

**EVALUACION DE VULNERABILIDAD Y REHABILITACION SISMICA PARA  
UNA EDIFICACION APORTICADA UBICADA EN ZONA DE ACTIVIDAD  
SISMICA.**

**PEDRO PRADA DÍAZ  
GIANCARLO SOLANO LOBO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACION EN ESTRUCTURAS  
BUCARAMANGA**

**2012**

**EVALUACION DE VULNERABILIDAD Y REHABILITACION SISMICA PARA  
UNA EDIFICACION APORTICADA UBICADA EN ZONA DE ACTIVIDAD  
SISMICA.**

**PEDRO PRADA DÍAZ  
GIANCARLO SOLANO LOBO**

**Monografía de grado para optar el título de Especialista en Estructuras**

**DIRECTOR  
RICARDO CRUZ HERNANDEZ  
Ingeniero Civil, Ph.D en Estructuras**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
ESPECIALIZACION EN ESTRUCTURAS  
BUCARAMANGA**

**2012**

A

*Dios, ya que es el ser divino guía de mi vida por el que estoy  
aquí.*

*Mi hija, Valerie por ser mi razón para triunfar y vivir.*

*Mis padres, Pedro y Gilma por su apoyo y amor incondicional.*

*Por ser la persona que me acompaña.*

*Mis hermanos, Andrés y Jessica ya que soy su ejemplo y amigo.*

*Los demás integrantes de mi familia porque siempre han creído  
en mí.*

*A todos ellos porque por ellos cada día soy mejor persona.*

*Pedro Prada Díaz*

*Primeramente a Dios creador de la fe y sé que sin el nada de esto sería posible.*

*Mis padres, JAIRO SOLANO Y CECILIA LOBO por su gran apoyo, amor infinito y por ser el motor de mi vida siendo la inspiración para alcanzar todas mis metas y mis triunfos.*

*Mis hermanos, Darwin y Jairo Andrés que siempre han estado con mígo brindándome su apoyo incondicional.*

*A todos los integrantes de mi familia y por los que desde el cielo me envían fuerzas y fortalezas para seguir adelante cada día.*

*Giancarlo solano lobo*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos los autores de este libro eternamente a Dios, nuestros padres y hermanos ya que son los seres humanos que han estado siempre con nosotros y por los cuales cada día tenemos un motivo más para salir adelante en la vida.

De igual manera extendemos nuestro agradecimiento a nuestro director de proyecto, Ingeniero civil Ph.D Ricardo cruz, a nuestros docentes y aquellas personas que a lo largo de nuestra carrera y formación nos han ofrecido su sabiduría, conocimiento con los cuales alcanzamos este importante logro.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	23
OBJETIVOS	25
1. MARCO TEORICO	26
1.1 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD	26
1.1.1 Índices de flexibilidad según NSR-10	28
1.1.2 Índices de sobreesfuerzo según NSR-10	28
1.1.3 Niveles de desempeño sísmico	28
1.1.4 Modos de vibración	29
1.1.5 Rotulas plásticas	29
1.1.6 Curva de capacidad y demanda	30
1.1.7 Punto de desempeño o comportamiento	32
1.1.8 Curva pushover	33
1.2 METODOS DE ANALISIS	33
1.2.1 Métodos analíticos	33
1.2.2 Métodos Subjetivos	35
1.3 METODOS DE REHABILITACION ESTRUCTURAL	35
2. EVALUACION DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	37
2.1 INSPECCIÓN VISUAL	37
2.2 CALIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	37
2.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
2.4 CALCULO DE ÍNDICES DE SOBRESFUERZO	47
2.4.1 Definición de R y Ro	47
2.4.2 Combinaciones de carga	47

2.4.3 Resistencia efectivas y actuantes de los elementos	48
2.4.3.1 Fuerzas resistentes efectivas por flexión en vigas.	48
2.4.3.2 Fuerzas actuantes por flexión en vigas.	50
2.4.3.3 Índices por flexión en vigas.	53
2.4.3.4 Fuerzas resistentes efectivas por cortante en vigas.	53
2.4.3.5 Fuerzas actuantes por cortante en vigas.	54
2.4.3.6 Índices por cortante en vigas	56
2.4.3.7 Fuerzas resistentes efectivas por flexo-compresión en columnas.	56
2.4.3.8 Fuerzas actuantes por flexo-compresión en columnas.	59
2.4.3.9 Índices por flexo-compresión en columnas.	59
2.4.3.10 Fuerzas resistentes efectivas por cortante en columnas.	62
2.4.3.11 Fuerzas actuantes por cortante en columnas.	63
2.4.3.12 Índice por cortante en columnas.	64
2.4.3.13 Fuerzas resistentes efectivas por carga axial en zapatas.	64
2.4.3.14. Fuerzas actuantes por carga axial en zapatas.	69
2.4.3.15 Índices de las zapatas.	69
2.4.3.16 Fuerzas resistentes efectivas en las vigas de enlace.	70
2.4.3.17 Fuerzas actuantes en las vigas de enlace.	71
2.4.3.18. Índices de sobreesfuerzo por flexión y corte en vigas de enlace	74
2.4.3.19 Índices de flexibilidad.	74
2.4.3.20 Análisis de nudos.	77
3. ANALISIS ESTATICO NO LINEAL (PUSHOVER)	96
3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL MODELO	96
Figura 35. Modelo tridimensional	97
3.2 ASIGNAR PROPIEDADES DEL MATERIAL Y DE LOS ELEMENTOS	97
3.3 RESTRICCIONES EN LA BASE	99
3.4 LOSAS DE ENTREPISO	100
3.5 DIAFRAGMAS DE ENTREPISO	100
3.6 EVALUACIÓN DE CARGAS Y MASAS	100

3.7 CORRECCIÓN DEL CORTANTE BASAL DINÁMICO	101
3.8 AJUSTES DE Ca Y Cb	104
3.9 ESPECTRO DE LOCALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA	105
3.10 CREACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS SECCIÓN VIGA 9	106
3.11 CREACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS SECCIÓN C2	107
3.12 MODOS DE VIBRACIÓN	108
3.13 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL PUNTO DE COMPORTAMIENTO	110
3.13.1 Punto de comportamiento de la estructura en dirección X	110
3.13.2 Punto de comportamiento de la estructura en dirección Y	117
4. REFORZAMIENTO Y RIGIDIZACION ESTRUCTURAL	124
4.1 MODOS DE VIBRACIÓN	125
4.2 ÍNDICES DE FLEXIBILIDAD POST-REFORZAMIENTO	126
4.3 DISEÑO DE MUROS	128
4.4 DISEÑO DE LA CIMENTACION DE LOS MUROS	150
4.5 INDICES POST-REFORZAMIENTO	157
4.5.1 Índices de sobreesfuerzo por flexión en vigas post-reforzamiento	157
4.5.2 Índices de sobreesfuerzo por cortante en vigas post-reforzamiento.	158
4.5.3 Índices de sobreesfuerzo por flexo-compresión y cortante en columnas post-reforzamiento.	159
4.6 REFORZAMIENTO CON FRP DE VIGAS	161
CONCLUSIONES	167
RECOMENDACIONES	168
BIBLIOGRAFIA	169
ANEXOS	171

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Vista frontal de entrepisos	26
Figura 2. Vista lateral de entrepisos 1	27
Figura 3. Vista lateral de entrepisos 2	27
Figura 4. Diagrama de momento vs deformación	30
Figura 5. Curva de capacidad	31
Figura 6. Curva de demanda	32
Figura 7. Planta de vigas de entrepiso (1)	38
Figura 8. Planta de vigas de entrepiso (2)	39
Figura 9. Planta de cimentación	40
Figura 10. Planta de detalles y despiece de zapatas de la cimentación	41
Figura 11. Despiece de vigas de cimentación	42
Figura 12. Despiece de columnas (actual)	43
Figura 13. Cuadro de columnas tipo por niveles	44
Figura 14. Detalles de secciones tipo y despieces de vigas.	45
Figura 15. Detalles de escalera, viguetas y placa.	46
Figura 16. Teoría de Witney	49
Figura 17. Índices de sobreesfuerzo por flexión en vigas	53
Figura 18. Índices de sobreesfuerzo por cortante de las vigas.	56
Figura 19. Diagrama de deformaciones	57
Figura 20. Índices de flexo-compresión en columnas	62
Figura 21. Índices por cortante en columnas.	64
Figura 22. Sección zapata 5 eje B1	65
Figura 23. Índices de zapatas	70
Figura 24. Detalles vigas de enlace.	72
Figura 25. Índices de sobreesfuerzo por cortante y momento	74

Figura 26. Deriva de piso debido al Espectro en x.	76
Figura 27. Deriva de piso debido al Espectro en y.	76
Figura 28. Índices por flexibilidad	77
Figura 29. Nudo interior eje B2	78
Figura 30. Nudo exterior eje A2	83
Figura 31. Nudo de esquina eje A2	88
Figura 32. Sección columna C3	93
Figura 33. Sección columna C2	94
Figura 34. Sección columna C1	95
Figura 35. Modelo tridimensional	97
Figura 36. Planta y elementos tipo	98
Figura 37. Vista frontal y elementos tipo eje A-B	99
Figura 38. Evaluación de cargas de la placa	101
Figura 39. Espectro ATC-40 y NSR-10	104
Figura 40. Espectro de diseño para la ciudad de Cúcuta.	105
Figura 41. Diagrama momento vs curvatura viga 9	106
Figura 42. Diagrama de iteración columnas C2	107
Figura 43. Diagrama momento	108
Figura 44. Modo de vibración 1	108
Figura 45. Modo de vibración 2	109
Figura 46. Parámetros de entrada para análisis pushover en X	110
Figura 47. Curva de demanda vs capacidad en X	111
Figura 48. Cargas muertas	112
Figura 49. Paso 1	112
Figura 50. Paso 3	113
Figura 51. Paso 5	114
Figura 52. Paso 7	115
Figura 53. Paso 9	116
Figura 54. Parámetros de entrada para análisis pushover en Y	117
Figura 55. Curva de demanda vs capacidad en Y	118

Figura 56. Cargas muertas	119
Figura 57. Paso 1	119
Figura 58. Paso 3	120
Figura 59. Paso 5	121
Figura 60. Paso 7	122
Figura 61. Paso 9	123
Figura 62. Modelo reforzado vista 1	124
Figura 63. Modo de vibración 1	125
Figura 64. Modo de vibración 2	125
Figura 65. Derivas máximas en X	127
Figura 66. Derivas máximas en Y	127
Figura 67. Índices de flexibilidad con reforzamiento	128
Figura 68. Muros para reforzamiento de la estructura	129
Figura 69. Sección transversal Pantalla 1	137
Figura 70. Diagrama de iteración en SP-COLUMN con las combinaciones P	137
Figura 71. Diagrama de iteración con $\Phi$ y sin $\Phi$ .	138
Figura 72. Sección transversal Pantalla 4	140
Figura 73. Diagrama de iteración SP-COLUMN Pantalla 4	141
Figura 74. Diagrama de iteración con $\Phi$ y sin $\Phi$ .	141
Figura 75. Sección transversal Pantalla A	144
Figura 76. Diagrama de iteración SP-COLUMN Pantalla A	145
Figura 77. Diagrama de iteración con $\Phi$ y sin $\Phi$ .	145
Figura 78. Sección transversal Pantalla A	148
Figura 79. Diagrama de iteración SP-COLUMN Pantalla C	149
Figura 80. Diagrama de iteración con $\Phi$ y sin $\Phi$ .	149
Figura 81. Índices por flexión en vigas post-reforzamiento	158
Figura 82. Índices por cortante en vigas post-reforzamiento	159
Figura 83. Índices por flexo-compresión en columnas post-reforzamiento	160
Figura 84. Índices por flexo-compresión en columnas post-reforzamiento	160
Figura 85. Localización de reforzamiento con FRP por flexión viga eje B	161

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del primer nivel	50
Tabla 2. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del segundo nivel	51
Tabla 3. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del tercer nivel	51
Tabla 4. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del cuarto nivel	52
Tabla 5. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del quinto nivel	52
Tabla 6. Cortantes actuantes de las vigas	54
Tabla 7. Calculo de índices de las vigas	55
Tabla 8. Momentos y cargas axiales resistentes efectivas	59
Tabla 9. Cargas resistentes para cálculo de índices columna A1 piso 1.	60
Tabla 10. Cargas y sección zapatas	69
Tabla 11. Momentos resistentes de las vigas de enlace	70
Tabla 12. Índices y cortantes resistentes de las vigas de enlace	71
Tabla 13. Derivas máximas por piso en dirección X	75
Tabla 14. Derivas máximas por piso en dirección Y	75
Tabla 15. Parámetros para el cálculo del periodo $T_a$ NSR-2010[1]	102
Tabla 16. Participación de masa para cada modo	109
Tabla 17. Participación de masa para cada modo	126
Tabla 18. Índices de flexibilidad con reforzamiento	126
Tabla 19. Cargas actuantes muro Eje 1	130
Tabla 20. Cargas actuantes muro Eje 4	138
Tabla 21. Cargas actuantes muro Eje A	142
Tabla 22. Cargas actuantes muro Eje C	146

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Fuerzas actuantes por flexo-compresión en columnas	172
Anexo B. Fuerzas efectivas resistentes, actuantes y índices por cortante en columnas	186
Anexo C. Fuerzas resistentes y actuantes efectivas en vigas con reforzamiento	190
Anexo D. Índices de cortante post-reforzamiento en vigas	197
Anexo E. Índices por flexo-compresión post-reforzamiento en columnas	198
Anexo F. Índices por cortante post-reforzamiento en columnas	213

## GLOSARIO

**Capacidad de disipación de energía.** Es la capacidad que tiene un elemento estructural de trabajar dentro del rango inelástico sin perder su resistencia, si hacemos referencia a sistemas de resistencia sísmica se define como el coeficiente de capacidad de disipación de energía básico  $R_0$  el cual es afectado debido a las irregularidades de la estructura y a la ausencia de redundancia, y el cual calculamos  $R = (\Phi_a \cdot \Phi_p \cdot \Phi_r \cdot R_0)$ . Y la cual es clasificada como especial, moderada o mínima.

**Diafragma.** Son los elementos estructurales que transmiten las fuerzas inerciales horizontales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, incluyendo elementos de arriostramiento horizontal, y además que se garantice que todos los desplazamientos horizontales de un punto sobre un plano sean iguales.

**Fuerza sísmica.** Son los esfuerzos inerciales causados por la aceleración de un evento sísmico y las cuales son utilizadas para el análisis de diseño de resistencia sísmica de una estructura.

**Ductilidad.** Es la capacidad de absorción y disipación de energía que una estructura puede ofrecer antes de colapsar, es decir las estructuras deben disipar la energía que durante el movimiento de un suelo se traspasa por un sismo, la forma más efectiva en llevar a cabo esta solicitud es deformándose lateralmente y experimentando deterioros locales del material en los cuales se convierte energía en calor, los cuales producen un daño interno, si durante este proceso no se alcanza a desarrollar la deformación horizontal que lleva la estructura a su colapso, ella resistirá el evento sísmico, en caso contrario

colapsara, entonces la deformación máxima que el sismo severo le demanda a una estructura se expresa a través de la ductilidad la cual es calculada entre el cociente de la deformación máxima y una deformación de referencia, la cual es conocida como deformación de fluencia.

**Pórticos resistentes a momento.** Es una estructura espacial en los cuales sus elementos y nodos son capaces de resistir las fuerzas principalmente por flexión y se pueden clasificar como pórticos sin capacidad de disipación de energía, pórticos con capacidad especial de disipación de energía (DES), pórticos con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) y pórticos con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) según las disposiciones del capítulo C21.

**Resistencia lateral.** Es la capacidad de resistencia horizontal que es capaz de resistir una estructura antes de colapsar.

**Factor de seguridad.** Es el factor que se aplica a una estructura y sus elementos para que al diseñarse este en capacidad de soportar una carga razonablemente mayor a la esperada para condiciones de servicio, este exceso de capacidad de la estructura depende de dos factores, factores de carga y factores de resistencia y estos son aplicados para cubrir riesgos como posibles sobrecargas, defectos de construcción, deficiencia y calidad de los materiales, y calidad de la mano de obra.

**Amortiguamiento.** Es aquella perdida de energía debido a un movimiento ondulatorio, y es definido como el área bajo la curva de capacidad y la intersección con el espectro de diseño.

**Rigidez.** Es la relación que existe entre una carga externa estática o dinámica aplicada a la estructura con la deformación que esta solicitaciones producen en ella.

**Vulnerabilidad sísmica.** La vulnerabilidad sísmica de una estructura se define como la predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está relacionada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño.

## RESUMEN

**TITULO:** EVALUACION DE VULNERABILIDAD Y REHABILITACION SISMICA PARA UNA EDIFICACION APORTICADA UBICADA EN ZONA DE ACTIVIDAD SISMICA.\*

**AUTOR(ES):** SOLANO LOBO, Giancarlo  
PRADA DIAZ, Pedro\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Índices de vulnerabilidad sísmica, Espectro de respuesta, Análisis estático no lineal, Curva Pushover, Nivel de comportamiento, Reforzamiento sísmico estructural

## DESCRIPCIÓN

Durante las últimas décadas la ingeniería civil en Colombia se ha venido desarrollando en forma tangencial, creando en gran parte generación de empleo y una infraestructura excepcional en nuestro país, no obstante el nivel cultural, los bajos altos índices de pobreza, la falta de conocimientos en cuanto a la construcción de edificaciones, han creado un gran vacío ante la problemática de construcciones sismo resistente en Colombia, por ello la necesidad de implementar estudios relacionados con la vulnerabilidad de edificaciones ya sean de nivel histórico, institucional o residencial.

En esta monografía se pretende implementar un análisis de vulnerabilidad y reforzamiento sísmico para una construcción de edificio aporticado de cinco niveles, terminado hace varios años en zona sísmica alta, en la que ha recibido cargas gravitacionales y de sismo durante el perdió de servicio sin presentar daños a simple vista. No obstante y debido con la anterioridad de las normas antiguas para el diseño estructural de la edificación con respecto a la norma vigente NSR-10 es de esperar con no cumplan con los requisitos de diseño estructural.

Siguiendo dos parámetros complementados como son el análisis de índices de vulnerabilidad bajo la curva Pushover y los índices de sobreesfuerzo es necesario hacer un estudio detallado del nivel de comportamiento de la estructura además del parámetros mínimos exigidos por la NSR-10, respecto al segundo parámetro el análisis de alternativas de reforzamiento es una etapa importante para cada proyecto de rehabilitación sísmica. Para lograr dichos enfoques se empleó la siguiente metodología reflejada en el libro: Recolección de información, Evaluación y calificación de la Estructura por medio de los índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad, análisis Pushover, Alternativas de reforzamiento estructural, Elaboración de memorias para cada análisis, Elaboración del informe y Presentación de la monografía.

---

\* monografía de Grado

\*\* Facultad de Ingeniería Físico - Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Especialización en Estructuras, Director: Ph. D CRUZ HERNANDEZ, Ricardo

## ABSTRACT

**TITLE:** EVALUATION OF SEISMIC VULNERABILITY AND REHABILITATION FOR A BUILDING A PORTICADA LOCATED IN ZONE SEISMIC ACTIVITY\*.

**AUTHORS:** SOLANO LOBO, Giancarlo  
PRADA DIAZ, Pedro\*\*

**KEY WORDS:** Seismic vulnerability indices, response spectrum, nonlinear static analysis, pushover curve, level of performance, structural seismic retrofit

## DESCRIPTION

During the last decades of civil engineering in Colombia has been developing in a tangential way, creating much employment generation and an exceptional infrastructure in our country, despite the cultural level, low high rates of poverty, lack of knowledge. As for the construction of buildings, have created a great void before the issue of earthquake resistant buildings in Colombia, so the need to implement studies related to the vulnerability of buildings whether of the historical, institutional or residential.

In this monograph is to implement a vulnerability analysis and seismic retrofit for building construction a porticado five levels over several years in high seismic zone, which has received seismic and gravitational loads during service lost without showing damage at a glance. However, and due to the earlier of the old standards for structural design of the building over the existing standard NSR-10 is not expected to meet the structural design requirements.

Following two complemented parameters such as the analysis of vulnerability indices under the curve Pushover and rates of exertion is necessary to make a detailed study of the performance level of the structure in addition to the minimum standards required by the NSR-10, regarding the second parameter analysis of alternatives is an important reinforcement for each seismic rehabilitation project. To achieve these approaches are used the following methodology reflected in the book: Data Collection, Evaluation and Qualification Structure through overexertion rates and flexibility, Pushover analysis, structural reinforcement alternatives, preparation of reports for each analysis, Report Preparation and Presentation of the monograph.

---

\* Monography of grade

\*\* Faculty of engineering physical - mechanical, school of Civil Engineering, Specialization in structures Director: Ph. CRUZ HERNANDEZ, Ricardo

## INTRODUCCION

A través de la historia, la construcción ha sido una industria necesaria e importante para el desarrollo de la humanidad y así como esta industria se ha desarrollado, paralelamente ha avanzado la ciencia y la investigación de la respuesta a la acción sísmica en edificaciones.

Es importante reconocer que los fenómenos naturales son impredecibles y que impactan y dañan considerablemente nuestras tierras y edificaciones, se conoce que Cúcuta está localizada dentro de una zona de amenaza sísmica alta, en la cual interactúan las placas tectónicas importantes como la Nazca, la Suramericana, y la del Caribe, por lo tanto se encuentra en un país de actividad sísmica activo, en un punto denominado anillo circumpacífico, lo cual esta muy propensa a este tipo de fenómeno natural.

Debido a que los eventos sísmicos son la causa de las mayores tragedias y colapsos de las estructuras se han venido desarrollando nuevas herramientas de diseño y análisis de estructuras, basados en que estas puedan resistir movimientos sísmicos de diseño con muy poco daño, para que rápidamente puedan ser puestas en uso después del sismo y se conserve la vida de los usuarios.

Las últimas catástrofes sísmicas han puesto en evidencia una vez más el mal funcionamiento de las estructuras existentes y la necesidad de intervenir todas aquellas estructuras que han sido diseñadas con criterios de normativas antiguas.

Es necesario comprobar que las nuevas filosofías de diseño proporcionan estructuras existentes que preservan las vidas humanas y que cumplen con los

objetivos básicos de las normativas para los movimientos sísmicos de diseño considerados, y de esta forma prevenir y evitar catástrofes que dejan como resultado pérdidas incalculables e inaceptables tanto desde el punto de vista social como económico.

En este trabajo se busca evaluar el desempeño y la vulnerabilidad sísmica de un edificio aporticado de hormigón armado y construido en la década de los 90, evaluando las condiciones iniciales de la estructura basado en los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad para cada elemento y de la estructura en general, en donde analizando los datos obtenidos se procede a realizar un análisis de modelación de la estructura por medio de una metodología expuesta en los capítulos 2,3 y 4 del presente documento.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar la evaluación de la vulnerabilidad y rehabilitación sísmica de una edificación aporticada de concreto reforzado mediante un análisis no lineal (PUSH OVER), utilizando el espectro de diseño para una zona de actividad sísmica alta según las especificaciones de la NSR 2010.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer las características de los materiales y geometría de los elementos que hacen parte de la estructura, por medio de inspecciones, levantamientos en campo y de información existente.
- Determinar la respuesta y el comportamiento de los elementos y la estructura mediante el análisis no lineal.
- Calcular el grado de vulnerabilidad y nivel de daño de la estructura.
- Proponer una solución de rehabilitación deducida a partir de los resultados obtenidos por el análisis realizado y evaluarla posteriormente de acuerdo a los requerimientos y parámetros establecidos por la norma NSR 2010.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

Para llevar a cabo esta investigación se inició con escoger una estructura de acuerdo con los parámetros establecidos para el proyecto, interactuar con sus habitantes y recolectar la mayor información posible que existiera de esta, después de realizar este trabajo se optó por escoger una edificación aportricada de 5 pisos ubicada en Cúcuta y la cual se observa se encuentra en buen estado sin asentamientos en la cimentación, sin grietas pronunciadas y aparentemente en buen estado estructural para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica.

**Figura 1. Vista frontal de entrepisos**



Fuente: Autores

**Figura 2. Vista lateral de entrepisos 1**



Fuente: Autores

**Figura 3. Vista lateral de entrepisos 2**



Fuente: Autores

### **1.1.1 Índices de flexibilidad según NSR-10**

El índice de flexibilidad de una estructura se define como la susceptibilidad a tener deflexiones o derivas excesivas con respecto a las permitidas por el reglamento, teniendo en cuenta las fuerzas y efectos actuantes de la estructura en sus elementos, condiciones y métodos de diseño estructural.

Según el procedimiento de la NSR-2010[1] en A.10.4.3.5 (a) para conocer el índice de flexibilidad de la estructura se deben calcular los índices de flexibilidad por piso obtenido como la división del valor de deflexión obtenida de la estructura y la permitida por el reglamento para cada uno de los pisos de la edificación.

Conociendo estos valores el índice de flexibilidad de la estructura será el mayor valor de los índices de flexibilidad obtenidos por piso.

### **1.1.2 Índices de sobreesfuerzo según NSR-10**

Valor que permite definir la capacidad de la estructura existente de soportar y responder adecuadamente ante las sollicitaciones equivalentes.

Este índice se calcula para todos los efectos como cortantes, flexión y torsión de todos los elementos de la estructura y resulta de la división entre todas las fuerzas actuantes mayoradas y las resistentes efectivas de la estructura para cada efecto, como se menciona en la NSR-2010[1] en A.10.4.2 y A.10.4.3

### **1.1.3 Niveles de desempeño sísmico**

El nivel de desempeño describe un estado límite de daño, representa una condición límite o tolerable establecida en función de los posibles daños físicos en la edificación, la amenaza sobre la seguridad de los ocupantes de la estructura

inducidos por estos daños y la funcionalidad de la edificación posterior al evento sísmico (ATC 40 1996) la propuesta del ATC 40 especifica separadamente el nivel de desempeño para la estructura y el nivel de desempeño para los componentes no estructurales de manera que su combinación conduce al nivel de desempeño de la edificación que se puede clasificar en O(operacional), OI(ocupación inmediata), LS(seguridad a la vida), PC(prevenición de colapso) estos rangos para estar en un diseño seguro, y los cuales se pueden ver en los resultados gráficos del ETABS® CSI®[3] programa utilizado para el modelamiento.

#### **1.1.4 Modos de vibración**

Los modos de vibración de una estructura tienen como objetivo analizar las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede experimentar una estructura con respecto a su punto de equilibrio, estas deformaciones se pueden cuantificar por medio de un modelo y método de análisis en un programa como el ETABS® CSI®[3], donde de forma automática y bajo unos parámetros de datos distribuye las fuerzas, calcula masas y las distribuye en todos los elementos de la estructura.

#### **1.1.5 Rotulas plásticas**

Los estados de fluencia y post-fluencia pueden ser modelados en el ETABS® CSI®[3], usando rotulas discretas definidas o automáticas por defecto, las cuales se localizan a lo largo de los elementos, las rotulas son generalmente causadas por momento, torsión, axial y corte, también existe una rotula combinada para axial y momento(PM2-M3), basada en la interacción de ambos esfuerzos en la ubicación donde es definida, todas las deformaciones plásticas como desplazamientos o rotaciones ocurren donde fue asignada la articulación.

Las características de cada articulación se definen a través de curvas fuerza vs deformación, puntos en los cuales muestra un criterio de aceptación del

desempeño de la estructura y estados de daño como ocupación inmediata, seguridad a la vida o prevención al colapso descritos en el numeral 1.1.3. y mostrados en la figura 1.

**Figura 4. Diagrama de momento vs deformación**



Fuente: Autores

### 1.1.6 Curva de capacidad y demanda

La curva de capacidad se obtiene de un modelo representativo de nuestra estructura por medio de un análisis no lineal (NSP), que por medio de una serie de análisis elásticos secuenciales obtiene como resultado una representación en función del cortante basal ( $V_s$ ) obtenido para varios incrementos del estado de carga lateral, respecto al desplazamiento lateral del último nivel de la edificación ( $\Delta r$ ).

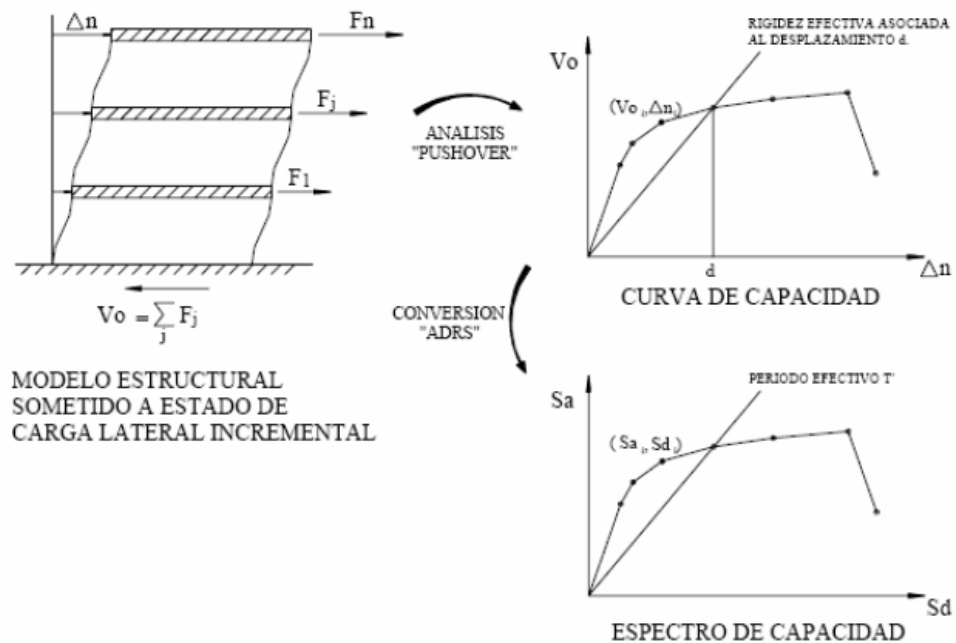
Esta curva está definida por una serie de rectas asociados a la progresiva degradación de la rigidez, la cedencia de los elementos y en general al estado de daño, a este tipo de análisis se le llama “*pushover*” este comportamiento de la estructura lo podemos observar por medio del ETABS® CSI®[3] utilizado para la modelación.

Para la interpretación de esta curva debemos tener en cuenta los puntos de control a lo largo de ella, como la capacidad de fluencia, que se puede definir

como el punto de intersección de la rigidez tangente inicial con la resistencia nominal, es decir antes de que el sistema estructural haya desarrollado la respuesta no lineal, y la capacidad última que se define como la máxima fuerza del edificio cuando todo el sistema estructural ha alcanzado completamente un estado plástico.

Es importante resaltar que los datos arrojados del modelo y espectros relacionados con la capacidad, no necesitan ser exactos para ser útiles, solo darán una aproximación razonable de las fuerzas de fluencia y ultima, las cuales darán una idea de cómo el edificio responderá a las solicitaciones inducidas por el evento sísmico.

**Figura 5. Curva de capacidad**

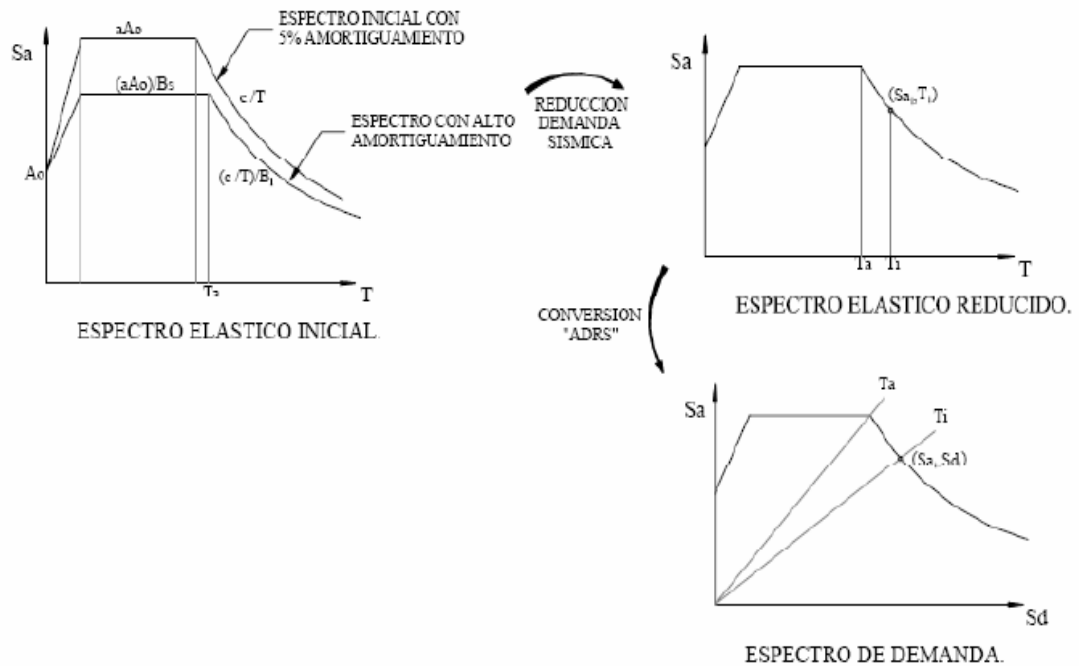


Fuente: Tesis doctoral Ricardo León Bonnet Díaz, ETS de ingeniero de caminos, Canales y puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña.

La curva de demanda sísmica sobre la estructura se determina a partir del espectro de pseudo-aceleración del movimiento sísmico, se define como la

aceleración máxima de respuesta respecto al correspondiente desplazamiento máximo bajo un parámetro de periodo y amortiguamiento dado, durante los últimos años se ha considerado que los parámetros más relevantes en el diseño son los desplazamientos y las deformaciones, por lo cual se recomienda analizar los espectros de respuesta en el formato AD ( $S_a$  vs  $S_d$ ) para propósitos de diseño basado en el desempeño sísmico, y para facilidad de superponer en el mismo diagrama la demanda vs la capacidad, permitiendo una solución gráfica del nivel de desempeño de una estructura.

**Figura 6. Curva de demanda**



Fuente: Tesis doctoral Ricardo León Bonnet Díaz, ETS de ingeniero de caminos, Canales y puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña.

### 1.1.7 Punto de desempeño o comportamiento

Se considera el punto de comportamiento de la estructura como la superposición del espectro de capacidad con el espectro de demanda sísmica en el cual se

identifica la intersección de las curvas, definiendo así el punto de desempeño donde se igualan la demanda y la capacidad. Este punto representa la respuesta estructural correspondiente al modo fundamental de vibración en términos de pseudo-aceleración y pseudo-desplazamiento, con lo cual podemos conocer el máximo desplazamiento (D) y el cortante basal ( $V_s$ ).

### **1.1.8 Curva *pushover***

La curva pushover me representa la capacidad de la estructura, la cual me relaciona la fuerza lateral, cortante basal  $V$ , con el desplazamiento en la parte superior  $D$ , bajo estos dos parámetros obtenemos un grupo de coordenadas espectrales usando las características dinámicas del modo fundamental de vibración que representa la estructura como un sistema de un solo grado de libertad (1 GDL), y a esta representación se le conoce con el nombre de espectro de capacidad.

## **1.2 METODOS DE ANALISIS**

### **1.2.1 Métodos analíticos**

Métodos en los cuales se utilizan técnicas de modelación estructural en donde se simula el comportamiento sísmico bajo cargas dinámicas, resultados de ensayos de materiales y parámetros de normativas para determinar el índice global de daño que puede presentar la edificación.

Existen varios métodos para la evaluación de estructuras existentes los cuales se concentran principalmente la modelación de edificios los cuales se utilizan modelos mecánicos para representar su comportamiento histerético con el fin de

determinar los niveles de daño para los elementos estructurales y la estructura en general.

Algunos métodos utilizados son:

**Procedimiento de análisis lineal estático:** Método que supone una estructura como un sistema de 1 grado de libertad equivalente con rigidez lineal estática y amortiguamiento viscoso equivalente. La fuerza sísmica se modela mediante un cortante basal obtenido como una fuerza inercial de una coordenada espectral (correspondiente al periodo fundamental), repartiendo el cortante basal como fuerzas horizontales estáticas en la altura del edificio.

**Procedimiento de análisis lineal dinámico:** Método en el cual se realiza un análisis dinámico de un sistema de varios grados de libertad con rigidez lineal elástica y amortiguamiento viscoso equivalente en donde el sismo es modelado mediante un espectro.

**Procedimiento de análisis estático no lineal (*pushover*):** el método *pushover* estudia la capacidad resistencia-deformación de una estructura bajo una distribución esperada de fuerzas inerciales, sometiendo la estructura a un patrón de cargas laterales creciente de manera monótonica hasta que la estructura alcanza su capacidad máxima, Utilizando este procedimiento es posible identificar la secuencia del agrietamiento, cedencia y fallo de los componentes, los estados límites de servicio, deformaciones y cortantes de la estructura que corresponde a la curva de capacidad.

**Procedimiento de análisis no lineal dinámico:** este método es realizado igual al método *pushover* incluyendo las características inelásticas del elemento y el sismo es modelado mediante un acelerograma completo realizando un análisis paso a paso en el tiempo

### **1.2.2 Métodos Subjetivos**

Existen dos formas de evaluar una edificación los métodos que predicen el daño y los que evalúan la capacidad sísmica, para los métodos que predicen el daño se realizan de dos maneras mediante una relación discreta con base en matrices de probabilidad y la segunda es una relación continua con base en funciones de vulnerabilidad dos métodos con fundamento en la estadística y de los daños observados.

Para evaluar la capacidad sísmica existen dos métodos, uno es el método con base en un sistema de calificación y aquellos en base a códigos de construcción, el primero es basado en una escala de valores dependiendo de las diferentes características estructurales aplicando unos coeficientes de reducción o corrección, el segundo basado en los códigos de construcción utiliza los mismos criterios partiendo de los procedimientos recomendados en estas normas como la fuerza horizontal equivalente, el análisis modal con espectros, FEMA etc.

### **1.3 METODOS DE REHABILITACION ESTRUCTURAL**

El reforzamiento estructural se utiliza para corregir las deficiencias y lograr una respuesta sísmica segura en la estructura, teniendo en cuenta el sistema de reforzamiento relacionado con el tipo de falla a controlar, se busca descargar la estructura existente a deformaciones y esfuerzos a los que originalmente estaba sujeta, para ser absorbidos por los nuevos elementos estructurales aportando rigidez y controlando los desplazamientos para elevar su nivel de seguridad sísmica estructural dependiendo del tipo de reforzamiento:

## **Tipos de reforzamiento**

Existen varios tipos de reforzamiento como:

- ✓ Muros de concreto
- ✓ Elementos en contrafuerte
- ✓ Disipadores de energía
- ✓ Pórticos perimetrales
- ✓ Elementos de arriostre(diagonales)
- ✓ Modificación de las secciones transversales
- ✓ Encamisado de vigas y columnas
- ✓ Materiales FRP

## **2. EVALUACION DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL**

### **2.1 INSPECCIÓN VISUAL**

Al definir la estructura para el estudio se realiza una inspección visual para detallar más las características de la estructura y conocer su estado o condiciones en las que esta se encuentra, revisar daños a los elementos, grietas, deflexiones, asentamientos y todo tipo de información necesaria para iniciar el estudio y con el fin de poder asignar unos coeficientes coherentes que dependen del mismo estado de esta y referidos en la norma.

### **2.2 CALIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN**

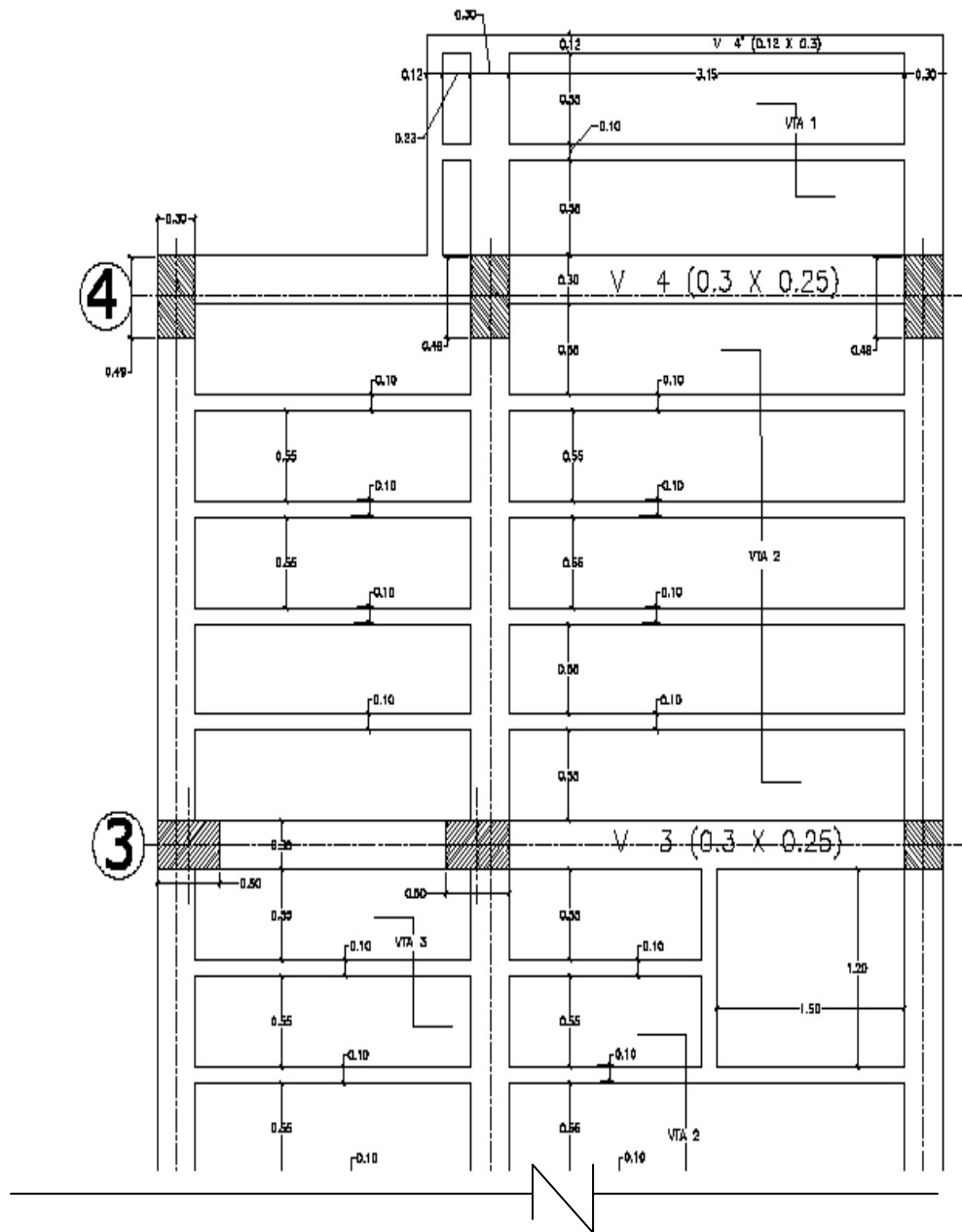
Según la NSR-2010[1] tabla A.10.4-1 especifica que para el cálculo de las resistencias efectivas de los elementos deben multiplicarse por los coeficientes de reducción de resistencia descritos en esta tabla.

### **2.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

En el momento de la visita a la edificación se pudo encontrar planos estructurales y arquitectónicos que facilitaron información para el desarrollo de la investigación, se tuvieron datos como geometría de los elementos de la estructura y la cimentación, propiedades del concreto, cantidad existente de refuerzo, separación, y diámetros de refuerzo como se muestra en la figuras 4-5-6-7-8-9-10-11 y 12 en donde se pudo evidenciar un buen diseño realizado de acuerdo a la normatividad antigua.

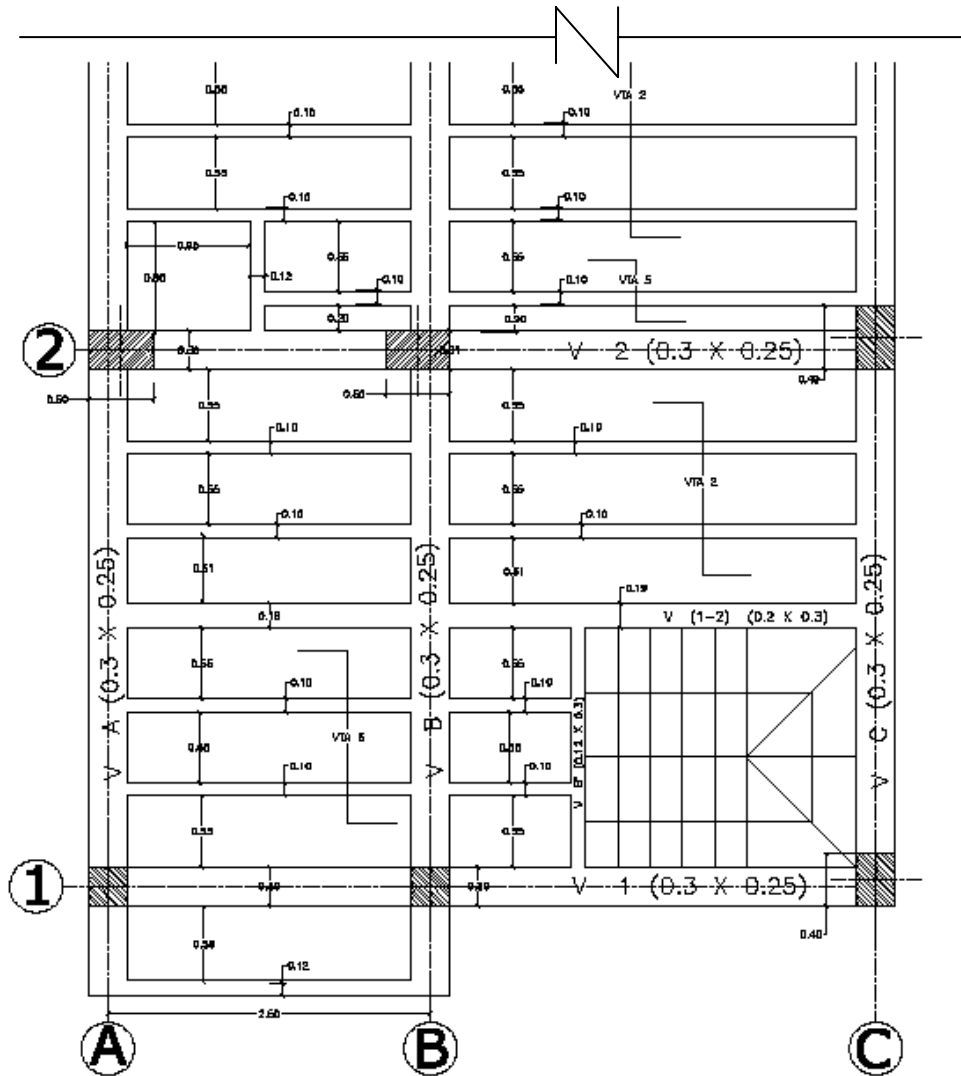
El diseño fue realizado por un ingeniero civil matriculado. Su nombre se omite aquí por tratarse de un ejercicio académico.

**Figura 7 Planta de vigas de entrepiso (1)**



Fuente: Autores

Figura 8. Planta de vigas de entrepiso (2)

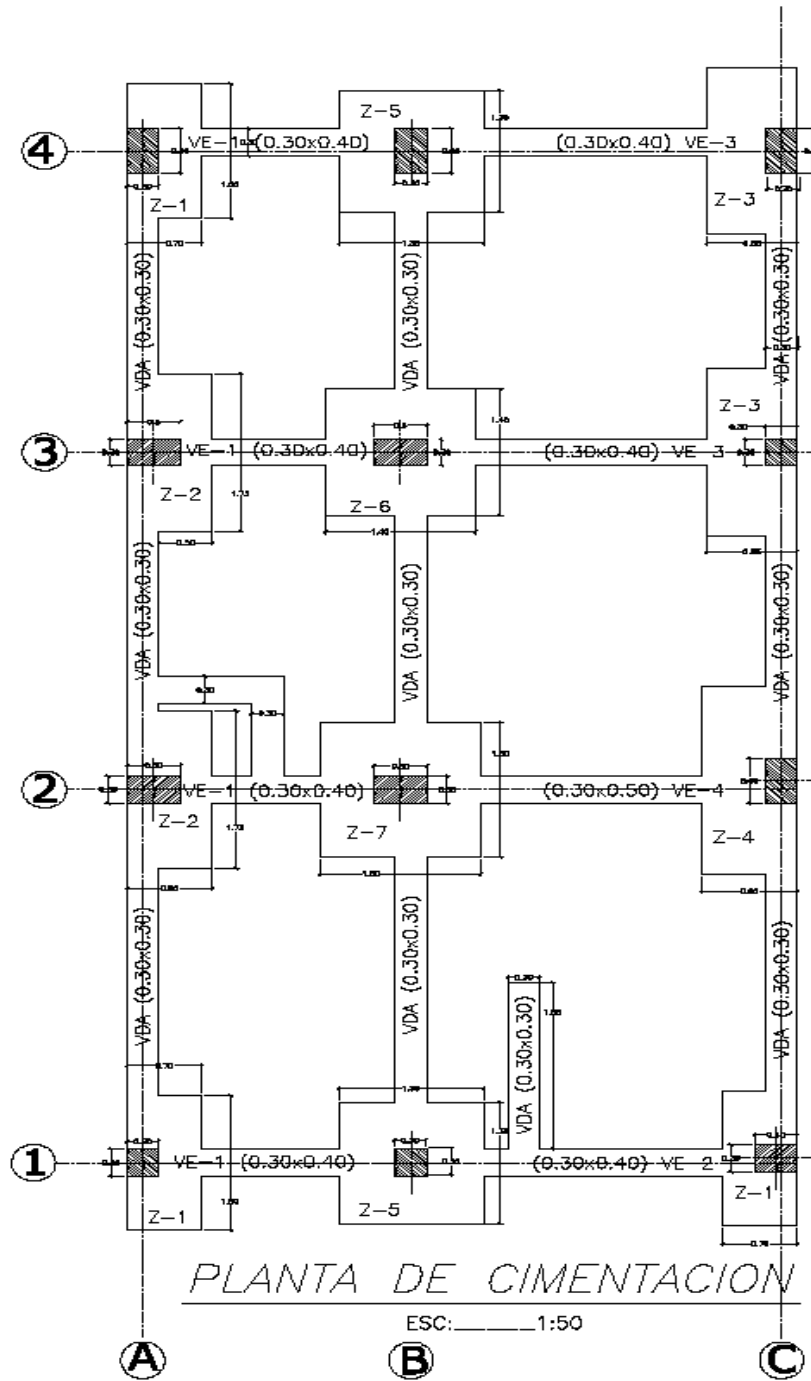


*PLANTA DE ENTREPISO 1,2,3 y 4*

ESC: \_\_\_\_\_ 1:50

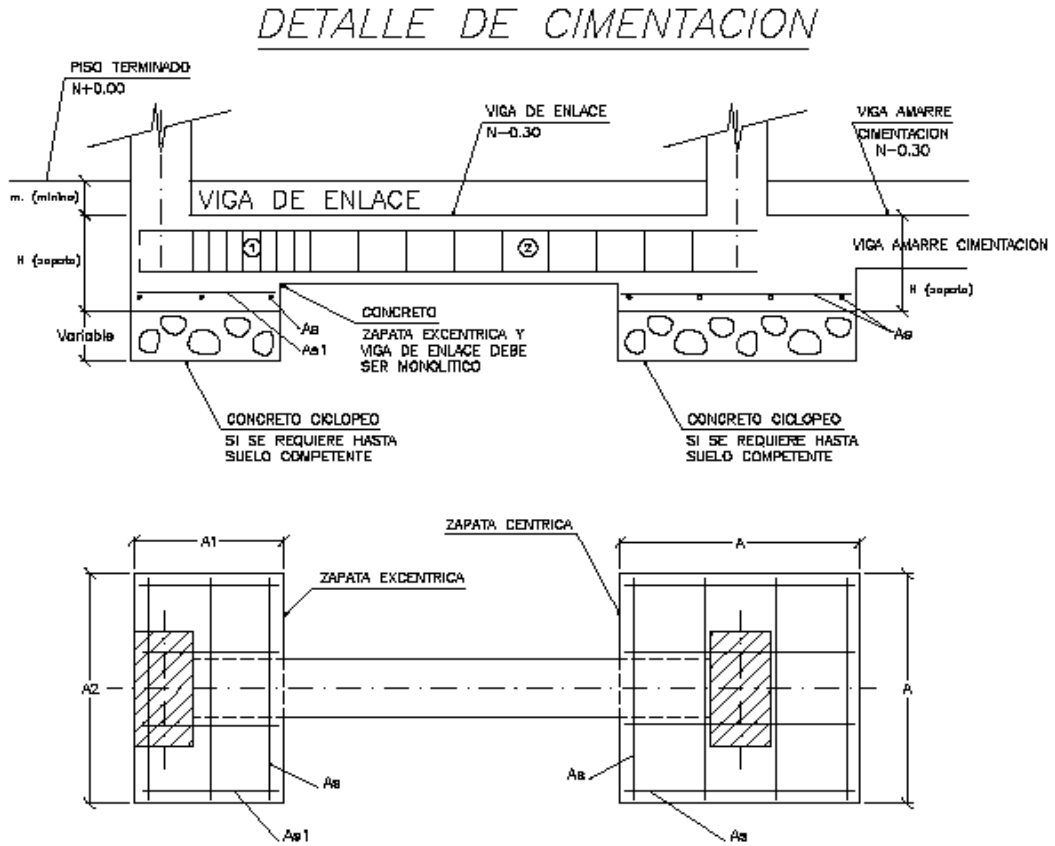
Fuente: Autores

Figura 9. Planta de cimentación



Fuente: Autores

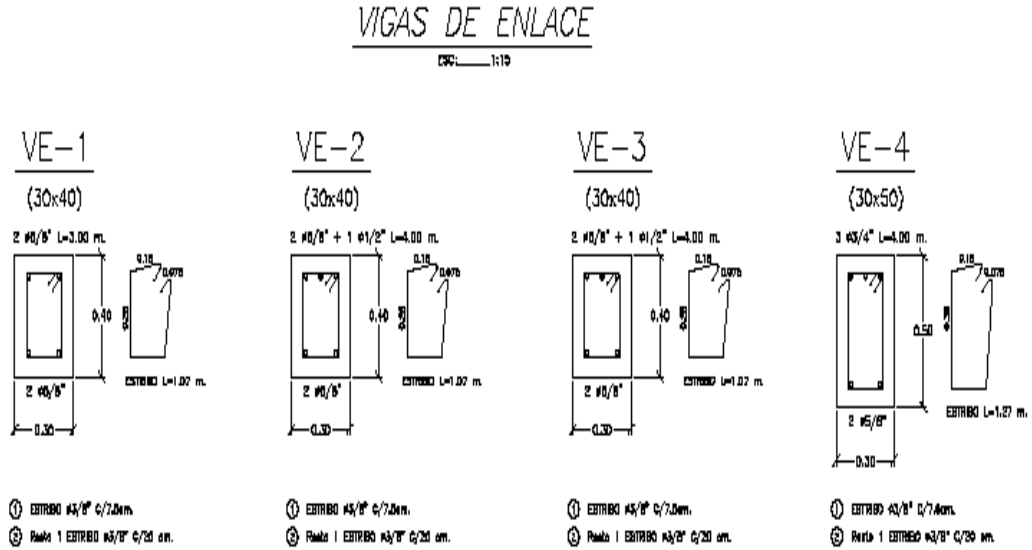
Figura 10. Planta de detalles y despiece de zapatas de la cimentación



CUADRO DE ZAPATAS							
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5	Z-6	Z-7
H (mts)	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40	0.50
A (mts)					1.35	1.40	1.50
A1 (mts)	0.70	0.80	0.85	0.90			
A2 (mts)	1.50	1.75	1.85	2.10			
As	4 $\phi 1/2"$ L=1.45 m.	4 $\phi 1/2"$ L=1.70 m.	5 $\phi 1/2"$ L=1.80 m.	6 $\phi 1/2"$ L=2.05 m.	8 $\phi 1/2"$ L=1.30 m.	8 $\phi 1/2"$ L=1.35 m.	9 $\phi 1/2"$ L=1.45 m.
As1	8 $\phi 1/2"$ L=0.85 m.	9 $\phi 1/2"$ L=0.75 m.	10 $\phi 1/2"$ L=0.80 m.	11 $\phi 1/2"$ L=0.85 m.			

Fuente: Autores

Figura 11. Despiece de vigas de cimentación



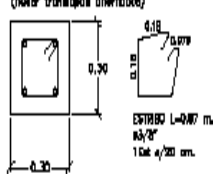
VIGA AMARRE  
CIMENTACION

ESC: 1:10

VDA

(30x30)

#8/8" CORREDO  
(hacer traspasos alternados)



ESPECIFICACIONES

ACEROS DE REFUERZO

-EN PULGADAS

Refuerzo (Coronado) #8=1/2" Fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>

Refuerzo (Coronado) #6=3/8" Fy=2400 kg/cm<sup>2</sup>

-EN MILIMETROS

Refuerzo (Brazalete) Fy=4200 kg/cm<sup>2</sup>

CONCRETOS

Reforzados f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi)

Delgados f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> (2500 psi)

40% Piedra Rajón - 60% Cemento

CARGAS

Vivo Entrepiso 1,2 = 180 kg/m<sup>2</sup> (Vivando)

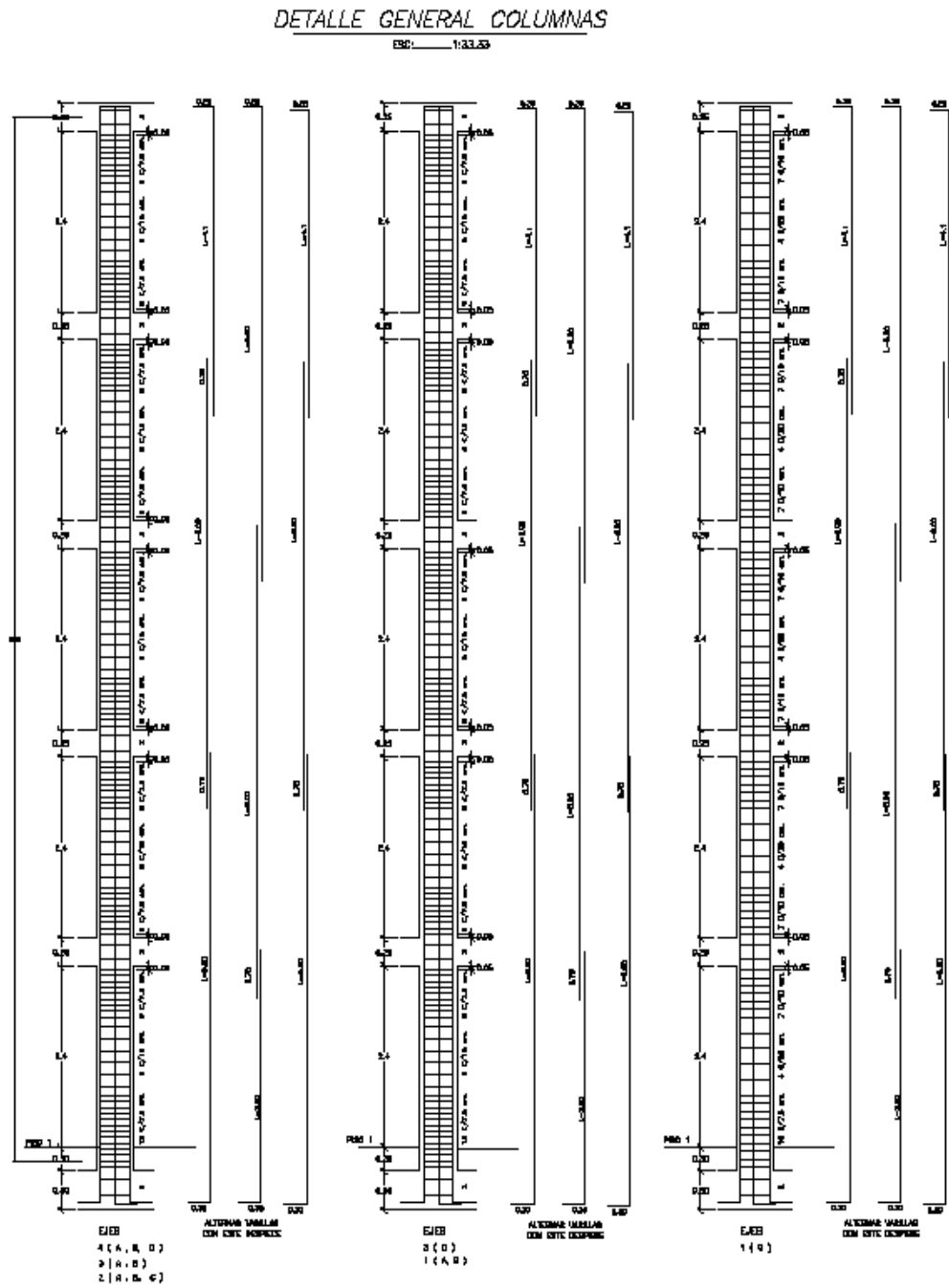
Vivo Entrepiso Cubierta = 180 kg/m<sup>2</sup> (Alivando)

Vivo Cubierta = 30 kg/m<sup>2</sup>

Mampostería (Módulo d=1300 kg/m<sup>3</sup>)

Fuente: Autores

Figura 12. Despiece de columnas (actual)

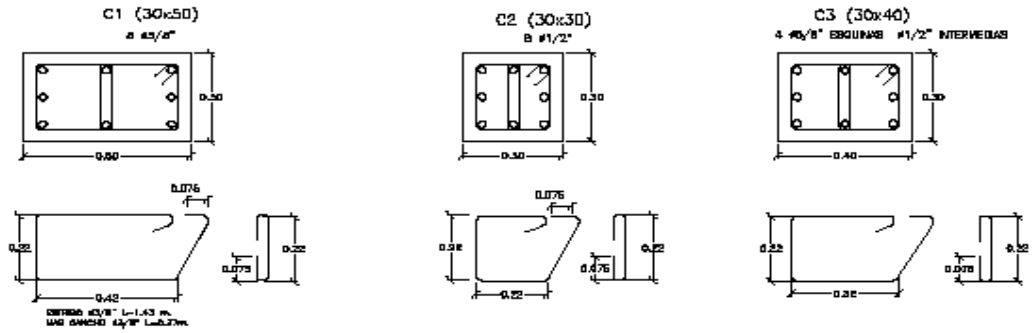


Fuente: Autores

Figura 13. Cuadro de columnas tipo por niveles

COLUMNAS TIPO

ESC: 1:10

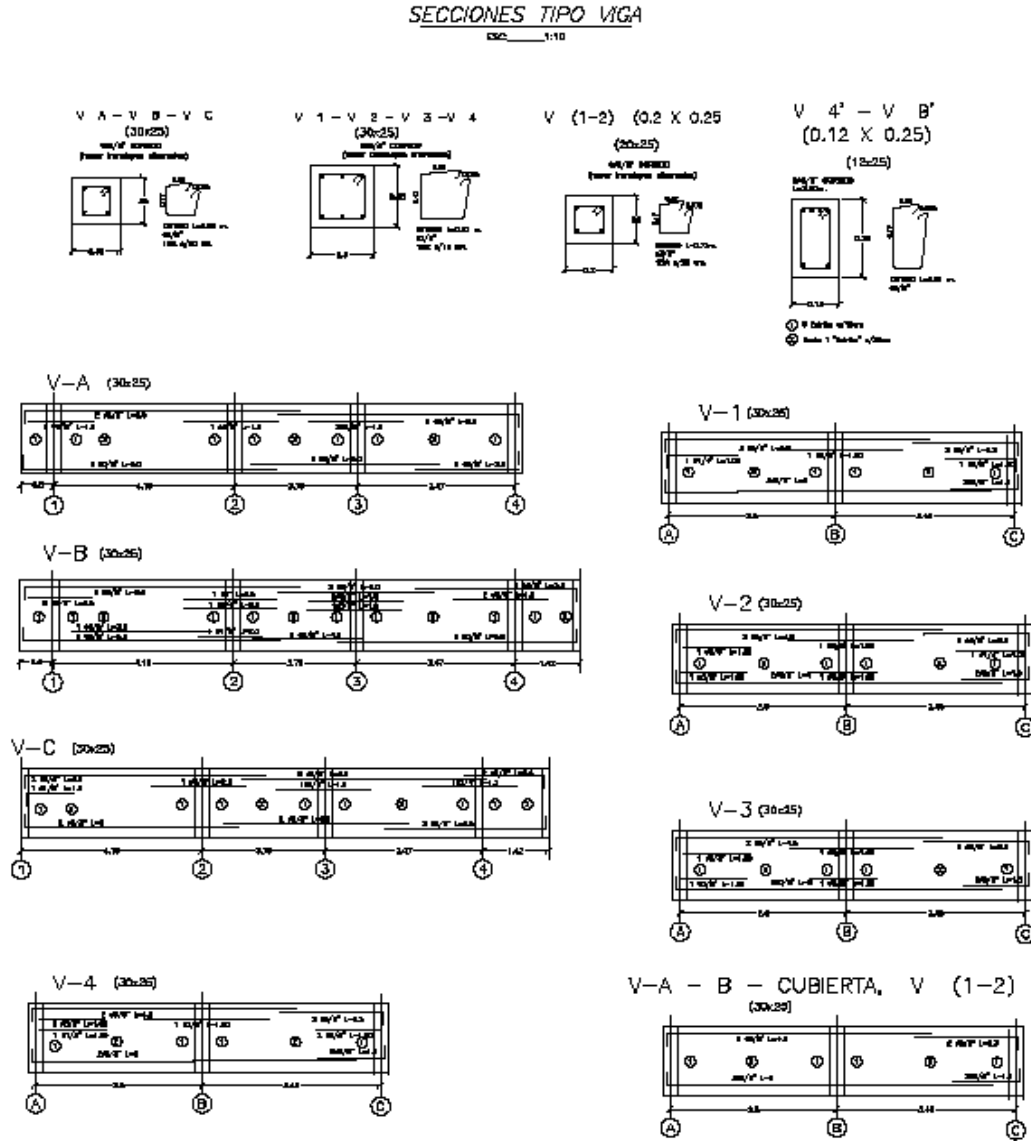


CUADRO COLUMNAS

		E J E S			Nivel
		A	B	C	
E J E S	4	C1	C1	C1	4
		C1	C1	C1	3
		C1	C1	C1	2
		C1	C1	C1	1
	3	C1	C1	C2	4
		C1	C1	C2	3
		C1	C1	C2	2
		C1	C1	C2	1
	2	C1	C1	C1	4
		C1	C1	C1	3
		C1	C1	C1	2
		C1	C1	C1	1
1	C2	C2	C2	4	
	C2	C2	C2	3	
	C2	C2	C2	2	
	C2	C2	C2	1	

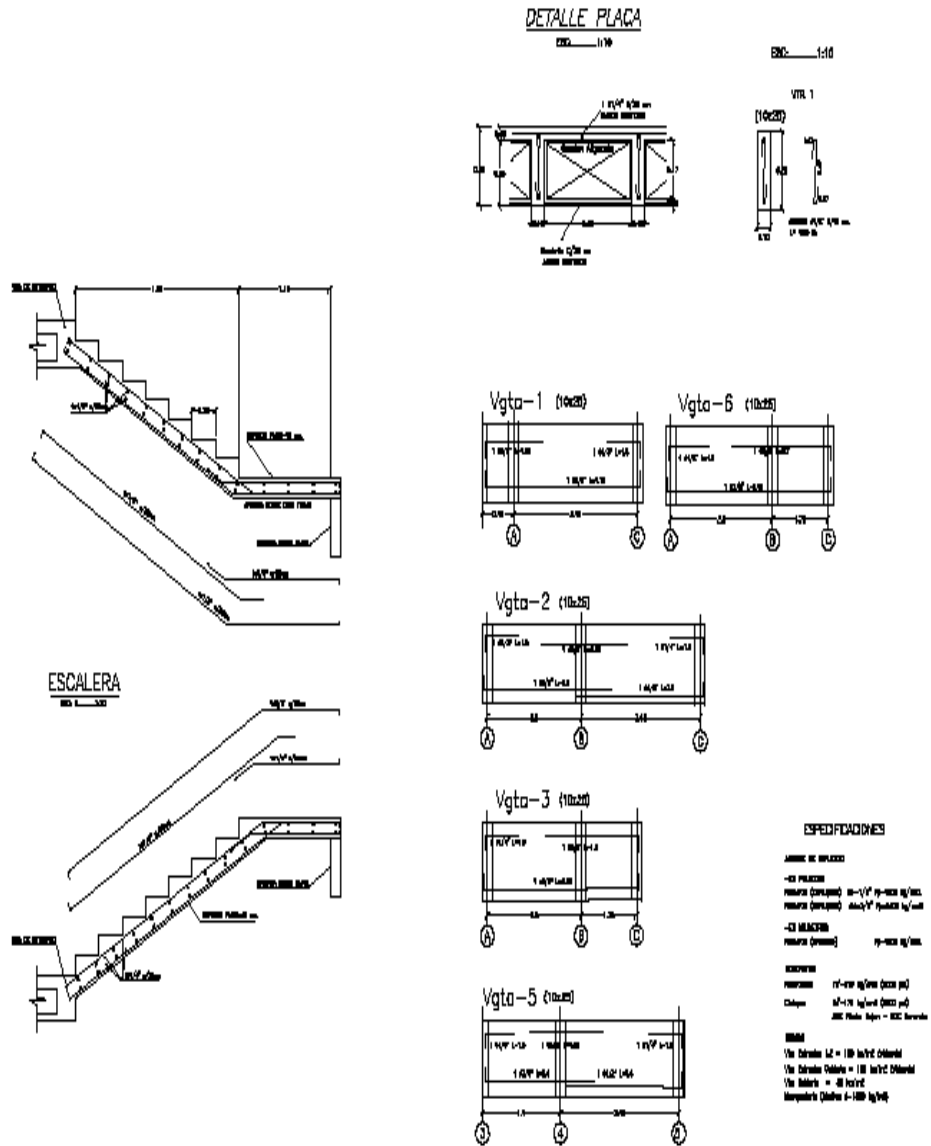
Fuente: Autores

Figura 14. Detalles de secciones tipo y despieces de vigas.



Fuente: Autores

Figura 15. Detalles de escalera, viguetas y placa.



Fuente: Autores

## 2.4 CALCULO DE ÍNDICES DE SOBRESFUERZO

Para el cálculo de los índices de sobreesfuerzo es necesario calcular algunas variables definidas en la norma para el método de diseño y para cumplir con los requerimientos establecidos en el procedimiento de análisis, estas variables están directamente relacionadas con las fuerzas o solicitaciones que actúan en la estructura

### 2.4.1 Definición de R y Ro

El coeficiente Ro es el valor de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y del grado de disipación de energía del material presentado en la NSR-2010 [1] tabla A.3-3.

R es el valor del resultado obtenido de multiplicar Ro por los coeficientes de reducción de disipación por irregularidad en altura, en planta y por ausencia de redundancia  $\Phi_a$ ,  $\Phi_p$  y  $\Phi_r$ .

Teniendo definido el coeficiente Ro se aplica la formula según NSR-2010[1] en A.10.4.2.4.

Entonces se tiene que;

$$R = R_o * \Phi_a * \Phi_p * \Phi_r$$

$$R_o = 7 * 1 * 0.9 * 1 = 6.3$$

### 2.4.2 Combinaciones de carga

Las combinaciones básicas establecidas en el código NSR-2010[1] y las utilizadas para el análisis son las siguientes:

- 1.4D
- 1.2D + 1.6L
- 1.2D + 1L + Ex
- 1.2D + 1L + Ey
- 0.9D + Ex
- 0.9D + Ey

### 2.4.3 Resistencia efectivas y actuantes de los elementos

La resistencia efectiva de los elementos debe evaluarse como el producto de la resistencia existente  $N_{ef}$  multiplicada por los coeficientes de reducción de resistencia según la NSR-2010[1] tabla A.10.4-1

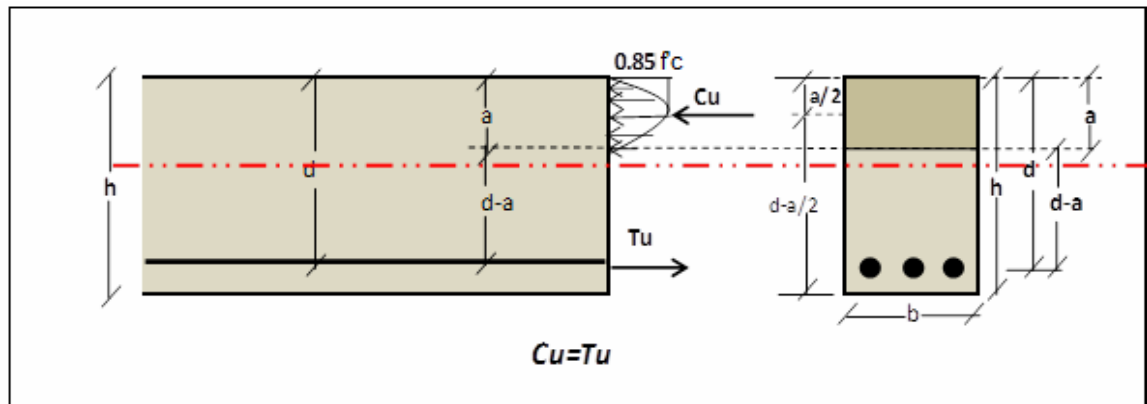
$$N_{ef} = \Phi_c * \Phi_e * N_{ex}$$

La clasificación del estado de calidad y de la estructura en general es buena por lo tanto los valores de  $\Phi_c$  y  $\Phi_e$  son iguales a 1.

**2.4.3.1 Fuerzas resistentes efectivas por flexión en vigas.** Para cada una de las vigas se realiza el análisis de flexión por el método de la resistencia última, en donde la expresión  $0.85 * f'_c * a * b$  supone una distribución rectangular de los esfuerzos de compresión como diagrama equivalente con un esfuerzo unitario de  $0.85 * f'_c$ .

Siendo todos los esfuerzos de compresión iguales a  $0.85 * F_c$  resulta:

Figura 16. Teoría de Witney



Fuente: Autores

$$0.85 * f'c * a * b = As * fy = \rho * b * d \Rightarrow a = (As * fy / 0.85 * f'c * b)$$

Datos para ejemplo de la viga A1-2 de 300x250mm y recubrimiento de 40mm.

Para conocer la profundidad del bloque rectangular de compresiones

$$a = (542 * 420 / 0.85 * 21 * 300) = 42.50mm$$

Teniendo el valor de a, el momento resistente último está determinado por el acero de tracción al llegar a su límite elástico y se calcula así:

$$Mu = \Phi * Tu(d - a / 2)$$

Entonces;

$$Mu = (0.9 * 542 * 420 * (210 - 42.5 / 2)) / 1000000 = 38.67Kn - m$$

2.4.3.2 Fuerzas actuantes por flexión en vigas. Las fuerzas actuantes que se presentan por flexión según el modelo se pueden ver en las tablas No 1-2-3-4-5

Tabla 1. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del primer nivel

EJE	VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (MODELO) (KN.m)			INDICE			
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE	
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1, H= 2,65 mt	A	V1-1	0	0	38,67			7,36			0,19
		1-2	38,67	29,38	42,29	44,60	16,08	48,71	1,15	0,55	1,15
		2-3	42,29	29,38	38,67	41,68	17,16	43,53	0,99	0,58	1,13
		3-4	38,67	29,38	29,38	44,61	9,37	44,84	1,15	0,32	1,53
	B	V2-1	0	0	54,02			8,34			0,15
		1-2	54,02	42,29	73,03	55,06	28,45	70,24	1,02	0,67	0,96
		2-3	73,03	29,38	57,89	58,36	21,16	57,74	0,80	0,72	1,00
		3-4	57,89	29,38	54,02	56,76	18,22	55,66	0,98	0,62	1,03
	C	4-V3	54,02	0	0	30,00			0,56		
		1-2	37,84	29,38	42,29	47,64	18,43	52,63	1,26	0,63	1,24
		2-3	42,29	29,38	42,29	41,26	12,28	41,36	0,98	0,42	0,98
		3-4	42,29	29,38	47,12	41,99	12,03	47,60	0,99	0,41	1,01
	1	4-V4	47,12	0	0	25,05			0,53		
		A-B	31,53	29,38	42,29	30,41	9,31	29,40	0,96	0,32	0,70
	MED 1-2	B-C	42,29	29,38	42,29	28,75	17,88	15,24	0,68	0,61	0,36
		A-B	28,19	28,19	28,19	9,64	1,30	5,45	0,34	0,05	0,19
2	B-C	28,19	28,19	28,19	8,48	8,59	12,32	0,30	0,30	0,44	
	A-B	42,29	29,38	42,29	42,14	9,17	39,42	1,00	0,31	0,93	
3	B-C	42,29	29,38	31,53	30,52	5,19	34,87	0,72	0,18	1,11	
	A-B	42,29	29,38	42,29	42,72	6,89	40,53	1,01	0,23	0,96	
4	B-C	42,29	29,38	29,38	35,76	8,07	37,50	0,85	0,27	1,28	
	A-B	60,95	29,38	34,1	43,83	29,49	39,39	0,72	1,00	1,16	
		B-C	38,67	29,38	54,02	31,70	5,25	33,81	0,82	0,18	0,63

Fuente: Autores

**Tabla 2. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del segundo nivel**

EJE	VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE			
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE	
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 2, H= 5,30 mt	A	V1-1	0	0	38,67			17,11			0,44
		1-2	38,67	29,38	42,29	47,78	21,84	50,54	1,24	0,74	1,20
		2-3	42,29	29,38	38,67	36,71	34,91	47,45	0,87	1,19	1,23
		3-4	38,67	29,38	29,38	50,48	28,68	51,47	1,31	0,98	1,75
	B	V2-1	0	0	54,02			18,23			0,34
		1-2	54,02	42,29	73,03	65,94	26,04	89,00	1,22	0,62	1,22
		2-3	73,03	29,38	57,89	73,28	22,56	71,04	1,00	0,77	1,23
		3-4	57,89	29,38	54,02	78,52	30,36	78,48	1,36	1,03	1,45
	C	4-V3	54,02	0	0	38,65			0,72		
		1-2	37,84	29,38	42,29	51,45	25,98	61,73	1,36	0,88	1,46
		2-3	42,29	29,38	42,29	50,55	35,62	38,17	1,20	1,21	0,90
		3-4	42,29	29,38	47,12	54,96	26,39	58,22	1,30	0,90	1,24
1	4-V4	47,12	0	0	33,29			0,71			
	A-B	31,53	29,38	42,29	31,27	30,95	33,44	0,99	1,05	0,79	
	B-C	42,29	29,38	42,29	40,17	38,05	32,45	0,95	1,30	0,77	
	MED 1-2	A-B	28,19	28,19	28,19	8,48	6,71	6,01	0,30	0,24	0,21
2	B-C	28,19	28,19	28,19	15,78	14,15	12,22	0,56	0,50	0,43	
	A-B	42,29	29,38	42,29	52,30	50,49	47,72	1,24	1,72	1,13	
	B-C	42,29	29,38	31,53	25,31	25,05	28,55	0,60	0,85	0,91	
	3	A-B	42,29	29,38	42,29	50,37	48,51	46,67	1,19	1,65	1,10
B-C		42,29	29,38	29,38	32,90	31,30	34,48	0,78	1,07	1,17	
4	A-B	60,95	29,38	34,1	47,65	45,58	43,12	0,78	1,55	1,26	
	B-C	38,67	29,38	54,02	26,49	23,56	27,05	0,69	0,80	0,50	

Fuente: Autores

**Tabla 3. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del tercer nivel**

EJE	VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE			
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE	
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 3, H= 7,95 mt	A	V1-1	0	0	38,67			16,29			0,42
		1-2	38,67	29,38	42,29	45,51	19,93	48,63	1,18	0,68	1,15
		2-3	42,29	29,38	38,67	34,21	32,41	44,97	0,81	1,10	1,16
		3-4	38,67	29,38	29,38	46,78	25,03	48,16	1,21	0,85	1,64
	B	V2-1	0	0	54,02			17,22			0,32
		1-2	54,02	42,29	73,03	63,61	23,76	86,72	1,18	0,56	1,19
		2-3	73,03	29,38	57,89	70,76	20,07	68,70	0,97	0,68	1,19
		3-4	57,89	29,38	54,02	74,89	26,79	75,23	1,29	0,91	1,39
	C	4-V3	54,02	0	0	38,17			0,71		
		1-2	37,84	29,38	42,29	49,27	23,38	59,44	1,30	0,80	1,41
		2-3	42,29	29,38	42,29	48,20	33,30	35,85	1,14	1,13	0,85
		3-4	42,29	29,38	47,12	51,55	23,53	55,38	1,22	0,80	1,18
1	4-V4	47,12	0	0	32,89			0,70			
	A-B	31,53	29,38	42,29	27,02	25,57	28,08	0,86	0,87	0,66	
	B-C	42,29	29,38	42,29	37,03	34,91	30,67	0,88	1,19	0,73	
	MED 1-2	A-B	28,19	28,19	28,19	7,78	6,01	5,03	0,28	0,21	0,18
2	B-C	28,19	28,19	28,19	15,18	13,56	11,90	0,54	0,48	0,42	
	A-B	42,29	29,38	42,29	46,56	47,75	40,60	1,10	1,63	0,96	
	B-C	42,29	29,38	31,53	21,82	22,45	25,95	0,52	0,76	0,82	
	3	A-B	42,29	29,38	42,29	44,32	42,46	40,08	1,05	1,45	0,95
B-C		42,29	29,38	29,38	29,63	28,49	31,67	0,70	0,97	1,08	
4	A-B	60,95	29,38	34,1	42,53	38,48	36,84	0,70	1,31	1,08	
	B-C	38,67	29,38	54,02	23,31	20,95	24,45	0,60	0,71	0,45	

Fuente: Autores

**Tabla 4. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del cuarto nivel**

EJE	VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE			
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE	
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 4, H= 10,60 mt	A	V1-1	0	0	38,67			14,99			0,39
		1-2	38,67	29,38	42,29	41,75	15,97	44,67	1,08	0,54	1,06
		2-3	42,29	29,38	38,67	29,58	27,77	40,68	0,70	0,95	1,05
		3-4	38,67	29,38	29,38	40,08	18,39	41,88	1,04	0,63	1,43
	B	V2-1	0	0	54,02			15,70			0,29
		1-2	54,02	42,29	73,03	60,10	19,22	82,18	1,11	0,45	1,13
		2-3	73,03	29,38	57,89	66,11	15,47	64,53	0,91	0,53	1,11
		3-4	57,89	29,38	54,02	68,41	20,32	68,87	1,18	0,69	1,27
	C	4-V3	54,02	0	0	37,89			0,70		
		1-2	37,84	29,38	42,29	44,49	18,62	54,68	1,18	0,63	1,29
		2-3	42,29	29,38	42,29	43,85	28,84	31,38	1,04	0,98	0,74
		3-4	42,29	29,38	47,12	45,66	17,73	49,57	1,08	0,60	1,05
1	4-V4	47,12	0	0	32,24			0,68			
	A-B	31,53	29,38	42,29	19,93	17,86	20,15	0,63	0,61	0,48	
	B-C	42,29	29,38	42,29	32,12	30,00	27,05	0,76	1,02	0,64	
	MED 1	A-B	28,19	28,19	28,19	6,46	4,70	3,54	0,23	0,17	0,13
B-C		28,19	28,19	28,19	14,23	12,60	11,09	0,50	0,45	0,39	
2		A-B	42,29	29,38	42,29	35,96	34,16	28,72	0,85	1,16	0,68
		B-C	42,29	29,38	31,53	15,99	17,38	20,88	0,38	0,59	0,66
3	A-B	42,29	29,38	42,29	33,08	31,22	28,84	0,78	1,06	0,68	
	B-C	42,29	29,38	29,38	23,83	20,54	26,46	0,56	0,70	0,90	
4	A-B	60,95	29,38	34,1	33,10	29,05	26,53	0,54	0,99	0,78	
	B-C	38,67	29,38	54,02	17,76	15,98	19,48	0,46	0,54	0,36	

Fuente: Autores

**Tabla 5. Fuerzas actuantes por flexión en vigas del quinto nivel**

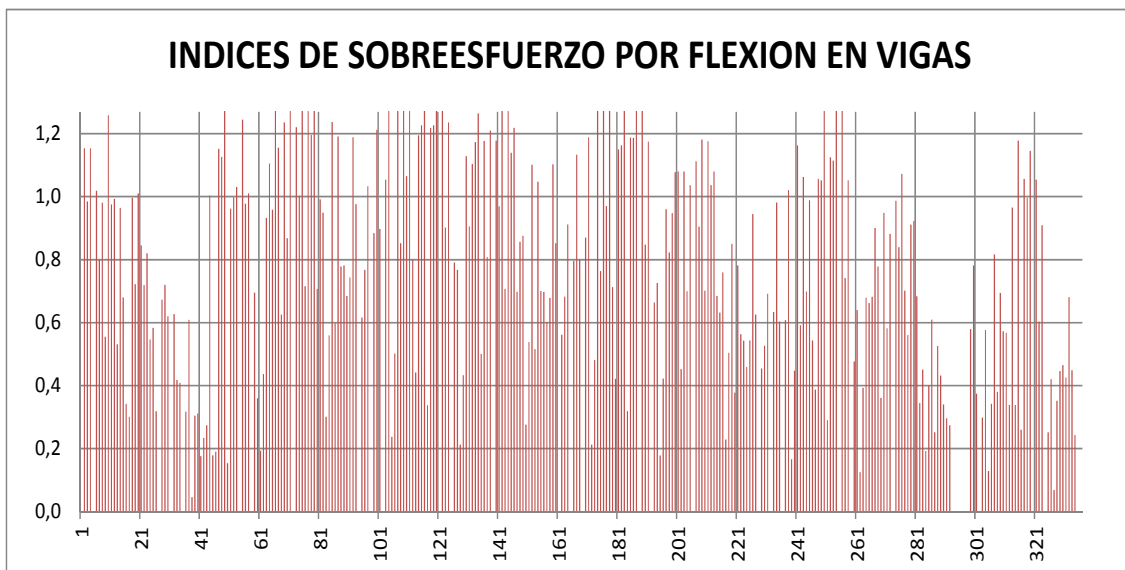
EJE	VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE			
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE	
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 5, H= 13,25 mt	A	V1-1	0	0	38,67			13,11			0,34
		1-2	38,67	29,38	42,29	36,68	8,07	40,82	0,95	0,27	0,97
		2-3	42,29	29,38	38,67	24,63	22,83	33,92	0,58	0,78	0,88
		3-4	38,67	29,38	29,38	34,09	12,21	34,60	0,88	0,42	1,18
	B	V2-1	0	0	54,02			14,07			0,26
		1-2	54,02	42,29	73,03	53,32	14,17	77,13	0,99	0,34	1,06
		2-3	73,03	29,38	57,89	61,32	10,42	57,64	0,84	0,35	1,00
		3-4	57,89	29,38	54,02	62,08	13,92	61,91	1,07	0,47	1,15
	C	4-V3	54,02	0	0	37,91			0,70		
		1-2	37,84	29,38	42,29	21,20	17,02	44,57	0,56	0,58	1,05
		2-3	42,29	29,38	42,29	38,53	22,98	25,52	0,91	0,78	0,60
		3-4	42,29	29,38	47,12	39,04	11,00	42,84	0,92	0,37	0,91
1	4-V4	47,12	0	0	32,22			0,68			
	A-B	31,53	29,38	42,29	10,87	8,76	10,66	0,34	0,30	0,25	
	B-C	42,29	29,38	42,29	19,06	16,94	17,79	0,45	0,58	0,42	
	MED 1	A-B	28,19	28,19	28,19	5,41	3,64	1,92	0,19	0,13	0,07
B-C		28,19	28,19	28,19	11,28	9,65	9,91	0,40	0,34	0,35	
2		A-B	42,29	29,38	42,29	25,79	23,98	18,88	0,61	0,82	0,45
		B-C	42,29	29,38	31,53	10,67	11,18	14,68	0,25	0,38	0,47
3	A-B	42,29	29,38	42,29	22,24	20,39	18,00	0,53	0,69	0,43	
	B-C	42,29	29,38	29,38	18,28	16,84	20,02	0,43	0,57	0,68	
4	A-B	60,95	29,38	34,1	20,74	16,69	15,32	0,34	0,57	0,45	
	B-C	38,67	29,38	54,02	11,47	9,62	13,12	0,30	0,33	0,24	

Fuente: Autores

En la evaluación de los resultados se tiene un 32% de vigas en toda la estructura con un índice superior al 1% lo cual se buscará un tipo de reforzamiento estructural para minimizar esta condición.

**2.4.3.3 Índices por flexión en vigas.** Los índices se calculan como se menciona en el numeral 1.1.2

**Figura 17. Índices de sobreesfuerzo por flexión en vigas**



Fuente: Autores

**2.4.3.4 Fuerzas resistentes efectivas por cortante en vigas.** Igualmente para la fuerza cortante se realiza el chequeo de cada viga en sus extremos y en la mitad de la luz, calculada según los requerimientos de la NSR-2010 [1] C.11.1. En este caso seguimos analizando la viga A1-2 de 300x250mm y recubrimiento de 40mm.

$$\Phi V_n \geq V_u \quad ; \quad V_r = \Phi * (V_c + V_s)$$

$$V_c = 0.17 * \lambda * \sqrt{f_c} * b_w * d$$

$$V_s = \frac{A_v * F_{yt} * d}{s}$$

$$V_c = 0.17 * 1 * \sqrt{21} * 300 * (250 - 40) = 49079 N$$

$$V_s = \frac{2 * 71 * 240 * (250 - 40)}{150} = 47712 N$$

$$V_r = 0.75 * (49079 + 47712) / 1000000 = 72.6 KN$$

**2.4.3.5 Fuerzas actuantes por cortante en vigas.** Para el cálculo de los cortantes actuantes se consideró como la sumatoria de los cortantes hiperestáticos, el cortante isostático y el cortante producido por el peso de la viga, esto para obtener la condición más crítica, adicionalmente como dato para comparación se extraen los cortantes por rotulación del modelo y entre estos dos valores se escoge el mayor para calcular los índices, como se muestra en la tabla No 6 y 7.

**Tabla 6. Cortantes actuantes de las vigas**

		A	B	L	area af	Wu	V estatico isostatico)	V por ppropio vigas	V hiperestatico
A	V1-1	0,3	0,25	0,85	1,25	14,73	12,52	0,90	61,4
	1-2	0,3	0,25	4,15	1,25	14,73	30,56	4,40	26,3
	2-3	0,3	0,25	3,75	1,25	14,73	27,62	3,97	29,1
	3-4	0,3	0,25	3,35	1,25	14,73	24,67	3,55	27,5
B	V2-1	0,3	0,25	0,85	1,25	14,73	12,52	0,90	84,4
	1-2	0,3	0,25	4,15	2,98	35,06	72,74	4,40	40,0
	2-3	0,3	0,25	3,75	2,98	35,06	65,73	3,97	45,5
	3-4	0,3	0,25	3,35	2,98	35,06	58,72	3,55	44,2
	4-V3	0,3	0,25	1,60	1,98	23,27	37,24	1,70	44,8
C	1-2	0,3	0,25	4,15	1,725	20,33	42,18	4,40	26,0
	2-3	0,3	0,25	3,75	1,725	20,33	38,11	3,97	30,3
	3-4	0,3	0,25	3,35	1,725	20,33	34,05	3,55	35,8
	4-V4	0,3	0,25	1,60	1,725	20,33	32,52	1,70	39,4
1	A-B	0,3	0,25	2,50	2,5	7,20	0,00	2,65	39,9
	B-C	0,3	0,25	3,45	2,08	5,98	0,00	3,66	33,0
MED-12	A-B	0,2	0,3	2,50	2,50	7,20	0,00	2,12	30,3
	B-C	0,2	0,3	3,45	2,50	7,20	0,00	2,92	22,0
2	A-B	0,3	0,25	2,50	3,95	11,38	0,00	2,65	45,5
	B-C	0,3	0,25	3,45	3,95	11,38	0,00	3,66	28,9
3	A-B	0,3	0,25	2,50	3,55	10,22	0,00	2,65	45,5
	B-C	0,3	0,25	3,45	3,55	10,22	0,00	3,66	28,1
4	A-B	0,3	0,25	2,50	1,675	4,82	0,00	2,65	50,6
	B-C	0,3	0,25	3,45	2,475	7,13	0,00	3,66	35,9

Fuente: Autores

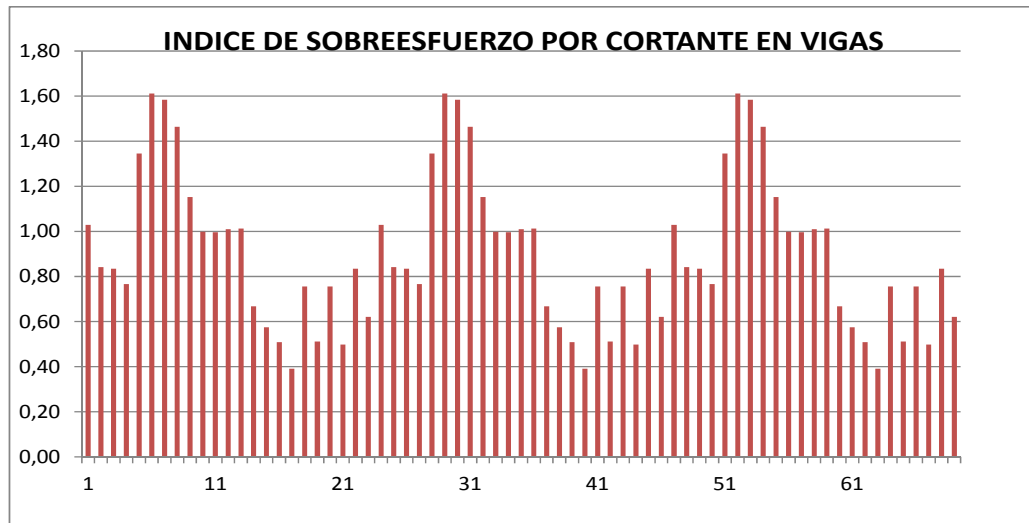
**Tabla 7. Calculo de índices de las vigas**

EJE	VIGAS	CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)							CORTANTE ACTUANTE (KN)			CORTANTE MODELO(SISMICO)			INDICE				
		BORDE (i)					CENTRO (+)	BORDE (j)		BORDE	CENTRO							BORDE	
		Ø	No. de Ramas	S (mm)	DIMENSION (mm)		CORTANTE (KN)	CORTANTE (KN)	CORTANTE (KN)										
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1, 2, 3, 4 Y 5	A	V1-1	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	74,83	74,83	74,83	5,42	10,91	16,40	1,03	1,03	1,03
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	61,25	61,25	61,25	45,22	16,14	47,74	0,84	0,84	0,84
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	60,68	60,68	60,68	33,75	19,52	67,07	0,83	0,83	0,83
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	55,74	55,74	55,74	47,05	25,09	46,77	0,77	0,77	0,77
	B	V2-1	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	97,81	97,81	97,81	6,53	12,02	17,51	1,35	1,35	1,35
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	117,14	117,14	117,14	62,53	18,25	85,19	1,61	1,61	1,61
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	115,24	115,24	115,24	70,38	19,52	67,07	1,58	1,58	1,58
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	106,52	106,52	106,52	74,89	26,73	73,69	1,46	1,46	1,46
	C	4-V3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	83,76	83,76	83,76	38,13	25,36	6,78	1,15	1,15	1,15
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	72,60	72,60	72,60	48,05	23,34	18,55	1,00	1,00	1,00
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	72,43	72,43	72,43	47,31	31,69	34,23	1,00	1,00	1,00
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	73,41	73,41	73,41	51,40	22,52	53,29	1,01	1,01	1,01
1	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	51,54	51,54	51,54	27,46	26,98	29,52	0,81	0,81	0,81	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	46,94	46,94	46,94	30,45	28,33	25,58	0,74	0,74	0,74	
MED 1-2	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	41,45	41,45	41,45	7,80	6,04	5,41	0,65	0,65	0,65	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	37,33	37,33	37,33	13,54	11,91	10,64	0,59	0,59	0,59	
2	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	62,38	62,38	62,38	46,28	44,47	43,47	0,98	0,98	0,98	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	52,18	52,18	52,18	22,91	21,15	24,65	0,82	0,82	0,82	
3	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	60,94	60,94	60,94	43,75	41,89	41,70	0,96	0,96	0,96	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	49,37	49,37	49,37	29,92	26,64	30,72	0,77	0,77	0,77	
4	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	59,25	59,25	59,25	40,41	38,54	36,36	0,93	0,93	0,93	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	51,87	51,87	51,87	22,65	20,12	23,20	0,81	0,81	0,81	

Fuente: Autores

### 2.4.3.6 Índices por cortante en vigas

Figura 18. Índices de sobreesfuerzo por cortante de las vigas.



Fuente: Autores

### 2.4.3.7 Fuerzas resistentes efectivas por flexo-compresión en columnas.

Todas las columnas fueron calculadas según el sistema de resistencia sísmica y analizadas a carga axial, flexión y cortante en la cara del apoyo donde son más solicitadas.

EL análisis fue realizado por el método de la superficie de falla planteado por Cheng- Tzu Thomas Hsu como se menciona en el documento ACI STRUCTURAL JOURNAL Title no. 85-S20 por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{P_u - P_o}{P_n - P_o} + \left| \frac{M_{ux}}{M_{bx}} \right|^{1.5} + \left| \frac{M_{uy}}{M_{by}} \right|^{1.5} = 1$$

Para el ejemplo tomamos la columna C2 de 300x300mm con recubrimiento de 40mm,  $f'_c$  de 21Mpa y un  $f_y$  de 420MPa realizando cada uno de los pasos.

- ✓ La carga axial mínima del elemento debe ser:

$$P_{\min} = 0.1 * f'c * Ag = 0.1 * 21 * 300 * 300 = 189000N$$

$$P_{\min e} = P_{\min} * \Phi_e * \Phi_c = 189000 * 1 * 1/1000 = 189KN$$

- ✓ La carga axial máxima que puede transmitir una columna es:

$$P_{\max} = 0.8 * \Phi * [0.85 * Fc * (Ag - Ast) + Ast * Fy]$$

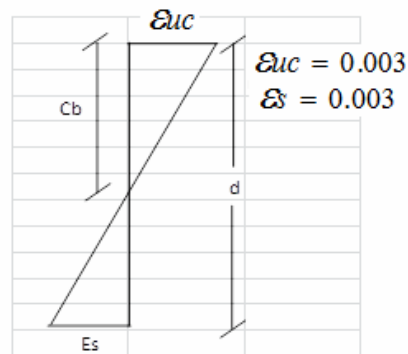
$$P_{\max} = 0.8 * 0.65 * [0.85 * 21 * (90000 - 1032) + 1032 * 420]$$

$$P_{\max} = 1051190 / 1000 = 1051.18KN$$

$$P_{\max e} = 1051190 * \Phi_e * \Phi_c = 1051.18 * 1 * 1/1000 = 1051.18KN$$

Se requiere calcular la distancia de la fibra extrema a compresión al eje neutro (Cb) mediante un análisis de deformaciones en condiciones balanceadas.

**Figura 19. Diagrama de deformaciones**



Fuente: Autores

$$\frac{d}{(0.0033 + 0.0021)} = \frac{cb}{0.0033}$$

$$Cb = \frac{0.003 * d}{0.003 + 0.0021} * \frac{\epsilon}{\epsilon} \Rightarrow Cb = \frac{600 * (300 - 40)}{600 + 420} = 152.9mm$$

- ✓ Calculamos  $P_{bx} = P_{by} = C_u = \Phi * 0.85 * F_c * \beta * C_b * b$  ; entonces :

$$P_{bx} = P_{by} = 0.65 * 0.85 * 21 * 152.9 * 0.85 * 300 / 1000 = 452.37 \text{ KN}$$

$$P_{bx} = P_{by} = 452.37 * 1 * 1 = 452.37 \text{ KN}$$

- ✓ Calculamos el momento  $M_{bx} = M_{by}$  con respecto al centro plástico :

$$M_{bx} = 0.85 * \Phi * f'_c * \beta * C_b * b * \left( d - \frac{C_b * \beta}{2} \right) + \Phi * A_s' * f_y * (d - d')$$

$$M_{bx} = 0.85 * 0.65 * 21 * 0.85 * 1529 * 300 * \left( 260 - \frac{[1529 * 0.85]}{2} \right) + 0.65 * 1032 * 420 * (260 - 40)$$

$$M_{bx} = 150203093 \text{ N} - \text{mm} \Rightarrow 150.20 \text{ KN} - \text{m}$$

- ✓ Se traslada el momento al centro plástico:

$$e_y = \frac{M_{bx}}{P_{bx}} = \frac{150.20}{452.37} = 0.33 \text{ m} = 332 \text{ mm}$$

$$e = e_y - \left[ \frac{d - d'}{2} \right] = 332 - \frac{[260 - 40]}{2} = 222 \text{ mm}$$

$$M_{bx} = M_{by} = P_{bx} * e = 452.37 * 0.222 = 100.42 \text{ KN} - \text{m}$$

Se realizan estos controles al proceso de diseño:

- ✓ Se calcula el  $P_{o \text{ min}}$  cuando  $P_u < P_{be}$  donde se presenta compresión

$$P_{o \text{ min}} = -\Phi * A_s * F_y = -0.9 * 1032 * 420 = 390096 \text{ N} = 390 \text{ KN}$$

$$P_{o \text{ min}} = 390 * 1 * 1 = 390 \text{ KN}$$

- ✓ Se calcula el  $P_{o \text{ max}}$  cuando  $P_u > P_{be}$  donde se presenta tracción

$$P_{o \text{ max}} = \Phi * 0.85 * F_c * (A_g - A_s) + A_s * F_y$$

$$P_{o \text{ max}} = 0.65 * 0.85 * 21 * ((300 * 300) - 1032) + 1032 * 420 = 1465691.22 \text{ N}$$

$$P_{o \text{ max}} = 1465.69 * 1 * 1 = 1465.69 \text{ KN}$$

Los momentos y cargas axiales resistentes efectivas de cada columna se muestran en la tabla No 8

**Tabla 8. Momentos y cargas axiales resistentes efectivas**

Tipo	MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN)										
	As (mm <sup>2</sup> )	Seccion		Pmin y Pmax		Pbalanceados		Mbalanceados		Pomin y Pomax	
		B (mm)	H (mm)	Pmine (Kn)	Pmaxe (Kn)	Pbx (Kn)	Pby (Kn)	Mbx (Kn)	Mby (Kn)	Pomine (Kn)	Pomaxe (Kn)
1	1592	500	300	315,0	1725,2	749,9	804,62	98,4	173,6	-601,8	2156,5
2	1032	300	300	189,0	1051,2	450,2	450,2	60,6	60,6	-390,1	1314,0
3	1312	300	400	252,0	1388,2	661,8	624,3	120,2	85,3	-495,9	1735,3
4	1592	300	500	315,0	1725,2	804,62	749,9	173,6	98,4	-601,8	2156,5

Fuente: Autores

**2.4.3.8 Fuerzas actuantes por flexo-compresión en columnas.** Las fuerzas presentes máximas por flexo-compresión de las columnas se sacan del modelo elástico desarrollado como se muestran en la tabla No 9 para la columnas C2 las demás serán remitidas al **anexo A**.

**2.4.3.9 Índices por flexo-compresión en columnas.** Para el cálculo de los índices por flexo compresión se utilizan los coeficientes necesarios para aplicarlos a la fórmula de la superficie de falla planteada por Cheng- Tzu Thomas Hsu y calculados en el ejemplo anterior, se obtienen los valores de cada combinación creada para el análisis y tomamos el mayor índice como se muestra en la tabla No 9.

Para el cálculo de los índices de las columnas se remiten al **anexo A**.

Datos para el cálculo de la columna del eje A1 tipo C2 con la combinación 1:

$$\text{Índice} = \frac{Pu - Po}{Pn - Po} + \left| \frac{Mux}{Mbx} \right|^{1.5} + \left| \frac{Muy}{Mby} \right|^{1.5} = 1$$

**Tabla 9. Cargas resistentes para cálculo de índices columna A1 piso 1.**

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1													
EJE	TIPO	Comb.	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbx (Kn)	Pby (Kn)	Pbe (Kn)		Mbx (Kn)	Mby (Kn)	
PISO 1	A1	1	286,79	2,55	0,56	12,32	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,27
		2	295,05	2,76	0,72	14,66	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,28
		3	138,94	8,79	35,55	76,11	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,87
		4	196,88	32,88	12,82	21,30	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,80
		5	46,71	9,70	35,27	74,63	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,99
		6	104,65	33,79	12,55	20,38	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,92

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN)											
Tipo	As (mm2)	Seccion		Pmin y Pmax		Pbalanceados		Mbalanceados		Pomin y Pomax	
		B (mm)	H (mm)	Pmine (Kn)	Pmaxe (Kn)	Pbx (Kn)	Pby (Kn)	Mbx (Kn)	Mby (Kn)	Pomine (Kn)	Pomaxe (Kn)
1	1592	500	300	315,0	1725,2	749,9	804,62	98,4	173,6	-601,8	2156,5
2	1032	300	300	189,0	1051,2	450,2	450,2	60,6	60,6	-390,1	1314,0
3	1312	300	400	252,0	1388,2	661,8	624,3	120,2	85,3	-495,9	1735,3
4	1592	300	500	315,0	1725,2	804,62	749,9	173,6	98,4	-601,8	2156,5

Fuente: Autores

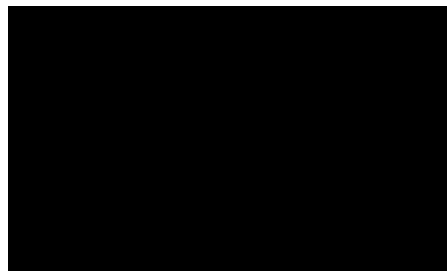
Se verifica si la sección se encuentra controlada por la compresión o la tracción tenemos que  $P_u < P_b$  controla la tracción:

$$P_u = 286.79 \text{ KN}$$

$$P_b = 450.18 \text{ KN}$$

$$P_{\text{omin}} = -390.10 \text{ KN}$$

Para obtener el valor real de  $P_b$  se calcula teniendo el ángulo  $\alpha$  en función de  $M_{uy}$  y  $M_{ux}$ .



$$\alpha = \text{ATAN}\left[\frac{0.56}{2.55}\right] = 12.38^\circ$$

$$Pb = Pbx + X$$

$$\frac{Pbx - Pby}{90^\circ} = \frac{X}{90^\circ - \alpha} = \Delta Pb$$

$$X = \frac{(450.18 - 450.18) * (90 - 12.38^\circ)}{90^\circ} = 0$$

$$Pb = 450.18 + 0 = 450.18 \text{KN}$$

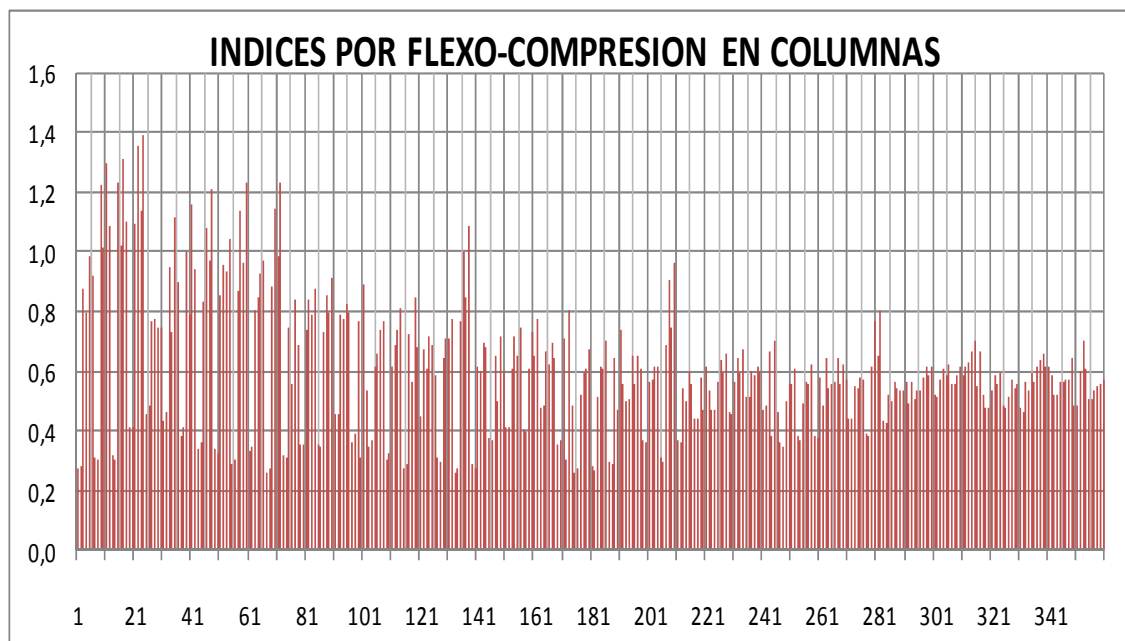
Para una sección cuadrada y con refuerzo simétrico la carga balanceada es la misma para la flexión en X y en Y, en secciones rectangulares las cargas son diferentes y debe realizarse una interpolación para evaluar el valor sobre el plano de flexión  $\alpha$ .

Aplicando la fórmula:

$$\frac{286.79 - 450.18}{-390.10 - 450.18} + \left|\frac{2.55}{60.63}\right|^{1.5} + \left|\frac{0.56}{60.63}\right|^{1.5} = 0.203$$

Como  $P_u/P_{emax} = 0.27$  tomamos el mayor Índice = 0.27

**Figura 20. Índices de flexo-compresión en columnas**



Fuente: Autores

**2.4.3.10 Fuerzas resistentes efectivas por cortante en columnas.** Para calcular las fuerzas cortantes se realiza el análisis de la misma columna C2 de 300x300mm con recubrimiento de 40mm,  $f'_c$  de 21MPa y un  $f_y$  de 420MPa los demás cálculos se adicionarán al **anexo B**.

- ✓ Se calcula el cortante resistente efectivo del concreto

$$V_c = 0.17 * \left[ 1 + \frac{Nu}{14 * A_g} \right] * \lambda * \sqrt{F_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.17 * \left[ 1 + \frac{224600}{14 * (300 * 300)} \right] * 1 * \sqrt{21} * 300 * (300 - 40) = 71597.51N$$

- ✓ Se calcula el cortante resistente efectivo del acero en el sentido x

$$V_s = \frac{A_{vx} * F_y * d}{S} = \frac{3 * 71.25 * 240 * (300 - 40)}{75} = 177854.32 N$$

$$V_r = \Phi * (V_s + V_c) = 0.75 * (71597.51 + 177854.32) = 187088 N$$

$$V_r = 187.08 KN$$

**2.4.3.11 Fuerzas actuantes por cortante en columnas.** Las fuerzas presentes máximas por cortante se determinaron de la siguiente manera: existe un cortante de rotulación de las columnas que obtenemos del modelo elástico desarrollado; este valor es tomado sin multiplicar por ningún factor de seguridad por ser una estructura DES en la NSR-2010 [1]. Adicionalmente se escogen los cortantes debido a los momentos probables generados en las vigas que llegan a ese nodo sobre la altura, y de esta forma obtenemos estos dos valores de cortantes actuantes, se toma el cortante mayor que produzca el caso más desfavorable.

Por ejemplo para la columna del eje A1 tipo C2 tenemos que los momentos probables de las vigas en la dirección x son:

$$M_{pr(+)} = 0$$

$$M_{pr(-)} = 42.83 KN - m$$

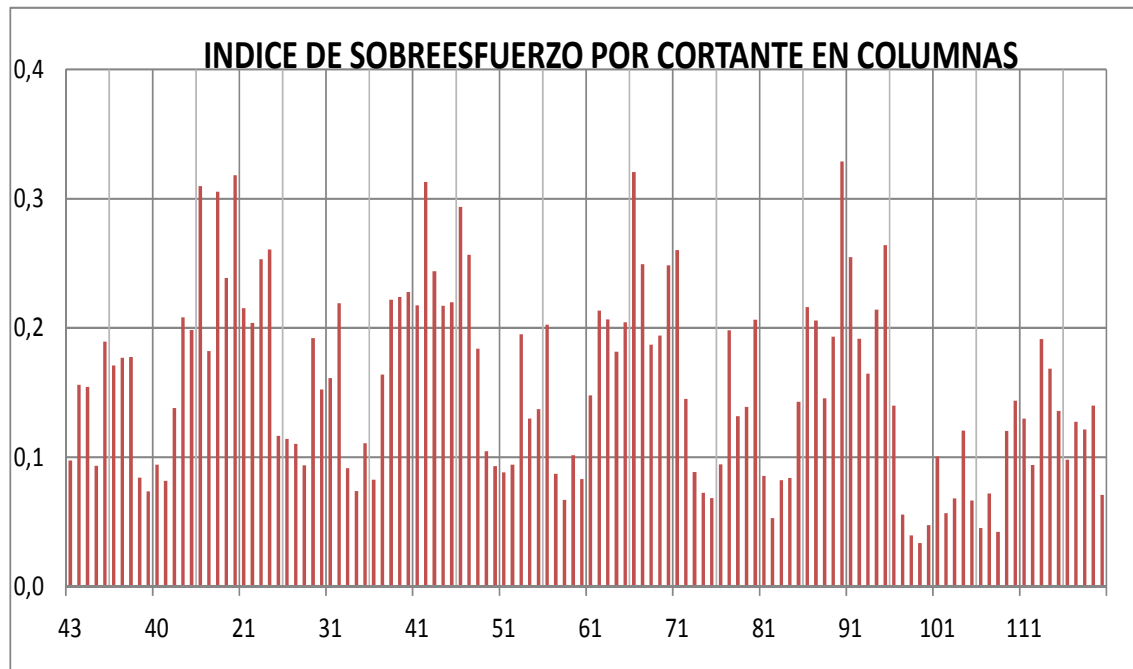
$$L = 2.65 m$$

$$V_a = \left( \frac{0 + 42.83}{2.65} \right) = 16.16 KN$$

De esta forma se calcula las fuerzas actuantes por cortante para compararlas con las fuerzas sísmicas tomadas del modelo, cada uno de los datos calculados se muestran en las tablas del **anexo B**.

**2.4.3.12 Índice por cortante en columnas.** Los índices fueron calculados como se explicó en el numeral 1.1.2. y se muestran en el **anexo B**.

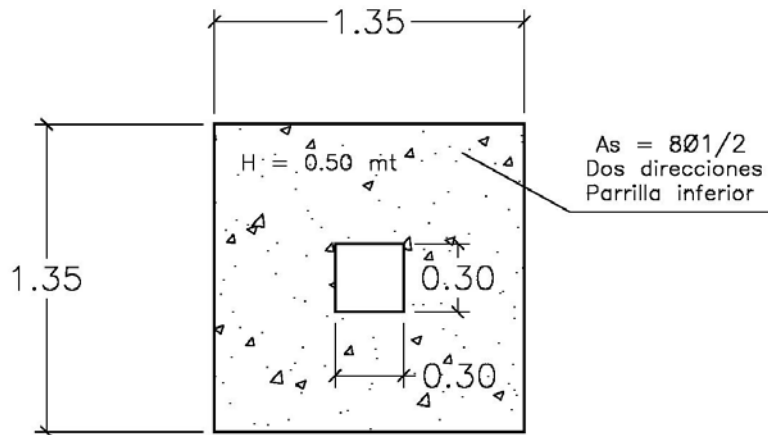
**Figura 21. Índices por cortante en columnas.**



Fuente: Autores

**2.4.3.13 Fuerzas resistentes efectivas por carga axial en zapatas.** Después de analizar todo el modelo estructural con base a la normativa vigente NSR-10 se procede a extraer los datos de todas las reacciones en la base tanto para cargas de servicio como carga ultimas. Para calcular el diseño de la zapata realizaremos un ejemplo para Z5 en el eje B-1 en la que muestra los índices para carga ultima por corte y por flexión que puede soportar la Zapata para cada carga determinada, las demás Zapatas de la estructura se muestra en la tabla 10.

**Figura 22. Sección zapata 5 eje B1**



Fuente: Autores

- ✓ Capacidad portante del suelo = 35 Ton / m<sup>2</sup>
- ✓ El área mínima que requiere la zapata,

$$A_{min} = \frac{P_{trab}}{\sigma} = \frac{405000}{0,35} = 1157143 \text{ mm}^2$$

$$\text{Para Zapata cuadrada, } L = \sqrt{A_{min}} = \frac{\sqrt{1157143}}{1000} = 1,08 \text{ mt}$$

Las dimensión de la zapata se asume igual a la de suministrada en los planos de diseño estructural 1.35x1.35m. Con el fin de comparar la cantidad de acero suministrado con el requerido.

- ✓ Luego el área final de la Zapata es,

$$A_{zap} = 1350 * 1350 = 1822500 \text{ mm}^2$$

- ✓ El esfuerzo máximo que requiere la zapata por flexión

$$q_{ultflexion} = \frac{P_u}{A_{zap}} = \frac{545000}{1822500} = 0,3 < 1,35 * ,35 \text{ OK}$$

- ✓ Calculo de los Momentos en dirección X y Y, para el análisis de la cuantía

Calculo de  $M_{uy}$ =

$$M_{uy} = \frac{q_{uic} * l_y * \left[ \frac{(l_x - x)^2}{2} \right]}{1000}$$

$$M_{uy} = 0,30 * 1350 * \frac{\left[ \frac{(1350 - 300)^2}{2} \right]}{1000} = 55,814 \text{ kn - m}$$

- ✓ Calculo del  $bd^2$

$$1350 * 450^2 = 273375000$$

- ✓ Calculo del K

$$K = \frac{M_{uy}}{b * d^2} = 55,81 * 1000 * \frac{1000}{273375000} = 0,204$$

- ✓ Calculo del factor m

$$m = \frac{F_y}{0,85 * f'c} = \frac{420}{0,85 * 21} = 23,53$$

- ✓ Calculo de la cuantía de acero a lo largo del  $L_x$  y  $L_y$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mk}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{23,53} \left( 1 - \sqrt{1 - 2 * 23,53 * 0,204 / 420} \right) = 0,0005$$

- ✓ Calculo de la cantidad de acero requerido

$$A_{req} = \rho * Lx * \frac{d}{100} = 0,0005 * 1350 * \frac{450}{1000} = 3,1 \text{ cm}^2$$

- ✓ Calculo de la cantidad de acero suministrado

$$A_{sum} = Ls * \frac{No.Var}{A \text{ varilla}} = 1,3 * \frac{8}{1,29} = 8,06 \text{ cm}^2$$

- ✓ La relación de la cantidad de acero requerido con lo suministrado en dirección X y Y=

$$I = \frac{A_{req}}{A_{sum}} = \frac{3,1}{8,06} = 0,38$$

- ✓ La fuerza resistente por corte de la zapata se evalúa teniendo en cuenta la siguiente formulación permitida por la norma NSR-10 en el C.11.11.2.1 escogiéndose el menor valor de las tres fórmulas para Vc.
- ✓ Calculo de la carga axial máxima de trabajo y el peso de la cimentación

$$Peso_{zapata} = (1,35 * 1,35 * 0,5 * 2400) = 4374 \text{ kg} = 34992 \text{ N}$$

$$P_{total} = 34992 + 405000 = 44000 \text{ N}$$

- ✓ Las fuerzas resistentes a corte del concreto de la zapata se definen a continuación:

$$V_c = 0,17 * \left[ 1 + \frac{2}{\beta} \right] * \lambda * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

Donde,

$$\beta \equiv \frac{L_{mayor} - col}{L_{menor} - col} = \frac{300}{300} = 1,00$$

$$d = (H - d') = 500 - 50 = 450 \text{ mm}$$

$$b_o = 2(d + l_x) + 2(d + l_y) = 2(450 + 300) + 2(450 + 300) = 3000 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{0,17 * \left(1 + \frac{2}{1}\right) * 1 * \sqrt{21} * 3000 * 450}{1000} = 3155 \text{ KN}$$

$$V_c = 0,083 \left[ \frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2 \right] * \gamma * \sqrt{21} * b_o * d$$

Para columnas de borde,  $\alpha_s = 30$

$$V_c = 0,083 \left[ \frac{30 * 450}{3000} + 2 \right] * 1 * \sqrt{21} * 3000 * 450 = 3337,6 \text{ KN}$$

$$V_c = 0,333 \gamma \sqrt{f'c} * b_o * d = 0,333 * \sqrt{21} * 3000 * 450 = 2060 \text{ KN}$$

Se escoge el menor valor por fuerza cortante y se multiplica por los respectivos coeficientes de reducción,

$$\phi * \phi_c * \phi_e * V_c = 0,75 * 1 * 1 * 2060 = 1545 \text{ KN}$$

La fuerza cortante que resiste la zapata por corte del concreto es de 1545 KN

✓ la carga ultima que resiste el concreto por corte

$$V_u = q_{ult} * A_{corte}$$

Donde el área de corte de la zapata se define así,

$$A_{corte} = (l_x * l_y) - (l_{ox} * l_{oy}) ; l_{ox} = (d + x)$$

$$A_{corte} = (1350 * 1350) - (750 * 750) = 1260000 \text{ mm}^2$$

$$V_u = 0,3 * \frac{1260000}{1000} = 378 \text{ Kn} < 0,75 * 2060$$

Comparando las fuerzas cortante resistente con el cortante último que resiste el concreto por corte de la zapata.

$$I = \frac{V_u}{V_c} = \frac{378}{1545} = 0,25$$

**2.4.3.14. Fuerzas actuantes por carga axial en zapatas.** Las solicitaciones que actúan en las zapatas se sacaron del modelo según la combinación más desfavorable.

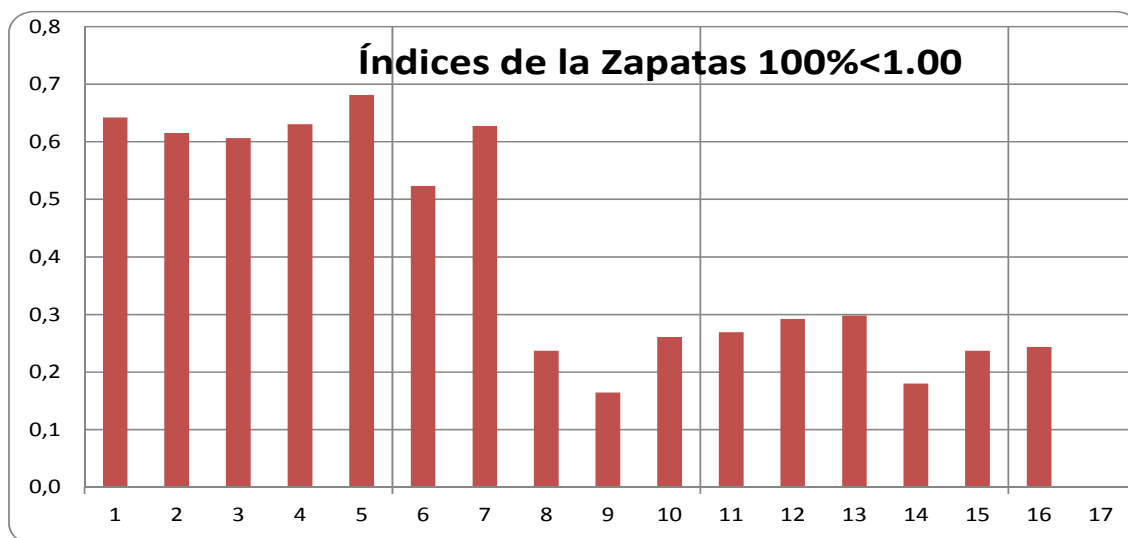
**Tabla 10. Cargas y sección zapatas**

ZAPATA	EJES	CARGAS AXIALES MAXIMAS (KN)										AXIAL MODELO		INDICES				
		ZAPATAS			COLUMNAS	SUELO		TRABAJO	POR CORTE		POR FLEXION		TRABAJO	ULTIMA	TRABAJO	ULTIMA		
		As (mm <sup>2</sup> )	DIM (mm)	ALTURA (mm)	DIM (mm)	CAPA (Mpa)	bo	Pmax (Kn)	fi*Vc (KN)	Pmax (KN)	fi*Mn (KN-m)	Pmax (KN)	P (Kn)	P (Kn)				
Z1	A-1	1548	700	1500	400	300	300	0,35	2600	<u>368</u>	1043	<u>1744</u>	198	<u>6919</u>	236	414,00	0,64	0,24
Z1	A-4	1548	700	1500	400	300	500	0,35	3000	<u>368</u>	1203	<u>2539</u>	198	<u>6919</u>	190	378,00	0,52	0,15
Z1	C-1	1548	700	1500	400	300	400	0,35	2800	<u>368</u>	1123	<u>2096</u>	198	<u>6919</u>	226	345,00	0,61	0,16
Z2	A-3	1677	800	1750	400	500	300	0,35	3000	<u>490</u>	1203	<u>1987</u>	215	<u>15269</u>	297	519,00	0,61	0,26
Z2	A-2	1677	800	1750	400	500	300	0,35	3000	<u>490</u>	1203	<u>1987</u>	215	<u>15269</u>	309	535,00	0,63	0,27
Z3	C-4	1935	850	1850	400	300	500	0,35	3000	<u>550</u>	1203	<u>1855</u>	247	<u>5552</u>	375	542,00	0,68	0,29
Z3	C-3	1935	850	1850	400	300	300	0,35	2600	<u>550</u>	1043	<u>1426</u>	247	<u>5552</u>	288	425,00	0,52	0,30
Z4	C-2	2193	900	2100	500	400	500	0,35	3600	<u>662</u>	1856	<u>3240</u>	363	<u>10450</u>	415	583,00	0,63	0,18
Z5	B-4	2064	1350	1350	500	300	500	0,35	3400	<u>638</u>	1753	<u>2878</u>	337	<u>3302</u>	494	682,00	0,77	0,24
Z5	B-1	2064	1350	1350	500	300	300	0,35	3000	<u>638</u>	1547	<u>2237</u>	337	<u>3302</u>	405	545,00	0,63	0,24
Z6	B-3	2322	1400	1400	400	500	300	0,35	3000	<u>686</u>	1203	<u>1675</u>	290	<u>4011</u>	561	736,00	0,82	0,44
Z7	B-2	2322	1450	1450	500	500	300	0,35	3400	<u>736</u>	1753	<u>2651</u>	378	<u>4864</u>	637	819,00	0,87	0,31

Fuente: Autores

**2.4.3.15 Índices de las zapatas.** Los índices fueron calculados como se explicó en el numeral 1.1.2.

Figura 23. Índices de zapatas



Fuente: Autores

**2.4.3.16 Fuerzas resistentes efectivas en las vigas de enlace.** Las fuerzas resistentes efectivas por cortante y momento fueron calculadas de igual forma como las vigas de entrepiso como se muestran la tabla No 11 y 12.

Tabla 11. Momentos resistentes de las vigas de enlace

VIGAS DE ENLACE		CORTANTE Y MOMENTOS RESISTENTE EFECTIVO									
EJES	VIGAS	CORTANTE A (D/2) (KN)						MOMENTO MAXIMO (KN-M)			
		∅	No	S (mm)	DIM (mm)		CORTE (KN)	As (mm <sup>2</sup> )	DIMENSION (mm)		MOMENTO (KN-m)
1-A.B	VE-1	3/8	3	75	300	400	<u>376</u>	800	300	400	110,42
2-A.B	VE-1	3/8	3	75	300	400	<u>376</u>	800	300	400	110,42
3-A.B	VE-1	3/8	3	75	300	400	<u>376</u>	800	300	400	110,42
4-A.B	VE-1	3/8	3	75	300	400	<u>376</u>	800	300	400	110,42
1-B.C	VE-2	3/8	3	75	300	400	<u>376</u>	930	300	400	126,37
2-B.C	VE-4	3/8	3	75	300	500	<u>483</u>	1255	300	500	216,52
3-B.C	VE-3	3/8	3	75	300	500	<u>483</u>	930	300	500	165,43
4-B.C	VE-3	3/8	3	75	300	500	<u>483</u>	930	300	500	165,43

Fuente: Autores

**Tabla 12. Índices y Cortantes resistentes de las vigas de enlace**

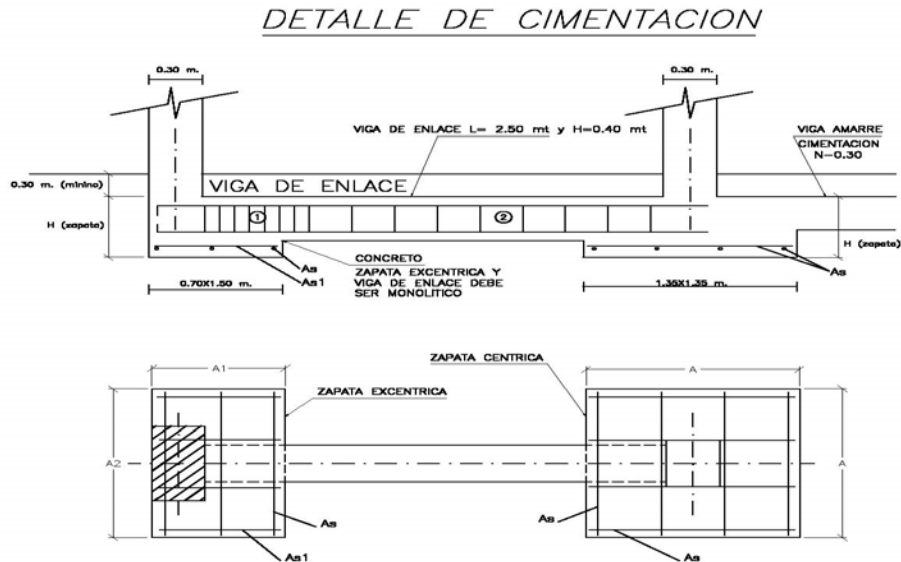
		SOLICITACIONES E INDICES POR CORTANTE Y MOMENTO																
EJES	VIGAS	Pu AXIAL		ZAPATA EXCENTRICA													INDICES	
		P1 (KN)	P2 (KN)	H COL (mm)	L (mm)	B (mm)	C (mm)	e (mm)	Delta R (KN)	$\sigma_1$ (Mpa)	X (mm)	Mu (KN-m)	H VIG (mm)	q ult (N/mm)	Vu (d/2) (KN)	CORTE	MOM	
1-A.B	VE-1	440	572	300	2500	700	1500	200	38,3	0,46	550	<u>75</u>	400	683	<u>218</u>	0,58	0,68	
2-A.B	VE-1	562	860	500	2500	800	1750	150	35,9	0,43	550	<u>70</u>	400	747	<u>244</u>	0,65	0,63	
3-A.B	VE-1	545	773	500	2500	800	1750	150	34,8	0,41	550	<u>68</u>	400	725	<u>237</u>	0,63	0,61	
4-A.B	VE-1	397	716	300	2500	700	1500	200	34,5	0,41	550	<u>67</u>	400	616	<u>197</u>	0,52	0,61	
1-B.C	VE-2	569	572	400	3500	700	1500	150	25,5	0,57	500	<u>76</u>	400	849	<u>251</u>	0,67	0,60	
2-B.C	VE-4	425	819	300	3500	900	2100	300	39,8	0,25	750	<u>110</u>	400	516	<u>257</u>	0,53	0,51	
3-B.C	VE-3	612	773	300	3500	850	1850	275	52,2	0,42	700	<u>146</u>	400	782	<u>358</u>	0,74	0,88	
4-B.C	VE-3	362	716	300	3500	850	1850	275	30,9	0,25	700	<u>86</u>	400	463	<u>212</u>	0,44	0,52	

Fuente: Autores

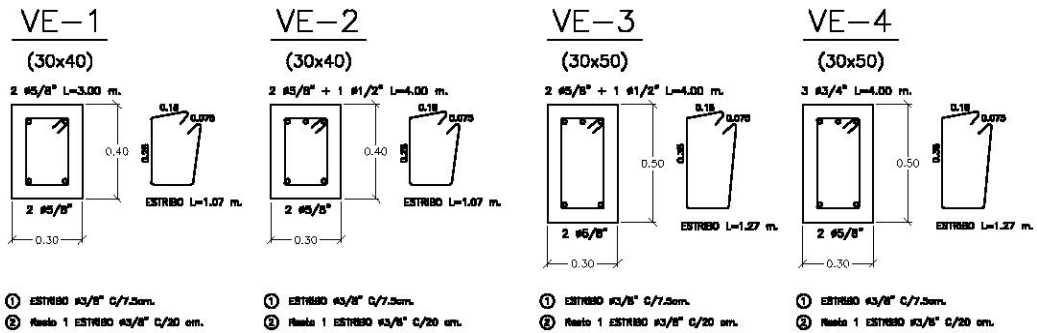
**2.4.3.17 Fuerzas actuantes en las vigas de enlace.** De igual forma como se realizó el análisis para las zapatas procedemos a sacar todas las reacciones en la base tanto para cargas de servicio como carga ultimas, para calcular el diseño de la viga de enlace realizaremos un ejemplo tipo para “VE-1” el eje 1-AB.

El detalle de las vigas de enlace se muestra en la figura No 24

Figura 24. Detalles vigas de enlace.



VIGAS DE ENLACE



Fuente: Autores

La viga de enlace tiene una sección de 300 x 400mm a lo largo de toda la viga, en la parte excéntrica posee un refuerzo superior e inferior de 2 barras #5 respectivamente y una rama de estribos de 3/8 "c/0.20. La capacidad del terreno es de 0.35 MPa.

El cálculo se desarrolla en base a estas formulaciones:

- ✓ Cálculo de  $\Delta R$

$$\Delta R = \frac{\sum P1 * e}{L - e} ; e = \frac{b_{zap}}{2} - \frac{h_{col}}{2}$$

$$e = \frac{700}{2} - \frac{300}{2} = 200 ; \Delta R = 440 * \frac{200}{2500 - 200} = 38,26 \text{ KN}$$

- ✓ Cálculo el esfuerzo del terreno actuante

$$\sigma_{neto} = \frac{\sum P1 + \Delta R}{b_{zap} * C_{zap}} = \frac{440 + 38,26}{700 * 1500} = 0,455 < 1,35 * 0,35 \text{ OK}$$

Los esfuerzos del terreno actuante son menores a los máximos que puede soportar el suelo.

- ✓ Cálculo del momento máximo que presenta la viga

$$M_{ult} = \sum P1 * (l - x) \left[ \left( \frac{2 * l}{2 * l + b_{zap} - 2 * x} \right) - 1 \right]$$

$$\text{donde } x = b_{zap} - \frac{h_{col}}{2} = 700 - \frac{300}{2} = 550 \text{ mm}$$

$$M_u = 440 * \frac{2500 - 550}{1000} * \left( \frac{2 * 2500}{2 * 2500 + 700 - 2 * 550} - 1 \right) = 74,6 \text{ KN - m}$$

- ✓ Cálculo del cortante en la viga a  $d/2$

$$V_u \left( \frac{d}{2} \right) = P1 - \left[ \left( \frac{h_{col}}{2} + \frac{h_{viga} - d'}{2} \right) * q_{ult} \right]$$

$$q_{ult} = C_{zap} * \sigma_{neto} = 1500 * 0,455 = 683 \frac{N}{mm}$$

$$V_u \left( \frac{d}{2} \right) = 440000 - \left[ \left( \frac{300}{2} + \frac{400 - 50}{2} \right) * 683 \right] = 218 \text{ KN}$$

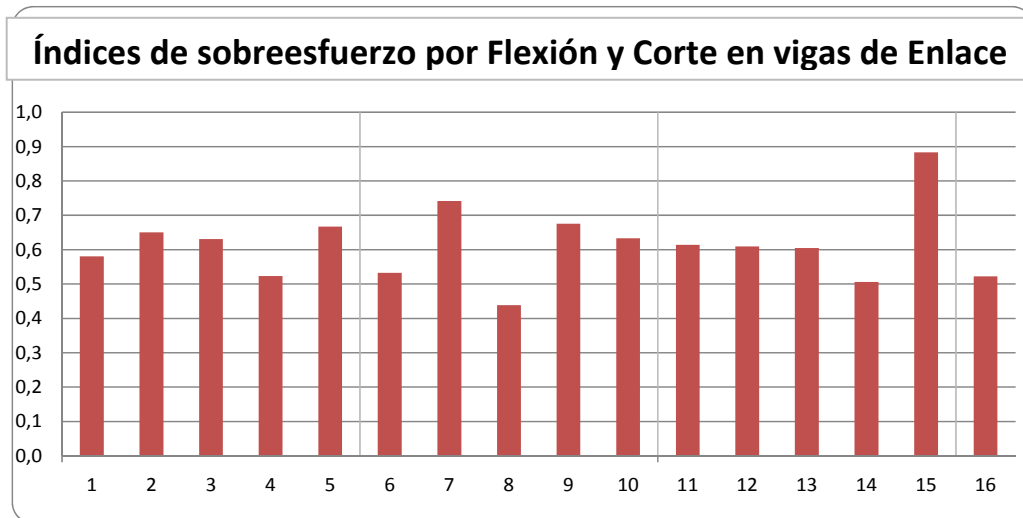
La relación para los momentos actuante vs momentos resistentes y cortante último Vs cortante resistente efectivo

$$I_{flexion} = \frac{M_{ult}}{M_{resistente}} = \frac{74,6}{110,42} = 0,68$$

$$I_{corte} = \frac{V_{ult}}{V_{res}} = \frac{218}{376} = 0,58$$

**2.4.3.18. Índices de sobreesfuerzo por flexión y corte en vigas de enlace.** Los índices fueron calculados como se explicó en el numeral 1.1.2.

**Figura 25. Índices de sobreesfuerzo por cortante y momento**



Fuente: Autores

**2.4.3.19 Índices de flexibilidad.** Los índices fueron calculados según las derivas máximas extraídas del programa y la permitida por la norma como se explicó en el numeral 1.1.1

**Tabla 13. Derivas máximas por piso en dirección X**  
**DERIVAS MAXIMAS - ESPECTRO EN X**

Story	Item	Load	Deriva en X	Deriva en Y
N+13,25	Max Drift X	DERX	0,91%	
N+13,25	Max Drift Y	DERX		0,05%
N+10,60	Max Drift X	DERX	1,33%	
N+10,60	Max Drift Y	DERX		0,07%
N+7,95	Max Drift X	DERX	1,65%	
N+7,95	Max Drift Y	DERX		0,09%
N+5,30	Max Drift X	DERX	1,67%	
N+5,30	Max Drift Y	DERX		0,09%
N+2,65	Max Drift X	DERX	0,91%	
N+2,65	Max Drift Y	DERX		0,05%

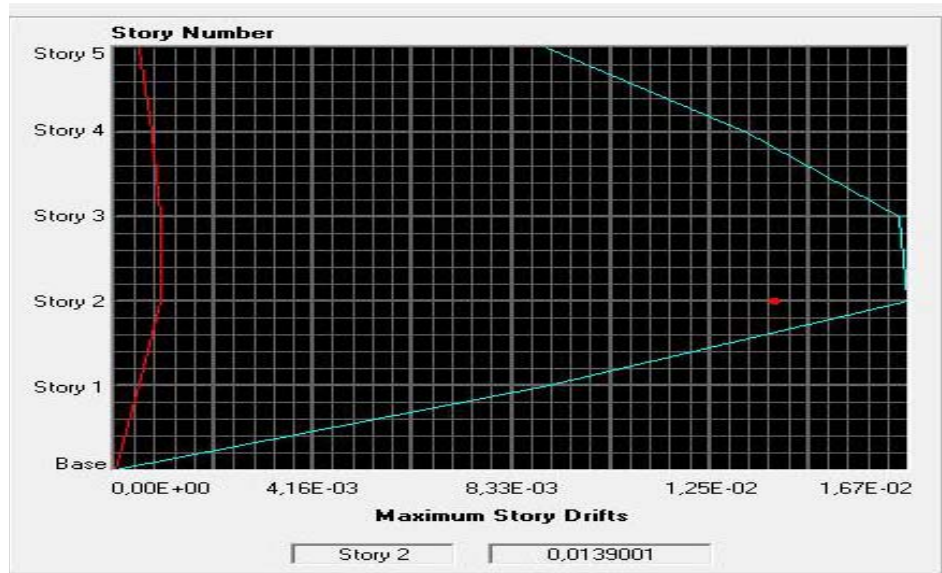
Fuente: Autores

**Tabla 14. Derivas máximas por piso en dirección Y**  
**DERIVAS MAXIMAS - ESPECTRO EN Y**

Story	Item	Load	Deriva en X	Deriva en Y
N+13,25	Max Drift X	DERY	0,04%	
N+13,25	Max Drift Y	DERY		0,92%
N+10,60	Max Drift X	DERY	0,03%	
N+10,60	Max Drift Y	DERY		1,31%
N+7,95	Max Drift X	DERY	0,03%	
N+7,95	Max Drift Y	DERY		1,62%
N+5,30	Max Drift X	DERY	0,03%	
N+5,30	Max Drift Y	DERY		1,64%
N+2,65	Max Drift X	DERY	0,03%	
N+2,65	Max Drift Y	DERY		0,91%

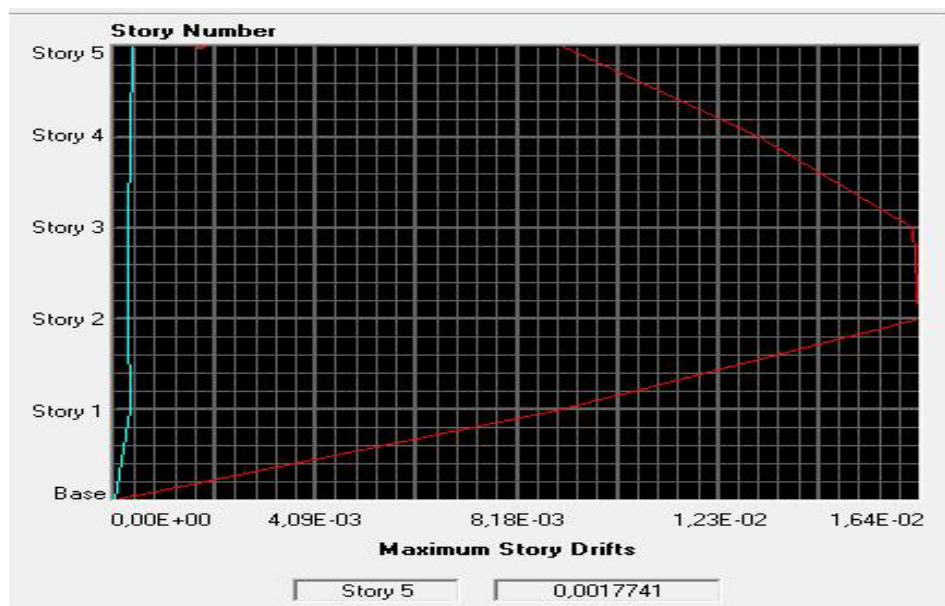
Fuente: Autores

Figura 26. Deriva de piso debido al Espectro en x.



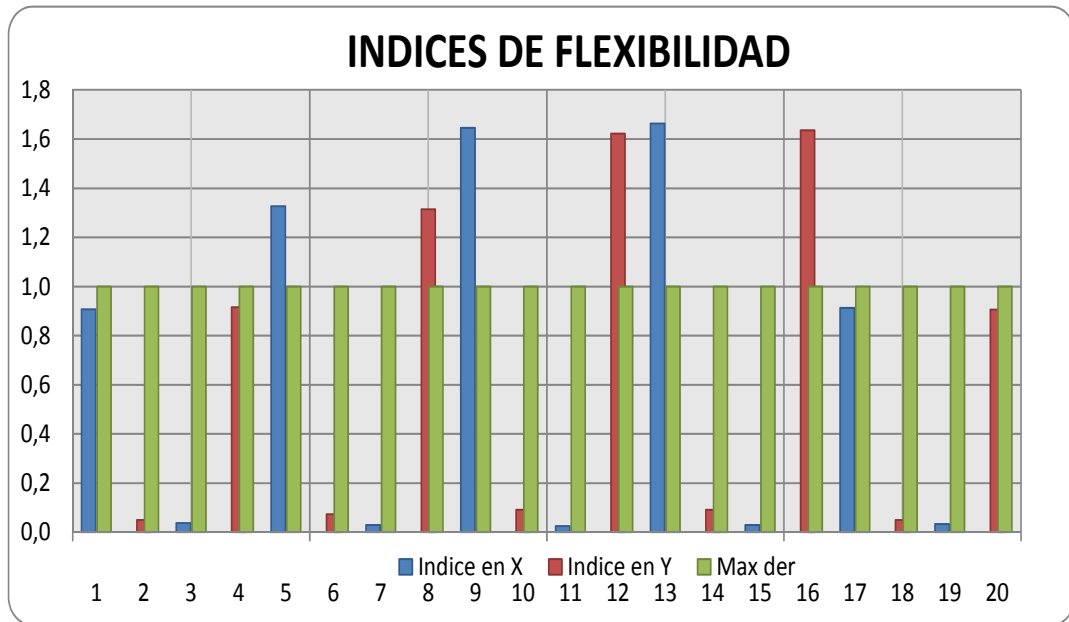
Fuente: Autores

Figura 27. Deriva de piso debido al Espectro en y.



Fuente: Autores

Figura 28. Índices por flexibilidad



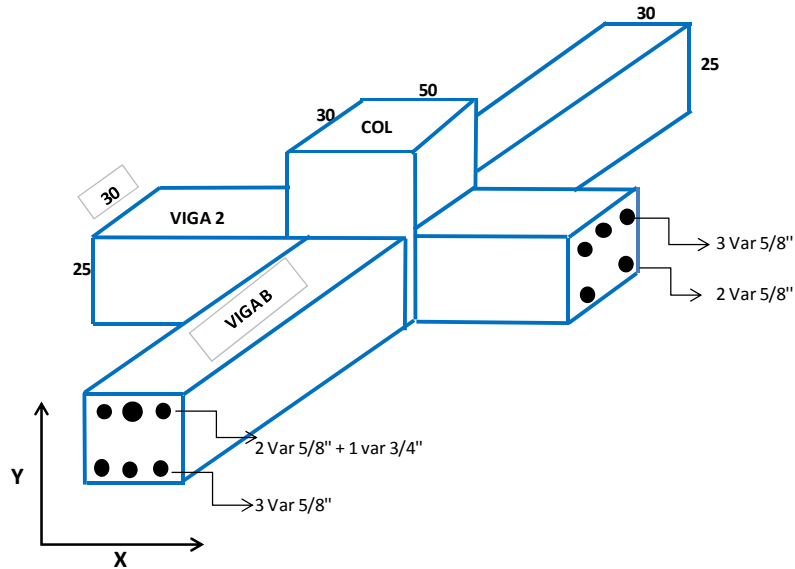
Fuente: Autores

**2.4.3.20 Análisis de nudos.** Para el diseño de nuestra estructura DES con disipación especial de ductilidad se deben chequear los tipos de nudos que están sujetos a fuerzas cortantes elevadas, debido a la formación de articulaciones plásticas en las vigas en el instante que estas desarrollan sus resistencias máximas.

Para cada tipo de nudo se realizó un análisis tipo según la clase nudo interior, nudo exterior y nudo de esquina como se presentan en el modelo de la estructura y bajo las consideraciones de la NSR-2010[1] C.21.7.

### 2.4.3.20.1 Chequeo de nudo interior

Figura 29. Nudo interior eje B2



Fuente: Autores

Para los nudos interiores se presenta una inversión de momentos que son cambios de fuerzas de tracción a compresión, en esta localización el problema principal de los nudos es la adherencia y se presentan deformaciones inelásticas de gran importancia.

El cortante en función del acero se considera según la siguiente relación  $Cvd = Tvd$

$$V_{nudo} = T_{vi} + C_{vd} - V_{cs}$$

#### Análisis en la dirección X

Se controlan las siguientes condiciones:

Los momentos resistentes probables de la viga 2 que llegan al nudo son:

$$Mrp(+) = 56.89KN - m$$

$$Mrp(-) = 39.98KN - m$$

$$Lcol = 2.65m$$

Se debe cumplir la relación  $hcol \geq 20db$  según NSR-2010[1] C.21.7.2.3

$$Hcol=500mm$$

$$Db (3/4)=19.1mm$$

$$500 \geq 20 * 19.1 = 382 \Rightarrow \text{Cumple según la norma}$$

Se calcula el cortante de las columnas generados por los momentos resistentes probables de la viga 2 en el nudo.

$$Vcol = \frac{[56.89 + 39.98]}{2.65} = 36.55KN$$

El cortante en el nudo =

$$Vnudo = Tvi + Tvd - Vcs$$

$$Tvi = \alpha * A's * fy = (1.25 * (3 * 199)) * \frac{420}{1000} = 313.42KN$$

$$Cvd = \alpha * As * fy = (1.25 * (2 * 199)) * \frac{420}{1000} = 208.95KN$$

$$Vnudo = (313.42 + 208.95 - 36.55) = 485.82KN$$

La resistencia del concreto en el nudo:

$$\Phi V_c = \Phi * 1.7 * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$b_j = (b_v + b_{col}) / 2 = (300 + 300) / 2 = 300 \text{ mm}$$

$$A_j = b_j * h_j = 300 * 500 = 150000 \text{ mm}^2$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 1.7 * \sqrt{21} * \frac{150000}{1000} = 876.41 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s = \frac{\Phi * A_v * f_y * d_{col}}{s} = \frac{0.75 * 3 * 71 * 240 * (500 - 40)}{75 * 1000} = 235.15 \text{ KN}$$

$$V_e = (235.15 + 876.41) * \Phi_c * \Phi_e = 1111.56 \text{ KN} > 485.82 \text{ KN} \Rightarrow \text{ok}$$

La cuantía mínima de estribos en el nudo:

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * h_c * f'c}{f_{yt}} * [(A_g / ch) - 1]$$

$$A_{sh} = \frac{0.3 * 75 * 420 * 21}{240} * \left[ \frac{150000}{92400} - 1 \right] = 512.66 \text{ mm}^2$$

Existe en esta columna en la dirección(x) 3 ramas de 3/8 equivalente a un área de 210mm<sup>2</sup> lo cual no está cumpliendo según la sollicitación se propone realizar un reforzamiento por ductilidad del nudo con material FRP.

La separación máxima de los estribos es d/4 o 100mm

S<sub>max</sub> = d/4 = 260/4 = 65mm y en ese nodo están colocados cada 75mm lo cual no está cumpliendo en esta dirección.

### Análisis en la dirección Y

Se controlan las siguientes condiciones:

Los momentos resistentes probables de la viga B que llegan al nodo son:

$$Mrp(+) = 39.98KN - m$$

$$Mrp(-) = 94.26KN - m$$

$$Lcol = 2.65m$$

Se debe cumplir la relación  $hcol \geq 20db$  según NSR-2010[1] C.21.7.2.3

$$Hcol=300mm$$

$$Db (3/4)=19.1mm$$

$$300 \geq 20 * 15.9 = 318 \Rightarrow \text{No cumple según la norma}$$

Se calcula el cortante de las columnas generados por los momentos resistentes probables de la viga 2 en el nudo.

$$Vcol = \frac{[94.26 + 39.98]}{2.65} = 50.66KN$$

El cortante en el nudo =

$$Vnudo = Tvi + Tvd - Vcs$$

$$Tvi = \alpha * A' s * fy = (1.25 * (2 * 199 + 1 * 284)) * \frac{420}{1000} = 358.05KN$$

$$Cvd = \alpha * As * fy = (1.25 * (3 * 199)) * \frac{420}{1000} = 313.42KN$$

$$Vnudo = (358.05 + 313.42 - 50.66) = 620.81KN$$

La resistencia del concreto en el nudo:

$$\Phi V_c = \Phi * 1.7 * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$b_j = (b_v + b_{col}) / 2 = (300 + 500) / 2 = 400 \text{ mm}$$

$$A_j = b_j * h_j = 400 * 300 = 120000 \text{ mm}^2$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 1.7 * \sqrt{21} * \frac{120000}{1000} = 701.13 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s = \frac{\Phi * A_v * f_y * d_{col}}{s} = \frac{0.75 * 3 * 71 * 240 * (300 - 40)}{75 * 1000} = 132.91 \text{ KN}$$

$$V_e = (132.91 + 701.13) * \Phi_c * \Phi_e = 834.04 \text{ KN} > 620.8 \text{ KN} \Rightarrow \text{ok}$$

La cuantía mínima de estribos en el nudo:

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * h_c * f'c}{F_{yt}} * [(A_g / A_{ch}) - 1]$$

$$A_{sh} = \frac{0.3 * 75 * 220 * 21}{240} * \left[ \frac{150000}{92400} - 1 \right] = 270 \text{ mm}^2$$

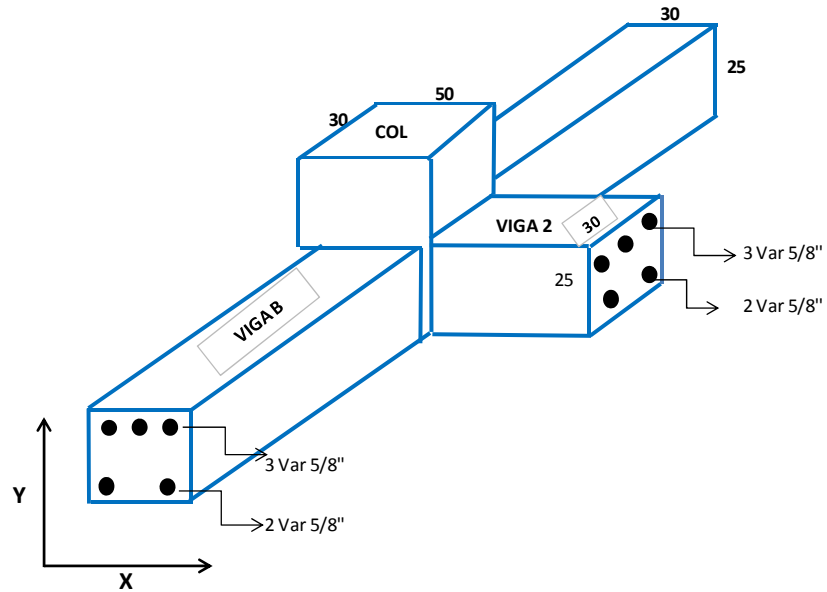
Existe en esta columna en la dirección (y) 3 ramas de 3/8 equivalente a un área de 210 mm<sup>2</sup> lo cual no se está cumpliendo según la sollicitación, se propone realizar un reforzamiento por ductilidad del nudo con material FRP.

La separación máxima de los estribos es d/4 o 100 mm

S<sub>max</sub> = d/4 = 260/4 = 65 mm y en ese nodo están colocados cada 75 mm lo cual no está cumpliendo en esta dirección.

### 2.4.3.20.2 Chequeo de nudo exterior

Figura 30. Nudo exterior eje A2



Fuente: Autores

### Análisis en la dirección X

Se controlan las siguientes condiciones:

Los momentos resistentes probables de la viga 2 que llegan al nodo son:

$$Mrp(+) = 56.89KN - m$$

$$Mrp(-) = 39.98KN - m$$

$$Lcol = 2.65m$$

Se debe cumplir la relación  $hcol \geq 20db$  según NSR-2010[1] C.21.7.2.3

$$Hcol=500mm$$

Db (3/4)=19.1mm

$$500 \geq 20 * 19.1 = 382 \Rightarrow \text{Cumple según la norma}$$

Se calcula el cortante de las columnas generados por los momentos resistentes probables de la viga 2 en el nudo.

$$V_{col} = \frac{[56.89 + 39.98]}{2.65} = 36.55 \text{ KN}$$

El cortante en el nudo =

$$V_{nudo} = T_{vi} + T_{vd} - V_{cs}$$

$$T_{vi} = \alpha * A' s * f_y = (1.25 * (3 * 199)) * \frac{420}{1000} = 313.42 \text{ KN}$$

$$T_{vd} = \alpha * A s * f_y = (1.25 * (2 * 199)) * \frac{420}{1000} = 208.95 \text{ KN}$$

$$V_{nudo} = (313.42 + 208.95 - 36.55) = 485.82 \text{ KN}$$

La resistencia del concreto en el nudo:

$$\Phi V_c = \Phi * 1.7 * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$b_j = (b_v + b_{col}) / 2 = (300 + 300) / 2 = 300 \text{ mm}$$

$$A_j = b_j * h_j = 300 * 500 = 150000 \text{ mm}^2$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 1.7 * \sqrt{21} * \frac{150000}{1000} = 876.41 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s = \frac{\Phi * A_v * f_y * d_{col}}{s} = \frac{0.75 * 3 * 71 * 240 * (500 - 40)}{75 * 1000} = 235.15 \text{ KN}$$

$$V_e = (235.15 + 876.41) * \Phi_c * \Phi_e = 1111.56 \text{ KN} > 485.82 \text{ KN} \Rightarrow \text{ok}$$

La cuantía mínima de estribos en el nudo:

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * h_c * f'_c *}{f_{yt}} * [(A_g / ch) - 1]$$
$$A_{sh} = \frac{0.3 * 75 * 420 * 21}{240} * \left[ \frac{150000}{92400} - 1 \right] = 512.66 \text{ mm}^2$$

Se revisa en la dirección(x) la longitud de anclaje de las barras de 5/8" según NSR-10[1] C.12.5.2

$$L_{dh} = \left[ \frac{0.24 * \psi_e * f_y}{\lambda * f'_c} \right] * d_b * 0.7 = \frac{0.24 * 1 * 420}{1 * \sqrt{21}} * 15.9 * 0.7 = 244.81 \text{ mm}$$

La sección crítica al borde del núcleo confinado:

$$b_{conf} = L_{hd} + 2 * r * d_e = 244.81 + 2 * 40 + 9.5 = 334.31 \text{ mm}$$

Los 500mm de la columna son suficientes.

Existe en esta columna en la dirección(x) 3 ramas de 3/8 equivalente a un área de 210mm<sup>2</sup> lo cual no está cumpliendo según la sollicitación se propone realizar un reforzamiento por ductilidad del nudo con material FRP.

La separación máxima de los estribos es d/4 o 100mm

S<sub>max</sub>= d/4=260/4= 65mm y en ese nodo están colocados cada 75mm lo cual no está cumpliendo la separación mínima.

### **Análisis en la dirección Y**

Se controlan las siguientes condiciones:

Los momentos resistentes probables de la viga A que llegan al nudo son:

$$Mrp(+) = 56.89KN - m$$

$$Mrp(-) = 39.98KN - m$$

$$Lcol = 2.65m$$

Se debe cumplir la relación  $hcol \geq 20db$  según NSR-2010[1] C.21.7.2.3

$$Hcol=300mm$$

$$Db(3/4)=19.1mm$$

$$300 \geq 20 * 19.1 = 382 \Rightarrow \text{No cumple según la norma}$$

Se calcula el cortante de las columnas generados por los momentos resistentes probables de la viga 2 en el nudo.

$$Vcol = \frac{[56.89 + 39.98]}{2.65} = 36.55KN$$

El cortante en el nudo =

$$Vnudo = Tvi + Tvd - Vcs$$

$$Tvi = \alpha * A's * fy = (1.25 * (3 * 199)) * \frac{420}{1000} = 313.42KN$$

$$Cvd = \alpha * As * fy = (1.25 * (2 * 199)) * \frac{420}{1000} = 208.95KN$$

$$Vnudo = (313.42 + 208.95 - 36.55) = 485.82KN$$

La resistencia del concreto en el nudo:

$$\Phi V_c = \Phi * 1.7 * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$b_j = (b_v + b_{col}) / 2 = (300 + 500) / 2 = 400 \text{ mm}$$

$$A_j = b_j * h_j = 400 * 300 = 120000 \text{ mm}^2$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 1.7 * \sqrt{21} * \frac{120000}{1000} = 701.13 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s = \frac{\Phi * A_v * f_y * d_{col}}{s} = \frac{0.75 * 3 * 71 * 240 * (300 - 40)}{75 * 1000} = 132.91 \text{ KN}$$

$$V_e = (132.91 + 701.13) * \Phi_c * \Phi_e = 834.04 \text{ KN} > 485.82 \text{ KN} \Rightarrow \text{ok}$$

La cuantía mínima de estribos en el nudo:

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * h_c * f'c *}{F_{yt}} * [(A_g / ch) - 1]$$

$$A_{sh} = \frac{0.3 * 75 * 420 * 21}{240} * \left[ \frac{150000}{92400} - 1 \right] = 512.66 \text{ mm}^2$$

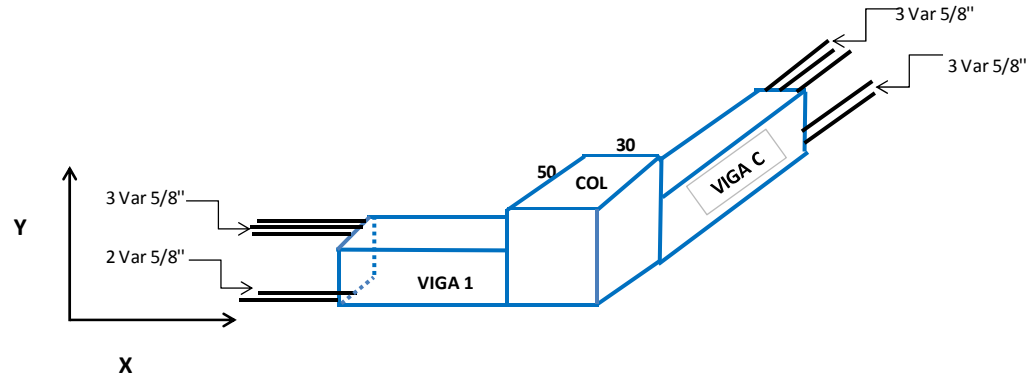
Existe en esta columna en la dirección(x) 3 ramas de 3/8 equivalente a un área de 210mm<sup>2</sup> lo cual no está cumpliendo según la sollicitación se propone realizar un reforzamiento por ductilidad del nudo con material FRP.

La separación máxima de los estribos es d/4 o 100mm

S<sub>max</sub> = d/4 = 260/4 = 65mm y en ese nodo están colocados cada 75mm lo cual no se está cumpliendo la separación mínima.

### 2.4.3.20.3 Chequeo de nudo de esquina

Figura 31. Nudo de esquina eje A2



Fuente: Autores

### Análisis en la dirección X

Se revisa en la dirección(x) la longitud de anclaje de las barras de 5/8" según NSR-10[1] C.12.5.2

$$Ldh = \left[ \frac{0.24 * \psi_e * f_y}{\lambda * f'_c} \right] * db * 0.7 = \frac{0.24 * 1 * 420}{1 * \sqrt{21}} * 15.9 * 0.7 = 244.81mm$$

La sección crítica al borde del núcleo confinado:

$$bconf = (Lhd + 2 * r * de) = 244.81 + 2 * 40 + 9.5 = 334.31mm$$

Las dimensiones de 500x300mm son suficientes para cumplir con este ítem en la dirección (y), en (x) se asume una resistencia mayor a la teórica para los 3cm que faltan.

Se controlan las siguientes condiciones:

Los momentos resistentes probables de la viga 1 que llegan al nodo son:

$$Mrp(+) = 56.89KN - m$$

$$Mrp(-) = 39.98KN - m$$

$$Lcol = 2.65m$$

Se debe cumplir la relación  $hcol \geq 20db$  según NSR-2010[1] C.21.7.2.3

$$Hcol=300mm$$

$$Db (3/4)=19.1mm$$

$$300 \geq 20 * 19.1 = 382 \Rightarrow \text{No cumple según la norma}$$

Calculamos el cortante de las columnas generados por los momentos resistentes probables de la viga 2 en el nudo.

$$Vcol = \frac{[56.89 + 39.98]}{2.65} = 36.55KN$$

El cortante en el nudo =

$$Vnudo = Tvi + Tvd - Vcs$$

$$Tvi = \alpha * A's * fy = (1.25 * (3 * 199)) * \frac{420}{1000} = 313.42KN$$

$$Cvd = \alpha * As * fy = (1.25 * (2 * 199)) * \frac{420}{1000} = 208.95KN$$

$$Vnudo = (313.42 + 208.95 - 36.55) = 485.82KN$$

La resistencia del concreto en el nudo:

$$\Phi V_c = \Phi * 1.7 * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$b_j = (b_v + b_{col}) / 2 = (300 + 500) / 2 = 400 \text{ mm}$$

$$A_j = b_j * h_j = 400 * 300 = 120000 \text{ mm}^2$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 1.7 * \sqrt{21} * \frac{120000}{1000} = 701.13 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s = \frac{\Phi * A_v * f_y * d_{col}}{s} = \frac{0.75 * 3 * 71 * 240 * (300 - 40)}{75 * 1000} = 132.91 \text{ KN}$$

$$V_e = V_c + V_s = (132.91 + 701.13) * \Phi_c * \Phi_e = 834.04 \text{ KN} > 485.82 \text{ KN} \Rightarrow \text{ok}$$

La cuantía mínima de estribos en el nudo:

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * h_c * f'c}{f_y t} * [(A_g / ch) - 1]$$

$$A_{sh} = \frac{0.3 * 75 * 420 * 21}{240} * \left[ \frac{150000}{92400} - 1 \right] = 512.66 \text{ mm}^2$$

Existe en esta columna en la dirección(x) 3 ramas de 3/8 equivalente a un área de 210mm<sup>2</sup> lo cual no está cumpliendo según la sollicitación se propone realizar un reforzamiento por ductilidad del nudo con material FRP.

La separación máxima de los estribos es d/4 o 100mm

S<sub>max</sub> = d/4 = 260/4 = 65mm y en ese nodo están colocados cada 75mm lo cual no está cumpliendo la separación mínima

### **Análisis en la dirección Y**

Se controla las siguientes condiciones:

Los momentos resistentes probables de la viga 1 que llegan al nodo son:

$$Mrp(+) = 56.89KN - m$$

$$Mrp(-) = 39.98KN - m$$

$$Lcol = 2.65m$$

Se debe cumplir la relación  $hcol \geq 20db$  según NSR-2010[1] C.21.7.2.3

$$Hcol=500mm$$

$$Db (5/8)=15.9mm$$

$$500 \geq 20 * 15.9 = 318 \Rightarrow \text{Cumple según la norma}$$

Calculamos el cortante de las columnas generados por los momentos resistentes probables de la viga 2 en el nudo.

$$Vcol = \frac{[56.89 + 39.98]}{2.65} = 36.55KN$$

El cortante en el nudo =

$$Vnudo = Tvi + Tvd - Vcs$$

$$Tvi = \alpha * A's * fy = (1.25 * (2 * 199 + 1 * 129)) * \frac{420}{1000} = 276.67KN$$

$$Cvd = \alpha * As * fy = (1.25 * (2 * 199)) * \frac{420}{1000} = 208.95KN$$

$$Vnudo = (276.67 + 208.95 - 36.55) = 449.07KN$$

La resistencia del concreto en el nudo:

$$\Phi V_c = \Phi * 1.7 * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$b_j = (b_v + b_{col}) / 2 = (300 + 300) / 2 = 300 \text{ mm}$$

$$A_j = b_j * h_j = 300 * 300 = 90000 \text{ mm}^2$$

$$\Phi V_c = 0.75 * 1.7 * \sqrt{21} * \frac{90000}{1000} = 525.85 \text{ KN}$$

$$\Phi V_s = \frac{\Phi * A_v * f_y * d_{col}}{s} = \frac{0.75 * 3 * 71 * 240 * (500 - 40)}{75 * 1000} = 235.15 \text{ KN}$$

$$V_e = (235.15 + 525.85) * \Phi_c * \Phi_e = 761 \text{ KN} > 449.07 \text{ KN} \Rightarrow \text{ok}$$

La cuantía mínima de estribos en el nudo:

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * h_c * f'c}{F_{yt}} * [(A_g / ch) - 1]$$

$$A_{sh} = \frac{0.3 * 75 * 420 * 21}{240} * \left[ \frac{150000}{92400} - 1 \right] = 512.66 \text{ mm}^2$$

Existe en esta columna en la dirección(x) 3 ramas de 3/8 equivalente a un área de 210mm<sup>2</sup> lo cual no está cumpliendo según la sollicitación se propone realizar un reforzamiento por ductilidad del nudo con material FRP.

La separación máxima de los estribos es d/4 o 100mm

S<sub>max</sub> = d/4 = 260/4 = 65mm y en ese nodo están colocados cada 75mm lo cual no está cumpliendo la separación mínima.

**2.4.3.21 Chequeo de Ash y Lo de columnas.** Según la NSR-2010[1] C.21.6.4.1. Debe suministrarse las cantidades de estribos o refuerzo transversal en las cantidades que se especifican Ash y en una longitud Lo donde pueda ocurrir

fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.

Este chequeo es importante ya que la función de este refuerzo es para proporcionarle mayor ductilidad a la columna.

Se tiene para la columna tipo C3:

B=400mm

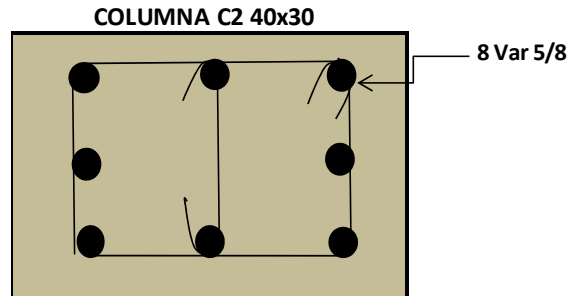
H=300mm

Ag=120000mm<sup>2</sup>

Ach=70400mm<sup>2</sup>

S=75mm

**Figura 32. Sección columna C3**



Fuente: Autores

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * bc * f'c}{f_y} * \left[ \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] = \frac{0.3 * 75 * 300 * 21}{420} * [1.70 - 1] = 236.25 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} = 236.253 \text{ mm}^2 / 71 \text{ mm}^2 = 3.3 \text{ ramas} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$L_o \geq 40 \text{ cm}$$

$$L_o \geq 1/6 * (2.65) = 44 \text{ cm}$$

$$L_o \geq 45 \text{ cm}$$

En la columna se tienen estribos de 3/8" colocados cada 75mm en una longitud de 67.5cm entonces se está cumpliendo con el requerimiento.

Se tiene para la columna tipo C2:

B=300mm

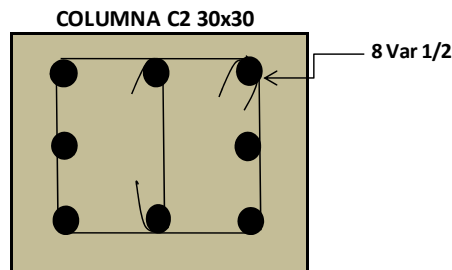
H=300mm

Ag=90000mm<sup>2</sup>

Ach=52900mm<sup>2</sup>

S=75mm

**Figura 33. Sección columna C2**



Fuente: Autores

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * bc * f'c}{f_y} * \left[ \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] = \frac{0.3 * 75 * 300 * 21}{420} * [1.70 - 1] = 236.25 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} = 236.25 \text{ mm}^2 / 71 \text{ mm}^2 = 3.3 \text{ ramas} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$L_o \geq 30 \text{ cm}$$

$$L_o \geq 1/6 * (2.65) = 44 \text{ cm}$$

$$L_o \geq 45 \text{ cm}$$

En la columna se tienen estribos de 3/8" colocados cada 75mm en una longitud de 67.5cm entonces se está cumpliendo con el requerimiento.

Se tiene para la columna tipo C1:

B=500mm

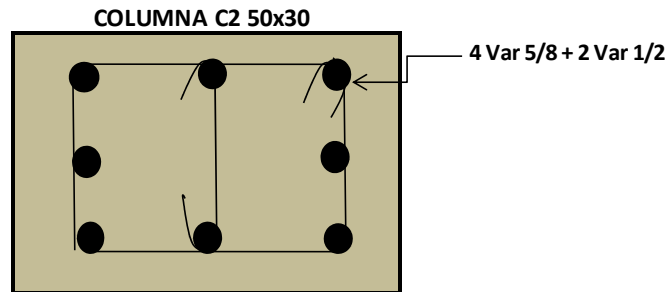
H=300mm

Ag=150000mm<sup>2</sup>

Ach=92400mm<sup>2</sup>

S=75mm

**Figura 34. Sección columna C1**



Fuente: Autores

$$A_{sh} = \frac{0.3 * S * bc * f'c}{f_y} * \left[ \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] = \frac{0.3 * 75 * 300 * 21}{420} * [1.62 - 1] = 210.38 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} = 210.38 \text{ mm}^2 / 71 \text{ mm}^2 = 2.9 \text{ ramas} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$L_o \geq 50 \text{ cm}$$

$$L_o \geq 1/6 * (2.65) = 44 \text{ cm}$$

$$L_o \geq 45 \text{ cm}$$

En la columna se tienen estribos de 3/8" colocados cada 75mm en una longitud de 67.5cm entonces se está cumpliendo con el requerimiento.

### **3. ANALISIS ESTÁTICO NO LINEAL (*PUSHOVER*)**

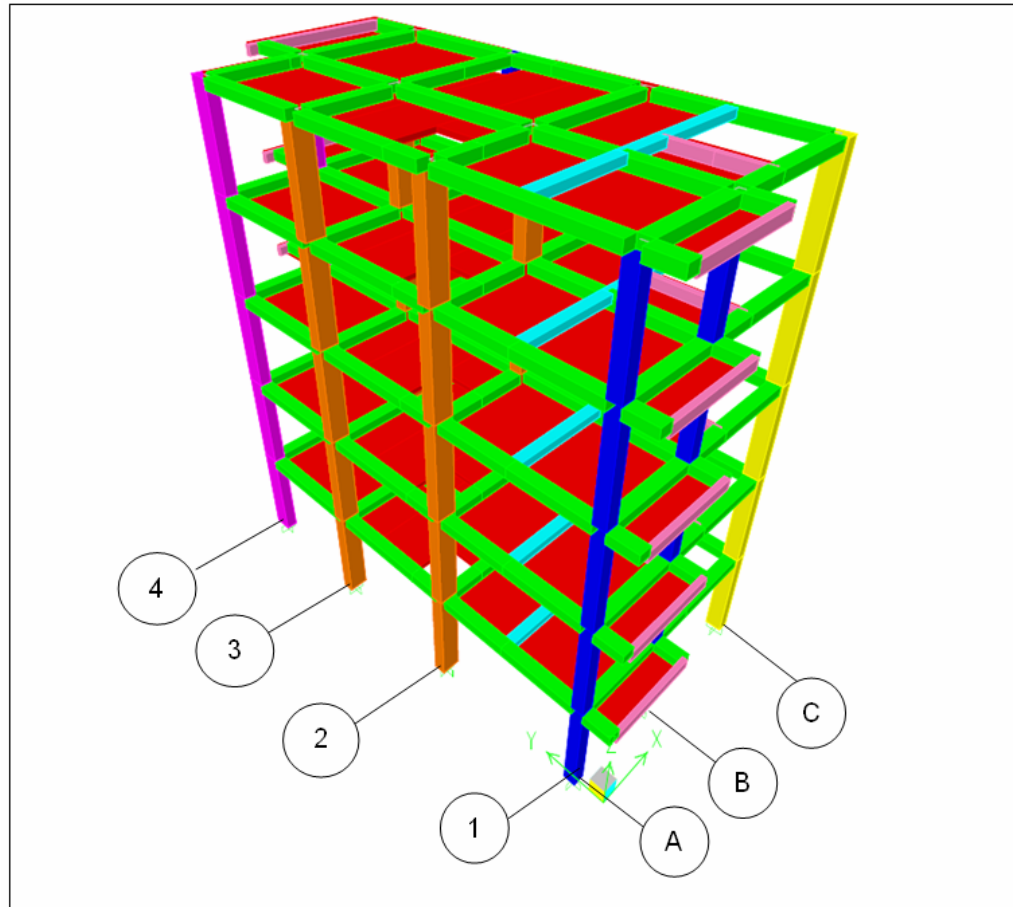
Para este método de análisis, el modelo incorpora las características no lineales de la relación fuerza-deformación de los elementos y componentes individuales, debidas a la respuesta inelástica del material respecto a sus esfuerzos y deformaciones, lo cual representa una ventaja sobre los métodos de análisis estáticos lineales en los que se conserva solo el rango elástico.

La definición del modelo depende de la información necesaria y certera que se tenga y que se quiera considerar dentro del mismo; esto hace que el modelo en su medida pueda ser sencillo o más complejo dependiendo del nivel de detalle y la información suministrada, como también del resultado que se quiera obtener dependiendo de la importancia que tenga o se le quiera dar a la estructura o el proyecto a evaluar.

#### **3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL MODELO**

El dimensionamiento del modelo se realizó en base a los planos estructurales encontrados al igual que la asignación de los elementos y sus propiedades

**Figura 35. Modelo tridimensional**



Fuente: Autores

### **3.2 ASIGNAR PROPIEDADES DEL MATERIAL Y DE LOS ELEMENTOS**

Para este modelo tenemos las siguientes secciones de vigas y columnas empleadas de acuerdo a la información de los planos estructurales.

#### **VIGAS DE ENTREPISO**

VIGA 1 DE 0.3X0.25 equivalente a las vigas VG-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 13-14

VIGA DE 20X25

**VIGUETAS**

VGTA DE 0.12X0.25

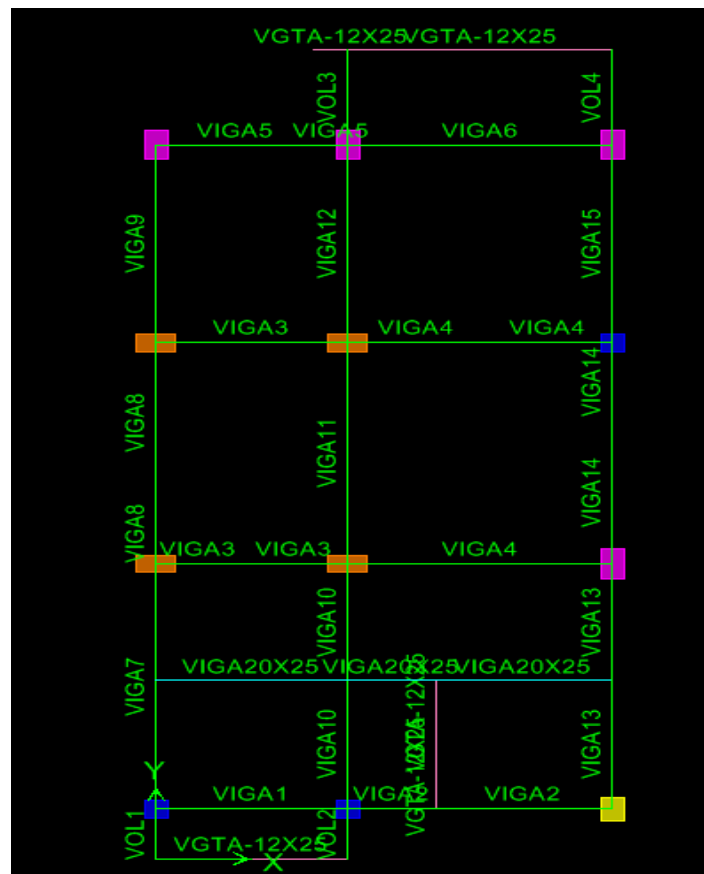
**COLUMNAS**

C1-30X50

C2-30X30

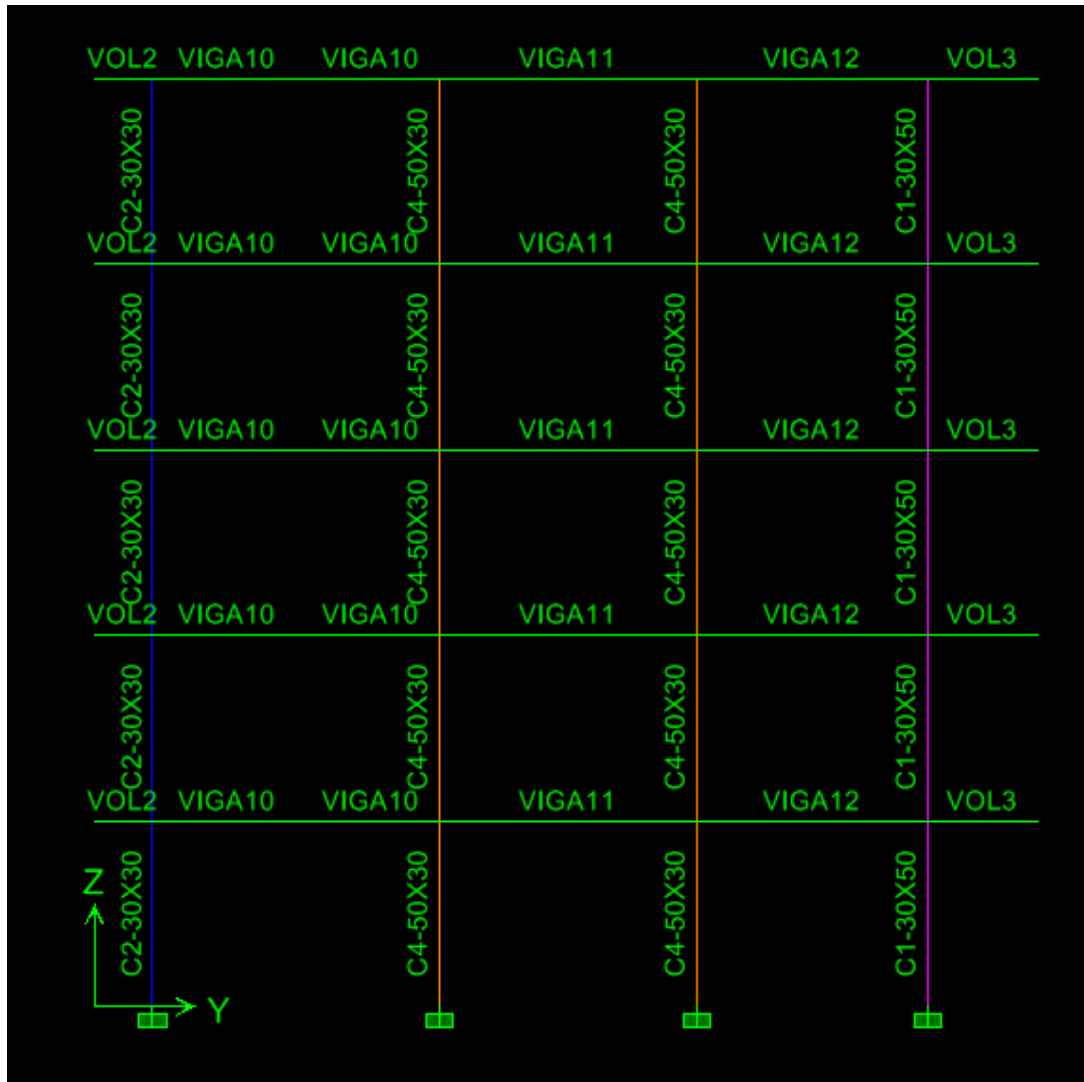
C3-30X40

**Figura 36. Planta y elementos tipo**



Fuente: Autores

Figura 37. Vista frontal y elementos tipo eje A-B



Fuente: Autores

### 3.3 RESTRICCIONES EN LA BASE

La cimentación está diseñada por zapatas y vigas de enlace conectadas para que resistan en tensión o en compresión una carga vertical total del elemento que las interconecta, y todas las fuerzas que le transmita la superestructura, es decir que es un apoyo empotrado como se modelo.

### **3.4 LOSAS DE ENTREPISO**

La losa es un elemento de geometría tridimensional que recibe las cargas en un plano bidimensional, pero cuyas deformaciones ocurren en el eje de menor dimensión que es la dirección de las cargas. O sea que está cargada en el plano de menor inercia.

La losa tiene la función de soportar principalmente cargas verticales uniformemente distribuidas, las cuales se encargara de transmitir las entre los pórticos de resistencia sísmica y las vigas principales, para efectos del modelo se debe asignar o realizar una equivalencia del peso real de la losa de acuerdo a un espesor que sea equivalente, definir el diafragma y la dirección de carga según la localización de las viguetas.

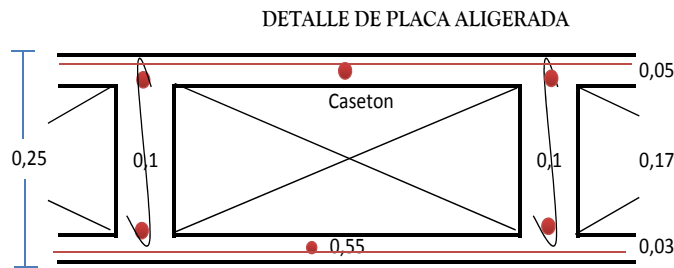
### **3.5 DIAFRAGMAS DE ENTREPISO**

Un diafragma en una estructura hace referencia a la losa o placa y tiene la función de soportar principalmente cargas verticales y horizontales las cuales se encarga de distribuir entre los elementos de resistencia sísmica (pórticos y muros) y a los elementos cargueros, para que un diafragma sea considerado rígido debe garantizar el mismo desplazamiento de todos los puntos de un plano ante las cargas aplicadas

### **3.6 EVALUACIÓN DE CARGAS Y MASAS**

La evaluación de cargas y masas se realiza en base a las estipuladas por el código, y las calculadas de acuerdo a sistema de losa, en este caso se asignó un espesor de placa equivalente al peso que se utilizó para el modelo.

**Figura 38. Evaluación de cargas de la placa**



Carga muerta		Carga viva según B.4.2.1			
*	loseta superior	120 Kg/m <sup>2</sup>	*	Carga viva de servicio	180 Kg/m <sup>2</sup>
*	torta inferior	69 Kg/m <sup>2</sup>			
*	nervios	74 Kg/m <sup>2</sup>			
*	casetones	29 Kg/m <sup>2</sup>			
	peso material=	2400 Kg/m <sup>3</sup>			
	peso losa=	292 Kg/m <sup>2</sup>			
	Espesos placa=	0,122 m	→	Para espesor equivalente en ETABS	
*		Acabados	150		
		* Muros	300		
<b>Total CM=</b>		742 Kg/m <sup>2</sup>	<b>Total CV=</b>		180 Kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Autores

### 3.7 CORRECCIÓN DEL CORTANTE BASAL DINÁMICO

Los resultados producto del análisis dinámico deben ser ajustados si son menores que los prescritos en el A.5.4.5 con relación al cortante estático, en los cuales cubre todos los resultados del análisis incluyendo deflexiones en los pisos, derivas, fuerzas en los pisos, cortantes de piso, cortante en la base y fuerzas en los elementos, este cortante se calcula de acuerdo a la metodología establecida en la NSR-2010[1]. A.4

Se calcula el periodo de vibración fundamental aproximado de la edificación de acuerdo a sus propiedades de resistencia sísmica según NSR-2010[1] A.4.2-1

En donde:  $T_a = C_t * h^\alpha$

Los valores de  $C_t$  y  $\alpha$  se toman de la norma según la tabla 15 en donde tomamos el valor de estos coeficientes dependiendo del tipo de sistema estructural establecido.

**Tabla 15. Parámetros para el cálculo del periodo  $T_a$  NSR-2010[1]**

Tabla A.4.2-1  
Valor de los parámetros  $C_t$  y  $\alpha$  para el cálculo del periodo aproximado  $T_a$

Sistema estructural de resistencia sísmica	$C_t$	$\alpha$
Pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.047	0.9
Pórticos resistentes a momentos de acero estructural que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a las fuerzas sísmicas.	0.072	0.8
Pórticos arriostrados de acero estructural con diagonales excéntricas restringidas a pandeo.	0.073	0.75
Todos los otros sistemas estructurales basados en muros de rigidez similar o mayor a la de muros de concreto o mampostería	0.049	0.75
Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de concreto reforzado o mampostería estructural, pueden emplearse los siguientes parámetros $C_t$ y $\alpha$ , donde $C_w$ se calcula utilizando la ecuación A.4.2-4.	$\frac{0.0062}{\sqrt{C_w}}$	1.00

Fuente: Autores

Para pórticos de concreto reforzado resistentes a momento se tiene:

$C_t = 0.047$

$\alpha = 0.9$

$h = 13.25$

$T_a = 0.047 * (13.25)^{0.9} = 0.4809 \text{ s}$

Según la NSR-2010[1] A.4.2.1 el periodo fundamental de la edificación (T) no puede exceder el valor de  $T < C_u * T_a$

En donde se tiene:

$$C_u = 1.75 - 1.2 A_v * F_v$$

$$A_v = 0.3$$

$$F_v = 1.5$$

$$C_u = 1.75 - 1.2 * 0.30 * 1.5 = 1.21$$

Entonces:

$$C_u * T_a = 1.21 * 0.48 = 0.697$$

Según el espectro de diseño elástico de la NSR-2010[1], para un periodo de 0.697 el coeficiente  $S_a$  es de 0.78.

Masa total de la estructura = 402604Kg

$$V_b = S_a * m * g$$

$$V_b = 0.78 * 402604 * 9.81$$

$$V_b = 3080.6 \text{KN (cortante basal estático de la estructura)}$$

El cortante basal dinámico del modelo  $V_{bx} = 1902 \text{KN}$

El cortante basal dinámico del modelo  $V_{by} = 1816 \text{KN}$

Para estructuras que se consideran regulares el cortante basal dinámico debe ser por lo menos el 80% del cortante basal estático según A.5.4.5. NSR-2010[1].

El ajuste de la fuerza sísmica es igual:

$$I_x = \frac{V_{best} * 0.8}{V_{xdina}} ; I_y = \frac{V_{best} * 0.8}{V_{ydina}} ;$$

$$I_x = 0.8 * 3080.6 / 1902 = 1.30$$

$$I_y = 0.8 * 3080.6 / 1816 = 1.36$$

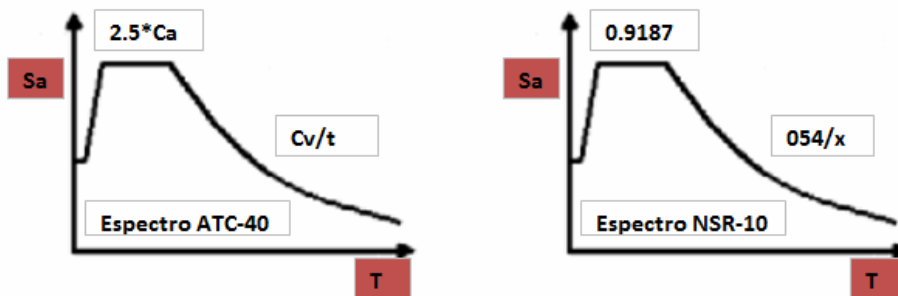
Por consiguiente se incrementa este porcentaje a las fuerzas sísmicas

### 3.8 AJUSTES DE Ca Y Cb

Es necesario realizar el ajuste de los coeficientes Ca y Cv para ajustar el espectro que por defecto trae el ETABS® CSI@[3] y el cual varía dependiendo de la localización de la estructura, estos valores se modifican para igualar los valores de La norma ATC 40[7] y la NSR-10[1].

Entonces se tiene que:

Figura 39. Espectro ATC-40 y NSR-10



Fuente: Autores

$$2.5 * Ca = 0.9187 \quad ; \quad Ca = 0.364$$

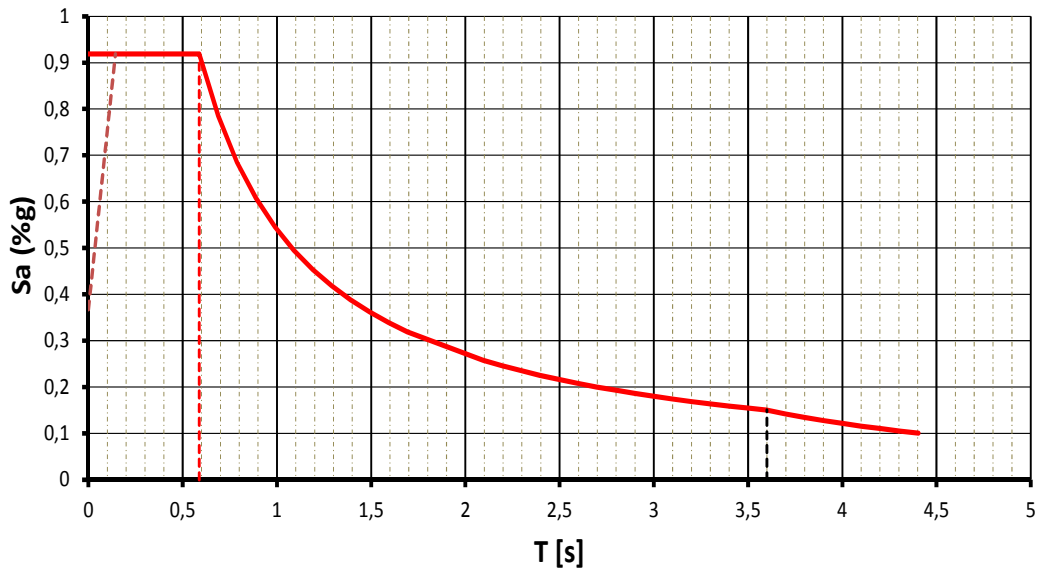
$$Cv/t = 0.54/t \quad ; \quad Cv = 0.54$$

### 3.9 ESPECTRO DE LOCALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Figura 40. Espectro de diseño para la ciudad de Cúcuta.

ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO	
Av:	0,3
Aa:	0,35
Tipo de perfil de suelo	C ▼
Grupo de uso:	▼
<b>Coefficiente de importancia, I</b>	<b>1,00</b>
<b>Coefficiente Fa</b>	<b>1,05</b>
<b>Coefficiente Fv</b>	<b>1,50</b>
To	0,143
Tc	0,588
TL	3,600

#### ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO NSR-10



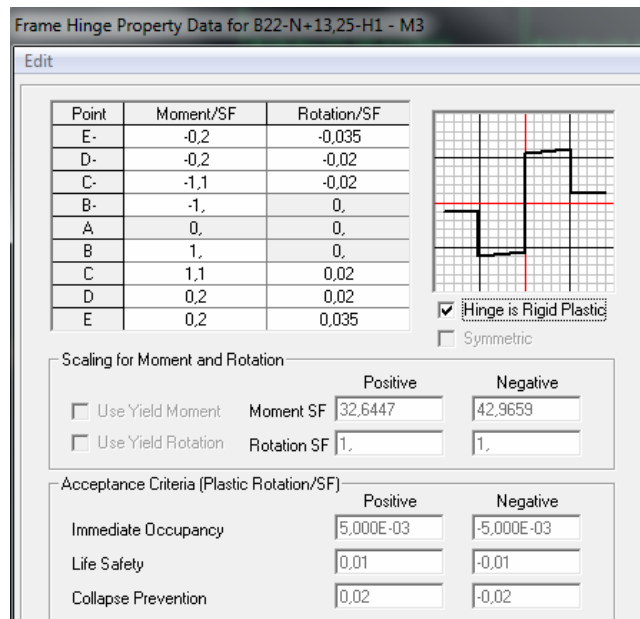
Fuente: Autores

### 3.10 CREACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS SECCIÓN VIGA 9

Los estados de fluencia y post-fluencia pueden ser modelados en el ETABS® CSI®[3], usando rotulas discretas definidas o automáticas por defecto, las cuales se localizan a lo largo de los elementos, las rótulas son generalmente causadas por momento, torsión, axial y corte, también existe una rotula combinada para axial y momento(PM2-M3), basada en la interacción de ambos esfuerzos en la ubicación donde es definida, todas las deformaciones plásticas como desplazamientos o rotaciones ocurren donde fue asignada la articulación.

Las características de cada articulación se definen a través de curvas fuerza vs deformación, puntos en los cuales muestran un criterio de aceptación del desempeño de la estructura, estados como ocupación inmediata, seguridad a la vida o prevención al colapso.

Figura 41. Diagrama momento vs curvatura viga 9

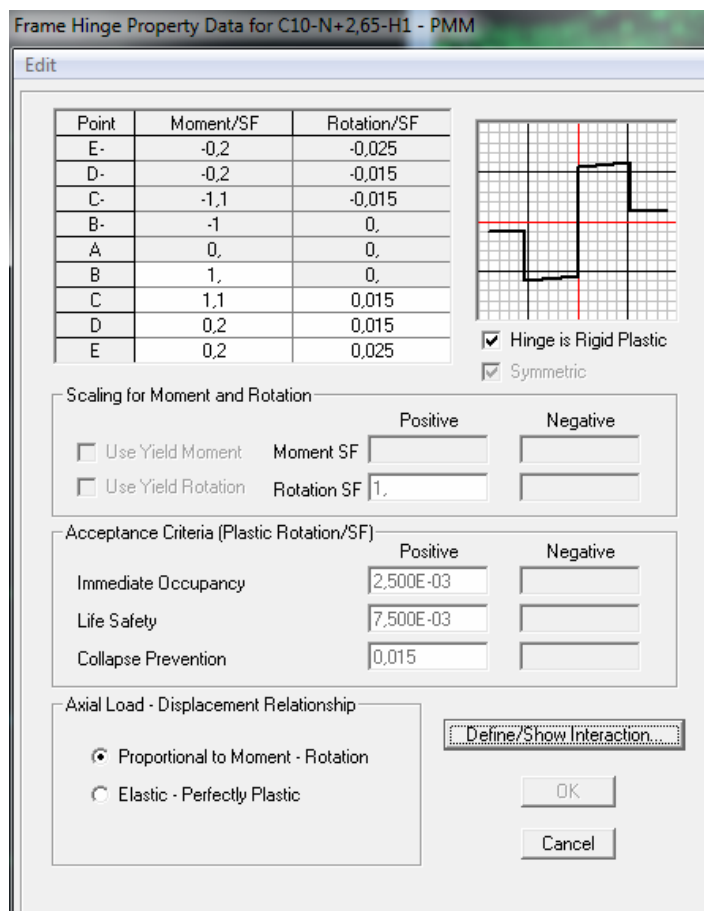


Fuente: Autores

### 3.11 CREACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS SECCIÓN C2

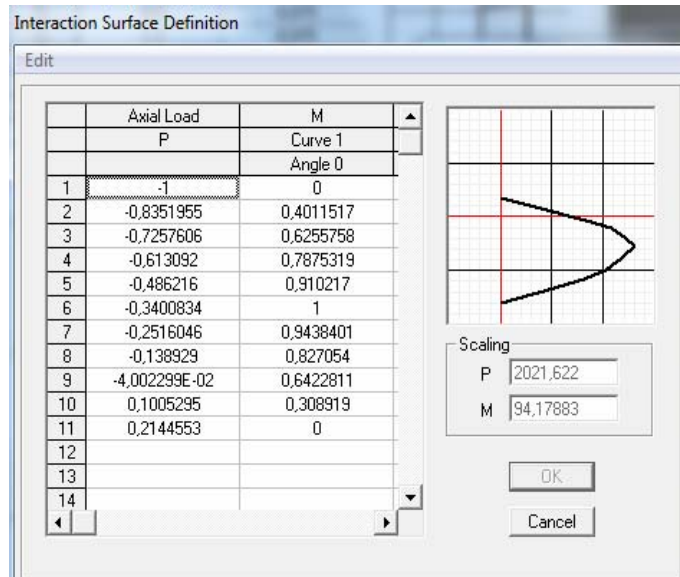
Las columnas son elementos estructurales que trabajan principalmente para carga axial, lo cual se puede decir que las rótulas plásticas se encuentran en donde se produce la compresión y los momentos, donde interactúan las fuerzas de momento y axial (PMM) según el modelo.

**Figura 42. Diagrama de iteración columnas C2**



Fuente: Autores

**Figura 43. Diagrama momento**

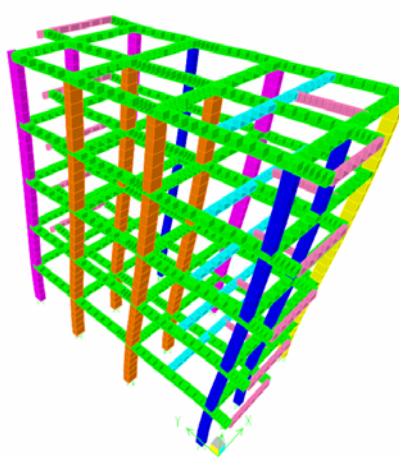


Fuente: Autores

### 3.12 MODOS DE VIBRACIÓN

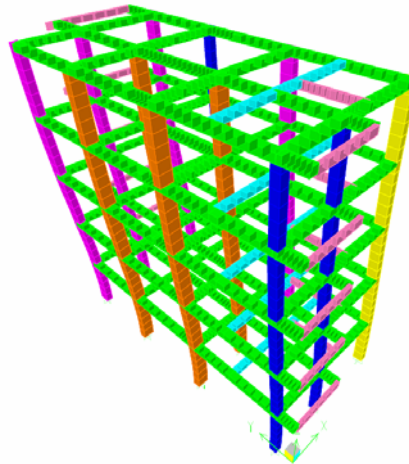
Como se explicó en el numeral 1.1.4 los se muestran los modos de vibración y la participación de masa para cada modo como se muestra en la tabla

**Figura 44. Modo de vibración 1**



Fuente: Autores

**Figura 45. Modo de vibración 2**



Fuente: Autores

**Tabla 16. Participación de masa para cada modo**

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0,94111	0,0002	79,3619	0,0002	79,3619
2	0,895097	79,1784	0,0001	79,1786	79,362
3	0,804905	0,6821	0,0031	79,8607	79,3651
4	0,276093	0	11,8835	79,8607	91,2486
5	0,265442	11,7896	0,0002	91,6503	91,2488
6	0,247895	0,0167	0,0495	91,6669	91,2983
7	0,137045	0,0532	4,4925	91,7201	95,7908
8	0,133899	4,5131	0,1968	96,2333	95,9876
9	0,130511	0,4132	0,4948	96,6464	96,4824
10	0,085885	0,292	0,5211	96,9385	97,0035
11	0,082555	1,563	0,9816	98,5015	97,9852
12	0,08109	0,6466	1,1108	99,1481	99,096

Fuente: Autores

Según el FEMA 356 3.3.3.2.3 (Lateral Load Distribution) si un modo participa más del 75% de la masa, se puede utilizar una carga lateral de distribución vertical que se aplica a un análisis no Lineal (pushover), para nuestro caso los valores obtenidos del modelo son mayores del 75% mirando solo el primer modo de vibración.

### 3.13 ANALISIS Y RESULTADOS DEL PUNTO DE COMPORTAMIENTO

#### 3.13.1 Punto de comportamiento de la estructura en dirección X

Finalmente se tiene el modelo con sus datos de entrada y con los parámetros establecidos para el análisis no lineal en esta dirección como se muestra en la figura 41, posteriormente procedemos a realizar el incremento de fuerza lateral hasta llegar al punto de desplazamiento en la cubierta de 0.165m.

En el momento de definir el análisis pushover definimos nuestro punto de control 8 con el cual realizamos el análisis de desplazamiento y el resultado del análisis en el segundo modo de vibración.

**Figura 46. Parámetros de entrada para análisis pushover en X**

The image shows a software dialog box titled "Static Nonlinear Case Name" with the value "PUSHX". The dialog is divided into several sections:

- Options:** Includes radio buttons for "Load to Level Defined by Pattern" (unchecked) and "Push to Disp. Magnitude" (checked, with a value of 0.4). There are checkboxes for "Use Conjugate Displ. for Control" (checked) and "Save Positive Increments Only" (checked). A "Monitor" section has dropdowns for "UX", a text input "8", and a dropdown "N+13,25". Other fields include "Start from Previous Case" (MUERTA), "Minimum Saved Steps" (20), "Maximum Null Steps" (50), "Maximum Total Steps" (200), "Maximum Iterations/Step" (10), "Iteration Tolerance" (1,000E-04), and "Event Tolerance" (0,01).
- Member Unloading Method:** A dropdown menu set to "Unload Entire Structure".
- Geometric Nonlinearity Effects:** A dropdown menu set to "P-Delta".
- Load Pattern:** A table with columns "Load" and "Scale Factor". It contains two rows: "MODE" with "1." and "MODE 2" with "1.". Buttons for "Add", "Modify", and "Delete" are to the right.
- Active Structure:** A table with columns "Stage" and "Active Group". It contains one row: "1" with "ALL". Buttons for "Add", "Modify", "Insert", and "Delete" are to the right. A checkbox "Loads Apply to Added Elements Only" is at the bottom.

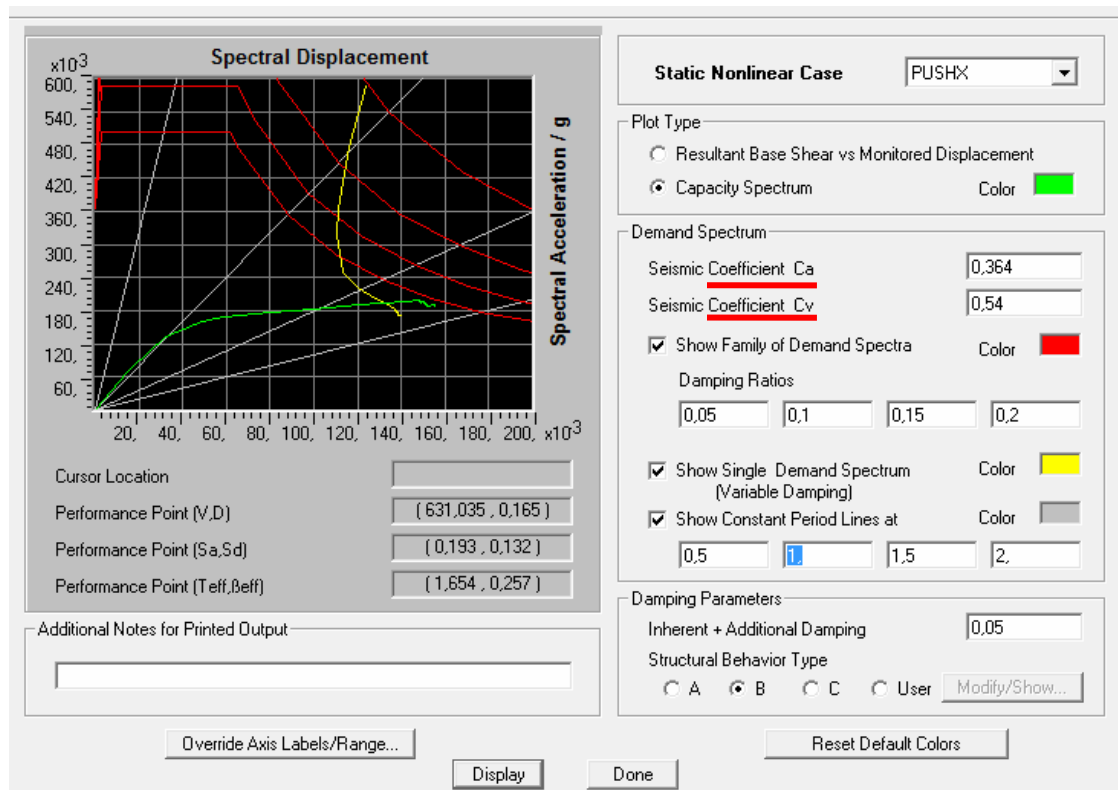
At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Fuente: Autores

Obteniendo los resultados del análisis como se muestra en la figura 47, se tiene que:

- El periodo de nuestra estructura ( $t$ )=1.65s
- El amortiguamiento  $\sigma$ = 25.7%
- $S_a$ =0.193
- $S_d$ = 0.132
- Cortante basal= 631KN
- Desplazamiento en el nodo 8 de la cubierta= 0.165m

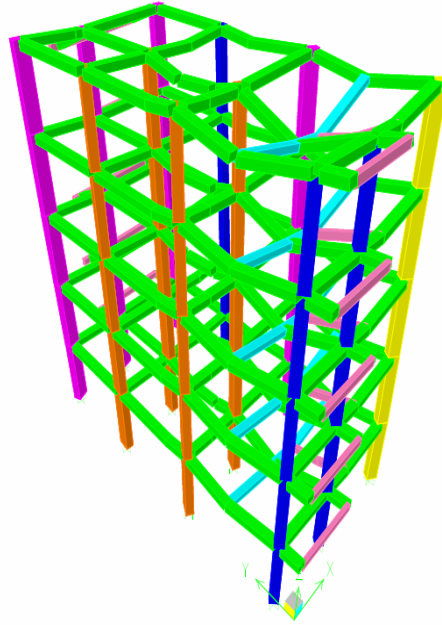
**Figura 47. Curva de demanda vs capacidad en X**



Fuente: Autores

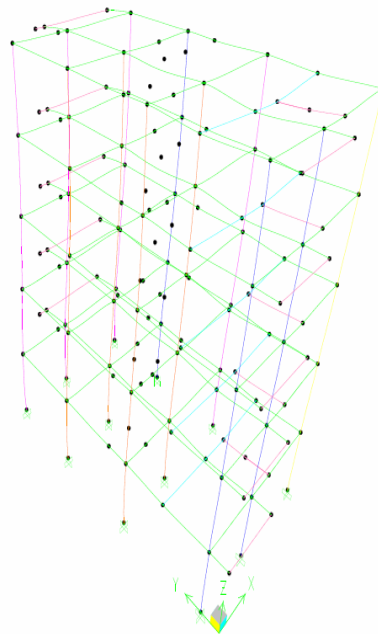
Posteriormente se puede observar el comportamiento de rotulación o degradación de la estructura hasta que alcance su punto de desplazamiento de 0.165m alcanzado entre la iteración 8 y 9.

**Figura 48. Cargas muertas**



Fuente: Autores

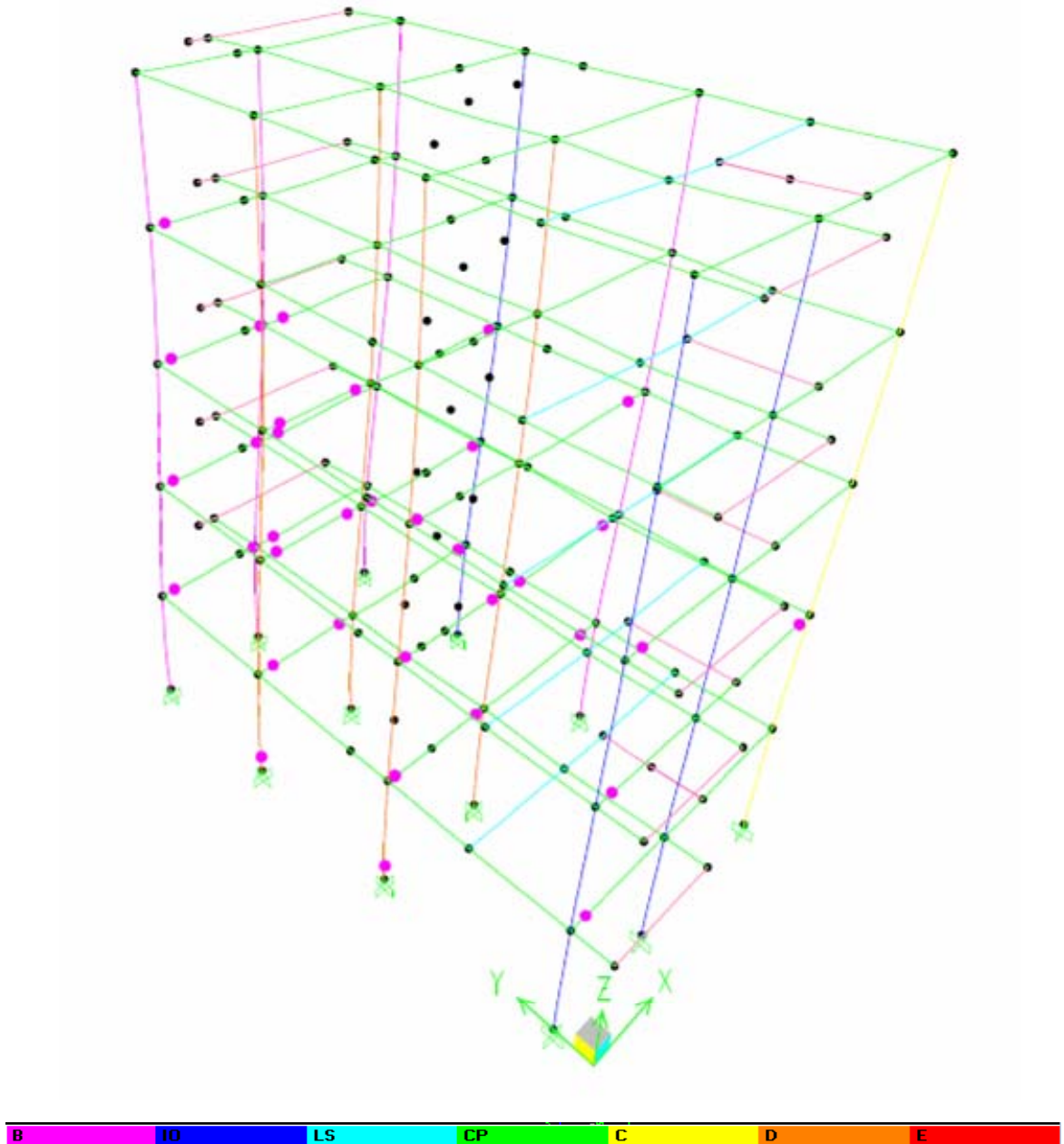
**Figura 49. Paso 1**



Fuente: Autores

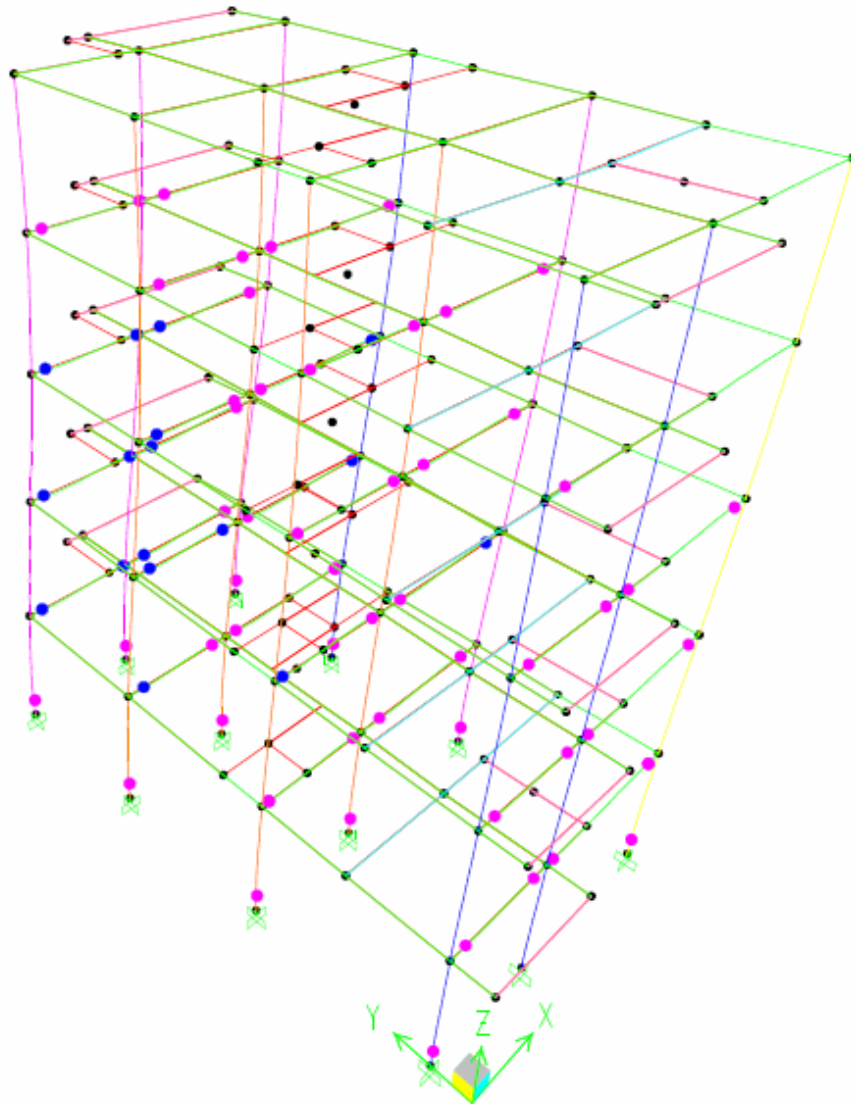
En el paso 1 aún no se presentan daños o degradación de su rigidez estructural según el análisis.

**Figura 50.Paso 3**



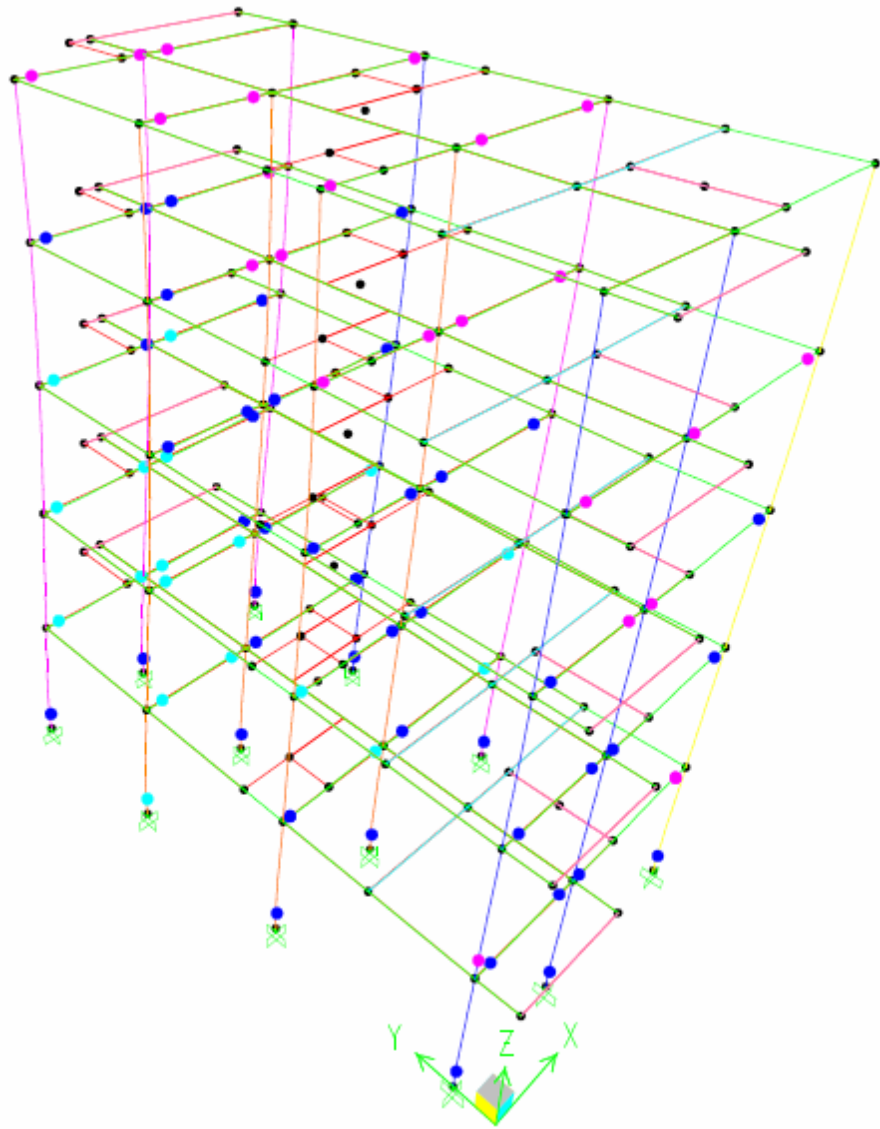
Fuente: Autores

Figura 51. Paso 5



Fuente: Autores

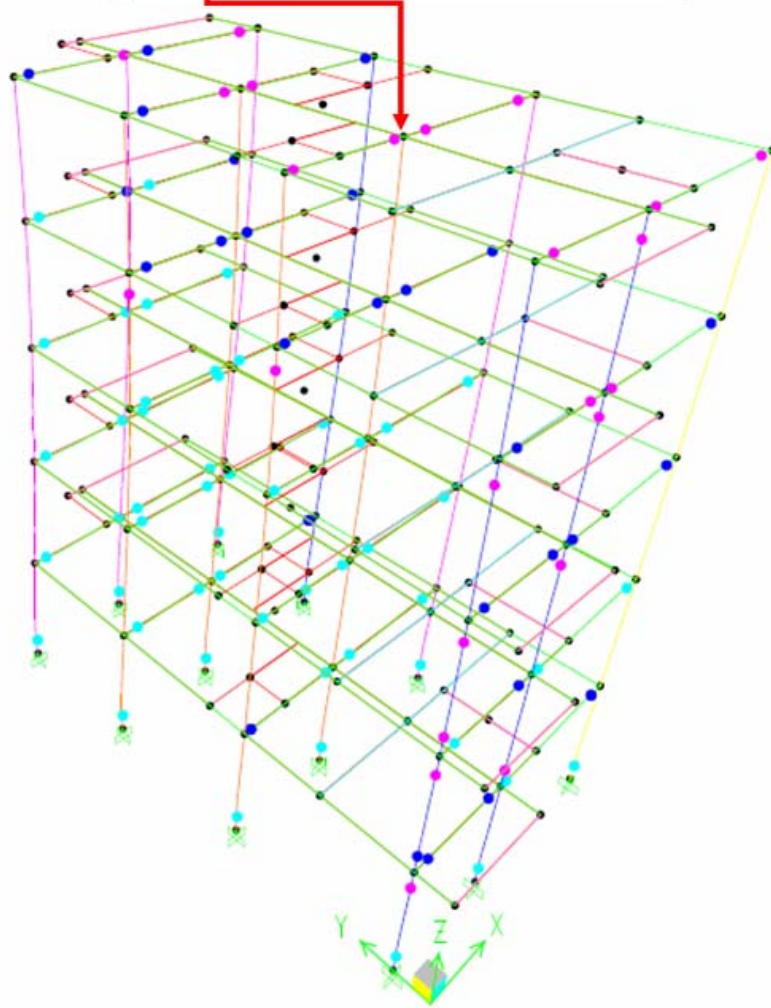
Figura 52. Paso 7



Fuente: Autores

Figura 53. Paso 9

Point Object	8	Story Level	N+13,25
	X	Y	Z
Trans	<u>0,178283</u>	0,003304	-0,000601
Rotn	0,000119	0,006103	-0,004181



Fuente: Autores

Como se muestra en cada uno de los pasos a medida que se aumenta la carga los elementos estructurales alcanzan su resistencia por fluencia, formándose así la rótula plástica y cada nivel de daño hasta alcanzar su mayor deterioro la estructura.

El mayor nivel de daño que se alcanza en la estructura es el de vida segura (LS), pero ningún elemento alcanza el pre-colapso que se indica en color verde, esto se alcanza a apreciar entre los pasos 8 y 9 de la iteración.

### 3.13.2 Punto de comportamiento de la estructura en dirección Y

Realizamos el mismo análisis para la dirección en Y, considerando el mismo punto de control 8 y un desplazamiento de 0.16m, en la figura 54 se muestran los parámetros de entrada establecidos en esta dirección.

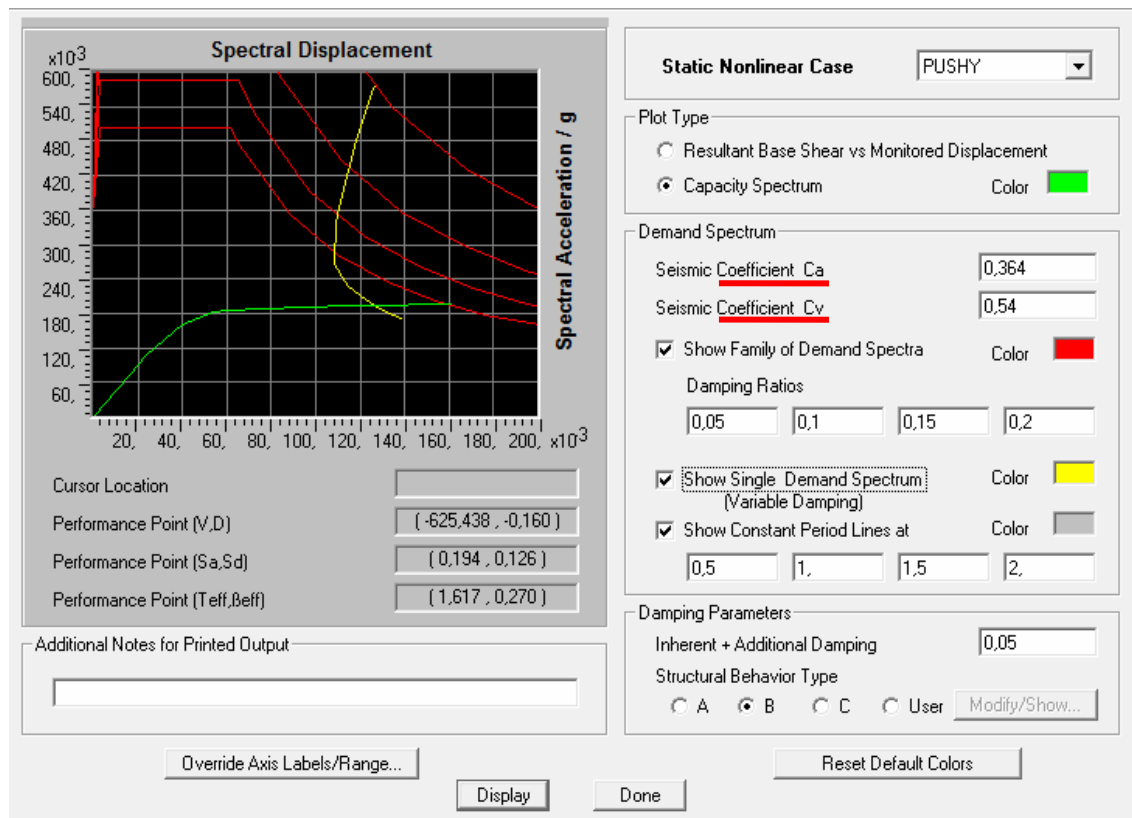
**Figura 54 Parámetros de entrada para análisis pushover en Y**

Fuente: Autores

Obteniendo los resultados del análisis como se muestra en la figura 55, tenemos que:

- El periodo de nuestra estructura ( $t$ )=1.61s
- El amortiguamiento  $\sigma$ = 27%
- $S_a$ =0.194
- $S_d$ = 0.126
- Cortante basal= 625.43KN
- Desplazamiento en el nodo 8 de la cubierta= 0.16m

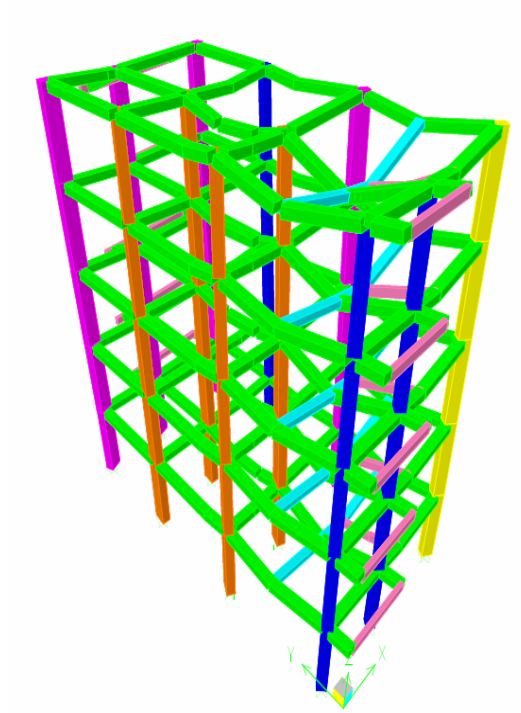
**Figura 55. Curva de demanda vs capacidad en Y**



Fuente: Autores

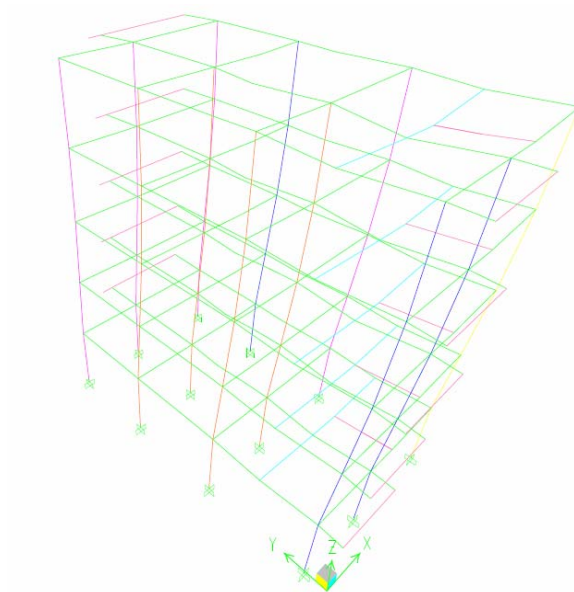
El proceso de plastificación sometido de los elementos se muestran de la siguiente manera.

**Figura 56. Cargas muertas**



Fuente: Autores

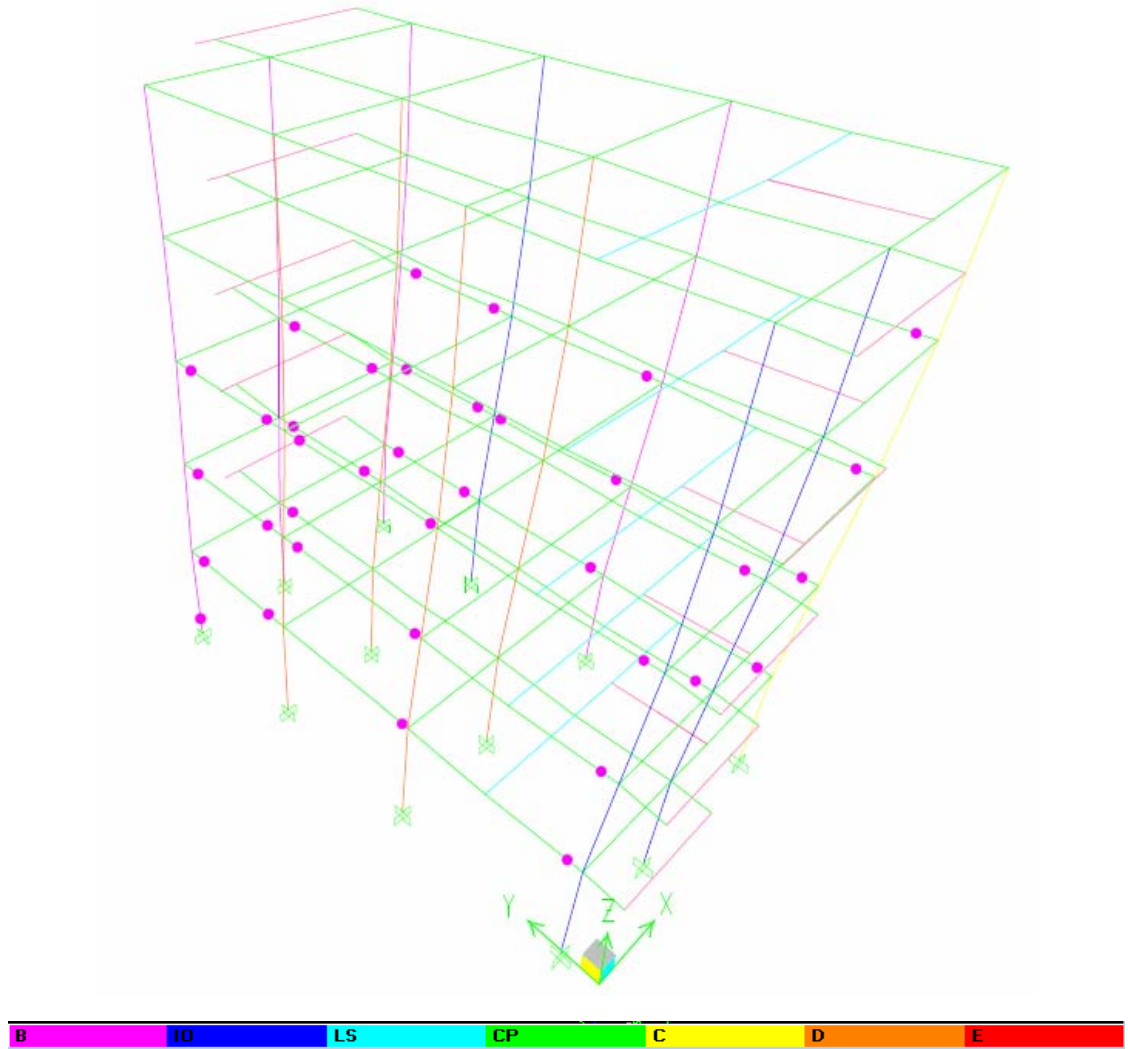
**Figura 57. Paso 1**



Fuente: Autores

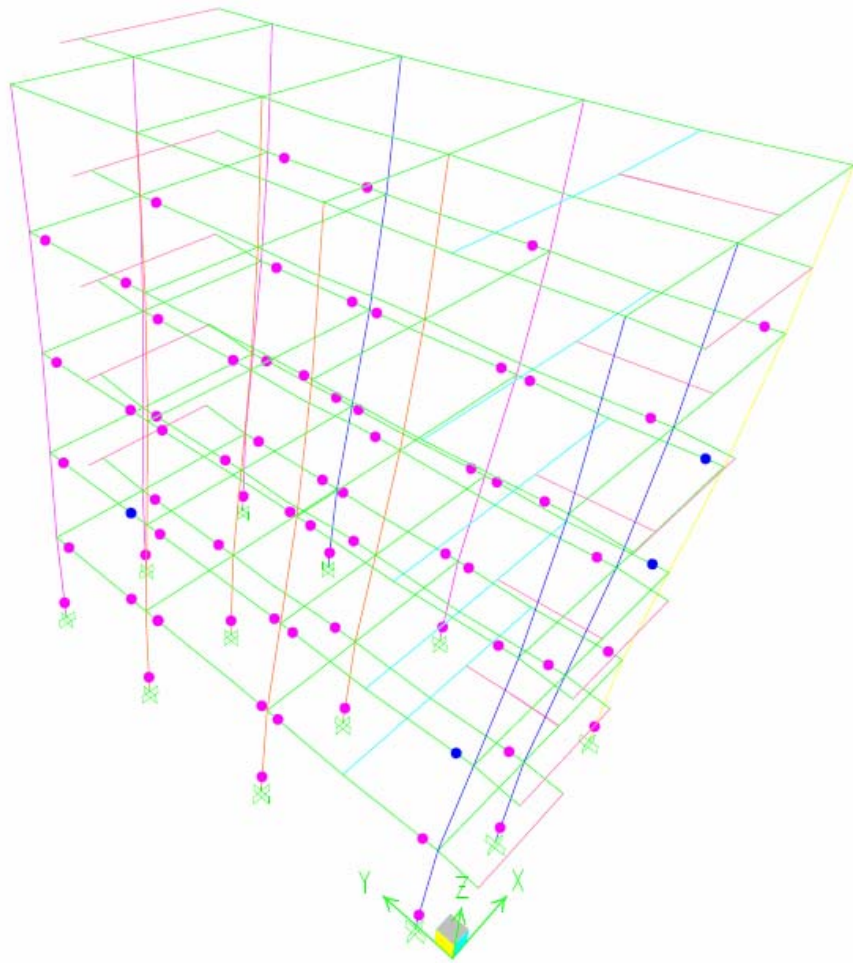
En el paso 1 aún no se presentan daños o degradación de su rigidez estructural según el análisis.

**Figura 58. Paso 3**



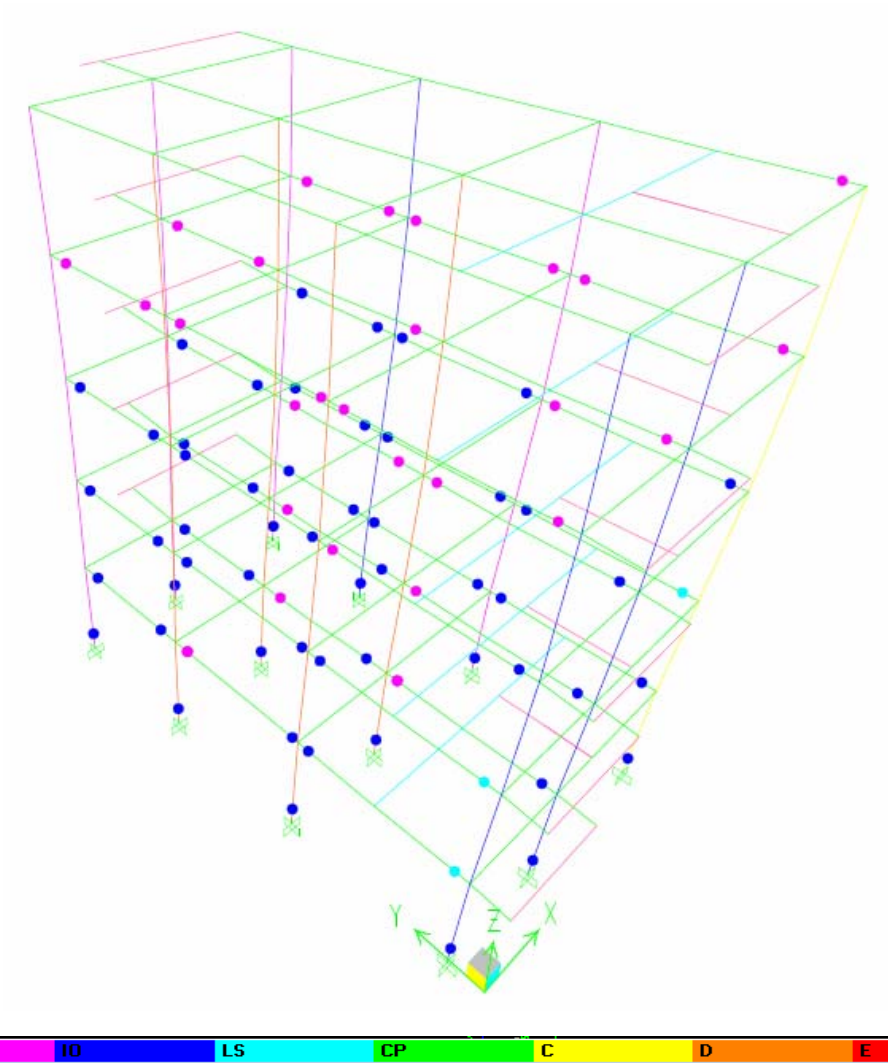
Fuente: Autores

Figura 59. Paso 5



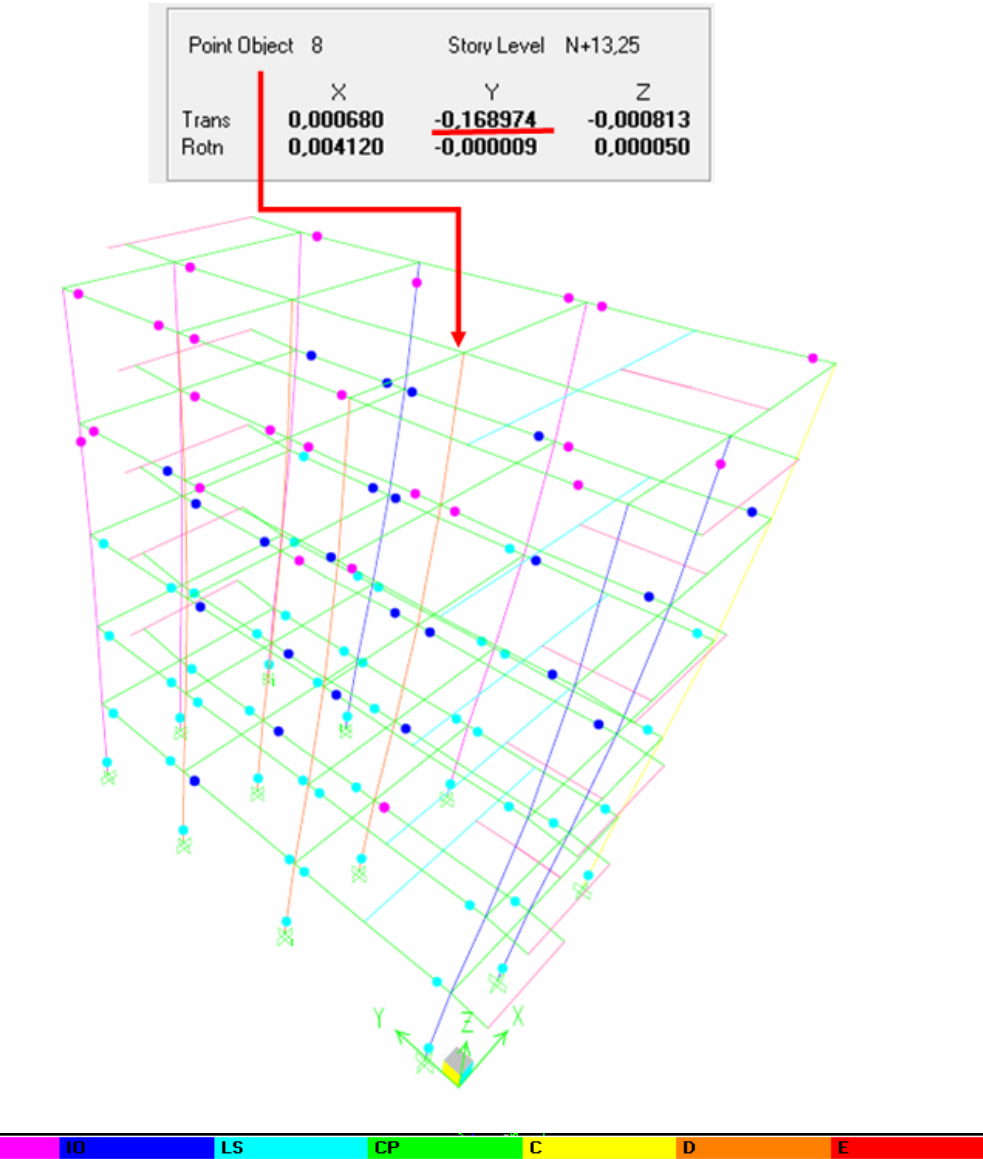
Fuente: Autores

Figura 60. Paso 7



Fuente: Autores

Figura 61. Paso 9

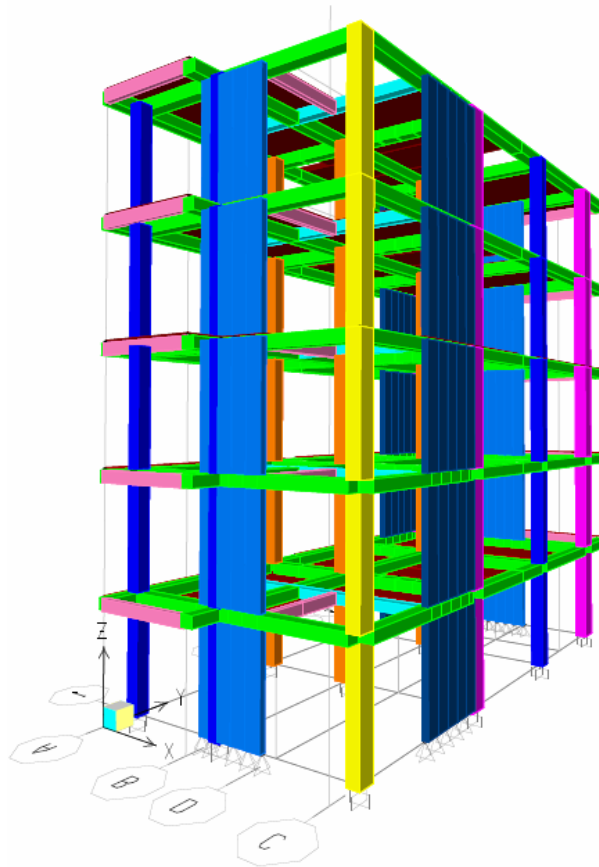


Fuente: Autores

#### 4. REFORZAMIENTO Y RIGIDIZACION ESTRUCTURAL

Se plantean 4 muros (Shell) estructurales distribuidos en la estructura de manera que no me afecten la torsión y que sean proporcionales dimensionalmente para rigidizar y minimizar los desplazamientos de la estructura.

**Figura 62. Modelo reforzado vista 1**

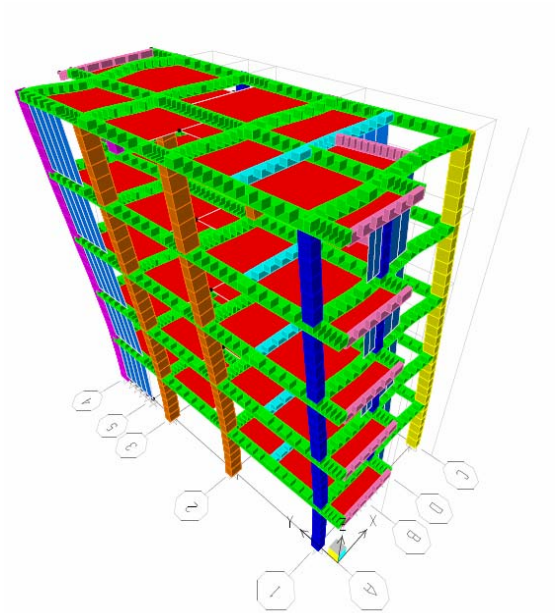


Fuente: Autores

Analizando las nuevas condiciones del modelo se revisan las nuevas fuerzas actuantes de la estructura, desplazamientos, participación de masas y periodos de vibración.

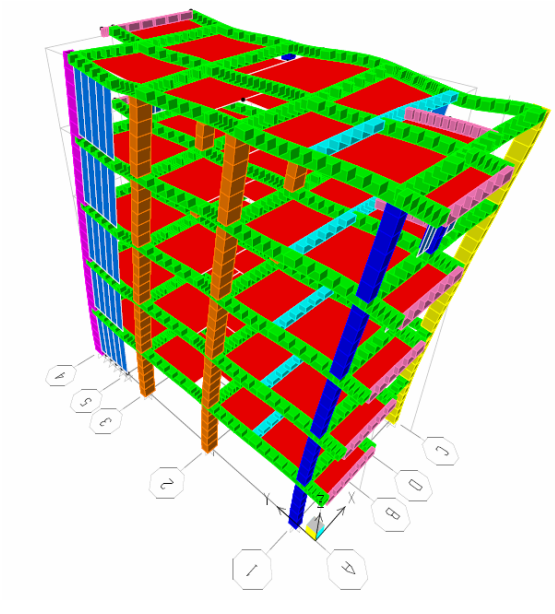
## 4.1 MODOS DE VIBRACIÓN

Figura 63. Modo de vibración 1



Fuente: Autores

Figura 64. Modo de vibración 2



Fuente: Autores

**Tabla 17. Participación de masa para cada modo**

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
1	0,55494	73,3954	0,2023	73,3954	0,2023
2	0,469262	0,2304	71,1066	73,6258	71,3089
3	0,396803	0,022	0,365	73,6479	71,6739
4	0,137161	15,9656	0,0059	89,6135	71,6798
5	0,105931	0,0028	18,3783	89,6163	90,0581
6	0,095175	0,0255	0	89,6418	90,0581
7	0,057661	6,3315	0,0004	95,9732	90,0584
8	0,044644	0,0004	6,537	95,9736	96,5954
9	0,039924	0,0196	0,0131	95,9932	96,6086
10	0,032463	2,9894	0	98,9825	96,6086
11	0,026876	0	2,6706	98,9825	99,2792
12	0,023239	0,5817	0,0013	99,5643	99,2805

Fuente: Autores

#### 4.2 ÍNDICES DE FLEXIBILIDAD POST-REFORZAMIENTO

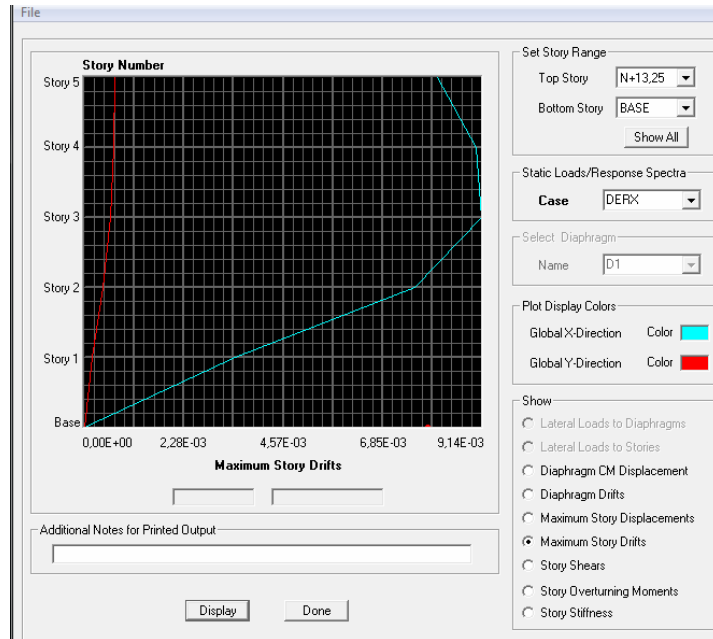
En la tabla No 23 se muestran los índices de flexibilidad con el sistema reforzado cumpliendo con lo establecido en la norma.

**Tabla 18. Índices de flexibilidad con reforzamiento**

Story	Item	Load	DriftX	DriftY	Load	DriftX	DriftY
N+13,25	Max Drift X	DERX	0,8129		DERY	0,0927	
N+13,25	Max Drift Y	DERX		0,0705	DERY		0,6574
N+10,60	Max Drift X	DERX	0,9018		DERY	0,1022	
N+10,60	Max Drift Y	DERX		0,0679	DERY		0,6876
N+7,95	Max Drift X	DERX	0,9135		DERY	0,103	
N+7,95	Max Drift Y	DERX		0,0589	DERY		0,6531
N+5,30	Max Drift X	DERX	0,7602		DERY	0,0847	
N+5,30	Max Drift Y	DERX		0,0425	DERY		0,5159
N+2,65	Max Drift X	DERX	0,346		DERY	0,0349	
N+2,65	Max Drift Y	DERX		0,0184	DERY		0,2311

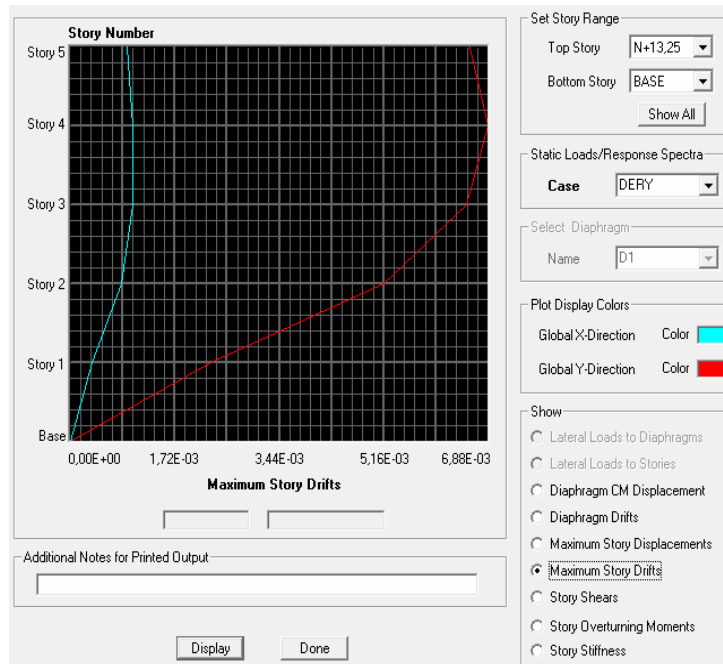
Fuente: Autores

**Figura 65. Derivas máximas en X**



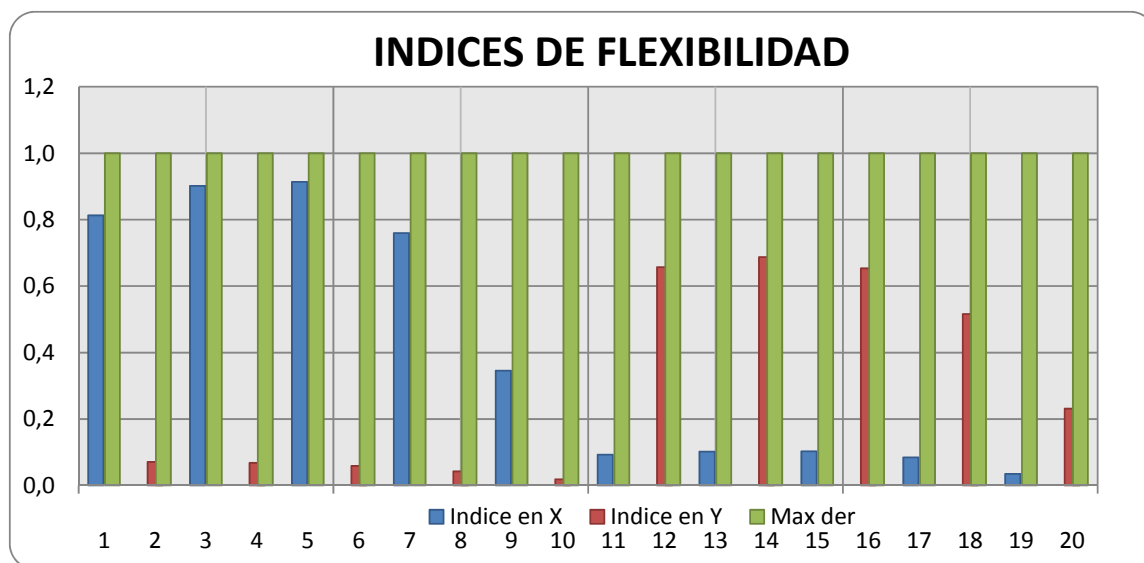
Fuente: Autores

**Figura 66. Derivas máximas en Y**



Fuente: Autores

**Figura 67. Índices de flexibilidad con reforzamiento**



Fuente: Autores

Los desplazamientos fueron controlados para cumplir con lo establecido en la norma colombiana, obteniendo todos los puntos menores al 1%.

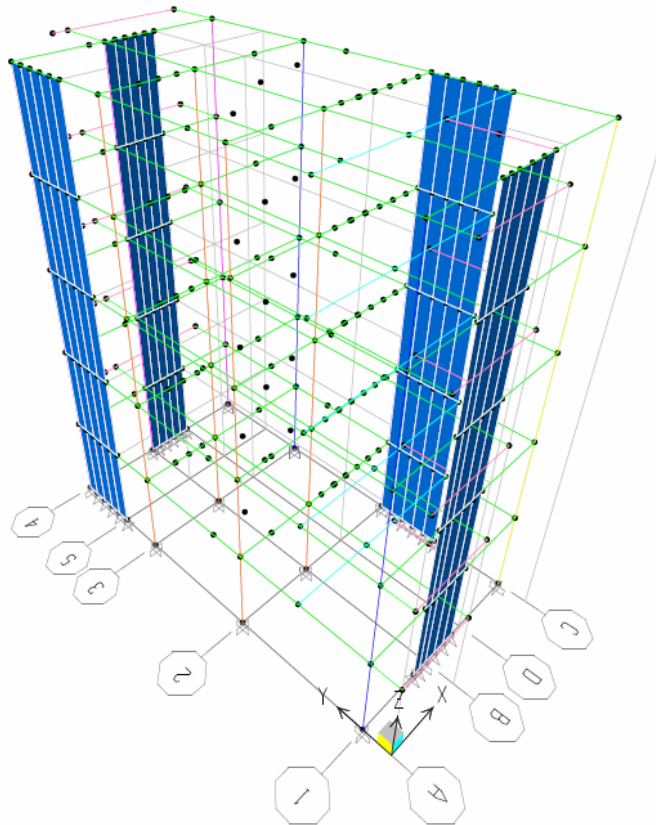
### 4.3 DISEÑO DE MUROS

Para rehabilitación de la estructura y poder controlar las derivas de piso, los índices de sobre esfuerzos en columnas y vigas, se consideró como una solución para dar mayor rigidez a la edificación la construcción de 4 muros en concreto reforzado, pantallas distribuidas de tal forma que la torsión no afecte la estructura como tal, además de que las participación de masas en los diferentes sentidos y en el modo fundamental no sea menor del 75% de la masa de la edificación en estudio.

Teniendo en cuenta que para el diseño de todos los muros en concreto reforzado se tomará una resistencia de  $f_c = 28 \text{ Mpa}$  y acero corrugado de 420 MPa, además

de los coeficientes de reducción de resistencia para los diagramas de iteración se tomarán de la NSR.10 Cap. C.9.3.2.2. y las disposiciones generales para muros.

**Figura 68. Muros para reforzamiento de la estructura**



Fuente: Autores

Se ilustrará a continuación el diseño de los muros propuestos como parte de la solución planteada.

### **Diseño de muro eje 1 (pan.1x) pisos 1, 2,3 y 4**

Dimensiones del muro: (1650X150) mm

$f_c = 28 \text{ MPa}$  ;  $f_y = 420 \text{ MPa}$

Fuerzas de Diseño, carga axial, cortante y momento en KN y KN-m para las combinaciones de cargas más desfavorables

**Tabla 19. Cargas actuantes muro Eje 1**

NIVEL	Pier	CARGAS	P (KN)	V2	M3
N+0,00	P1	COMB3 MAX	548.58	196.28	808.011
N+0,00	P1	COMB3 MIN	643.27	194.2	797.112
N+0,00	P1	COMB5 MAX	344.28	196.01	805.509
N+0,00	P1	COMB5 MIN	438.97	194.47	799.614

Fuente: Autores

Condición crítica de carga para cortante

$$P_u = 548.6 \text{ kN}$$

$$V_u = 196.28 \text{ kN}$$

$$M_u = 808.0 \text{ Kn}$$

$$\Phi = 0.75$$

$$t = 0.15 \text{ m}$$

$$d = 0.8 \times L_w = 1320.0 \text{ mm según NSR-10 C.11.9.4}$$

$$V_{u \text{ máx}} = 2.65 \cdot \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot d \cdot t \quad V_{u \text{ máx}} = 2.65 * 0.75 * \sqrt{28} * 1320 * 150$$

$$V_{u \text{ máx}} = 2082.3 \text{ Kn} > 196.28 \text{ Kn.} \quad \longrightarrow \text{OK}$$

**SE PROCEDE A DISEÑAR:**

Resistencia a cortante aportada por el concreto.

a)  $\phi V_c = \phi 0.17 \sqrt{f'_c} t d$ ; según NSR-10 C.11.9.5

$$\Phi V_c = \frac{0.75 * 0.17 * \sqrt{28} * 150 * 1320}{1000}$$

b)  $\phi V_c = \phi \left[ 0.27 \sqrt{f'_c} t d + \frac{N_u d}{4 L_w} \right]$  según NSR-10 C.11-27

$$\phi V_c = 0.75 * \left[ 0.27 \sqrt{28} * 150 * 1320 + \frac{548600 * 1320}{4 * 1650} \right] = 295.45 \text{ Kn}$$

c) 
$$\phi \cdot V_c = \phi \cdot \left( \frac{\sqrt{f'_c}}{20} + \frac{L_w \left( \frac{\sqrt{f'_c}}{10} + \frac{P_u}{5 \cdot L_w \cdot t} \right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{L_w}{2}} \right) \cdot d \cdot t$$

Para emplear ésta ecuación se debe cumplir la siguiente condición, según NSR-10 C.11.9.6

$$\frac{M_u}{V_u} - \frac{L_w}{2} > 0$$

$$\frac{808.01}{196.28} - \frac{1.65}{2} = 3.29 > 0 \quad \text{OK}$$

Luego,

$$\phi \cdot V_c = 0.75 \cdot \left( \frac{\sqrt{28}}{20} + \frac{1650 \left( \frac{\sqrt{28}}{10} + \frac{548600}{5 \cdot 1650 \cdot 150} \right)}{\frac{808011}{196280} - \frac{1650}{2}} \right) \cdot 1320 \cdot 150$$

$$V_c = 111.68 \text{ KN}$$

La fuerza a corte del concreto,  $V_c$ , se calcula con las siguientes ecuaciones, seleccionando el menor valor,  $V_c = 111.68 \text{ KN}$ .

### Calculo del refuerzo longitudinal

Cuantía de refuerzo horizontal:

Si se cumple la siguiente condición se debe colocar doble capa para el refuerzo (NSR-10 C.21.9.2.3)

$$V_u > 0.17 A_{cv} \lambda \sqrt{f'_c}$$

$$V_u > \frac{0.17 * 1650 * 150 * \sqrt{28}}{1000} = 222.64 \text{ Kn} > 196.28 \text{ Kn} \text{ Una Capa}$$

Requiere una capa para el refuerzo horizontal, pero se sugiere colocar **dos capas** ya que el espesor del muro  $t = 15 \text{ cm}$  es considerable, por consiguiente se necesita evitar problemas por fraguado del concreto en el momento de vaciado y fisuras por retracción y temperatura.

Asumiendo la cuantía mínima para refuerzo horizontal (DES)

$$\rho_h = 0.0025$$

$$A_{sh} = \rho_h \cdot b \cdot t$$

$$A_{sh} = 0.0025 * 150 * 1000 = 375 \text{ mm}^2/\text{m}$$

**Cuantía del refuerzo horizontal por capa**

$$\frac{A_{sh}}{2} = \frac{375}{2} = 187.5 \text{ mm}^2$$

Para el refuerzo horizontal se utilizara varillas No 3 con un  $A_s = 71 \text{ mm}^2$

Separación entre varillas

$$s = \frac{b}{\text{No de varillas}} = \frac{100}{2.6} = 38 \text{ cm}$$

Revisión de la separación del refuerzo horizontal (NSR-10 C.11.9.9.3)

La separación del refuerzo horizontal (s) no será superior a:

$$S_1 = \frac{L_w}{5} = \frac{1650}{5} = 330 \text{ mm}$$

$$S_2 = 3t = 3 * 150 = 450 \text{ mm}$$

$$S_3 = 450$$

Se debe colocar 1#3 cada 33 cm.

### Calculo del refuerzo vertical

#### Cuantía del refuerzo vertical

$$\rho_v = 0.0025 + 0.50 \left( 2.5 - \frac{h_w}{L_w} \right) (\rho_h - 0.0025) \quad \text{NSR-10 C.11-30}$$

$$\rho_v = 0.00250 > 0.0025 \quad \text{OK}$$

#### Área del refuerzo vertical mínima

$$A_{sv} = \rho_v \cdot b \cdot t$$

$$A_{sv} = 0.0025 * 1000 * 150 = 375 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

#### Cuantía del refuerzo horizontal por capa

$$\frac{A_{sh}}{2} = \frac{375}{2} = 187.5 \text{ mm}^2$$

#### Diseño de Muro a Flexo-Compresión:

Se tienen en cuenta las siguientes formulas

$$\frac{C}{L} = \frac{\frac{P_u}{\phi}}{f'_c L t} + \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

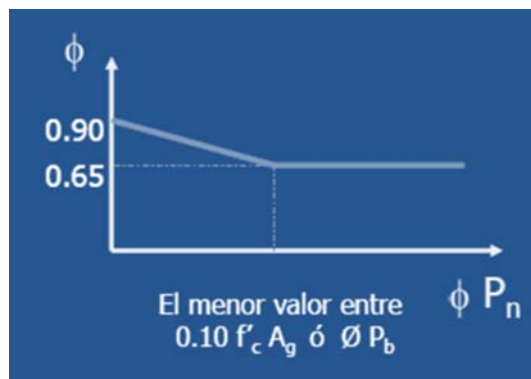
$$2\rho \frac{f_y}{f'_c} + 0.7225$$

$$\phi M_n = \phi 0.50 A_s f_y L \left( 1 + \frac{P_u / \phi}{A_s f_y} \right) \left( 1 - \frac{C}{L} \right)$$

$\phi = 0.65$  ; NSR-10 C.9.3.2.2 para flexión

$\phi = 0.90$  ; NSR-10 C.9.3.2.1 para compresión

Se puede aumentar el  $\Phi$  así:



$$\phi P_n = \frac{0.10 * 28 * 150 * 1650}{1000} = 693 \text{ Kn OK}$$

$$\phi P_b = \phi * 0.43 * f'_c dt$$

$$\phi P_b = \frac{0.65 * 0.43 * 28 * 1320 * 150}{1000} = 1549.5 \text{ Kn}$$

Se escoge el menor de los dos

La cuantía para diseño:

$$\rho_{v \text{ diseño}} = 0.0046$$

Asumiendo el refuerzo vertical con varillas 8No 3 para cada cara con un  $A_s = 71 \text{ mm}^2$  y  $A_s$  total de  $1136 \text{ mm}^2$

La separación de cada barra será de 20 cm

Se procede a calcular el  $C/L$  y el momento nominal en el muro

Solicitaciones		Diseño		
P <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	f	C/L	fM <sub>n</sub>
548.58	808.011	0.70	0.21	575.46
643.3	797.112	0.67	0.24	602.25
344.28	805.509	0.78	0.15	498.85
438.97	799.614	0.74	0.18	537.24

Chequeo para elemento de borde:

ELEMENTO DE BORDE	
Si la siguiente ecuación se cumple se requiere elemento de Borde	
	$\frac{c}{l} > \frac{1}{\left(600 * \frac{\delta_u}{h_w}\right)} \dots \text{pero} \dots \frac{\delta_u}{h_w} > 0.007$
C/L=	0.240
Delta	
(m)=	0.026
hw(m)=	2.65
Delta/hw=	0.0098
	= 0.170
<b>REQUIERE ELEMENTO DE BORDE.</b>	

También se puede analizar si se necesita elemento de borde comparando el Esfuerzo combinado por carga axial y flexión con el 20% de la resistencia f'c NSR-10 C.21.9.6.3.

$$f_c = \frac{P}{A} + \frac{M \cdot y}{I} = \frac{P}{A} + \frac{6 \cdot M}{t \cdot L_w^2}$$

$$f_c = \frac{643.3}{0.15 \cdot 1.65} + \frac{6 \cdot 797.11}{0.15 \cdot 1.65^2} = 14310 \text{ Kn/m}^2$$

$$f_{c\text{máx}} = 0.20 \cdot f'_c = 0.2 \cdot 28000 = 5600 \text{ Kn/m}^2$$

Como  $14310 > 5600$  necesita elemento de borde

### Diseño del elemento de borde:

Dimensionamiento:

$$C' = C - 0.10 \cdot L_w = 0.395 - 0.10 \cdot 1.65 = 0.23 \text{ mt}$$

$$C' = \frac{C}{2} = \frac{0.395}{2} = 0.20 \text{ OK}$$

Calculo del acero

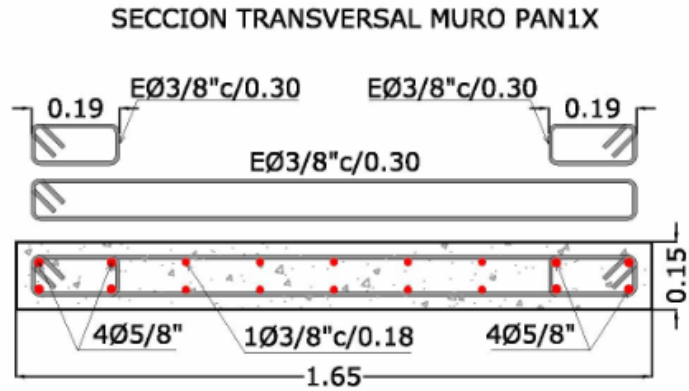
$$A_{\text{borde}} = 20 \cdot 15 = 300 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{smín}} = 1\% \cdot A = 0.01 \cdot 300 = 3 \text{ cm}^2 = 300 \text{ mm}^2$$

Se colocara 4 varillas #5 para los bordes del muro

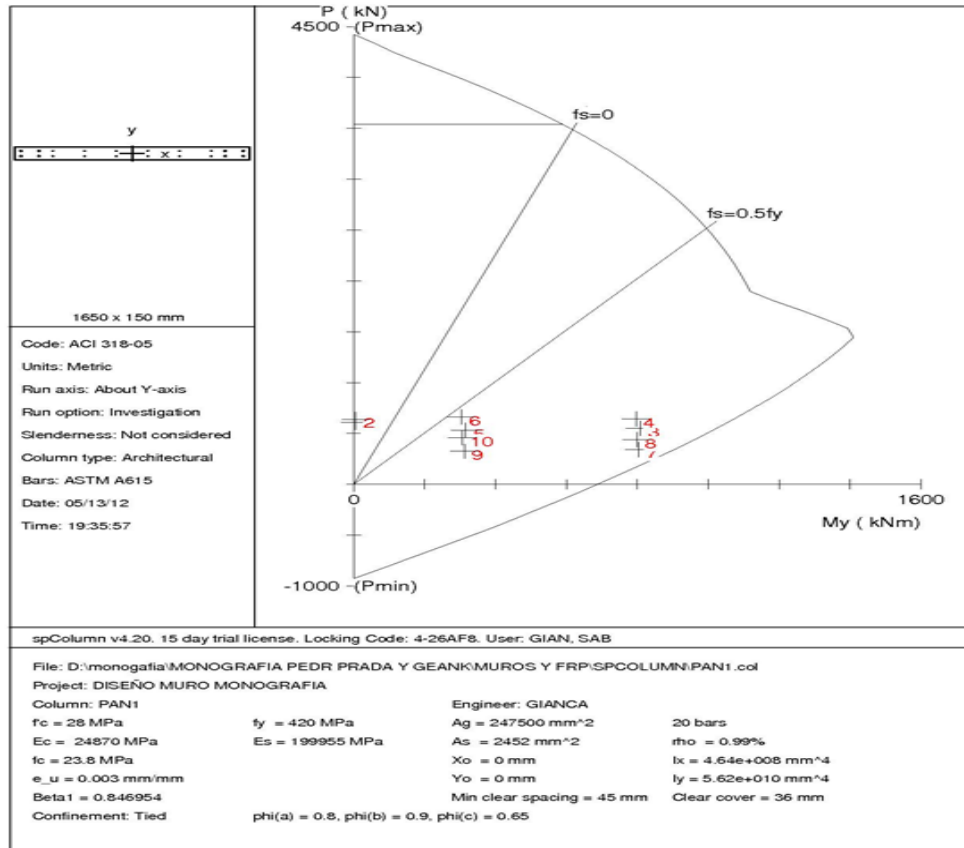
Para el diagrama de iteración se procedió a utilizar el software Spcolum.

Figura 69. Sección transversal Pantalla 1



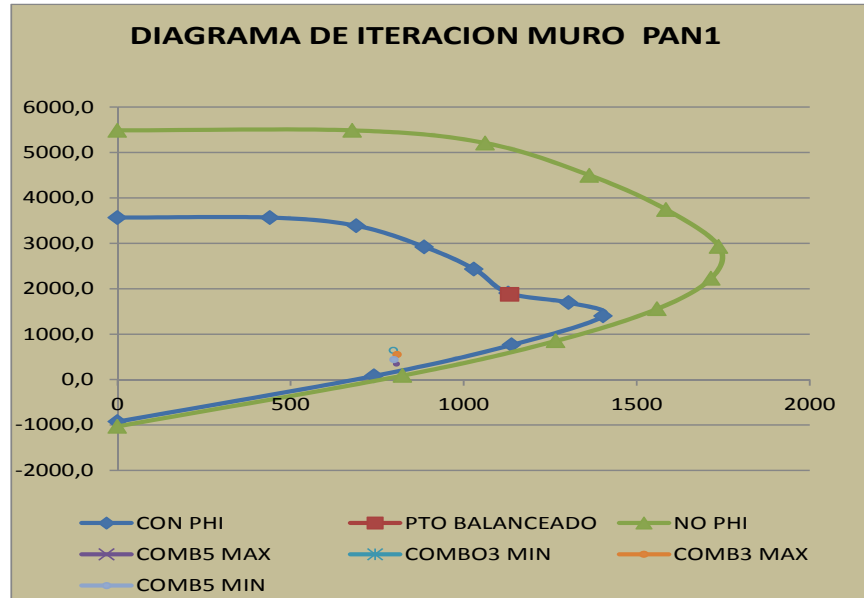
Fuente: Autores

Figura 70. Diagrama de iteración en SP-COLUMN con las combinaciones P



Fuente: Autores

**Figura 71. Diagrama de iteración con  $\Phi$  y sin  $\Phi$ .**



Fuente: Autores

**Diseño de muro eje 4 (pan.4x) pisos 1, 2, 3 y 4**

Dimensiones del muro. (1500X150) mm

Fuerzas de Diseño, carga axial, cortante y momento en KN y KN-M para las combinaciones de cargas más desfavorables.

**Tabla 20. Cargas actuantes muro Eje 4**

NIVEL	MURO	CARGAS	P (KN)	V2	M3
N+0,00	PAN4	COMB3 MAX	502.12	247.71	891.191
N+0,00	PAN4	COMB3 MIN	808.44	237.78	1032.808
N+0,00	PAN4	COMB5 MAX	279.86	245.87	916.191
N+0,00	PAN4	COMB5 MIN	586.18	239.62	1007.808

Fuente: Autores

## DISEÑO A CORTANTE:

PRELIMINAR		DATOS DE ENTRADA	
No		$f_y$	
BARRA:	4.00	=	420.00 Mpa
# de		$f'_c$	= 28.00 Mpa
Barras:	20.00		
	129.00 mm <sup>2</sup>		
$A_s$ =	2,580.00 mm <sup>2</sup>	<b>Condición crítica por corte</b>	
L =	1,500.00 mm	$M_u$ =	891,190 (N-m)
t =	150.00 mm	$P_u$ =	502,120 (N)
$\rho$ =	0.0115	$V_u$ =	247,710 (N)

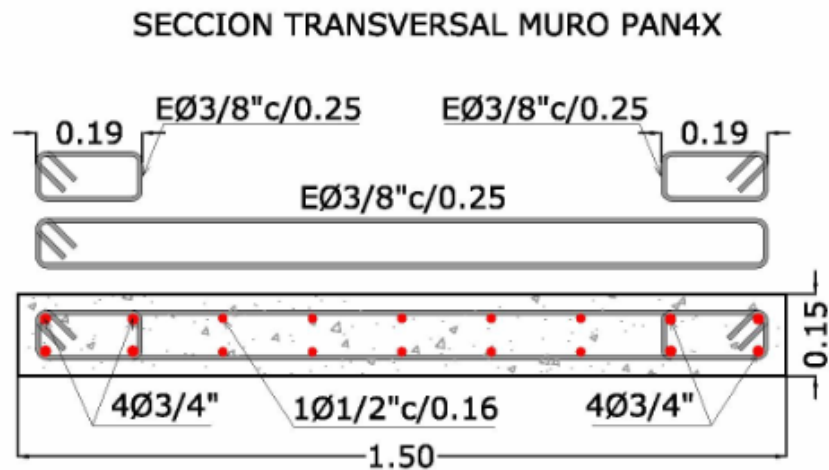
VERIFICACION A CORTANTE	
# Ramas= <b>2</b>	
$A_v$ = <b>71.0</b> (mm <sup>2</sup> )	
$\Phi$ = <b>0.75</b> (N)	
$V_u$ = 247,710 (N)	
$P_u$ = 502,120 (N)	
$V_u$ = 202,400 (N)	<b>DOS MALLAS</b>
$V_u$ = 98,819 (N)	<b>CALCULAR ACERO</b>
$V_c$ = 187,731 (N)	
$\Phi \cdot V_c$ = 140,798 (N)	<b>NECESITA REFUERZO</b>
S1= 502 mm	
S2= 300 mm	
S3= 450 mm	
S4= 450 mm	
<b>S min H= 300 mm</b>	
Cuantia H = 0.00316	<b>OK... EL DISEÑO CUMPLE</b>
	<p>Cuantia Minima <b>0.0025</b> <b>375</b> mm<sup>2</sup>/m</p> $V_u < 0.17 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'_c}$ $V_u < 0.083 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'_c}$ $V_c < 0.17 * \left[ 1 + \frac{N_u}{14 * A_g} \right] * \lambda * \sqrt{f'_c} * b * d$ $S_{min-Hori} = \frac{A_v * F_y * d}{\frac{V_u}{\phi} - V_c},, Lw/5,, 3h,, 0,, 450mm$

**CHEQUEO PARA ELEMENTO DE BORDE:**

Solicitaciones		Diseño		
$P_u$	$M_u$	$\square$	C/L	$\square M_n$
502.12	891.191	0.70	0.27	695.12
808.4	1032.808	0.65	0.35	743.68
279.86	916.191	0.79	0.21	671.97
586.18	1007.808	0.67	0.29	697.58

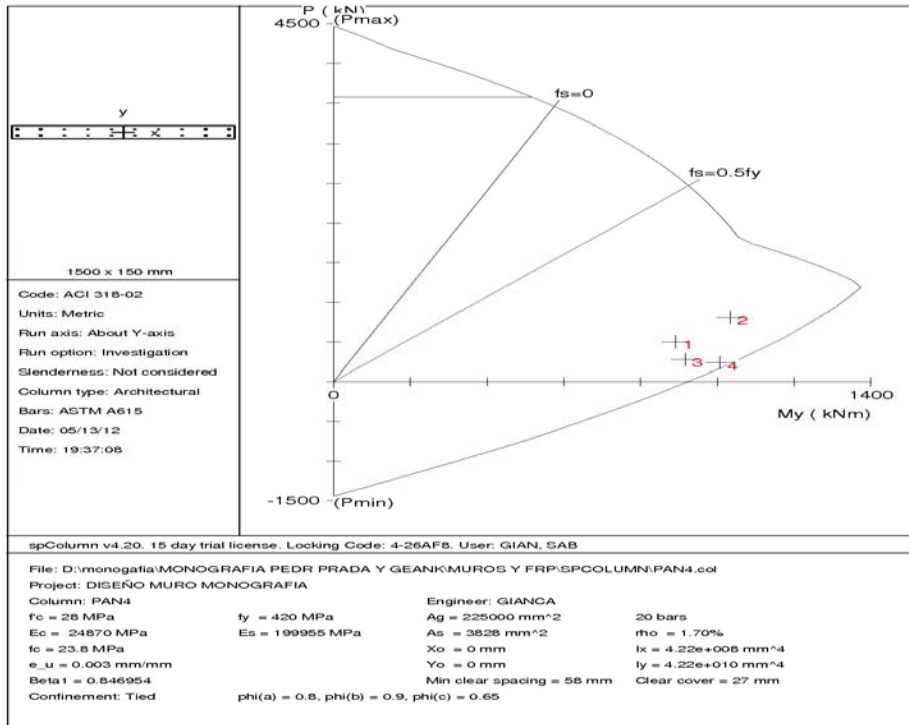
ELEMENTO DE BORDE	
Si la siguiente ecuacion se cumple se requiere elemento de Borde	
$C/L = 0.350 > \frac{1}{\left(600 * \frac{\delta_u}{h_w}\right)}, \text{ pero } \frac{\delta_u}{h_w} > 0.007$	
Delta (m)= 0.008	
hw(m)= 2.65	
Delta/hw= 0.0070	$\frac{1}{\left(600 * \frac{\delta_u}{h_w}\right)} = 0.238$
<b>REQUIERE ELEMENTO DE BORDE.</b>	

**Figura 72. Sección transversal Pantalla 4**



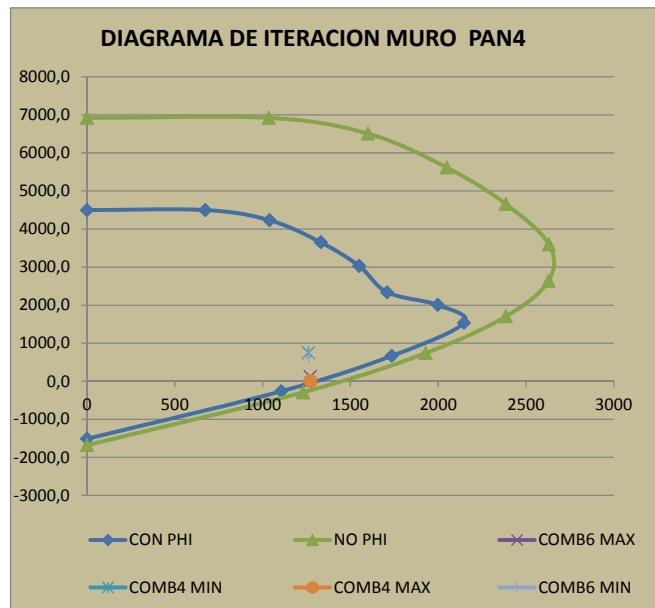
Fuente: Autores

Figura 73. Diagrama de iteración SP-COLUMN Pantalla 4



Fuente: Autores

Figura 74. Diagrama de iteración con  $\Phi$  y sin  $\Phi$ .



Fuente: Autores

### Diseño de muro eje A (pan.A) pisos 1, 2, 3 y 4

Dimensiones del muro. (2000X150) mm

$f_c = 28 \text{ MPa}$  ;  $f_y = 420 \text{ MPa}$

Fuerzas de Diseño, carga axial, cortante y momento en KN y KN-M para las combinaciones de cargas más desfavorables.

**Tabla 21. Cargas actuantes muro Eje A**

NIVEL	MURO	CARGAS	P (KN)	V2	M3
N+0,00	PA	COMB4 MAX	5.09	259.28	1273.066
N+0,00	PA	COMB4 MIN	750.35	259.56	1262.142
N+0,00	PA	COMB6 MAX	115.7	259.39	1272.263
N+0,00	PA	COMB6 MIN	629.56	259.45	1262.944

Fuente: Autores

### DISEÑO A CORTANTE:

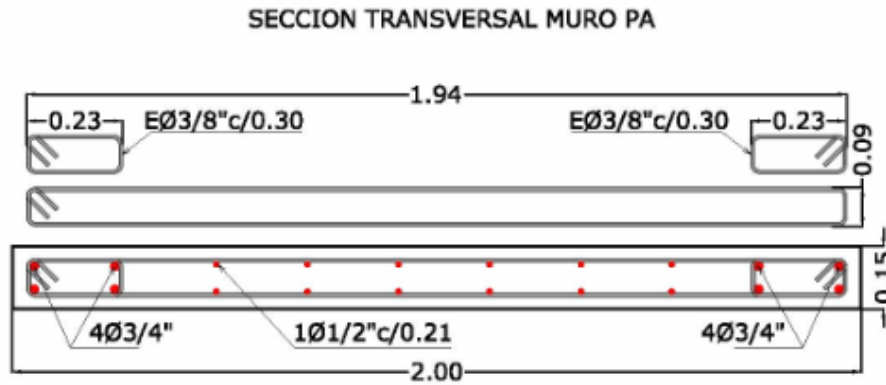
PRELIMINAR		DATOS DE ENTRADA	
Barra No	4.00	$f_y =$	420.00 Mpa
# de		$f_c =$	28.00 Mpa
Barras:	20.00	Condición crítica por corte	
	129.00 mm <sup>2</sup>		
$A_s =$	2,580.00 mm <sup>2</sup>	$M_u =$	891,190 (N-m)
$L =$	2,000.00 mm	$P_u =$	502,120 (N)
$t =$	150.00 mm	$V_u =$	247,710 (N)
$\rho =$	0.0086		
VERIFICACION A CORTANTE			
# Ramas=	2	Cuantia Minima	0.0025 375 mm <sup>2</sup> /m
$A_v =$	71.0 (mm <sup>2</sup> )	$V_u < 0.17 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'c}$	
$\Phi =$	0.75 (N)	$V_u < 0.083 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'c}$	
$V_u =$	247,710 (N)	$V_c < 0.17 * \left[ 1 + \frac{N_u}{14 * A_g} \right] * \lambda * \sqrt{f'c} * b * d$	
$P_u =$	502,120 (N)	$S_{min-Hori} = \frac{A_v * F_y * d}{\phi - V_c}$ , $L_w/5, 3h, 450mm$	
$V_u =$	269,867 (N)		
	<b>UNA MALLA.</b>		
	<b>DOS MALLAS</b>		
$V_u =$	131,758 (N)		
	<b>CALCULAR ACERO</b>		
$V_c =$	241,704 (N)		
$\Phi \cdot V_c =$	181,278 (N)		
	<b>NECESITA REFUERZO</b>		
$S_1 =$	1,077 mm		
$S_2 =$	400 mm		
$S_3 =$	450 mm		
$S_4 =$	450 mm		
<b><math>S_{min H} =</math></b>	<b>300 mm</b>		
Cuantia H =	0.00316	<b>OK... EL DISEÑO CUMPLE</b>	

### CHEQUEO PARA ELEMENTO DE BORDE:

Solicitaciones		Diseño		
$P_u$	$M_u$	$\square$	C/L	$\square M_n$
5.09	1273.066	0.90	0.13	849.25
750.4	1262.142	0.68	0.27	1088.67
115.7	1272.263	0.87	0.15	897.91
629.56	1262.944	0.71	0.24	1066.99

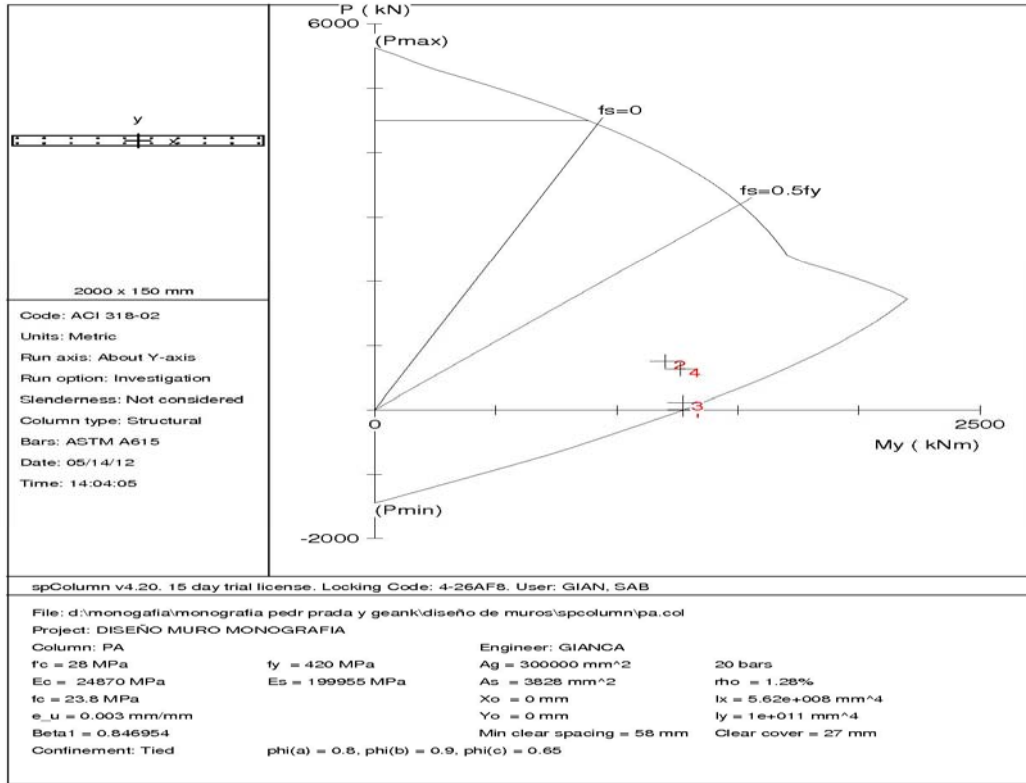
ELEMENTO DE BORDE	
Si la siguiente ecuacion se cumple se requiere elemento de Borde	
$C/L = 0.270 \quad \frac{c}{l} > \frac{1}{\left(600 * \frac{\delta_u}{h_w}\right)}, \dots, \text{pero}, \dots, \frac{\delta_u}{h_w} > 0.007$	
Delta (m)= 0.013	$\frac{1}{\left(600 * \frac{\delta_u}{h_w}\right)} = 0.238$
hw(m)= 2.65	
Delta/hw= 0.0070	
<b>REQUIERE ELEMENTO DE BORDE.</b>	

**Figura 75. Sección transversal Pantalla A**



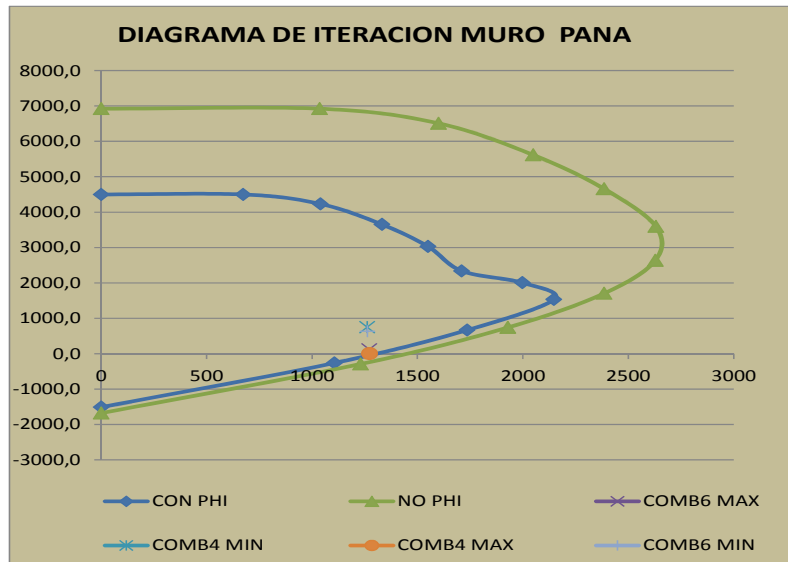
Fuente: Autores

Figura 76. Diagrama de iteración SP-COLUMN Pantalla A



Fuente: Autores

Figura 77. Diagrama de iteración con  $\Phi$  y  $\sin \Phi$ .



Fuente: Autores

### Diseño de muro eje C (pan.c) pisos 1,2,3 y 4

Dimensiones del muro. (2000X150) mm

$f_c = 28 \text{ MPa}$  ;  $f_y = 420 \text{ MPa}$

Fuerzas de Diseño, carga axial, cortante y momento en KN y KN-M para las combinaciones de cargas más desfavorables.

**Tabla 22. Cargas actuantes muro Eje C**

NIVEL	MURO	CARGAS	P (KN)	V2	M3
N+0,00	PC	COMB4 MAX	498.86	265.51	1450.327
N+0,00	PC	COMB4 MIN	799.02	257.59	1240.472
N+0,00	PC	COMB6 MAX	275.88	263.86	1413.498
N+0,00	PC	COMB6 MIN	576.03	259.24	1277.301

Fuente: Autores

## DISEÑO A CORTANTE:

PRELIMINAR		DATOS DE ENTRADA	
Barra No	4.00	$f_y =$	420.00 Mpa
# de Barras:	20.00	$f'_c =$	28.00 Mpa
	129.00 mm <sup>2</sup>	Condicion critica por corte	
$A_s =$	2,580.00 mm <sup>2</sup>		
L =	2,000.00 mm	$M_u =$	891,190 (N-m)
t =	150.00 mm	$P_u =$	502,120 (N)
$\rho =$	0.0086	$V_u =$	247,710 (N)
VERIFICACION A CORTANTE			
# Ramas=	2	Cuantia Minima	0.0025 375 mm <sup>2</sup> /m
$A_v =$	71.0 (mm <sup>2</sup> )	$V_u < 0.17 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'_c}$	
$\Phi_v =$	0.75 (N)	$V_u < 0.083 * A_{cv} * \lambda * \sqrt{f'_c}$	
$V_u =$	247,710 (N)	$V_c < 0.17 * \left[ 1 + \frac{N_u}{14 * A_g} \right] * \lambda * \sqrt{f'_c} * b * d$	
$P_u =$	502,120 (N)	$S_{min-Hori} = \frac{A_v * F_y * d}{\phi - V_c}$ ,, Lw/5,,3h,,o,,450mm	
$V_u =$	269,867 (N)		
	<b>UNA MALLA. DOS MALLAS CALCULAR ACERO</b>		
$V_u =$	131,758 (N)		
$V_c =$	241,704 (N)		
$\Phi_v c =$	181,278 (N)		
	<b>NECESITA REFUERZO</b>		
S1=	1,077 mm		
S2=	400 mm		
S3=	450 mm		
S4=	450 mm		
<b>S min H=</b>	<b>300 mm</b>		
Cuantia H = 0.00316 <b>OK... EL DISEÑO CUMPLE</b>			

## CHEQUEO PARA ELEMENTO DE BORDE

Solicitaciones		Diseno		
$P_u$	$M_u$	$\square$	C/L	$\square M_n$
498.86	1450.327	0.75	0.21	1034.61
799.0	1240.472	0.66	0.28	1094.87
275.88	1413.498	0.82	0.17	961.66
576.03	1277.301	0.73	0.23	1054.77
ELEMENTO DE BORDE				
Si la siguiente ecuación se cumple se requiere elemento de				

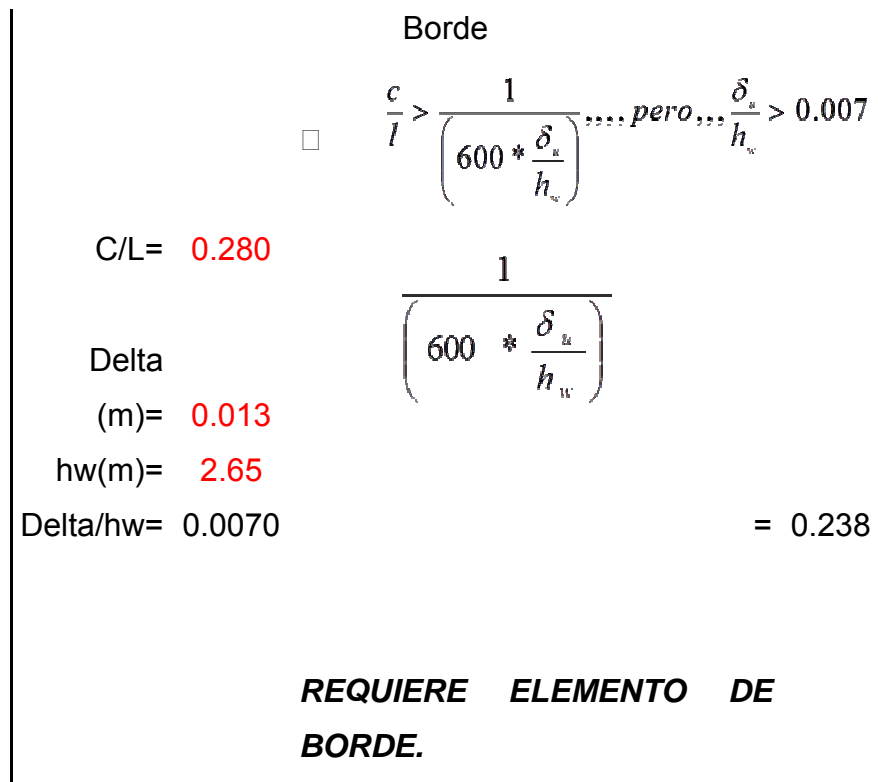
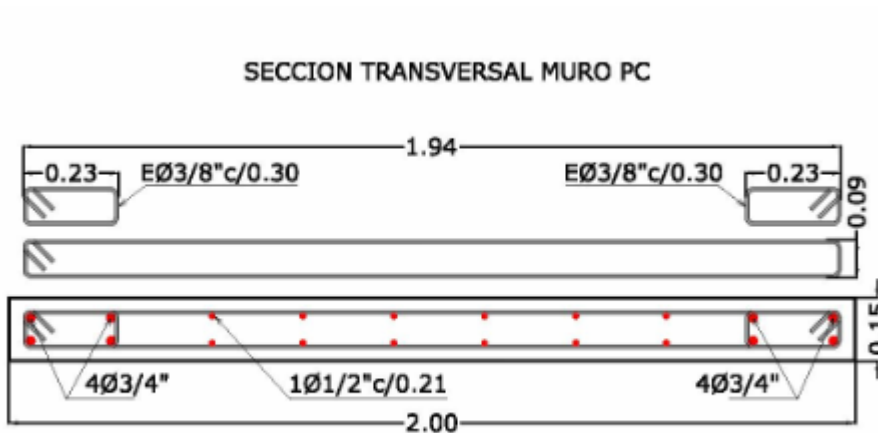
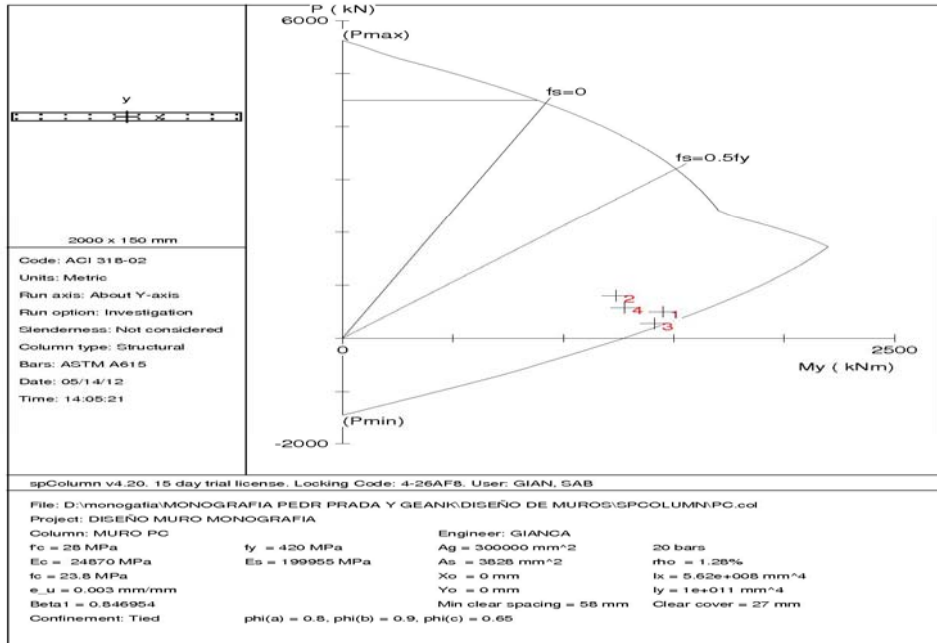


Figura 78. Sección transversal Pantalla A



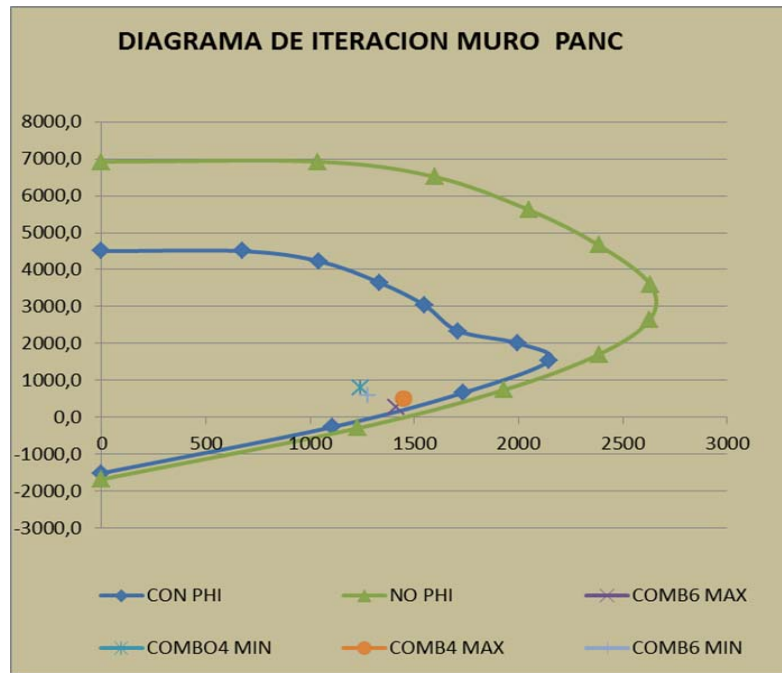
Fuente: Autores

Figura 79. Diagrama de iteración SP-COLUMN Pantalla C



Fuente: Autores

Figura 80. Diagrama de iteración con  $\Phi$  y sin  $\Phi$ .



Fuente: Autores

#### 4.4 DISEÑO DE LA CIMENTACION DE LOS MUROS

- Para el diseño de la zapata se considera que la viga toma un porcentaje del momento, el restante lo asumirá la zapata. La viga puede soportar un momento máximo de 428 KN-m a cada lado de la pantalla.
- El porcentaje de momento que asumirá la viga es de un 50% y el restante (400KN-m) lo asumirá la zapata.
- Análisis de la Zapata tipo para el muro PAN1X (1.30x 3.00).

#### Reacciones en la Cimentación

REACCIONES		
Pu =	661.18	KN
Pt =	307.7	KN
FS =	1.3	
Muy =	4.285	KN-m
Mux =	799.614	KN-m

#### Momento Resistente de la Viga de Cimentación

f'c :	21	MPA
fy :	420	MPA
d' :	50	cm
Ø :	0.9	
<b>Sección de la viga de amarre</b>		
b =	500	mm
h =	600	mm
As =	2280	mm <sup>2</sup>
<b>Momento Nominal resistente</b>		
ΦMn =	427.78	KN-m

### Datos de Entrada de la Zapata

DETALLES DEL MURO A CIMENTAR:		
X =	150	mm
Y =	1650	mm
Fy =	420	Mpa
F'c =	28	MPa

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		
X =	1.3	mt
Y =	3.0	mt
h =	0.6	mt
CARGAS DE DISEÑO		
Pu =	661180	N
Muy =	4285	N-M
Mux =	399807	N-M
P.trabajo =	307700	N
P.zapata =	56160	N
P.axial max =	363860	N

- Se calcula el peso de la cimentación para obtener la carga axial máxima de trabajo

q

- $\text{Peso}_{\text{Total}} = 307700 \text{ N} + 56160 \text{ N} = 363860 \text{ N}$

## Fuerzas Resistentes a Cortante

EN DOS DIRECCIONES			Se escoge el menor de los dos:  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <math display="block">a) V_c = 0.17 * \left[ 1 + \frac{2}{\beta} \right] * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_o * d</math> </div>        <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <math display="block">b) V_c = 0.333 * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_o * d</math> </div>     <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <math display="block">V_{cx} = 0.17 * \lambda * \sqrt{f'_c} * L_y * d</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;"> <math display="block">V_{cy} = 0.17 * \lambda * \sqrt{f'_c} * L_x * d</math> </div>
a) $V_c =$	2936.97	KN	
$\beta =$	11		
$d =$	550	m	
$b_o =$	5800	m	
b) $V_c =$	4867.93	KN	
EN UNA DIRECCION			
$V_{cx} =$	1285.41	KN	
$V_{cy} =$	557.01	KN	
Esfuerzo del terreno			
$\sigma =$	35	ton/m <sup>2</sup>	

- El cálculo de la fuerza resistente a corte del concreto en la zapata en dos direcciones se evalúa tomando el menor valor de las tres formulación que la indica la NSR-2.010[1] C.11.11.2.1.(a,b,c)

$$a) V_c = 0.17 * \left[ 1 + \frac{2}{\beta} \right] * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$\beta = \frac{L_{mayor-col}}{L_{menor-col}} = \frac{1650}{150} = 11 \quad d = (H - d') = (600 - 50) = 550mm$$

$$b_o = 2 * (d + L_x) + 2 * (d + L_y) = 2 * (550 + 150) + 2 * (550 + 1650) = 5800 \text{ mm}$$

$$V_c = 0.17 * \left[ 1 + \frac{2}{15.88} \right] * 1.00 * \sqrt{21} * 7940 * 550 = 2937 \text{ KN}$$

$$b) \quad V_c = 0.333 * \lambda * \sqrt{f_c} * b_o * d$$

$$V_c = 0.333 * 1.00 * \sqrt{21} * 5800 * 550 = 4868 \text{ KN}$$

- Calculados los dos valores de fuerzas cortantes, se escoge el menor.
- El cálculo de la fuerza resistente a corte del concreto en la zapata en la dirección X se evalúa con la siguiente formulación

$$V_{cx} = 0.17 * \lambda * \sqrt{f_c} * L_y * d$$

$$V_c = 0.17 * 1.0 * \sqrt{21} * 3000 * 550 = 1285.4 \text{ KN}$$

- El cálculo de la fuerza resistente a corte del concreto en la zapata en la dirección Y se evalúa con la siguiente formulación

$$V_{cy} = 0.17 * \lambda * \sqrt{f_c} * L_x * d$$

$$V_c = 0.17 * 1.0 * \sqrt{21} * 1300 * 550 = 557 \text{ KN}$$

## Diseño a Flexión de la Zapata

Geometría					
Área mínima =	1039600	mm <sup>2</sup>			
Área final =	3900000	mm <sup>2</sup>			
Lx =	1300	mm			
Ly =	3000	mm			
Diseño a flexión Mx :			Diseño a flexión My :		
Muy =	173578.125	N-m	Mux =	103654.7	N-m
bd <sup>2</sup> =	907500000	mm <sup>3</sup>	bd <sup>2</sup> =	393250000	mm <sup>3</sup>
K =	0.191270661	Mpa	K =	0.26358471	Mpa
ρ =	0.000457873		ρ =	0.00063229	
ρmin =	0.0025		ρmin =	0.0025	
Asy =	41.25	cm <sup>2</sup>	Asx =	17.875	cm <sup>2</sup>
Separación =	14.55	cm	Separación =	14.55	cm
<i>Se colocaran barras 5/8 cada 14 cm</i>			<i>Se colocaran barras 5/8 cada 14 cm</i>		

- Cálculo del área mínima de la zapata

$$A_{\min} = \frac{P_{\text{trabajo}}}{\sigma} = \frac{363860}{0.35} = 1039600 \text{ mm}^2$$

- Cálculo del área final de la zapata

$$A_{\text{final}} = (L_x * L_y) = (1300 * 3000) = 3900000 \text{ mm}^2$$

### Acero en Dirección X

- Cálculo de Muy

$$M_{uy} = \frac{q_{u\text{flexy}} * L_y * \left( \left( \frac{(L_x - X)}{2} \right)^2 \right) / 2}{1000}$$

$$M_{uy} = \frac{0.35 * 3000 * \left( \left( \frac{(1300 - 150)}{2} \right)^2 \right) / 2}{1000} = 173578.12 \text{ N - m}$$

- Cálculo de  $b * d^2$

$$b * d^2 = 3000 * 550^2 = 907500000 \text{ mm}^3$$

- Cálculo de  $k$

$$k = \frac{M_{uy}}{b * d^2} = \frac{173578.12 * 1000 \text{ N - mm}}{907500000 \text{ mm}^3} = 0.1912 \text{ MPa}$$

- Cálculo de  $m$

$$m = \frac{F_y}{0.85 * f'_c} = \frac{420}{0.85 * 21} = 23.53$$

- Cálculo de la cuantía de acero a lo largo de  $L_y$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * k}{F_y}} \right) = \frac{1}{23.53} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 23.53 * 0.1912}{420}} \right) = 0.00046$$

- La cuantía mínima es 0.0025 que es mayor que la de la sollicitación

- Cálculo de la cantidad de acero  $A_{sy}$

$$A_{sy} = \frac{\rho * L_y * d}{100} = \frac{0.0025 * 3000 * 550}{100} = 41.25 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del diámetro y separación del acero

$$s = \frac{A_s * L_y / 10}{A_{sy}} = \frac{1.97 * 3000 / 10}{41.25} = 14.55 \text{ cm} = 145.5 \text{ mm}$$

- Se ponen barras 5/8" separadas cada 14 cm

### **Acero en Dirección Y**

- Cálculo de  $M_{ux}$ :

$$M_{ux} = \frac{q_{u\text{flexion}} * L_x * \left( \left( \frac{(L_y - Y)}{2} \right)^2 \right) / 2}{1000}$$

$$M_{ux} = \frac{0.318 * 1300 * \left( \left( \frac{(3000 - 1650)}{2} \right)^2 \right) / 2}{1000} = 103654.7 \text{ N - m}$$

- Cálculo de  $b * d^2$

$$b * d^2 = 1300 * 550^2 = 393250000 \text{ mm}^3$$

- Cálculo de  $k$

$$k = \frac{M_{ux}}{b * d^2} = \frac{103654.7 * 1000 \text{ N - mm}}{393250000 \text{ mm}^3} = 0.264 \text{ MPa}$$

- Cálculo de  $m$

$$m = \frac{F_y}{0.85 * f_c} = \frac{420}{0.85 * 21} = 23.53$$

- Cálculo de la cuantía de acero a lo largo de  $L_y$

$$\rho = \frac{1}{m} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * k}{F_y}} \right) = \frac{1}{23.53} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 23.53 * 0.264}{420}} \right) = 0.0006$$

- La cuantía mínima es 0.0025 que es mayor que la de la sollicitación

- Cálculo de la cantidad de acero  $A_{sx}$ :

$$A_{sx} = \frac{\rho * L_x * d}{100} = \frac{0.0025 * 1300 * 550}{100} = 17.875 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del diámetro y separación del acero

$$S = \frac{A_s * L_y / 10}{A_{sx}} = \frac{1.97 * 1300 / 10}{17.875} = 14.55 \text{ cm} = 145.5 \text{ mm}$$

- Se ponen barras 5/8" separadas cada 14 cm

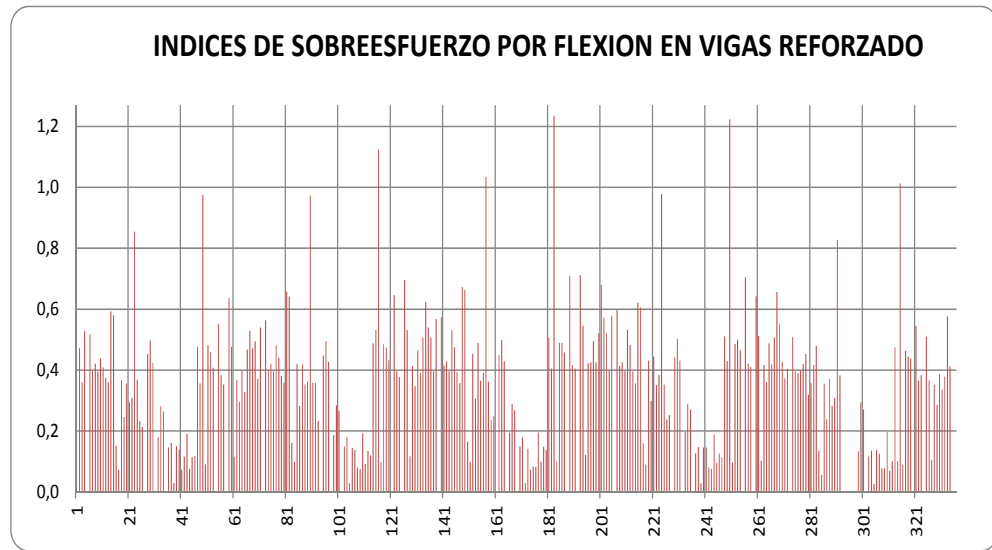
En las dos direcciones se ponen barras de 5/8" cada 14 cm

## 4.5 INDICES POST-REFORZAMIENTO

### 4.5.1 Índices de sobreesfuerzo por flexión en vigas post-reforzamiento

Las fuerzas actuantes después del reforzamiento con pantallas disminuyeron en general para la estructura dándole un mejor comportamiento estructural, para las vigas por flexión tenemos un índice del 2.6% que corresponde a la viga A3-4 en los niveles 2-3-4 como se muestra en la figura 80, las tabla de resultados se presentaran en el **anexo C y D**.

**Figura 81. Índices por flexión en vigas post-reforzamiento**

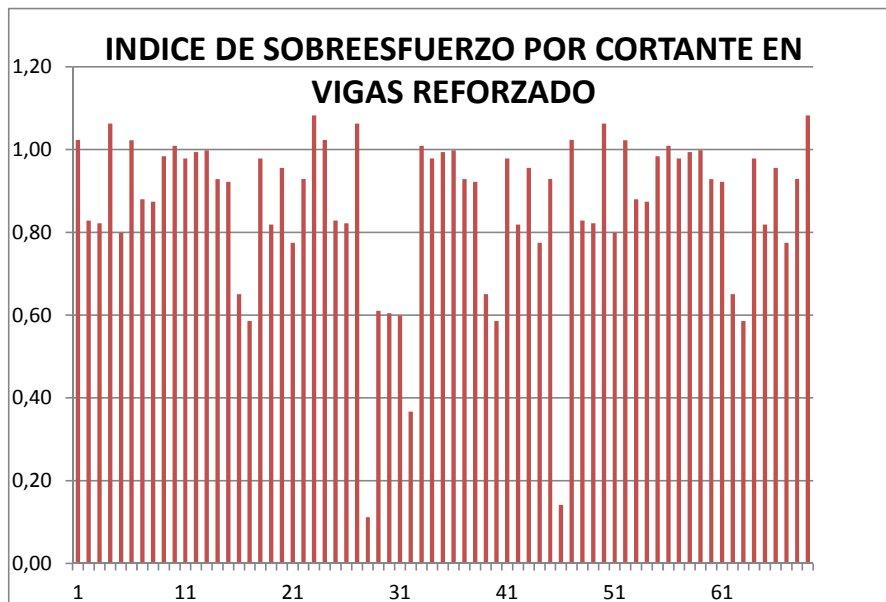


Fuente: Autores

#### **4.5.2 Índices de sobreesfuerzo por cortante en vigas post-reforzamiento.**

Los índices por cortante fueron muy elevados desde la modelación inicial en la viga del eje B, después del reforzamiento mejoró su comportamiento y los cortantes están dentro del índice permitido menor al 1%

**Figura 82. Índices por cortante en vigas post-reforzamiento**

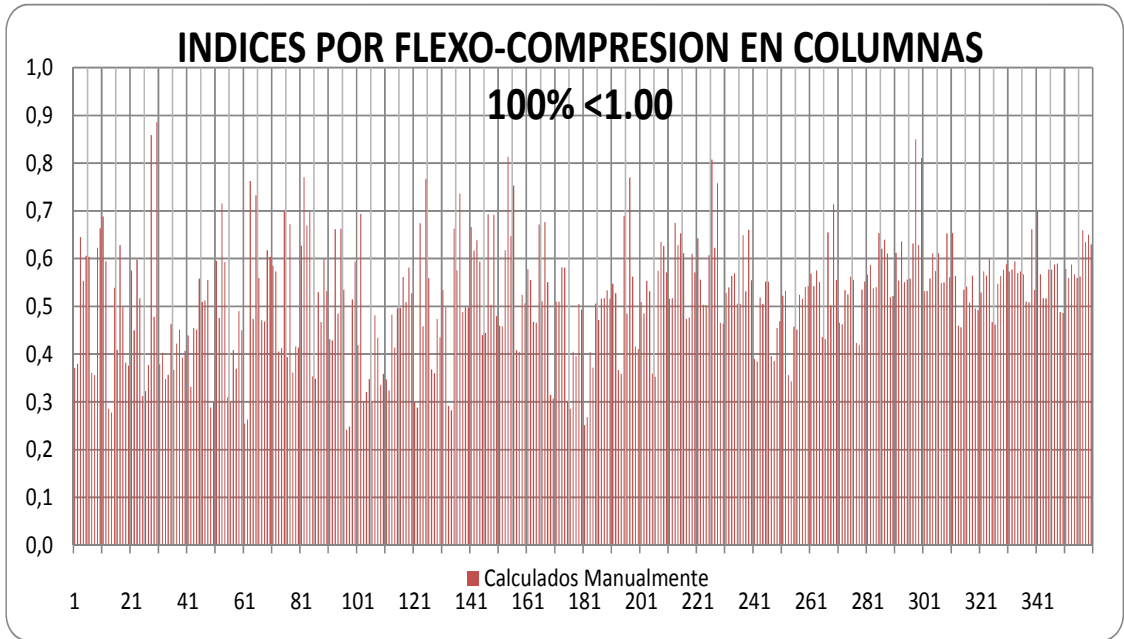


Fuente: Autores

#### **4.5.3 Índices de sobreesfuerzo por flexo-compresión y cortante en columnas post-reforzamiento.**

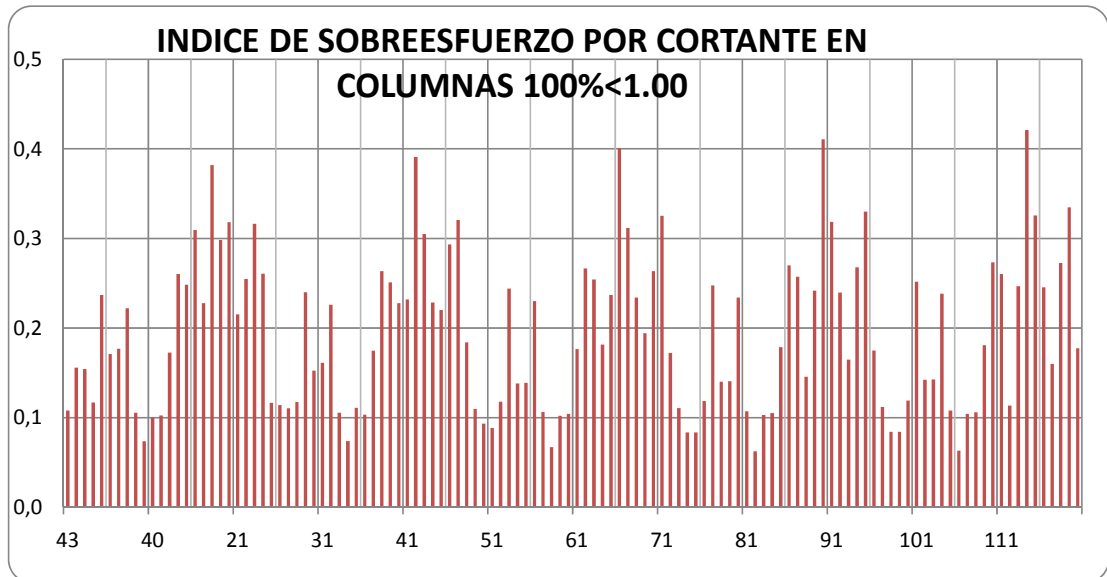
En toda la estructura las columnas están dentro del intervalo establecido para el efecto de flexo-compresión y cortante, es importante la función que cumplen las pantallas para el comportamiento de las columnas al momento de suavizar las cargas y los efectos que estas producen, los índices se muestran en la figura 83 y 84 y los resultados en los **anexos E y F**.

Figura 83. Índices por flexo-compresión en columnas post-reforzamiento



Fuente: Autores

Figura 84. Índices por flexo-compresión en columnas post-reforzamiento



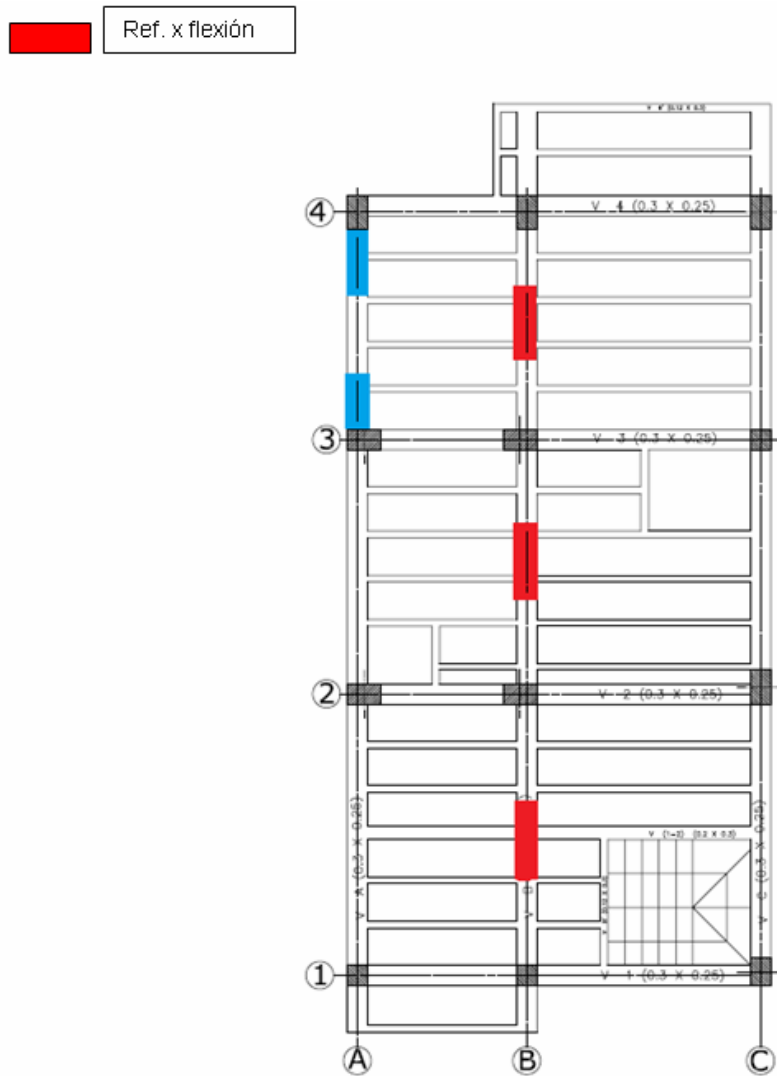
Fuente: Autores

## 4.6 REFORZAMIENTO CON FRP DE VIGAS

### Reforzamiento por flexión

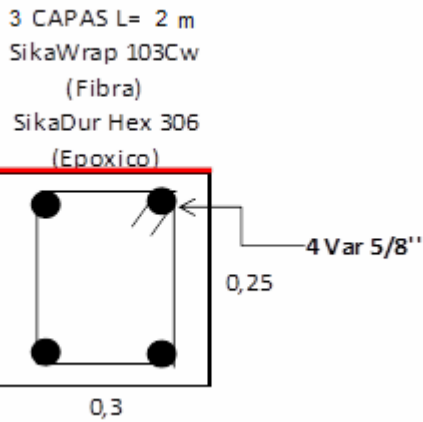
Se realizara el reforzamiento por flexión de la viga A3-4 en los niveles 2-3-4. Con FRP (polímeros reforzados con fibra) según lo establecido en ACI 440 2r-08[10], la viga está localizada como se muestra en la figura 85.

**Figura 85. Localización de reforzamiento con FRP por flexión viga eje B**



Fuente: Autores

Analizando la sección se tiene :



Se calcula el momento resistente:

$$Mr = 1.2 * 74.2 + 1.6 * 18 = 117.84 \text{ KN} - m$$

Se calcula el momento último:

$$Mu = 176.76 \text{ KN} - m$$

La relación entre:

$$F = Mu / Mr = 1.5 < 2 \Rightarrow Ok$$

Se debe cumplir la relación de:  $1.1 * 74.2 + 0.75 * 18 = 95.12 < 176.76 \Rightarrow Ok$

Propiedades del material FRP			
Grosor= t(mm)			1,016
Res. Ult a la tensión f*fu(N/mm)			668
Deformación de rotura E*fu(mm/mm)			0,0115
Módulo de elasticidad E*fu(mm/mm)			58021
Factor de reducción ambiental			0,95
Res. Ult. Diseño a la tensión f*fu(N/mm)			634,6
Deformación de diseño de rotura(mm/mm)			0,010925

Aplicando los valores de reducción ambiental se tiene:

Resistencia ultima de diseño a la tensión:  $f_{fu} \cdot C_e = 0.95 \cdot 668 = 634.6$

Deformación de diseño de rotura:  $E_{fu} \cdot C_e = 0.95 \cdot 0.0115 = 0.010925$

### Propiedades preliminares:

$\beta = 0.85$ ; para  $F_c < 25 \text{ Mpa}$

$E_c = 21538.11 = 4700 \cdot \sqrt{F_c} = 21538 \text{ N/mm}^2$

$A_s = 398 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 199 = 398 \text{ mm}^2$

$A_f = 609.6 \text{ mm}^2 = 3 \cdot 1.016 \cdot 300 = 914.4 \text{ mm}^2$

Capas de Frp=3

El estado de deformación se calcula asumiendo que la viga ya está fisurada y que Las únicas cargas que actúan al momento de la instalación del FRP son las cargas muertas existentes.

### Inercias y deformaciones existentes:

Se asume la deformación con la sección fisurada y las cargas muertas existentes al instalar el FRP.

$$I_{cr} = 0.43 \cdot I_g = \frac{0.43 \cdot 300 \cdot 250^3}{12} = 167968750 \text{ mm}^4$$

$$I_g = \frac{300 \cdot 250^3}{12} = 390625000 \text{ mm}^4$$

$$M_d = 27110 \text{ KN} - \text{mm}$$

$$K_d = \sqrt{\left(\rho_s \cdot \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \cdot \frac{E_f}{E_c}\right)^2 + 2 \cdot \left(\rho_s \cdot \frac{E_s}{E_c} \mp \rho_f \cdot \frac{E_f}{E_c} \left(\frac{d_f}{d}\right)\right)} - \left(\rho_s \cdot \frac{E_s}{E_c} + \rho_f \cdot \frac{E_f}{E_c}\right)$$

$$K_d = 0.33$$

$$\epsilon_{bi} = \frac{M_d \cdot (d_f - K \cdot d)}{I_{cr} \cdot E_c} = \frac{27110 \cdot (250 - 0.33 \cdot 210)}{167968750 \cdot 21.54} = 0.0013$$

La deformación de diseño del FRP supuesta para el modo de falla del desprendimiento se calcula así  $\epsilon_{fd} =$

$$\epsilon_{fd} = 0.0057$$

$$0.9 * \epsilon_{fu} = 0.0104$$

$$C = \frac{(\delta_s + \delta_f) * F_y * d}{\alpha * F_c} = 121.41 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{fd} = 0.41 * \sqrt{\frac{F_c}{n * E_f * t_{fc}}} < 0.9 * \epsilon_{fu} = 0.41 * \sqrt{\frac{21}{2 * 58021 * 1.016}} = 0.00547 < 0.9 * 0.0115 = 0.01035$$

Determinación del nivel efectivo de deformación FRP

$$\epsilon_{fe} = 0.0035$$

$$\epsilon_{fd} = 0.00547$$

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{fd} = 0.00547$$

$$\epsilon_{fe} = 0.003 * \frac{(250 - 121.41)}{121.41} - 0.0013 \leq 0.0547 = 0.0018 < 0.00547$$

Nótese que para la profundidad del eje neutro seleccionado, el desprendimiento del FRP sería el modo de falla, dado que la segunda expresión en esta ecuación ejerce el control. Si la primera expresión rige, entonces el aplastamiento del concreto sería el modo de falla. Debido a que el FRP controla la falla de la sección, la deformación del concreto en la falla podrá ser inferior a 0.003.

Determinación del nivel efectivo de deformación del concreto:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{fd} = 0.00547$$

$$\epsilon_c = 0.004579$$

$$\epsilon_c = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) * \frac{C}{d_f - C} = 0.0018 + 0.0013 * \left( \frac{121.41}{250 - 121.41} \right) = 0.0028$$

Se calcula la deformación del acero:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi} * \left( \frac{d - c}{df - c} \right) = 0.0016 + 0.0013 * \left( \frac{300 - 121.41}{250 - 121.41} \right) = 0.0034$$

Como la deformación de acero es mayor que 0.005 el valor de  $\Phi$  para flexión es igual a 0.9

Los esfuerzos en el acero y el FRP=

$$a_{fs} = \varepsilon_s * E_s = 0.0036 * 200000 = 681.09 < 420 \text{Mpa} \Rightarrow f_s = 420 \text{Mpa}$$

$$F_{fe} = \varepsilon_{fe} * E_f = 0.00547 * 58021 = 317.37 \text{Mpa}$$

Factores para el concreto:

$$\varepsilon'_c = \frac{F_c * 1.70}{E_c} = \frac{21 * 1.7}{21538} = 0.0016$$

$$\beta = \frac{4 * \varepsilon'_c - \varepsilon_c}{6 * \varepsilon'_c - 2 * \varepsilon_c} = \frac{4 * 0.0016 - 0.0028}{6 * 0.0016 - 2 * 0.0028} = 0.90$$

$$\alpha = \frac{3 * \varepsilon'_c * \varepsilon_c - \varepsilon_c^2}{3 * \beta * \varepsilon_c^2} = \frac{3 * 0.0016 * 0.0028 - 0.0028^2}{3 * 0.90 * 0.0028^2} = 0.2645$$

Se calcula el momento  $M_{ns}$  del acero y del FRP:

Contribución del acero:

$$M_{ns} = A_s * F_s * \left( d - \frac{\beta * c}{2} \right) = 398 * 420 * \left( 210 - \frac{0.90 * 121.41}{2} \right) = 25970896 \text{N} - \text{mm}$$

Contribución del FRP:

$$M_{nf} = A_{sf} * f_{fe} * \left( df - \frac{\beta * c}{2} \right) = 914.4 * 317.37 * \left( 250 - \frac{0.94 * 121.41}{2} \right) = 55991007 \text{N} - \text{mm}$$

Calculo del momento resistente de la sección:

$$\Phi M_n = \Phi * (M_{ns} + \Psi * M_{nf}) = 0.9 * (259.7 + 0.85 * 559.91) = 662 \text{KN} - \text{m}$$

Verificación de esfuerzos por cargas de servicio:

$$M_{ss} = 41249.39 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Los esfuerzos del acero:

$$f_{ss} = \frac{\left\{ M_{ss} + \epsilon_{bi} * A_f * E_f * \left( d_f - \frac{k*d}{3} \right) \right\} * (d - kd) * E_s}{A_s * E_s * \left( d - \frac{kd}{3} \right) * (d - kd) + A_f * E_f * \left( d_f - \frac{k*d}{3} \right) * (d_f - kd)}$$

$$f_{ss} = \frac{(4124939 * 1000 + 0.0013 * 9144 * 58021 * (250 - \frac{0.33 * 210}{3})) * (210 - 0.33 * 210) * 200000}{398 * 200000 * (210 - \frac{0.33 * 210}{3}) * (210 - 0.33 * 210) + 9144 * 58021 * (250 - \frac{0.33 * 210}{3}) * (250 - 0.33 * 210)}$$

$$f_{ss} = \frac{1.60 \times 10^{15}}{4.26 \times 10^{12}} = 375 \text{ Mpa} < 0.9 * 420 \text{ Mpa} \Rightarrow 375 \text{ Mpa} < 378 \text{ Mpa}$$

Esfuerzos en FRP:

$$f_{fs} = f_{ss} * \left( \frac{E_f}{E_s} \right) * \left( \frac{d_f - kd}{d - kd} \right) - \epsilon_{bi} * E_f = 375 * \left( \frac{58021}{200000} \right) * \left( \frac{250 - 0.33 * 210}{210} \right) - 0.0013 * 58021$$

$$f_{fs} = 18.18 \text{ Mpa} < 0.55 * f_{fu} = 18.18 < 0.55 * 668 \Rightarrow 18.18 < 367.40 \Rightarrow OK$$

## CONCLUSIONES

- El estudio de vulnerabilidad de una estructura es un procedimiento que depende de las características de los materiales, tener la información detallada de la edificación reduce el tiempo de cálculos y de ensayos a los materiales.
- Realizar un análisis *pushover* a una estructura es un método práctico que me ilustra el estado y secuencia de degradación en la rigidez de mis elementos estructurales, conservando el rango elástico sin presentarse pre-Colapso, es un análisis seguro.
- Debido a que el comportamiento de la estructura es bastante flexible generando desplazamientos laterales altos se utilizó como alternativa de reforzamiento estructural muros pantalla en concreto reforzado, con el fin de darle mayor rigidez y poder reducir los desplazamientos hasta los máximos permitidos por la norma NSR-10; además de controlar los sobreesfuerzos de las columnas y vigas reduciendo los índices de resistencia sísmica, no obstante en algunas vigas del sistema se reforzaron con FRP ya que es encontraban fallando por flexión a momento negativo.
- Implementar un buen sistema de reforzamiento es importante ya que esto influye directamente en la funcionalidad estructural y en minimizar las cargas que generan un sobreesfuerzo, además hay que tener presente los aspectos económicos y de facilidad constructiva.

## RECOMENDACIONES

Los estudios de flexibilidad y sobreesfuerzos para edificaciones son métodos netamente cualitativos por consiguiente es necesario tener la mayor recopilación de datos y exactitud en cuanto a la información suministrada y obtenida para la modelación de la misma, con el fin de dar resultados con mayor seguridad, no obstante la experiencia del consultor influye en un papel importante para la veracidad de la respuesta ante cualquier tipo de estudios de vulnerabilidad.

Se recomienda estudiar con detenimiento la formulación de las rotulas plásticas por flexión y corte en elementos Shell para Muros de concreto, los muros para el modelamiento y cálculo de las fuerzas internas se llevó a cabo con elementos Shell, mientras que el análisis Estático No Lineal se ejecuta con elementos Frame, para evitar aproximaciones que puedan generar errores en el modelamiento matemático del análisis "Pushover".

Se recomiendo hacer una análisis por medio de ensayos para definir la resistencia de los materiales así como la configuración del refuerzo en los elementos como vigas y columnas, con el fin de comprobar y verificar los suministrado por los planos de diseño estructural.

## BIBLIOGRAFIA

- **ACI 400.2r-08.** American Concrete Structure. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP System for Strengthening Concrete Structure. First Printing. Farmington Hills, MI. July 2008
- **ATC 40.** Applied Technology Council. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC 40 Report. Redwood: Applied Technology Council, 1996.
- **CHENG.Tzu Thomas Hsu.** Analysis and Design of Square and Rectangular Columns Equation of Failure Surface. ACI Structural Journal. Technical Paper. Title N° 85-S20. March – April 1988. 167 – 179 p.
- **CHOPRA, Anil K.** Dynamics of structures: Theory and Application to earthquake engineering. 2 edición. New Jersey: Prentice Hall. 2011.
- **ETABS® de CSI®.** Computers and Structure. CSI. Manual de Aplicación del Programa Etabs V.9. Análisis Tridimensional Extendido para Edificaciones. INESA C.A. Venezuela.
- **FEMA 356.** American Society of Civil Engineers. Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington: Federal Emergency Management Agency, 2000.
- **FEMA 440.** Applied Technology Council. Improvement of Nonlinear Static Seismic. Analysis Procedures. Redwood: Applied Technology Council, 2004.

- **NSR 2010.** Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Colombia de 2010.
- **NILSON, Artur H.** Diseño de Estructuras de Concreto. 12 Edición. Bogotá. Mc Graw – Hill 2001.
- **ROCHEL, Roberto Awar.** Análisis y Diseño Sísmico de Edificios. 3 edición. Fondo Editorial Universidad Eafit. Medellín – Colombia 2006.
- **SEGURA, Franco Jorge I.** Estructuras de Concreto. Sexta Edición. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Colombia 2004.

## **ANEXOS**

## Anexo A.

### Fuerzas actuantes por flexo-compresión en columnas

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1															
PISO 1	EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Mbalanceados			Indice	
					Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbx (Kn)	Pby (Kn)	Pbe (Kn)	Poe (Kn)	Mbx (Kn)	Mby (Kn)		
	A1	2	1	286,79	2,55	0,56	12,32	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,27	0,99
		2	2	295,05	2,76	0,72	14,66	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,28	
		2	3	138,94	8,79	35,55	76,11	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,87	
		2	4	196,88	32,88	12,82	21,30	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,80	
		2	5	46,71	9,70	35,27	74,63	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,99	
		2	6	104,65	33,79	12,55	20,38	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,92	
	A2	1	1	365,21	3,51	3,51	45,05	749,88	804,62	777,28	-601,78	98,39	173,64	0,31	1,30
		1	2	376,76	3,77	3,82	45,37	749,88	804,62	777,47	-601,78	98,39	173,64	0,30	
		1	3	191,03	23,07	133,69	80,21	749,88	804,62	798,66	-601,78	98,39	173,64	1,22	
		1	4	302,30	64,71	46,76	35,85	749,88	804,62	771,68	-601,78	98,39	173,64	1,01	
		1	5	70,40	21,82	133,36	80,71	749,88	804,62	798,96	-601,78	98,39	173,64	1,30	
		1	6	181,67	63,46	46,42	36,19	749,88	804,62	771,89	-601,78	98,39	173,64	1,09	
	A3	1	1	350,06	0,66	1,36	63,96	749,88	804,62	788,78	-601,78	98,39	173,64	0,32	1,31
		1	2	363,12	0,70	1,41	63,56	749,88	804,62	788,54	-601,78	98,39	173,64	0,31	
		1	3	179,67	21,96	135,18	80,77	749,88	804,62	799,00	-601,78	98,39	173,64	1,23	
		1	4	285,46	64,59	46,58	35,79	749,88	804,62	771,65	-601,78	98,39	173,64	1,02	
		1	5	62,70	21,27	135,24	81,06	749,88	804,62	799,18	-601,78	98,39	173,64	1,31	
		1	6	168,49	63,91	46,64	36,12	749,88	804,62	771,85	-601,78	98,39	173,64	1,10	
A4	4	1	235,77	6,08	1,15	10,74	804,62	749,88	798,08	-601,78	173,64	98,39	0,41	1,39	
	4	2	237,32	6,64	1,22	10,44	804,62	749,88	798,27	-601,78	173,64	98,39	0,41		
	4	3	70,24	51,27	55,05	47,04	804,62	749,88	776,01	-601,78	173,64	98,39	1,09		
	4	4	108,50	147,28	18,40	7,12	804,62	749,88	800,29	-601,78	173,64	98,39	1,36		
	4	5	2,29	49,07	55,44	48,49	804,62	749,88	775,13	-601,78	173,64	98,39	1,13		
	4	6	35,96	145,08	18,79	7,38	804,62	749,88	800,13	-601,78	173,64	98,39	1,39		

PISO 1	B1	2	1	476,95	5,55	0,08	0,80	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,45	0,77
		2	2	511,83	6,20	0,08	0,77	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,49	
		2	3	535,02	16,81	39,51	66,95	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,77	
		2	4	545,50	40,98	13,81	18,63	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,77	
		2	5	368,43	14,72	39,48	69,55	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,74	
		2	6	234,31	31,75	13,69	23,32	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,74	
	B2	1	1	751,81	4,51	1,65	20,13	749,88	804,62	762,12	-601,78	98,39	173,64	0,44	1,11
		1	2	804,75	4,99	1,94	21,23	749,88	804,62	762,79	2156,52	98,39	173,64	0,47	
		1	3	669,35	23,58	141,53	80,54	749,88	804,62	798,86	-601,78	98,39	173,64	0,95	
		1	4	717,55	64,87	50,11	37,68	749,88	804,62	772,80	-601,78	98,39	173,64	0,73	
		1	5	408,03	21,91	140,85	81,16	749,88	804,62	799,24	-601,78	98,39	173,64	1,11	
		1	6	456,24	63,21	49,43	38,03	749,88	804,62	773,01	-601,78	98,39	173,64	0,90	
	B3	1	1	664,32	2,51	1,28	27,12	749,88	804,62	766,37	-601,78	98,39	173,64	0,39	1,16
		1	2	707,46	2,76	1,33	25,81	749,88	804,62	765,58	-601,78	98,39	173,64	0,41	
		1	3	574,72	22,03	140,86	81,11	749,88	804,62	799,21	-601,78	98,39	173,64	1,00	
		1	4	617,51	64,39	47,90	36,65	749,88	804,62	772,17	-601,78	98,39	173,64	0,79	
		1	5	346,09	21,11	141,28	81,50	749,88	804,62	799,45	-601,78	98,39	173,64	1,16	
		1	6	388,88	63,47	48,32	37,28	749,88	804,62	772,55	-601,78	98,39	173,64	0,94	
	B4	4	1	589,50	3,79	0,98	14,45	804,62	749,88	795,83	-601,78	173,64	98,39	0,34	1,21
		4	2	621,63	4,40	1,00	12,85	804,62	749,88	796,80	-601,78	173,64	98,39	0,36	
		4	3	515,29	47,79	62,05	52,40	804,62	749,88	772,75	-601,78	173,64	98,39	0,83	
		4	4	473,33	142,91	20,95	8,34	804,62	749,88	799,54	-601,78	173,64	98,39	1,08	
		4	5	316,25	46,25	62,37	53,44	804,62	749,88	772,11	-601,78	173,64	98,39	0,97	
		4	6	274,30	141,37	21,27	8,55	804,62	749,88	799,41	-601,78	173,64	98,39	1,21	

PISO 1	C1	3	1	262,09	2,47	3,22	52,47	661,78	624,31	639,94	-495,94	120,17	85,35	0,34	1,04
		3	2	286,62	3,08	3,50	48,67	661,78	624,31	641,52	-495,94	120,17	85,35	0,32	
		3	3	181,05	20,75	44,95	65,22	661,78	624,31	634,63	-495,94	120,17	85,35	0,86	
		3	4	182,83	70,54	17,81	14,17	661,78	624,31	655,88	-495,94	120,17	85,35	0,96	
		3	5	86,15	21,88	43,80	63,45	661,78	624,31	635,36	-495,94	120,17	85,35	0,93	
		3	6	87,94	71,67	16,65	13,08	661,78	624,31	656,34	-495,94	120,17	85,35	1,04	
	C2	4	1	495,17	8,17	1,95	13,41	804,62	749,88	796,46	-601,78	173,64	98,39	0,29	1,23
		4	2	524,00	9,31	2,08	12,56	804,62	749,88	796,97	-601,78	173,64	98,39	0,30	
		4	3	389,81	53,66	54,62	45,51	804,62	749,88	776,94	-601,78	173,64	98,39	0,87	
		4	4	453,13	149,71	20,15	7,67	804,62	749,88	799,95	-601,78	173,64	98,39	1,14	
		4	5	221,47	50,47	53,95	46,91	804,62	749,88	776,08	-601,78	173,64	98,39	0,97	
	C3	2	1	346,81	1,26	1,48	49,72	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,33	0,97
		2	2	362,60	1,37	1,57	48,78	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,34	
		2	3	250,83	14,19	35,74	68,34	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,80	
		2	4	302,79	41,64	13,31	17,73	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,85	
		2	5	135,68	13,74	35,23	68,70	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,93	
		2	6	187,64	41,18	12,81	17,28	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,97	
	C4	4	1	451,80	4,35	0,17	2,23	804,62	749,88	803,26	-601,78	173,64	98,39	0,26	1,23
		4	2	471,08	5,02	0,04	0,40	804,62	749,88	804,37	-601,78	173,64	98,39	0,27	
		4	3	336,72	48,00	55,36	49,07	804,62	749,88	774,77	-601,78	173,64	98,39	0,89	
		4	4	337,86	140,08	19,30	7,84	804,62	749,88	799,84	-601,78	173,64	98,39	1,14	
		4	5	187,52	46,26	55,39	50,13	804,62	749,88	774,13	-601,78	173,64	98,39	0,99	
		4	6	188,66	138,34	19,33	7,95	804,62	749,88	799,78	-601,78	173,64	98,39	1,23	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 2														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
PISO 2	A1	2	1	229,85	8,56	0,17	1,12	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,32
		2	2	236,44	9,30	0,08	0,50	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31
		2	3	117,00	0,60	30,10	88,86	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,75
		2	4	159,61	16,35	10,42	32,51	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,56
		2	5	43,10	2,46	30,00	85,31	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,84
		2	6	85,71	19,41	10,31	27,99	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,68
	A2	1	1	303,24	7,62	2,19	16,00	749,88	804,62	759,61	-601,78	98,39	173,64	0,36
		1	2	311,28	8,25	2,16	14,64	749,88	804,62	758,78	-601,78	98,39	173,64	0,35
		1	3	160,41	22,97	54,03	66,97	749,88	804,62	790,61	-601,78	98,39	173,64	0,74
		1	4	245,42	55,85	17,35	17,25	749,88	804,62	760,37	-601,78	98,39	173,64	0,84
		1	5	63,34	20,26	54,68	69,67	749,88	804,62	792,25	-601,78	98,39	173,64	0,79
		1	6	148,34	53,14	17,99	18,70	749,88	804,62	761,25	-601,78	98,39	173,64	0,88
	A3	1	1	290,30	3,23	1,18	20,01	749,88	804,62	762,05	-601,78	98,39	173,64	0,35
		1	2	299,46	3,52	1,09	17,27	749,88	804,62	760,38	-601,78	98,39	173,64	0,35
		1	3	150,07	20,10	55,76	70,18	749,88	804,62	792,56	-601,78	98,39	173,64	0,74
		1	4	231,33	55,99	18,59	18,37	749,88	804,62	761,05	-601,78	98,39	173,64	0,85
		1	5	56,22	18,94	56,07	71,34	749,88	804,62	793,26	-601,78	98,39	173,64	0,80
		1	6	137,48	54,83	18,89	19,01	749,88	804,62	761,44	-601,78	98,39	173,64	0,91
A4	4	1	190,65	10,80	2,35	12,30	804,62	749,88	797,13	-601,78	173,64	98,39	0,45	
	4	2	192,05	11,74	2,44	11,76	804,62	749,88	797,46	-601,78	173,64	98,39	0,45	
	4	3	62,75	28,35	34,75	50,79	804,62	749,88	773,72	-601,78	173,64	98,39	0,79	
	4	4	91,20	65,65	10,53	9,11	804,62	749,88	799,07	-601,78	173,64	98,39	0,77	
	4	5	4,00	24,48	35,52	55,43	804,62	749,88	770,90	-601,78	173,64	98,39	0,83	
	4	6	32,45	61,78	11,30	10,37	804,62	749,88	798,31	-601,78	173,64	98,39	0,80	

PISO 2	B1	2	1	383,67	18,15	2,57	8,07	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,36	0,89
		2	2	413,02	20,36	3,10	8,65	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,39	
		2	3	335,51	10,09	41,31	76,28	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,77	
		2	4	325,73	7,80	12,48	58,00	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31	
		2	5	200,70	3,20	42,42	85,69	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,89	
		2	6	190,91	14,69	13,59	42,77	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,53	
	B2	1	1	599,29	9,76	0,89	5,21	749,88	804,62	753,04	-601,78	98,39	173,64	0,35	0,77
		1	2	641,53	10,85	1,12	5,87	749,88	804,62	753,45	-601,78	98,39	173,64	0,37	
		1	3	536,86	25,18	78,48	72,21	749,88	804,62	793,80	-601,78	98,39	173,64	0,62	
		1	4	573,09	58,30	27,78	25,47	749,88	804,62	765,37	-601,78	98,39	173,64	0,66	
		1	5	328,54	21,53	78,07	74,58	749,88	804,62	795,24	-601,78	98,39	173,64	0,74	
		1	6	364,77	54,65	27,36	26,60	749,88	804,62	766,05	-601,78	98,39	173,64	0,77	
	B3	1	1	529,70	4,10	3,86	43,24	749,88	804,62	776,17	-601,78	98,39	173,64	0,31	0,81
		1	2	564,00	4,50	4,09	42,23	749,88	804,62	775,56	-601,78	98,39	173,64	0,33	
		1	3	461,38	20,86	73,89	74,24	749,88	804,62	795,03	-601,78	98,39	173,64	0,61	
		1	4	493,57	57,19	23,06	21,96	749,88	804,62	763,23	-601,78	98,39	173,64	0,69	
		1	5	279,13	19,36	75,21	75,56	749,88	804,62	795,84	-601,78	98,39	173,64	0,74	
		1	6	311,33	55,70	24,38	23,64	749,88	804,62	764,25	-601,78	98,39	173,64	0,81	
	B4	4	1	470,09	1,50	1,74	49,21	804,62	749,88	774,68	-601,78	173,64	98,39	0,27	0,85
		4	2	495,67	2,28	1,71	36,87	804,62	749,88	782,19	-601,78	173,64	98,39	0,29	
		4	3	412,95	19,59	56,40	70,85	804,62	749,88	761,53	-601,78	173,64	98,39	0,73	
		4	4	379,68	57,22	18,44	17,86	804,62	749,88	793,75	-601,78	173,64	98,39	0,57	
		4	5	254,26	18,65	56,90	71,86	804,62	749,88	760,91	-601,78	173,64	98,39	0,85	
		4	6	220,99	56,28	18,95	18,61	804,62	749,88	793,30	-601,78	173,64	98,39	0,68	

PISO 2	C1	3	1	228,26	15,77	8,39	28,01	661,78	624,31	650,12	-495,94	120,17	85,35	0,45	0,72
		3	2	146,02	1,87	33,36	86,80	661,78	624,31	625,64	-495,94	120,17	85,35	0,67	
		3	3	147,24	23,79	16,60	34,90	661,78	624,31	647,25	-495,94	120,17	85,35	0,61	
		3	4	70,59	3,71	30,58	83,07	661,78	624,31	627,19	-495,94	120,17	85,35	0,72	
		3	5	71,82	29,37	13,82	25,19	661,78	624,31	651,29	-495,94	120,17	85,35	0,69	
		3	6	89,31	17,79	10,35	30,20	661,78	624,31	649,21	-495,94	120,17	85,35	0,59	
	C2	4	1	396,32	10,86	4,48	22,43	804,62	749,88	790,98	-601,78	173,64	98,39	0,31	0,77
		4	2	419,21	12,76	4,70	20,21	804,62	749,88	792,33	-601,78	173,64	98,39	0,30	
		4	3	314,37	34,74	36,01	46,03	804,62	749,88	776,62	-601,78	173,64	98,39	0,65	
		4	4	363,42	84,39	15,31	10,28	804,62	749,88	798,36	-601,78	173,64	98,39	0,71	
		4	5	179,75	30,26	34,52	48,76	804,62	749,88	774,96	-601,78	173,64	98,39	0,71	
		4	6	228,80	79,91	13,82	9,81	804,62	749,88	798,65	-601,78	173,64	98,39	0,77	
	C3	2	1	277,38	1,13	4,32	75,38	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,26	1,08
		2	2	290,06	1,18	4,56	75,49	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,28	
		2	3	203,03	15,34	29,90	62,84	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,77	
		2	4	243,20	45,56	13,11	16,05	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	1,00	
		2	5	110,90	14,96	28,44	62,25	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,85	
		2	6	151,07	45,19	11,65	14,45	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	1,08	
	C4	4	1	362,75	0,40	1,77	77,44	804,62	749,88	757,52	-601,78	173,64	98,39	0,29	0,70
		4	2	378,30	0,07	1,54	87,43	804,62	749,88	751,44	-601,78	173,64	98,39	0,28	
		4	3	273,07	18,03	35,89	63,33	804,62	749,88	766,10	-601,78	173,64	98,39	0,61	
		4	4	273,92	54,78	13,42	13,77	804,62	749,88	796,24	-601,78	173,64	98,39	0,60	
		4	5	153,24	17,86	35,50	63,29	804,62	749,88	766,12	-601,78	173,64	98,39	0,70	
		4	6	154,08	54,61	13,03	13,42	804,62	749,88	796,45	-601,78	173,64	98,39	0,68	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 3														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
A1	2	1	172,99	7,37	0,60	4,65	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,37	0,72
	2	2	178,10	8,03	0,39	2,77	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,37	
	2	3	100,40	1,68	22,88	85,80	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,65	
	2	4	126,16	10,45	7,65	36,22	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,50	
	2	5	44,69	0,97	22,93	87,58	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,72	
	2	6	70,45	13,10	7,70	30,47	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,60	
A2	1	1	228,70	6,77	2,97	23,71	749,88	804,62	764,30	-601,78	98,39	173,64	0,41	0,75
	1	2	234,88	7,32	3,07	22,77	749,88	804,62	763,72	-601,78	98,39	173,64	0,41	
	1	3	134,79	18,35	26,42	55,22	749,88	804,62	783,46	-601,78	98,39	173,64	0,61	
	1	4	189,95	43,21	7,27	9,56	749,88	804,62	755,69	-601,78	98,39	173,64	0,72	
	1	5	61,50	15,95	27,38	59,78	749,88	804,62	786,23	-601,78	98,39	173,64	0,65	
	1	6	116,67	40,81	8,24	11,41	749,88	804,62	756,82	-601,78	98,39	173,64	0,75	
A3	1	1	218,00	3,17	1,40	23,74	749,88	804,62	764,32	-601,78	98,39	173,64	0,41	0,78
	1	2	224,91	3,44	1,37	21,62	749,88	804,62	763,03	-601,78	98,39	173,64	0,40	
	1	3	125,66	16,20	27,51	59,51	749,88	804,62	786,07	-601,78	98,39	173,64	0,61	
	1	4	178,61	43,94	8,68	11,17	749,88	804,62	756,67	-601,78	98,39	173,64	0,74	
	1	5	55,17	15,07	27,92	61,64	749,88	804,62	787,37	-601,78	98,39	173,64	0,65	
	1	6	108,11	42,81	9,08	11,98	749,88	804,62	757,16	-601,78	98,39	173,64	0,78	
A4	4	1	143,67	8,68	2,57	16,50	804,62	749,88	794,58	-601,78	173,64	98,39	0,48	0,69
	4	2	144,76	9,42	2,69	15,94	804,62	749,88	794,92	-601,78	173,64	98,39	0,48	
	4	3	59,44	16,90	23,19	53,91	804,62	749,88	771,83	-601,78	173,64	98,39	0,66	
	4	4	77,04	34,47	6,41	10,53	804,62	749,88	798,21	-601,78	173,64	98,39	0,62	
	4	5	15,14	13,81	24,04	60,13	804,62	749,88	768,04	-601,78	173,64	98,39	0,69	
	4	6	32,74	31,38	7,26	13,03	804,62	749,88	796,69	-601,78	173,64	98,39	0,64	

PISO 3	B1	2	1	283,88	16,75	3,61	12,16	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,36	0,81
		2	2	304,92	18,98	4,62	13,68	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,37	
		2	3	253,78	10,94	33,01	71,67	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,71	
		2	4	245,43	2,12	8,80	76,46	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31	
		2	5	154,45	4,46	34,74	82,69	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,81	
		2	6	146,10	8,60	10,53	50,75	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,49	
	B2	1	1	448,22	8,85	0,31	1,99	749,88	804,62	751,09	-601,78	98,39	173,64	0,26	0,67
		1	2	479,68	9,94	0,41	2,36	749,88	804,62	751,31	-601,78	98,39	173,64	0,28	
		1	3	407,81	20,63	49,12	67,22	749,88	804,62	790,76	-601,78	98,39	173,64	0,52	
		1	4	430,77	45,76	17,23	20,63	749,88	804,62	762,42	-601,78	98,39	173,64	0,59	
		1	5	252,08	17,27	48,97	70,58	749,88	804,62	792,80	-601,78	98,39	173,64	0,61	
		1	6	275,04	42,40	17,07	21,93	749,88	804,62	763,21	-601,78	98,39	173,64	0,67	
	B3	1	1	396,40	3,93	3,36	40,54	749,88	804,62	774,53	-601,78	98,39	173,64	0,29	0,71
		1	2	422,03	4,32	3,55	39,40	749,88	804,62	773,84	-601,78	98,39	173,64	0,27	
		1	3	351,72	16,94	44,52	69,17	749,88	804,62	791,95	-601,78	98,39	173,64	0,52	
		1	4	372,17	45,13	13,24	16,35	749,88	804,62	759,82	-601,78	98,39	173,64	0,62	
		1	5	215,37	15,50	45,66	71,25	749,88	804,62	793,21	-601,78	98,39	173,64	0,61	
		1	6	235,82	43,70	14,38	18,22	749,88	804,62	760,96	-601,78	98,39	173,64	0,71	
	B4	4	1	351,69	0,28	1,69	80,73	804,62	749,88	755,51	-601,78	173,64	98,39	0,30	0,74
		4	2	370,78	0,84	1,67	63,48	804,62	749,88	766,01	-601,78	173,64	98,39	0,29	
		4	3	313,97	9,20	44,63	78,36	804,62	749,88	756,96	-601,78	173,64	98,39	0,64	
		4	4	291,20	26,41	14,42	28,63	804,62	749,88	787,20	-601,78	173,64	98,39	0,47	
		4	5	195,27	8,77	45,14	79,01	804,62	749,88	756,56	-601,78	173,64	98,39	0,74	
		4	6	172,50	25,98	14,92	29,87	804,62	749,88	786,45	-601,78	173,64	98,39	0,56	

PISO 3	C1	3	1	152,16	12,88	8,80	34,34	661,78	624,31	647,49	-495,94	120,17	85,35	0,50	0,66
		3	2	164,64	15,25	9,95	33,12	661,78	624,31	647,99	-495,94	120,17	85,35	0,51	
		3	3	109,69	6,57	27,05	76,34	661,78	624,31	630,00	-495,94	120,17	85,35	0,65	
		3	4	110,20	8,02	15,31	62,36	661,78	624,31	635,82	-495,94	120,17	85,35	0,56	
		3	5	55,70	1,18	23,66	87,14	661,78	624,31	625,50	-495,94	120,17	85,35	0,66	
		3	6	56,20	13,41	11,92	41,64	661,78	624,31	644,45	-495,94	120,17	85,35	0,61	
	C2	4	1	296,52	7,87	4,66	30,62	804,62	749,88	785,99	-601,78	173,64	98,39	0,37	0,62
		4	2	313,29	9,41	4,97	27,84	804,62	749,88	787,68	-601,78	173,64	98,39	0,37	
		4	3	241,51	21,57	26,14	50,48	804,62	749,88	773,92	-601,78	173,64	98,39	0,57	
		4	4	273,94	49,72	12,06	13,63	804,62	749,88	796,33	-601,78	173,64	98,39	0,57	
		4	5	141,01	18,22	24,53	53,40	804,62	749,88	772,14	-601,78	173,64	98,39	0,62	
		4	6	173,45	46,37	10,45	12,70	804,62	749,88	796,89	-601,78	173,64	98,39	0,62	
	C3	2	1	207,91	1,36	4,14	71,79	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31	0,96
		2	2	217,45	1,47	4,40	71,54	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,30	
		2	3	158,52	13,40	23,19	59,98	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,69	
		2	4	184,93	38,96	10,68	15,34	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,90	
		2	5	89,44	12,92	21,77	59,31	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,74	
		2	6	115,85	38,48	9,27	13,54	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,96	
	C4	4	1	272,70	1,84	2,13	49,28	804,62	749,88	774,64	-601,78	173,64	98,39	0,37	0,60
		4	2	284,40	1,61	1,99	50,97	804,62	749,88	773,61	-601,78	173,64	98,39	0,36	
		4	3	212,61	7,11	25,36	74,34	804,62	749,88	759,40	-601,78	173,64	98,39	0,54	
		4	4	213,21	23,45	10,06	23,22	804,62	749,88	790,49	-601,78	173,64	98,39	0,50	
		4	5	122,51	7,53	24,81	73,12	804,62	749,88	760,14	-601,78	173,64	98,39	0,60	
		4	6	123,11	23,87	9,51	21,72	804,62	749,88	791,40	-601,78	173,64	98,39	0,56	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 4														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbx (Kn)	Mby (Kn)		
A1	2	1	115,62	7,15	1,02	8,10	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,44	0,61
	2	2	119,15	7,79	0,88	6,44	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,44	
	2	3	77,48	3,47	14,93	76,93	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,58	
	2	4	89,61	4,40	4,63	46,48	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,47	
	2	5	40,18	0,90	15,15	86,62	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,61	
	2	6	52,31	6,97	4,86	34,86	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,54	
A2	1	1	153,22	6,57	3,50	28,04	749,88	804,62	766,93	-601,78	98,39	173,64	0,47	0,66
	1	2	157,44	7,09	3,68	27,42	749,88	804,62	766,55	-601,78	98,39	173,64	0,47	
	1	3	101,90	14,40	12,98	42,03	749,88	804,62	775,44	-601,78	98,39	173,64	0,57	
	1	4	131,36	31,26	2,29	4,20	749,88	804,62	752,43	-601,78	98,39	173,64	0,64	
	1	5	52,75	12,08	14,15	49,51	749,88	804,62	779,99	-601,78	98,39	173,64	0,59	
	1	6	82,21	28,94	3,47	6,83	749,88	804,62	754,03	-601,78	98,39	173,64	0,66	
A3	1	1	145,40	3,13	1,74	29,05	749,88	804,62	767,55	-601,78	98,39	173,64	0,46	0,67
	1	2	150,02	3,39	1,76	27,40	749,88	804,62	766,54	-601,78	98,39	173,64	0,46	
	1	3	94,87	12,09	14,43	50,05	749,88	804,62	780,32	-601,78	98,39	173,64	0,56	
	1	4	123,25	31,19	3,94	7,20	749,88	804,62	754,25	-601,78	98,39	173,64	0,65	
	1	5	47,84	10,98	14,97	53,74	749,88	804,62	782,56	-601,78	98,39	173,64	0,59	
	1	6	76,23	30,08	4,48	8,46	749,88	804,62	755,02	-601,78	98,39	173,64	0,67	
A4	4	1	95,84	8,23	2,80	18,81	804,62	749,88	793,18	-601,78	173,64	98,39	0,52	0,62
	4	2	96,57	8,91	2,94	18,28	804,62	749,88	793,50	-601,78	173,64	98,39	0,52	
	4	3	49,97	13,55	13,35	44,56	804,62	749,88	777,51	-601,78	173,64	98,39	0,60	
	4	4	58,56	25,03	2,87	6,55	804,62	749,88	800,63	-601,78	173,64	98,39	0,59	
	4	5	20,42	10,63	14,28	53,34	804,62	749,88	772,17	-601,78	173,64	98,39	0,62	
	4	6	29,01	22,11	3,81	9,78	804,62	749,88	798,67	-601,78	173,64	98,39	0,60	

PISO 4	B1	2	1	185,69	16,40	3,39	11,67	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,47	0,70
		2	2	198,63	18,59	4,36	13,20	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,49	
		2	3	170,34	12,66	23,13	61,30	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,66	
		2	4	164,29	4,12	5,55	53,43	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,39	
		2	5	105,88	6,32	24,76	75,69	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,70	
		2	6	99,83	2,23	7,19	72,80	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,46	
	B2	1	1	298,33	8,48	0,03	0,21	749,88	804,62	750,00	-601,78	98,39	173,64	0,36	0,61
		1	2	319,16	9,50	0,09	0,55	749,88	804,62	750,21	-601,78	98,39	173,64	0,35	
		1	3	276,64	16,52	28,70	60,08	749,88	804,62	786,42	-601,78	98,39	173,64	0,50	
		1	4	288,51	33,56	10,00	16,59	749,88	804,62	759,96	-601,78	98,39	173,64	0,56	
		1	5	173,06	13,30	28,65	65,10	749,88	804,62	789,47	-601,78	98,39	173,64	0,56	
		1	6	184,93	30,34	9,95	18,15	749,88	804,62	760,92	-601,78	98,39	173,64	0,61	
	B3	1	1	263,92	3,84	3,49	42,21	749,88	804,62	775,55	-601,78	98,39	173,64	0,38	0,62
		1	2	280,96	4,22	3,69	41,19	749,88	804,62	774,93	-601,78	98,39	173,64	0,37	
		1	3	239,59	12,81	24,14	62,05	749,88	804,62	787,62	-601,78	98,39	173,64	0,49	
		1	4	250,17	32,22	6,12	10,76	749,88	804,62	756,42	-601,78	98,39	173,64	0,57	
		1	5	148,82	11,41	25,33	65,76	749,88	804,62	789,87	-601,78	98,39	173,64	0,56	
		1	6	159,40	30,82	7,31	13,34	749,88	804,62	757,99	-601,78	98,39	173,64	0,62	
	B4	4	1	234,08	0,04	1,72	88,74	804,62	749,88	750,65	-601,78	173,64	98,39	0,38	0,64
		4	2	246,74	0,45	1,70	75,14	804,62	749,88	758,91	-601,78	173,64	98,39	0,38	
		4	3	213,32	5,92	30,88	79,14	804,62	749,88	756,48	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	4	200,21	16,75	9,66	29,96	804,62	749,88	786,39	-601,78	173,64	98,39	0,48	
		4	5	134,34	5,63	31,39	79,83	804,62	749,88	756,06	-601,78	173,64	98,39	0,64	
		4	6	121,24	16,46	10,17	31,71	804,62	749,88	785,33	-601,78	173,64	98,39	0,54	

PISO 4	C1	3	1	94,39	13,49	8,80	33,11	661,78	624,31	648,00	-495,94	120,17	85,35	0,55	0,64
		3	2	100,22	16,02	9,88	31,67	661,78	624,31	648,60	-495,94	120,17	85,35	0,57	
		3	3	70,09	10,39	20,49	63,11	661,78	624,31	635,50	-495,94	120,17	85,35	0,64	
		3	4	70,02	2,42	13,05	79,50	661,78	624,31	628,68	-495,94	120,17	85,35	0,56	
		3	5	37,79	4,71	17,14	74,63	661,78	624,31	630,71	-495,94	120,17	85,35	0,62	
		3	6	37,72	3,26	9,70	71,41	661,78	624,31	632,05	-495,94	120,17	85,35	0,57	
	C2	4	1	196,22	7,39	4,69	32,40	804,62	749,88	784,91	-601,78	173,64	98,39	0,44	0,58
		4	2	206,81	8,92	4,99	29,24	804,62	749,88	786,83	-601,78	173,64	98,39	0,44	
		4	3	165,17	15,18	18,01	49,87	804,62	749,88	774,28	-601,78	173,64	98,39	0,55	
		4	4	182,93	30,73	9,27	16,78	804,62	749,88	794,41	-601,78	173,64	98,39	0,54	
		4	5	98,98	11,98	16,40	53,85	804,62	749,88	771,86	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	6	116,74	27,53	7,66	15,54	804,62	749,88	795,17	-601,78	173,64	98,39	0,57	
	C3	2	1	138,50	1,27	4,17	73,06	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,39	0,80
		2	2	144,88	1,36	4,44	72,98	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,39	
		2	3	111,18	10,07	16,89	59,19	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,62	
		2	4	125,50	28,77	8,53	16,52	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,77	
		2	5	65,15	9,63	15,45	58,07	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,65	
		2	6	79,46	28,33	7,10	14,06	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,80	
	C4	4	1	182,02	2,21	2,27	45,79	804,62	749,88	776,76	-601,78	173,64	98,39	0,44	0,56
		4	2	189,83	2,07	2,15	46,06	804,62	749,88	776,60	-601,78	173,64	98,39	0,43	
		4	3	148,39	3,56	16,64	77,92	804,62	749,88	757,22	-601,78	173,64	98,39	0,52	
		4	4	148,75	13,89	7,16	27,28	804,62	749,88	788,02	-601,78	173,64	98,39	0,50	
		4	5	88,25	4,14	16,03	75,51	804,62	749,88	758,69	-601,78	173,64	98,39	0,56	
		4	6	88,61	14,47	6,55	24,36	804,62	749,88	789,80	-601,78	173,64	98,39	0,55	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL CUBIERTA													
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)	
A1	2	1	57,57	9,36	1,72	10,43	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,53
	2	2	59,44	10,23	1,68	9,33	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,54
	2	3	44,48	7,38	6,90	43,05	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,56
	2	4	47,66	3,10	1,49	25,61	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,49
	2	5	25,84	4,00	7,39	61,59	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,56
	2	6	29,02	0,28	1,98	81,88	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,51
A2	1	1	77,34	8,34	5,40	32,93	749,88	804,62	769,91	-601,78	98,39	173,64	0,54
	1	2	79,56	8,95	5,80	32,95	749,88	804,62	769,92	-601,78	98,39	173,64	0,54
	1	3	57,05	12,97	7,93	31,44	749,88	804,62	769,00	-601,78	98,39	173,64	0,58
	1	4	68,37	23,06	0,69	1,71	749,88	804,62	750,91	-601,78	98,39	173,64	0,62
	1	5	32,19	10,05	9,82	44,33	749,88	804,62	776,84	-601,78	98,39	173,64	0,59
	1	6	43,51	20,15	1,20	3,42	749,88	804,62	751,95	-601,78	98,39	173,64	0,62
A3	1	1	72,33	3,64	2,76	37,21	749,88	804,62	772,51	-601,78	98,39	173,64	0,52
	1	2	74,62	3,88	2,83	36,13	749,88	804,62	771,85	-601,78	98,39	173,64	0,52
	1	3	52,24	9,16	11,45	51,34	749,88	804,62	781,10	-601,78	98,39	173,64	0,57
	1	4	63,04	21,03	2,28	6,18	749,88	804,62	753,63	-601,78	98,39	173,64	0,61
	1	5	28,85	7,91	12,33	57,34	749,88	804,62	784,75	-601,78	98,39	173,64	0,59
	1	6	39,65	19,78	3,16	9,07	749,88	804,62	755,39	-601,78	98,39	173,64	0,62
A4	4	1	47,22	10,23	3,79	20,34	804,62	749,88	792,24	-601,78	173,64	98,39	0,56
	4	2	47,54	11,00	3,96	19,78	804,62	749,88	792,59	-601,78	173,64	98,39	0,56
	4	3	30,06	15,93	3,80	13,42	804,62	749,88	796,45	-601,78	173,64	98,39	0,58
	4	4	32,39	28,11	0,91	1,86	804,62	749,88	803,48	-601,78	173,64	98,39	0,61
	4	5	15,52	12,34	5,05	22,27	804,62	749,88	791,07	-601,78	173,64	98,39	0,59
	4	6	17,86	24,52	0,34	0,79	804,62	749,88	804,13	-601,78	173,64	98,39	0,61

CUBIERTA	B1	2	1	88,50	19,91	3,20	9,13	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,63	0,70
		2	2	93,40	22,45	4,10	10,35	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,67	
		2	3	82,98	17,95	13,40	36,75	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,70	
		2	4	79,67	13,16	2,44	10,50	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,55	
		2	5	53,05	10,32	14,94	55,38	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,67	
		2	6	49,74	5,53	3,98	35,73	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,52	
	B2	1	1	150,11	10,33	0,45	2,50	749,88	804,62	751,40	-601,78	98,39	173,64	0,48	0,59
		1	2	160,45	11,45	0,48	2,40	749,88	804,62	751,33	-601,78	98,39	173,64	0,48	
		1	3	141,41	15,22	11,83	37,86	749,88	804,62	772,90	-601,78	98,39	173,64	0,54	
		1	4	145,97	25,52	3,90	8,69	749,88	804,62	755,16	-601,78	98,39	173,64	0,58	
		1	5	89,38	11,39	11,99	46,47	749,88	804,62	778,14	-601,78	98,39	173,64	0,56	
		1	6	93,93	21,68	4,05	10,59	749,88	804,62	756,32	-601,78	98,39	173,64	0,59	
	B3	1	1	132,05	4,47	4,84	47,31	749,88	804,62	778,65	-601,78	98,39	173,64	0,48	0,57
		1	2	140,58	4,83	5,13	46,75	749,88	804,62	778,31	-601,78	98,39	173,64	0,48	
		1	3	122,03	10,10	7,03	34,85	749,88	804,62	771,07	-601,78	98,39	173,64	0,51	
		1	4	125,96	22,36	0,60	1,53	749,88	804,62	750,81	-601,78	98,39	173,64	0,57	
		1	5	76,61	8,52	8,68	45,54	749,88	804,62	777,57	-601,78	98,39	173,64	0,54	
		1	6	76,72	14,47	0,77	3,04	749,88	804,62	751,72	-601,78	98,39	173,64	0,56	
	B4	4	1	117,31	0,52	2,12	76,08	804,62	749,88	758,34	-601,78	173,64	98,39	0,47	0,60
		4	2	123,61	0,06	2,04	88,43	804,62	749,88	750,83	-601,78	173,64	98,39	0,47	
		4	3	109,26	5,61	18,07	72,76	804,62	749,88	760,36	-601,78	173,64	98,39	0,56	
		4	4	103,71	17,35	5,10	16,38	804,62	749,88	794,65	-601,78	173,64	98,39	0,54	
		4	5	69,71	5,48	18,67	73,66	804,62	749,88	759,82	-601,78	173,64	98,39	0,60	
		4	6	64,16	17,21	5,69	18,30	804,62	749,88	793,48	-601,78	173,64	98,39	0,57	

**Anexo B.**

**Fuerzas efectivas resistentes, actuantes y índices por cortante en columnas**

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y		
PISO 1	A1	<b>187,09</b>	<b>142,63</b>	0,00	42,83	<b>16,16</b>	0,00	52,20	<b>19,70</b>	<b>18,26</b>	<b>19,53</b>	0,10	0,14
	A2	<b>327,96</b>	<b>175,56</b>	56,89	0,00	<b>21,47</b>	56,89	39,98	<b>36,55</b>	<b>51,15</b>	<b>31,91</b>	0,16	0,21
	A3	<b>327,54</b>	<b>175,16</b>	0,00	56,89	<b>21,47</b>	39,98	52,20	<b>34,78</b>	<b>50,58</b>	<b>31,77</b>	0,15	0,20
	A4	<b>323,65</b>	<b>171,5</b>	0,00	80,21	<b>30,27</b>	0,00	39,98	<b>15,09</b>	<b>25,69</b>	<b>53,10</b>	0,09	0,31
	B1	<b>193,01</b>	<b>148,54</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	<b>24,27</b>	<b>23,54</b>	0,19	0,18
	B2	<b>339,84</b>	<b>186,75</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	39,98	94,26	<b>50,66</b>	<b>58,16</b>	<b>32,21</b>	0,17	0,27
	B3	<b>337,01</b>	<b>184,08</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	39,98	76,50	<b>43,95</b>	<b>59,65</b>	<b>31,64</b>	0,18	0,24
	B4	<b>195,91</b>	<b>151,45</b>	39,98	52,20	<b>34,78</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	<b>33,31</b>	<b>48,19</b>	0,18	0,32
	C1	<b>254,67</b>	<b>156,31</b>	0,00	56,89	<b>21,47</b>	0,00	51,12	<b>19,29</b>	<b>21,25</b>	<b>33,65</b>	0,08	0,22
	C2	<b>331,89</b>	<b>179,26</b>	0,00	42,83	<b>16,16</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	<b>24,46</b>	<b>31,73</b>	0,07	0,20
	C3	<b>188,89</b>	<b>144,43</b>	0,00	39,98	<b>15,09</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	<b>17,80</b>	<b>22,52</b>	0,09	0,25
	C4	<b>330,34</b>	<b>177,8</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	0,00	63,07	<b>23,80</b>	<b>24,27</b>	<b>46,35</b>	0,08	0,26

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y		
PISO 2	A1	<b>185,47</b>	<b>141,01</b>	0,00	42,83	<b>16,16</b>	0,00	52,20	<b>19,70</b>	<b>21,61</b>	<b>23,13</b>	0,12	0,16
	A2	<b>325,74</b>	<b>173,47</b>	56,89	0,00	<b>21,47</b>	56,89	39,98	<b>36,55</b>	<b>37,17</b>	<b>38,49</b>	0,11	0,22
	A3	<b>325,38</b>	<b>173,13</b>	0,00	56,89	<b>21,47</b>	39,98	52,20	<b>34,78</b>	<b>35,94</b>	<b>38,80</b>	0,11	0,22
	A4	<b>322,31</b>	<b>170,23</b>	0,00	80,21	<b>30,27</b>	0,00	39,98	<b>15,09</b>	<b>26,75</b>	<b>38,77</b>	0,09	0,23
	B1	<b>190,3</b>	<b>145,83</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	<b>34,55</b>	<b>31,73</b>	0,19	0,22
	B2	<b>335,14</b>	<b>182,32</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	39,98	94,26	<b>50,66</b>	<b>51,11</b>	<b>40,20</b>	0,15	0,28
	B3	<b>332,88</b>	<b>180,19</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	39,98	76,50	<b>43,95</b>	<b>53,66</b>	<b>39,53</b>	0,16	0,24
	B4	<b>192,48</b>	<b>148,02</b>	39,98	52,20	<b>34,78</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	<b>42,18</b>	<b>32,17</b>	0,22	0,22
	C1	<b>254,45</b>	<b>156,1</b>	0,00	56,89	<b>21,47</b>	0,00	51,12	<b>19,29</b>	<b>23,31</b>	<b>34,35</b>	0,09	0,22
	C2	<b>328,83</b>	<b>176,38</b>	0,00	42,83	<b>16,16</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	<b>24,33</b>	<b>51,77</b>	0,07	0,29
	C3	<b>186,9</b>	<b>142,44</b>	0,00	39,98	<b>15,09</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	<b>20,73</b>	<b>32,31</b>	0,11	0,26
	C4	<b>327,64</b>	<b>175,25</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	0,00	63,07	<b>23,80</b>	<b>24,01</b>	<b>32,26</b>	0,08	0,18

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y		
PISO 3	A1	<u>183,87</u>	<u>139,4</u>	0,00	42,83	<u>16,16</u>	0,00	52,20	<u>19,70</u>	<b>19,23</b>	<b>20,60</b>	0,10	0,15
	A2	<u>323,51</u>	<u>171,36</u>	56,89	0,00	<u>21,47</u>	56,89	39,98	<u>36,55</u>	<b>30,21</b>	<b>34,94</b>	0,09	0,21
	A3	<u>323,2</u>	<u>171,08</u>	0,00	56,89	<u>21,47</u>	39,98	52,20	<u>34,78</u>	<b>28,59</b>	<b>35,36</b>	0,09	0,21
	A4	<u>320,91</u>	<u>168,92</u>	0,00	80,21	<u>30,27</u>	0,00	39,98	<u>15,09</u>	<b>23,73</b>	<b>30,68</b>	0,09	0,18
	B1	<u>187,33</u>	<u>142,87</u>	39,98	56,89	<u>36,55</u>	0,00	71,73	<u>27,07</u>	<b>31,98</b>	<b>29,20</b>	0,20	0,20
	B2	<u>330,47</u>	<u>177,92</u>	39,98	56,89	<u>36,55</u>	39,98	94,26	<u>50,66</u>	<b>42,96</b>	<b>36,80</b>	0,13	0,28
	B3	<u>328,79</u>	<u>176,34</u>	39,98	56,89	<u>36,55</u>	39,98	76,50	<u>43,95</u>	<b>45,14</b>	<b>36,22</b>	0,14	0,25
	B4	<u>189,08</u>	<u>144,61</u>	39,98	52,20	<u>34,78</u>	0,00	71,73	<u>27,07</u>	<b>38,30</b>	<b>24,40</b>	0,20	0,19
	C1	<u>252,6</u>	<u>154,32</u>	0,00	56,89	<u>21,47</u>	0,00	51,12	<u>19,29</u>	<b>22,06</b>	<b>29,97</b>	0,09	0,19
	C2	<u>325,75</u>	<u>173,48</u>	0,00	42,83	<u>16,16</u>	39,98	56,89	<u>36,55</u>	<b>21,88</b>	<b>43,10</b>	0,07	0,25
	C3	<u>184,92</u>	<u>140,45</u>	0,00	39,98	<u>15,09</u>	39,98	56,89	<u>36,55</u>	<b>18,80</b>	<b>30,48</b>	0,10	0,26
	C4	<u>324,9</u>	<u>172,68</u>	0,00	71,73	<u>27,07</u>	0,00	63,07	<u>23,80</u>	<b>21,36</b>	<b>25,08</b>	0,08	0,15

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y		
PISO 4	A1	<b>182,25</b>	<b>137,78</b>	0,00	42,83	<b>16,16</b>	0,00	52,20	<b>19,70</b>	<b>14,63</b>	<b>16,24</b>	0,09	0,14
	A2	<b>321,24</b>	<b>169,22</b>	56,89	0,00	<b>21,47</b>	56,89	39,98	<b>36,55</b>	<b>23,34</b>	<b>27,36</b>	0,07	0,22
	A3	<b>321,01</b>	<b>169,01</b>	0,00	56,89	<b>21,47</b>	39,98	52,20	<b>34,78</b>	<b>22,00</b>	<b>27,41</b>	0,07	0,21
	A4	<b>319,48</b>	<b>167,57</b>	0,00	80,21	<b>30,27</b>	0,00	39,98	<b>15,09</b>	<b>18,47</b>	<b>24,42</b>	0,09	0,15
	B1	<b>184,42</b>	<b>139,95</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	<b>31,98</b>	<b>24,36</b>	0,20	0,19
	B2	<b>325,84</b>	<b>173,56</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	39,98	94,26	<b>50,66</b>	<b>42,96</b>	<b>29,07</b>	0,13	0,29
	B3	<b>324,73</b>	<b>172,51</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	39,98	76,50	<b>43,95</b>	<b>45,14</b>	<b>28,12</b>	0,14	0,25
	B4	<b>185,69</b>	<b>141,23</b>	39,98	52,20	<b>34,78</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	<b>38,30</b>	<b>18,82</b>	0,21	0,19
	C1	<b>250,73</b>	<b>152,52</b>	0,00	56,89	<b>21,47</b>	0,00	51,12	<b>19,29</b>	<b>18,26</b>	<b>25,15</b>	0,09	0,16
	C2	<b>322,65</b>	<b>170,56</b>	0,00	42,83	<b>16,16</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	<b>17,15</b>	<b>33,86</b>	0,05	0,21
	C3	<b>182,93</b>	<b>138,47</b>	0,00	39,98	<b>15,09</b>	39,98	56,89	<b>36,55</b>	<b>14,86</b>	<b>23,60</b>	0,08	0,26
	C4	<b>322,15</b>	<b>170,09</b>	0,00	71,73	<b>27,07</b>	0,00	63,07	<b>23,80</b>	<b>16,57</b>	<b>19,14</b>	0,08	0,14

## Anexo C

### Fuerzas resistentes y actuantes efectivas en vigas con reforzamiento

EJE	VIGAS	MOMENTO RESISTENTE (KN-m)											
		BORDE (-)			CENTRO (+)			BORDE (-)					
		As (mm <sup>2</sup> )	DIMENSION (mm)	MOMENTO (KN-m)	As (mm <sup>2</sup> )	DIMENSION (mm)	MOMENTO (KN.M)	As (mm <sup>2</sup> )	DIMENSION (mm)	MOMENTO (KN-m)			
A	V1-1	0	300	250	<u>0</u>	0	300	250	<u>0</u>	542	300	250	<u>52.2</u>
	1-2	542	300	250	<u>52.2</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
	2-3	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	542	300	250	<u>52.2</u>
	3-4	542	300	250	<u>52.2</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	400	300	250	<u>39.98</u>
B	V2-1	0	300	250	<u>0</u>	0	300	250	<u>0</u>	800	300	250	<u>71.73</u>
	1-2	800	300	250	<u>71.73</u>	600	300	250	<u>56.89</u>	1180	300	250	<u>94.26</u>
	2-3	1180	300	250	<u>94.26</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	871	300	250	<u>76.5</u>
	3-4	871	300	250	<u>76.5</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	800	300	250	<u>71.73</u>
	4-V3	800	300	250	<u>71.73</u>	0	300	250	<u>0</u>	0	300	250	<u>0</u>
C	1-2	529	300	250	<u>51.12</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
	2-3	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
	3-4	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	680	300	250	<u>63.07</u>
	4-V4	680	300	250	<u>63.07</u>	0	300	250	<u>0</u>	0	300	250	<u>0</u>
1	A-B	432	300	250	<u>42.83</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
	B-C	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
MED 1-2	A-B	400	200	250	<u>37.92</u>	400	200	250	<u>37.92</u>	400	200	250	<u>37.92</u>
	B-C	400	200	250	<u>37.92</u>	400	200	250	<u>37.92</u>	400	200	250	<u>37.92</u>
2	A-B	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
	B-C	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	432	300	250	<u>42.83</u>
3	A-B	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	600	300	250	<u>56.89</u>
	B-C	600	300	250	<u>56.89</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	400	300	250	<u>39.98</u>
4	A-B	929	300	250	<u>80.21</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	471	300	250	<u>46.22</u>
	B-C	542	300	250	<u>52.2</u>	400	300	250	<u>39.98</u>	800	300	250	<u>71.73</u>

		CORTANTE RESISTENTE (KN)																		
EJE	VIGAS	BORDE (i)					CENTRO (+)					BORDE (j)								
		Ø	No. de Ramas	S (mm)	DIMENSION (mm)	CORTANTE (KN)	Ø	No. de Ramas	S (mm)	DIMENSION (mm)	CORTANTE (KN)	Ø	No. de Ramas	S (mm)	DIMENSION (mm)	CORTANTE (KN)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1, 2, 3, 4 Y 5	A	V1-1	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
	B	V2-1	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		4-V3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
	C	1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>
4-V4		3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	
1	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
MED 1-2	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
2	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
3	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
4	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	

EJE		VIGAS		MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE(MODELO) (KN.m)			INDICE		
				BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE
				MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	BORDE	CENTRO	BORDE
A	V1-1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>52,2</u>			<b>6,19</b>			0,12		
	1-2	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>24,64</b>	<b>14,70</b>	<b>27,04</b>	0,47	0,37	0,48		
	2-3	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>52,2</u>	<b>20,45</b>	<b>9,26</b>	<b>18,60</b>	0,36	0,23	0,36		
	3-4	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>39,98</u>	<b>27,58</b>	<b>8,52</b>	<b>39,00</b>	0,53	0,21	0,98		
B	V2-1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>71,73</u>			<b>6,48</b>			0,09		
	1-2	<u>71,73</u>	<u>56,89</u>	<u>94,26</u>	<b>37,09</b>	<b>25,79</b>	<b>45,34</b>	0,52	0,45	0,48		
	2-3	<u>94,26</u>	<u>39,98</u>	<u>76,5</u>	<b>37,48</b>	<b>19,85</b>	<b>35,03</b>	0,40	0,50	0,46		
	3-4	<u>76,5</u>	<u>39,98</u>	<u>71,73</u>	<b>32,20</b>	<b>16,94</b>	<b>29,27</b>	0,42	0,42	0,41		
	4-V3	<u>71,73</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<b>28,30</b>			0,39				
C	1-2	<u>51,12</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>22,40</b>	<b>7,16</b>	<b>31,35</b>	0,44	0,18	0,55		
	2-3	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>23,23</b>	<b>11,25</b>	<b>21,74</b>	0,41	0,28	0,38		
	3-4	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>63,07</u>	<b>21,30</b>	<b>10,56</b>	<b>22,25</b>	0,37	0,26	0,35		
	4-V4	<u>63,07</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<b>22,68</b>			0,36				
1	A-B	<u>42,83</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>25,39</b>	<b>5,85</b>	<b>36,24</b>	0,59	0,15	0,64		
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>32,97</b>	<b>6,44</b>	<b>27,10</b>	0,58	0,16	0,48		
MED 1-2	A-B	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<b>5,72</b>	<b>1,09</b>	<b>4,37</b>	0,15	0,03	0,12		
	B-C	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<b>2,75</b>	<b>5,70</b>	<b>13,93</b>	0,07	0,15	0,37		
2	A-B	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>20,85</b>	<b>5,55</b>	<b>16,81</b>	0,37	0,14	0,30		
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>42,83</u>	<b>13,99</b>	<b>2,93</b>	<b>17,09</b>	0,25	0,07	0,40		
3	A-B	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>20,25</b>	<b>4,64</b>	<b>18,67</b>	0,36	0,12	0,33		
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>39,98</u>	<b>16,68</b>	<b>7,62</b>	<b>18,69</b>	0,29	0,19	0,47		
4	A-B	<u>80,21</u>	<u>39,98</u>	<u>46,22</u>	<b>24,83</b>	<b>3,03</b>	<b>24,44</b>	0,31	0,08	0,53		
	B-C	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>71,73</u>	<b>44,61</b>	<b>4,56</b>	<b>33,78</b>	0,85	0,11	0,47		

EJE		VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE		
			BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE
			MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)			
A	V1-1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>52,2</u>			<b>6,28</b>			0,12	
	1-2	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>25,79</b>	<b>14,29</b>	<b>27,74</b>	0,49	0,36	0,49	
	2-3	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>52,2</u>	<b>21,11</b>	<b>14,29</b>	<b>27,74</b>	0,37	0,36	0,53	
	3-4	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>39,98</u>	<b>28,19</b>	<b>9,29</b>	<b>44,95</b>	0,54	0,23	1,12	
B	V2-1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>71,73</u>			<b>7,03</b>			0,10	
	1-2	<u>71,73</u>	<u>56,89</u>	<u>94,26</u>	<b>40,44</b>	<b>25,43</b>	<b>45,65</b>	0,56	0,45	0,48	
	2-3	<u>94,26</u>	<u>39,98</u>	<u>76,5</u>	<b>37,94</b>	<b>19,80</b>	<b>36,25</b>	0,40	0,50	0,47	
	3-4	<u>76,5</u>	<u>39,98</u>	<u>71,73</u>	<b>32,23</b>	<b>17,06</b>	<b>30,99</b>	0,42	0,43	0,43	
	4-V3	<u>71,73</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<b>28,39</b>			0,40			
C	1-2	<u>51,12</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>24,63</b>	<b>7,43</b>	<b>36,75</b>	0,48	0,19	0,65	
	2-3	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>25,07</b>	<b>11,38</b>	<b>22,57</b>	0,44	0,28	0,40	
	3-4	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>63,07</u>	<b>21,67</b>	<b>10,65</b>	<b>23,74</b>	0,38	0,27	0,38	
	4-V4	<u>63,07</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<b>22,59</b>			0,36			
1	A-B	<u>42,83</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>28,16</b>	<b>5,99</b>	<b>39,55</b>	0,66	0,15	0,70	
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>36,50</b>	<b>7,16</b>	<b>30,23</b>	0,64	0,18	0,53	
MED 1-2	A-B	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<b>6,12</b>	<b>1,06</b>	<b>4,43</b>	0,16	0,03	0,12	
	B-C	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<b>3,74</b>	<b>5,46</b>	<b>15,68</b>	0,10	0,14	0,41	
2	A-B	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>23,84</b>	<b>5,50</b>	<b>19,76</b>	0,42	0,14	0,35	
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>42,83</u>	<b>16,04</b>	<b>3,17</b>	<b>19,89</b>	0,28	0,08	0,46	
3	A-B	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>23,77</b>	<b>2,97</b>	<b>22,20</b>	0,42	0,07	0,39	
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>39,98</u>	<b>20,09</b>	<b>7,67</b>	<b>20,26</b>	0,35	0,19	0,51	
4	A-B	<u>80,21</u>	<u>39,98</u>	<u>46,22</u>	<b>29,07</b>	<b>3,67</b>	<b>28,83</b>	0,36	0,09	0,62	
	B-C	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>71,73</u>	<b>50,79</b>	<b>5,36</b>	<b>38,70</b>	0,97	0,13	0,54	

		MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE			
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE	
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)				
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 3, H= 7,95 mt	A	V1-1	0	0	52,2		7,14			0,14	
		1-2	52,2	39,98	56,89	26,46	14,48	28,78	0,51	0,36	0,51
		2-3	56,89	39,98	52,2	22,48	9,42	21,13	0,40	0,24	0,40
		3-4	52,2	39,98	39,98	29,64	9,92	49,38	0,57	0,25	1,24
	B	V2-1	0	0	71,73		7,10				0,10
		1-2	71,73	56,89	94,26	41,19	25,53	46,16	0,57	0,45	0,49
		2-3	94,26	39,98	76,5	39,04	19,95	37,40	0,41	0,50	0,49
		3-4	76,5	39,98	71,73	32,76	17,15	32,82	0,43	0,43	0,46
		4-V3	71,73	0	0	28,46			0,40		
	C	1-2	51,12	39,98	56,89	27,13	7,80	40,31	0,53	0,20	0,71
		2-3	56,89	39,98	56,89	27,02	11,55	23,69	0,47	0,29	0,42
		3-4	56,89	39,98	63,07	22,31	10,73	25,51	0,39	0,27	0,40
		4-V4	63,07	0	0	22,52			0,36		
	1	A-B	42,83	39,98	56,89	28,81	5,98	40,48	0,67	0,15	0,71
		B-C	56,89	39,98	56,89	37,70	7,17	31,09	0,66	0,18	0,55
	MED 1-2	A-B	37,92	37,92	37,92	6,27	1,10	4,60	0,17	0,03	0,12
		B-C	37,92	37,92	37,92	3,66	5,37	15,99	0,10	0,14	0,42
	2	A-B	56,89	39,98	56,89	25,78	2,89	24,18	0,45	0,07	0,43
		B-C	56,89	39,98	42,83	17,41	3,33	21,21	0,31	0,08	0,50
	3	A-B	56,89	39,98	56,89	27,78	3,25	24,18	0,49	0,08	0,43
		B-C	56,89	39,98	39,98	20,77	7,80	20,85	0,37	0,20	0,52
	4	A-B	80,21	39,98	46,22	31,34	3,94	31,43	0,39	0,10	0,68
		B-C	52,2	39,98	71,73	54,00	5,90	41,07	1,03	0,15	0,57

EJE		MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE		
		BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE
		MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)			
A	V1-1	0	0	52,2			5,93			0,11
	1-2	52,2	39,98	56,89	27,22	14,12	28,99	0,52	0,35	0,51
	2-3	56,89	39,98	52,2	22,68	9,49	22,40	0,40	0,24	0,43
	3-4	52,2	39,98	39,98	30,15	10,10	48,89	0,58	0,25	1,22
B	V2-1	0	0	71,73			6,89			0,10
	1-2	71,73	56,89	94,26	42,80	25,15	45,83	0,60	0,44	0,49
	2-3	94,26	39,98	76,5	38,97	20,09	38,19	0,41	0,50	0,50
	3-4	76,5	39,98	71,73	32,50	17,24	33,35	0,42	0,43	0,46
	4-V3	71,73	0	0	28,50			0,40		
C	1-2	51,12	39,98	56,89	27,21	7,86	40,06	0,53	0,20	0,70
	2-3	56,89	39,98	56,89	27,46	11,52	23,94	0,48	0,29	0,42
	3-4	56,89	39,98	63,07	22,52	10,80	25,90	0,40	0,27	0,41
	4-V4	63,07	0	0	22,48			0,36		
1	A-B	42,83	39,98	56,89	26,61	5,06	36,55	0,62	0,13	0,64
	B-C	56,89	39,98	56,89	34,42	5,87	29,16	0,61	0,15	0,51
MED 1	A-B	37,92	37,92	37,92	6,03	1,04	3,89	0,16	0,03	0,10
	B-C	37,92	37,92	37,92	3,40	5,52	15,77	0,09	0,15	0,42
2	A-B	56,89	39,98	56,89	24,51	5,80	20,51	0,43	0,15	0,36
	B-C	56,89	39,98	42,83	16,99	3,18	20,90	0,30	0,08	0,49
3	A-B	56,89	39,98	56,89	25,28	3,01	23,83	0,44	0,08	0,42
	B-C	56,89	39,98	39,98	19,94	7,54	20,24	0,35	0,19	0,51
4	A-B	80,21	39,98	46,22	30,79	3,80	30,34	0,38	0,10	0,66
	B-C	52,2	39,98	71,73	51,06	5,03	39,61	0,98	0,13	0,55

EJE		VIGAS	MOMENTO RESISTENTE EFECTIVO (KN-m)			MOMENTO ACTUANTE (KN.m)			INDICE		
			BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE (-)	CENTRO (+)	BORDE (-)	BORDE	CENTRO	BORDE
			MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN.M)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)	MOMENTO (KN-m)		
A	V1-1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>52,2</u>			<b>5,21</b>			0,10	
	1-2	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>22,31</b>	<b>15,29</b>	<b>27,01</b>	0,43	0,38	0,47	
	2-3	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>52,2</u>	<b>21,19</b>	<b>9,43</b>	<b>16,85</b>	0,37	0,24	0,32	
	3-4	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>39,98</u>	<b>21,06</b>	<b>7,00</b>	<b>40,52</b>	0,40	0,18	<b>1,01</b>	
B	V2-1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>71,73</u>			<b>6,36</b>			0,09	
	1-2	<u>71,73</u>	<u>56,89</u>	<u>94,26</u>	<b>36,43</b>	<b>28,82</b>	<b>43,54</b>	0,51	0,51	0,46	
	2-3	<u>94,26</u>	<u>39,98</u>	<u>76,5</u>	<b>37,32</b>	<b>19,70</b>	<b>33,96</b>	0,40	0,49	0,44	
	3-4	<u>76,5</u>	<u>39,98</u>	<u>71,73</u>	<b>29,80</b>	<b>16,83</b>	<b>31,42</b>	0,39	0,42	0,44	
	4-V3	<u>71,73</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<b>28,49</b>			0,40			
C	1-2	<u>51,12</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>21,43</b>	<b>5,30</b>	<b>31,00</b>	0,42	0,13	0,54	
	2-3	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>25,75</b>	<b>11,76</b>	<b>20,75</b>	0,45	0,29	0,36	
	3-4	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>63,07</u>	<b>18,11</b>	<b>10,80</b>	<b>24,16</b>	0,32	0,27	0,38	
	4-V4	<u>63,07</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<b>22,49</b>			0,36			
1	A-B	<u>42,83</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>17,87</b>	<b>4,64</b>	<b>29,03</b>	0,42	0,12	0,51	
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>27,29</b>	<b>5,38</b>	<b>20,80</b>	0,48	0,13	0,37	
MED 1-	A-B	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<b>5,10</b>	<b>0,98</b>	<b>3,99</b>	0,13	0,03	0,11	
	B-C	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<u>37,92</u>	<b>2,09</b>	<b>5,22</b>	<b>13,36</b>	0,06	0,14	0,35	
2	A-B	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>20,23</b>	<b>4,98</b>	<b>16,22</b>	0,36	0,12	0,29	
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>42,83</u>	<b>13,55</b>	<b>3,08</b>	<b>16,55</b>	0,24	0,08	0,39	
3	A-B	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>56,89</u>	<b>21,11</b>	<b>3,09</b>	<b>19,12</b>	0,37	0,08	0,34	
	B-C	<u>56,89</u>	<u>39,98</u>	<u>39,98</u>	<b>16,10</b>	<b>7,90</b>	<b>15,11</b>	0,28	0,20	0,38	
4	A-B	<u>80,21</u>	<u>39,98</u>	<u>46,22</u>	<b>24,82</b>	<b>2,78</b>	<b>26,65</b>	0,31	0,07	0,58	
	B-C	<u>52,2</u>	<u>39,98</u>	<u>71,73</u>	<b>43,19</b>	<b>5,97</b>	<b>29,58</b>	0,83	0,15	0,41	

Anexo D.

Índices de cortante post-reforzamiento en vigas

EJE	VIGAS	CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)								CORTANTE ACTUANTE (KN)			INDICE			
		BORDE (i)					CENTRO (+)	BORDE (j)		BORDE	CENTRO	BORDE				
		Ø	No. de Ramas	S (mm)	DIMENSION (mm)		CORTANTE (KN)	CORTANTE (KN)	CORTANTE (KN)							
PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1, 2, 3, 4 Y 5	A	V1-1	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	74,42	74,42	74,42	1,02	1,02	1,02
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	60,25	60,25	60,25	0,83	0,83	0,83
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	59,78	59,78	59,78	0,82	0,82	0,82
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	77,30	77,30	77,30	1,06	1,06	1,06
	B	V2-1	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	58,10	8,10	58,10	0,80	0,11	0,80
		1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	74,40	44,40	74,40	1,02	0,61	1,02
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	63,97	43,97	63,97	0,88	0,60	0,88
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	63,55	43,55	63,55	0,87	0,60	0,87
		4-V3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	71,53	26,70	71,53	0,98	0,37	0,98
	C	1-2	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	73,41	73,41	73,41	1,01	1,01	1,01
		2-3	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	71,19	71,19	71,19	0,98	0,98	0,98
		3-4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	72,30	72,30	72,30	0,99	0,99	0,99
		4-V4	3/8	2	150	300	250	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	<u>72,72</u>	72,58	72,58	72,58	1,00	1,00	1,00
	1	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	59,18	59,18	59,18	0,93	0,93	0,93
		B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	58,78	58,78	58,78	0,92	0,92	0,92
	MED 1-2	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	41,45	41,45	41,45	0,65	0,65	0,65
B-C		3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	37,33	37,33	37,33	0,59	0,59	0,59	
2	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	62,38	62,38	62,38	0,98	0,98	0,98	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	52,18	52,18	52,18	0,82	0,82	0,82	
3	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	60,94	60,94	60,94	0,96	0,96	0,96	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	49,37	49,37	49,37	0,77	0,77	0,77	
4	A-B	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	59,25	59,25	59,25	0,93	0,93	0,93	
	B-C	3/8	2	200	300	250	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	<u>63,74</u>	69,02	9,02	69,02	1,08	0,14	1,08	

## Anexo E

### Índices por flexo-compresión post-reforzamiento en columnas

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 1														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Índice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
A4	2	1	140,96	0,12	1,33	84,93	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,37	0,65
	2	2	134,05	0,21	1,40	81,32	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,38	
	2	3	113,52	10,02	19,13	62,36	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,65	
	2	4	579,10	31,46	5,91	10,63	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,55	
	2	5	151,99	10,11	19,57	62,68	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,61	
	2	6	617,58	31,56	6,35	11,38	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,60	
A3	1	1	284,82	2,29	2,01	41,22	749,88	804,62	774,95	-601,78	98,39	173,64	0,36	0,69
	1	2	291,74	2,41	2,10	40,99	749,88	804,62	774,81	-601,78	98,39	173,64	0,36	
	1	3	149,62	7,98	46,01	80,16	749,88	804,62	798,63	-601,78	98,39	173,64	0,62	
	1	4	20,48	19,96	14,83	36,62	749,88	804,62	772,15	-601,78	98,39	173,64	0,66	
	1	5	58,84	7,21	46,67	81,22	749,88	804,62	799,27	-601,78	98,39	173,64	0,69	
	1	6	111,27	19,19	15,50	38,93	749,88	804,62	773,55	-601,78	98,39	173,64	0,59	
A2	1	1	388,26	1,89	1,86	44,50	749,88	804,62	776,94	-601,78	98,39	173,64	0,29	0,63
	1	2	399,27	2,00	1,93	43,98	749,88	804,62	776,62	-601,78	98,39	173,64	0,28	
	1	3	259,89	6,24	46,31	82,33	749,88	804,62	799,95	-601,78	98,39	173,64	0,54	
	1	4	333,30	15,30	15,18	44,78	749,88	804,62	777,11	-601,78	98,39	173,64	0,41	
	1	5	135,14	5,60	46,92	83,20	749,88	804,62	800,48	-601,78	98,39	173,64	0,63	
	1	6	208,56	14,66	15,79	47,12	749,88	804,62	778,54	-601,78	98,39	173,64	0,50	
A1	4	1	270,91	3,32	0,05	0,90	804,62	749,88	804,07	-601,78	173,64	98,39	0,38	0,60
	4	2	279,31	3,63	0,12	1,83	804,62	749,88	803,50	-601,78	173,64	98,39	0,38	
	4	3	59,73	0,81	15,65	87,06	804,62	749,88	751,67	-601,78	173,64	98,39	0,57	
	4	4	178,72	4,37	5,70	52,54	804,62	749,88	772,66	-601,78	173,64	98,39	0,45	
	4	5	27,76	0,40	15,59	88,55	804,62	749,88	750,76	-601,78	173,64	98,39	0,60	
	4	6	91,23	5,57	5,64	45,40	804,62	749,88	777,00	-601,78	173,64	98,39	0,52	

PISO 1	B4	2	1	328,27	0,24	0,61	68,44	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31	0,89
		2	2	339,23	0,16	0,65	76,42	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,32	
		2	3	396,37	9,92	16,75	59,35	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,38	
		2	4	63,75	31,33	5,50	9,95	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,86	
		2	5	502,88	9,94	16,96	59,61	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,48	
		2	6	42,76	31,35	5,71	10,32	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,89	
	B3	1	1	652,45	0,80	3,07	75,45	749,88	804,62	795,76	-601,78	98,39	173,64	0,38	0,46
		1	2	694,79	0,82	3,28	75,96	749,88	804,62	796,08	-601,78	98,39	173,64	0,40	
		1	3	599,98	5,36	47,50	83,56	749,88	804,62	800,70	-601,78	98,39	173,64	0,35	
		1	4	615,14	15,11	14,65	44,12	749,88	804,62	776,71	-601,78	98,39	173,64	0,36	
		1	5	375,46	5,10	48,56	84,00	749,88	804,62	800,97	-601,78	98,39	173,64	0,46	
		1	6	390,62	14,85	15,72	46,62	749,88	804,62	778,23	-601,78	98,39	173,64	0,37	
	B2	1	1	728,29	2,09	0,71	18,79	749,88	804,62	761,30	-601,78	98,39	173,64	0,42	0,45
		1	2	778,54	2,26	0,69	17,05	749,88	804,62	760,24	2156,52	98,39	173,64	0,45	
		1	3	676,80	6,59	50,18	82,52	749,88	804,62	800,07	-601,78	98,39	173,64	0,39	
		1	4	702,48	16,00	17,24	47,14	749,88	804,62	778,55	-601,78	98,39	173,64	0,41	
		1	5	424,30	5,85	50,39	83,38	749,88	804,62	800,59	-601,78	98,39	173,64	0,44	
		1	6	449,99	15,26	17,44	48,83	749,88	804,62	779,57	-601,78	98,39	173,64	0,33	
	B1	4	1	171,60	4,87	0,09	1,00	804,62	749,88	804,01	-601,78	173,64	98,39	0,45	0,56
		4	2	177,95	5,42	0,11	1,12	804,62	749,88	803,94	-601,78	173,64	98,39	0,45	
		4	3	44,69	2,43	9,80	76,10	804,62	749,88	758,33	-601,78	173,64	98,39	0,56	
		4	4	85,67	2,93	3,60	50,87	804,62	749,88	773,68	-601,78	173,64	98,39	0,51	
		4	5	100,75	0,60	9,76	86,48	804,62	749,88	752,02	-601,78	173,64	98,39	0,51	
		4	6	29,61	4,75	3,56	36,82	804,62	749,88	782,22	-601,78	173,64	98,39	0,56	

PISO 1	C4	3	1	399,68	0,55	1,01	61,30	661,78	624,31	636,26	-495,94	120,17	85,35	0,29	0,72
		3	2	416,53	0,54	1,15	64,61	661,78	624,31	634,88	-495,94	120,17	85,35	0,30	
		3	3	138,71	10,07	22,12	65,52	661,78	624,31	634,50	-495,94	120,17	85,35	0,59	
		3	4	294,51	31,97	7,11	12,53	661,78	624,31	656,56	-495,94	120,17	85,35	0,48	
		3	5	6,85	10,23	22,52	65,56	661,78	624,31	634,49	-495,94	120,17	85,35	0,72	
		3	6	162,65	32,13	7,50	13,13	661,78	624,31	656,31	-495,94	120,17	85,35	0,59	
	C3	4	1	339,85	0,31	1,03	73,16	804,62	749,88	760,12	-601,78	173,64	98,39	0,31	0,49
		4	2	355,20	0,41	1,08	69,36	804,62	749,88	762,43	-601,78	173,64	98,39	0,30	
		4	3	273,38	2,98	13,37	77,45	804,62	749,88	757,51	-601,78	173,64	98,39	0,41	
		4	4	310,95	9,87	5,34	28,39	804,62	749,88	787,35	-601,78	173,64	98,39	0,37	
		4	5	160,61	3,13	13,03	76,50	804,62	749,88	758,09	-601,78	173,64	98,39	0,49	
		4	6	198,18	10,03	5,00	26,49	804,62	749,88	788,51	-601,78	173,64	98,39	0,45	
	C2	2	1	267,64	0,84	0,55	32,93	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,25	0,76
		2	2	276,80	0,88	0,53	30,89	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,26	
		2	3	33,12	11,72	19,42	58,88	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,76	
		2	4	446,65	34,48	7,15	11,71	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,47	
		2	5	53,86	11,44	19,27	59,29	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,73	
		2	6	533,63	34,20	6,99	11,56	450,18	450,18	450,18	1313,99	60,63	60,63	0,56	
	C1	4	1	130,71	0,93	0,80	40,80	804,62	749,88	779,80	-601,78	173,64	98,39	0,47	0,62
		4	2	136,53	1,23	0,86	35,13	804,62	749,88	783,25	-601,78	173,64	98,39	0,47	
		4	3	45,12	5,58	19,27	73,85	804,62	749,88	759,70	-601,78	173,64	98,39	0,62	
		4	4	33,09	19,58	7,53	21,03	804,62	749,88	791,83	-601,78	173,64	98,39	0,60	
		4	5	88,44	6,05	18,99	72,33	804,62	749,88	760,62	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	6	76,41	20,05	7,24	19,86	804,62	749,88	792,54	-601,78	173,64	98,39	0,57	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 2														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
A4	2	1	116,60	0,17	2,52	86,12	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,41	0,70
	2	2	111,46	0,11	2,61	87,63	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,41	
	2	3	42,00	6,94	18,96	69,90	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,70	
	2	4	314,99	21,21	5,30	14,02	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,39	
	2	5	74,19	6,93	19,78	70,70	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,67	
	2	6	347,18	21,20	6,12	16,09	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,36	
A3	1	1	227,25	7,09	3,48	26,16	749,88	804,62	765,79	-601,78	98,39	173,64	0,42	0,77
	1	2	232,91	7,51	3,59	25,52	749,88	804,62	765,40	-601,78	98,39	173,64	0,41	
	1	3	113,82	16,61	30,27	61,24	749,88	804,62	787,12	-601,78	98,39	173,64	0,63	
	1	4	31,06	36,44	8,42	13,01	749,88	804,62	757,79	-601,78	98,39	173,64	0,77	
	1	5	41,29	14,20	31,39	65,66	749,88	804,62	789,81	-601,78	98,39	173,64	0,67	
	1	6	103,58	34,03	9,54	15,66	749,88	804,62	759,40	-601,78	98,39	173,64	0,70	
A2	1	1	312,83	5,51	4,69	40,42	749,88	804,62	774,46	-601,78	98,39	173,64	0,35	0,60
	1	2	321,84	5,87	4,92	39,96	749,88	804,62	774,18	-601,78	98,39	173,64	0,35	
	1	3	205,49	10,53	30,34	70,85	749,88	804,62	792,97	-601,78	98,39	173,64	0,53	
	1	4	267,15	20,36	7,74	20,81	749,88	804,62	762,53	-601,78	98,39	173,64	0,47	
	1	5	104,89	8,64	31,91	74,86	749,88	804,62	795,41	-601,78	98,39	173,64	0,60	
	1	6	166,55	18,46	9,31	26,75	749,88	804,62	766,15	-601,78	98,39	173,64	0,53	
A1	4	1	214,77	9,24	0,21	1,33	804,62	749,88	803,81	-601,78	173,64	98,39	0,43	0,66
	4	2	221,33	10,07	0,38	2,18	804,62	749,88	803,29	-601,78	173,64	98,39	0,43	
	4	3	39,89	6,50	24,75	75,28	804,62	749,88	758,83	-601,78	173,64	98,39	0,66	
	4	4	138,09	1,67	9,14	79,67	804,62	749,88	756,16	-601,78	173,64	98,39	0,48	
	4	5	29,41	3,18	24,58	82,62	804,62	749,88	754,36	-601,78	173,64	98,39	0,66	
	4	6	68,79	1,66	8,97	79,54	804,62	749,88	756,24	-601,78	173,64	98,39	0,53	

PISO 2	B4	2	1	253,74	1,21	0,20	9,19	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,24	0,69
		2	2	261,60	0,87	0,20	12,91	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,25	
		2	3	102,42	5,70	10,48	61,47	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,51	
		2	4	117,18	19,54	3,56	10,34	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,59	
		2	5	184,36	5,85	10,54	60,97	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,42	
		2	6	35,24	19,70	3,63	10,43	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,69	
	B3	1	1	518,75	2,29	6,61	70,90	749,88	804,62	793,00	-601,78	98,39	173,64	0,30	0,48
		1	2	552,31	2,40	7,06	71,22	749,88	804,62	793,19	-601,78	98,39	173,64	0,32	
		1	3	475,04	7,74	36,19	77,94	749,88	804,62	797,28	-601,78	98,39	173,64	0,35	
		1	4	486,66	19,43	8,42	23,43	749,88	804,62	764,13	-601,78	98,39	173,64	0,30	
		1	5	296,59	6,97	38,48	79,73	749,88	804,62	798,37	-601,78	98,39	173,64	0,48	
		1	6	308,21	18,66	10,71	29,85	749,88	804,62	768,03	-601,78	98,39	173,64	0,43	
	B2	1	1	579,42	5,61	1,17	11,76	749,88	804,62	757,03	-601,78	98,39	173,64	0,34	0,48
		1	2	619,41	6,15	1,13	10,44	749,88	804,62	756,22	-601,78	98,39	173,64	0,36	
		1	3	537,17	10,80	43,46	76,05	749,88	804,62	796,13	-601,78	98,39	173,64	0,35	
		1	4	558,26	21,35	14,52	34,22	749,88	804,62	770,69	-601,78	98,39	173,64	0,32	
		1	5	336,27	8,76	43,79	78,69	749,88	804,62	797,74	-601,78	98,39	173,64	0,48	
		1	6	357,37	19,31	14,85	37,57	749,88	804,62	772,73	-601,78	98,39	173,64	0,41	
	B1	4	1	138,31	13,81	0,07	0,29	804,62	749,88	804,44	-601,78	173,64	98,39	0,50	0,58
		4	2	143,66	15,40	0,09	0,32	804,62	749,88	804,42	-601,78	173,64	98,39	0,50	
		4	3	49,36	11,69	5,07	23,47	804,62	749,88	790,34	-601,78	173,64	98,39	0,56	
		4	4	97,93	6,63	1,89	15,94	804,62	749,88	794,92	-601,78	173,64	98,39	0,51	
		4	5	4,03	6,50	5,04	37,79	804,62	749,88	781,63	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	6	52,60	1,45	1,86	52,14	804,62	749,88	772,90	-601,78	173,64	98,39	0,53	

PISO 2	C4	3	1	317,24	3,73	1,82	26,02	661,78	624,31	650,95	-495,94	120,17	85,35	0,30	0,77
		3	2	330,51	3,77	2,12	29,35	661,78	624,31	649,56	-495,94	120,17	85,35	0,29	
		3	3	98,16	3,65	28,99	82,82	661,78	624,31	627,30	-495,94	120,17	85,35	0,67	
		3	4	229,22	17,74	8,98	26,85	661,78	624,31	650,60	-495,94	120,17	85,35	0,46	
		3	5	6,44	4,81	29,74	80,81	661,78	624,31	628,13	-495,94	120,17	85,35	0,77	
		3	6	124,62	18,90	9,72	27,22	661,78	624,31	650,45	-495,94	120,17	85,35	0,56	
	C3	4	1	270,84	1,32	3,50	69,28	804,62	749,88	762,48	-601,78	173,64	98,39	0,37	0,53
		4	2	283,10	1,60	3,67	66,39	804,62	749,88	764,24	-601,78	173,64	98,39	0,36	
		4	3	214,98	3,64	16,98	77,89	804,62	749,88	757,24	-601,78	173,64	98,39	0,47	
		4	4	246,79	13,99	8,16	30,26	804,62	749,88	786,21	-601,78	173,64	98,39	0,44	
		4	5	125,10	4,22	15,82	75,06	804,62	749,88	758,96	-601,78	173,64	98,39	0,53	
		4	6	156,91	14,57	7,00	25,65	804,62	749,88	789,02	-601,78	173,64	98,39	0,50	
	C2	2	1	210,45	0,12	2,00	86,68	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,29	0,74
		2	2	218,00	0,15	1,96	85,59	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,28	
		2	3	73,14	7,62	18,56	67,67	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,66	
		2	4	204,66	23,27	7,72	18,35	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,58	
		2	5	4,54	7,56	17,97	67,18	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,74	
		2	6	273,26	23,21	7,14	17,09	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,49	
	C1	4	1	103,09	3,46	2,16	31,97	804,62	749,88	785,17	-601,78	173,64	98,39	0,50	0,67
		4	2	107,08	4,34	2,32	28,14	804,62	749,88	787,50	-601,78	173,64	98,39	0,50	
		4	3	44,47	3,72	26,49	82,00	804,62	749,88	754,74	-601,78	173,64	98,39	0,67	
		4	4	37,57	19,75	11,23	29,61	804,62	749,88	786,61	-601,78	173,64	98,39	0,62	
		4	5	78,25	5,32	25,73	78,33	804,62	749,88	756,98	-601,78	173,64	98,39	0,64	
		4	6	71,35	21,35	10,47	26,13	804,62	749,88	788,72	-601,78	173,64	98,39	0,59	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 3														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
A4	2	1	89,19	0,25	2,79	84,88	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,44	0,69
	2	2	85,74	0,21	2,91	85,80	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,44	
	2	3	7,00	4,16	16,94	76,20	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,69	
	2	4	124,06	12,58	4,59	20,06	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,50	
	2	5	17,92	4,11	17,86	77,05	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,69	
	2	6	148,98	12,52	5,52	23,78	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,48	
A3	1	1	170,19	7,19	3,99	29,02	749,88	804,62	767,53	-601,78	98,39	173,64	0,46	0,81
	1	2	174,49	7,57	4,16	28,80	749,88	804,62	767,39	-601,78	98,39	173,64	0,46	
	1	3	86,69	18,14	19,38	46,89	749,88	804,62	778,40	-601,78	98,39	173,64	0,62	
	1	4	21,00	40,98	4,42	6,16	749,88	804,62	753,62	-601,78	98,39	173,64	0,81	
	1	5	32,34	15,72	20,69	52,79	749,88	804,62	781,98	-601,78	98,39	173,64	0,65	
	1	6	75,36	38,56	5,74	8,47	749,88	804,62	755,03	-601,78	98,39	173,64	0,75	
A2	1	1	236,15	4,89	4,99	45,61	749,88	804,62	777,62	-601,78	98,39	173,64	0,41	0,58
	1	2	243,07	5,18	5,28	45,52	749,88	804,62	777,56	-601,78	98,39	173,64	0,40	
	1	3	157,50	10,22	19,41	62,23	749,88	804,62	787,72	-601,78	98,39	173,64	0,52	
	1	4	202,53	20,63	3,66	10,05	749,88	804,62	755,99	-601,78	98,39	173,64	0,51	
	1	5	81,49	8,55	21,11	67,94	749,88	804,62	791,20	-601,78	98,39	173,64	0,58	
	1	6	126,52	18,96	5,35	15,76	749,88	804,62	759,46	-601,78	98,39	173,64	0,55	
A1	4	1	159,86	8,01	0,86	6,13	804,62	749,88	800,89	-601,78	173,64	98,39	0,47	0,68
	4	2	164,70	8,74	1,08	7,02	804,62	749,88	800,35	-601,78	173,64	98,39	0,47	
	4	3	34,60	5,20	25,85	78,63	804,62	749,88	756,79	-601,78	173,64	98,39	0,67	
	4	4	104,23	0,49	9,97	87,22	804,62	749,88	751,57	-601,78	173,64	98,39	0,51	
	4	5	16,95	2,32	25,46	84,80	804,62	749,88	753,04	-601,78	173,64	98,39	0,68	
	4	6	52,68	2,40	9,58	75,93	804,62	749,88	758,43	-601,78	173,64	98,39	0,55	

PISO 3	B4	2	1	186,90	0,64	0,01	1,07	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31	0,58
		2	2	192,62	0,30	0,00	0,19	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,31	
		2	3	64,37	4,91	5,57	48,64	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,51	
		2	4	129,38	14,92	1,96	7,49	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,51	
		2	5	4,06	4,89	5,57	48,74	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,58	
		2	6	69,07	14,90	1,96	7,48	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,58	
	B3	1	1	387,31	2,64	6,71	68,52	749,88	804,62	791,55	-601,78	98,39	173,64	0,30	0,51
		1	2	412,31	2,79	7,17	68,76	749,88	804,62	791,70	-601,78	98,39	173,64	0,29	
		1	3	355,18	8,52	27,96	73,05	749,88	804,62	794,31	-601,78	98,39	173,64	0,40	
		1	4	362,45	21,05	5,57	14,83	749,88	804,62	758,89	-601,78	98,39	173,64	0,40	
		1	5	221,98	7,63	30,28	75,86	749,88	804,62	796,02	-601,78	98,39	173,64	0,51	
		1	6	229,25	20,16	7,90	21,39	749,88	804,62	762,89	-601,78	98,39	173,64	0,49	
	B2	1	1	433,21	4,71	1,38	16,32	749,88	804,62	759,80	-601,78	98,39	173,64	0,25	0,51
		1	2	463,02	5,23	1,40	14,98	749,88	804,62	758,99	-601,78	98,39	173,64	0,27	
		1	3	402,66	10,22	34,90	73,68	749,88	804,62	794,69	-601,78	98,39	173,64	0,40	
		1	4	417,60	21,23	11,36	28,15	749,88	804,62	767,00	-601,78	98,39	173,64	0,37	
		1	5	252,52	8,46	35,33	76,53	749,88	804,62	796,42	-601,78	98,39	173,64	0,51	
		1	6	267,46	19,47	11,79	31,19	749,88	804,62	768,85	-601,78	98,39	173,64	0,47	
	B1	4	1	103,76	11,95	0,06	0,30	804,62	749,88	804,43	-601,78	173,64	98,39	0,52	0,55
		4	2	107,73	13,41	0,07	0,29	804,62	749,88	804,44	-601,78	173,64	98,39	0,52	
		4	3	75,37	10,08	2,32	12,95	804,62	749,88	796,74	-601,78	173,64	98,39	0,53	
		4	4	86,12	5,52	0,89	9,19	804,62	749,88	799,03	-601,78	173,64	98,39	0,52	
		4	5	41,39	5,54	2,29	22,50	804,62	749,88	790,93	-601,78	173,64	98,39	0,55	
		4	6	52,14	0,98	0,87	41,69	804,62	749,88	779,26	-601,78	173,64	98,39	0,53	

PISO 3	C4	3	1	236,80	2,97	2,70	42,27	661,78	624,31	644,18	-495,94	120,17	85,35	0,37	0,77
		3	2	246,65	2,98	3,05	45,62	661,78	624,31	642,79	-495,94	120,17	85,35	0,36	
		3	3	76,52	3,24	28,72	83,57	661,78	624,31	626,99	-495,94	120,17	85,35	0,69	
		3	4	172,27	13,58	8,37	31,63	661,78	624,31	648,61	-495,94	120,17	85,35	0,48	
		3	5	1,53	4,15	29,76	82,07	661,78	624,31	627,61	-495,94	120,17	85,35	0,77	
		3	6	94,23	14,49	9,40	32,97	661,78	624,31	648,05	-495,94	120,17	85,35	0,56	
	C3	4	1	202,45	1,07	3,08	70,89	804,62	749,88	761,50	-601,78	173,64	98,39	0,42	0,55
		4	2	211,62	1,31	3,25	68,08	804,62	749,88	763,21	-601,78	173,64	98,39	0,41	
		4	3	161,17	4,80	15,83	73,13	804,62	749,88	760,14	-601,78	173,64	98,39	0,51	
		4	4	184,63	16,64	7,50	24,27	804,62	749,88	789,86	-601,78	173,64	98,39	0,49	
		4	5	93,98	5,27	14,78	70,37	804,62	749,88	761,82	-601,78	173,64	98,39	0,55	
		4	6	117,43	17,12	6,46	20,68	804,62	749,88	792,04	-601,78	173,64	98,39	0,53	
	C2	2	1	154,38	0,32	2,20	81,81	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,36	0,64
		2	2	159,77	0,29	2,22	82,58	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,35	
		2	3	89,73	4,30	15,30	74,31	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,57	
		2	4	36,96	13,56	6,82	26,72	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,64	
		2	5	39,50	4,38	14,62	73,33	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,63	
		2	6	87,20	13,64	6,14	24,25	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,57	
	C1	4	1	74,68	2,73	2,42	41,54	804,62	749,88	779,35	-601,78	173,64	98,39	0,52	0,67
		4	2	76,70	3,49	2,65	37,19	804,62	749,88	782,00	-601,78	173,64	98,39	0,52	
		4	3	33,24	4,86	26,23	79,50	804,62	749,88	756,26	-601,78	173,64	98,39	0,67	
		4	4	31,84	21,69	11,55	28,04	804,62	749,88	787,56	-601,78	173,64	98,39	0,63	
		4	5	57,17	6,17	25,35	76,33	804,62	749,88	758,19	-601,78	173,64	98,39	0,65	
		4	6	55,77	22,99	10,67	24,90	804,62	749,88	789,47	-601,78	173,64	98,39	0,61	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL PISO 4														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados				Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)	Poe (Kn)	Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
A4	2	1	61,53	0,32	2,93	83,78	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,47	0,64
	2	2	59,73	0,31	3,07	84,22	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,48	
	2	3	29,86	2,28	13,30	80,28	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,61	
	2	4	9,71	6,39	3,31	27,41	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,57	
	2	5	12,31	2,19	14,28	81,30	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,64	
	2	6	27,26	6,30	4,29	34,27	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,56	
A3	1	1	113,49	7,59	4,25	29,25	749,88	804,62	767,67	-601,78	98,39	173,64	0,50	0,81
	1	2	116,37	7,98	4,47	29,22	749,88	804,62	767,65	-601,78	98,39	173,64	0,50	
	1	3	61,25	17,97	9,98	29,04	749,88	804,62	767,54	-601,78	98,39	173,64	0,61	
	1	4	6,51	39,72	1,26	1,82	749,88	804,62	750,98	-601,78	98,39	173,64	0,81	
	1	5	24,99	15,42	11,40	36,49	749,88	804,62	772,07	-601,78	98,39	173,64	0,62	
	1	6	42,77	37,17	2,69	4,14	749,88	804,62	752,39	-601,78	98,39	173,64	0,76	
A2	1	1	158,26	4,85	5,25	47,26	749,88	804,62	778,62	-601,78	98,39	173,64	0,47	0,57
	1	2	162,96	5,14	5,60	47,41	749,88	804,62	778,72	-601,78	98,39	173,64	0,46	
	1	3	109,16	9,73	9,62	44,67	749,88	804,62	777,05	-601,78	98,39	173,64	0,53	
	1	4	137,05	19,20	0,01	0,02	749,88	804,62	749,89	-601,78	98,39	173,64	0,54	
	1	5	58,18	8,08	11,43	54,75	749,88	804,62	783,18	-601,78	98,39	173,64	0,56	
	1	6	86,07	17,55	1,82	5,91	749,88	804,62	753,47	-601,78	98,39	173,64	0,57	
A1	4	1	106,03	7,83	1,18	8,55	804,62	749,88	799,42	-601,78	173,64	98,39	0,51	0,66
	4	2	109,24	8,54	1,41	9,36	804,62	749,88	798,92	-601,78	173,64	98,39	0,51	
	4	3	30,46	5,34	22,43	76,62	804,62	749,88	758,02	-601,78	173,64	98,39	0,65	
	4	4	71,87	1,33	8,94	81,55	804,62	749,88	755,02	-601,78	173,64	98,39	0,53	
	4	5	3,73	2,52	21,93	83,45	804,62	749,88	753,86	-601,78	173,64	98,39	0,66	
	4	6	37,67	1,49	8,44	79,98	804,62	749,88	755,97	-601,78	173,64	98,39	0,55	

PISO 4	B4	2	1	123,30	0,43	0,08	10,28	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,39	0,55
		2	2	127,23	0,07	0,09	54,76	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,38	
		2	3	34,50	3,77	2,42	32,73	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,52	
		2	4	82,91	9,92	0,91	5,21	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,51	
		2	5	5,38	3,67	2,39	33,06	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,55	
		2	6	43,03	9,82	0,87	5,07	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,55	
	B3	1	1	257,46	2,91	6,91	67,20	749,88	804,62	790,75	-601,78	98,39	173,64	0,40	0,53
		1	2	274,04	3,08	7,40	67,40	749,88	804,62	790,87	-601,78	98,39	173,64	0,39	
		1	3	237,19	8,27	17,95	65,26	749,88	804,62	789,57	-601,78	98,39	173,64	0,45	
		1	4	240,76	19,67	2,12	6,14	749,88	804,62	753,61	-601,78	98,39	173,64	0,47	
		1	5	148,66	7,28	20,36	70,32	749,88	804,62	792,64	-601,78	98,39	173,64	0,52	
		1	6	152,24	18,68	4,52	13,61	749,88	804,62	758,15	-601,78	98,39	173,64	0,53	
	B2	1	1	288,75	4,30	1,38	17,81	749,88	804,62	760,71	-601,78	98,39	173,64	0,36	0,52
		1	2	308,56	4,77	1,42	16,62	749,88	804,62	759,99	-601,78	98,39	173,64	0,34	
		1	3	269,97	9,30	24,74	69,40	749,88	804,62	792,09	-601,78	98,39	173,64	0,46	
		1	4	278,79	19,25	7,83	22,12	749,88	804,62	763,33	-601,78	98,39	173,64	0,45	
		1	5	169,93	7,70	25,19	73,00	749,88	804,62	794,28	-601,78	98,39	173,64	0,52	
		1	6	178,76	17,66	8,27	25,11	749,88	804,62	765,15	-601,78	98,39	173,64	0,52	
	B1	4	1	68,82	11,87	0,06	0,27	804,62	749,88	804,45	-601,78	173,64	98,39	0,54	0,58
		4	2	71,25	13,31	0,05	0,23	804,62	749,88	804,48	-601,78	173,64	98,39	0,54	
		4	3	25,33	10,31	0,95	5,26	804,62	749,88	801,42	-601,78	173,64	98,39	0,57	
		4	4	51,44	6,42	0,37	3,32	804,62	749,88	802,59	-601,78	173,64	98,39	0,54	
		4	5	2,92	5,81	0,93	9,12	804,62	749,88	799,07	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	6	29,03	1,92	0,36	10,52	804,62	749,88	798,22	-601,78	173,64	98,39	0,55	

PISO 4	C4	3	1	157,52	2,83	3,03	46,90	661,78	624,31	642,26	-495,94	120,17	85,35	0,44	0,71
		3	2	164,04	2,84	3,40	50,16	661,78	624,31	640,90	-495,94	120,17	85,35	0,43	
		3	3	58,04	1,84	23,72	85,57	661,78	624,31	626,15	-495,94	120,17	85,35	0,65	
		3	4	117,29	8,22	6,43	38,05	661,78	624,31	645,94	-495,94	120,17	85,35	0,50	
		3	5	6,14	2,70	24,87	83,80	661,78	624,31	626,89	-495,94	120,17	85,35	0,71	
		3	6	65,39	9,08	7,59	39,88	661,78	624,31	645,18	-495,94	120,17	85,35	0,56	
	C3	4	1	134,62	1,03	3,05	71,37	804,62	749,88	761,21	-601,78	173,64	98,39	0,47	0,56
		4	2	140,72	1,26	3,22	68,64	804,62	749,88	762,87	-601,78	173,64	98,39	0,46	
		4	3	108,65	4,75	13,46	70,55	804,62	749,88	761,70	-601,78	173,64	98,39	0,53	
		4	4	123,26	16,08	6,66	22,49	804,62	749,88	790,94	-601,78	173,64	98,39	0,53	
		4	5	63,97	5,21	12,42	67,25	804,62	749,88	763,71	-601,78	173,64	98,39	0,56	
		4	6	78,58	16,54	5,62	18,78	804,62	749,88	793,19	-601,78	173,64	98,39	0,56	
	C2	2	1	101,86	0,54	2,40	77,28	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,42	0,59
		2	2	105,19	0,53	2,43	77,82	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,42	
		2	3	80,35	1,92	12,10	80,97	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,53	
		2	4	41,58	6,46	5,95	42,64	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,55	
		2	5	47,35	2,08	11,35	79,63	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,57	
		2	6	8,57	6,62	5,20	38,17	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,59	
	C1	4	1	45,88	2,97	2,59	41,13	804,62	749,88	779,60	-601,78	173,64	98,39	0,54	0,65
		4	2	45,87	3,77	2,84	36,94	804,62	749,88	782,15	-601,78	173,64	98,39	0,54	
		4	3	21,31	3,81	22,53	80,41	804,62	749,88	755,71	-601,78	173,64	98,39	0,65	
		4	4	23,24	18,93	10,49	29,00	804,62	749,88	786,98	-601,78	173,64	98,39	0,62	
		4	5	35,23	5,21	21,59	76,43	804,62	749,88	758,13	-601,78	173,64	98,39	0,64	
		4	6	37,16	20,34	9,55	25,16	804,62	749,88	789,31	-601,78	173,64	98,39	0,61	

MOMENTO Y CARGAS AXIALES RESISTENTE EFECTIVAS (KN-m y KN) - PLANTA ESTRUCTURAL CUBIERTA														
EJE	TIPO	COMBOS	Pu (Kn)	Mu		α	Pbalanceados			Poe (Kn)	Mbalanceados		Indice	
				Mux (Kn-m)	Muy (Kn-m)		Pbxe (Kn)	Pbye (Kn)	Pbe (Kn)		Mbxe (Kn)	Mbye (Kn)		
A4	2	1	28,47	0,64	3,89	80,71	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,52	0,64
	2	2	27,56	0,69	4,10	80,49	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,52	
	2	3	14,78	1,68	12,14	82,10	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,61	
	2	4	1,48	3,06	2,51	39,41	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,55	
	2	5	6,71	1,46	13,45	83,81	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,64	
	2	6	9,55	2,83	3,83	53,49	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,55	
A3	1	1	57,28	9,60	5,82	31,25	749,88	804,62	768,88	-601,78	98,39	173,64	0,56	0,85
	1	2	58,74	10,12	6,17	31,39	749,88	804,62	768,97	-601,78	98,39	173,64	0,56	
	1	3	34,27	20,67	4,28	11,69	749,88	804,62	756,99	-601,78	98,39	173,64	0,63	
	1	4	4,77	43,85	0,95	1,23	749,88	804,62	750,63	-601,78	98,39	173,64	0,85	
	1	5	15,97	17,43	6,26	19,77	749,88	804,62	761,90	-601,78	98,39	173,64	0,63	
	1	6	13,53	40,61	1,04	1,47	749,88	804,62	750,77	-601,78	98,39	173,64	0,81	
A2	1	1	79,85	6,35	7,24	48,76	749,88	804,62	779,54	-601,78	98,39	173,64	0,53	0,61
	1	2	82,28	6,75	7,78	49,06	749,88	804,62	779,71	-601,78	98,39	173,64	0,53	
	1	3	58,07	11,59	3,41	16,38	749,88	804,62	759,84	-601,78	98,39	173,64	0,56	
	1	4	70,33	21,74	3,48	9,10	749,88	804,62	755,41	-601,78	98,39	173,64	0,61	
	1	5	32,31	9,41	5,94	32,25	749,88	804,62	769,49	-601,78	98,39	173,64	0,57	
	1	6	44,57	19,56	0,95	2,78	749,88	804,62	751,57	-601,78	98,39	173,64	0,61	
A1	4	1	52,74	10,04	1,66	9,38	804,62	749,88	798,91	-601,78	173,64	98,39	0,55	0,65
	4	2	54,35	10,94	1,94	10,03	804,62	749,88	798,51	-601,78	173,64	98,39	0,55	
	4	3	21,12	7,42	21,38	70,85	804,62	749,88	761,52	-601,78	173,64	98,39	0,65	
	4	4	38,22	3,32	8,89	69,52	804,62	749,88	762,33	-601,78	173,64	98,39	0,56	
	4	5	4,11	3,81	20,71	79,57	804,62	749,88	756,22	-601,78	173,64	98,39	0,65	
	4	6	21,20	0,30	8,21	87,94	804,62	749,88	751,13	-601,78	173,64	98,39	0,56	

CUBIERTA	B4	2	1	64,48	0,28	0,21	36,67	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,46	0,56
		2	2	66,92	0,23	0,23	44,38	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,46	
		2	3	17,06	3,69	1,64	23,99	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,53	
		2	4	32,89	7,53	0,71	5,39	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,54	
		2	5	38,15	3,45	1,57	24,41	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,51	
		2	6	11,79	7,29	0,64	4,98	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,56	
	B3	1	1	128,80	3,90	9,20	67,04	749,88	804,62	790,65	-601,78	98,39	173,64	0,50	0,60
		1	2	137,09	4,15	9,89	67,25	749,88	804,62	790,78	-601,78	98,39	173,64	0,49	
		1	3	119,24	9,74	12,36	51,77	749,88	804,62	781,36	-601,78	98,39	173,64	0,53	
		1	4	120,49	22,13	0,89	2,29	749,88	804,62	751,27	-601,78	98,39	173,64	0,57	
		1	5	74,96	8,40	15,59	61,67	749,88	804,62	787,39	-601,78	98,39	173,64	0,56	
		1	6	76,20	20,80	2,34	6,41	749,88	804,62	753,78	-601,78	98,39	173,64	0,60	
	B2	1	1	146,47	5,82	2,05	19,40	749,88	804,62	761,68	-601,78	98,39	173,64	0,47	0,59
		1	2	156,47	6,42	2,16	18,62	749,88	804,62	761,20	-601,78	98,39	173,64	0,46	
		1	3	138,09	11,17	20,80	61,76	749,88	804,62	787,44	-601,78	98,39	173,64	0,55	
		1	4	141,64	21,68	6,11	15,75	749,88	804,62	759,46	-601,78	98,39	173,64	0,56	
		1	5	87,38	9,02	21,49	67,22	749,88	804,62	790,76	-601,78	98,39	173,64	0,58	
		1	6	90,92	19,53	6,81	19,21	749,88	804,62	761,56	-601,78	98,39	173,64	0,59	
	B1	4	1	34,62	15,20	0,06	0,24	804,62	749,88	804,47	-601,78	173,64	98,39	0,57	0,59
		4	2	35,65	16,97	0,05	0,18	804,62	749,88	804,51	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	3	0,18	13,62	1,08	4,54	804,62	749,88	801,85	-601,78	173,64	98,39	0,59	
		4	4	21,58	9,63	0,41	2,46	804,62	749,88	803,12	-601,78	173,64	98,39	0,57	
		4	5	11,33	7,90	1,07	7,71	804,62	749,88	799,93	-601,78	173,64	98,39	0,57	
		4	6	10,42	3,91	0,40	5,84	804,62	749,88	801,06	-601,78	173,64	98,39	0,57	

CUBIERTA	C4	3	1	79,18	3,48	4,12	49,87	661,78	624,31	641,02	-495,94	120,17	85,35	0,51	0,70
		3	2	82,49	3,45	4,64	53,38	661,78	624,31	639,56	-495,94	120,17	85,35	0,51	
		3	3	35,70	0,83	22,46	87,88	661,78	624,31	625,19	-495,94	120,17	85,35	0,66	
		3	4	61,59	5,04	5,34	46,71	661,78	624,31	642,34	-495,94	120,17	85,35	0,53	
		3	5	9,60	1,87	24,04	85,55	661,78	624,31	626,16	-495,94	120,17	85,35	0,70	
		3	6	35,48	6,08	6,92	48,72	661,78	624,31	641,49	-495,94	120,17	85,35	0,57	
	C3	4	1	67,06	1,13	3,83	73,58	804,62	749,88	759,86	-601,78	173,64	98,39	0,52	0,59
		4	2	70,10	1,39	4,04	71,03	804,62	749,88	761,41	-601,78	173,64	98,39	0,52	
		4	3	55,81	5,38	13,94	68,90	804,62	749,88	762,71	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	4	61,89	17,73	7,33	22,47	804,62	749,88	790,95	-601,78	173,64	98,39	0,58	
		4	5	33,55	5,88	12,64	65,04	804,62	749,88	765,06	-601,78	173,64	98,39	0,59	
		4	6	39,63	18,24	6,04	18,31	804,62	749,88	793,48	-601,78	173,64	98,39	0,59	
	C2	2	1	53,36	0,96	3,47	74,53	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,49	0,59
		2	2	55,35	0,98	3,55	74,65	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,49	
		2	3	40,06	0,08	12,19	89,61	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,58	
		2	4	15,48	1,40	6,87	78,48	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,56	
		2	5	22,61	0,38	11,08	88,03	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,59	
		2	6	1,96	1,70	5,77	73,57	450,18	450,18	450,18	-390,10	60,63	60,63	0,57	
	C1	4	1	16,47	2,73	3,50	51,97	804,62	749,88	773,01	-601,78	173,64	98,39	0,56	0,66
		4	2	14,41	3,33	3,82	48,87	804,62	749,88	774,89	-601,78	173,64	98,39	0,56	
		4	3	13,72	4,52	22,38	78,58	804,62	749,88	756,82	-601,78	173,64	98,39	0,66	
		4	4	16,08	20,42	11,38	29,14	804,62	749,88	786,90	-601,78	173,64	98,39	0,63	
		4	5	17,43	5,73	21,12	74,84	804,62	749,88	759,10	-601,78	173,64	98,39	0,65	
		4	6	19,79	21,63	10,12	25,09	804,62	749,88	789,36	-601,78	173,64	98,39	0,63	

## Anexo F

### Índices por cortante post-reforzamiento en columnas

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)		INDICES		
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	X	Y	
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)				
PISO 1	A1	<b>187,09</b>	<b>142,63</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	0,00	65,25	<b>24,62</b>	<b>18,26</b>	<b>19,53</b>	0,11	0,17
	A2	<b>327,96</b>	<b>175,56</b>	71,11	0,00	<b>26,83</b>	71,11	49,98	<b>45,69</b>	<b>51,15</b>	<b>31,91</b>	0,16	0,26
	A3	<b>327,54</b>	<b>175,16</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	<b>50,58</b>	<b>31,77</b>	0,15	0,25
	A4	<b>323,65</b>	<b>171,5</b>	0,00	100,26	<b>37,83</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	<b>25,69</b>	<b>53,10</b>	0,12	0,31
	B1	<b>193,01</b>	<b>148,54</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>24,27</b>	<b>23,54</b>	0,24	0,23
	B2	<b>339,84</b>	<b>186,75</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	71,11	117,83	<b>71,30</b>	<b>58,16</b>	<b>32,21</b>	0,17	0,38
	B3	<b>337,01</b>	<b>184,08</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	49,98	95,63	<b>54,94</b>	<b>59,65</b>	<b>31,64</b>	0,18	0,30
	B4	<b>195,91</b>	<b>151,45</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>33,31</b>	<b>48,19</b>	0,22	0,32
	C1	<b>254,67</b>	<b>156,31</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	0,00	63,90	<b>24,11</b>	<b>21,25</b>	<b>33,65</b>	0,11	0,22
	C2	<b>331,89</b>	<b>179,26</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>24,46</b>	<b>31,73</b>	0,07	0,25
	C3	<b>188,89</b>	<b>144,43</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>17,80</b>	<b>22,52</b>	0,10	0,32
	C4	<b>330,34</b>	<b>177,8</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	0,00	78,84	<b>29,75</b>	<b>24,27</b>	<b>46,35</b>	0,10	0,26

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y	
PISO 2	A1	<b>185,47</b>	<b>141,01</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	0,00	65,25	<b>24,62</b>	<b>21,61</b>	<b>23,13</b>	0,12	0,17
	A2	<b>325,74</b>	<b>173,47</b>	71,11	0,00	<b>26,83</b>	71,11	49,98	<b>45,69</b>	<b>37,17</b>	<b>38,49</b>	0,11	0,26
	A3	<b>325,38</b>	<b>173,13</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	<b>35,94</b>	<b>38,80</b>	0,11	0,25
	A4	<b>322,31</b>	<b>170,23</b>	0,00	100,26	<b>37,83</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	<b>26,75</b>	<b>38,77</b>	0,12	0,23
	B1	<b>190,3</b>	<b>145,83</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>34,55</b>	<b>31,73</b>	0,24	0,23
	B2	<b>335,14</b>	<b>182,32</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	71,11	117,83	<b>71,30</b>	<b>51,11</b>	<b>40,20</b>	0,15	0,39
	B3	<b>332,88</b>	<b>180,19</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	49,98	95,63	<b>54,94</b>	<b>53,66</b>	<b>39,53</b>	0,16	0,30
	B4	<b>192,48</b>	<b>148,02</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>42,18</b>	<b>32,17</b>	0,23	0,23
	C1	<b>254,45</b>	<b>156,1</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	0,00	63,90	<b>24,11</b>	<b>23,31</b>	<b>34,35</b>	0,11	0,22
	C2	<b>328,83</b>	<b>176,38</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>24,33</b>	<b>51,77</b>	0,07	0,29
	C3	<b>186,9</b>	<b>142,44</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>20,73</b>	<b>32,31</b>	0,11	0,32
	C4	<b>327,64</b>	<b>175,25</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	0,00	78,84	<b>29,75</b>	<b>24,01</b>	<b>32,26</b>	0,10	0,18

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y		
PISO 3	A1	<b>183,87</b>	<b>139,4</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	0,00	65,25	<b>24,62</b>	<b>19,23</b>	<b>20,60</b>	0,11	0,18
	A2	<b>323,51</b>	<b>171,36</b>	71,11	0,00	<b>26,83</b>	71,11	49,98	<b>45,69</b>	<b>30,21</b>	<b>34,94</b>	0,09	0,27
	A3	<b>323,2</b>	<b>171,08</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	<b>28,59</b>	<b>35,36</b>	0,09	0,25
	A4	<b>320,91</b>	<b>168,92</b>	0,00	100,26	<b>37,83</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	<b>23,73</b>	<b>30,68</b>	0,12	0,18
	B1	<b>187,33</b>	<b>142,87</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>31,98</b>	<b>29,20</b>	0,24	0,24
	B2	<b>330,47</b>	<b>177,92</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	71,11	117,83	<b>71,30</b>	<b>42,96</b>	<b>36,80</b>	0,14	0,40
	B3	<b>328,79</b>	<b>176,34</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	49,98	95,63	<b>54,94</b>	<b>45,14</b>	<b>36,22</b>	0,14	0,31
	B4	<b>189,08</b>	<b>144,61</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>38,30</b>	<b>24,40</b>	0,23	0,23
	C1	<b>252,6</b>	<b>154,32</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	0,00	63,90	<b>24,11</b>	<b>22,06</b>	<b>29,97</b>	0,11	0,19
	C2	<b>325,75</b>	<b>173,48</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>21,88</b>	<b>43,10</b>	0,07	0,26
	C3	<b>184,92</b>	<b>140,45</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>18,80</b>	<b>30,48</b>	0,10	0,33
	C4	<b>324,9</b>	<b>172,68</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	0,00	78,84	<b>29,75</b>	<b>21,36</b>	<b>25,08</b>	0,10	0,17

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE		DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES	
		CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y	
PISO 4	A1	<b>182,25</b>	<b>137,78</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	0,00	65,25	<b>24,62</b>	<b>14,63</b>	<b>16,24</b>	0,11	0,18
	A2	<b>321,24</b>	<b>169,22</b>	71,11	0,00	<b>26,83</b>	71,11	49,98	<b>45,69</b>	<b>23,34</b>	<b>27,36</b>	0,08	0,27
	A3	<b>321,01</b>	<b>169,01</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	<b>22,00</b>	<b>27,41</b>	0,08	0,26
	A4	<b>319,48</b>	<b>167,57</b>	0,00	100,26	<b>37,83</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	<b>18,47</b>	<b>24,42</b>	0,12	0,15
	B1	<b>184,42</b>	<b>139,95</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>31,98</b>	<b>24,36</b>	0,25	0,24
	B2	<b>325,84</b>	<b>173,56</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	71,11	117,83	<b>71,30</b>	<b>42,96</b>	<b>29,07</b>	0,14	0,41
	B3	<b>324,73</b>	<b>172,51</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	49,98	95,63	<b>54,94</b>	<b>45,14</b>	<b>28,12</b>	0,14	0,32
	B4	<b>185,69</b>	<b>141,23</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>38,30</b>	<b>18,82</b>	0,23	0,24
	C1	<b>250,73</b>	<b>152,52</b>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	0,00	63,90	<b>24,11</b>	<b>18,26</b>	<b>25,15</b>	0,11	0,16
	C2	<b>322,65</b>	<b>170,56</b>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>17,15</b>	<b>33,86</b>	0,06	0,27
	C3	<b>182,93</b>	<b>138,47</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>14,86</b>	<b>23,60</b>	0,10	0,33
	C4	<b>322,15</b>	<b>170,09</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	0,00	78,84	<b>29,75</b>	<b>16,57</b>	<b>19,14</b>	0,11	0,17

		CORTANTE RESISTENTE EFECTIVO (KN)		SOLICITACIONES PLASTICAS (KN)					SOLICITACIONES ELASTICAS (KN)				
EJE	DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	DIRECCIÓN X			DIRECCIÓN Y			DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y	INDICES		
	CORTE (KN)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	M (+)	M (-)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	CORTE (KN)	X	Y	
PISO 5	A1	<u>180,6</u>	<u>136,14</u>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	0,00	65,25	<b>24,62</b>	<b>10,06</b>	<b>16,39</b>	0,11	0,18
	A2	<u>318,96</u>	<u>167,08</u>	71,11	0,00	<b>26,83</b>	71,11	49,98	<b>45,69</b>	<b>12,68</b>	<b>24,02</b>	0,08	0,27
	A3	<u>318,81</u>	<u>166,94</u>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	<b>9,84</b>	<b>21,69</b>	0,08	0,26
	A4	<u>318,04</u>	<u>166,21</u>	0,00	100,26	<b>37,83</b>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	<b>13,18</b>	<b>15,63</b>	0,12	0,11
	B1	<u>181,53</u>	<u>137,07</u>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>17,72</b>	<b>26,22</b>	0,25	0,25
	B2	<u>321,26</u>	<u>169,24</u>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	71,11	117,83	<b>71,30</b>	<b>18,25</b>	<b>25,98</b>	0,14	0,42
	B3	<u>320,68</u>	<u>168,7</u>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	49,98	95,63	<b>54,94</b>	<b>21,85</b>	<b>22,93</b>	0,14	0,33
	B4	<u>182,34</u>	<u>137,87</u>	49,98	65,25	<b>43,48</b>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	<b>22,01</b>	<b>6,08</b>	0,24	0,25
	C1	<u>248,83</u>	<u>150,69</u>	0,00	71,11	<b>26,83</b>	0,00	63,90	<b>24,11</b>	<b>16,56</b>	<b>19,20</b>	0,11	0,16
	C2	<u>319,54</u>	<u>167,62</u>	0,00	53,54	<b>20,20</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>14,55</b>	<b>20,36</b>	0,06	0,27
	C3	<u>180,94</u>	<u>136,47</u>	0,00	49,98	<b>18,86</b>	49,98	71,11	<b>45,69</b>	<b>13,02</b>	<b>19,10</b>	0,10	0,33
	C4	<u>319,39</u>	<u>167,48</u>	0,00	89,66	<b>33,83</b>	0,00	78,84	<b>29,75</b>	<b>12,24</b>	<b>8,44</b>	0,11	0,18