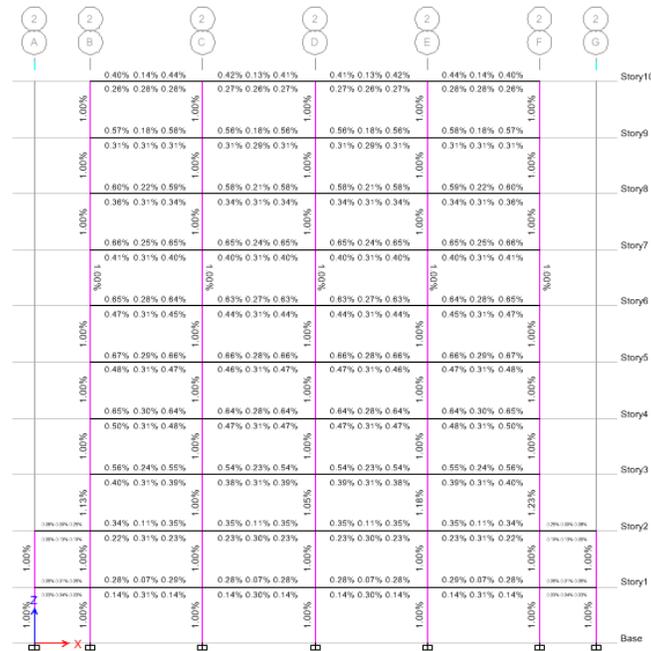
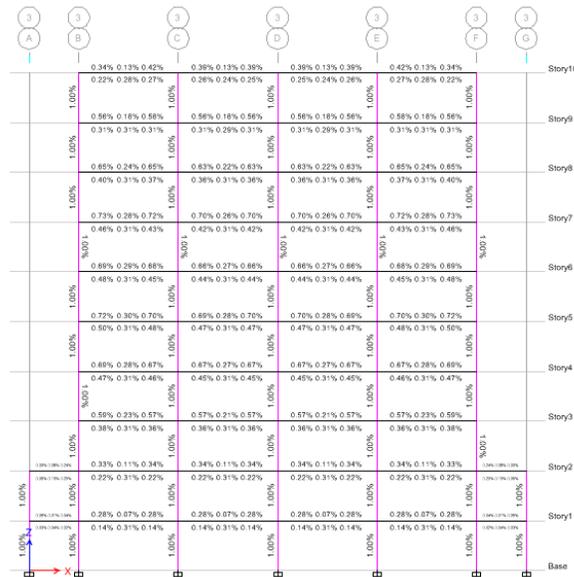


Figura 71. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.



Límites de deriva

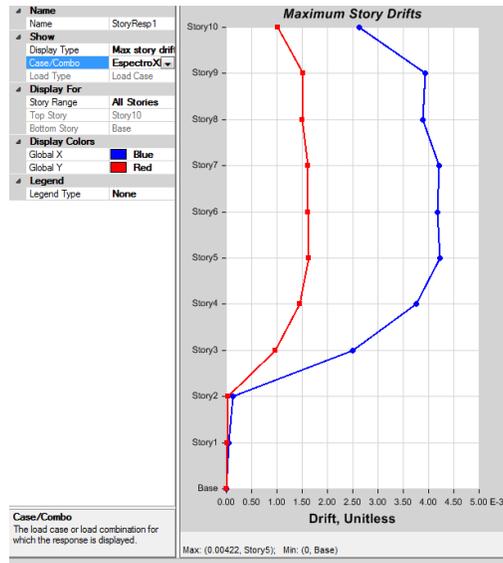


Figura 73. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas. Como se puede apreciar no excede 0.00422 y es un diseño controlado por la deriva de pisos. Cabe mencionar que este valor de deriva corresponde a las fuerzas dinámicas que son el 80% de las fuerzas estáticas.

La resistencia a flexión del nudo

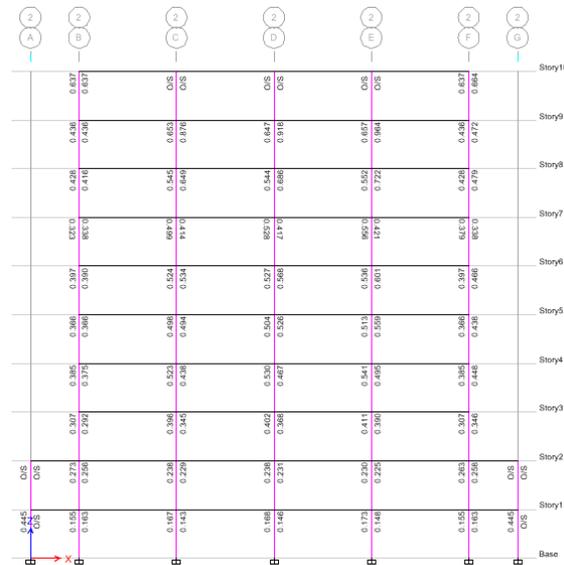


Figura 74. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

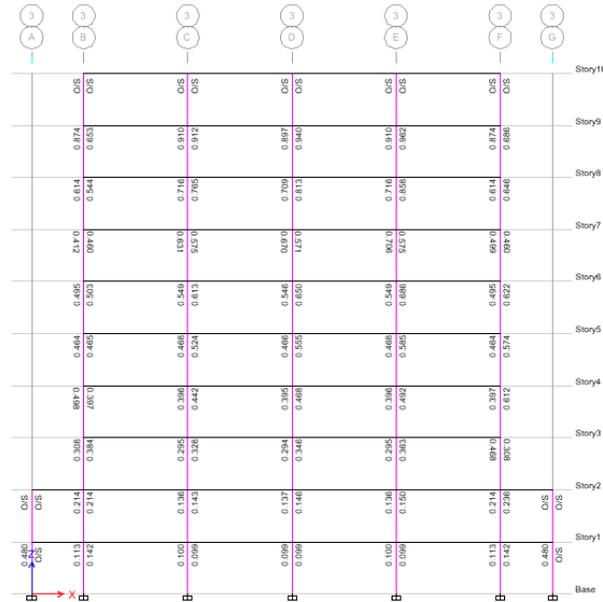


Figura 75. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

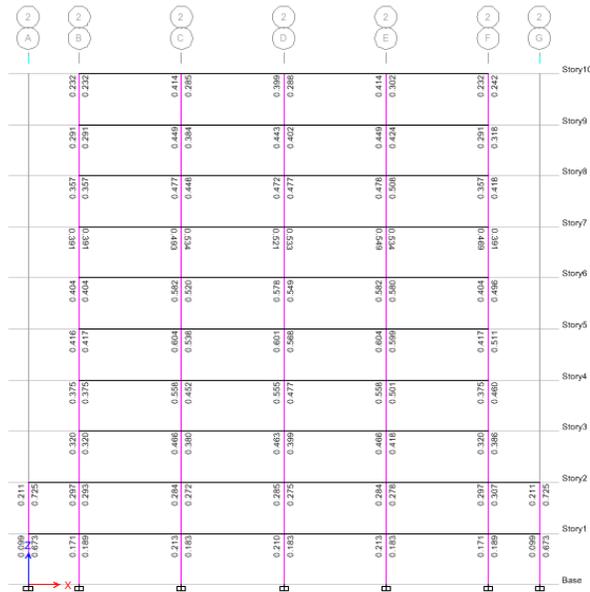


Figura 76. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

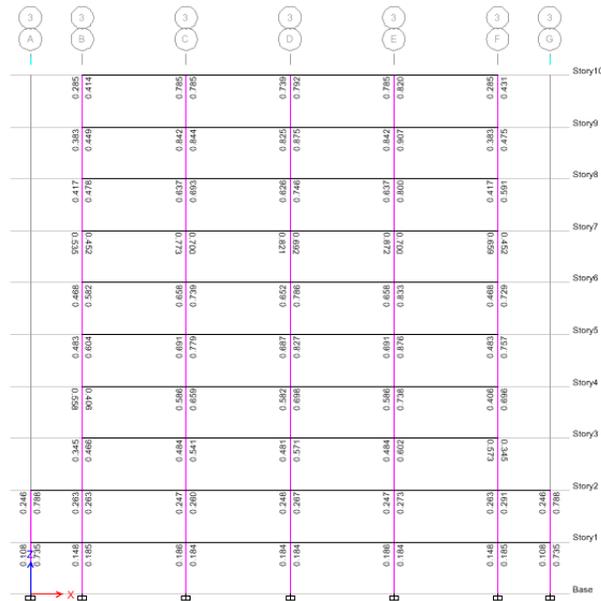


Figura 77. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	75x75	80X80	85X85	50X70	45X65
3,4	70X70	75X75	80X80	50X70	45X60
5,6	65X65	70X70	70X70	40X70	40X55
7,8	50X50	55X55	65x65	40X65	40X45
subsuelos					
1,2	75x75	80X80	85X85	45x65	

Tabla 21. Secciones definitivas edificio 8 pisos con sistemas aporricados

4.3.4. Edificio de 10 pisos NEC

Al igual que en CEC, para NEC también las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas) con el procedimiento ya indicado en CEC y para el pre-dimensionamiento se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos en CEC.

Cálculo de cargas Sísmicas, se sigue los mismos procedimientos anteriormente realizados para el edificio de 4 plantas

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2011 es la siguiente:

$$V = \frac{I S a}{R \phi P \phi E} W$$

Se corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Para un edificio de 10 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^\alpha$$

Ct	0.047
α	0.9
Hn	36
T	1.18241548

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 10 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 36 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural $R=6$

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a=0.78$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 * 0.78}{6} W$$

$$V=0.1300W$$

W (peso de la estructura) + 25% de carga viva.

Peso de la estructura		7093.092	Ton
Carga viva	0.25	1151.9999	Ton
Coe. Sísmico		0.12996898	
Cortante Basal		959.312988	Ton

Análisis dinámico

Como es una estructura aporricada se utiliza el mismo espectro de aceleraciones de la figura 10. Y se sigue el mismo procedimiento anterior.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico**Cortante Basal estático**

Cortante Basal	959.312988	Ton
Programa	922.0828	Ton
Corrección	1.0403762	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	7093.092	Ton
SX1	767.45039	Ton
EspectroXNECR6	762.5956	Ton
SY1	230.235117	Ton
EspectroYNECR6	228.8722	Ton
Corrección X	1.0063661	
Corrección Y	1.00595493	

Y		
Peso de la estructura	7093.092	Ton
SY1	767.45039	Ton
EspectroYNECR6	762.9073	Ton
Sx1	230.235117	Ton
EspectroXNECR6	228.7786	Ton
Corrección Y	1.00595497	
Corrección X	1.00636649	

Comparación cortante Basal para la NEC11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

ΔE	0.00444
------------	---------

Análisis de la estructura

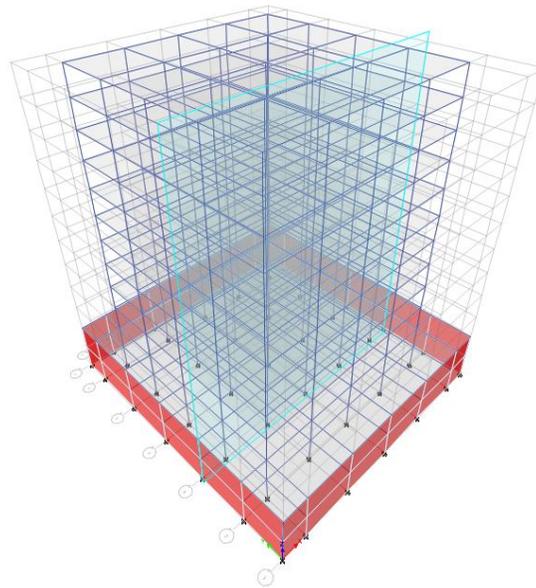


Figura 78. Edificio 3D

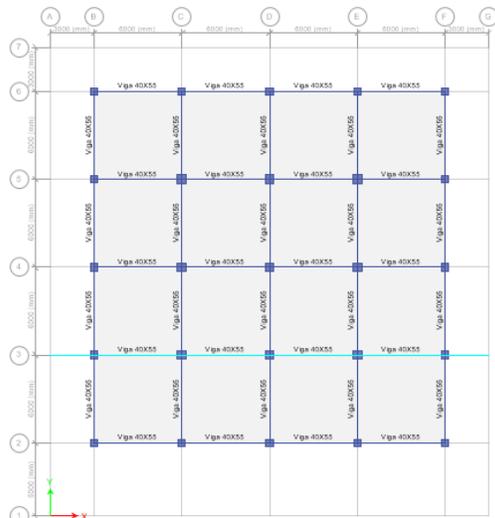


Figura 79. Secciones transversales

Diseño por Capacidad

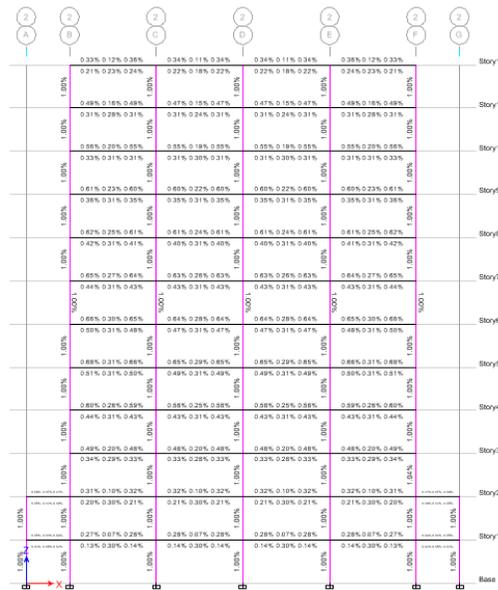


Figura 80. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

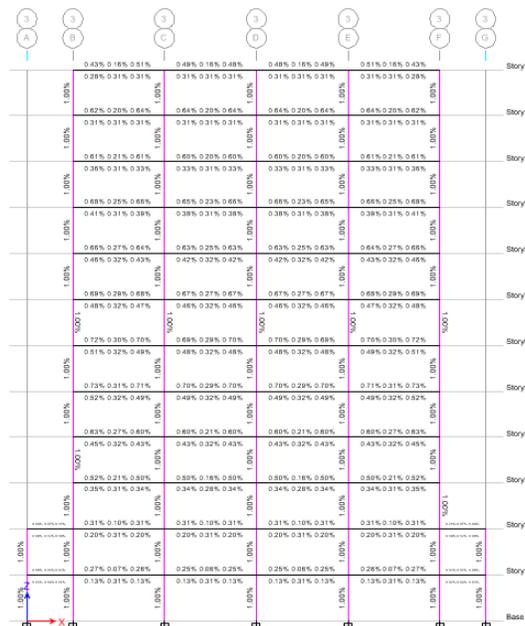


Figura 81. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

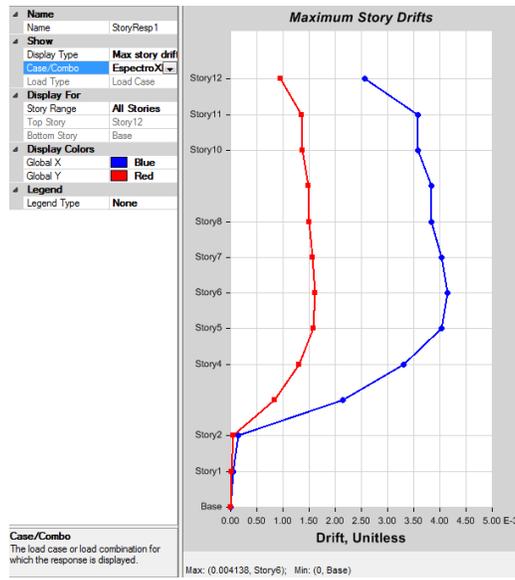


Figura 82. Límites de deriva con fuerzas dinámicas iguales al 80% de las fuerzas estáticas.

Como se puede apreciar no excede 0.0044 y es un diseño controlado por la deriva de pisos. Cabe mencionar que este valor de deriva corresponde a las fuerzas dinámicas que son el 80% de las fuerzas estáticas.

La resistencia a flexión del nudo



Figura 83. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

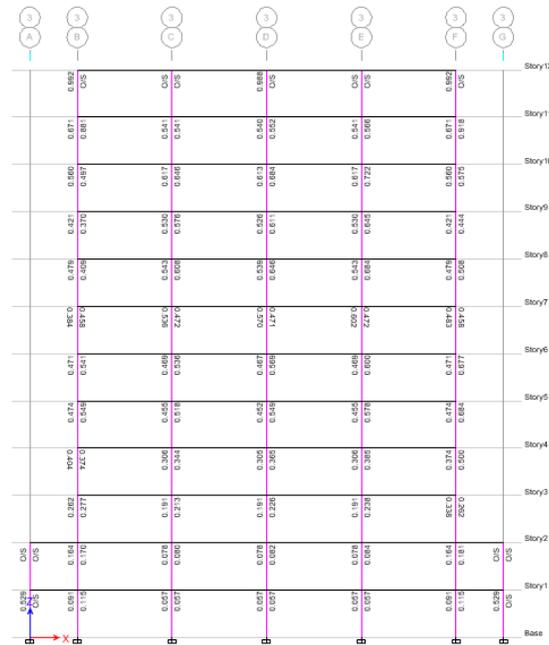


Figura 84. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{Mcn}{Mvn} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

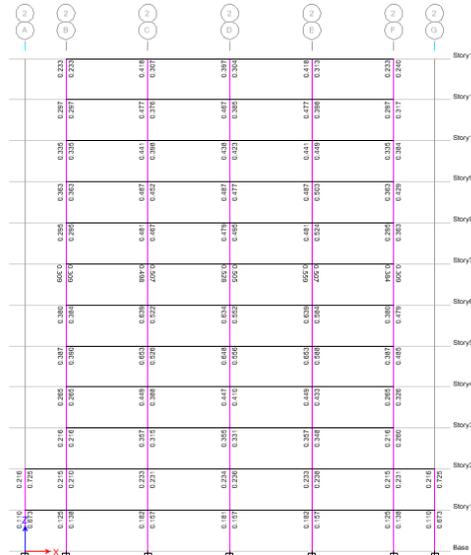


Figura 85. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

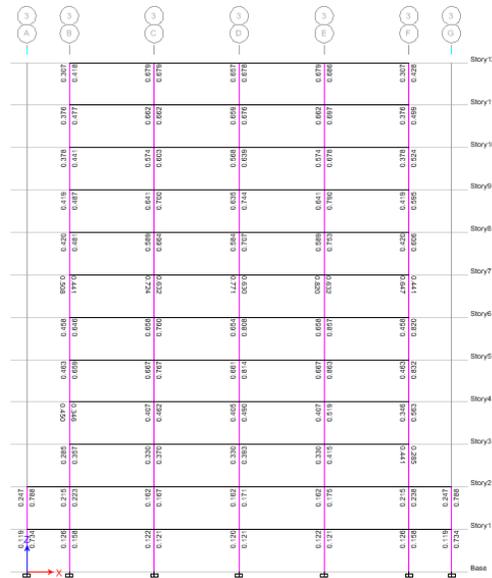


Figura 86. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	85X85	85X85	100X100	50X75	45X65
3,4	75X75	75X75	80X80	45X75	45X60
5,6	75X75	75X75	80X80	45X75	40X60
7,8	65X65	65X65	70X70	45X70	40X60
9,10	50X50	50X50	60X60	40X55	40X55
subsuelos					
1,2	85X85	85X85	100X100	45x65	

Tabla 22. Secciones definitivas edificio 10 pisos con sistemas aporticados

4.4. Edificios diseñados según CEC con muros estructurales

Pre-diseño de los muros

En el ACI 318-11 en el capítulo 14 sección 14.5.3.1 estipula que el “espesor de muros de carga no debe ser menor del 1/25 de la altura o longitud del muro” y en 14.5.3.2” el espesor de los muros exteriores de sótanos y cimentaciones no debe ser menor que 190 mm”

Por lo tanto:

L muro	6	
H muro	12	
T muro	0.24	m

El espeso mínimo será de 25 cm debido a su longitud que es de 6 metros. Por la longitud se debería verificar la necesidad o no de cabezales.

Según (Macgregor & Wight, 2009) se puede deducir de la siguiente forma:

$$T = Asfy$$

Siendo

As Área del acero de refuerzo

Fy Fluencia del acero

$$C = 0.85f'cba$$

F'c resistencia a la compresión del concreto

B ancho del cabezal

$$a = \frac{T + Nu}{0.85f'cb}$$

Nu Cargas verticales

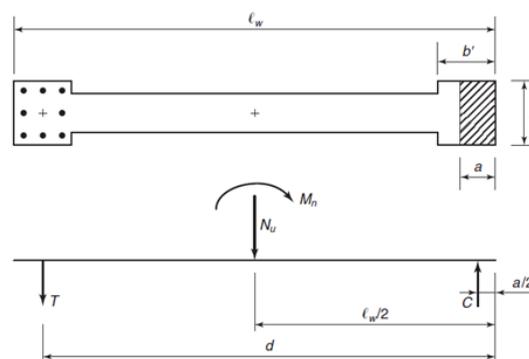


Figura 87. Figura muros, Macgregor & Whight (2013)

Momento nominal que soporta el muro.

$$M_n = T \left(d - \frac{a}{2} \right) + Nu \frac{L_w - a}{2}$$

Según Guerra (2013)

Los cabezales deben ser mayores que

- $C - 0.1L_w$
- $\text{Ó } C/2$

4.4.1. Edificio de 4 pisos CEC muros estructurales

Pre dimensionamiento de muros en un edificio de 4 pisos

$$T = 36 \text{ cm}^2 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 151200 \text{ kg}$$

$$a = \frac{151200 \text{ kg} + 145442.304 \text{ kg}}{0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30\text{cm}} = 55.4$$

$$C = 0.85 * \frac{210\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 * 55.4 = 65.18$$

$$c-0.1L_w = 0.05\text{m}$$

$$c/2 = 32.5 \text{ cm}$$

Entonces los cabezales escogidos son de 40 cm.

Verificación en el programa ETABS

Esto se puede comprobar en el programa con las fuerzas axiales en los muros

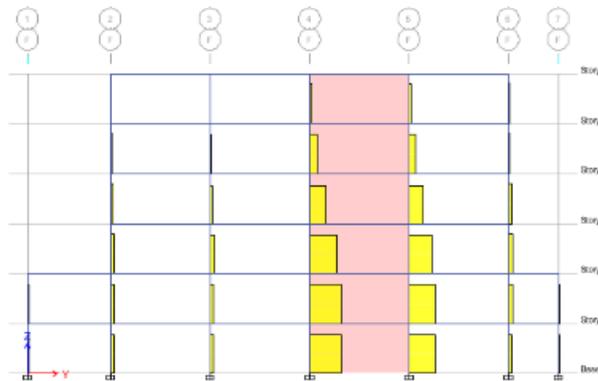


Figura 88. Fuerzas Axiales

Como se aprecia existe gran concentración de esas fuerzas en el muro y para solucionar este problema se lo construye con cabezales.

Para el pre-dimensionamiento siguen los mismos criterios utilizados para sistemas aporticados para todos los edificios.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas) con el procedimiento ya indicado. Adicionalmente se procede a definir los muros de la siguiente forma “los valores de inercia agrietada tomaran el valor de $0.6 I_g$ y se aplicaran dos primeros pisos y en el primer subsuelo” (NEC, 2011).

Cálculo de cargas Sísmicas

Para este cálculo, el modelo dinámico que corresponde al 100 % del modelo estático. Para el modelo estático se utiliza un coeficiente de corte basal y para el modelo dinámico el programa analiza con el análisis modal espectral.

Definición del muro en ETABS

Se lo define como un Pier para que el programa lo pueda calcular y se pueda definir la cantidad de acero que necesita. En la sección que se muestra a continuación se lo ha definido con cabezales.

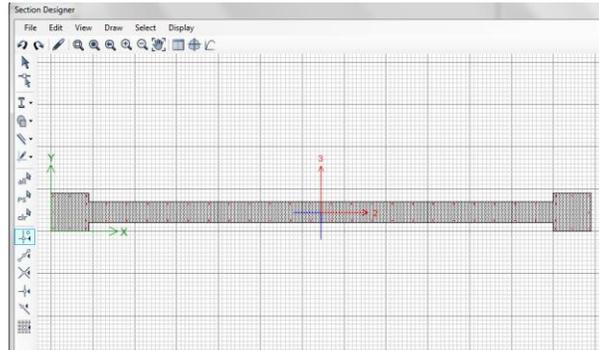


Figura 89. Secciones Piers

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 4 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.06
Hn	18
T	0.52433111

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 4 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 18 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito

$$Z=0.4$$

Factor de irregularidad de planta, como se determinó anteriormente la estructura es simple para no distorsionar resultados

$$\phi P=1$$

Factor de irregularidad de elevación, como se determinó anteriormente la estructura es regular en elevación para no distorsionar resultados

$$\phi E=1$$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, para sistemas de pórticos especiales sismo-resistentes R=12

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.52433} = 2.967$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.967}{12} W$$

$$V=0.0989W$$

W (peso de la estructura) se puede obtener de las reacciones de la estructura que brinda el programa. Como los subsuelos están en la tierra el efecto del cortante basal solo se toma desde el primer piso para efectos de cálculo.

Entonces se obtiene:

Peso de la estructura	2277.0852	Ton
Coe. Sísmico	0.09890	
Cortante Basal	225.205973	Ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V=315.288 \text{ Ton}$$

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros de cortante según CEC que está dada por la figura 4.

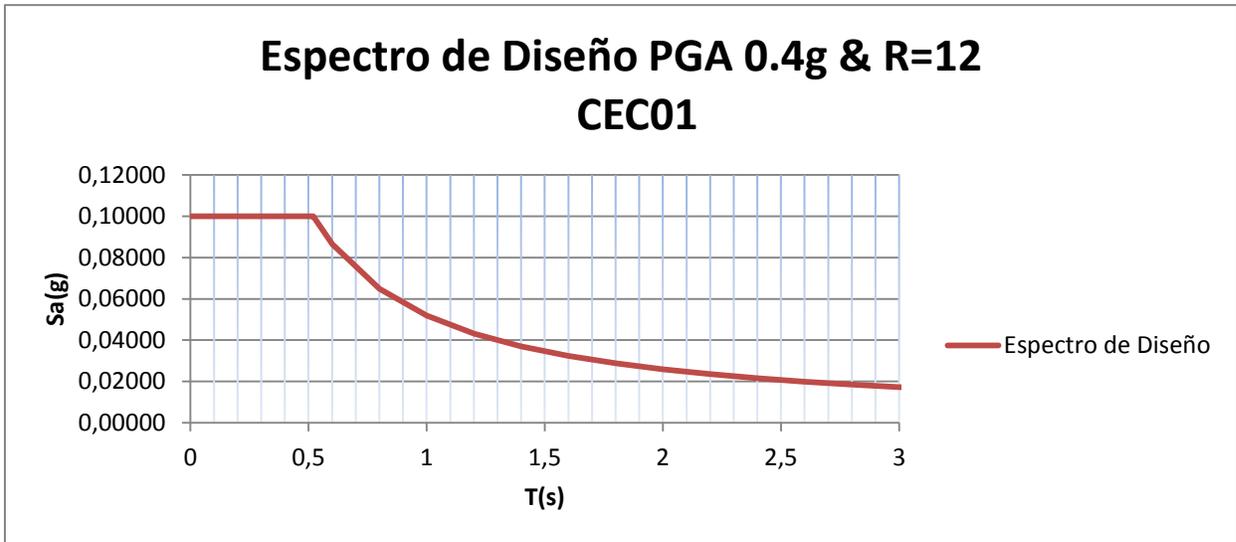


Figura 90. Espectro de diseños según CEC R=12, para suelo tipo S2

Posterior a ingresar el espectro de aceleraciones correspondiente para el modelo se define los casos de carga como espectros de respuesta como se los definió anteriormente para sistemas aporticados.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Antes de proceder a calcular límites de deriva y diseño por capacidad se tiene que corregir los cortantes basales, ya que el cortante Basal estático no es tan preciso como se desearía: Para realizar el cálculo del mismo no toma el peso real de la estructura que ya se determinó que se obtiene de las reacciones del piso 1. Del mismo modo el cortante Basal dinámico no se encuentra en una relación de 1 a 1 con el estático. Este procedimiento se realiza tanto para X como para Y.

Cortante Basal estático

Cortante Basal	315.288362	Ton
Programa	314.128	Ton
Corrección	1.0036939	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X	
Peso de la estructura	2277.0852 Ton
SX1	315.288362 Ton
EspectroXCECR10	143.4838 Ton
Corrección	2.1973795

Y	
Peso de la estructura	2277.0852 Ton
SY1	315.288362 Ton
EspectroYCECR10	142.5339 Ton
Corrección	2.21202368

Límites de deriva

El límite máximo de estas derivas inelásticas se mantiene en el 2%. Esto equivale a decir que, para el caso de R igual a 12, el límite máximo de las derivas elásticas es de

$$\Delta E = 0.00167$$

Para comprobar estos límites de derivas, no se necesita mayorar la carga sísmica. No obstante, para fines comparativos con NEC, si se utiliza las cargas sísmicas CEC mayoradas, el límite máximo de las derivas elásticas resulta ser:

$$1.4 * \Delta E = 0.00233$$

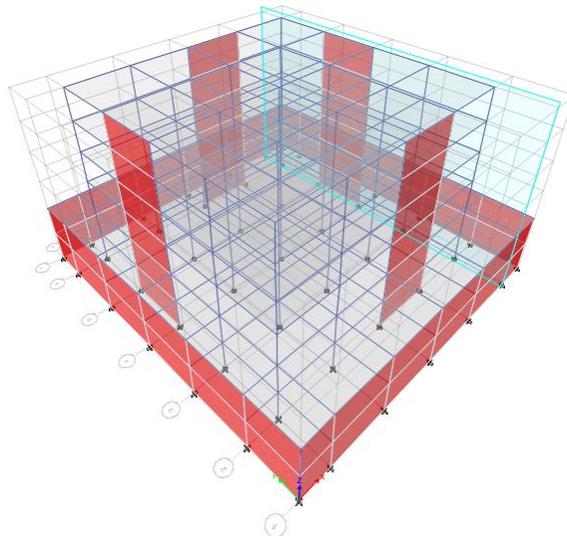
Análisis de la estructura

Figura 91. Edificio 3D

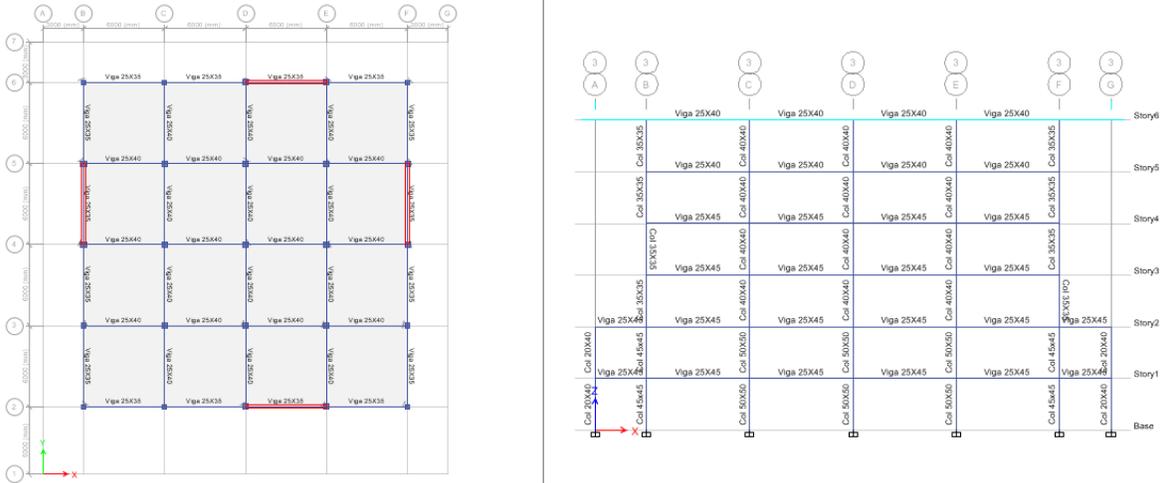


Figura 92. Secciones transversales

Distribución de fuerzas laterales

Es una auto-distribución que realiza el programa y aquí se obvia la aplicación de la fuerza de látigo que requiere la norma CEC por efectos prácticos y porque la deriva de piso se mide con análisis dinámico.

Diseño por Capacidad

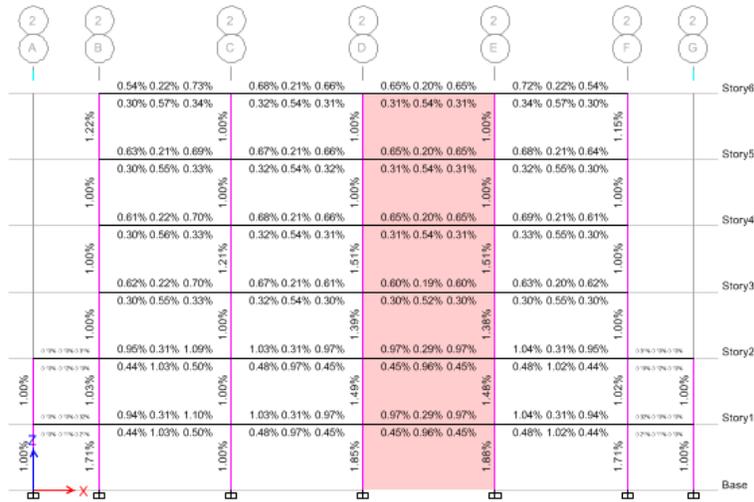


Figura 93. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

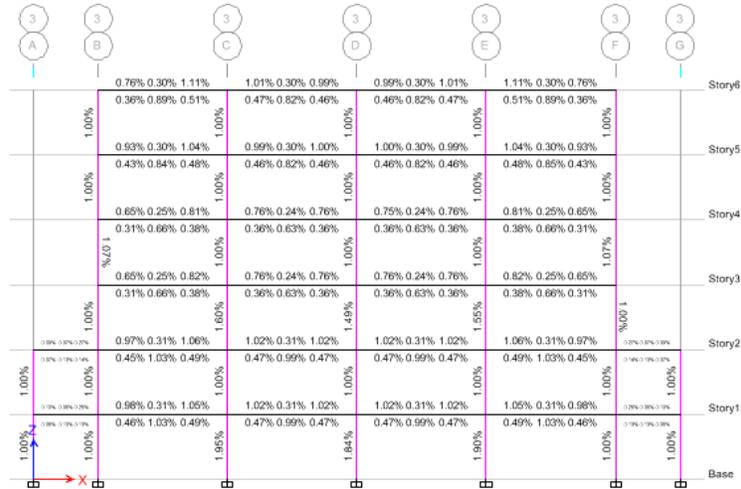


Figura 94. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

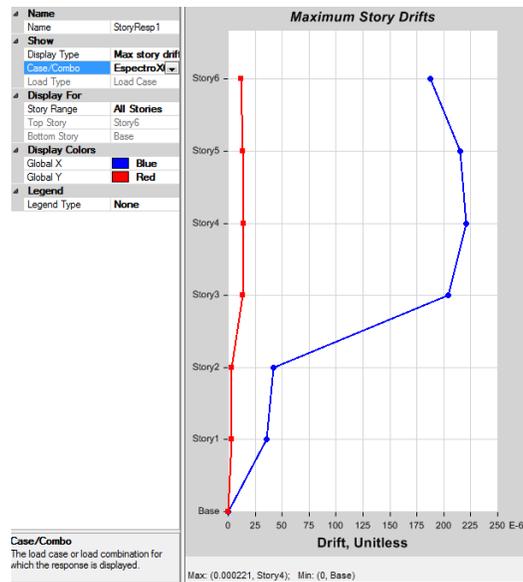


Figura 95. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00233 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

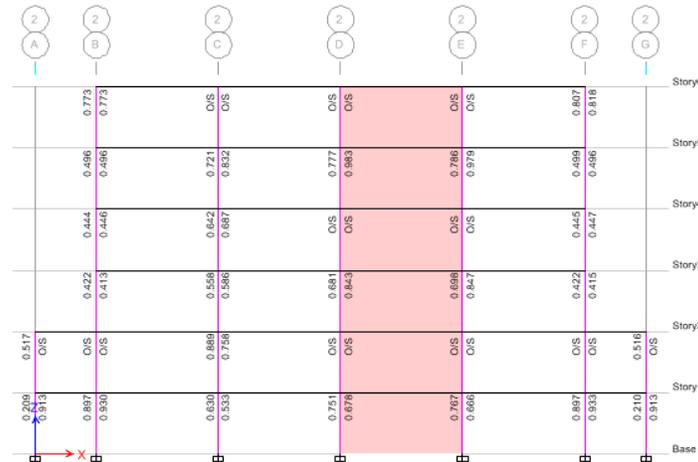


Figura 96. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

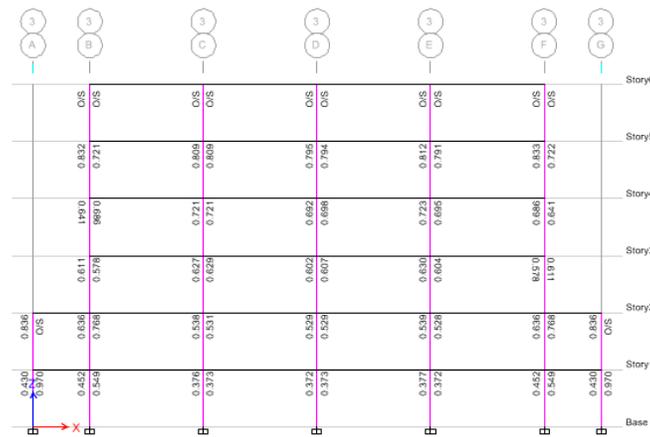


Figura 97. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil que se puede definir como la sumatoria del momento nominal de columna sobre la sumatorias de momento nominal de viga es igual a 1.2. Según se establece en ACI 318-11 en su capítulo 21.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

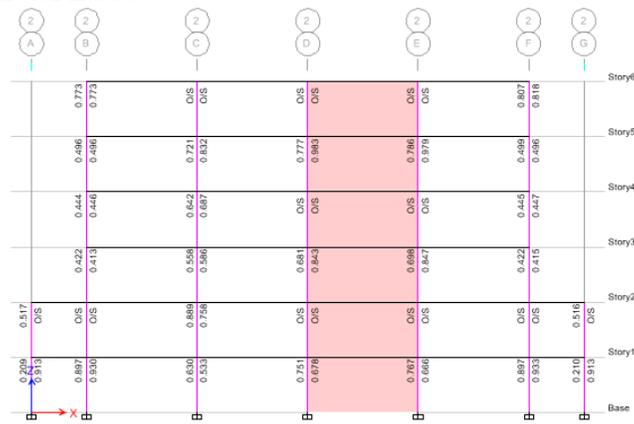


Figura 98. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

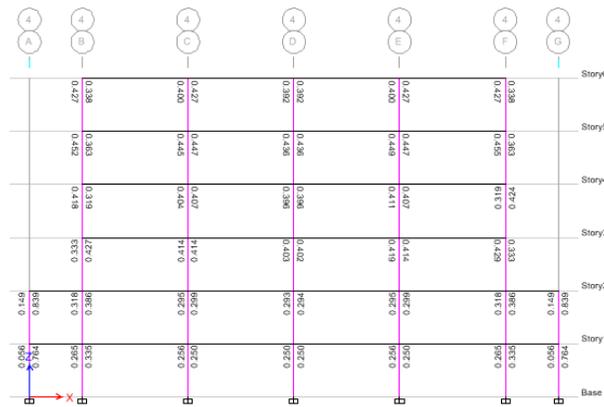


Figura 99. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	35X35	40X40	40X40	25X45	25X35
3,4	35X35	35X35	40X40	25X40	25X35
subsuelos					
1,2	35X35	45X45	50X50	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4,5,6	40X40

Tabla 23. Secciones definitivas edificio 4 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.4.2. Edificio de 6 pisos CEC con muros estructurales

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 6 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas y las columnas aumentan un poco con relación al anterior.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes ($0.5 I_g$ para vigas y $0.8 I_g$ para columnas) y muros en los 2 primeros pisos y primer subsuelo $0.6 I_g$.

Cálculo de cargas Sísmicas se realiza igual al edificio de 4 pisos con un sistema con muros estructurales CEC.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 6 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.06
Hn	24
T	0.65059344

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 6 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 24 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito

$$Z=0.4$$

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, $R=12$

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.65059} = 2.3912$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.3912}{12} W$$

$$V = 0.07971W$$

W (peso de la estructura)

Peso de la estructura	3423.63	Ton
Coe. Sísmico	0.07971	
Cortante Basal	272.887344	Ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V = 382.0422 \text{ Ton}$$

Esto se puede definir en el programa de la siguiente manera

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros y es el mismo que se utilizó para el edificio de 4 pisos diseñado con la norma CEC.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	382.042282	Ton
Programa	382.04222	Ton
Corrección	1.0000002	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X	
Peso de la estructura	3423.63
SX1	382.042282
EspectroXCECR10	272.8874
Corrección	1.3999997

Y	
Peso de la estructura	3423.63

Ton

SY1	382.042282	Ton
EspectroYCECR10	272.8874	Ton
Corrección	1.39999972	

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$1.4 \cdot \Delta E = 0.00233$$

Análisis de la estructura

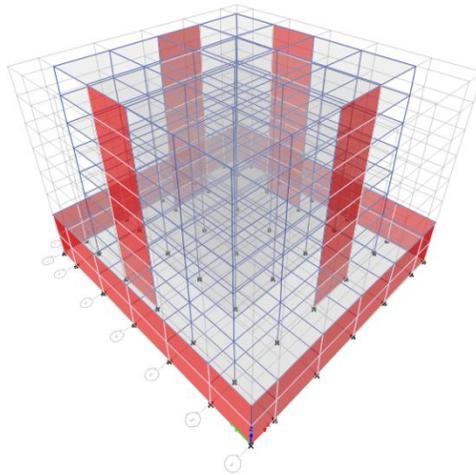


Figura 100. Edificio 3D



Figura 101. Secciones transversales

Diseño por Capacidad



Figura 102. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

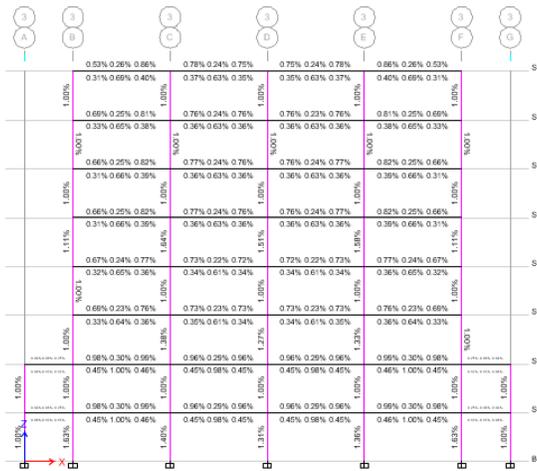


Figura 103. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

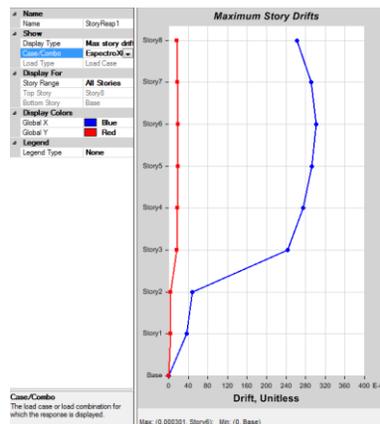


Figura 104. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00233 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

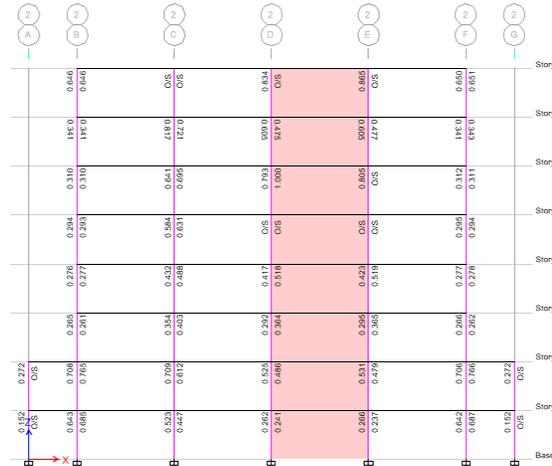


Figura 105. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

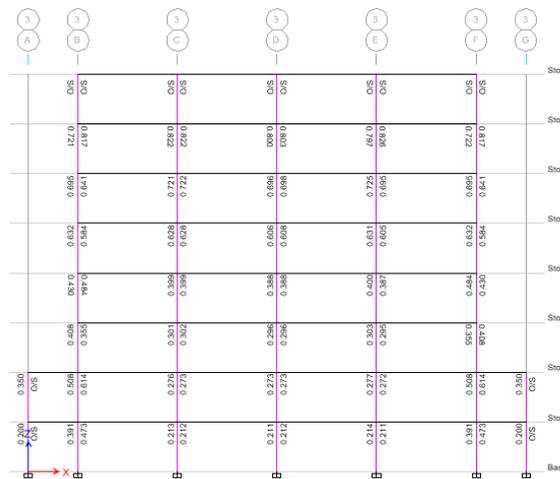


Figura 106. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Cortante horizontal del nudo

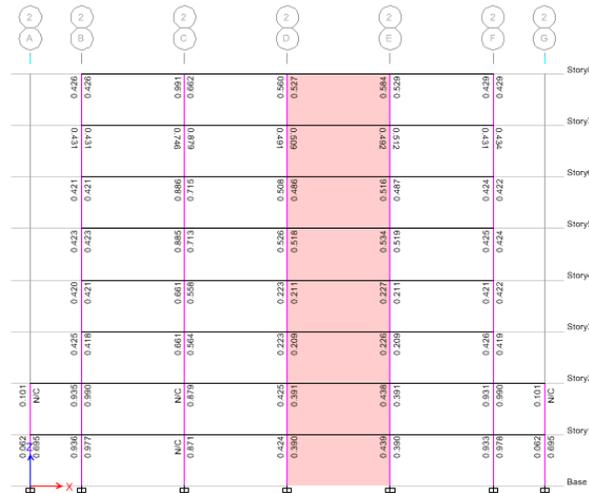


Figura 107. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

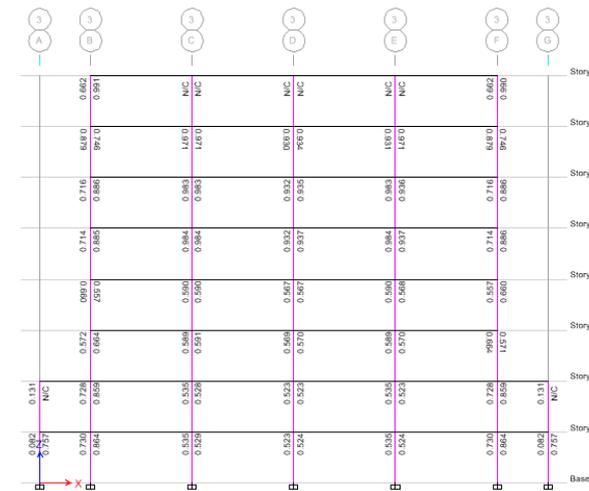


Figura 108. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	40X40	40X40	50X50	25X45	25X35
3,4	40X40	35X35	40X40	25X45	25X35
5,6	40X40	35X35	40X40	25X45	25X35
subsuelos					
1,2	40X40	45X45	60X60	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4	45X45
5,6,7,8	70X70

Tabla 24. Secciones definitivas edificio 6 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.4.3. Edificio de 8 pisos CEC con muros estructurales

Edificio de 8 pisos CEC

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 8 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas y las columnas aumentan un poco con relación al anterior.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas y 0.8 I_g para columnas) y muros en los 2 primeros pisos y primer subsuelo 0.6 I_g .

Cálculo de cargas Sísmicas se realiza igual al edificio de 4 pisos con un sistema con muros estructurales.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E}W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 4 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t(h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.06
Hn	30
T	0.76911661

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 8 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 30 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito

$$Z=0.4$$

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, R=12

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.76911} = 2.0227$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 2.0227}{12} W$$

$$V = 0.06742W$$

W (peso de la estructura) se puede obtener de las reacciones de la estructura que brinda el programa. Como los subsuelos están en la tierra el efecto del cortante basal solo se toma desde el primer piso para efectos de cálculo.

Entonces se obtiene:

Peso de la estructura	4608.7392	Ton
Coe. Sísmico	0.06742	
Cortante Basal	310.739309	Ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V = 435.035 \text{ Ton}$$

Esto se puede definir en el programa de la siguiente manera

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros y es el mismo que se utilizó para el edificio de 4 pisos diseñado con la norma CEC.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	435.035032	Ton
Programa	427.62048	Ton
Corrección	1.0173391	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X	
Peso de la estructura	4608.7392 Ton
SX1	435.035032 Ton
EspectroXCECR10	352.1794 Ton
Corrección	1.2352654

Y	
Peso de la estructura	4608.7392 Ton
SY1	435.035032 Ton
EspectroYCECR10	351.6721 Ton
Corrección	1.23704733

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$1.4 * \Delta E = 0.00233$$

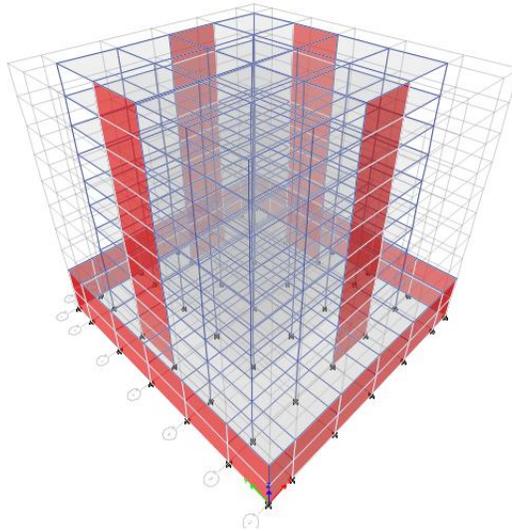
Análisis de la estructura

Figura 109. Edificio 3D

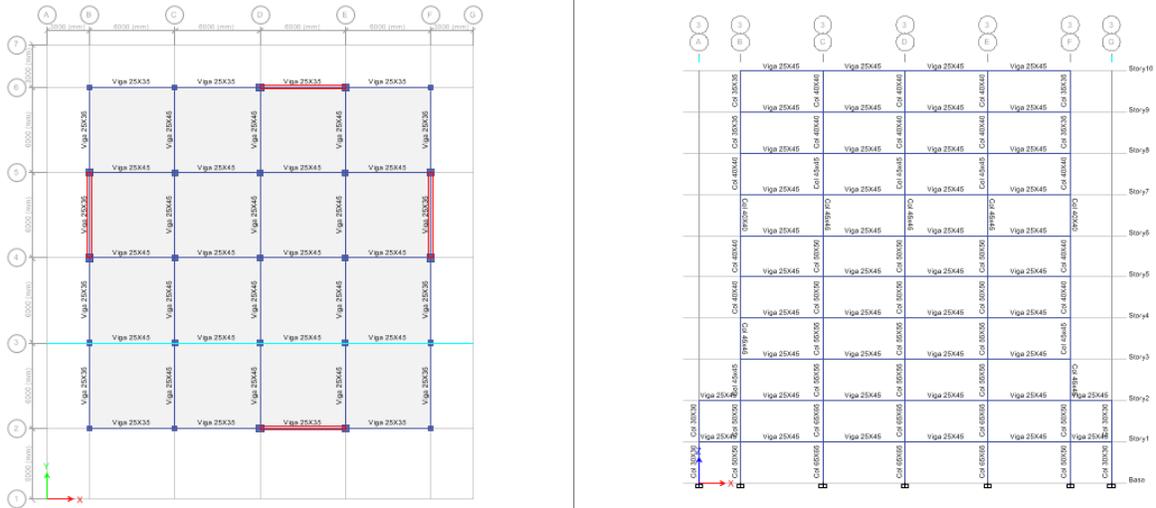


Figura 110. Secciones transversales

Diseño por Capacidad

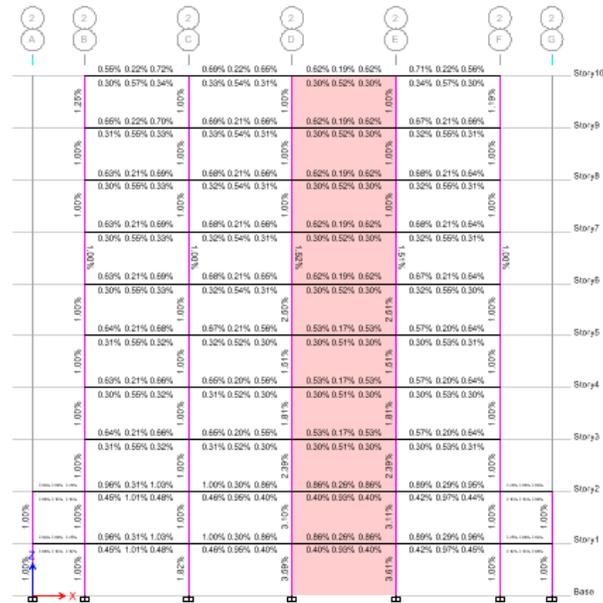


Figura 111. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

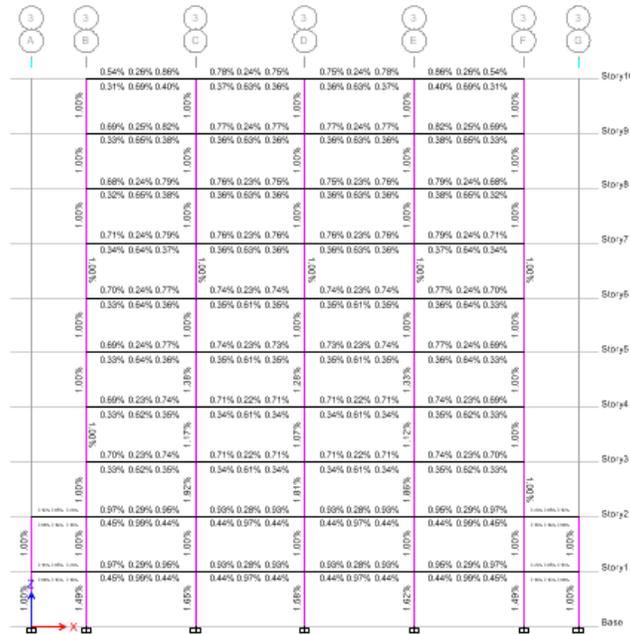


Figura 112. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

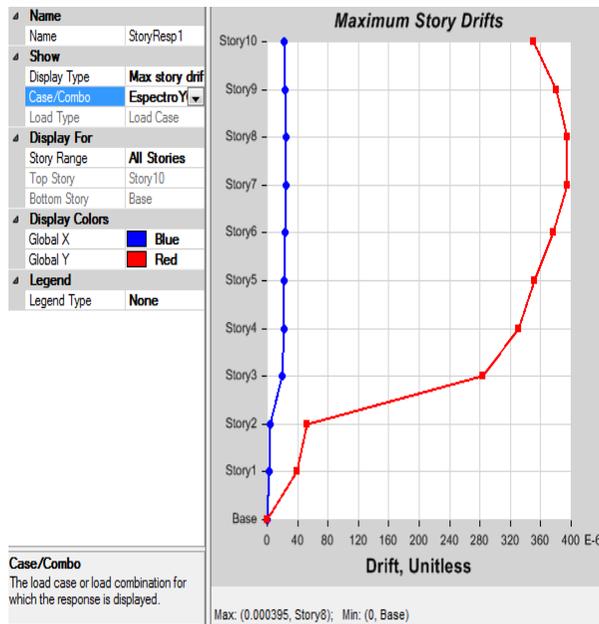


Figura 113. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00233 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

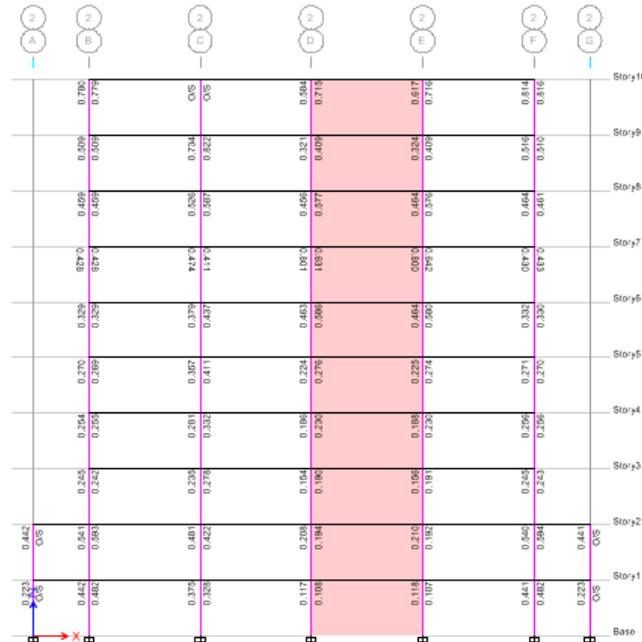


Figura 114. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

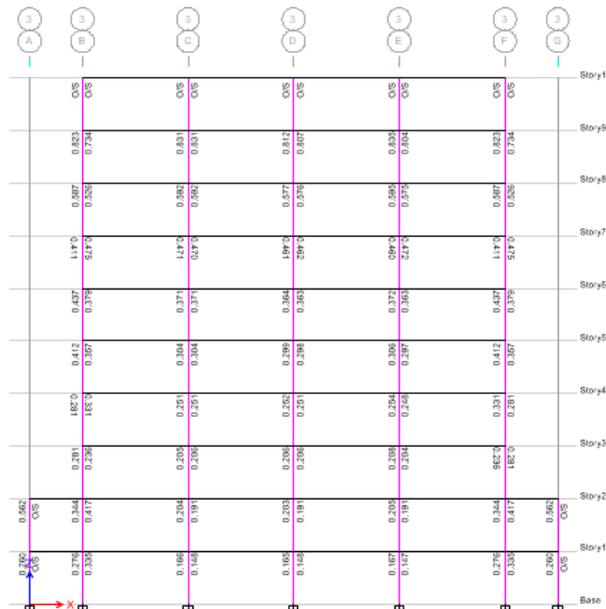


Figura 115. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Cortante horizontal del nudo

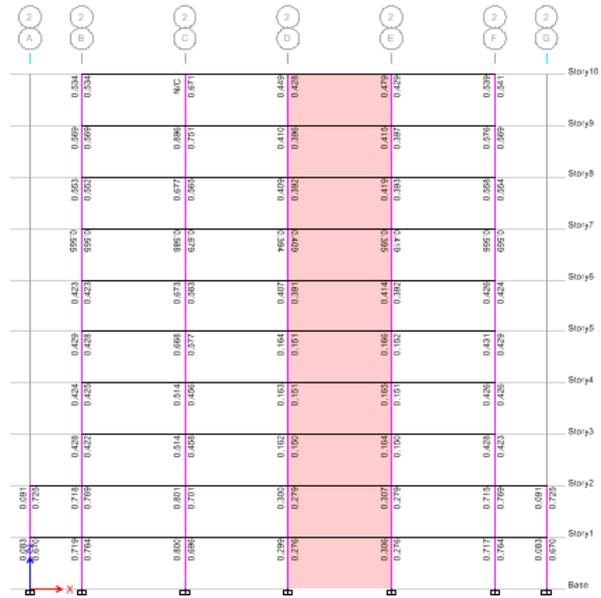


Figura 116. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

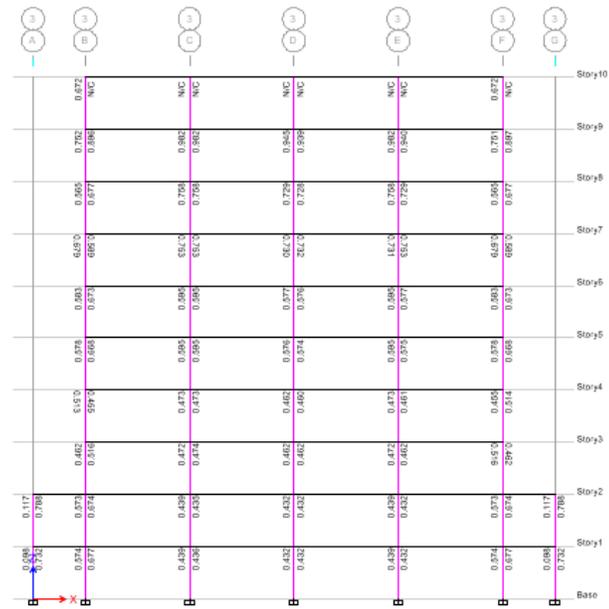


Figura 117. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	40X40	45X45	55X55	25X45	25X35
3,4	40X40	40X40	50X50	25X45	25X35
5,6	35X35	40X40	45X45	25X45	25X35
7,8	35X35	35X35	40X40	25X45	25X35
subsuelos					
1,2	45X45	50X50	65X65	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4,5	50X50
6,7,8,9,10	85X85

Tabla 25. Secciones definitivas edificio 8 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.4.4. Edificio de 10 pisos CEC con muros estructurales

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 10 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas y las columnas aumentan un poco con relación al anterior.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas y 0.8 I_g para columnas) y muros en los 2 primeros pisos y primer subsuelo 0.6 I_g .

Cálculo de cargas Sísmicas se realiza igual al edificio de 4 pisos con un sistema con muros estructurales.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en CEC 2002 es la siguiente:

$$V = \frac{ZIC}{R\phi P\phi E} W$$

$$C = \frac{1.25 s^S}{T}$$

Para un edificio de 10 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^{\frac{3}{4}}$$

Ct	0.06
Hn	36
T	0.88181631

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 10 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 36 metros de altura.

Factor Z para la ciudad de Quito

$$Z=0.4$$

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, R=12

$$C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.8818} = 1.7642$$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{0.4 * 1 * 1.7642}{12} W$$

$$V=0.5881W$$

W (peso de la estructura)

Peso de la estructura 5865.21 Ton

Coe. Sísmico 0.05881

Cortante Basal 344.914692 Ton

Cabe mencionar que no son cargas últimas y que se tiene que poner un coeficiente de mayoración que es de 1.4E (1.4 * carga sísmica) lo que equivale a:

$$V=482.88 \text{ Ton}$$

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros y es el mismo que se utilizó para el edificio de 4 pisos diseñado con la norma CEC.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	482.880569	Ton
Programa	474.3837	Ton
Corrección	1.0179114	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	6760.6989	Ton
SX1	482.880569	Ton
EspectroXCECR10	378.5892	Ton
Corrección	1.2754737	

Y		
Peso de la estructura	5865.21	Ton
SY1	482.880569	Ton
EspectroYCECR10	378.2319	Ton
Corrección	1.27667859	

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$1.4 * \Delta E \quad 0.00233$$

Análisis de la estructura

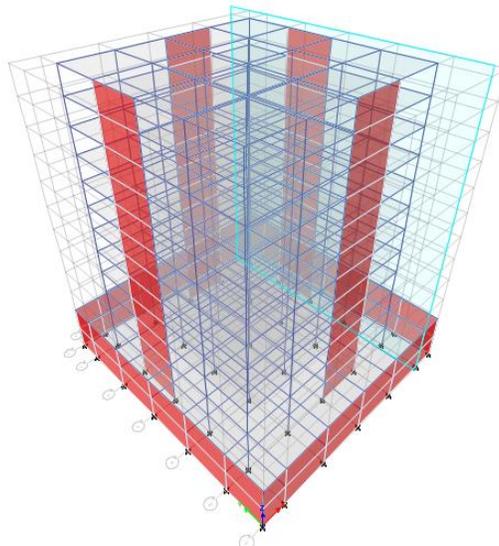


Figura 118. Edificio 3D

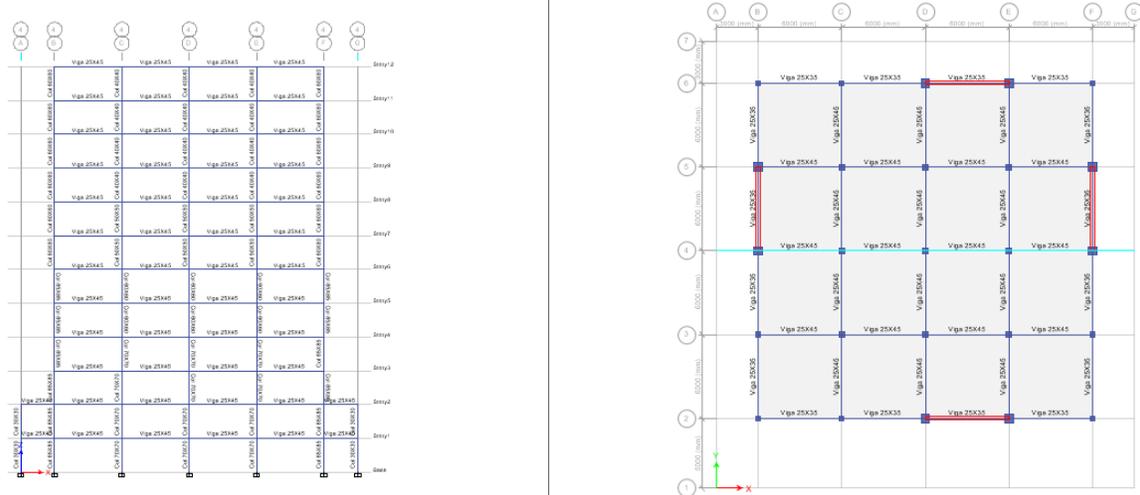


Figura 119. Secciones transversales

Diseño por Capacidad

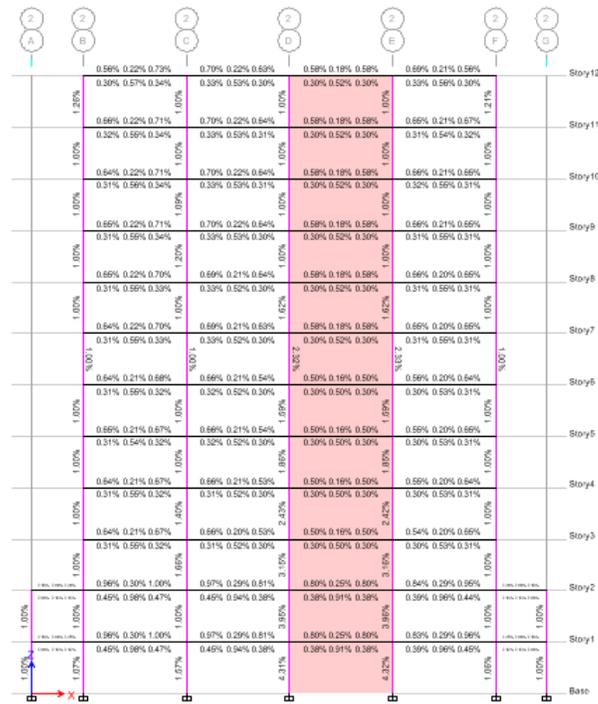


Figura 120. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

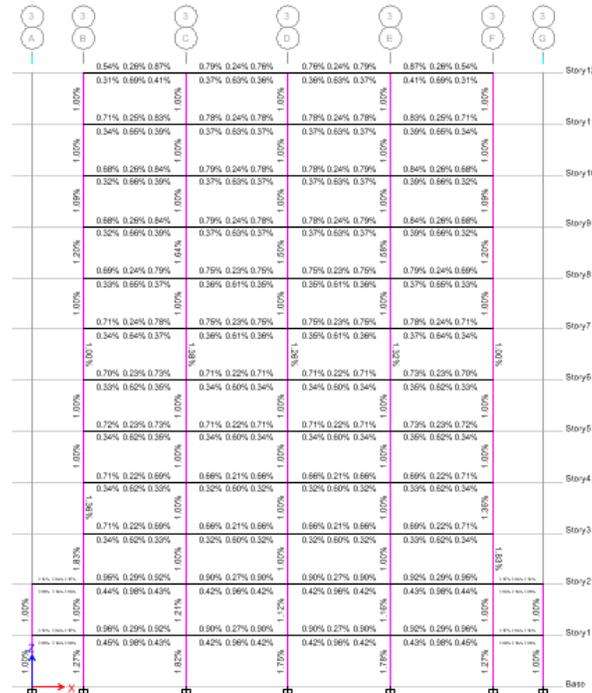


Figura 121. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

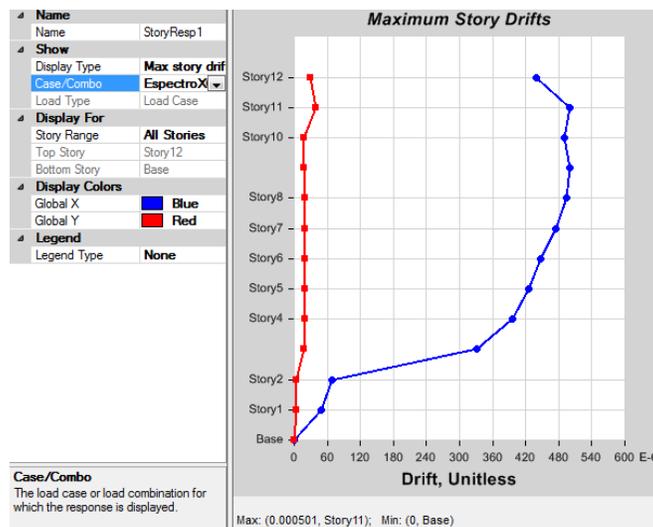


Figura 122. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00233 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

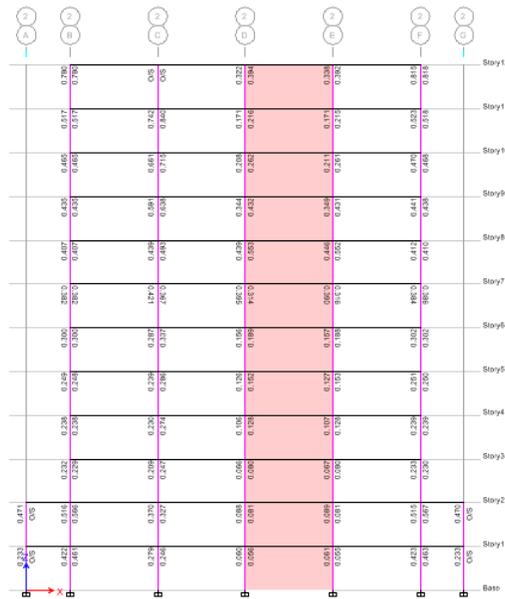


Figura 123. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

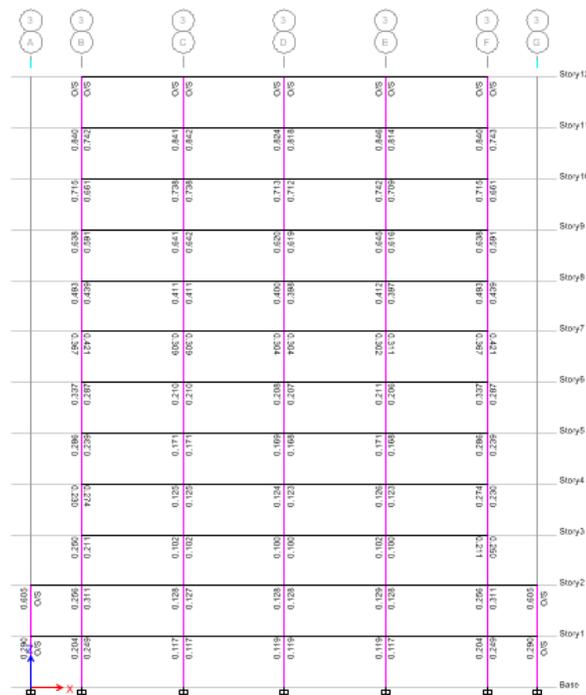


Figura 124. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Cortante horizontal del nudo



Figura 125. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

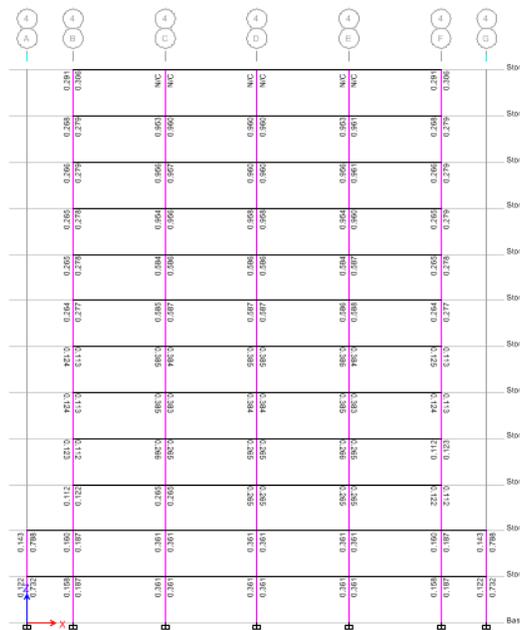


Figura 126. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	40X40	45X45	70X70	25X45	25X35
3,4	40X40	45X45	60X60	25X45	25X35
5,6	35X35	40X40	50X50	25X45	25X35
7,8	35X35	35X34	40X40	25X45	25X35
9,10	35X35	35X35	40x40	25X45	25X35
subsuelos					
1,2	85X85	85X85	100X100	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4,5,6	60X60
7,8,9,10,11,12	95X95

Tabla 26. Secciones definitivas edificio 10 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.5. Edificios diseñados según NEC con muros estructurales

4.5.1. Edificio de 4 pisos NEC muros estructurales

Para el pre-dimensionamiento para este tipo de estructuras son idénticos a los anteriores. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas, las columnas aumentan un poco con relación al anterior y los muros que son iguales.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas, 0.8 I_g para columnas 0.6 I_g a los dos primeros pisos y el primer subsuelo).

Cálculo de cargas Sísmicas

Para este cálculo, el modelo dinámico que corresponde al 80 % del modelo estático. Para el modelo estático se utiliza un coeficiente de corte basal y para el modelo dinámico el programa analiza con el análisis modal espectral.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2010 es la siguiente:

$$V = \frac{I_s a}{R \rho P \phi E} W$$

Sa corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Para un edificio de 4 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t(h_n)^\alpha$$

Ct	0.049
α	0.75
Hn	24
T	0.4282

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 6 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 24 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, como se determinó anteriormente la estructura es simple para no distorsionar resultados

$$\phi P=1$$

Factor de irregularidad de elevación, como se determinó anteriormente la estructura es regular en elevación para no distorsionar resultados

$$\phi E=1$$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, para sistemas de pórticos especiales sismo-resistentes R=7

Con el periodo obtenido se puede obtener Sa= 1.19

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 \cdot 1.19}{7} W$$

$$V=0.1701W$$

W (peso de la estructura) + 25% de carga viva

Peso de la estructura	2252.7211	Ton
Carga viva	0.25	460.7999 Ton
Coe. Sísmico	0.1701	
Cortante Basal	402.681893	Ton

Para NEC son cargas últimas y no se necesita coeficiente de mayoración de 1.4E (1.4 * carga sísmica)

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros de cortante según CEC que está dada por la figura 4.

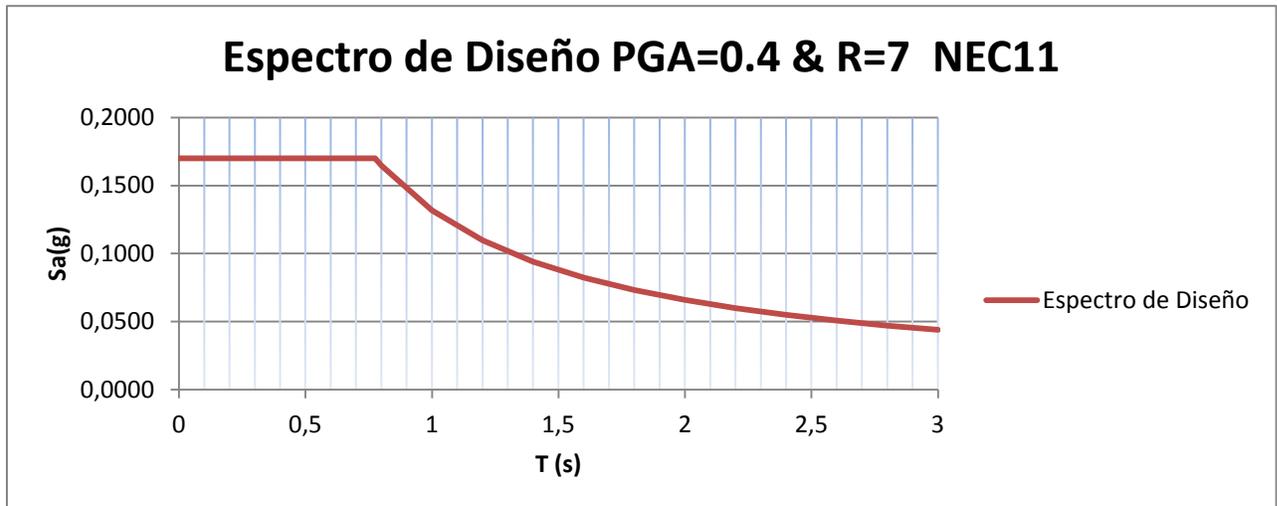


Figura 127. Espectro de Diseño según NEC R=7, para suelo tipo C

Posterior a ingresar el espectro de aceleraciones correspondiente para el modelo se define los casos de carga como espectros de respuesta como se los definió anteriormente sin olvidar la consideración que se hace por los efectos ortogonales como ya se explicó previamente.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Antes de proceder a calcular límites de derriba y diseño por capacidad se tiene que corregir los cortantes basales. Y el cortante Basal dinámico se lo debe modificar para que sea el 80% del cortante estático debido a que es una estructura regular y se considera los efectos ortogonales al poner el 30% de la fuerza perpendicular.

Cortante Basal estático

Cortante Basal	402.681893	Ton
Programa	394.8554	Ton
Corrección	1.0198212	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X	
Peso de la estructura	2252.7211 Ton
SX1	322.145514 Ton
EspectroXNECR6	400.6274 Ton
SY1	96.6436542 Ton
EspectroYNECR6	365.7883 Ton
Corrección X	0.8041026
Corrección Y	0.26420652

Y	
Peso de la estructura	2252.7211 Ton
SY1	322.145514 Ton
EspectroYNECR6	400.6736 Ton
Sx1	96.6436542 Ton
EspectroXNECR6	367.1788 Ton
Corrección Y	0.80400983
Corrección X	0.26320598

Comparación cortante Basal para la NEC 11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

En la normativa NEC, la deriva máxima inelástica se calcula con $\Delta_m = 0.75R\Delta E$. Por otro lado, el límite máximo de estas derivas inelásticas se mantiene en el 2%. Esto equivale a decir que, para el caso de R igual a 7, el límite máximo de las derivas elásticas es de

$$\Delta E \quad 0.00381$$

Análisis de la estructura

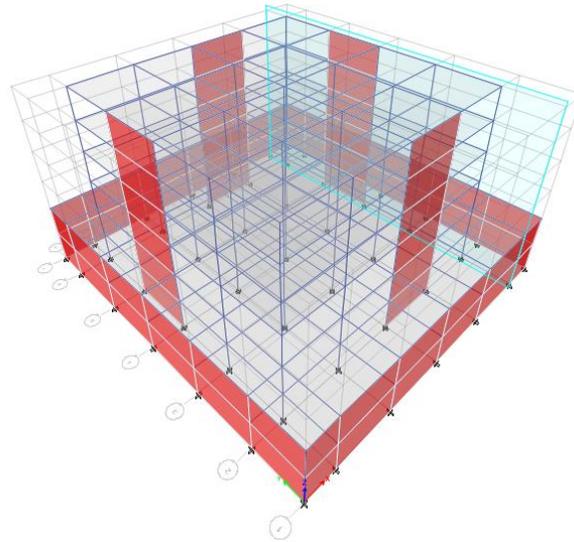


Figura 128. Edificio 3D

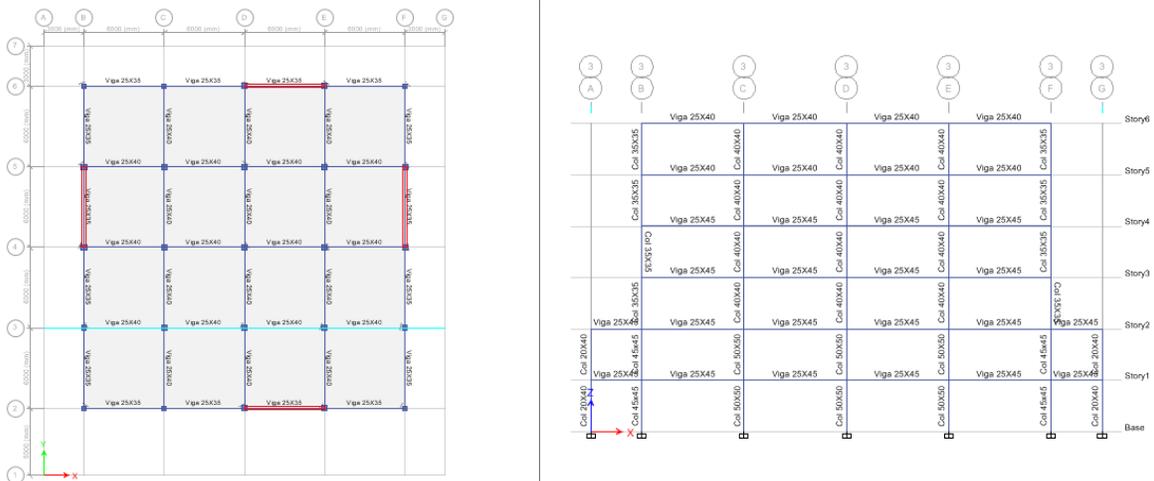


Figura 129. Secciones Transversales

Distribución de fuerzas laterales

Es una auto-distribución que realiza el programa y aquí se obvia la aplicación de la fuerza de látigo que requiere la norma CEC por efectos prácticos y porque la deriva de piso se mide con análisis dinámico.

Diseño por Capacidad

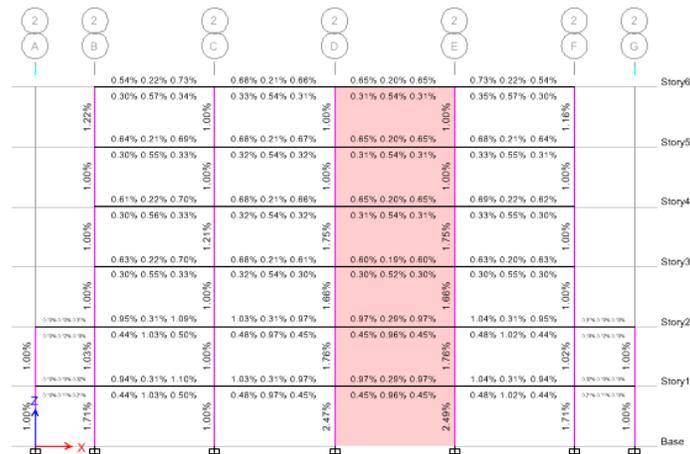


Figura 130. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

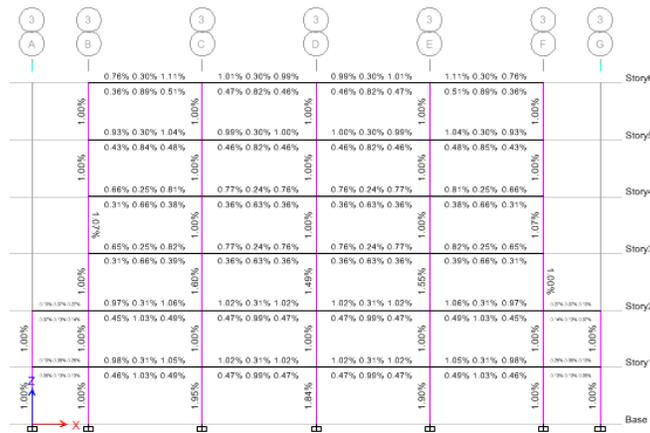


Figura 131. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva



Figura 132. Límites de acero

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00381 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

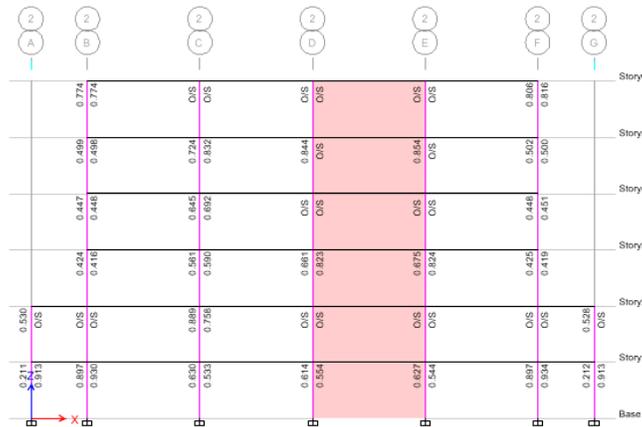


Figura 133. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

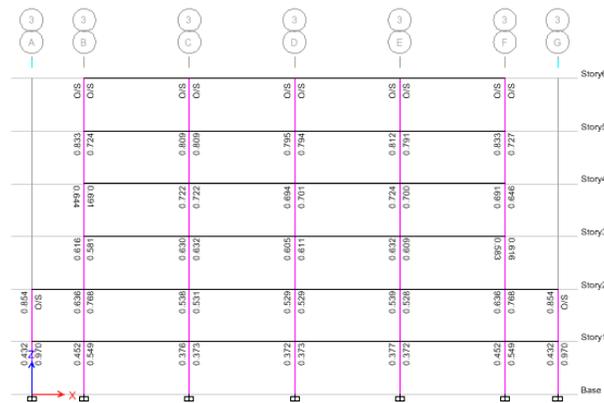


Figura 134. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil que se puede definir como la sumatoria del momento nominal de columna sobre la sumatorias de momento nominal de viga es igual a 1.2. Según ACI 318-11 en su capítulo 21.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Muchas de las secciones no cumplían este parámetro por lo que se tuvo que robustecer las columnas para obtener columnas más fuertes.

Cortante horizontal del nudo

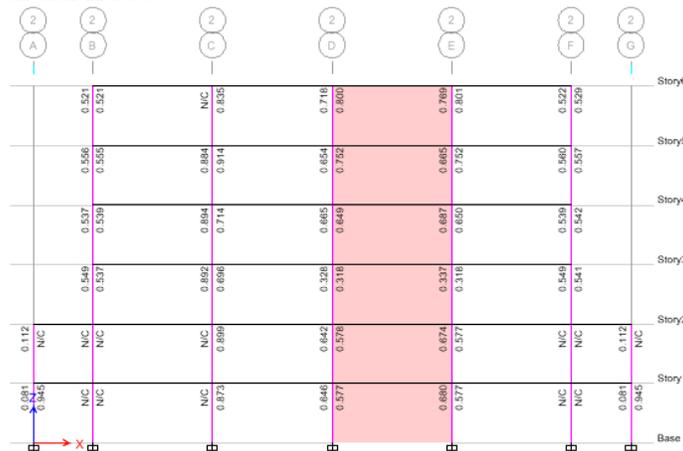


Figura 135. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

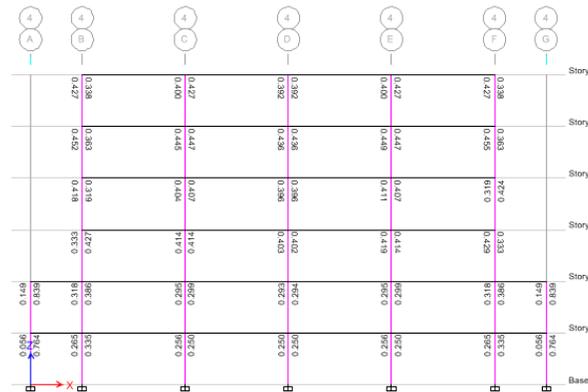


Figura 136. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	35X35	35X35	40X40	25X45	25X35
3,4	35X35	35X35	40X40	25X40	25X35
subsuelos					
1,2	35X35	45X45	50X50	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4,5,6	40X40

Tabla 27. Secciones definitivas edificio 4 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.5.2. Edificio de 6 pisos NEC muros estructurales

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 6 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas, las columnas aumentan un poco con relación al anterior y los muros que son idénticos.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas, 0.8 I_g para columnas 0.6 I_g a los dos primeros pisos y el primer subsuelo).

Cálculo de cargas Sísmicas se realizará como se realizó en el edificio de 4 pisos con muros estructurales según NEC

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2010 es la siguiente:

$$V = \frac{I_s a}{R_0 P_0 E} W$$

Se corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Entonces tenemos que para un edificio de 6 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^\alpha$$

C _t	0.049
α	0.75
H _n	24
T	0.53131798

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 6 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 24 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, $\phi_P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi_E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, R=7

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a = 1.19$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 \cdot 1.19}{7} W$$

$$V = 0.1701W$$

W (peso de la estructura) + 25% de carga viva

Peso de la estructura		3423.63	Ton
Carga viva	0.25	691.1999	tonf
Coe. Sísmico		0.1701	
Cortante Basal		611.598606	tonf

Para NEC son cargas últimas y no se necesita coeficiente de mayoración de 1.4E (1.4 * carga sísmica)

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros de cortante según NEC ya se encuentra definido en el edificio de 4 pisos con muros diseñado según NEC

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	611.598606	tonf
Programa	601.3101	tonf
Corrección	1.0171102	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	3423.63	Ton
SX1	489.278885	Ton
EspectroXNECR6	489.259	Ton
SY1	146.783665	Ton
EspectroYNECR6	507.6023	Ton
Corrección X	1.0000406	
Corrección Y	0.28917061	

Y		
Peso de la estructura	3423.63	Ton
SY1	489.278885	Ton
EspectroYNECR6	489.2637	Ton
Sx1	146.783665	Ton
EspectroXNECR6	509.1547	Ton
Corrección Y	1.00003104	
Corrección X	0.28828893	

Comparación cortante Basal para la NEC 11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$\Delta E \quad 0.00381$$

Análisis de la estructura

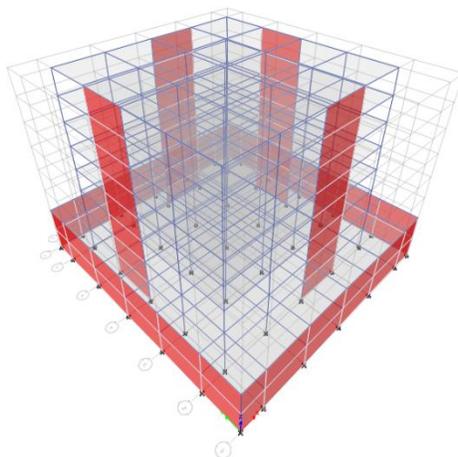


Figura 137. Edificio 3D



Figura 138. Secciones transversales.

Distribución de fuerzas laterales

Es una auto-distribución se realiza el programa y aquí se obvia la aplicación de la fuerza de látigo que requiere la norma CEC por efectos prácticos y porque la deriva de piso se mide con análisis dinámico.

Diseño por Capacidad



Figura 139. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

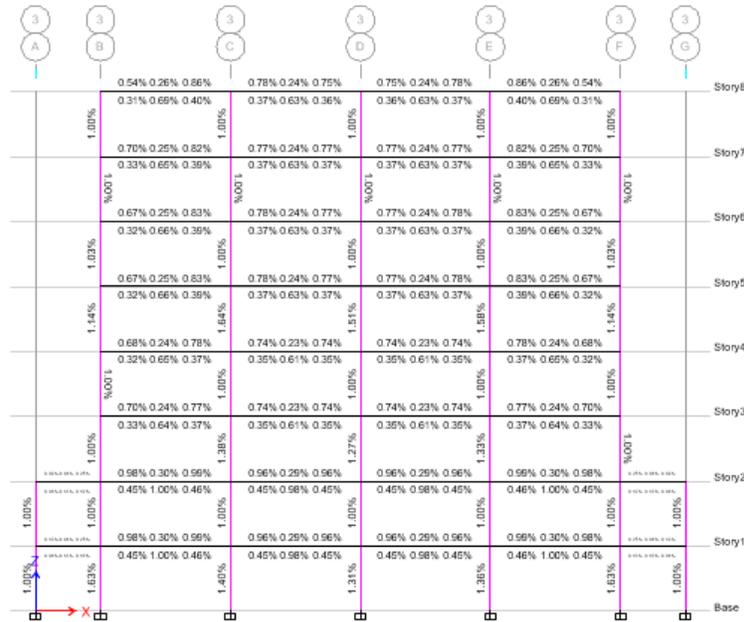


Figura 140. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva



Figura 141. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00381 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

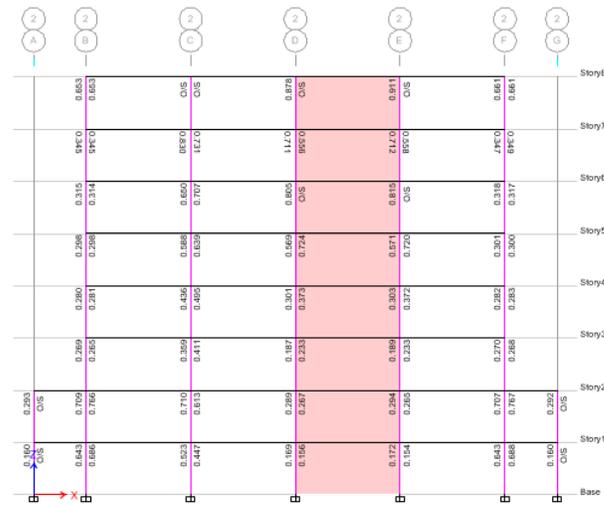


Figura 142. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

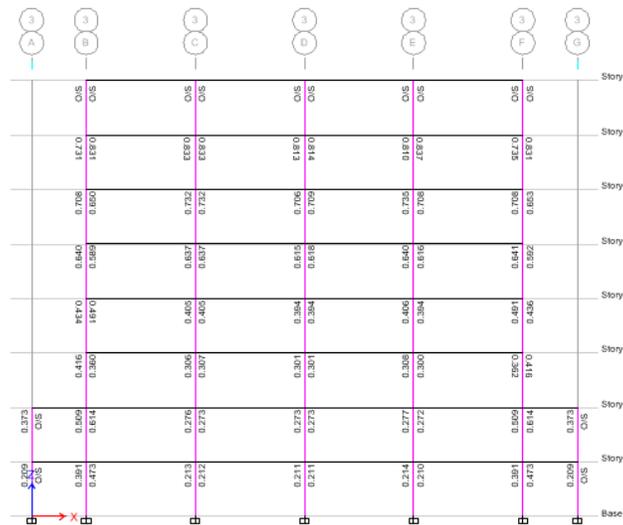


Figura 143. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Cortante horizontal del nudo

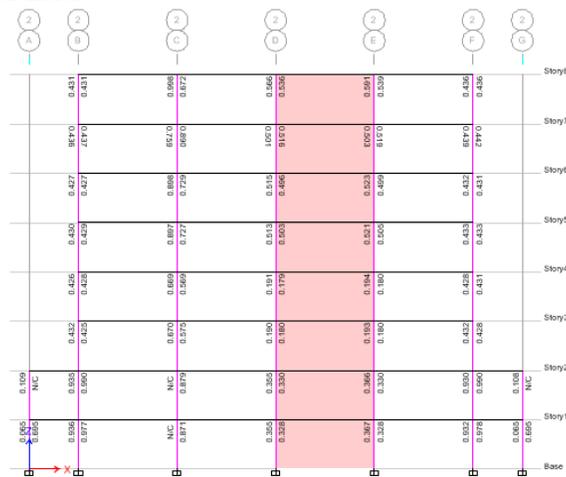


Figura 144. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

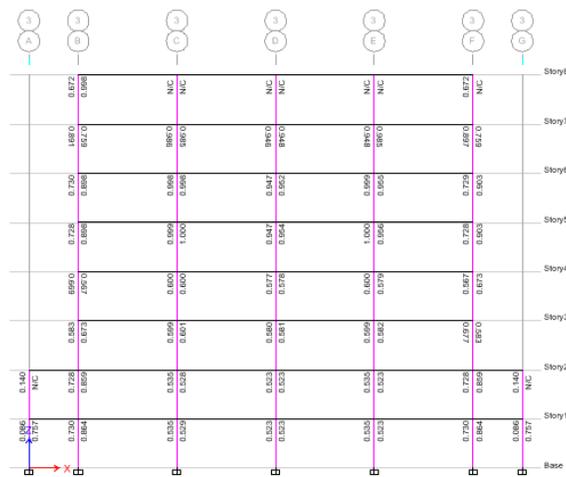


Figura 145. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	40X40	40X40	50X50	25X45	25X35
3,4	40X40	35X35	40X40	25X45	25X35
5,6	40X40	35X35	40X40	25X45	25X35
subsuelos					
1,2	40X40	45X45	60X60	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4	45X45
5,6,7,8	70X70

Tabla 28. Secciones definitivas edificio 6 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.5.3. Edificio de 8 pisos NEC muros estructurales

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 8 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas, las columnas aumentan un poco con relación al anterior y los muros que son idénticos.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas, 0.8 I_g para columnas 0.6 I_g a los dos primeros pisos y el primer subsuelo).

Cálculo de cargas Sísmicas se realizará como se realizó en el edificio de 4 pisos con muros estructurales según NEC

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2010 es la siguiente:

$$V = \frac{I S a}{R \phi P \phi E} W$$

Se corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Entonces tenemos que para un edificio de 4 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t (h_n)^\alpha$$

C _t	0.049
α	0.75
H _n	30
T	0.6281119

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 8 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 30 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, $\phi P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, R=7

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a= 1.19$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 \cdot 1.19}{7} W$$

$$V = 0.1701W$$

W (Peso del Edificio) + 25% de carga viva

Peso de la estructura		4608.7392	Ton
Carga viva	0.25	921.5999	
Coe. Sísmico		0.1701	
Cortante Basal		822.930182	

Para NEC son cargas últimas y no se necesita coeficiente de mayoración de 1.4E (1.4 * carga sísmica)

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros de cortante según NEC ya se encuentra definido en el edificio de 4 pisos.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	822.930182
Programa	809.8212
Corrección	1.0161875

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X	
Peso de la estructura	4608.7392 Ton
SX1	658.344146 Ton
EspectroXNECR6	652.1321 Ton
SY1	197.503244 Ton
EspectroYNECR6	650.0659 Ton
Corrección X	1.0095257
Corrección Y	0.30382034

Y	
Peso de la estructura	4608.7392 Ton

estructura		
SY1	658.344146	Ton
EspectroYNECR6	650.288	Ton
Sx1	197.503244	Ton
EspectroXNECR6	651.9094	Ton
Corrección Y	1.01238858	
Corrección X	0.30296118	

Comparación cortante Basal para la NEC 11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

$$\Delta E \quad 0.00381$$

Análisis de la estructura

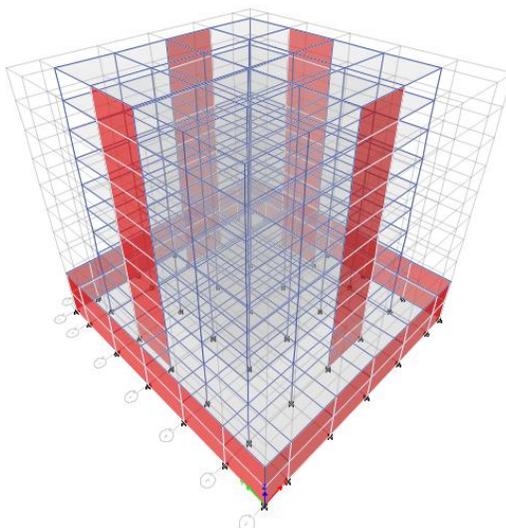


Figura 146. Edificio 3D.

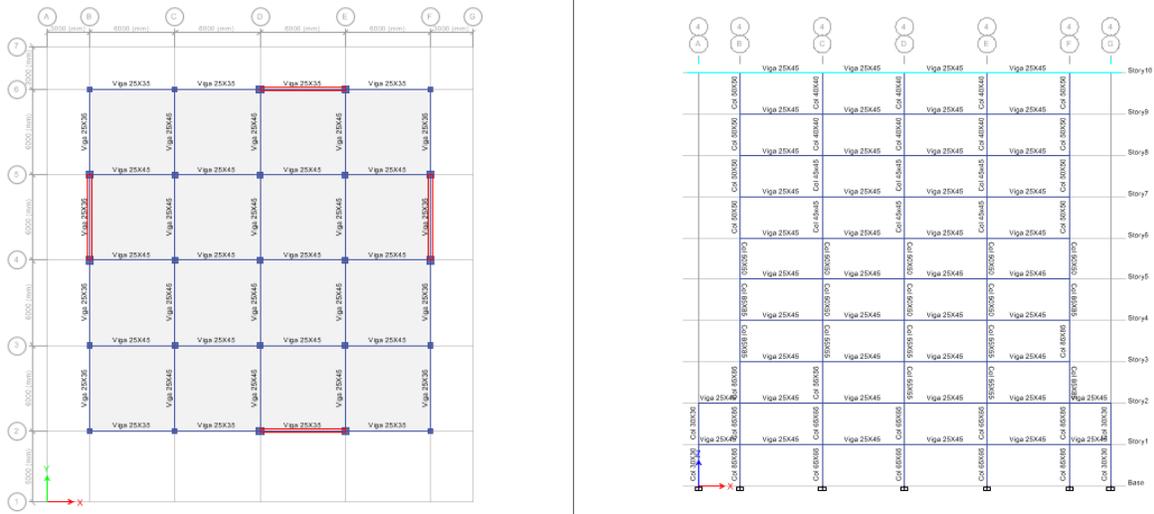


Figura 147. Secciones transversales.

Diseño por Capacidad

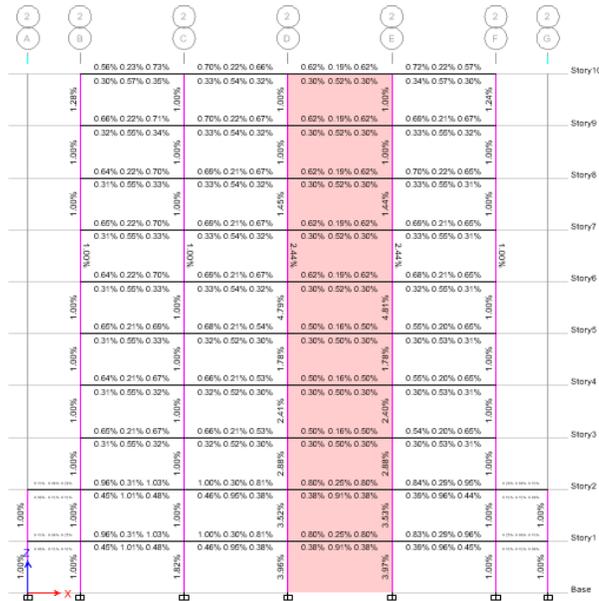


Figura 148. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

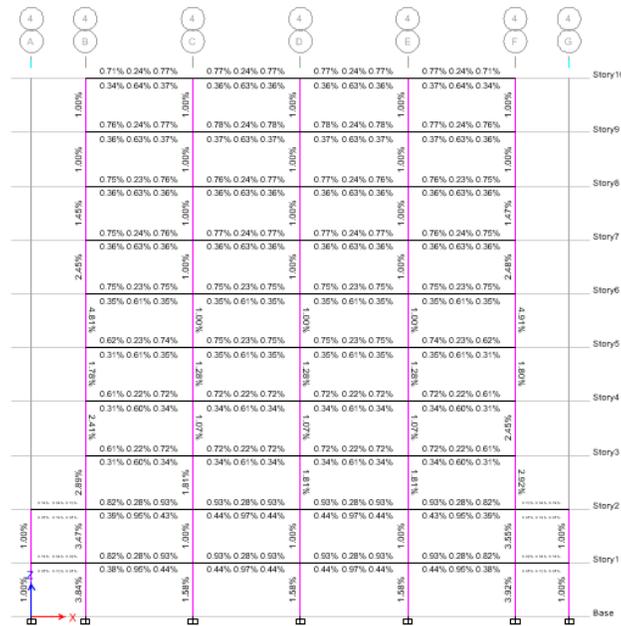


Figura 149. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

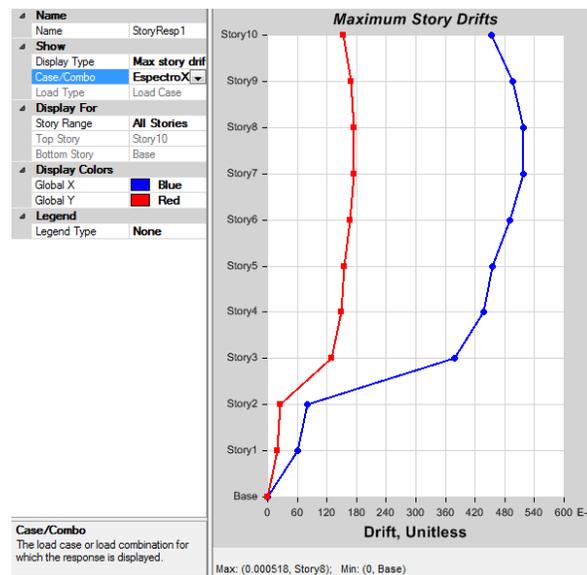


Figura 150. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00381 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

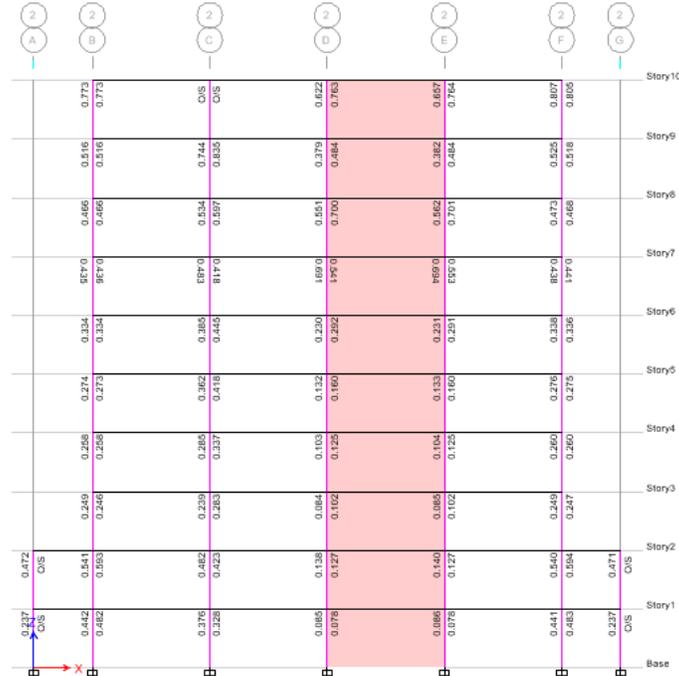


Figura 151. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

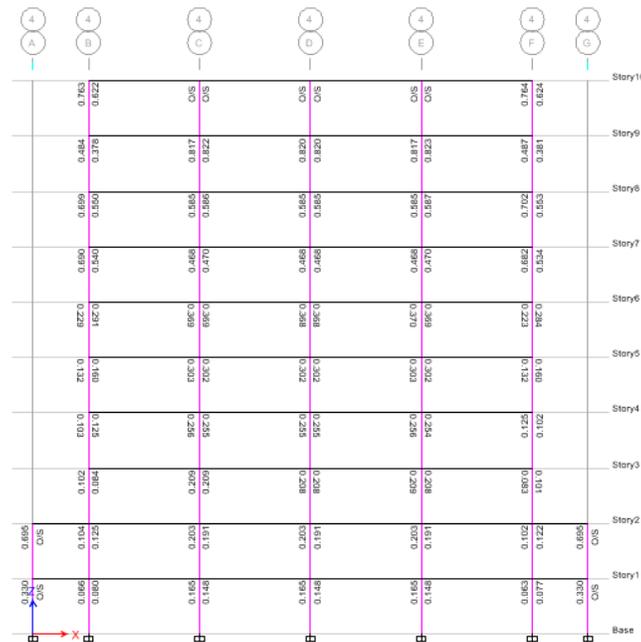


Figura 152. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Cortante horizontal del nudo

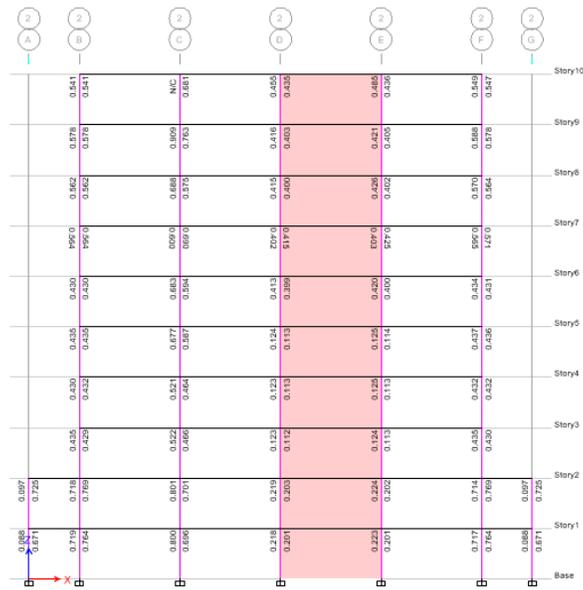


Figura 153. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

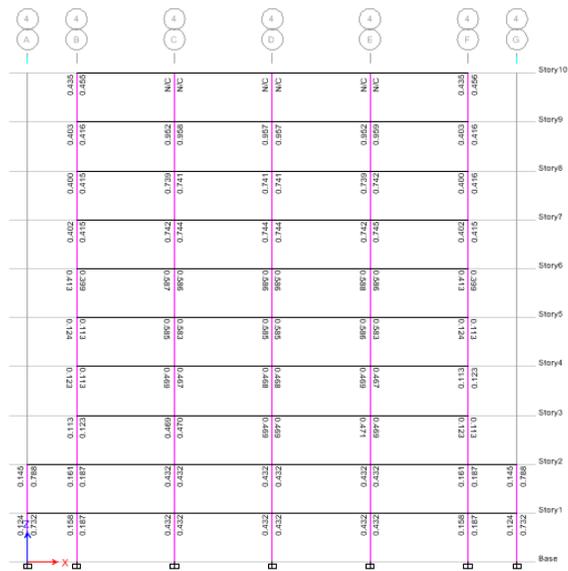


Figura 154. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	40X40	45X45	55X55	25X45	25X35
3,4	40X40	40X40	50X50	25X45	25X35
5,6	35X35	40X40	45X45	25X45	25X35
7,8	35X35	35X35	40X40	25X45	25X35
subsuelos					
1,2	45X45	50X50	65X65	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4,5	50X50
6,7,8,9,10	85X85

Tabla 31. Secciones definitivas edificio 8 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.5.4. Edificio de 10 pisos NEC muros

Para el pre-dimensionamiento del edificio de 10 pisos se siguen los mismos pasos que se siguieron para el edificio de 4 pisos. Las vigas son de las mismas secciones porque soportan las mismas cargas, las columnas aumentan un poco con relación al anterior y los muros que son idénticos.

Las vigas y columnas se definen con sus inercias agrietadas correspondientes (0.5 I_g para vigas, 0.8 I_g para columnas 0.6 I_g a los dos primeros pisos y el primer subsuelo).

Cálculo de cargas Sísmicas se realizará como se realizó en el edificio de 4 pisos con muros estructurales según NEC.

Análisis estático

La fórmula para el cortante basal definido en NEC 2010 es la siguiente:

$$V = \frac{I S a}{R \phi P \phi E} W$$

Sa corresponde al espectro de aceleraciones para un suelo tipo C en la ciudad de Quito representado en la figura 7.

Entonces tenemos que para un edificio de 10 pisos el periodo de vibración estático es el siguiente

$$T = C_t(h_n)^\alpha$$

Ct	0.049
α	0.75
Hn	36
T	0.72014998

La altura se considera desde los cimientos de la estructura que son los 10 pisos más los dos subsuelos lo que da como resultado 36 metros de altura.

Factor I, como ya se determinó este es igual a 1.

Factor de irregularidad de planta, $\phi_P=1$

Factor de irregularidad de elevación, $\phi_E=1$

El coeficiente de reducción de respuesta estructural R, $R=7$

Con el periodo obtenido se puede obtener $S_a= 1.19$

Siendo el coeficiente sísmico

$$V = \frac{1 \cdot 1.19}{7} W$$

$$V=0.1701W$$

W (Peso de la Estructura) + 25% de carga viva

Peso de la estructura		5865.21	Ton
Carga viva	0.25	1151.9999	Ton
Coe. Sísmico		0.1701	
Cortante Basal		1046.39731	Ton

Para NEC son cargas últimas y no se necesita coeficiente de mayoración de 1.4E (1.4 * carga sísmica)

Análisis dinámico

Primero se define la función o el espectro de aceleración correspondiente para un sistema con muros de cortante según NEC ya se encuentra definido en el edificio de 4 pisos.

Corrección de cortante Basal estático y dinámico

Cortante Basal estático

Cortante Basal	1046.39731	Ton
Programa	1029.0537	Ton
Corrección	1.0168539	

Este factor de corrección se multiplica en el coeficiente sísmico introducido anteriormente.

Cortante Basal dinámico

X		
Peso de la estructura	5865.21	Ton
SX1	837.117846	Ton
EspectroXNECR6	806.7786	Ton
SY1	251.135354	Ton
EspectroYNECR6	805.097	Ton
Corrección X	1.0376054	
Corrección Y	0.3119318	

Y		
Peso de la estructura	5865.21	Ton
SY1	837.117846	Ton
EspectroYNECR6	805.372	Ton
Sx1	251.135354	Ton
EspectroXNECR6	806.5031	Ton
Corrección Y	1.03941762	
Corrección X	0.31138796	

Comparación cortante Basal para la NEC 11

X	Y	
80	80	%

Límites de deriva

Como se estableció anteriormente, el límite de derivas máximas elásticas se verifica con

ΔE	0.00381
------------	---------

Análisis de la estructura

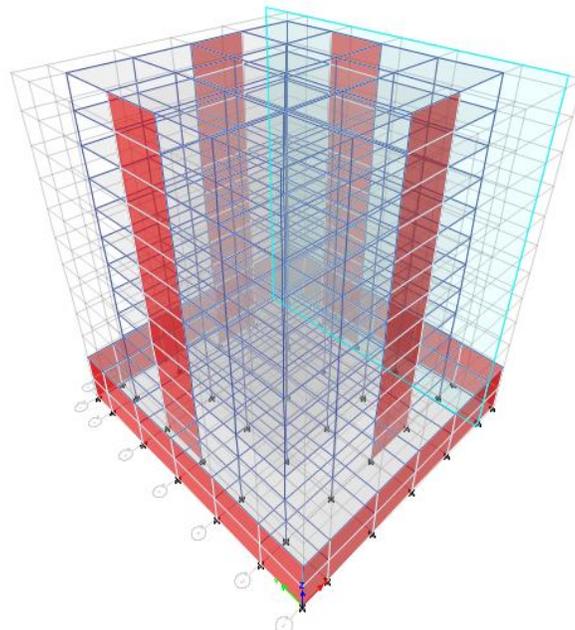


Figura 155. Edificio 3D

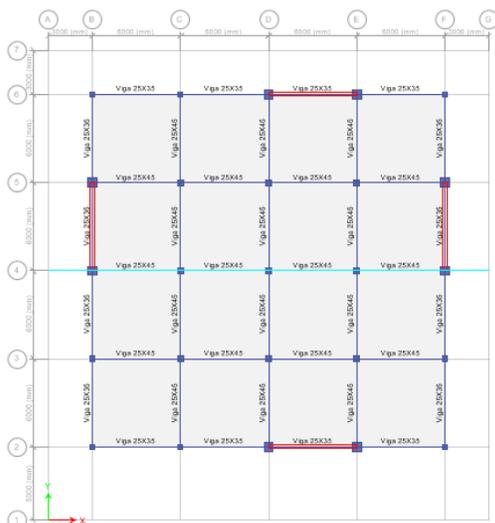


Figura 156. Secciones transversales.

Diseño por Capacidad

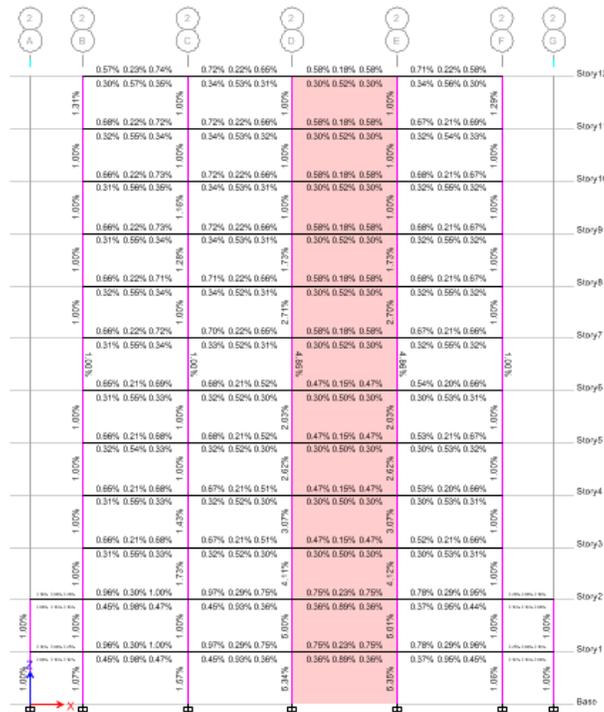


Figura 157. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

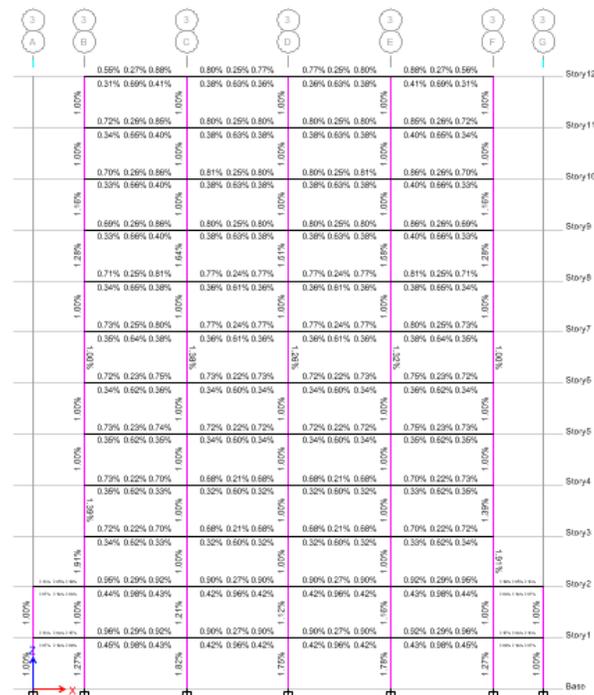


Figura 158. Vigas y columnas interiores

Como se puede las secciones son competentes para soportar las cargas vivas, muertas y de sismo.

Límites de deriva

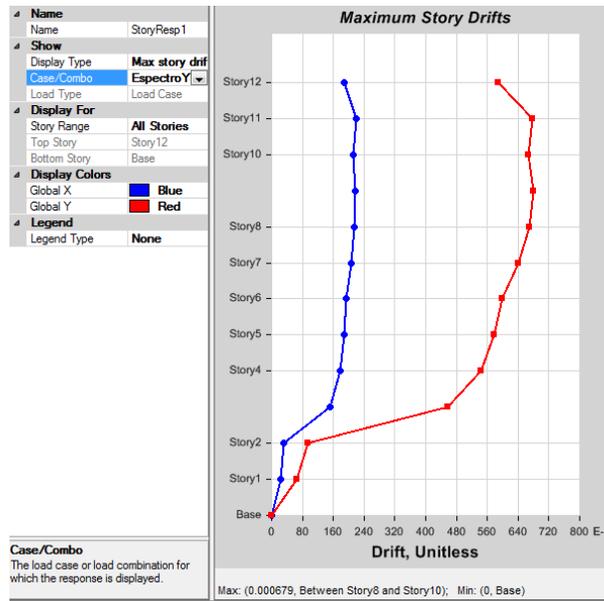


Figura 159. Límites de deriva

Se puede ver que el resultado es muchísimo menor a 0.00381 por lo tanto el diseño es controlado por la capacidad de las secciones y no por la deriva, el cortante basal es absorbido por los muros estructurales.

La resistencia a flexión del nudo

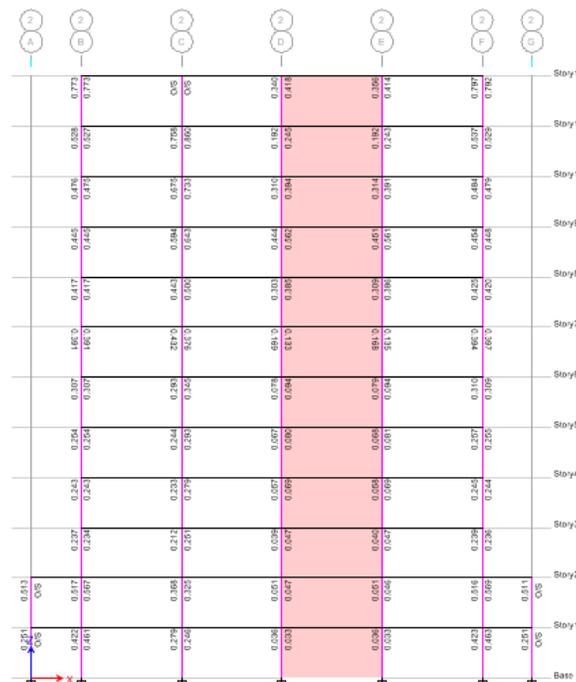


Figura 160. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

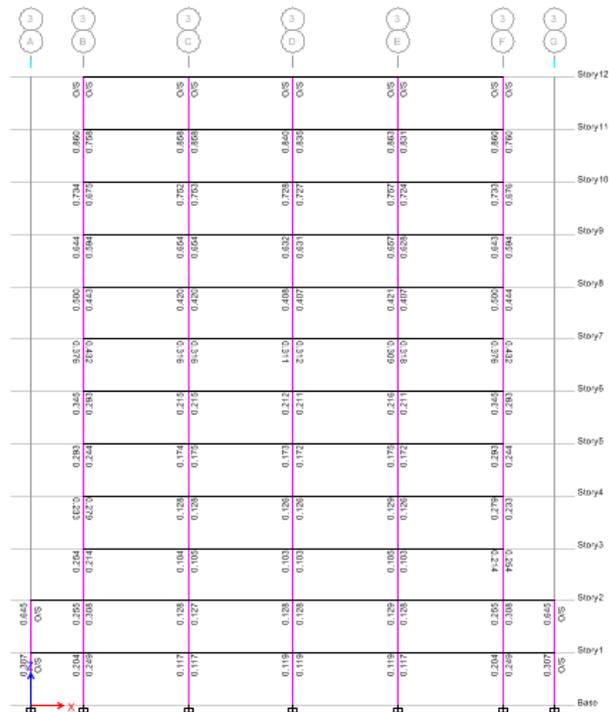


Figura 161. Vigas y columnas interiores

Para el diseño de nudos a flexión se verifica lo que se conoce como columna fuerte- viga débil.

$$\frac{M_{cn}}{M_{vn}} = \frac{6}{5}$$

Cortante horizontal del nudo



Figura 162. Vigas exteriores y columnas de exteriores y esquinas.

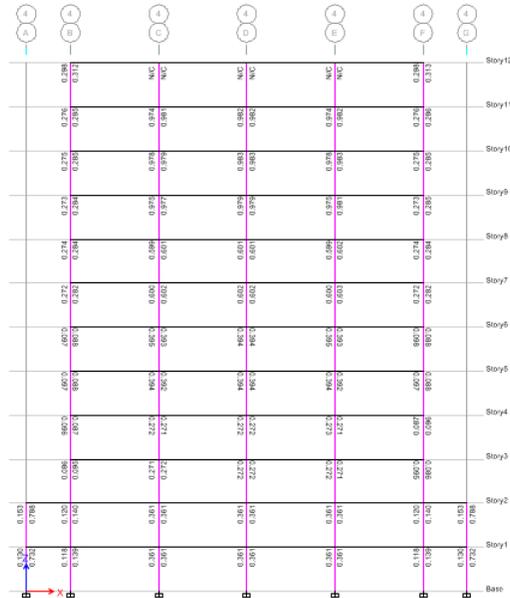


Figura 163. Vigas y columnas interiores

Secciones definitivas

pisos	Columnas			vigas	
	Esquina	Exteriores	interiores	interiores	exteriores
1, 2	40X40	45X45	70X70	25X45	25X35
3,4	40X40	45X45	60X60	25X45	25X35
5,6	35X35	40X40	50X50	25X45	25X35
7,8	35X35	35X34	40X40	25X45	25X35
9,10	35X35	35X35	40x40	25X45	25X35
subsuelos					
1,2	85X85	85X85	100X100	25X45	

Cabezales	
1,2,3,4,5,6	60X60
7,8,9,10,11,12	95X95

Tabla 32. Secciones definitivas edificio 10 pisos con muros estructurales

Para simplicidad de notación en los cabezales de los muros, a los dos subsuelos se los identificara con los números 1 y 2 siendo el primer piso el número 3 y así sucesivamente.

4.6. Comparación NEC VS CEC

En el siguiente cuadro se puede apreciar las diferencias que tienen las normas CEC y NEC para edificios de 4, 6, 8, 10 más dos subsuelos.

Edificios con un sistema aporticado

				T			Coeficiente sísmico			Cortante Basal (Ton)				Dinámico 80%NEC (Ton)	
	CECR=10	NECR=6	NEC/CEC	CEC	NEC	NEC/CEC	CEC	NEC	NEC/CEC	CEC	CEC*1.4	NEC	NEC/CEC*1.4	80%	0.8NEC/CEC*1.4
Sin muros	$\Delta m=R\Delta E$	$\Delta m=0.75R\Delta E$													
4 pisos + 2 sub.	0.002	0.00440	2.2	0.699	0.634	0.906	0.089	0.198	2.229	228.649	320.108	536.500	1.676	429.200	1.341
6 pisos + 2 sub.	0.002	0.00440	2.2	0.867	0.821	0.946	0.072	0.187	2.610	290.609	406.853	790.739	1.944	632.591	1.555
8 pisos + 2 sub.	0.002	0.00440	2.2	1.025	1.003	0.979	0.061	0.153	2.524	333.854	467.396	882.176	1.887	705.741	1.510
10 pisos + 2 sub.	0.002	0.00440	2.2	1.176	1.182	1.006	0.053	0.130	2.456	360.160	504.224	959.313	1.903	767.450	1.522

Tabla 29. Comparaciones CEC vs NEC con sistema aporticados

Edificios con muros estructurales

				T			Coeficiente sísmico			Cortante Basal (Ton)				Dinámico 80%NEC (Ton)	
	CECR=10	NECR=7	NEC/CEC	CEC	NEC	NEC/CEC	CEC	NEC	NEC/CEC	CEC	CEC*1.4	NEC	NEC/CEC*1.4	80%	0.8NEC/CEC*1.4
Con muros	$\Delta m=R\Delta E$	$\Delta m=0.75R\Delta E$													
4 pisos + 2 sub.	0.00167	0.00381	2.281	0.524	0.428	0.817	0.099	0.170	1.720	254.054	355.675	402.682	1.132	322.146	0.906
6 pisos + 2 sub.	0.00167	0.00381	2.281	0.651	0.531	0.817	0.080	0.170	2.134	272.887	382.042	611.599	1.601	489.279	1.281
8 pisos + 2 sub.	0.00167	0.00381	2.281	0.769	0.628	0.817	0.067	0.170	2.523	310.739	435.035	822.930	1.892	658.344	1.513
10 pisos + 2 sub.	0.00167	0.00381	2.281	0.882	0.720	0.817	0.059	0.170	2.893	344.915	482.880	1046.40	2.167	837.118	1.734

Tabla 30. Comparaciones CEC vs NEC con muros estructurales.

5. Cálculo de Volúmenes

5.1. Cálculo Volumen de Hormigón

Edificio 4 pisos CEC

Los volúmenes de hormigón se obtienen las medidas de columnas, pisos y losas para cada piso como se muestra a continuación.

Piso 1	b	h	L	Volumen	#	Vol. Total	
Columnas esq.	0.5	0.5	3	0.75	4	3	m3
Columnas ext.	0.5	0.5	3	0.75	12	9	m3
columnas int	0.6	0.6	3	1.08	9	9.72	m3
vigas int	0.45	0.7	24	7.56	6	45.36	m3
Vigas ext.	0.45	0.65	24	7.02	4	28.08	m3
	ancho	espesor	Largo	Volumen			
losa	24	0.18	24	103.68	1	103.68	m3
						198.84	m3

Tabla 31. Volúmenes de viga

De la misma manera se procede para obtener volúmenes en subsuelos

Subsuelo 1	b	h	L	Volumen	#	Vol. total	
Columnas esq.	0.5	0.5	3	0.75	4	3	m3
Columnas ext.	0.5	0.5	3	0.75	12	9	m3
columnas int	0.6	0.6	3	1.08	9	9.72	m3
vigas Cortas	0.45	0.65	30	8.775	5	43.875	m3
vigas Largas	0.45	0.65	32	9.36	5	46.8	m3
	ancho	espesor	Largo	Volumen			
losa	30	0.18	32	172.8	1	172.8	m3
						285.195	m3

Tabla 32. Volúmenes de viga

5.2. Volúmenes de acero

Refuerzo longitudinal

Para obtener el acero longitudinal lo único que se realiza por cuestiones prácticas y tomando en consideración que es un estudio comparativo, se utiliza los porcentajes antes mostrados en el programa ETABS para columnas y vigas de la siguiente manera:

Columna:

$$\text{Volumen de acero} = \% * A_g * L * 1.3$$

Ag Área de la sección

L longitud de la sección

Se multiplica por 1.3; ya que se aproxima la cantidad de acero que se utiliza para traslapes entre aceros.

Vigas:

Para vigas se utiliza la misma fórmula solo que se toma en cuenta los momentos positivos y negativos que se producen dentro de la viga y los diferentes % de acero que tiene en cada parte de la sección. Se considera que el refuerzo mínimo en viga es de:

$$\%min = \frac{14}{fy} = 0.33\%$$

Acero en losa

Se distribuye de manera uniforme para todos los edificios ya que no se consideran elementos estructurales y depende de las cargas vivas y muertas que son uniformes en todos los casos.

Refuerzo por m² 4.32 Kg/m²

Refuerzo a cortante

Columnas

El refuerzo a cortante en columnas se lo ha analizado por capacidad y por confinamiento. Se ha determinado que por confinamiento es más crítico.

Según el ACI 318 en su capítulo 21 estipula que las fórmulas utilizadas para confinamiento son:

$$As = 0.3 \frac{sbcf'c}{fyt} \frac{Ag}{Ach} - 1$$

$$As = 0.09 \frac{sbcf'c}{fyt}$$

Y su distribución o separación de estribos se realiza de la siguiente manera:

S1= L/3 cercano a los nudos y depende de los cálculos realizados

S2= L/3 en el medio de la columnas que equivale a 15 cm

Vigas

El cálculo se realiza por capacidad según ACI 318 con la siguiente fórmula.

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

Para obtener las fuerzas cortantes se descarta los cortantes proporcionados por el programa y se emplea los obtenidos por la siguiente fórmula definida en NEC 2011.

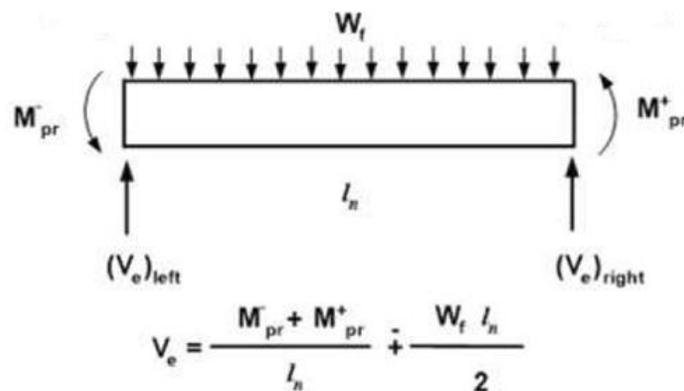


Figura 159. Fuerzas de cortante en vigas.

Peso de acero

Porcentaje de Acero

	Subsuelos		Pisos			
columnas	1	2	1	2	3	4
Esquina						
1	1%	1%	1%	1%	1%	1%
2	1%	1%	1%	1%	1%	1%
3	1%	1%	1%	1%	1%	1%
4	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Exteriores						
1	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
2	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
3	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
4	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
5	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
6	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
7	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%

8	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
9	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
10	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
11	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
12	1.000%	1%	1.22%	1%	1%	1%
Interiores						
1	1%	1%	1%	1%	1%	1%
2	1%	1%	1%	1%	1%	1%
3	1%	1%	1%	1%	1%	1%
4	1%	1%	1%	1%	1%	1%
5	1%	1%	1%	1%	1%	1%
6	1%	1%	1%	1%	1%	1%
7	1%	1%	1%	1%	1%	1%
8	1%	1%	1%	1%	1%	1%
9	1%	1%	1%	1%	1%	1%

Tabla 33. Porcentaje de acero en columnas

Peso del acero

	Subsuelos		Pisos			
columnas	1	2	1	2	3	4
Esquina						
1	76.5375	76.5375	76.5375	76.5375	61.995375	61.995375
2	76.5375	76.5375	76.5375	76.5375	61.995375	61.995375
3	76.5375	76.5375	76.5375	76.5375	61.995375	61.995375
4	76.5375	76.5375	76.5375	76.5375	61.995375	61.995375
Exteriores						
1	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
2	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
3	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
4	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
5	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
6	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
7	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
8	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
9	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
10	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
11	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
12	76.5375	76.5375	93.37575	76.5375	61.995375	61.995375
Interiores						
1	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
2	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375

3	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
4	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
5	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
6	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
7	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
8	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375
9	110.214	110.214	110.214	110.214	92.610375	92.610375

Tabla 34. Peso de acero en columnas

Estribos

Piso 1	Área	Área confinada	s (cm)	Ash1 cm2	Ash2 cm2	Ash real	Vol. (m3)	# col	Peso
Columnas esq.	0.25	0.2025	10	0.00837743	2.25	2.35619	0.013352	4	419.24554
Columnas ext.	0.25	0.2025	10	0.00837743	2.25	2.35619	0.013352	12	1257.73662
columnas int	0.36	0.3025	10	0.0081464	2.7	3.07876	0.02073	9	1464.5973

Total 3141.57946

Tabla 35. Porcentaje de acero de estribos en columnas

Esto se lo realiza para cada piso y se obtiene el peso total del acero.

Vigas

		Vigas interiores		Vigas Exteriores	
Sub suelos					
1	(+)	507.443625	492.518813	525.222062	525.222062
1	(-)	492.518813	492.518813	525.222062	525.222062
2	(+)	492.518813	492.518813	525.222062	525.222062
2	(-)	492.518813	492.518813	525.222062	525.222062
Pisos					
1	(+)	725.20812	509.18868	410.73084	315.21204
1	(-)	509.18868	509.18868	315.21204	315.21204
2	(+)	694.3482	509.18868	391.62708	315.21204
2	(-)	509.18868	509.18868	315.21204	315.21204
3	(+)	621.60696	436.44744	280.18848	237.08256
3	(-)	436.44744	436.44744	237.08256	237.08256
4	(+)	489.35016	436.44744	237.08256	237.08256
4	(-)	436.44744	436.44744	237.08256	237.08256
		total	20994.5785		

Tabla 36. Porcentaje de acero en vigas

Estribos

Vigas Exteriores			Vigas Interiores		
MU+	7.47	Ton	MU+	12.79	Ton
Mu-	7.47	Ton	Mu-	12.79	Ton
b	0.45	m	b	0.45	m
h	0.65	m	h	0.7	m
L	2	m	L	2	m
w	1.404	Ton	w	1.512	Ton
Mn+	8.3	ton	Mn+	14.2111111	ton
Mn+	8.3	ton	Mn+	14.2111111	ton
Vt	9.002	ton	Vt	14.9671111	ton
fy	4200	kg/cm2	fy	4200	kg/cm2
d	0.585	m	d	0.63	m
d/4	0.14625		d/4	0.1575	
s	14	cm	s	15	cm
Av	0.51293447	cm2	Av	0.84847569	cm2
Av real	0.51293447		Av real	0.84847569	
Le	2.3	m	Le	2.4	m
# borde	14.2857143		# borde	13.3333333	
d/2	0.2925	m	d/2	0.315	m
s	25	cm	s	25	cm
# centro	8		# centro	8	
Vol. acero	0.00862902	m3	Vol. acero	0.01411864	m3
peso acero	67.7378334	Kg	peso acero	110.831288	Kg
# vigas	24		# vigas	16	
Peso total	1625.708	Kg	Peso total	1773.30061	Kg

Tabla 37. Porcentaje de acero de estribos en Vigas**5.2. Resultados**

Edificio 4 pisos CEC sistema aporticado

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	21.72	73.44	103.68
2	21.72	73.44	103.68
3	17.8875	60	103.68
4	17.8875	60	103.68
total	79.215	266.88	414.72

Subsuelos			
1	21.72	90.675	172.8
2	21.72	90.675	172.8
total	43.44	181.35	345.6

Tabla 38. Volúmenes de Hormigón

Peso de acero

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
12719.00175	18180.26223	20994.57853	22108.5363

Tabla 39. Peso de acero

Edificio 6 pisos CEC

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	37.56	70.56	103.68
2	37.56	70.56	103.68
3	33.51	66.96	103.68
4	33.51	66.96	103.68
5	27.3675	57.24	103.68
6	27.3675	57.24	103.68
total	196.875	389.52	622.08
Subsuelos			
1	37.56	90.675	172.8
2	37.56	90.675	172.8
total	75.12	181.35	345.6

Tabla 40. Volúmenes de Hormigón

Peso de acero

Edificio 6 pisos CEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
27757.08975	35748.85138	27539.90694	31474.8876

Tabla 41. Peso de acero

Edificio 8 pisos CEC**Volumen de hormigón**

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	49.2975	78.48	103.68
2	49.2975	78.48	103.68
3	41.3175	76.32	103.68
4	41.3175	76.32	103.68
5	35.94	61.44	103.68
6	35.94	61.44	103.68
7	20.1675	54.72	103.68
8	20.1675	54.72	103.68
total	293.445	541.92	829.44
Subsuelos			
1	49.2975	90.675	172.8
2	49.2975	90.675	172.8
	98.595	181.35	345.6

Tabla 42. Volúmenes de Hormigón**Peso acero**

Edificio 8 pisos CEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
40007.682	52361.977	34970.6083	34541.4801

Tabla 43. Peso de acero**Edificio 10 pisos CEC****Volumen de hormigón**

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	61.68	82.08	103.68
2	61.68	82.08	103.68
3	44.28	76.68	103.68
4	44.28	76.68	103.68
5	44.28	71.64	103.68
6	44.28	71.64	103.68
7	33.51	63.36	103.68

8	33.51	61.44	103.68
9	21.72	52.8	103.68
10	21.72	52.8	103.68
total	410.94	691.2	1036.8
Subsuelos			
1	61.68	90.675	172.8
2	61.68	90.675	172.8
total	123.36	181.35	345.6

Tabla 44. Volúmenes de Hormigón

Peso de acero

Edificio 10 pisos CEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
54525.315	40671.42857	72065.87499	40347.985

Tabla 45. Peso de acero

Edificio 4 pisos NEC

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	24.24	62.64	103.68
2	24.24	62.64	103.68
3	20.1675	57.24	103.68
4	20.1675	57.24	103.68
total	88.815	239.76	414.72
Subsuelos			
1	24.24	90.675	172.8
2	24.24	90.675	172.8
total	48.48	181.35	345.6

Tabla 46. Volúmenes de Hormigón

Edificio 4 pisos NEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
15541.09245	21365.34458	21673.14408	22660.3023

Tabla 47. Peso de acero

Edificio 6 pisos NEC**Volumen de hormigón**

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	37.56	72.72	103.68
2	37.56	72.72	103.68
3	33.51	66.96	103.68
4	33.51	66.96	103.68
5	27.3675	57.24	103.68
6	27.3675	57.24	103.68
total	196.875	393.84	622.08
Subsuelos			
1	37.56	90.675	172.8
2	37.56	90.675	172.8
TOTAL	75.12	181.35	345.6

Tabla 48. Volúmenes de Hormigón**Peso de acero**

Edificio 6 pisos NEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
29076.44318	35748.85138	30951.73908	31366.6804

Tabla 49. Peso de acero**Edificio 8 pisos NEC****Volumen de hormigón**

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	49.2975	78.48	103.68
2	49.2975	78.48	103.68
3	43.41	76.32	103.68
4	43.41	76.32	103.68
5	35.94	61.44	103.68
6	35.94	61.44	103.68
7	20.1675	54.72	103.68
8	20.1675	54.72	103.68
total	297.63	541.92	829.44

Subsuelos			
1	49.2975	90.675	172.8
2	49.2975	90.675	172.8
total	98.595	181.35	345.6

Tabla 50. Volúmenes de Hormigón

Peso acero

Edificio 8 pisos NEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
41077.21703	53792.86908	39419.79406	34541.4801

Tabla 51. Peso de acero

Edificio 10 pisos NEC

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	61.68	82.08	103.68
2	61.68	82.08	103.68
3	44.28	76.68	103.68
4	44.28	76.68	103.68
5	44.28	71.64	103.68
6	44.28	71.64	103.68
7	35.94	63.36	103.68
8	35.94	61.44	103.68
9	21.72	52.8	103.68
10	21.72	52.8	103.68
total	415.8	691.2	1036.8
Subsuelos			
1	61.68	90.675	172.8
2	61.68	90.675	172.8
Total	123.36	181.35	345.6

Tabla 52. Volúmenes de Hormigón

Peso acero

Edificio 10 pisos NEC

Columnas		Vigas	
Acero longitudinal	Acero	Acero	Acero

	transversal	longitudinal	transversal
Kg	Kg	Kg	Kg
54578.40141	48258.09794	72342.08382	40347.985

Tabla 53. Peso de acero

Edificio 4 pisos CEC muros estructurales

Volumen de acero muros

Muros

Para refuerzo longitudinal se sigue el mismo procedimiento de columnas y para refuerzo transversal los muros se utiliza la misma fórmula por capacidad que se utilizó para vigas que se encuentra normada en NEC y se aplica la distribución de fuerzas según CEC y NEC para obtener el cortante correspondiente, con fines prácticos se utiliza la distribución de fuerzas que se obtiene del programa.

Para comprobar que la fuerza cortante sea la correcta se hace comprueba el cortante basal total vs la fuerza cortante producida por el momento en el muro como se indicó previamente.

Columnas	50	cm
Área	2500	cm ²
refuerzo	1%	
As	25	cm ²
fy	4200	Kg/cm ²
T	105000	Kg
N u	45450.72	Kg
f'c	210	kg/cm ²
b	30	cm
a	28.1	cm

Tabla 54. Muro estructurales

Mn	61921383.4	Kgfc
L total	1800	cm
V	34.4007685	Ton

Se comprueba que el cortante basal es mayor a este cortante producido por el momento en el muro por lo que se escoge este para hacer la distribución.

Distribución de acero transversal en muros según CEC

	w	h	w*h	coeficiente	Vs	d	fy	s	As	As real	Hx	# de estribos	Vol. acero	Peso
Piso	ton	m			Ton	cm	kg/cm2	cm	cm2	cm2	m		m3	Kg
1	348.65	18	6275.7	0.298	75.796	480	4200	40	1.504	1.5708	3	7.5	0.019	150.28
2	348.65	15	5229.8	0.249	63.163	480	4200	45	1.41	1.5708	3	6.67	0.017	133.58
3	361.23	12	4334.8	0.206	52.354	480	4200	45	1.169	1.5708	3	6.67	0.017	133.58
4	361.23	9	3251.1	0.155	39.265	480	4200	45	0.876	1.5708	3	6.67	0.017	133.58
5	215.93	6	1295.6	0.062	15.648	480	4200	45	0.349	1.5708	3	6.67	0.017	133.58
6	215.93	3	647.8	0.031	7.8239	480	4200	45	0.175	1.5708	3	6.67	0.017	133.58
			21035		254.05									818.2

Tabla 55. Peso de acero en estribos de muros estructurales

Este procedimiento se realiza para cada muro del edificio.

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	7.26	22.5	103.68
2	7.26	22.5	103.68
3	7.26	20.7	103.68
4	7.26	20.7	103.68
total	29.04	86.4	414.72
Subsuelos			
1	10.65	28.125	172.8
2	10.65	28.125	172.8
Muros Cortantes		108	
Columnas cortantes		33.3	

Tabla 56. Volúmenes de Hormigón**Peso acero**

Edificio 4 pisos CEC con muros

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
11518.70241	16473.0944	13603.73851	20515.0802	2773.796	2773.796

Tabla 57. Peso de acero

Edificio 6 pisos CEC muros

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	10.59	22.5	103.68
2	10.59	22.5	103.68
3	7.71	22.5	103.68
4	7.71	22.5	103.68
5	7.71	22.5	103.68
6	7.71	22.5	103.68
total	52.02	135	622.08
Subsuelos			
1	14.07	28.125	172.8
2	14.07	28.125	172.8
total	28.14	56.25	345.6
Muros Cortantes		144	
Columnas cortantes		66.48	

Tabla 58. Volúmenes de Hormigón

Peso de acero

Edificio 6 pisos CEC con muros

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
21851.91548	21077.8901	16248.91737	24485.3773	3602.896	3602.896

Tabla 59. Peso de acero

Edificio 8 pisos CEC muros

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	12.5175	22.5	103.68
2	12.5175	22.5	103.68
3	10.59	22.5	103.68
4	10.59	22.5	103.68
5	8.8575	22.5	103.68
6	8.8575	22.5	103.68
7	7.26	22.5	103.68

8	7.26	22.5	103.68
total	78.45	180	829.44
Subsuelos			
1	16.8375	28.125	172.8
2	16.8375	28.125	172.8
total	33.675	56.25	345.6
Muros Cortantes		180	
Columnas cortantes		106.5	

Tabla 60. Volúmenes de Hormigón

Peso acero

Edificio 8 pisos CEC con muros

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
35052.69782	36424.7101	18478.60374	28739.2443	4056.488	4056.488

Tabla 61. Peso de acero

Edificio 10 pisos CEC muros

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	17.58	22.5	103.68
2	17.58	22.5	103.68
3	14.07	22.5	103.68
4	14.07	22.5	103.68
5	10.14	22.5	103.68
6	10.14	22.5	103.68
7	7.26	22.5	103.68
8	7.26	22.5	103.68
9	7.26	22.5	103.68
10	7.26	22.5	103.68
Total	112.62	225	1036.8
Subsuelos			
1	19.29	28.125	172.8
2	19.29	28.125	172.8
Total	38.58	56.25	345.6
Muros Cortantes		216	
Columnas cortantes		181.8	

Tabla 65. Peso de acero en estribos de muros estructurales Este procedimiento se realiza para cada muro del edificio

Peso acero

Edificio 4 pisos NEC con muros

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
13120.50217	16473.0944	13613.53531	20515.0802	2785.688	2785.688

Tabla 66. Peso de acero

Edificio 6 pisos NEC muros

Volumen de hormigón

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	10.59	22.5	103.68
2	10.59	22.5	103.68
3	7.71	22.5	103.68
4	7.71	22.5	103.68
5	7.71	22.5	103.68
6	7.71	22.5	103.68
total	52.02	135	622.08
Subsuelos			
1	14.07	28.125	172.8
2	14.07	28.125	172.8
total	28.14	56.25	345.6
Muros Cortantes		144	
Columnas cortantes		66.48	

Tabla 67. Volúmenes de Hormigón

Peso acero

Edificio 6 pisos NEC con muros

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
26994.40887	22908.2997	16851.42823	24485.3773	3660.668	3660.668

Tabla 68. Peso de acero

Edificio 8 pisos NEC muros**Volumen de hormigón**

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	12.5175	22.5	103.68
2	12.5175	22.5	103.68
3	10.59	22.5	103.68
4	10.59	22.5	103.68
5	8.8575	22.5	103.68
6	8.8575	22.5	103.68
7	7.26	22.5	103.68
8	7.26	22.5	103.68
total	78.45	180	829.44
Subsuelos			
1	16.8375	28.125	172.8
2	16.8375	28.125	172.8
total	33.675	56.25	345.6
Muros Cortantes		180	
Columnas cortantes		97.5	

Tabla 69. Volúmenes de Hormigón**Peso acero****Edificio 8 pisos NEC con muros**

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
45951.63018	36424.7101	18515.73667	28739.2443	4562.048	4562.048

Tabla 70. Peso de acero**Edificio 10 pisos NEC muros****Volumen de hormigón**

Volumen (m3)			
Pisos	columnas	vigas	losa
1	17.58	22.5	103.68
2	17.58	22.5	103.68
3	14.07	22.5	103.68
4	14.07	22.5	103.68
5	10.14	22.5	103.68

6	10.14	22.5	103.68
7	7.26	22.5	103.68
8	7.26	22.5	103.68
9	7.26	22.5	103.68
10	7.26	22.5	103.68
Total	112.62	225	1036.8
Subsuelos			
1	19.29	28.125	172.8
2	19.29	28.125	172.8
Total	38.58	56.25	345.6
Muros Cortantes		216	
Columnas cortantes		181.8	

Tabla 71. Volúmenes de Hormigón

Peso acero

Edificio 10 pisos NEC con muros

Columnas		Vigas		Muros	
Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal	Acero longitudinal	Acero transversal
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
77810.49466	30914.4098	22322.05472	35172.905	4821.864	4821.864

Tabla 72. Peso de acero

5.3. Comparación de Volúmenes CEC Vs NEC

Comparación edificios sin muros CEC Vs NEC			4 pisos			6 pisos			8 pisos			10 pisos		
			CEC02	NEC11	%	CEC02	NEC11	%	CEC02	NEC11	%	CEC02	NEC11	%
	Estructura													
3	Hormigón losa	m3	760.32	760.32	-	967.68	967.68	-	1175.04	1175.04	-	1382.4	1382.4	-
4	Hormigón para columnas	m3	122.655	137.295	11.94	271.995	271.995	-	392.04	392.04	-	534.3	539.16	0.91
5	Hormigón para vigas	m3	448.23	421.11	-6.05	570.87	575.19	0.76	723.27	723.27	-	872.55	872.55	-
6	Acero de columnas y vigas	Kg	74002.38	81239.88	9.78	122520.74	127143.71	3.77	161881.75	168831.36	4.29	207610.60	215526.57	3.81
7	Acero losa	Kg	18247.68	18247.68	-	23224.32	23224.32	-	28200.96	28200.96	-	33177.6	33177.6	-
8	Encofrado losa	m2	4224	4224	-	5376	5376	-	6528	6528	-	7680	7680	-
9	mallas electrosoldada	m2	4224	4224	-	5376	5376	-	6528	6528	-	7680	7680	-
10	Alisado piso helicóptero	m2	3648	3648	-	4800	4800	-	5952	5952	-	7104	7104	-
11	Alisado terraza	m2	576	576	-	576	576	-	576	576	-	576	576	-

Tabla 73. Comparación de volúmenes CEC vs NEC en edificios con sistemas aporcadas

Se puede apreciar el % de incremento de NEC 11 con relación a CEC 02

Comparación edificios con muros CEC Vs NEC			4 pisos			6 pisos			8 pisos			10 pisos		
			CEC02	NEC11	%	CEC02	NEC11	%	CEC02	NEC11	%	CEC02	NEC11	%
	Estructura													
3	Hormigón losa	m3	760.32	760.32	-	967.68	967.68	-	1175.04	1175.04	-	1382.4	1382.4	-
4	Hormigón para columnas	m3	50.34	50.34	-	80.16	80.16	-	112.125	112.125	-	151.2	151.2	-
5	Hormigón para vigas	m3	142.65	142.65	-	191.25	191.25	-	236.25	236.25	-	281.25	281.25	-
6	Acero de columnas y vigas	Kg	62110.62	63722.21	2.59	83664.10	91239.51	9.05	118695.26	129631.32	9.21	144086.22	166219.86	15.36
7	Acero losa	Kg	18247.68	18247.68	-	23224.32	23224.32	-	28200.96	28200.96	-	33177.6	33177.6	-
8	Encofrado losa	m2	4224	4224	-	5376	5376	-	6528	6528	-	7680	7680	-
9	malla electrosoldada	m2	4224	4224	-	5376	5376	-	6528	6528	-	7680	7680	-
10	Alisado piso helicóptero	m2	3648	3648	-	4800	4800	-	5952	5952	-	7104	7104	-
11	Alisado terraza	m2	576	576	-	576	576	-	576	576	-	576	576	-
	Muros Estructurales													
12	Hormigón muros	m3	141.3	141.3	-	210.48	210.48	-	286.5	286.5	-	397.8	397.8	-
13	Acero de refuerzo muros	kg	6046.58	6838.98	13.10	7877.56	10032.58	27.36	9399.81	12155.28	29.31	11233.85	14352.06	27.76

Tabla 74. Comparación de volúmenes CEC vs NEC en edificios con muros estructurales

Se puede apreciar el % de incremento de NEC 11 con relación a CEC 02

Grafica de Resultados

En los siguientes gráficos se presenta los cambios más significativos en volúmenes o pesos que presentan los edificios para sistemas aporticados.

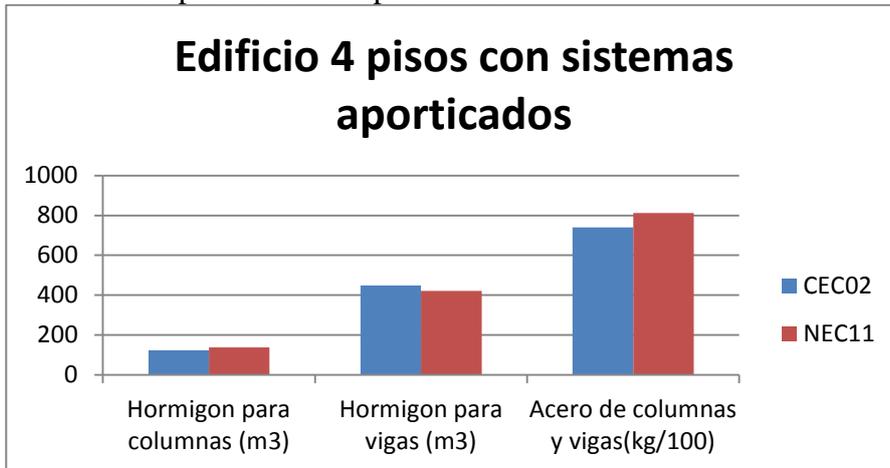


Tabla 75. Comparación de volumen entre CEC y NEC

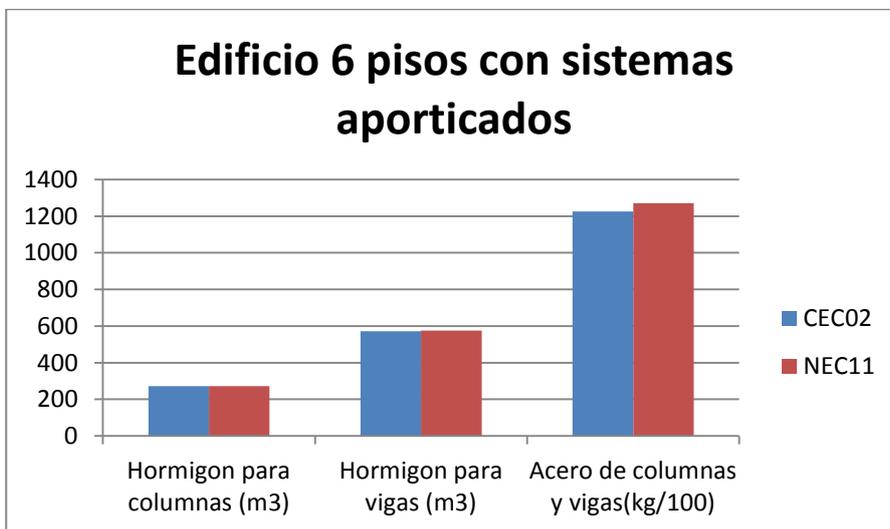


Tabla 76. Comparación de volumen entre CEC y NEC

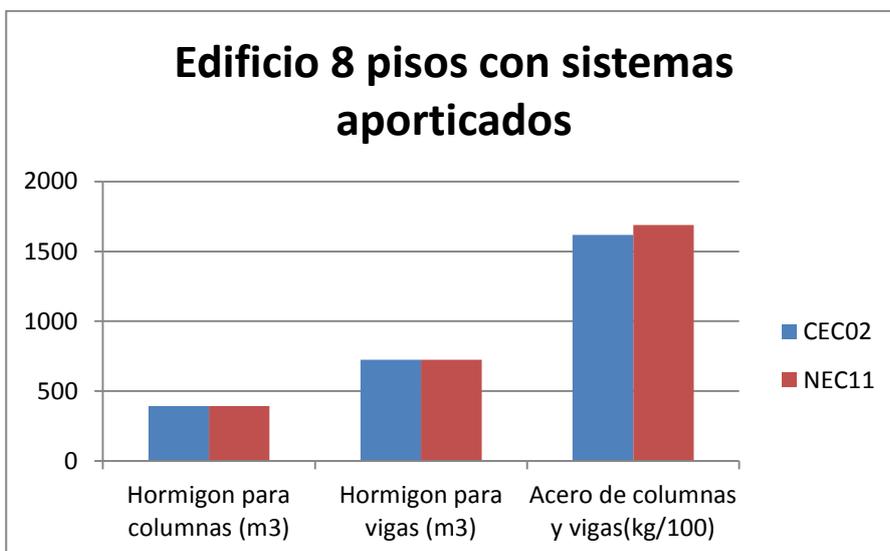


Tabla 77. Comparación de volumen entre CEC y NEC

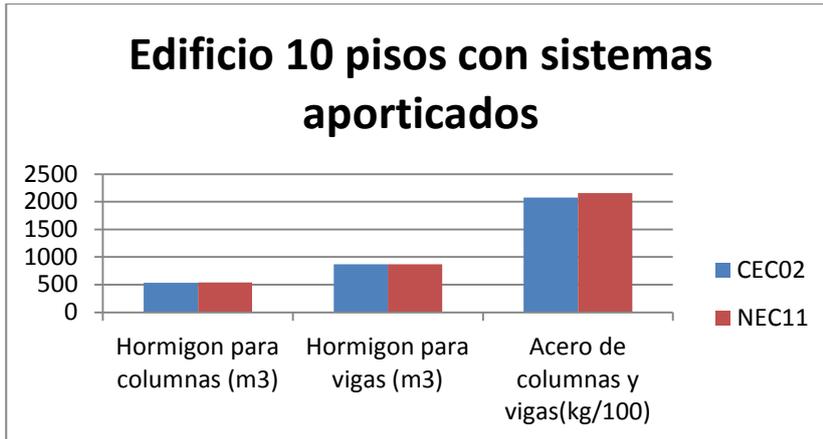


Tabla 78. Comparación de volumen entre CEC y NEC

En los siguientes gráficos se presenta los cambios más significativos en volúmenes o pesos que presentan los edificios con muros estructurales, no se presenta la cantidad de volumen del muros estructural ya que es el mismo para todos los casos, tan solo varia el acero estructural.

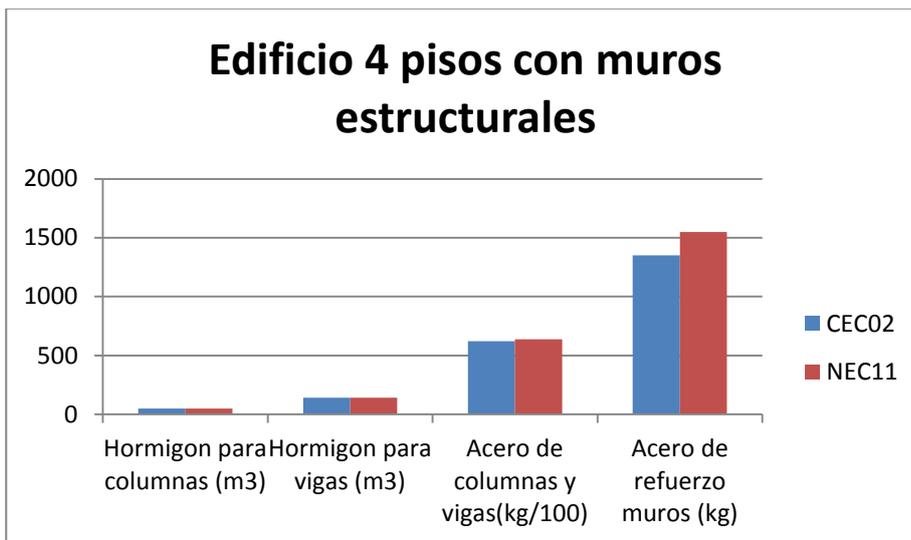


Tabla 79. Comparación de volumen entre CEC y NEC

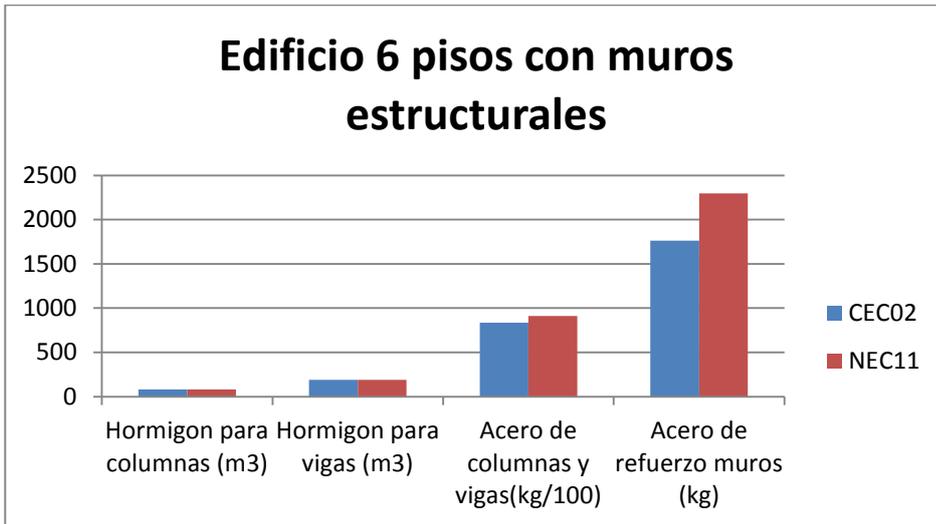


Tabla 80. Comparación de volumen entre CEC y NEC

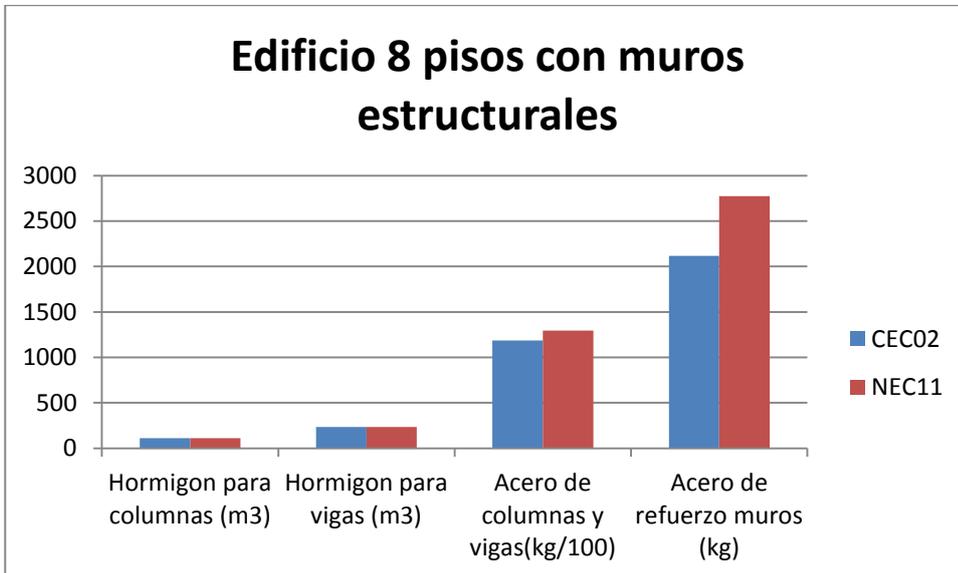


Tabla 81. Comparación de volumen entre CEC y NEC

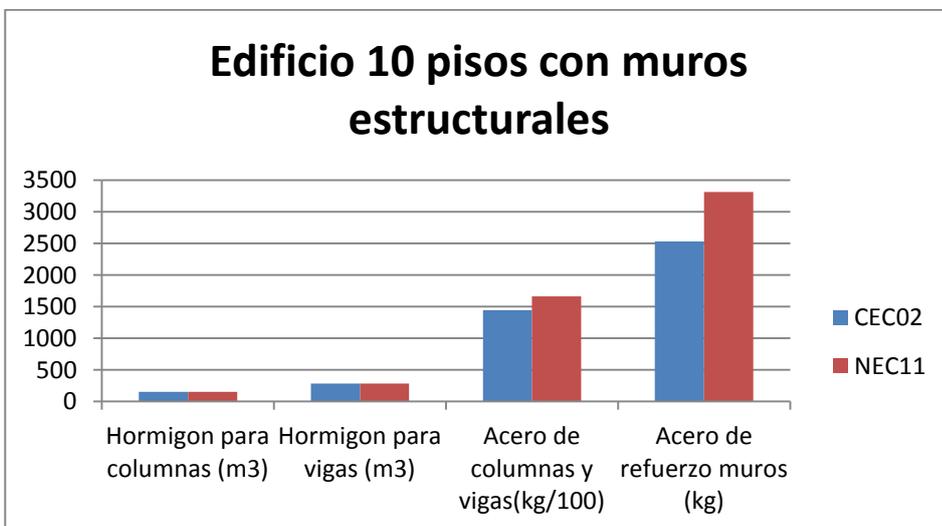


Tabla 82. Comparación de volumen entre CEC y NEC

6. Presupuesto

PRESUPUESTO REFERENCIAL DESGLOSADO

6.1. EDIFICIO 4 pisos + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replantillo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.5	140.63	5273.625	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	290	191.15	55433.5	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	239670.175
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replantillo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	28.75	230	6612.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	2875	1.65	4743.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	280	15	4200	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	16356.25
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	760.32	158.83	120761.63	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	122.655	160.77	19719.244	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	74002.38	1.65	122103.93	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	4224	8	33792	

29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	4224	4.56	19261.44	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	448.23	220.11	98659.905	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	18247.68	1.65	30108.672	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	3648	1.31	4778.88	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	579	3.5	2026.5	451212.1943
	ESCALERAS					
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	10.8	220	2376	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	870	1.65	1435.5	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	85.33	13	1109.29	4920.79
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	4147.2	12	49766.4	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1037.4	8	8299.2	
43	Riostras verticales H.A	ml	140	20	2800	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	140	20	2800	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	333.33	20	6666.6	
46	Enlucido vertical exterior	m2	1478	11.13	16450.14	
47	Enlucido vertical interior	m2	2233.1	7.18	16033.658	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	1333.33	4.56	6079.9848	108895.98
	ACABADOS					
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	2304	18	41472	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	46805.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
54	Empaste interior	m2	2924	2.71	7924.04	
55	Pintura interior	m2	2924	3.5	10234	
56	Barrederas	ml	1209.33	6	7255.98	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	280	18	5040	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	160	80	12800	43254.02
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
61	Textura exteriores	m2	2010.07	12.13	24382.149	24382.14
	TUMBADOS FALSOS					
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	2304	10.27	23662.08	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	2304	1.99	4584.96	28247.04
	ALUMINIO / VIDRIO					
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	300.37	91.53	27492.866	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	773.78	150	116067	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	151735.76
	PUERTAS					
74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	37	200	7400	

75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	7	200	1400	
76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	32	200	6400	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	30	180	5400	21880
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	100	100.89	10089	
82	Espejos	m2	24	20	480	10569
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
88	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
89	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	21	105	2205	
93	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	37	75	2775	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	40	95.08	3803.2	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	20	400	8000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	16	247.98	3967.68	20750.88
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	63994.05	63994.05	63994.05
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	195134.03	195134.03	195134.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	155175.03	155175.03	155175.03
TOTAL presupuesto						1793198.86
				COSTO ESTRUCTURA		673711.41
				Terreno		624000.1704
INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO						2417199.03

6.2. EDIFICIO 4 pisos + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.5	140.63	5273.625	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	290	191.15	55433.5	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	239670.175
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	28.75	230	6612.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	2875	1.65	4743.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	280	15	4200	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	16356.25
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	760.32	158.83	120761.63	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	137.295	160.77	22072.917	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	81239.88	1.65	134045.8	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	4224	8	33792	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	4224	4.56	19261.44	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	421.11	220.11	92690.522	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	18247.68	1.65	30108.672	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	3648	1.31	4778.88	
33	de terraza con helicóptero incl. Alisado impermeabilizante para hormigón	m2	579	3.5	2026.5	459538.3589

	ESCALERAS					
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	10.8	220	2376	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	870	1.65	1435.5	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	85.33	13	1109.29	4920.79
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	4147.2	12	49766.4	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1037.4	8	8299.2	
43	Riostras verticales H.A	ml	140	20	2800	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	140	20	2800	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	333.33	20	6666.6	
46	Enlucido vertical exterior	m2	1478	11.13	16450.14	
47	Enlucido vertical interior	m2	2233.1	7.18	16033.658	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	1333.33	4.56	6079.9848	108895.9828
	ACABADOS					
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	2304	18	41472	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	46805.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
54	Empaste interior	m2	2924	2.71	7924.04	
55	Pintura interior	m2	2924	3.5	10234	
56	Barrederas	ml	1209.33	6	7255.98	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	280	18	5040	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	160	80	12800	43254.02
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
61	Textura exteriores	m2	2010.07	12.13	24382.149	24382.1491
	TUMBADOS FALSOS					
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	2304	10.27	23662.08	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	2304	1.99	4584.96	28247.04
	ALUMINIO / VIDRIO					
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	300.37	91.53	27492.866	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	773.78	150	116067	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	151735.7661
	PUERTAS					
74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	37	200	7400	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	7	200	1400	
76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	32	200	6400	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	30	180	5400	21880

	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	100	100.89	10089	
82	Espejos	m2	24	20	480	10569
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
88	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
89	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	21	105	2205	
93	Urinaríos con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	37	75	2775	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	40	95.08	3803.2	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	20	400	8000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	16	247.98	3967.68	20750.88
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	63994.05	63994.05	63994.05
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	195134.03	195134.03	195134.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	155175.03	155175.03	155175.03
TOTAL presupuesto						1801525.026
				COSTO ESTRUCTURA		682037.57
				Terreno		624000.1704
INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO						2425525.197

6.2. EDIFICIO 6 pisos + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	314	191.15	60021.1	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	244215.586
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	30	230	6900	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3000	1.65	4950	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	300	15	4500	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	17150
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	967.68	158.83	153696.61	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	271.995	160.77	43728.636	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	122520.74	1.65	202159.22	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	5376	8	43008	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	5376	4.56	24514.56	

30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	570.87	220.11	125654.2	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	23224.32	1.65	38320.128	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	4800	1.31	6288	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	639385.3553
	ESCALERAS					
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	14.4	220	3168	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1250	1.65	2062.5	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	128	13	1664	6894.5
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	6220.8	12	74649.6	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1555.2	8	12441.6	
43	Riostras verticales H.A	ml	210	20	4200	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	210	20	4200	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	500	20	10000	
46	Enlucido vertical exterior	m2	2217	11.13	24675.21	
47	Enlucido vertical interior	m2	5559	7.18	39913.62	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	2000	4.56	9120	179200.03
	ACABADOS					
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	3456	18	62208	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	67541.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
54	Empaste interior	m2	5559	2.71	15064.89	
55	Pintura interior	m2	5559	3.5	19456.5	
56	Barrederas	ml	1814	6	10884	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	420	18	7560	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	240	80	19200	72165.39
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
61	Textura exteriores	m2	2975.7	12.13	36095.241	36095.241
	TUMBADOS FALSOS					
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	3456	10.27	35493.12	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	3456	1.99	6877.44	42370.56
	ALUMINIO / VIDRIO					
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	450.56	91.53	41239.757	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1160.67	150	174100.5	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	223516.1568
	PUERTAS					

74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	56	200	11200	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	11	200	2200	
76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	48	200	9600	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	46	180	8280	32560
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	150	100.89	15133.5	
82	Espejos	m2	37	20	740	15873.5
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
88	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	32	105	3360	
93	Urinarios con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	55	75	4125	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	60	95.08	5704.8	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	30	400	12000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	24	247.98	5951.52	31141.32
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	95991.08	95991.08	95991.08
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	292701.03	292701.03	292701.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	232762.54	232762.54	232762.54
	TOTAL presupuesto					2439779.793
				COSTO ESTRUCTURA		869197.44
				Terreno		624000.1704
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO		3063779.964

6.3. EDIFICIO 6 pisos + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambiente	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	314	191.15	60021.1	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	244215.586
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	30	230	6900	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3000	1.65	4950	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	300	15	4500	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	17150
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	967.68	158.83	153696.61	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	271.995	160.77	43728.636	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	127143.7	1.65	209787.12	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	5376	8	43008	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	5376	4.56	24514.56	

30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	575.19	220.11	126605.07	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	23224.32	1.65	38320.128	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	4800	1.31	6288	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	647964.131
	ESCALERAS					
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	14.4	220	3168	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1250	1.65	2062.5	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	128	13	1664	6894.5
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	6220.8	12	74649.6	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1555.2	8	12441.6	
43	Riostras verticales H.A	ml	210	20	4200	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	210	20	4200	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	500	20	10000	
46	Enlucido vertical exterior	m2	2217	11.13	24675.21	
47	Enlucido vertical interior	m2	5559	7.18	39913.62	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	2000	4.56	9120	179200.03
	ACABADOS					
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	3456	18	62208	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	67541.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
54	Empaste interior	m2	5559	2.71	15064.89	
55	Pintura interior	m2	5559	3.5	19456.5	
56	Barrederas	ml	1814	6	10884	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	420	18	7560	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	240	80	19200	72165.39
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
61	Textura exteriores	m2	2975.7	12.13	36095.241	36095.241
	TUMBADOS FALSOS					
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	3456	10.27	35493.12	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	3456	1.99	6877.44	42370.56
	ALUMINIO / VIDRIO					
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	450.56	91.53	41239.757	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1160.67	150	174100.5	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	223516.1568
	PUERTAS					

74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	56	200	11200	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	11	200	2200	
76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	48	200	9600	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	46	180	8280	32560
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	150	100.89	15133.5	
82	Espejos	m2	37	20	740	15873.5
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
88	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	32	105	3360	
93	Urinaris con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	55	75	4125	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	60	95.08	5704.8	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	30	400	12000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	24	247.98	5951.52	31141.32
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	95991.08	95991.08	95991.08
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	292701.03	292701.03	292701.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	232762.54	232762.54	232762.54
	TOTAL presupuesto					2448358.569
				COSTO ESTRUCTURA		877776.22
				Terreno		624000.1704
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO		3072358.74

6.4. EDIFICIO 8 pisos + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambiente	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	379	191.15	72445.85	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	277544.186
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	35	230	8050	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3500	1.65	5775	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	330	15	4950	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	19575
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1175.04	158.83	186631.6	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	392.04	160.77	63028.271	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	161881.75	1.65	267104.89	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	6528	8	52224	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	6528	4.56	29767.68	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	723.27	220.11	159198.96	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	28200.96	1.65	46531.584	

32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	5952	1.31	7797.12	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	814300.1052
ESCALERAS						
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	18	220	3960	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1440	1.65	2376	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	170.67	13	2218.71	8554.71
MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS						
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	8294.4	12	99532.8	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2073	8	16584	
43	Riostras verticales H.A	ml	280	20	5600	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	280	20	5600	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	666.67	20	13333.4	
46	Enlucido vertical exterior	m2	2956	11.13	32900.28	
47	Enlucido vertical interior	m2	9882.67	7.18	70957.571	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	2666.67	4.56	12160.015	256668.0658
ACABADOS						
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	4608	18	82944	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	88277.8
REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)						
54	Empaste interior	m2	13176.89	2.71	35709.372	
55	Pintura interior	m2	13176.89	3.5	46119.115	
56	Barrederas	ml	2418.67	6	14512.02	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	560	18	10080	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	320	80	25600	132020.5069
REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)						
61	Textura exteriores	m2	3941.33	12.13	47808.333	47808.3329
TUMBADOS FALSOS						
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	4608	10.27	47324.16	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	4608	1.99	9169.92	56494.08
ALUMINIO / VIDRIO						
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	600.75	91.53	54986.648	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1547.56	150	232134	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	295296.5475
PUERTAS						
74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	75	200	15000	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	15	200	3000	

76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	64	200	12800	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	62	180	11160	43880
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	200	100.89	20178	
82	Espejos	m2	50	20	1000	21178
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
88	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	43	105	4515	
93	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	73	75	5475	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	80	95.08	7606.4	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	40	400	16000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	32	247.98	7935.36	41531.76
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	127988.11	127988.11	127988.11
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	390268.03	390268.03	390268.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	310350.05	310350.05	310350.05
	TOTAL presupuesto					3141950.989
				COSTO ESTRUCTURA		1081526.00
				Terreno		624000.1704
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO		3765951.159

6.5. EDIFICIO 8 pisos + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambiente	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	379	191.15	72445.85	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	277544.186
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	35	230	8050	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3500	1.65	5775	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	330	15	4950	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	19575
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1175.04	158.83	186631.6	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	392.04	160.77	63028.271	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	168831.36	1.65	278571.74	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	6528	8	52224	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	6528	4.56	29767.68	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	723.27	220.11	159198.96	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	28200.96	1.65	46531.584	

32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	5952	1.31	7797.12	
33	de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	825766.9617
ESCALERAS						
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	18	220	3960	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1440	1.65	2376	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	170.67	13	2218.71	8554.71
MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS						
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	8294.4	12	99532.8	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2073	8	16584	
43	Riostras verticales H.A	ml	280	20	5600	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	280	20	5600	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	666.67	20	13333.4	
46	Enlucido vertical exterior	m2	2956	11.13	32900.28	
47	Enlucido vertical interior	m2	9882.67	7.18	70957.571	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	2666.67	4.56	12160.015	256668.0658
ACABADOS						
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	4608	18	82944	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	88277.8
REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)						
54	Empaste interior	m2	13176.89	2.71	35709.372	
55	Pintura interior	m2	13176.89	3.5	46119.115	
56	Barrederas	ml	2418.67	6	14512.02	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	560	18	10080	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	320	80	25600	132020.5069
REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)						
61	Textura exteriores	m2	3941.33	12.13	47808.333	47808.3329
TUMBADOS FALSOS						
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	4608	10.27	47324.16	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	4608	1.99	9169.92	56494.08
ALUMINIO / VIDRIO						
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	600.75	91.53	54986.648	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1547.56	150	232134	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	295296.5475
PUERTAS						
74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	75	200	15000	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	15	200	3000	

76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	64	200	12800	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	62	180	11160	43880
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	200	100.89	20178	
82	Espejos	m2	50	20	1000	21178
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
88	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	43	105	4515	
93	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	73	75	5475	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	80	95.08	7606.4	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	40	400	16000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	32	247.98	7935.36	41531.76
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	127988.11	127988.11	127988.11
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	390268.03	390268.03	390268.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	310350.05	310350.05	310350.05
	TOTAL presupuesto					3153417.845
				COSTO ESTRUCTURA	1092992.86	
				Terreno	624000.1704	
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO	3777418.016	

6.6. EDIFICIO 10 pisos + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambiente	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	416.9	191.15	79690.435	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	284788.771
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	43.75	230	10062.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	4375	1.65	7218.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	412.5	15	6187.5	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	24268.75
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1382.4	158.83	219566.59	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	534.3	160.77	85899.411	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	207610.6	1.65	342557.49	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	7680	8	61440	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	7680	4.56	35020.8	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	872.55	220.11	192056.98	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	33177.6	1.65	54743.04	

32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	7104	1.31	9306.24	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	1002606.554
ESCALERAS						
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.6	220	4752	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1836	1.65	3029.4	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	212.48	13	2762.24	10543.64
MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS						
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	10368	12	124416	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2592	8	20736	
43	Riostras verticales H.A	ml	348.6	20	6972	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	348.6	20	6972	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	830	20	16600	
46	Enlucido vertical exterior	m2	3680.22	11.13	40960.849	
47	Enlucido vertical interior	m2	15466.3	7.18	111048.03	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	3320	4.56	15139.2	342844.0826
ACABADOS						
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	6912	18	124416	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	129749.8
REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)						
54	Empaste interior	m2	25777.17	2.71	69856.131	
55	Pintura interior	m2	25777.17	3.5	90220.095	
56	Barrederas	ml	3011.24	6	18067.44	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	700	18	12600	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	40	80	3200	193943.6657
REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)						
61	Textura exteriores	m2	4906.96	12.13	59521.425	59521.4248
TUMBADOS FALSOS						
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	7680	10.27	78873.6	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	7680	1.99	15283.2	94156.8
ALUMINIO / VIDRIO						
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	750.94	91.53	68733.538	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1934.45	150	290167.5	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	367076.9382
PUERTAS						
74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	94	200	18800	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	19	200	3800	

76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	80	200	16000	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	78	180	14040	54560
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	250	100.89	25222.5	
82	Espejos	m2	62	20	1240	26462.5
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
88	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	54	105	5670	
93	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	91	75	6825	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	100	95.08	9508	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	50	400	20000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	40	247.98	9919.2	51922.2
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	159345.19	159345.19	159345.19
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	485883.7	485883.7	485883.7
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	386385.82	386385.82	386385.82
	TOTAL presupuesto					3884275.54
				COSTO ESTRUCTURA		1283759.71
				Terreno		624000.1704
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO		4508275.711

6.7. EDIFICIO 10 pisos + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambiente	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	416.9	191.15	79690.435	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	284788.771
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	43.75	230	10062.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	4375	1.65	7218.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	412.5	15	6187.5	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	24268.75
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1382.4	158.83	219566.59	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	539.16	160.77	86680.753	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	215526.57	1.65	355618.84	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	7680	8	61440	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	7680	4.56	35020.8	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	872.55	220.11	192056.98	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	33177.6	1.65	54743.04	

32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	7104	1.31	9306.24	
33	de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	1016449.246
ESCALERAS						
36	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.6	220	4752	
37	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1836	1.65	3029.4	
38	Hormigón Simple en bordillos	ml	212.48	13	2762.24	10543.64
MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS						
41	Mampostería bloque e=15cm	m2	10368	12	124416	
42	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2592	8	20736	
43	Riostras verticales H.A	ml	348.6	20	6972	
44	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	348.6	20	6972	
45	Dinteles H.A ventanas	ml	830	20	16600	
46	Enlucido vertical exterior	m2	3680.22	11.13	40960.849	
47	Enlucido vertical interior	m2	15466.3	7.18	111048.03	
48	Filos enlucidos verticales interior	ml	3320	4.56	15139.2	342844.0826
ACABADOS						
50	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	6912	18	124416	
51	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
52	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	129749.8
REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)						
54	Empaste interior	m2	25777.17	2.71	69856.131	
55	Pintura interior	m2	25777.17	3.5	90220.095	
56	Barrederas	ml	3011.24	6	18067.44	
57	Cerámica en paredes de baños	m2	700	18	12600	
58	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	40	80	3200	193943.6657
REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)						
61	Textura exteriores	m2	4906.96	12.13	59521.425	59521.4248
TUMBADOS FALSOS						
64	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
65	Enlucido techos	m2	7680	10.27	78873.6	
66	Empaste y Pintura de gypsum	m2	7680	1.99	15283.2	94156.8
ALUMINIO / VIDRIO						
69	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	750.94	91.53	68733.538	
70	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1934.45	150	290167.5	
71	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	367076.9382
PUERTAS						
74	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	94	200	18800	
75	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	19	200	3800	

76	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	80	200	16000	
77	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
78	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	78	180	14040	54560
	VARIOS					
81	Pasamano de Hierro Lacado	ml	250	100.89	25222.5	
82	Espejos	m2	62	20	1240	26462.5
	JARDINERAS					
85	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
86	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
88	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
92	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	54	105	5670	
93	Urinarios con Pressmatic	U	0	80	0	
94	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	91	75	6825	
95	Secador de manos automático	U	0	110	0	
96	Ducha	U	100	95.08	9508	
97	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	50	400	20000	
98	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	40	247.98	9919.2	51922.2
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
102	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	159345.19	159345.19	159345.19
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
105	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	485883.7	485883.7	485883.7
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
108	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	386385.82	386385.82	386385.82
	TOTAL presupuesto					3898118.233
				COSTO ESTRUCTURA	1297602.41	
				Terreno	624000.1704	
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO	4522118.403	

6.8. EDIFICIO 4 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.5	140.63	5273.625	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	290	191.15	55433.5	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	239670.175
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	28.75	230	6612.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	2875	1.65	4743.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	280	15	4200	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	16356.25
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	760.32	158.83	120761.63	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	50.34	160.77	8093.1618	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	62110.62	1.65	102482.52	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	4224	8	33792	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	4224	4.56	19261.44	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	142.65	220.11	31398.692	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	18247.68	1.65	30108.672	

32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	3645	1.31	4774.95	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	579	3.5	2026.5	352699.5639
MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste						
36	Replanto e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	141.3	236.83	33464.079	
38	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	6046.6	1.65	9976.89	43440.969
ESCALERAS						
41	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	10.8	220	2376	
42	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	870	1.65	1435.5	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	85.33	13	1109.29	4920.79
MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS						
46	Mampostería bloque e=15cm	m2	4147.2	12	49766.4	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1037.4	8	8299.2	
48	Riostras verticales H.A	ml	140	20	2800	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	140	20	2800	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	333.33	20	6666.6	
51	Enlucido vertical exterior	m2	1478	11.13	16450.14	
52	Enlucido vertical interior	m2	2233.1	7.18	16033.658	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	1333.33	4.56	6079.9848	108895.9828
ACABADOS						
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	2304	18	41472	
57	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	46805.8
REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)						
61	Empaste interior	m2	2924	2.71	7924.04	
62	Pintura interior	m2	2924	3.5	10234	
63	Barrederas	ml	1209.33	6	7255.98	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	280	18	5040	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	160	80	12800	43254.02
REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)						
68	Textura exteriores	m2	2010.07	12.13	24382.149	24382.1491
69						
70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	2304	10.27	23662.08	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	2304	1.99	4584.96	28247.04
ALUMINIO / VIDRIO						
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	300.37	91.53	27492.866	

77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	773.78	150	116067	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	151735.7661
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	37	200	7400	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	7	200	1400	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	32	200	6400	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	30	180	5400	21880
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	100	100.89	10089	
89	Espejos	m2	24	20	480	10569
	JARDINERAS					
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	21	105	2205	
100	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	37	75	2775	
102	Secador de manos automático	U	0	110	0	
103	Ducha	U	40	95.08	3803.2	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	20	400	8000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	16	247.98	3967.68	20750.88
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	63994.05	63994.05	63994.05
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	195134.03	195134.03	195134.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	155175.03	155175.03	155175.03
	L presupuesto					1738127.2
				COSTO ESTRUCTURA		618639.75
				Terreno		624000.1704
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO		2362127.371

6.9. EDIFICIO 4 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambiente	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.5	140.63	5273.625	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	290	191.15	55433.5	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	239670.175
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	28.75	230	6612.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	2875	1.65	4743.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	280	15	4200	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	16356.25
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	760.32	158.83	120761.63	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	50.34	160.77	8093.1618	

27	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ² (columnas y vigas)	kg	63722.21	1.65	105141.65	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m ²	4224	8	33792	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m ²	4224	4.56	19261.44	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m ³	142.65	220.11	31398.692	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	18247.68	1.65	30108.672	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m ²	3645	1.31	4774.95	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m ²	579	3.5	2026.5	355358.6874
	MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste					
36	Replanteo $e=10$ cm, $f'_c=180$ kg/cm ²	m ³	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros $f'_c=210$ kg/cm ² (Inc. Encofrado)	m ³	141.3	236.83	33464.079	
38	Acero de Refuerzo en Barras, $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	6839	1.65	11284.35	44748.429
	ESCALERAS					
41	Hormigón Estructural $f'_c=210$ kg/cm ² (Inc. Encofrado)	m ³	10.8	220	2376	
42	Acero de Refuerzo en Barras, $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	870	1.65	1435.5	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	85.33	13	1109.29	4920.79
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
46	Mampostería bloque $e=15$ cm	m ²	4147.2	12	49766.4	
47	Mampostería bloque $e=10$ cm	m ²	1037.4	8	8299.2	
48	Riostras verticales H.A	ml	140	20	2800	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	140	20	2800	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	333.33	20	6666.6	
51	Enlucido vertical exterior	m ²	1478	11.13	16450.14	
52	Enlucido vertical interior	m ²	2233.1	7.18	16033.658	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	1333.33	4.56	6079.9848	108895.9828
	ACABADOS					
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m ²	2304	18	41472	
57	Aceras $f'_c=210$ kg/cm ² , incluye juntas	m ²	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m ²	140	16.67	2333.8	46805.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
61	Empaste interior	m ²	2924	2.71	7924.04	
62	Pintura interior	m ²	2924	3.5	10234	
63	Barrederas	ml	1209.33	6	7255.98	
64	Cerámica en paredes de baños	m ²	280	18	5040	
65	Mesones de hormigón f'_c 210 (baños) $a=60$ cm	ml	160	80	12800	43254.02

	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
68	Textura exteriores	m2	2010.07	12.13	24382.149	24382.1491
70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	2304	10.27	23662.08	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	2304	1.99	4584.96	28247.04
	ALUMINIO / VIDRIO					
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	300.37	91.53	27492.866	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	773.78	150	116067	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	151735.7661
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	37	200	7400	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	7	200	1400	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	32	200	6400	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	30	180	5400	21880
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	100	100.89	10089	
89	Espejos	m2	24	20	480	10569
	JARDINERAS					
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	21	105	2205	
100	Urinaríos con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	37	75	2775	
102	Secador de manos automático	U	0	110	0	
103	Ducha	U	40	95.08	3803.2	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	20	400	8000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	16	247.98	3967.68	20750.88
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	63994.05	63994.05	63994.05

	INSTALACIONES ELECTRICAS					
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	195134.03	195134.03	195134.03
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	155175.03	155175.03	155175.03
	L presupuesto					1742093.784
				COSTO ESTRUCTURA	622606.33	
				Terreno	624000.1704	
	INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO				2366093.954	

6.10. EDIFICIO 6 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	314	191.15	60021.1	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	244215.586
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044

	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	30	230	6900	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3000	1.65	4950	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	300	15	4500	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	17150
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	967.68	158.83	153696.61	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	80.16	160.77	12887.323	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	83664.1	1.65	138045.77	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	5376	8	43008	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	5376	4.56	24514.56	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	191.25	220.11	42096.038	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	23224.32	1.65	38320.128	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	4800	1.31	6288	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	460872.428 1
	MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste					
36	Replantiillo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	210.48	236.83	49847.978	
38	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	7877.56	1.65	12997.974	62845.9524
	ESCALERAS					
41	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	14.4	220	3168	
42	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1250	1.65	2062.5	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	128	13	1664	6894.5
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
46	Mampostería bloque e=15cm	m2	6220.8	12	74649.6	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1555.2	8	12441.6	
48	Riostras verticales H.A	ml	210	20	4200	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	210	20	4200	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	500	20	10000	
51	Enlucido vertical exterior	m2	2217	11.13	24675.21	
52	Enlucido vertical interior	m2	5559	7.18	39913.62	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	2000	4.56	9120	179200.03
	ACABADOS					

56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	3456	18	62208	
57	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	67541.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
61	Empaste interior	m2	5559	2.71	15064.89	
62	Pintura interior	m2	5559	3.5	19456.5	
63	Barrederas	ml	1814	6	10884	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	420	18	7560	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	240	80	19200	72165.39
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
68	Textura exteriores	m2	2975.7	12.13	36095.241	36095.241
69						
70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	3456	10.27	35493.12	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	3456	1.99	6877.44	42370.56
	ALUMINIO / VIDRIO					
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	450.56	91.53	41239.757	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1160.67	150	174100.5	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	223516.1568
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	56	200	11200	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	11	200	2200	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	48	200	9600	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	46	180	8280	32560
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	150	100.89	15133.5	
89	Espejos	m2	37	20	740	15873.5
	JARDINERAS					
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					

6.11. EDIFICIO 6 pisos con muros estructurales+ 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replantillo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	314	191.15	60021.1	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	69341	1.65	114412.65	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	244215.586
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replantillo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	30	230	6900	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3000	1.65	4950	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	300	15	4500	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	17150
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	967.68	158.83	153696.61	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	80.16	160.77	12887.323	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	91239.51	1.65	150545.19	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	5376	8	43008	

29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	5376	4.56	24514.56	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	191.25	220.11	42096.038	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	23224.32	1.65	38320.128	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	4800	1.31	6288	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	473371.8546
	MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste					
36	Replanto e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	210.48	236.83	49847.978	
38	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	10032.6	1.65	16553.79	66401.7684
	ESCALERAS					
41	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	14.4	220	3168	
42	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1250	1.65	2062.5	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	128	13	1664	6894.5
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
46	Mampostería bloque e=15cm	m2	6220.8	12	74649.6	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m2	1555.2	8	12441.6	
48	Riostras verticales H.A	ml	210	20	4200	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	210	20	4200	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	500	20	10000	
51	Enlucido vertical exterior	m2	2217	11.13	24675.21	
52	Enlucido vertical interior	m2	5559	7.18	39913.62	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	2000	4.56	9120	179200.03
	ACABADOS					
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	3456	18	62208	
57	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	67541.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
61	Empaste interior	m2	5559	2.71	15064.89	
62	Pintura interior	m2	5559	3.5	19456.5	
63	Barrederas	ml	1814	6	10884	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	420	18	7560	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	240	80	19200	72165.39
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
68	Textura exteriores	m2	2975.7	12.13	36095.241	36095.241
69						

70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	3456	10.27	35493.12	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	3456	1.99	6877.44	42370.56
	ALUMINIO / VIDRIO					
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	450.56	91.53	41239.757	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1160.67	150	174100.5	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	223516.1568
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	56	200	11200	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	11	200	2200	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	48	200	9600	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	4	320	1280	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	46	180	8280	32560
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	150	100.89	15133.5	
89	Espejos	m2	37	20	740	15873.5
	JARDINERAS					
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	32	105	3360	
100	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	55	75	4125	
102	Secador de manos automático	U	0	110	0	
103	Ducha	U	60	95.08	5704.8	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	30	400	12000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	24	247.98	5951.52	31141.32
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	95991.08	95991.08	95991.08
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	292701.03	292701.03	292701.03

CABLEADO ESTRUCTURADO						
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	232762.54	232762.54	232762.54
L presupuesto						2340168.061
COSTO ESTRUCTURA					769585.71	
Terreno					624000.1704	
INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO						2964168.232

6.12. EDIFICIO 8 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDA	P. UNIT.	TOTAL	
INSTALACIONES PROVISIONALES						
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
PREPARACION DEL TERRENO						
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES						
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	379	191.15	72445.85	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	277544.186
MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste						
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas						
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	35	230	8050	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3500	1.65	5775	

21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	330	15	4950	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	19575
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1175.04	158.83	186631.6	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	112.125	160.77	18026.336	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	118695.26	1.65	195847.18	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	6528	8	52224	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	6528	4.56	29767.68	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	236.25	220.11	52000.988	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	28200.96	1.65	46531.584	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	5952	1.31	7797.12	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	590842.49
	MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste					
36	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	286.5	236.83	67851.795	
38	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	9399.8	1.65	15509.67	83361.465
	ESCALERAS					
41	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	18	220	3960	
42	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1440	1.65	2376	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	170.67	13	2218.71	8554.71
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
46	Mampostería bloque e=15cm	m2	8294.4	12	99532.8	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2073	8	16584	
48	Riostras verticales H.A	ml	280	20	5600	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	280	20	5600	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	666.67	20	13333.4	
51	Enlucido vertical exterior	m2	2956	11.13	32900.28	
52	Enlucido vertical interior	m2	9882.67	7.18	70957.571	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	2666.67	4.56	12160.015	256668.0658
	ACABADOS					
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	4608	18	82944	
57	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	88277.8

REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)						
61	Empaste interior	m2	13176.89	2.71	35709.372	
62	Pintura interior	m2	13176.89	3.5	46119.115	
63	Barrederas	ml	2418.67	6	14512.02	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	560	18	10080	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	320	80	25600	132020.5069
REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)						
68	Textura exteriores	m2	3941.33	12.13	47808.333	47808.3329
69						
70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	4608	10.27	47324.16	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	4608	1.99	9169.92	56494.08
ALUMINIO / VIDRIO						
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	600.75	91.53	54986.648	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1547.56	150	232134	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	295296.5475
PUERTAS						
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	75	200	15000	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	15	200	3000	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	64	200	12800	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	62	180	11160	43880
VARIOS						
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	200	100.89	20178	
89	Espejos	m2	50	20	1000	21178
JARDINERAS						
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL						
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
PIEZAS SANITARIAS						
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	43	105	4515	
100	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	73	75	5475	
102	Secador de manos automático	U	0	110	0	

103	Ducha	U	80	95.08	7606.4	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	40	400	16000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	32	247.98	7935.36	41531.76
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS						
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	127988.11	127988.11	127988.11
INSTALACIONES ELECTRICAS						
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	390268.03	390268.03	390268.03
CABLEADO ESTRUCTURADO						
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	310350.05	310350.05	310350.05
L presupuesto						3001854.838
COSTO ESTRUCTURA				941429.85		
Terreno				624000.1704		
INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO				3625855.009		

6.13. EDIFICIO 8 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
INSTALACIONES PROVISIONALES						
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
PREPARACION DEL TERRENO						
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES						
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	379	191.15	72445.85	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	

11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	277544.186
MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste						
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas						
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	35	230	8050	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	3500	1.65	5775	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	330	15	4950	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	19575
ESTRUCTURA						
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1175.04	158.83	186631.6	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	112.125	160.77	18026.336	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	129631.32	1.65	213891.68	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	6528	8	52224	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	6528	4.56	29767.68	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	236.25	220.11	52000.988	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	28200.96	1.65	46531.584	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	5952	1.31	7797.12	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	608886.989
MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste						
36	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	286.5	236.83	67851.795	
38	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12155.28	1.65	20056.212	87908.007
ESCALERAS						
41	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	18	220	3960	
42	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1440	1.65	2376	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	170.67	13	2218.71	8554.71
MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS						
46	Mampostería bloque e=15cm	m2	8294.4	12	99532.8	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2073	8	16584	

48	Riostras verticales H.A	ml	280	20	5600	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	280	20	5600	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	666.67	20	13333.4	
51	Enlucido vertical exterior	m2	2956	11.13	32900.28	
52	Enlucido vertical interior	m2	9882.67	7.18	70957.571	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	2666.67	4.56	12160.015	256668.0658
	ACABADOS					
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	4608	18	82944	
57	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	88277.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
61	Empaste interior	m2	13176.89	2.71	35709.372	
62	Pintura interior	m2	13176.89	3.5	46119.115	
63	Barrederas	ml	2418.67	6	14512.02	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	560	18	10080	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	320	80	25600	132020.5069
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
68	Textura exteriores	m2	3941.33	12.13	47808.333	47808.3329
69						
70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	4608	10.27	47324.16	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	4608	1.99	9169.92	56494.08
	ALUMINIO / VIDRIO					
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	600.75	91.53	54986.648	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1547.56	150	232134	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	295296.5475
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	75	200	15000	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	15	200	3000	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	64	200	12800	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	62	180	11160	43880
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	200	100.89	20178	
89	Espejos	m2	50	20	1000	21178

JARDINERAS						
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL						
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
PIEZAS SANITARIAS						
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	43	105	4515	
100	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	73	75	5475	
102	Secador de manos automático	U	0	110	0	
103	Ducha	U	80	95.08	7606.4	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	40	400	16000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	32	247.98	7935.36	41531.76
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS						
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	127988.11	127988.11	127988.11
INSTALACIONES ELECTRICAS						
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	390268.03	390268.03	390268.03
CABLEADO ESTRUCTURADO						
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	310350.05	310350.05	310350.05
L presupuesto						3024445.879
COSTO ESTRUCTURA				964020.89		
Terreno				624000.1704		
INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO						3648446.05

6.14. EDIFICIO 10 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos CEC

NORMA CEC 2002

	RUBROS	UNIDAD	CANT	P. UNIT.	TOTAL	
	INSTALACIONES PROVISIONALES					
1	Construcción de oficina, bodega y guardianía, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
	PREPARACION DEL TERRENO					
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
	MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES					
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replantillo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	416.9	191.15	79690.435	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	284788.771
	MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste					
14	Replantillo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
	CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas					
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	43.75	230	10062.5	
20	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	4375	1.65	7218.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m2	412.5	15	6187.5	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	24268.75
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa f'c=210kg/cm2	m3	1382.4	158.83	219566.59	
26	Hormigón para columnas f'c=210kg/cm2	m3	151.2	160.77	24308.424	
27	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2 (columnas y vigas)	kg	144086.2	1.65	237742.26	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m2	7680	8	61440	

29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m2	7680	4.56	35020.8	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m3	281.25	220.11	61905.938	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	33177.6	1.65	54743.04	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m2	7104	1.31	9306.24	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m2	576	3.5	2016	706049.2965
	MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste					
36	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	397.8	236.83	94210.974	
38	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	11233.84	1.65	18535.836	112746.81
	ESCALERAS					
41	Hormigón Estructural f'c=210 kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	21.6	220	4752	
42	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	1836	1.65	3029.4	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	212.48	13	2762.24	10543.64
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
46	Mampostería bloque e=15cm	m2	10368	12	124416	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m2	2592	8	20736	
48	Riostras verticales H.A	ml	348.6	20	6972	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	348.6	20	6972	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	830	20	16600	
51	Enlucido vertical exterior	m2	3680.22	11.13	40960.849	
52	Enlucido vertical interior	m2	15466.3	7.18	111048.03	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	3320	4.56	15139.2	342844.0826
	ACABADOS					
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m2	6912	18	124416	
57	Aceras f'c=210kg/cm2, incluye juntas	m2	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m2	140	16.67	2333.8	129749.8
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
61	Empaste interior	m2	25777.17	2.71	69856.131	
62	Pintura interior	m2	25777.17	3.5	90220.095	
63	Barrederas	ml	3011.24	6	18067.44	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	700	18	12600	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	40	80	3200	193943.6657
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
68	Textura exteriores	m2	4906.96	12.13	59521.425	59521.4248
69						

70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	7680	10.27	78873.6	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	7680	1.99	15283.2	94156.8
	ALUMINIO / VIDRIO					
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	750.94	91.53	68733.538	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1934.45	150	290167.5	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	367076.9382
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	94	200	18800	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	19	200	3800	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	80	200	16000	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	78	180	14040	54560
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	250	100.89	25222.5	
89	Espejos	m2	62	20	1240	26462.5
	JARDINERAS					
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	54	105	5670	
100	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	91	75	6825	
102	Secador de manos automático	U	0	110	0	
103	Ducha	U	100	95.08	9508	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	50	400	20000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	40	247.98	9919.2	51922.2
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	159345.19	159345.19	159345.19
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	485883.7	485883.7	485883.7

CABLEADO ESTRUCTURADO						
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	386385.82	386385.82	386385.82
L presupuesto						3700465.093
COSTO ESTRUCTURA				1099949.27		
Terreno				624000.1704		
INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO				4324465.264		

6.15. EDIFICIO 10 pisos con muros estructurales + 2 subsuelos NEC

NORMA NEC 2011

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	TOTAL	
INSTALACIONES PROVISIONALES						
1	Construcción de oficina, bodega y guardiana, Señalización, Impacto ambie	gbl	1	3000	3000	
2	Sanitario para obreros	gbl	1	1309	1309	
3	Cerramiento provisional, señalización	m2	413	5	2065	6374
PREPARACION DEL TERRENO						
4	Limpieza y desbroce del terreno	m2	960	0.73	700.8	700.8
MOVIMIENTO DE TIERRAS y CIMENTACIONES						
5	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	960	1.05	1008	
6	Excavación y Desalojo	m3	5760	6.5	37440	
7	Replanteo e=10cm, Cim-cadenas amarre f'c=180kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	37.2	140.63	5231.436	
8	Hormigón Est.Cadenas, Vigas T, pedestales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	416.9	191.15	79690.435	
9	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	82010	1.65	135316.5	
10	Contrapiso (f'c=210kg/cm2, e=12cm) con malla 4 mm a 0.10 m	m2	960	27.19	26102.4	
11	Relleno y compactación suelo existente	m3	0	3	0	284788.771
MUROS PERIMETRALES Norte, Sur, Este, Oeste						
14	Replanteo e=10cm, f'c=180kg/cm2	m3	14.88	140.63	2092.5744	
15	Hormigón Estructural para Muros Perimetrales f'c=210kg/cm2 (Inc. Encofrad	m3	151	236.83	35761.33	
16	Acero de Refuerzo en Barras, fy=4200 kg/cm2	kg	12780	1.65	21087	58940.9044
CISTERNA Y rejillas para desalojo de aguas						
19	Hormigón Estructural para Cisterna, f'c=240kg/cm2 (Inc. Encofrado)	m3	43.75	230	10062.5	

20	Acero de Refuerzo en Barras, $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	4375	1.65	7218.75	
21	Recubrimiento de cerámica en cisterna piso y paredes	m ²	412.5	15	6187.5	
22	Varios Cisterna: tapas, bloques, Accesorios	Gl	1	800	800	24268.75
	ESTRUCTURA					
25	Hormigón para Losa $f'_c=210$ kg/cm ²	m ³	1382.4	158.83	219566.59	
26	Hormigón para columnas $f'_c=210$ kg/cm ²	m ³	151.2	160.77	24308.424	
27	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ² (columnas y vigas)	kg	166219.86	1.65	274262.77	
28	Encofrado Desencof Losa 25 cm incluye remates, apuntalamiento, laterales	m ²	7680	8	61440	
29	Malla electrosoldada (1Ø4mm@0.10m).	m ²	7680	4.56	35020.8	
30	Hormigón para vigas (inc. Encofrado)	m ³	281.25	220.11	61905.938	
31	Acero de Refuerzo en Barras (losas)	kg	33177.6	1.65	54743.04	
32	Alisado de pisos con Helicóptero	m ²	7104	1.31	9306.24	
33	Alisado de terraza con helicóptero incl. impermeabilizante para hormigón	m ²	576	3.5	2016	742569.8025
	MUROS ESTRUCTURALES Norte, Sur, Este, Oeste					
36	Replanto e=10cm, $f'_c=180$ kg/cm ²	m ³	0	140.63	0	
37	Hormigón Estructural para Muros $f'_c=210$ kg/cm ² (Inc. Encofrado)	m ³	397.8	236.83	94210.974	
38	Acero de Refuerzo en Barras, $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	14352.08	1.65	23680.932	117891.906
	ESCALERAS					
41	Hormigón Estructural $f'_c=210$ kg/cm ² (Inc. Encofrado)	m ³	21.6	220	4752	
42	Acero de Refuerzo en Barras, $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	1836	1.65	3029.4	
43	Hormigón Simple en bordillos	ml	212.48	13	2762.24	10543.64
	MAMPOSTERIAS Y ENLUCIDOS					
46	Mampostería bloque e=15cm	m ²	10368	12	124416	
47	Mampostería bloque e=10 cm	m ²	2592	8	20736	
48	Riostras verticales H.A	ml	348.6	20	6972	
49	Riostras y Dinteles horizontales H.A	ml	348.6	20	6972	
50	Dinteles H.A ventanas	ml	830	20	16600	
51	Enlucido vertical exterior	m ²	3680.22	11.13	40960.849	
52	Enlucido vertical interior	m ²	15466.3	7.18	111048.03	
53	Filos enlucidos verticales interior	ml	3320	4.56	15139.2	342844.0826
	ACABADOS					
56	Cerámica 40 x 40 en pisos 2 colores a elegir	m ²	6912	18	124416	
57	Aceras $f'_c=210$ kg/cm ² , incluye juntas	m ²	200	15	3000	
58	Adoquín de cemento de colores	m ²	140	16.67	2333.8	129749.8

	REVESTIMIENTO DE PAREDES (INTERIOR)					
61	Empaste interior	m2	25777.17	2.71	69856.131	
62	Pintura interior	m2	25777.17	3.5	90220.095	
63	Barrederas	ml	3011.24	6	18067.44	
64	Cerámica en paredes de baños	m2	700	18	12600	
65	Mesones de hormigón f'c 210 (baños) a=60 cm	ml	40	80	3200	193943.6657
	REVESTIMIENTO DE PAREDES (EXTERIORES)					
68	Textura exteriores	m2	4906.96	12.13	59521.425	59521.4248
69						
70	TUMBADOS FALSOS					
71	Cielo falso tipo armstrong	m2	0	21.22	0	
72	Enlucido techos	m2	7680	10.27	78873.6	
73	Empaste y Pintura de gypsum	m2	7680	1.99	15283.2	94156.8
	ALUMINIO / VIDRIO					
76	Ventanas 2 vidrios 3 mm laminados aluminio Serie 100	m2	750.94	91.53	68733.538	
77	Cortin Wall aluminio 2 vidrios 3 mm laminados	m2	1934.45	150	290167.5	
78	Puertas Automáticas Vidrio templado 10 mm, ingreso	Un	1	8175.9	8175.9	367076.9382
	PUERTAS					
81	Puertas paneladas 1x2,1 - 2 Lados con vidrio	U	94	200	18800	
82	Puertas paneladas 1,2x2,1 - 2 Lados	U	19	200	3800	
83	Puertas paneladas 0,80x2,1 - 2 Lados	U	80	200	16000	
84	Puertas 1x2,1 ALUMINIO y VIDRIO	U	6	320	1920	
85	Puertas 0,80x2,1 TOOL 1/40	U	78	180	14040	54560
	VARIOS					
88	Pasamano de Hierro Lacado	ml	250	100.89	25222.5	
89	Espejos	m2	62	20	1240	26462.5
	JARDINERAS					
92	Jardinería: Césped, tipo chamba	m2	100	6.2	620	
93	Bordillos Jardineras exteriores incl. encofrado	ml	60	13	780	1400
	SISTEMA DE TRANSPORTE VERTICAL					
96	Ascensor	u	2	71400	142800	142800
	PIEZAS SANITARIAS					
99	Inodoros tanque bajo economizador agua	U	54	105	5670	
100	Urinaros con Pressmatic	U	0	80	0	
101	Lavamanos de mesón con pressmatic	U	91	75	6825	

102	Secador de manos automático	U	0	110	0	
103	Ducha	U	100	95.08	9508	
104	Calefón instalado + accesorios y tanque de gas	U	50	400	20000	
105	Fregadero de acero Inoxidable 1 pozo, instalado + llave de ducha mang y sist de	U	40	247.98	9919.2	51922.2
	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					
108	Instalaciones Hidrosanitarias VER ANEXO	GL	1	159345.19	159345.19	159345.19
	INSTALACIONES ELECTRICAS					
111	Instalaciones Eléctricas VER ANEXO	GL	1	485883.7	485883.7	485883.7
	CABLEADO ESTRUCTURADO					
114	Cableado Estructurado Ver ANEXO	GL	1	386385.82	386385.82	386385.82
L presupuesto						3742130.695
				COSTO ESTRUCTURA	1141614.87	
				Terreno	624000.1704	
				INCREMENTO DEL COSTO +TERRENO	4366130.866	

6.16. Resumen de Presupuestos y Comparación CEC vs NEC

Precio del terreno 624000.1704 \$

Edificio + terreno (\$)									
Muros					Sin muros				
Pisos	CEC	NEC	%	NEC/CEC	Pisos	CEC	NEC	%	NEC/CEC
4	\$ 2,362,127.37	\$ 2,366,093.95	0.1679	1.00168	4	\$ 2,417,199.03	\$ 2,425,525.20	0.344	1.00344
6	\$ 2,948,112.99	\$ 2,964,168.23	0.5446	1.00545	6	\$ 3,063,779.96	\$ 3,072,358.74	0.28	1.0028
8	\$ 3,625,855.01	\$ 3,648,446.05	0.6231	1.00623	8	\$ 3,765,951.16	\$ 3,777,418.02	0.304	1.00304
10	\$ 4,324,465.26	\$ 4,366,130.87	0.9635	1.00963	10	\$ 4,508,275.71	\$ 4,522,118.40	0.307	1.00307

Tabla 83. Comparación de costos totales CEC y NEC

Edificio (\$)									
Muros					Sin muros				
Pisos	CEC	NEC	%	NEC/CEC	Pisos	CEC	NEC	%	NEC/CEC
4	\$ 1,738,127.20	\$ 1,742,093.78	0.2282	1.00228	4	\$ 1,793,198.86	\$ 1,801,525.03	0.464	1.00464
6	\$ 2,324,112.82	\$ 2,340,168.06	0.6908	1.00691	6	\$ 2,439,779.79	\$ 2,448,358.57	0.352	1.00352
8	\$ 3,001,854.84	\$ 3,024,445.88	0.7526	1.00753	8	\$ 3,141,950.99	\$ 3,153,417.85	0.365	1.00365
10	\$ 3,700,465.09	\$ 3,742,130.70	1.126	1.01126	10	\$ 3,884,275.54	\$ 3,898,118.23	0.356	1.00356

Tabla 84. Comparación de costos totales CEC y NEC

Precio solo estructura (\$)									
Muros					Sin muros				
pisos	CEC	NEC	%	NEC/CEC	Pisos	CEC	NEC	%	NEC/CEC
4	\$ 618,639.75	\$ 622,606.33	0.6412	1.00641	4	\$ 673,711.41	\$ 682,037.57	1.236	1.01236
6	\$ 753,530.47	\$ 769,585.71	2.1307	1.02131	6	\$ 869,197.44	\$ 877,776.22	0.987	1.00987
8	\$ 941,429.85	\$ 964,020.89	2.3997	1.024	8	\$ 1,081,526.00	\$ 1,092,992.86	1.06	1.0106
10	\$ 1,099,949.27	\$ 1,141,614.87	3.788	1.03788	10	\$ 1,283,759.71	\$ 1,297,602.41	1.078	1.01078

Tabla 85. Comparación de costos totales CEC y NEC

Se puede apreciar el incremento en porcentaje entre NEC y CEC y la relación directa NEC/CEC

Edificio más terreno se refiere al costo del edificio incluidos todos los acabados, más el costo del terreno que se estableció en 624000.17 dólares para todos los casos.



Figura 164. Precio de Edificios más Terreno con sistemas aporticados

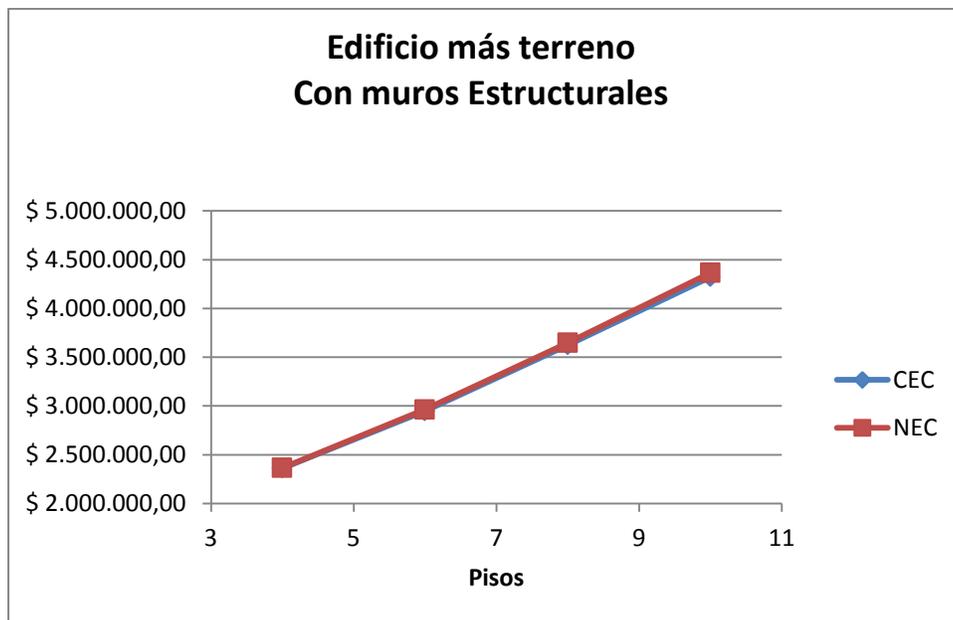


Figura 165. Precios de Edificio más Terreno con muros estructurales.

Edificio se refiere al costo del edificio incluido todos los acabados.

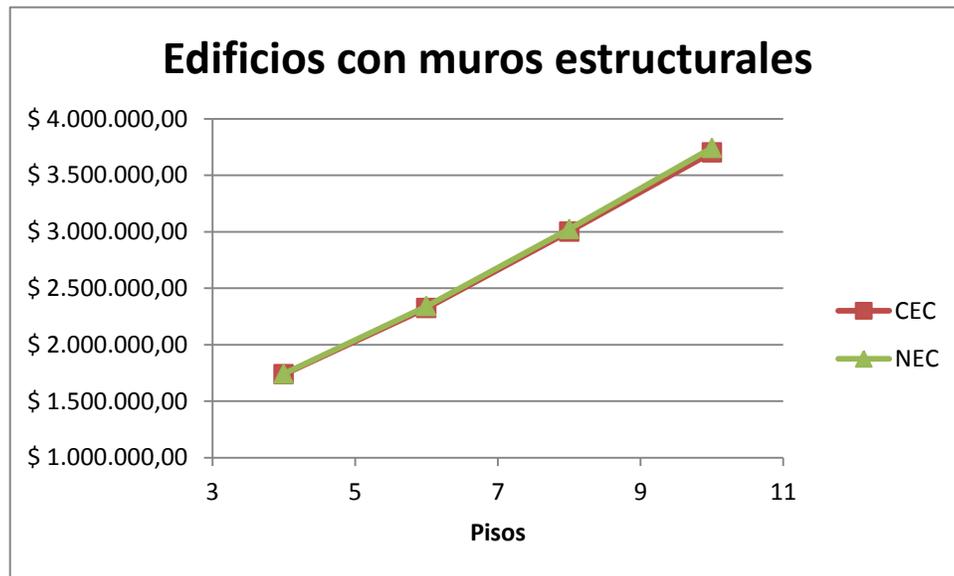


Figura 166. Precio de Edificios sin terreno con sistemas aporticados



Figura 167. Precio de Edificios sin Terreno con muros estrcturales

Solo estructura se refiere a: cimentaciones, muros estructurales, escaleras estructura (columnas, vigas y losa).

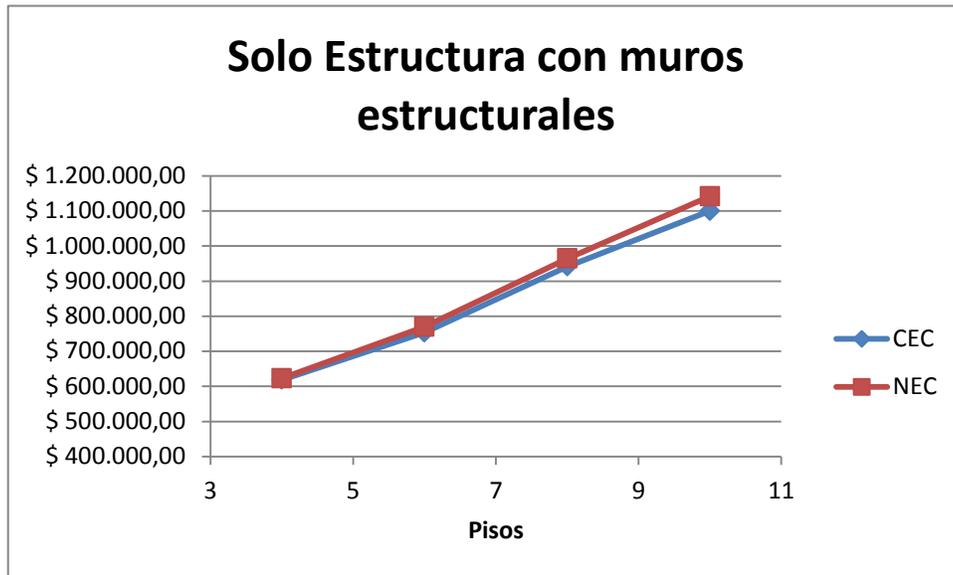


Figura 168. Precio de estructura de edificios con sistemas aportricados

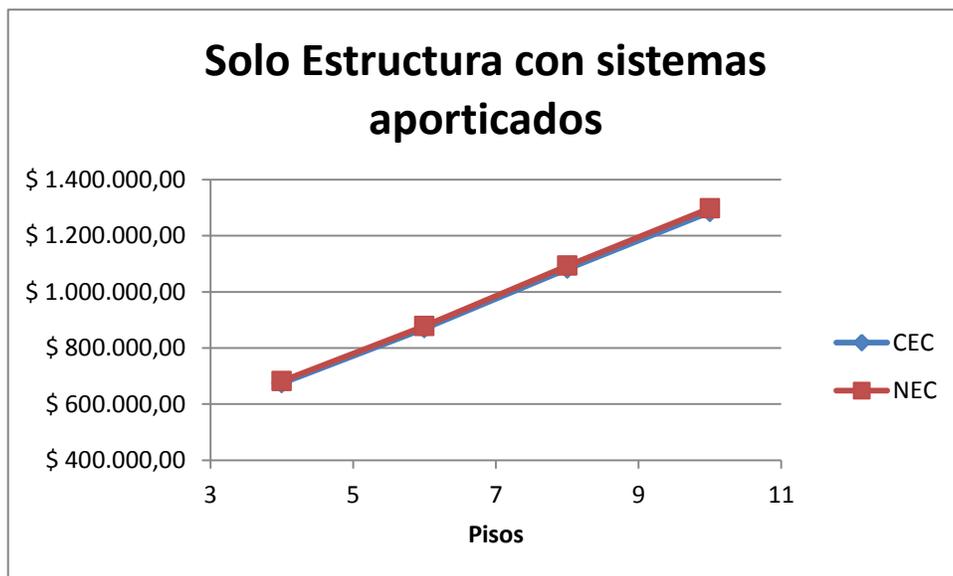


Figura 169. Precio de estructura de edificios con muros estructurales

7. Conclusiones y recomendaciones

- La gran diferencia entre los mapas de zonas sísmicas para NEC y CEC, es que el mapa NEC es más completo porque delimita mucho mejor las zonas y da la importancia que tiene cada una. En el mundo se ha visto que terremotos provocados por subducción pueden causar sismos de magnitud mayor a 8, mientras que sismos provocados por fallas depende de la longitud de las mismas.
- La norma NEC incluye más tipos de suelos que la CEC, los cuales son habituales en la geografía ecuatoriana y con el objetivo de que en una construcción no se preste para malas interpretaciones al momento del diseño.
- La NEC nos proporciona Curvas de Peligro Sísmico que nos permite diseñar obras de interés nacional que son fundamentales en caso de una emergencia tales como: aeropuertos, hospitales, escuelas, refinerías, etc. Esto vuelve el cálculo de estas estructuras más severas con relación al código CEC.
- Los tipos de suelo en la norma NEC van más acorde a la realidad de la geología Ecuatoriana y no se prestan para una errada interpretación de los mismos. CEC es mucho más general al respecto y se puede prestar para falsas interpretaciones.
- En la norma NEC las fuerzas aplicadas a la estructura son mucho mayores; ya que se aplica el 100% en una dirección y el 30% en la dirección perpendicular a la primera. Esto se ve reflejado en el incremento de las cantidades de acero dentro de los elementos estructurales porque estos se ven sometidos a más esfuerzos.
- El espectro CEC está definido a nivel de fuerzas sísmicas de servicio mientras que el espectro NEC está definido a nivel de cargas últimas, por lo que no son comparables directamente.
- Diseño de cada edificio para edificios con sistemas aporticados

Edificio	Diseño controlado por:
Diseño CEC con sistemas aporticados	
4 pisos más dos subsuelos	Deriva
6 pisos más dos subsuelos	Deriva
8 pisos más dos subsuelos	Deriva
10 pisos más dos subsuelos	Deriva
Diseño NEC con sistemas aporticados	
4 pisos más dos subsuelos	Deriva
6 pisos más dos subsuelos	Deriva
8 pisos más dos subsuelos	Deriva
10 pisos más dos subsuelos	Deriva

El diseño en sistemas aporticados, tanto para CEC como para NEC, es controlado por los límites de deriva y no por un diseño por capacidad, ni de conexiones.

- Diseño de cada edificio para edificios con muros aporticados.

Edificio	Diseño controlado por:
Diseño CEC con muros estructurales	
4 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
6 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
8 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
10 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
Diseño NEC con muros estructurales	
4 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
6 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
8 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones
10 pisos más dos subsuelos	Capacidad y conexiones

El diseño en edificios con muros estructurales, para CEC y NEC, está controlado por la capacidad de sus elementos y las conexiones (en los últimos pisos), mas no por los límites de deriva; esto se debe a que los muros absorben gran parte de las fuerzas sísmicas.

- La norma NEC permite una reducción en las fuerzas, para el análisis dinámico, del 80 %, si se tratara de edificios regulares mientras que estas fuerzas se reducirían solo en 90% si son edificios irregulares. Y para CEC no discrimina entre estos dos tipos de estructuras y las fuerzas dinámicas son el 100% de las fuerzas estáticas sin ningún tipo de reducción.
- Los periodos de vibración estáticos en NEC son relativamente inferiores a CEC hasta 35 m de altura para edificios con sistemas aporticados e inferiores para edificios con muros estructurales.
- En NEC las fuerzas obtenidas para el diseño son últimas sin multiplicar por ningún factor y con esto se puede diseñar por capacidad y comprobar los límites de deriva, mientras que en CEC no son fuerzas ultimas y se multiplica por 1.4 (establecido en la misma norma) para el diseño por capacidad, para verificar límites de deriva no hace falta esta multiplicación.
- El coeficiente sísmico en la norma NEC es mucho mayor al que se calcula en el código CEC, esto produce que las fuerzas que se aplican sobre la estructura sean significativamente mayores.
- Las deformaciones elásticas para CEC son 220% inferiores a las presentadas en NEC, para aporticados y 200% en muros estructurales.
- ETABS 2013 ya no permite el diseño con códigos inferiores a ACI 318-08, esto impidió diseñar los edificios CEC bajo la norma ACI 318-05 lo que hubiera creado un modelo más acorde al código. Esto que a nivel mundial que códigos anteriores al 2008 son ya obsoletos dado a los nuevos avances en las investigaciones.

- Los precios finales de los edificios más terrenos en CEC son inferiores al 1% para edificios de hasta 10 pisos con dos subsuelos con relación a NEC tanto para edificios con sistemas aporticados como para edificios con muros estructurales.
- Para edificios diseñados según NEC con sistemas aporticados el incremento del precio en estructura es un poco superior al 1% con respecto a CEC, debido al aumento de la cantidad de acero en las estructuras y no tanto por el incremento de las secciones estructurales
- Para edificios diseñados según NEC con muros estructurales el precio en estructura aumenta paulatinamente hasta llegar a 3.79% con relación a CEC, debido al aumento de la cantidad de acero en el muro estructural; ya que se aplica más fuerza y se aumenta la cantidad de refuerzo transversal dentro del muro.
- La recomendación es que se aplique la Norma Ecuatoriana de la Construcción teniendo en cuenta que para edificios regulares, en planta y elevación, el incremento del precio final es mínimo tanto para sistemas aporticados como con muros estructurales para edificios comunes en ciudades como Quito y esta Norma va acorde a las nuevas tendencias mundiales de diseño sísmico.
- Otra recomendación es que al momento de diseñar un edificio se lo haga por diseño de capacidad y siempre se verifique que cumpla los límites de deriva, y las conexiones columnas-viga tanto para resistencia a flexión de nudo como para cortante horizontal.

Referencias

American Concrete Institute . (2011). *ACI 318-11*. Farmington: ACI.

American Concrete Institute. (2005). *ACI 318-05*. Farmington: ACI.

Código Ecuatoriano de la Construcción. (2002). *Peligro Sísmico, espectros de Diseño y requisitos mínimos de calculo*. Quito.

Díaz M., S., & Vintimilla J., J. (2014). *Estudio Técnico Económico Comparativo de Edificios Aporticados Diseñados con las Normas CEC2002 y NEC2011*. Quito.

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (05 de Agosto de 2001). *Sismo de Bahía de Caráquez*. Obtenido de <http://www.igepn.edu.ec/recursos/noticias/item/457-sismo-de-bah%C3%ADa-de-car%C3%A1quez-4-de-agosto-de-1998.html>

Instituto Geofísico Ecuador. (s.f.). *Origen de los Sismos* . Obtenido de <http://www.igepn.edu.ec/sismos/origen.html>

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2011). *Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo- resistente*. Quito.

Macgregor, J. G., & Wight, J. K. (2009). *Reinforce Concrete* . New Jersey: Pearson Education.

Tarbuck, E. & Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra*. Madrid. Pearson Education.

USGS. (11 de Marzo de 2014). *Largest Earthquakes in the World Since 1900*. Obtenido de http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/10_largest_world.php