

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE PRINCIPAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por el Br.:

Nunes. M., Vasco R.

Para optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, 2.008

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE PRINCIPAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. María Eugenia Korody

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por el Br.:  
Nunes. M., Vasco R.  
Para optar al Título de  
Ingeniero Civil

Caracas, 2.008

ACTA

El día 30 de mayo del 2.008 se reunió el jurado formado por los profesores:

María Eugenia Korody  
Eliud Hernández  
Esteban Tenreiro

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE PRINCIPAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS”**.

Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

Una vez oída la defensa oral que el bachiller hizo de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió la siguiente calificación:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Vasco R. Nunes M.	20	VEINTE

Recomendaciones:

---

---

---

FIRMAS DEL JURADO

María Eugenia Korody  
Eliud Hernández  
Esteban Tenreiro

Caracas, 30 de Mayo de 2.008

---

## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen, sobre todas las cosas porque a lo largo de mi vida me han guiado y llevado por el mejor camino.

A mis Padres, por su apoyo incondicional en mis actividades académicas, por todos los sacrificios que han hecho y que hoy comienzan a corresponderse.

A mi Hermano que siempre me ha ayudado en todo lo que ha estado en sus manos.

A Mónica Fantozzi porque además de ser mi pareja sentimental es mi mejor amiga, y una compañera de estudios durante toda mi carrera, su apoyo a sido fundamental para poder culminar mis estudios.

A mis Amigos de la Universidad y ahora colegas, con los cuales supere todos los obstáculos encontrados en mi carrera.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

A la gloriosa Universidad Central de Venezuela por que además de convertirme en Ingeniero, me ha enseñado grandes valores éticos que me sirven como experiencia de vida, y que me ayudarán a tomar las decisiones correctas.

A mi Tutora: María Eugenia Korody, por su paciencia, ayuda incondicional y confianza, especialmente por brindarme el apoyo y los conocimientos necesarios para el desarrollo de este Trabajo.

Al Ingeniero y Profesor Eliud Hernández, por enseñarme algunos tips que me servirán de mucho en mi vida profesional, y por responder pacientemente a todas mis inquietudes.

A la COPRED, en especial al Señor Iván Luso, por ayudarme a conseguir información muy importante para el desarrollo de este trabajo.

Al IMME, principalmente al Profesor Cesar Peñuela y a los técnicos, por su colaboración prestada para la evaluación de la estructura.

---

**Nunes M., Vasco R.**  
**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE PRINCIPAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES DE  
LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS**

**Tutor Académico: Profa. María Eugenia Korody.**

**Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.**

**Escuela de Ingeniería Civil. 2.008, nº pág. 158**

Palabras Clave: Evaluación estructural, estructura de concreto, Facultad de Ciencias Económica y Sociales, Universidad Central de Venezuela.

El Objetivo principal de este Trabajo Especial es evaluar la estructura del edificio donde funciona la sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), este Trabajo está desarrollado bajo la línea de investigación que lleva a cabo el Departamento de Ingeniería Estructural y la Comisión de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la UCV, quienes se han encargado de estudiar estructuralmente las edificaciones que comprenden la CUC.

Para cumplir con este objetivo se desarrolló una metodología, la cual está dividida en cuatro etapas, la primera corresponde a la información teórica y planimétrica del edificio de FaCES. En la segunda se estudian las características de la estructura a analizar, desde los daños y deterioros, hasta la verificación de las características geométricas y funcionales del mismo. Luego se establecen los Modelos para el recálculo de la misma, basados en las normas venezolanas vigentes, utilizando un (1) programa de cálculo estructural; y finalmente se hace el análisis de la estructura recalculada comparando los resultados con los valores obtenidos de la información planimétrica.

Una vez culminado el recálculo se observó que la deriva no cumple para tres (3) pisos de uno de los Modelos, la resistencia real de las columnas, es en la mayoría de los casos, inferior a la necesaria, la falta de acero en las vigas solo se presenta en un catorce por ciento (14%) de estos elementos, y se concluyó que el edificio no es capaz de resistir las solicitaciones que establece las normas venezolanas vigentes.

---

## INDICE GENERAL

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>5</b>
Problema	5
I.1 Planteamiento del Problema	5
I.2 Objetivos	7
I.2.1 Objetivo General:	7
I.2.2 Objetivos Específicos:	7
I.3 Aportes	8
I.4 Alcances y Limitaciones	10
<b>CAPITULO II</b>	<b>11</b>
Marco Teórico	11
II.1 Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO <sup>8</sup>	11
II.1.1 Criterios:	12

---

II.2 Historia de la Ciudad Universitaria de Caracas <sup>5</sup> -----	15
II.2.1 Criterio I:-----	16
II.2.1 Criterio IV :-----	16
II.2.3 Cronología de la declaratoria de la CUC Patrimonio Mundial <sup>5</sup> -----	17
II.3 Historia del edificio sede principal de Facultad De Ciencias Económicas y Sociales <sup>1y2</sup> -----	19
II.4 Características importantes expuestas en las diferentes normas Venezolanas que regulan la construcción en concreto armado <sup>3y4</sup> -----	23
II.5 Ensayos no destructivos <sup>6y7</sup> -----	25
II.5.1 Equipo Ferroskan FS10-----	26
II.6 Aplicación de programas de computación para el diseño de estructuras <sup>8</sup> -----	28
II.7 Daños en los elementos estructurales-----	29
<b>CAPITULO III -----</b>	<b>32</b>
Método -----	32
III.1 Fases de la investigación -----	32

---

III.1.1 Fase 1 - Búsqueda de información teórica.-----	32
III.1.2. Fase 2 - Identificación de la Estructura a Analizar -----	34
III.1.3. Fase 3 - Modelo y Recálculo de la Estructura del Edificio con Base a la Norma COVENIN 1753-2006 y COVENIN 1756-2001-----	35
III.1.4. Fase 4 - Análisis de la Estructura Recalculada -----	36
<b>CAPITULO IV-----</b>	<b>37</b>
Información Planimétrica -----	37
IV.1 Características de los elementos estructurales del edificio -----	37
IV.1.1 Columnas -----	38
IV.1.2 Vigas. -----	45
IV.1.3 Losas. -----	51
IV.1.4 Muros estructurales. -----	54
IV.2 Ensayos no destructivos a las Vigas y Columnas del edificio. -----	57
IV.2.1 Ensayo con el Ferrosan FS10. -----	57
IV.3 Estado actual de la estructura. -----	63

---

IV.4 Levantamiento de los usos que se le dan a cada área y de la ubicación de los Muros en cada piso. -----	78
<b>CAPITULO V-----</b>	<b>80</b>
Recálculo de la Estructura-----	80
V.1 Protocolo de recálculo-----	80
V.1.1 Normas -----	80
V.1.2 Calidad de los materiales-----	81
V.1.3 Métodos de Análisis Estructural-----	82
V.1.4 Sistema Estructural -----	82
V.1.5 Cargas Consideradas -----	83
V.1.6 Espectro de Diseño -----	85
V.1.7 Combinaciones de Cargas-----	89
V.1.8 Modelos Analizados -----	90
V.2 Resultados y Análisis -----	92
V.2.1 Peso de la estructura-----	93
V.2.2 Cortante Basal -----	93

---

V.2.3 Centro de Masa-----	100
V.2.4 Deriva -----	102
V.2.5 Análisis Modal-----	105
V.2.6 Factor de Resistencia de las Columnas ( $F_R$ )-----	108
V.2.7 Acero Longitudinal en las Vigas-----	116
V.2.8 Verificación de los Muros Estructurales -----	144
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----</b>	<b>150</b>
<b>REFERENCIAS -----</b>	<b>155</b>
<b>ANEXOS -----</b>	<b>158</b>

---

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA II.3.1 Vista externa del edificio de FaCES	21
FIGURA II.3.2 Vista inferior de las losas nervadas	21
FIGURA II.3.3 Plano de ubicación del edificio de FaCES.	23
FIGURA II.5.4 Equipo Ferroskan FS10	28
FIGURA IV.1.5. Croquis de la planta tipo del edificio de FaCES en este se indican los ejes.	37
FIGURA IV.1.6 Detalle del armado de los nervios.	52
FIGURA IV.1.7 Detalle longitudinal de los nervios.	53
FIGURA IV.1.8 Detalle transversal de los nervios.	53
FIGURA IV.1.9 Ubicación de los muros estructurales en la planta del edificio.	54
FIGURA IV.1.10 Detalle del Muro 1.	54
FIGURA IV.1.11 Detalle del Muro 2 y Muro 3.	55
FIGURA IV.1.12 Detalle del Muro 4.	55
FIGURA IV.1.13 Detalle del Muro 5.	56
FIGURA IV.1.14 Corte del Muro 4 (Núcleo de ascensores).	56
FIGURA IV.2.15 Obtención de radiografías.	58
FIGURA IV.2.16 Ensayo de detección rápida.	58

---

FIGURA IV.2.17 Imagen de unas de las Radiografías tomadas _____	59
FIGURA IV.3.18 Foto 1 _____	68
FIGURA IV.3.19 Foto 2 _____	68
FIGURA IV.3.21 Foto 4 _____	69
FIGURA IV.3.22 Foto 5 _____	69
FIGURA IV.3.23 Foto 6 _____	69
FIGURA IV.3.19 Foto 7 _____	69
FIGURA IV.3.20 Foto 8 _____	69
FIGURA IV.3.24 Foto 9 _____	70
FIGURA IV.3.25 Foto 10 _____	70
FIGURA IV.3.26 Foto 11 _____	70
FIGURA IV.3.27 Foto 12 _____	70
FIGURA IV.3.28 Foto 13 _____	70
FIGURA IV.3.29 Foto 14 _____	70
FIGURA IV.3.30 Foto 15 _____	71
FIGURA IV.3.31 Foto 16 _____	71
FIGURA IV.3.32 Foto 17 _____	71
FIGURA IV.3.33 Foto 18 _____	71
FIGURA IV.3.34 Foto 19 _____	71
FIGURA IV.3.35 Foto 20 _____	71

---

FIGURA IV.3.36 Foto 21 _____	72
FIGURA IV.3.37 Foto 22 _____	72
FIGURA IV.3.38 Foto 23 _____	72
FIGURA IV.3.39 Foto 24 _____	72
FIGURA IV.3.40 Foto 25 _____	72
FIGURA IV.3.41 Foto 26 _____	72
FIGURA IV.3.42 Foto 27 _____	73
FIGURA IV.3.43 Foto 28 _____	73
FIGURA IV.3.44 Foto 29 _____	73
FIGURA IV.3.45 Foto 30 _____	73
FIGURA IV.3.46 Foto 31 _____	73
FIGURA IV.3.47 Foto 32 _____	73
FIGURA IV.3.48 Foto 33 _____	73
FIGURA IV.3.49 Foto 34 _____	73
FIGURA IV.3.50 Ubicación de los daños en los Pisos 6-7-8 _____	74
FIGURA IV.3.51 Ubicación de los daños en los Pisos 3-4-5 _____	74
FIGURA IV.3.52 Ubicación de los daños en Planta Baja y Pisos 1-2 _____	75
FIGURA IV.4.53 Uso de las áreas del edificio y distribución de los muros de los Pisos 4-5-6-7-8 _____	79

---

FIGURA IV.4.54 Uso de las áreas del edificio y distribución de los muros de Sótano, Planta Baja y Pisos 1-2-3	79
FIGURA V.1.55 Tabla 9.1 de la norma COVENIN 1756-2001	81
FIGURA V.1.56 Tabla C-12.1 de los comentarios de la norma COVENIN 1756-2001	85
FIGURA V.1.57 Tabla 6.4 de la norma COVENIN 1756-2001	86
FIGURA V.1.58 Espectro de diseño y Espectro de respuesta	88
FIGURA V.1.59 Ubicación de los Modelos calculados en la vista de Planta del Edificio	90
FIGURA V.1.60 Modelo A	90
FIGURA V.1.61 Modelo B	91
FIGURA V.2.62 Hoja de cálculo del Factor de Corrección (Fc) para el Modelo A en la dirección "X"	95
FIGURA V.2.63 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo A en la dirección "X"	94
FIGURA V.2.64 Hoja de cálculo del Factor de Corrección (Fc) para el Modelo A en la dirección "Y"	95
FIGURA V.2.65 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo A en la dirección "Y"	96
FIGURA V.2.66 Hoja de cálculo del Factor de Corrección (Fc) para el Modelo B en la dirección "X"	97

---

FIGURA V.2.67 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo B en la dirección “X” _____	97
FIGURA V.2.68 Hoja de cálculo del Factor de Corrección (Fc) para el Modelo B en la dirección “Y” _____	98
FIGURA V.2.69 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo B en la dirección “Y” _____	99
FIGURA V.2.70 Esquema de la planta tipo de cada Modelo. _____	101
FIGURA V.2.71 Tabla 10.1 de la norma COVENIN 1756-2001 _____	102
FIGURA V.2.72 Fórmula 10.1 de la norma COVENIN 1756-2001 _____	103
FIGURA V.2.73 Gráfico que expresa la cantidad de Columnas que se encuentran en cada rango en el Modelo A _____	112

---

## INDICE DE TABLAS

Tabla II.4.1 – Tabla comparativa entre algunos criterios de la norma MOP de 1967 y la norma COVENIN 1753-2006	24
Tabla IV.1.2 – Dimensiones de cada tipo de columnas.	39
Tabla IV.1.3 – Distribución del acero para cada tipo de columna.	40
Tabla IV.1.4– Tipo de columnas presentes en los entrepisos que se encuentre entre el Sótano y el Piso 4.	43
Tabla IV.1.5 – Tipo de columnas presentes en los entrepisos que se encuentre entre el Piso 4 y el Techo.	44
Tabla IV.1.6 – Tipo de columnas presentes en los entrepisos que se encuentre entre el Techo y el Techo - 2.	45
Tabla IV.1.7 – Tipo vigas presentes en la edificación.	46
Tabla IV.1.8 – Características del acero de refuerzo de cada tipo de vigas.	47
Tabla IV.1.9 – Vigas en la Planta Baja y el Piso 1.	48
Tabla IV.1.10 – Vigas en los Pisos 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 y 8	49
Tabla IV.1.11 – Vigas en el Techo	50
Tabla IV.1.12 – Vigas en Techo – 1 y Techo – 2	51
Tabla IV.3.13 – Ubicación de las columnas ensayadas, Comparación de las dimensiones obtenidas.	60

---

Tabla IV.3.14 –Comparación del número de barras en cada dirección para cada columna ensayada. _____	61
Tabla IV.3.15 –Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada Columna ensayada. _____	61
Tabla IV.3.16 – Ubicación de las Vigas ensayadas, Comparación de las dimensiones obtenidas. _____	62
Tabla IV.3.17 –Comparación del número de barras en cada dirección para cada Viga ensayada. _____	62
Tabla IV.3.18 –Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada Viga ensayada. _____	62
Tabla IV.3.19 – Escala de daños utilizada _____	64
Tabla IV.3.20 – Porcentaje de elementos con daños importantes _____	77
Tabla IV.4.21 – Significado de los colores en las Figuras IV.4.53 y IV.4.54	79
Tabla V.1.22 – Datos del Espectro de Diseño _____	88
Tabla V.2.23 – Peso de la Estructura _____	93
Tabla V.2.24 – Centro de Masa y Centro de Rigidez para cada Modelo _	101
Tabla V.2.25 – Verificación de las Derivas de cada piso para el Modelo A	104
Tabla V.2.26 – Verificación de las Derivas de cada piso para el Modelo B	105
Tabla V.2.27 – Análisis Modal para el Modelo A _____	106
Tabla V.2.28 – Análisis Modal para el Modelo B _____	106

---

Tabla V.2.29 – Escala de colores utilizada en las celdas de los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) _____	109
Tabla V.2.30 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo A, en los entresijos comprendidos entre el Sótano y el Piso 4 _____	110
Tabla V.2.31 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo A, en los Entresijos comprendidos entre el Piso 4 y el Techo _____	111
Tabla V.2.32 – Tabla resumen de los Rangos en que se encuentran los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) de las Columnas para el Modelo A _____	112
Tabla V.2.33 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B, en los Entresijos comprendidos entre el Sótano y el Piso 4 _____	113
Tabla V.2.34 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B, en los Entresijos comprendidos entre el Piso 4 y el Techo _____	114
Tabla V.2.35 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B, en los Entresijos comprendidos entre el Techo y el Techo-2 _____	115
Tabla V.2.36 – Tabla resumen de los Rangos en que se encuentran los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) de las Columnas para el Modelo B _____	116
Tabla V.2.37 – Verificación de la cantidad de acero Planta Baja _____	118
Tabla V.2.38 – Verificación de la cantidad de acero Piso 1 _____	120
Tabla V.2.39 – Verificación de la cantidad de acero Piso 2 _____	122
Tabla V.2.40 – Verificación de la cantidad de acero Piso 3 _____	124
Tabla V.2.41 – Verificación de la cantidad de acero Piso 4 _____	126

---

Tabla V.2.42 – Verificación de la cantidad de acero Piso 5 _____	128
Tabla V.2.43 – Verificación la cantidad de acero Piso 6 _____	130
Tabla V.2.44 – Verificación de la cantidad de acero Piso 7 _____	134
Tabla V.2.45 – Verificación de la cantidad de acero Piso 8 _____	136
Tabla V.2.46 – Verificación de la cantidad de acero Techo _____	138
Tabla V.2.47 – Verificación de la cantidad de acero Techo-1 _____	140
Tabla V.2.48 – Verificación de la cantidad de acero Techo-2 _____	140
Tabla V.2.49 – Cuadro resumen de la comparación del acero colocado y calculado, y lo otro lo pone en el párrafo explicativo _____	141
Tabla V.2.50 – Tabla Resumen del área de acero en las Vigas para toda la Estructura. _____	144

## **INTRODUCCIÓN**

En el año de 1943 durante el gobierno del Presidente Isaías Medina Angarita se empezó a concebir el proyecto de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC). Este proyecto vino a subsanar la necesidad de espacio físico que tenía la Universidad Central de Venezuela (UCV) que para la fecha tenía como sede el convento de San Francisco; el encargado del proyecto fue el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, quien se ocupó de diseñar los espacios necesarios para integrar las necesidades académicas, culturales y deportivas de la comunidad Ucevista sin descuidar ningún detalle arquitectónico y ni artístico.

Debido a la majestuosidad del proyecto que creó el Arquitecto Villanueva, el 30 de noviembre del año 2000 el Comité de Patrimonio Mundial, en su XXIV edición, inscribe a la Ciudad Universitaria de Caracas en el listado de Patrimonio Cultural de la Humanidad y finalmente el 2 de diciembre del mismo año, se hace oficial dicha inscripción, confirmando su valor excepcional y universal como sitio cultural que debe ser protegido para beneficio de la Humanidad.

Una de las condiciones de la declaratoria fue que se hiciera un estudio estructural a todas las edificaciones pertenecientes a la universidad, para ello

COPRED, que es el organismo de la UCV encargado de cumplir con todos los requerimientos de la UNESCO, junto con el Departamento de Ingeniería Estructural de la Facultad de Ingeniería de esta casa de estudios, creó una línea de investigación dirigida a evaluar estructuralmente cada una de las edificaciones pertenecientes a la CUC.

Entre las estructuras a ser preservadas por encontrarse dentro de las Obras declaradas Patrimonio Cultural de la Humanidad se encuentra el Edificio de FaCES, que es donde funciona la sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, el cual será objeto de esta investigación.

La construcción de ésta edificación se inició el año 1963 y fue concluida en 1980, en la actualidad el edificio cuenta con 28 años de uso. La estructura tiene diez (10) niveles, de los cuales uno es el Sótano, otro la Planta Baja y los ocho (8) restantes son los pisos superiores; el edificio alcanza una altura de treinta y cuatro metros (34) aproximadamente, y posee una topología muy particular que involucra características especiales como nervios pretensados en las losas, y unos elementos estructurales que se encuentran en todos los pisos en las fachadas norte y sur, semejantes a muros estructurales horizontales de un metro y medio (1,50 m) de altura y veinte centímetros (20cm) de espesor.

El análisis estructural del edificio se estructuró en cinco capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el Capítulo I, o *Problema*, se presenta la situación que se debe analizar y las razones de esta investigación, también se describe y se especifican los objetivos de este estudio, además de establecer los aportes y limitaciones a encontrarse dentro de la investigación.

El Capítulo II, denominado también como *Marco Teórico*, cuenta cuatro partes, en la primera se presenta una reseña histórica de la CUC; luego se exhibe la justificación de la declaración de la CUC como Patrimonio Cultural de la Humanidad, incluyendo los aspectos más importantes de los requisitos y normativas planteadas por la UNESCO; posteriormente se habla de lo que es la historia del edificio de FaCES; y por último se presenta toda la información a las normas actuales con las que se realizó el recálculo de la estructura.

En el Capítulo III, o *Metodología*, se especifican las actividades ejecutadas para cumplir los objetivos planteados en la investigación, las cuales fueron agrupadas en cuatro fases: búsqueda de la información teórica, identificación de la estructura a analizar, modelo y recálculo de la estructura del edificio con las normas COVENIN vigentes, y finalmente el análisis de la estructura recalculada.

En el Capítulo IV, o llamado también *Información Planimétrica*, se presentan las dimensiones y distribución de acero de los elementos estructurales que conforman la edificación, comparando los valores obtenidos de los planos con los conseguidos en sitio con el uso del Ferroskan y las inspecciones realizadas al edificio; conjuntamente se describen los daños que afectan actualmente a la edificación producto del transcurso de los años y falta de mantenimiento.

Por último en el Capítulo V, o Recálculo de la estructura, se presenta la metodología utilizada para realizar el recálculo de la edificación con el uso del programa de cálculo estructural Etabs v9 y la descripción de los dos (2) modelos utilizados para realizar la evaluación estructural planteada como objetivo principal de este trabajo. Igualmente se exponen los resultados obtenidos durante la investigación y el análisis de los mismos.

**CAPITULO I****Problema*****1.1 Planteamiento del Problema***

La UNESCO declaró a la Ciudad Universitaria de Caracas Patrimonio Mundial de la Humanidad en el año 2000. Una de las condiciones de la declaratoria fue que se hiciera un estudio estructural a todas las edificaciones pertenecientes a la universidad, para ello COPRED, que es el organismo de la UCV encargado de cumplir con todos los requerimientos de la UNESCO, junto con el Departamento de Ingeniería Estructural, creó una línea de investigación dirigida a evaluar estructuralmente cada una de las edificaciones<sup>2</sup>.

Uno de los edificios a los que no se le ha realizado la evaluación estructural es el edificio donde funciona la sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Este edificio es uno de los edificios más recientes de la Ciudad Universitaria, pues su construcción demoró muchos años; el edificio se empezó a erigir a inicios de los años 60 y fue inaugurado en 1980. Lo anterior hace de ésta evaluación estructural algo muy particular, ya que luego del terremoto que hubo en Caracas en el año 1967, las normas

de construcción venezolanas cambiaron radicalmente, por lo tanto, es probable que a medida que se construyó el edificio, se hicieran algunos cambios al proyecto original.

Por lo tanto, el Departamento de Ingeniería Estructural estableció la evaluación estructural del edificio de FaCES como un Trabajo Especial de Grado, que está dirigido fundamentalmente a contestar la siguiente pregunta:

¿El edificio de FaCES cumple con la norma actual que regula las construcciones de concreto armado?

## ***1.2 Objetivos***

### *1.2.1 Objetivo General:*

Evaluar estructuralmente el edificio de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Ciudad Universitaria de Caracas.

### *1.2.2 Objetivos Específicos:*

1. Indicar los requisitos estructurales que solicita la UNESCO para un edificio de carácter patrimonial.
2. Identificar los aspectos a estudiar en las normas de edificaciones de Concreto Armado.
3. Comparar las normas actuales con las vigentes en el período de construcción y uso del edificio.
4. Realizar un registro de la edificación, recopilando las características topológicas y funcionales.
5. Realizar el recálculo y evaluación de la edificación seleccionada.

### ***1.3 Aportes***

Este Trabajo Especial de Grado aporta a la Universidad Central de Venezuela una serie de datos que permitirán tomar decisiones sobre el uso del edificio de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. En estos valores se podrá observar entre otras cosas, la vulnerabilidad sísmica del edificio, y si cumple o no con las normas vigentes, por ende, tomando en cuenta estos dos factores, los organismos pertinentes podrán tomar decisiones, de tipo estructural en lo concerniente a este edificio.

Este trabajo constituye un aporte a la línea de investigación desarrollada entre el Departamento de Ingeniería Estructural de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela y COPRED, la cual fue creada para cumplir con los requisitos de la UNESCO, que indican que al declarar la Ciudad Universitaria Patrimonio Mundial de la Humanidad, se debe hacer un estudio estructural en sus edificaciones, para saber el estado en el que se encuentran. Esta línea de investigación ya ha realizado la evaluación estructural de distintos edificios de la Ciudad Universitaria, entre ellos, el Edificio de la Biblioteca Central, la Facultad de Arquitectura, el Edificio de Aulas de la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Farmacia, entre otros.

Como estudiante de Ingeniería Civil este estudio permite aplicar los conocimientos de análisis de estructuras a la solución de un problema real con pertinencia social. Otra de las cosas importantes que se aprenderá con este Trabajo Especial de Grado es el manejo de un programa para diseño y evaluación de estructuras, lo cual, reforzará las herramientas adquiridas en esta Facultad.

Además, como estudiante de la Universidad Central de Venezuela apporto una investigación importante, que en el plano material y ético es una contribución a la Institución donde realicé mis estudios superiores y obtendré mi grado académico de Ingeniero Civil.

### ***1.4 Alcances y Limitaciones***

El presente Trabajo Especial de Grado tiene como finalidad recalcular la estructura de Edificio que funciona como sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, el cual se encuentra ubicado en la Ciudad Universitaria de Caracas. Este recálculo consiste en someter la estructura a sollicitaciones sísmicas según la norma actual que regula las construcciones en concreto armado.

De igual forma se realizará un análisis del estado físico de los elementos estructurales, describiendo el tipo de deterioro que pueda presentar la estructura producto del transcurso del tiempo o de un mal método constructivo. Sin embargo, estas características obtenidas y el estudio de su infraestructura no serán tomados en cuenta para el recálculo estructural original del edificio con la finalidad de aplicar el protocolo ya establecido.

También se realizara una pequeña comparación de la norma actual que regula este tipo de construcciones con las normas vigentes durante el período de cálculo y de construcción de la estructura, con el fin de poder exponer las diferencias de criterio de cada norma.

**CAPITULO II****Marco Teórico*****II.1 Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO***<sup>8</sup>

Es una entidad intergubernamental constituida por veintiún miembros. Ella impone los procedimientos a seguir para la inserción de bienes culturales o naturales en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO. Su sede principal se encuentra en París.

El primer paso que exige este comité para que un bien pueda optar a ser declarado Patrimonio Mundial es el establecimiento previo, que tiene que hacer cada Estado que es miembro de la Convención, de una lista de bienes a ser inscritos, dicha lista es actualizada periódicamente.

El siguiente paso que exige el Comité es que cada nación establezca un orden de prioridad, en función del cual se constituirán los expedientes de inscripción siguiendo las recomendaciones que figuran en las *“Orientaciones operacionales para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial”*. Los expedientes se deben entregar antes del 1 de febrero de cada año.

Luego entran en escena los organismos consultivos (ICOMOS, la UICN y el ICCROM), ellos cuentan con una red de expertos en todo el

mundo, que se encargan de evaluar *in situ* cada proposición y de enviar informes para ser evaluados por el Comité del Patrimonio Mundial. El Comité se basa en estos informes para evaluar las proposiciones de inscripción y decidir finalmente su inclusión o no en el listado de Patrimonio Mundial.

### *II.1.1 Criterios:*

Cualquier bien que se pretenda postular para ser Patrimonio Mundial, deberá reunir dos condiciones previas:

- Responder en su concepción, materiales y ejecución al valor de autenticidad.
  
- Gozar de protección jurídica y mecanismos de gestión adecuados para asegurar su conservación.

Para que un bien sea declarado patrimonio Mundial debe pertenecer a por lo menos uno de las siguientes categorías:

**Monumento:** El bien debe ser una obra de carácter arqueológico que cuente con un valor artístico desde el punto de vista histórico, artístico o científico.

**Conjuntos:** Deben ser grupos de construcciones aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les da un valor artístico y cultural, se divide a su vez en tres categorías:

- *Centros históricos:* que cubren exactamente el perímetro de la ciudad antigua, englobado hoy dentro de una ciudad moderna.
- *Ciudades históricas vivas:* aquellas que pueden ser susceptibles de evolución bajo el efecto de mutaciones socioeconómicas y culturales.

**Sitios:** Son las obras del hombre o bien las obras conjuntas del hombre y la naturaleza, incluidos los lugares arqueológicos, que tienen un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.

Para que el Comité del Patrimonio Mundial considere que un bien posee valor universal excepcional, este debe cumplir con al menos uno de los siguientes cometidos:

- Aporta un testimonio único, o excepcional, de una civilización o de una tradición cultural desaparecida.

- Ejerce una influencia considerable, en un período dado o en un área cultural determinada, sobre el desarrollo de la arquitectura, las artes monumentales, el planeamiento urbano o la creación de paisajes.
- Constituir un ejemplo sobresaliente de establecimiento humano o de ocupación del territorio representativo de culturas tradicionales, sobre todo cuando son vulnerables a mutaciones irreversibles.
- Ofrece un ejemplo eminente de un tipo de construcción o de conjunto arquitectónico o de paisaje que ilustra un período significativo de la historia humana.
- Constituir una obra maestra del genio creador del hombre.
- Aparece directa o materialmente asociado a acontecimientos o tradiciones vivas, ideas, creencias u obras artísticas y literarias que tengan una significación excepcional.

El Comité intenta conseguir un mayor equilibrio entre los bienes culturales y naturales, y una mayor distribución geográfica de todos ellos.

***II.2 Historia de la Ciudad Universitaria de Caracas***<sup>5</sup>

Sin duda alguna la obra maestra del gran Arquitecto Venezolano Carlos Raúl Villanueva es la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), esta se comenzó a construir en la década de los 40 en los terrenos, que antes pertenecieron a la Hacienda Ibarra.

El campus de la Universidad Central de Venezuela cuenta con ochenta y nueve (89) edificios, con los más variados y atrevidos diseños arquitectónicos, destinados a albergar a todas las dependencias pertenecientes a la comunidad universitaria, la cual asciende a más de sesenta mil persona, sin contar los usuarios de servicios y visitantes regulares que convoca la Ciudad Universitaria.

Los criterios que justificaron la declaratoria como Patrimonio Mundial de la Ciudad Universitaria de Caracas de acuerdo a lo establecido en la Convención, junto a las líneas guías operacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), son los siguientes:

*II.2.1 Criterio I:*

*“Representar una obra de arte del genio creador humano”*. Es una obra maestra de planeamiento moderno, arquitectura y arte. Pues el proyecto no fue solamente enfocado a proporcionar los espacios requeridos por una universidad, sino, que estableció un conjunto de criterios artísticos y arquitectónicos, que permitió que la CUC fuese vista como una manifestación artística.

*II.2.1 Criterio IV :*

*“Es un ejemplo eminentemente de un tipo de construcción o de un conjunto arquitectónico o tecnológico o de paisaje que ilustre uno o más períodos significativos de la historia humana”*. La Ciudad Universitaria de Caracas es un ejemplo excelente de la realización coherente de los ideales urbanos, arquitectónicos, y artísticos del siglo XX. Constituye una interpretación ingeniosa de los conceptos y espacios de tradiciones coloniales y un ejemplo de solución de apertura y ventilación, apropiado para su entorno tropical.

La postulación de la CUC también cumplió con los criterios previos de autenticidad y de beneficio de protección jurídica nacional que aseguran su conservación.

*II.2.3 Cronología de la declaratoria de la CUC Patrimonio Mundial*<sup>5</sup>

A principios de los años 90 se inicia con verdadero empeño todo un trabajo, por parte de profesores y estudiantes de la Universidad Central de Venezuela. Fue a partir de 1993 cuando se dieron consecutivamente varios hechos significativos en la valoración de este moderno campus universitario y que se concretaron en una serie de declaratorias, tanto en el ámbito nacional como internacional.

1. **1 Septiembre de 1993:** La CUC fue declarada Monumento Histórico Nacional por la Junta Nacional Protectora y Conservadora del Patrimonio Histórico y Artístico de la Nación.
2. **Junio de 1997:** Se constituyen el Proyecto “Ciudad Universitaria de Caracas - Patrimonio”, coordinado por la Arq. Ana María Marín. La misión de este Comité fue elaborar el expediente de postulación de la CUC ante el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO.
3. **10 de Junio de 1998:** La declaratoria como Monumento Histórico Nacional de la CUC es ratificada por parte del Ministerio de la Secretaría de la Presidencia y del Instituto del Patrimonio Cultural, incluyendo adicionalmente los Estadios, el Jardín Botánico y la Facultad de Ciencias.

4. **1 de julio de 1999:** Se entrega en el Centro de Patrimonio Mundial de UNESCO, en París los documentos necesarios para postular a la Ciudad Universitaria de Caracas ante el Comité de Patrimonio Mundial. Luego se realizó un continuo seguimiento por parte de la delegación permanente de Venezuela ante la UNESCO.
  
5. **Enero de 2000:** La UNESCO envía a la experta mexicana Louise Noelle Mereles, para que realizara una evaluación *in situ* del bien postulado. Ella recomienda la creación de un organismo centralizado que garantice un plan de gestión y la toma de decisiones, así como incluir al Jardín Botánico en la solicitud de postulación. Por ello, se creó el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED). Y por otro lado, la Presidencia de la República restituye la propiedad del Jardín Botánico nuevamente a la UCV.
  
6. **30 de noviembre de 2000:** En Australia, concluye el proceso de evaluación del Comité de Patrimonio Mundial, inscribiéndose a la CUC en el listado de Patrimonio Mundial, de conformidad con los términos de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO.

7. **2 de diciembre de 2000:** Se hace oficial la inscripción de la CUC en la lista del Patrimonio Mundial.
  
8. **21 de enero de 2001:** El Director General de la UNESCO, Koichiro Mansura, visita la CUC, para entregar formalmente la declaratoria de Patrimonio Mundial.

Con esta inscripción, Venezuela pasa a poseer dos bienes de Patrimonio Cultural, junto a la Ciudad de Coro y su Puerto La Vela, y un bien de Patrimonio Natural como lo es el Parque Nacional Canaima.

### ***II.3 Historia del edificio sede principal de Facultad De Ciencias Económicas y Sociales <sup>1y2</sup>***

El edificio de FaCES es el último edificio que se construyó de los proyectado por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, fue proyectado en el año de 1959 simplemente como una respuesta eficiente al problema de espacio que tenía la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, la cual había venido creciendo y desarrollándose dentro de Facultad de Humanidades. Este edificio es de concreto armado, se puede apreciar esto en la Figura II.3.1.

Esta edificación marcó el fin de una etapa para el Arquitecto Villanueva, pues en ella no se aprecia el juego de la torre de altura moderada con una amplia plataforma como sí se puede apreciar en las edificaciones de las Facultades de Arquitectura, Farmacia y Odontología. En este edificio el Maestro se limitó a diseñar una torre comunicada con el cafetín y el auditorio por medio de un pasillo, al cual no se le puede comparar con los amplios espacios con los que cuentan las Facultades antes mencionadas.

Este edificio fue el resultado de la evolución de la actitud arquitectónica de Villanueva, a medida que fue ganando experiencia con el diseño de cada una de las facultades del campus. Su evolución empieza con el diseño de las Facultades de Ingeniería y Humanidades, estas tienen como característica principal que son prismas de baja altura pero muy extensos. Luego fue logrando un equilibrio entre una torre de altura moderada y una plataforma baja a manera de plaza cubierta, que es la característica primordial de las Facultades de Arquitectura, Odontología y Farmacia. Posteriormente el maestro diseñó la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, que conserva las características en la torre de sus predecesoras, pero no cuenta con una plataforma tan amplia, lo cual hace evidente que ha ocurrido un cambio arquitectónico importante.

Pero el cambio no es solo arquitectónico también existe un cambio estructural importante, pues en este edificio se emplearon losas nervadas (véase Figura II.3.2), que sustituyeron las losas macizas utilizadas por el maestro en sus anteriores proyectos.



**FIGURA II.3.1** *Vista externa del edificio de FaCES*

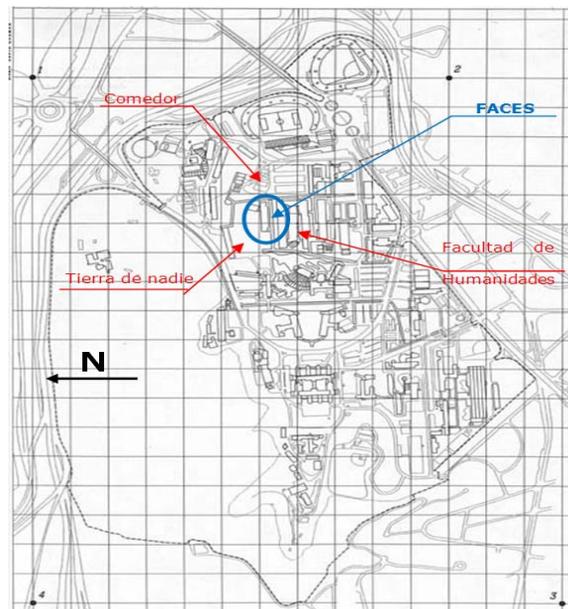


**FIGURA II.3.2** *Vista inferior de las losas nervadas*

Tal vez la explicación de estos cambios se deba al extravío de los planos originales, lo que trajo como consecuencia que Villanueva rediseñara los planos de memoria en 1963; también hay que resaltar que esta edificación demoró mucho en construirse, y que en medio de la etapa de su construcción se produjo un cambio de la norma como consecuencia del terremoto de 1967, año en el cual se diseñó también el Auditorio.

La distribución estructural y arquitectónica que tiene esta edificación se debe probablemente a la participación en su diseño del arquitecto Gorka Dorronsoro, que fue uno de los más fieles colaboradores del Arquitecto Villanueva, ya que en el proyecto hay varios elementos muy característicos de él, destacándose en este edificio el uso de las losas nervadas en una dirección.

La construcción del edificio se comenzó en el año de 1963, y fue inaugurado para el año de 1980. Este edificio limita al Norte y al Oeste con Tierra de Nadie, al Sur con la Facultad de Humanidades y Educación, y al Este con el comedor universitario, esto se puede apreciar en la Figura II.3.3.



**FIGURA II.3.3 Plano de ubicación del edificio de FaCES.**

**II.4 Características importantes expuestas en las diferentes  
normas Venezolanas que regulan la construcción en concreto  
armado <sup>3y4</sup>**

En la Tabla II.4.1 se comparan las normas de MOP (Ministerio de Obras Públicas) de 1967 “Norma para el Cálculo de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones – Teoría Clásica” y la Norma COVENIN 1753-2006 “Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones Análisis y Diseño”.

**Tabla II.4.1 – Tabla comparativa entre algunos criterios de la norma MOP de 1967 y la norma COVENIN 1753-2006**

<b>Características Importantes</b>	<b>MOP de 1967</b>	<b>COVENIN 1753-2006</b>
<b>Hipótesis</b>	El Concreto Armado es un material continuo, homogéneo e isótropo. Y satisface la Ley de Hooke.  Los materiales trabajan en su rango elástico.	El Concreto Armado es un material continuo, homogéneo e isótropo. Y satisface la Ley de Hooke.  Los materiales trabajan en su rango plástico.
<b>Tipo de Acero</b>	Se permite el uso de barras lisas cuya adherencia es igual a la resistencia del concreto entre el diámetro de las barras.	Solo se permite el empleo de barras corrugadas, y se establece que existe una perfecta adherencia entre el acero y el concreto
<b>Resistencia del Concreto</b>	Se establece que el concreto solo resiste el 45% de la resistencia de diseño.	El concreto es capaz de resistir hasta el 100% de su resistencia de diseño.

Características Importantes	MOP de 1967	COVENIN 1753-2006
<b>Fuerzas de Corte</b>	<p>Si <math>V &lt; 0,03f'_c \Rightarrow</math> concreto absorbe el corte.</p> <p>Si <math>0,03f'_c &lt; V &lt; 0,03f'_c \Rightarrow</math> se realiza una armadura normal</p> <p>Si <math>0,06V'_c &lt; 0,10f'_c \Rightarrow</math> se realizan armaduras con estribos inclinado.</p> <p>La Separación máxima es de <math>d/2</math> a 35 cm, y la mínima es de 8 cm.</p> <p>Donde <math>d</math> es la altura útil de la viga.</p>	<p>Siempre se realiza una armadura, la cual cuenta con una zona de confinamiento (zona sísmica) que se halla a <math>2h</math> de la viga en cada extremo de la misma.</p> <p>La separación de los estribos nunca debe ser mayor a:</p> <p><math>d/4</math> o 30 cm en la zona de confinamiento.</p> <p><math>d/2</math> o 60 cm.</p> <p>La separación mínima es de 7 cm.</p> <p>Donde <math>d</math> es la altura útil de la viga.</p>
<b>Características Importantes</b>	<b>MOP de 1967</b>	<b>COVENIN 1753-2006</b>
<b>Recubrimiento en Vigas y Columnas</b>	Varía de 1,5 a 4 centímetros.	Varía entre 4 a ,7,5 cm.
<b>Columnas</b>	Para columnas cuadradas la cara mínima es de 20 cm, y para secciones circulares el diámetro mínimo es de 25 cm.	Para columnas cuadradas el área no debe ser menor a $600 \text{ cm}^2$ y ninguna de sus caras debe ser menor a 30 cm, Y para secciones circulares el diámetro mínimo es de 25 cm.
<b>Losas nervadas</b>	Si la luz es mayor a 6m entonces se emplea un nervio transversal a la dirección de armado.	Si la luz es mayor a 6m entonces se emplea un nervio transversal a la dirección de armado.

Se puede apreciar en las características en la tabla anterior, que existe mucha diferencia entre ambas normas, y que la más restrictiva es la COVENIN 1753-88.

### ***II.5 Ensayos no destructivos***<sup>6y7</sup>

Se denomina ensayo no destructivo a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

En general los ensayos no destructivos proveen datos menos exactos acerca del estado de la variable a medir, que los ensayos destructivos. Sin embargo, suelen ser más baratos para el propietario de la pieza a examinar, ya que no implican la destrucción de la misma. En ocasiones los ensayos no destructivos buscan únicamente verificar la homogeneidad y continuidad del material analizado, por lo que se complementan con los datos provenientes de los ensayos destructivos.

A los edificios de carácter patrimonial se le tienen que hacer ensayos no destructivos, para evitar daños en la estructura. Los cuales ocasionarían pérdida de la condición patrimonial

#### *II.5.1 Equipo Ferroskan FS10*

Este equipo es un instrumento que permite detectar la presencia de acero de refuerzo en elementos de concreto armado mediante el uso de un campo magnético. Este instrumento está conformado por dos partes principales: una sonda (Scanner RS10) el cual es conectado a un módulo de evaluación y procesamiento (Monitor RV10) (Ver Figura II.5.4).

El sistema se puede emplear en dos modalidades; para realizar una detección rápida, o para explorar una imagen. El primer modo permite detectar la presencia de acero en la dirección perpendicular a la cual se realiza la exploración, indicando la profundidad a la cual se encuentra el mismo.



FIGURA II.5.4 Equipo Ferroskan FS10

La exploración de una imagen permite realizar una “radiografía” en una zona de 600 x 600 mm, empleando como guía para la colocación de la sonda un papel cuadrulado suministrado junto con el equipo. La zona cuadrulada debe ser explorada en dos direcciones perpendiculares entre sí para poder percibir una imagen. Al utilizar esta modalidad, en el monitor se refleja una cuadrícula con las mismas características que las del papel de referencia, de manera tal, que el sistema va indicando en la pantalla la posición inicial del scanner. Se obtienen resultados más óptimos cuando el eje del papel cuadrulado queda paralelo al refuerzo.

Con el sistema también es posible determinar tanto el diámetro como la profundidad del acero en un punto cualquiera. La unidad del diámetro de

las barras depende de la calibración del equipo, y pueden ser expresadas en milímetros o según los números estándar de la Norma Americana ACI.

Para que el equipo pueda leer con exactitud el diámetro de las barras, se debe cumplir como condición que la distancia entre las barras de refuerzo corresponde, como mínimo, al doble de la distancia de recubrimiento, siendo esto posible hasta una cobertura máxima de 60 mm.

### ***II.6 Aplicación de programas de computación para el diseño de estructuras***<sup>8</sup>

El programa Etabs es un programa muy completo, que permite realizar diseño y revisión de estructuras, este se presenta al usuario con una interfaz muy amigable y sofisticada, que facilitan el uso de esta herramienta. Las aplicaciones del programa son muy diversas, ya que cuenta con una poderosa capacidad de análisis, pues sus algoritmos están basados en las últimas investigaciones en técnicas numéricas.

El programa esta desarrollado específicamente para sistemas de edificaciones. Etabs v9 posee una poderosa e intuitiva interfaz gráfica con procedimientos de modelaje, análisis y diseño sin igual, todos integrados usando una base de datos común. Aunque fácil y sencillo para estructuras simples, ETABS también puede manejar los más grandes y complejos

modelos de edificios, incluyendo un amplio rango de comportamientos no lineales, haciéndolo la herramienta predilecta para ingenieros estructurales en la industria de la construcción.

ETABS ofrece la mayor cantidad de herramientas de análisis y diseño disponibles para el ingeniero estructural que trabaja con estructuras de edificios. Por otra parte, el programa tiene la capacidad de importar el modelo desde Autocad y exportar los resultados a diferentes programas tales como SAP2000, SAFE, Microsoft Access, Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD, y otros.

En conclusión, el programa ETABS agrega una interfaz gráfica fácil y completa, vinculada con poderosas herramientas, ofreciéndole al ingeniero estructural, un programa de análisis y diseño de edificaciones sin igual en eficiencia y productividad y que puede ser usada para los fines de este trabajo de investigación.

### ***II.7 Daños en los elementos estructurales***

En los elementos estructurales de una edificación de concreto armado se pueden presentar diversos daños, la mayoría se pueden apreciar con una simple inspección visual, pero mucho de estos daños solo se pueden estimar

con la aplicación de algún ensayo a los elementos. Los daños que se pueden apreciar con una inspección visual son los siguientes:

***Humedad:*** Este daño se presenta por la filtración de agua en los elementos o por que la estructura se encuentra en un ambiente muy húmedo, su presencia se puede apreciar por que en la zona afectada provoca un cambio de color o grietas en la superficie del concreto.

***Poros:*** La presencia de este daño provoca pequeños huecos en la superficie del concreto y es causado por un mal vibrado del concreto o por una mala mezcla del mismo.

***Falta de Recubrimiento:*** Es causado por un mal encofrado o por el desprendimiento del concreto que se encuentra en la superficie de los elementos, cuando existe falta de recubrimiento las barras de acero quedan visibles en la superficie de los elementos.

***Corrosión:*** Es causado por el contacto directo de las barras de acero con humedad, y se puede apreciar en las barras que no tienen recubrimiento que presentan oxido en su superficie, y en las barras que tienen recubrimiento se aprecia que el concreto que esta alrededor esta agrietado.

**Grietas:** La presencia de este daño se visualiza al existir hendiduras en la superficie de los elementos, es causado por diversos factores como lo son, acero corroído en el interior del elemento, filtraciones, falta de acero transversal, etc.

**CAPITULO III****Método*****III.1 Fases de la investigación***

La naturaleza del presente Trabajo Especial de Grado es de tipo analítica y experimental. Para dicho análisis es necesario seguir una serie de pasos previos que van desde conocer los requerimientos que mantiene la UNESCO y la COPRED para declarar y mantener respectivamente a la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial de la Humanidad, hasta el recaudo de toda la información relacionada con la estructura del edificio a analizar, en cuanto a memorias de cálculo y planos de la época. Todo esto con la finalidad no sólo de comparar toda la información obtenida con el recálculo de la estructura, sino también de analizar el comportamiento estructural del edificio.

El método a seguir se divide en cuatro (4) fases las cuales son presentadas de forma detallada a continuación:

***III.1.1 Fase 1 - Búsqueda de información teórica.***

- *Búsqueda de información relacionada con la UNESCO y los requerimientos para ser Patrimonio Mundial de la Humanidad.*

En esta primera etapa se recopiló toda la información relacionada con qué es la UNESCO, sus funciones y los requerimientos que mantiene para que una institución u obra pueda ser nombrada como Patrimonio Mundial de la Humanidad. Con esta información se logra destacar la importancia de dicho reconocimiento internacional para la CUC y se justifica el por qué del mantenimiento de sus estructuras patrimoniales.

- *Obtención de información en cuanto a los requerimientos del COPRED para preservar a la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio.*

Durante esta etapa fue necesario dirigirse a la sede del Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la CUC, con el objeto de recopilar todos los requerimientos que dicha organización establece para el mantenimiento o preservación del recinto universitario y de sus estructuras, como Patrimonio Mundial de la Humanidad y con base en ellos, poder plantear la evaluación estructural de la edificación escogida.

- *Recopilación de planos originales y reseña histórica del edificio que sirve de sede a la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.*

En esta etapa se recaudó y organizó toda la información planimétrica y reseña histórica del edificio de FaCES para el momento de su construcción,

incluyendo fechas de proyecto y construcción, y otros datos técnicos de interés. Esta información fue encontrada en la sede de la COPRED y la Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la UCV.

### *III.1.2. Fase 2 - Identificación de la Estructura a Analizar*

- *Descripción del deterioro actual del edificio en estudio.*

En vista que la edificación tiene aproximadamente unos 45 años de haber comenzado su construcción y unos 28 años de vida útil, fue necesario realizar una inspección visual al edificio seleccionado, para poder señalar los cambios físicos y deterioros que han sufrido sus elementos estructurales producto del transcurso del tiempo. Para ello, se requirió visitar la edificación y describir su situación actual con respecto al aspecto de su topología.

- *Verificación y comparación de la información recopilada con las características topológicas y funcionales del edificio.*

Toda la información obtenida por inspección visual al edificio fue comparada con la información planimétrica recopilados anteriormente, con la finalidad de señalar las diferencias topológicas y funcionales que presente el edificio en la actualidad.

Se le realizaron ensayos no destructivos a algunas vigas y columnas con el fin de obtener la distribución de las barras de acero que conforman el armado estos elemento estructural, y así poder comparar esta distribución con la recopilada en los planos, para de esta forma poder corroborar que lo que está en los planos fue lo que se construyo.

- *Inspección del uso que se le está dando a cada una de las áreas del edificio y la distribución arquitectónica actual.*

Se le realizó una inspección visual con el fin de obtener la información de los usos que se le están dando a cada una de las áreas del edificio en la actualidad, y de la disposición de la tabiquería y sus características. Esto se hizo con el fin de asignarle al modelo las cargas que establece la norma COVENIN 2002-1988 *“Criterios y Acciones mínimas para el proyecto de Edificaciones”* según el uso que se le da o según las características geométricas de los elementos que están apoyados en la estructura (muros, acabado de suelo, tabiques, ventanas, etc.).

### *III.1.3. Fase 3 - Modelo y Recálculo de la Estructura del Edificio con Base a la Norma COVENIN 1753-2006 y COVENIN 1756-2001*

Después de obtenida toda la información planimétrica y bibliográfica, y la comprobación de la misma en la inspección visual, se procedió a realizar el

recálculo de la estructura siguiendo el protocolo de recálculo establecido por el Departamento de Ingeniería Estructural con base a las Normas COVENIN 1753-2006 y la COVENIN 1756-2001 “*Edificaciones Sismorresistentes*”. En esta etapa se utilizó el programa Etabs v9 para modelar la estructura y someterla a las solicitaciones que establecen las Normas nombradas anteriormente.

#### *III.1.4. Fase 4 - Análisis de la Estructura Recalculada*

En esta etapa se realizaron tablas con los resultados obtenidos en el recálculo de la estructura con base a las normas actuales (COVENIN 1756-2001, COVENIN 1753-2006). Y se analizó si el edificio cumple con los valores de desplazamientos máximos, acero mínimo, cambio de rigidez viga – columna y efecto P-delta, que establecen las normas actuales.

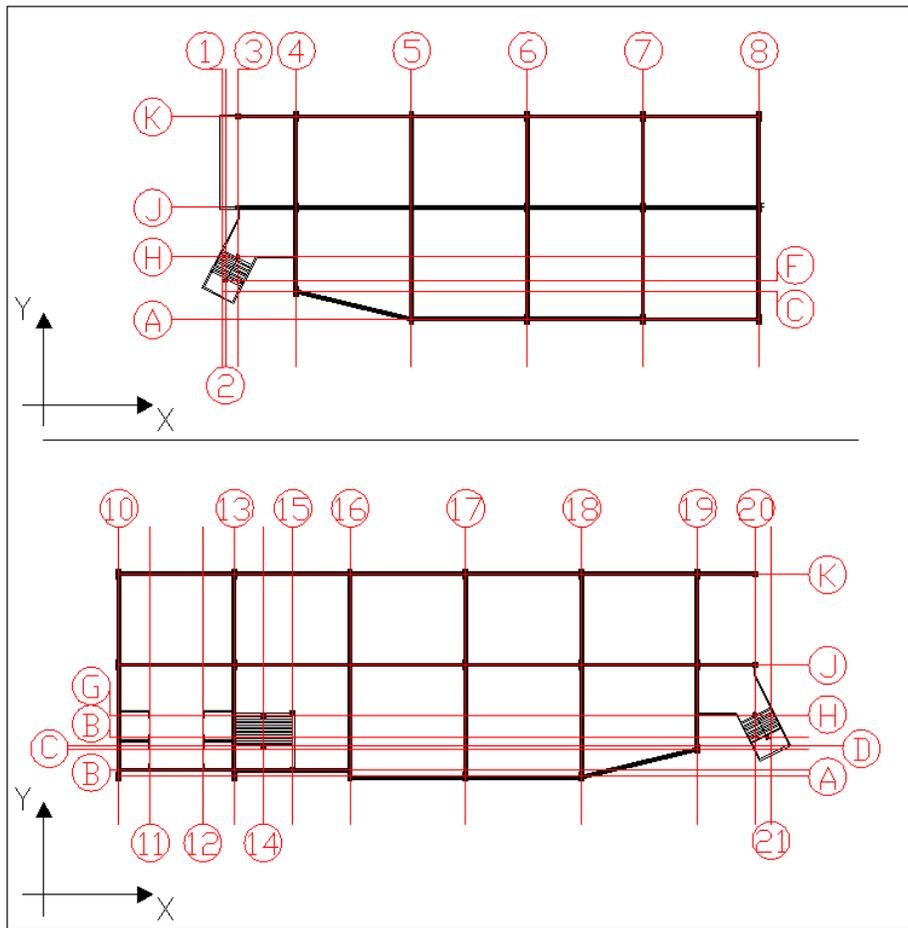
**CAPITULO IV****Información Planimétrica**

Se compilaron una serie de planos estructurales y arquitectónicos de la edificación, los cuales describen el detallado de las losas de entrepiso y techo, envigado de las plantas, despiece del armado en las vigas y columnas, dimensiones de las columnas y detallado de la escalera entre otros.

Para corroborar los datos obtenidos se realizó un levantamiento planimétrico de la edificación, obteniendo las dimensiones de algunas columnas escogidas al azar y de todos los tipos de vigas existentes; de esta forma se verificó que las mediciones obtenidas no difieren en gran magnitud con las indicadas en los planos. Dichas dimensiones y características exhibidas en los planos se muestran a continuación:

***IV.1 Características de los elementos estructurales del edificio***

Se realizó un croquis con la planta tipo del edificio donde se indican sus ejes, este se puede apreciar en la Figura IV.1.5.



**FIGURA IV.1.5. Croquis de la planta tipo del edificio de FaCES en este se indican los ejes.**

#### *IV.1.1 Columnas*

Todas las columnas presentes en la edificación son rectangulares o cuadradas, las dimensiones y la distribución del acero de todos los tipos de columnas que se encuentran en la edificación se muestran en las Tablas IV.1.2 y IV.1.3.

Tabla IV.1.2 – Dimensiones de cada tipo de columnas.

Tipo de Columna	Tipo de sección	Lado A (cm)	Lado B (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
C-1	Rectangular	65	100	6500
C-2	Rectangular	60	100	6000
C-3	Rectangular	60	100	6000
C-4	Rectangular	60	100	6000
C-5	Rectangular	95	95	9025
C-6	Rectangular	90	95	8550
C-7	Rectangular	70	95	6650
C-8	Rectangular	95	100	9500
C-9	Rectangular	60	95	5700
C-10	Rectangular	60	95	5700
C-11	Rectangular	60	95	5700
C-12	Rectangular	55	95	5225
C-13	Rectangular	90	90	8100
C-14	Rectangular	90	90	8100
C-16	Rectangular	60	90	5400
C-17	Rectangular	60	90	5400
C-18	Rectangular	60	90	5400
C-19	Rectangular	55	90	4950
C-21	Rectangular	40	90	3600
C-22	Rectangular	40	90	3600
C-23	Rectangular	90	90	8100
C-24	Rectangular	80	85	6800
C-25	Rectangular	60	85	5100
C-26	Rectangular	55	85	4675
C-27	Rectangular	55	85	4675
C-28	Rectangular	55	85	4675
C-29	Rectangular	45	85	3825
C-30	Rectangular	80	80	6400
C-31	Rectangular	75	80	6000
C-32	Rectangular	55	80	4400
C-33	Rectangular	55	80	4400
C-34	Rectangular	50	75	3750
C-35	Rectangular	50	80	4000
C-36	Rectangular	45	75	3375
C-37	Rectangular	40	80	3200
C-38	Rectangular	75	75	5625
C-39	Rectangular	70	75	5250
C-40	Rectangular	55	75	4125
C-42	Rectangular	55	75	4125
C-44	Rectangular	30	75	2250
C-45	Rectangular	50	70	3500
C-46	Rectangular	45	75	3375
C-47	Rectangular	45	75	3375
C-48	Rectangular	40	75	3000
C-49	Rectangular	40	75	3000
C-50	Rectangular	70	70	4900
C-51	Rectangular	65	70	4550
C-52	Rectangular	50	70	3500
C-53	Rectangular	50	70	3500
C-54	Rectangular	50	70	3500
C-56	Rectangular	40	70	2800
C-57	Rectangular	40	70	2800
C-61	Rectangular	50	65	3250
C-62	Rectangular	45	65	2925
C-63	Rectangular	45	65	2925

Tipo de Columna	Tipo de sección	Lado A (cm)	Lado B (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
C-64	Rectangular	40	65	2600
C-65	Rectangular	40	65	2600
C-66	Rectangular	40	65	2600
C-67	Rectangular	40	65	2600
C-71	Rectangular	45	60	2700
C-72	Rectangular	55	55	3025
C-73	Rectangular	40	55	2200
C-74	Rectangular	45	55	2475
C-75	Rectangular	40	55	2200
C-76	Rectangular	40	55	2200
C-77	Rectangular	40	55	2200
C-78	Rectangular	50	50	2500
C-80	Rectangular	40	55	2200
C-81	Rectangular	40	50	2000
C-82	Rectangular	40	50	2000
C-83	Rectangular	40	45	1800
C-84	Rectangular	40	45	1800
C-85	Rectangular	40	45	1800
C-86	Rectangular	40	45	1800
C-89	Rectangular	40	40	1600
C-101	Rectangular	40	40	1600
C-102	Rectangular	40	40	1600
C-103	Rectangular	40	35	1400
C-106	Rectangular	40	30	1200
C-107	Rectangular	90	90	8100
C-108	Rectangular	55	75	4125

Tabla IV.1.3 – Distribución del acero para cada tipo de columna.

Nombre de la columna	Num. de barras en la dir. X	Num. de barras en la dir. Y	Diámetro de las barras en la dir. X	Diámetro de las barras en la dir. Y	As (cm <sup>2</sup> )	ρ(%)
C-1	4	8	#10	#10	92,78	1,43
C-2	4	8	#10	#10	92,78	1,55
C-3	4	8	#8	#8	59,38	0,99
C-4	3	8	#10	#10	85,05	1,42
C-5	7	7	#10	#10	108,24	1,20
C-6	6	7	#10	#10	100,51	1,18
C-7	5	7	#10	#10	92,78	1,40
C-8	7	8	#10	#10	115,97	1,22
C-9	4	7	#8	#8	54,43	0,95
C-10	4	7	#10	#10	85,05	1,49
C-11	4	7	#7	#7	41,67	0,73
C-12	5	7	#8	#8	59,38	1,14
C-13	6	6	#10	#10	92,78	1,15
C-14	6	6	#10	#10	92,78	1,15
C-16	5	7	#7	#7	45,46	0,84
C-17	4	4	#8	#8	39,58	0,73
C-18	5	7	#10	#10	92,78	1,72
C-19	5	6	#8	#8	54,43	1,10
C-21	4	6	#8	#8	49,48	1,37

Nombre de la columna	Num. de barras en la dir. X	Num. de barras en la dir. Y	Diámetro de las barras en la dir. X	Diámetro de las barras en la dir. Y	As (cm2)	$\rho$ (%)
C-22	3	6	#8	#8	44,53	1,24
C-23	5	5	#10	#10	77,31	0,95
C-24	6	6	#10	#10	92,78	1,36
C-25	4	6	#8	#8	49,48	0,97
C-26	4	6	#8	#8	49,48	1,06
C-27	4	6	#10	#10	77,31	1,65
C-28	4	6	#10	#10	77,31	1,65
C-29	3	6	#8	#8	44,53	1,16
C-30	6	6	#8	#8	59,38	0,93
C-31	5	6	#10	#10	85,05	1,42
C-32	4	6	#10	#10	77,31	1,76
C-33	4	6	#10	#10	77,31	1,76
C-34	3	6	#10	#10	69,58	1,86
C-35	3	6	#8	#8	44,53	1,11
C-36	4	3	#10	#10	54,12	1,60
C-37	3	6	#8	#8	44,53	1,39
C-38	3	6	#10	#10	69,58	1,24
C-39	3	6	#10	#10	69,58	1,33
C-40	4	6	#8	#8	49,48	1,20
C-42	4	6	#7	#7	37,88	0,92
C-44	3	6	#10	#10	69,58	3,09
C-45	3	5	#10	#10	61,85	1,77
C-46	3	6	#10	#10	69,58	2,06
C-47	3	6	#8	#8	44,53	1,32
C-48	3	5	#8	#8	39,58	1,32
C-49	3	4	#8	#8	34,64	1,15
C-50	6	4	#10	#10	77,31	1,58
C-51	5	4	#10	#10	69,58	1,53
C-52	4	4	#8	#8	39,58	1,13
C-53	3	5	#10	#10	61,85	1,77
C-54	3	4	#8	#8	34,64	0,99
C-56	3	4	#10	#10	54,12	1,93
C-57	3	4	#8	#8	34,64	1,24
C-61	4	4	#8	#8	39,58	1,22
C-62	3	4	#10	#10	54,12	1,85
C-63	3	4	#8	#8	34,64	1,18
C-64	3	4	#10	#10	54,12	2,08
C-65	3	4	#8	#8	34,64	1,33
C-66	3	4	#8	#8	34,64	1,33
C-67	3	3	#8	#8	29,69	1,14
C-71	3	4	#8	#8	34,64	1,28
C-72	5	5	#10	#10	77,31	2,56
C-73	3	3	#10	#10	46,39	2,11
C-74	3	3	#8	#8	29,69	1,20
C-75	3	3	#8	#8	29,69	1,35
C-76	3	2	#8	#8	24,74	1,12
C-77	3	3	#8	#8	29,69	1,35
C-78	3	3	#10	#10	46,39	1,86

Nombre de la columna	Num. de barras en la dir. X	Num. de barras en la dir. Y	Diámetro de las barras en la dir. X	Diámetro de las barras en la dir. Y	As (cm <sup>2</sup> )	$\rho$ (%)
C-80	3	3	#8	#8	29,69	1,35
C-81	3	3	#8	#8	29,69	1,48
C-82	3	2	#8	#8	24,74	1,24
C-83	3	3	#10	#10	46,39	2,58
C-84	3	3	#8	#8	29,69	1,65
C-85	3	2	#8	#8	24,74	1,37
C-86	2	2	#8	#8	19,79	1,10
C-89	2	2	#8	#8	19,79	1,24
C-101	3	3	#8	#8	29,69	1,86
C-102	3	3	#7	#7	22,73	1,42
C-103	2	2	#7	#7	15,15	1,08
C-106	3	2	#6	#6	13,92	1,16
C-107	7	7	#8	#8	69,27	0,86
C-108	4	5	#8	#8	44,53	1,08

La norma COVENIN 1753-2006 establece en su sección 10.7.3.c que la cuantía de acero ( $\rho$ ) de una columna debe estar entre 1% y 6% para un edificio de estas características, podemos apreciar en la Tabla IV.1.2, en la columna dedicada a la cuantía de acero, que en todas las casillas que están resaltadas en rojo este valor se encuentra por debajo del rango. En la norma MOP de 1959 que regulaban las construcciones de concreto armado no establece ningún factor que regule el porcentaje de acero en las columnas, por lo tanto para la época en que se diseñó el edificio estos valores son válidos, pero actualmente podemos concluir que el edificio no cumple con la norma vigente en lo que respecta a esta sección.

En las Tablas IV.1.4, IV.1.5 y IV.1.6 se aprecia las columnas asignadas a cada entrepiso de la estructura, ubicadas por sus ejes.

**Tabla IV.1.4– Tipo de columnas presentes en los entrepisos que se encuentre entre el Sótano y el Piso 4.**

Entrepiso Sótano -Planta Baja		Entrepiso Planta baja -piso1		Entrepiso piso1 - piso2		Entrepiso piso2 - piso3		Entrepiso piso3 - piso4	
Ubic.	Tipo de col.	Ubic.	Tipo de col.	Ubic.	Tipo de col.	Ubic.	Tipo de col.	Ubic.	Tipo de col.
2 - F	102	2 - F	102	2 - F	102	2 - F	102	2 - F	102
3 - H	102	3 - H	102	3 - H	102	3 - H	102	3 - H	102
4 - C	3	4 - C	12	4 - C	26	4 - C	35	4 - C	33
4 - J	14	4 - J	13	4 - J	25	4 - J	27	4 - J	32
4 - K	17	4 - K	19	4 - K	108	4 - K	45	4 - K	54
5 - A	2	5 - A	10	5 - A	28	5 - A	33	5 - A	34
5 - J	6	5 - J	107	5 - J	23	5 - J	30	5 - J	31
5 - K	18	5 - K	18	5 - K	42	5 - K	45	5 - K	34
6 - A	2	6 - A	10	6 - A	28	6 - A	33	6 - A	34
6 - J	6	6 - J	13	6 - J	23	6 - J	30	6 - J	31
6 - K	18	6 - K	18	6 - K	42	6 - K	45	6 - K	34
7 - A	2	7 - A	10	7 - A	28	7 - A	33	7 - A	34
7 - J	6	7 - J	13	7 - J	23	7 - J	30	7 - J	31
7 - K	18	7 - K	18	7 - K	42	7 - K	45	7 - K	34
8 - J	21	8 - J	29	8 - J	36	8 - J	37	8 - J	48
8 - K	22	8 - K	22	8 - K	48	8 - K	49	8 - K	57
10 - J	21	10 - J	29	10 - J	36	10 - J	37	10 - J	48
10 - K	22	10 - K	22	10 - K	48	10 - K	49	10 - K	57
13 - J	24	13 - J	30	13 - J	31	13 - J	38	13 - J	50
13 - K	18	13 - K	20	13 - K	43	13 - K	44	13 - K	53
14 - D	102	14 - D	102	14 - D	102	14 - D	102	14 - D	
14 - G	102	14 - G	102	14 - G	102	14 - G		14 - G	
15 - A	102	15 - A	103	15 - A	103	15 - A	106	15 - A	106
15 - J	106	15 - J	106	15 - J	106	15 - J	106	15 - J	106
16 - A	2	16 - A	10	16 - A	28	16 - A	33	16 - A	34
16 - J	6	16 - J	13	16 - J	23	16 - J	30	16 - J	31
16 - K	18	16 - K	18	16 - K	42	16 - K	45	16 - K	54
17 - A	2	17 - A	10	17 - A	28	17 - A	33	17 - A	34
17 - J	5	17 - J	13	17 - J	23	17 - J	30	17 - J	31
17 - K	16	17 - K	16	17 - K	42	17 - K	45	17 - K	54
18 - A	3	18 - A	10	18 - A	28	18 - A	33	18 - A	34
18 - J	14	18 - J	13	18 - J	23	18 - J	30	18 - J	31
18 - K	17	18 - K	16	18 - K	42	18 - K	45	18 - K	54
19 - C	3	19 - C	12	19 - C	26	19 - C	33	19 - C	35
19 - J	14	19 - J	13	19 - J	25	19 - J	27	19 - J	32
19 - K	17	19 - K	19	19 - K	108	19 - K	45	19 - K	54
20 - H	102	20 - H	102	20 - H	102	20 - H	102	20 - H	102
21 - F	102	21 - F	102	21 - F	102	21 - F	102	21 - F	102

**Tabla IV.1.5 – Tipo de columnas presentes en los entrepisos que se encuentre entre el Piso 4 y el Techo.**

Entrepiso piso4 - piso5		Entrepiso piso5 - piso6		Entrepiso piso6 - piso7		Entrepiso piso7 - piso8		Entrepiso piso8 - techo	
Ubic.	Tipo de col.								
2 - F	102								
3 - H	102								
4 - C	47	4 - C	57	4 - C	65	4 - C	75	4 - C	84
4 - J	40	4 - J	52	4 - J	61	4 - J	71	4 - J	81
4 - K	63	4 - K	65	4 - K	65	4 - K	80	4 - K	84
5 - A	46	5 - A	36	5 - A	64	5 - A	74	5 - A	83
5 - J	39	5 - J	50	5 - J	59	5 - J	68	5 - J	78
5 - K	63	5 - K	64	5 - K	75	5 - K	82	5 - K	84
6 - A	46	6 - A	56	6 - A	64	6 - A	74	6 - A	83
6 - J	39	6 - J	50	6 - J	59	6 - J	68	6 - J	78
6 - K	63	6 - K	64	6 - K	75	6 - K	82	6 - K	84
7 - A	46	7 - A	56	7 - A	64	7 - A	74	7 - A	83
7 - J	39	7 - J	50	7 - J	59	7 - J	68	7 - J	78
7 - K	63	7 - K	64	7 - K	75	7 - K	82	7 - K	84
8 - J	37	8 - J	66	8 - J	76	8 - J	82	8 - J	89
8 - K	66	8 - K	67	8 - K	77	8 - K	82	8 - K	86
10 - J	37	10 - J	66	10 - J	76	10 - J	82	10 - J	89
10 - K	66	10 - K	67	10 - K	77	10 - K	82	10 - K	86
13 - J	31	13 - J	60	13 - J	69	13 - J	72	13 - J	79
13 - K	62	13 - K	64	13 - K	74	13 - K	81	13 - K	85
14 - D	102								
14 - G	102	14 - G	102	14 - G		14 - G	102	14 - G	102
15 - A	106								
15 - J	106								
16 - A	46	16 - A	56	16 - A	64	16 - A	74	16 - A	83
16 - J	39	16 - J	50	16 - J	59	16 - J	68	16 - J	72
16 - K	63	16 - K	64	16 - K	75	16 - K	82	16 - K	85
17 - A	46	17 - A	56	17 - A	64	17 - A	74	17 - A	83
17 - J	39	17 - J	50	17 - J	59	17 - J	68	17 - J	78
17 - K	63	17 - K	64	17 - K	75	17 - K	82	17 - K	85
18 - A	46	18 - A	56	18 - A	64	18 - A	74	18 - A	83
18 - J	39	18 - J	50	18 - J	59	18 - J	68	18 - J	78
18 - K	63	18 - K	64	18 - K	75	18 - K	82	18 - K	85
19 - C	47	19 - C	57	19 - C	63	19 - C	75	19 - C	84
19 - J	40	19 - J	52	19 - J	61	19 - J	71	19 - J	81
19 - K	63	19 - K	65	19 - K	74	19 - K	80	19 - K	84
20 - H	102								
21 - F	102								

**Tabla IV.1.6 – Tipo de columnas presentes en los entrepisos que se encuentre entre el Techo y el Techo - 2.**

Entrepiso techo - techo-1		Entrepiso techo-1 - techo-2	
Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.
14 - D	102	14 - D	102
14 - G	102	14 - G	102
15 - A	106	15 - A	106
15 - J	106	15 - J	106

#### IV.1.2 Vigas.

Existen dieciocho (18) tipos de vigas en toda la edificación, las cuales varían en dimensiones y cantidad de acero. Las vigas son de sección rectangular donde se destaca la presencia de vigas planas en una de las direcciones principales de la estructura, específicamente en la dirección “X”, las dimensiones presentes en sitio no presentan diferencias notables con las existentes en los planos originales.

En las Tablas IV.1.7 y IV.1.8 que se pueden observar las dimensiones de cada tipo de columnas presentes en el edificio y el acero de refuerzo longitudinal de cada tipo.

Tabla IV.1.7 – Tipo vigas presentes en la edificación.

Nombre de la viga	Tipo de sección	Altura (cm)	Base (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
V-1	Rectangular	85	40	3400
V-2	Rectangular	85	40	3400
V-3	Rectangular	85	40	3400
V-4	Rectangular	85	40	3400
V-5	Rectangular	85	40	3400
V-6	Rectangular	85	40	3400
V-7	Rectangular	85	40	3400
V-8	Rectangular	85	40	3400
V-9	Rectangular	80	40	3200
V-10	Rectangular	85	40	3400
V-11	Rectangular	85	40	3400
V-12	Rectangular	85	40	3400
V-13	Rectangular	30	50	1500
V-14	Rectangular	44,5	90	4005
V-15	Rectangular	30	25	750
V-16	Rectangular	150	20	3000
V-17	Rectangular	150	30	4500
V-18	Rectangular	60	40	2400

Tabla IV.1.8 – Características del acero de refuerzo de cada tipo de vigas.

Nombre de la Viga	Recubrimiento		Arriba			Abajo		
	Arriba	Abajo	Izq.	Med.	Der.	Izq.	Med.	Der.
V-1	2,5	2,5	25,34	19,08	25,34	22,96	30,40	22,96
V-2	2,5	2,5	25,34	20,27	25,34	22,96	40,54	22,96
V-3	2,5	2,5	20,27	20,27	20,27	22,96	30,40	22,96
V-4	2,5	2,5	22,96	22,96	22,96	22,96	35,47	22,96,
V-5	2,5	2,5	25,34	22,96	25,34	25,24	40,54	25,24
V-6	2,5	2,5	24,15	22,96	24,15	30,40	40,54	30,40
V-7	2,5	2,5	20,27	15,20	20,27	28,03	36,97	28,03
V-8	2,5	2,5	25,34	22,96	25,34	20,27	36,97	20,27
V-9	2,5	2,5	24,15	24,15	24,15	25,24	40,54	25,24
V-10	2,5	2,5	25,34	25,34	25,34	25,24	35,47	25,24

Nombre de la Viga	Recubrimiento		Arriba			Abajo		
	Arriba	Abajo	Izq.	Med.	Der.	Izq.	Med.	Der.
V-11	2,5	2,5	25,34	25,34	25,34	30,40	36,97	30,40
V-12	2,5	2,5	25,34	25,34	25,34	24,15	30,40	24,15
V-13	2,5	2,5	19,08	17,10	19,08	11,87	22,96	11,87
V-14	2,5	2,5	19,08	17,10	19,08	11,87	22,96	11,87
V-15	2,5	2,5	10,13	10,13	10,13	10,13	14,01	10,13
V-16	2,5	2,5	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20
V-17	2,5	2,5	17,90	16,20	16,20	16,20	16,20	16,20
V-18	2,5	2,5	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90

En la Tablas IV.1.9, IV.1.10, IV.1.11 y IV.1.12 se presentan unas tablas donde se indican que tipo de vigas se encuentran en cada piso según su ubicación en la estructura:

**Tabla IV.1.9 – Vigas en la Planta Baja y el Piso 1.**

Planta Baja y Piso 1					
Eje Long.	Eje Trans.	Tipo	Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
3	J-H	V-13	k	7-8	V-17
4	K-J	V-2	k	10-13	V-17
4	J-C	V-3	k	13-16	V-17
5	K-J	V-2	k	16-17	V-17
5	J-A	V-1	k	17-18	V-17
6	K-J	V-2	k	18-19	V-17
6	J-A	V-1	k	19-20	V-17
7	K-J	V-2	J	2-3	V-13
7	J-A	V-1	J	3-4	V-14
8	K-J	V-4	J	4-5	V-15
8	J-I	V-4	J	5-6	V-16
10	K-J	V-4	J	6-7	V-17
10	J-I	V-4	J	7-8	V-18
13	K-J	V-2	J	10-13	V-19
13	J-I	V-2	J	13-16	V-20

Eje Long.	Eje Trans.	Tipo	Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
15	I-B	V-18	J	16-17	V-21
16	K-J	V-2	J	17-18	V-22
16	J-A	V-1	J	18-19	V-23
17	K-J	V-2	J	19-20	V-13
17	J-A	V-1	H	3-4	V-18
18	K-J	V-2	H	19-20	V-18
18	J-A	V-1	I	13-14	V-18
19	K-J	V-2	C-A	4-5	V-17
19	J-C	V-3	A	5-6	V-17
20	J-H	V-13	A	6-7	V-17
k	2-3	V-17	A	7-8	V-17
k	3-4	V-17	A	13-16	V-17
k	4-5	V-17	A	16-17	V-17
k	5-6	V-17	A	17-18	V-17
k	6-7	V-17	A-C	18-19	V-17

Tabla IV.1.10 – Vigas en los Pisos 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 y 8

Pisos 2-3-4-5-6-7-8					
Eje Long.	Eje Trans.	Tipo	Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
3	J-H	V-18	k	7-8	V-16
4	K-J	V-6	k	10-13	V-16
4	J-C	V-7	k	13-16	V-16
5	K-J	V-6	k	16-17	V-16
5	J-A	V-5	k	17-18	V-16
6	K-J	V-6	k	18-19	V-16
6	J-A	V-5	k	19-20	V-16
7	K-J	V-6	J	2-3	V-13
7	J-A	V-5	J	3-4	V-14
8	K-J	V-9	J	4-5	V-15
8	J-I	V-9	J	5-6	V-16
10	K-J	V-9	J	6-7	V-17
10	J-I	V-9	J	7-8	V-18

Eje Long.	Eje Trans.	Tipo	Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
13	K-J	V-6	J	10-13	V-19
13	J-I	V-9	J	13-16	V-20
15	I-B	V-18	J	16-17	V-21
16	K-J	V-6	J	17-18	V-22
16	J-A	V-5	J	18-19	V-23
17	K-J	V-6	J	19-20	V-13
17	J-A	V-5	H	3-4	V-18
18	K-J	V-6	H	19-20	V-18
18	J-A	V-5	I	13-14	V-18
19	K-J	V-6	C-A	4-5	V-16
19	J-C	V-7	A	5-6	V-16
20	J-H	V-18	A	6-7	V-16
k	2-3	V-16	A	7-8	V-16
k	3-4	V-16	A	13-16	V-16
k	4-5	V-16	A	16-17	V-16
k	5-6	V-16	A	17-18	V-16
k	6-7	V-16	A-C	18-19	V-16

Tabla IV.1.11 – Vigas en el Techo

Techo					
Eje Long.	Eje Trans.	Tipo	Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
3	J-H	V-18	k	7-8	V-16
4	K-J	V-11	k	10-13	V-16
4	J-C	V-12	k	13-16	V-16
5	K-J	V-11	k	16-17	V-16
5	J-A	V-10	k	17-18	V-16
6	K-J	V-11	k	18-19	V-16
6	J-A	V-10	k	19-20	V-16
7	K-J	V-11	J	2-3	V-13
7	J-A	V-10	J	3-4	V-14
8	K-J	V-11	J	4-5	V-15
8	J-I	V-11	J	5-6	V-16

Eje Long.	Eje Trans.	Tipo	Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
10	K-J	V-11	J	6-7	V-17
10	J-I	V-11	J	7-8	V-18
13	K-J	V-11	J	10-13	V-19
13	J-I	V-11	J	13-16	V-20
15	I-B	V-18	J	16-17	V-21
16	K-J	V-11	J	17-18	V-22
16	J-A	V-10	J	18-19	V-23
17	K-J	V-11	J	19-20	V-13
17	J-A	V-10	H	3-4	V-18
18	K-J	V-11	H	19-20	V-18
18	J-A	V-10	I	13-14	V-18
19	K-J	V-11	C-A	4-5	V-16
19	J-C	V-12	A	5-6	V-16
20	J-H	V-18	A	6-7	V-16
k	2-3	V-16	A	7-8	V-16
k	3-4	V-16	A	13-16	V-16
k	4-5	V-16	A	16-17	V-16
k	5-6	V-16	A	17-18	V-16
k	6-7	V-16	A-C	18-19	V-16

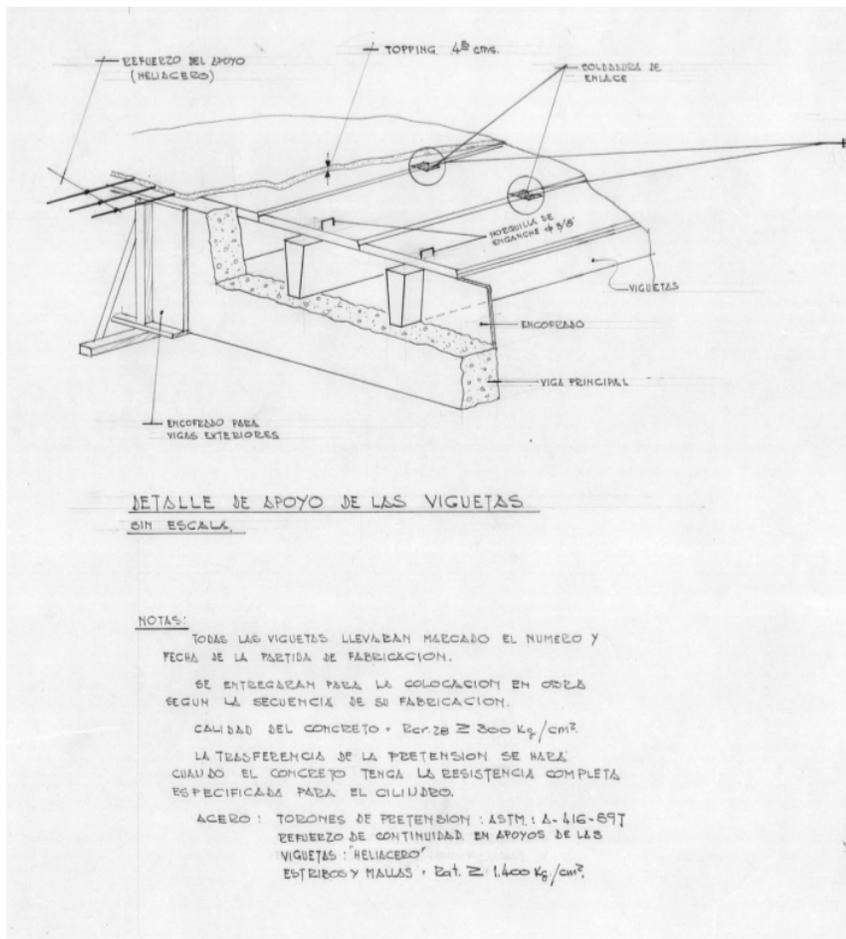
Tabla IV.1.12 – Vigas en Techo – 1 y Techo – 2

Techo 1 y Techo 2		
Eje Long.	Eje Trans.	Tipo
15	I-B	V-18
I	11-12	V-18
I	13-15	V-16
A	13-15	V-18
A	11-12	V-16

*IV.1.3 Losas.*

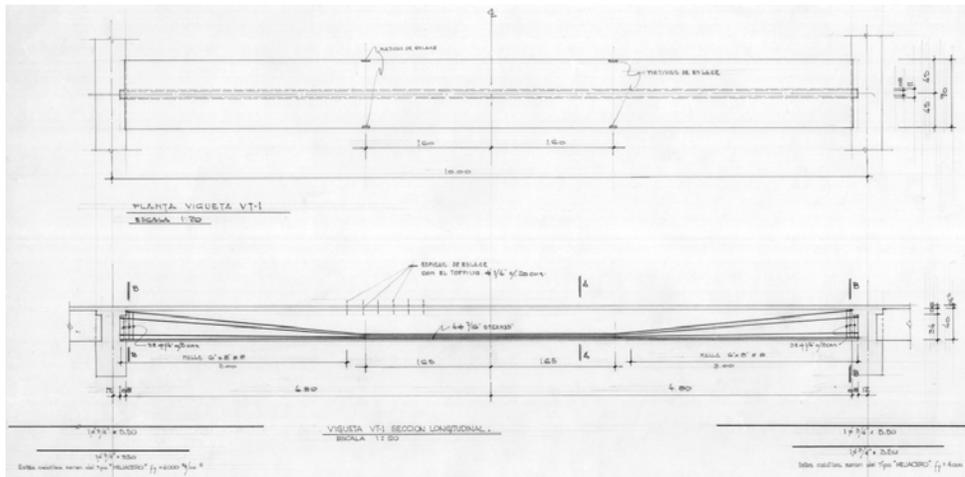
Las losas presentes en el edificio son en su gran mayoría nervadas, donde cada uno de los nervios son pre-fabricados y pre-tensados. Para efectos del modelo se compiló la información de la geometría de estas losas y de las características de los materiales, con el fin de calcular el peso de éstas y asignárselas directamente al modelo. De la misma manera se recolectó la información de las losas macizas presentes en la estructura para poder asignar las cargas de estas al modelo.

Las losas macizas que se encuentran en la estructura son de 30 cm de espesor y se encuentran en el núcleo de ascensores y en los dos núcleos de escalera laterales del edificio. A continuación se muestran unas Figuras IV.1.6, IV.1.7 y IV.1.8 donde se puede apreciar el detalle de las losas nervadas.

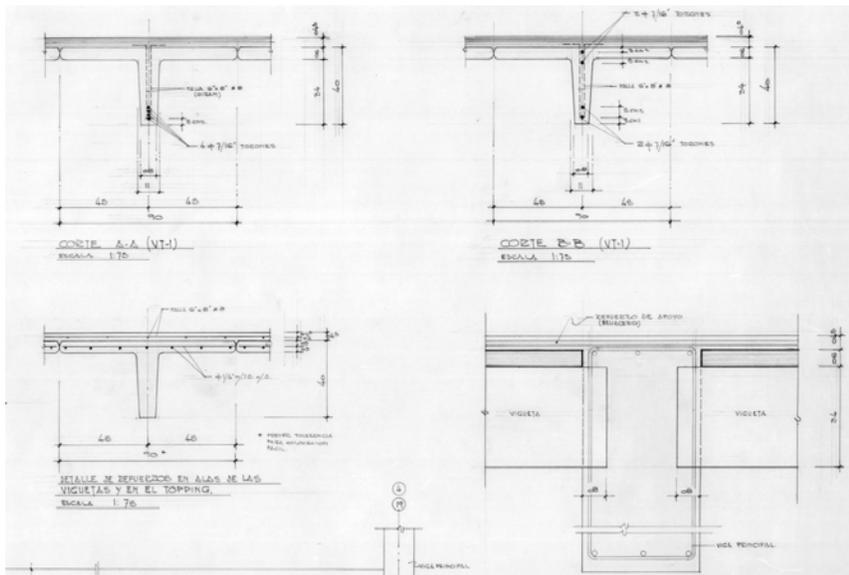


**FIGURA IV.1.6 Detalle del armado de los nervios.**

IMAGEN PROVENIENTE DE LOS PLANOS ORIGINALES DEL ARQ. VILLANUEVA



**FIGURA IV.1.7 Detalle longitudinal de los nervios.**  
 IMAGEN PROVENIENTE DE LOS PLANOS ORIGINALES DEL ARQ. VILLANUEVA



**FIGURA IV.1.8 Detalle transversal de los nervios.**  
 IMAGEN PROVENIENTE DE LOS PLANOS ORIGINALES DEL ARQ. VILLANUEVA

## IV.1.4 Muros estructurales.

La estructura del edificio cuenta con cinco muros estructurales que se encuentran en todos los pisos, la ubicación en planta de estos muros los podemos apreciar en la Figura IV.1.9.

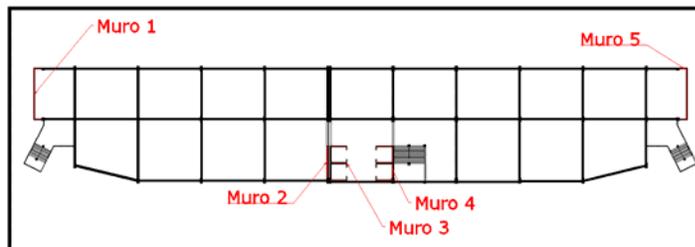


FIGURA IV.1.9 Ubicación de los muros estructurales en la planta del edificio.

El detalle de cada tipo de los muros su muestra en las Figuras .IV.1.10, IV.1.11, IV.1.12 y IV.1.13:

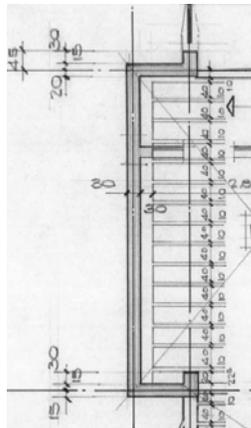
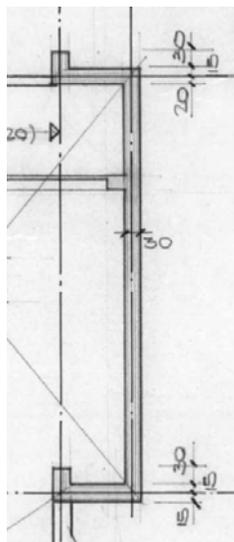


FIGURA IV.1.10 Detalle del Muro 1.

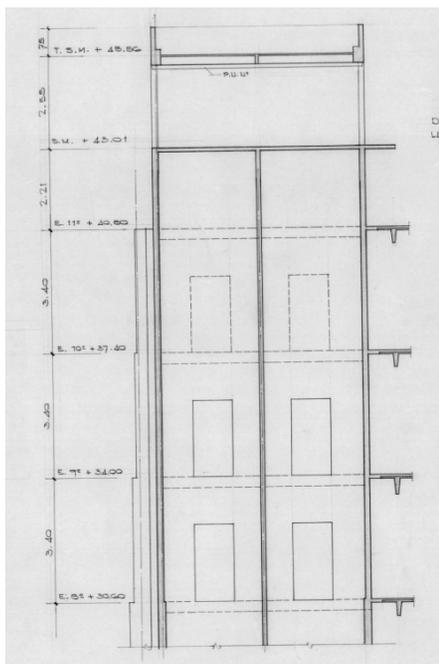
IMAGEN PROVENIENTE DE LOS PLANOS ORIGINALES DEL ARQ. VILLANUEVA





**FIGURA IV.1.13 Detalle del Muro 5.**

*IMAGEN PROVENIENTE DE LOS PLANOS ORIGINALES DEL ARQ. VILLANUEVA*



**FIGURA IV.1.14 Corte del Muro 4 (Núcleo de ascensores).**

*IMAGEN PROVENIENTE DE LOS PLANOS ORIGINALES DEL ARQ. VILLANUEVA*

***IV.2 Ensayos no destructivos a las Vigas y Columnas del edificio.****IV.2.1 Ensayo con el Ferroscan FS10.*

Para la verificación de la disposición y cantidad del acero de refuerzo existente en las vigas y columnas se realizó una exploración a una muestra característica con el uso del sistema Ferroscan FS10. Este sondeo se realizó con la asistencia del Instituto de Materiales y Modelos estructurales (IMME), quienes proporcionaron el personal y equipo necesario para la investigación.

*IV.2.1.1 Información obtenida mediante el ensayo con el Ferroscan FS10.*

El ensayo que se le realizó a los elementos estructurales del edificio fue el denominado “*detección rápida*”, éste se hace solo para constatar la cantidad de cabillas existentes en los elementos y la distancia entre cada refuerzo.

Debido a que el equipo no se encontraba calibrado no se pudo determinar el diámetros de los aceros, sin embargo, a algunos elementos se le tomo una radiografía que aunque no nos proporcionó los diámetros de las barras, si arrojó una imagen de la armadura de acero con la que cuentan los elementos (ver las Figuras IV.2.15 y .IV.2.16).

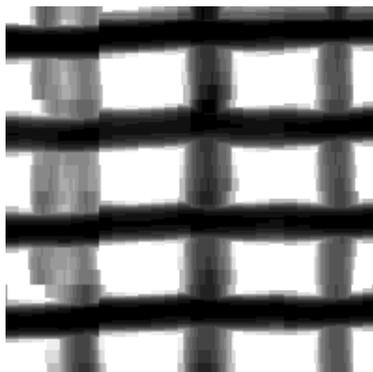


**FIGURA IV.2.15 Obtención de radiografías.**

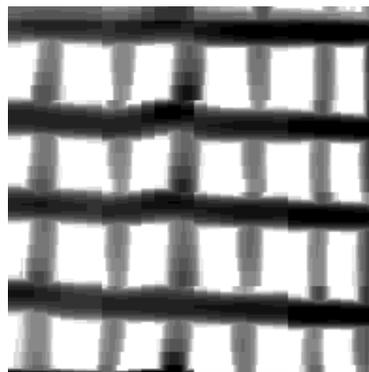


**FIGURA IV.2.16 Ensayo de detección rápida.**

En las Figuras IV.2.16 y IV.2.17 se muestra unas radiografías tomadas a las columnas en donde se puede apreciar la distribución del acero de refuerzo. La primera imagen muestra la columna ubicada en el cuarto piso específicamente en los ejes 1 – F, se puede apreciar que cuenta con tres (3) barras de refuerzo longitudinal y también se pueden observar el acero de refuerzo transversal. La Figura IV.2.17 corresponde a la radiografía tomada a la columna que se encuentra en los eje 17 – J del primer piso, en esta también se observa los aceros de refuerzo transversales y longitudinales, pero se puede apreciar que a diferencia de la anterior esta cuenta con un mayor número de barras longitudinales.



**FIGURA IV.2.16** Imagen de unas de las Radiografías tomadas



**FIGURA IV.2.17** Imagen de unas de las Radiografías tomadas

Para poder ensayar los elementos estructurales con el Ferroskan es necesario que estos tengan por lo menos dos caras expuestas, por lo tanto, antes de realizar los ensayos con el equipo se realizó una inspección visual con el fin de evaluar a cuales elementos se le podrían practicar estos estudios. Se planteó una muestra característica de ocho columnas y cuatro vigas a estudiar con el fin de comparar los resultados de la muestra con la información proveniente de los planos.

Al comparar la información de los ensayos con la que muestran los planos originales, se pudo constatar que en lo que respecta a la cantidad de acero y la distancia entre cada refuerzo no existen diferencias representativas. A continuación se presentan en las Tablas IV.2.13, IV.2.14, IV.2.15, IV.2.16, IV.2.17 y IV.2.18 la información obtenida por el estudio con el Ferroskan y la proveniente de los planos.

**Tabla IV.3.13 – Ubicación de las columnas ensayadas, Comparación de las dimensiones obtenidas.**

Ensayo	Tipo de Columna	Nivel	Eje		Dato de los Planos		Dato de los Ensayos	
			Trans.	Long.	Long. en cada cara (cm)		Long. en cada cara (cm)	
					X	Y	X	Y
1	72	8	16	J	55	55	55	55
2	102	4	2	F	40	40	40	40
3	23	1	17	J	90	90	90	90
4	36	1	10	J	45	75	45	75
5	6	S	5	j	90	95	90	95
6	18	PB	5	K	60	90	60	90
7	17	S	18	K	60	95	60	95
8	102	PB	14	G	40	40	40	40

**Tabla IV.3.14 –Comparación del número de barras en cada dirección para cada columna ensayada.**

Ensayo	Dato de los Planos		Dato de los Ensayos	
	N° de Barras en cada cara (cm)		N° de Barras en cada cara (cm)	
	X	Y	X	Y
1	5	5	5	5
2	3	3	3	3
3	5	5	5	5
4	3	4	3	4
5	6	7	6	7
6	5	7	5	7
7	4	4	4	4
8	3	3	3	3

**Tabla IV.3.15 –Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada Columna ensayada.**

Ensayo	Dato de los Planos		Dato de los Ensayos	
	Dist. entre barras en cada cara (cm)		Dist. entre barras en cada cara (cm)	
	X	Y	X	Y
1	2,5-10-15-15-10-2,5	2,5-10-15-15-10-2,5	3-8-15-16-8-5	3-9-15-15-9-3
2	5-15-15-5	5-15-15-5	5-14,5-15-5,5	6-14-15,5-4,5
3	5-15-25-25-15-5	5-15-25-25-15-5	6-14-24-25-15-5	4,5-15,5-25-25-15-6
4	2,5-17,5-17,5-2,5	2,5-22,5-25-22,5-2,5	4-17-16,5-2,5	3,5-22,5-25-21,5-2,5
5	2,5-17-17-17-17-17-2,5	2,5-15-15-15-15-15-15-2,5	3-17-17-16,5-17-17-2,5	2,5-16-15-13-15-16-15-2,5
6	2,5-10-15-15-10-2,5	5-10-10-15-15-10-10-5	4-9-15-16,5-10-3,5	5-9-10-15-15,5-11-10-4,5
7	5-15-20-15-5	5-25-25-25-5	4-15-20-15-6	4-26-26-25-4
8	5-15-15-5	5-15-15-5	5-14-11,5-7,5	7,5-12-14-6,5

**Tabla IV.3.16 – Ubicación de las Vigas ensayadas, Comparación de las dimensiones obtenidas.**

Ensayo	Tipo de Viga	Nivel	Eje		Dato de los Planos		Dato de los Ensayos	
					Long. en cada cara (cm)		Long. en cada cara (cm)	
			Trans.	Long.	Altura	Base	Altura	Base
1	5	8	10	J-K	85	40	85	40
2	6	7	18	A-J	85	40	85	40
3	6	4	4	C-J	85	40	85	40
4	6	3	6	A-J	85	40	85	40

**Tabla IV.3.17 –Comparación del número de barras en cada dirección para cada Viga ensayada.**

Ensayo	Dato de los Planos		Dato de los Ensayos	
	N° de Barras en cada cara (cm)		N° de Barras en cada cara (cm)	
	Altura	Base	Altura	Base
1	4	4	4	4
2	4	4	4	4
3	4	4	4	4
4	4	4	4	4

**Tabla IV.3.18 –Comparación de la separación entre barras en cada dirección para cada Viga ensayada.**

Ensayo	Dato de los Planos		Dato de los Ensayos	
	Dist. entre barras en cada cara (cm)		Dist. entre barras en cada cara (cm)	
	Altura	Base	Altura	Base
1	5-25-25-25-5	5-10-10-10-5	7,5-22,5-25-24-6	5-10-10-11-4,5
2	5-25-25-25-5	5-10-10-10-5	6-25-25-26-3	6-8-8-12-6
3	5-25-25-25-5	5-10-10-10-5	7-24-24-25-5	4,5-9,5-11-9-5-5,5
4	5-25-25-25-5	5-10-10-10-5	5-25-25-24,5-5,5	6-11-8-8-7

Se pudo verificar que en ninguno de los elementos ensayados existe diferencia entre la cantidad de barras especificada en los planos y la obtenida por medio del estudio. Sí existen diferencias en cuanto a la distribución del acero longitudinal, pero cabe destacar que en ninguno de los casos la discrepancia es mayor a 2 cm, esta diferencia se puede atribuir a errores constructivos o a la precisión del Ferroscan, pero no se le puede

atribuir a diferencias entre el diseño de los planos estructurales y la edificación construida.

Con el Ferroskan se estudió la distancia entre los aceros transversales y se pudo constatar que existe zona de confinamiento en las proximidades de los nodos. En las Vigas estudiadas la zona de confinamiento se encontró a 1,20 m en cada extremo, mientras que en las columnas se halló a 0,70 m de cada nodo

### ***IV.3 Estado actual de la estructura.***

La determinación del estado actual de la estructura se ejecutó mediante una inspección visual en la que se evaluaron los distintos daños presentes en los elementos estructurales. Para tal fin se empleó una planilla basada en Trabajos Especiales de Grados anteriores de esta misma línea de investigación. Para sustentar la información contenida en las planillas se hizo un registro fotográfico de los daños expuestos, con el fin de poder apreciar los daños descritos en estas. Los tipos de daños que se contabilizados son: la humedad, presencia de poros, falta de recubrimiento para el acero, la corrosión en el acero y grietas en los elementos. En la Tabla IV.3.19 se puede apreciar la escala de daños utilizada para describir la magnitud de los daños en la planilla de inspección.

Tabla IV.3.19 – Escala de daños utilizada

Tipo de daño	Escala de Daños				
	1	2	3	4	5
<b>Humedad</b>	Presencia de Humedad en menos del 10% del elemento	Presencia de Humedad entre el 10% al 25% del elemento	Presencia de Humedad entre el 25% al 50% del elemento	Presencia de Humedad entre el 50% al 75% del elemento	Presencia de Humedad entre el 75% al 100% del elemento
<b>Poros</b>	Presencia de Poros en menos del 10% del elemento	Presencia de Poros entre el 10% al 25% del elemento	Presencia de Poros entre el 25% al 50% del elemento	Presencia de Poros entre el 50% al 75% del elemento	Presencia de Poros entre el 75% al 100% del elemento
<b>Recubrimiento</b>	Menos de 10 cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Entre 10 cm a 30 cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Entre 30 cm a 50 cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Entre 50 cm a 80cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Mas de 80 cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento
<b>Corrosión</b>	Acero sin Recubrimiento con muy poca Corrosión..	Acero sin recubrimiento con Corrosión apreciable	Acero sin recubrimiento totalmente Corroído en la zona expuesta	Acero Corroído en el interior del elemento, pequeñas Grietas en el concreto que se encuentra alrededor de la barra	Acero Corroído en el interior del elemento, grandes Grietas en el concreto que se encuentra alrededor de la barra
<b>Grietas</b>	Presencia de Grietas en menos del 10% del elemento	Presencia de Grietas entre el 10% al 25% del elemento	Presencia de Grietas entre el 25% al 50% del elemento	Presencia de Grietas entre el 50% al 75% del elemento	Presencia de Grietas entre el 75% al 100% del elemento

La inspección se le efectuó a vigas, columnas, muros estructurales y losas. Cabe destacar que ni a los muros estructurales ni a las losas se le encontraron daños importantes en función al baremo utilizado para la evaluación, mientras que a las vigas y columnas, es en donde se localizaron

la totalidad de los daños significativos en la estructura. En la Tabla IV.3.20 se exhibe la planilla de recolección de daños.

**Tabla IV.3.19 – Planilla de inspección de daños.**

Planilla de registro para el levantamiento de daños en los elementos estructurales									
Estructura en estudio: Edificio de FACES									
Nivel	Foto	Tipo de elemento	Eje		Ubicación del daño en el elemento	Daños		Observaciones	
			Trans.	Long.		Tipo	Nivel		
PB	18 19 20	Viga	7	J-K	mitad	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	2	
						Corrosión	X	2	
						Grietas			
PB	17	Columna	14	D	mitad inferior	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	3	Parece que fue extraído
						Corrosión	X	3	Acero longitudinal
						Grietas			
PB	16 21	Columna	14	G	mitad inferior	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	3	Parece que fue extraído
						Corrosión			
						Grietas			
PB	13 14 15	Viga	18	A-J	mitad	Humedad			
						Poros	X	2	
						Recubrimiento	X	2	Falta de recubrimiento
						Corrosión	X	2	
						Grietas			
PB	12	Columna	20	J	mitad superior	Humedad			
						Poros	X	1	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			
1	22	Viga	4	J-K	mitad	Humedad			
						Poros	X	2	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			

Nivel	Foto	Tipo de elemento	Eje		Ubicación del daño en el elemento	Daños		Observaciones	
			Trans.	Long.		Tipo	Nivel		
1	23	Columna	5	K	mitad superior	Humedad			
						Poros	X	2	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			
1	24 25	Columna	21	F	toda	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	4	Exploto el acero
						Corrosión	X	4	
						Grietas			
2	1	Columna	2	F	mitad superior	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	2	
						Corrosión	X	3	Acero a la vista
						Grietas			
2	2	Columna	10	J	toda	Humedad			
						Poros	3	X	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			
2	3	Columna	3	J	mitad	Humedad			
						Poros	X	2	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			
3	4	Columna	5	J	mitad	Humedad			
						Poros	X	2	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			
3	5	Columna	3	J	toda	Humedad			
						Poros	X	3	
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas			
3	6 7 8 9	Columna	2	F	Nodo inferior	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	5	Flata y caída de recubrimiento
						Corrosión	X	5	Corrosión crítica
						Grietas			

Nivel	Foto	Tipo de elemento	Eje		Ubicación del daño en el elemento	Daños			Observaciones
			Trans.	Long.		Tipo	Nivel		
4		Columna	3	H	mitad inferior	Humedad			No tiene recubrimiento
						Poros			
						Recubrimiento	X	4	
						Corrosión	X	4	
						Grietas			
4	10	Columna	14	D	toda	Humedad			Falta de recubrimiento
						Poros			
						Recubrimiento	X	2	
						Corrosión	X	2	
						Grietas			
4	11	Columna	20	K	mitad	Humedad			Caída de recubrimiento
						Poros			
						Recubrimiento	X	1	
						Corrosión			
						Grietas			
5	27	Columna	5	K	mitad	Humedad			Hueco profundo
						Poros			
						Recubrimiento	X	2	
						Corrosión			
						Grietas			
5	28	viga	6	J-K	mitad	Humedad			Falta de recubrimiento
						Poros			
						Recubrimiento	X	1	
						Corrosión			
						Grietas			
5	29	viga	10	J-K	mitad	Humedad			Agrietamiento longitudinal
						Poros			
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas	X	2	
6	30	Columna	19	C	Nodo inferior	Humedad			Caída de recubrimiento
						Poros			
						Recubrimiento	X	3	
						Corrosión	X	3	
						Grietas			
6	31	viga	10	J-K	mitad	Humedad			Falta de recubrimiento
						Poros			
						Recubrimiento	X	3	
						Corrosión	X	3	
						Grietas			

Nivel	Foto	Tipo de elemento	Eje		Ubicación del daño en el elemento	Daños		Observaciones	
			Trans.	Long.		Tipo	Nivel		
7	32	viga	18	J-K	mitad	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas	X	2	grieta transversal
8	33	Columna	10	K	mitad inferior	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento	X	3	Caida de recubrimiento
						Corrosión	X	4	Acero transversal
8	34	Viga	4	J-C	del nodo "C"	Humedad			
						Poros			
						Recubrimiento			
						Corrosión			
						Grietas	X	1	grieta transversal

En las Figuras que se muestran a continuación (desde la Firura IV.3.18 a la IV.3.49) se pueden apreciar las imágenes que sustentan los datos de la planilla de inspección.



**FIGURA IV.3.18 Foto 1**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (3)**



**FIGURA IV.3.19 Foto 2**  
**Poros (3)**



**FIGURA IV.3.20 Foto 3**  
**Poros (2)**



**FIGURA IV.3.21 Foto 4**  
**Poros (2)**



**FIGURA IV.3.22 Foto 5**  
**Poros (3)**



**FIGURA IV.3.23 Foto 6**  
**Falta de recubrimiento (5)**  
**Corrosión (5)**



**FIGURA IV.3.19 Foto 7**  
**Falta de recubrimiento (5)**  
**Corrosión (5)**



**FIGURA IV.3.20 Foto 8**  
**Falta de recubrimiento (5)**  
**Corrosión (5)**



**FIGURA IV.3.24 Foto 9**  
**Falta de recubrimiento (5)**  
**Corrosión (5)**



**FIGURA IV.3.25 Foto 10**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**



**FIGURA IV.3.26 Foto 11**  
**Falta de recubrimiento (1)**



**FIGURA IV.3.27 Foto 12**  
**Poros (1)**



**FIGURA IV.3.28 Foto 13**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**  
**Poros (2)**



**FIGURA IV.3.29 Foto 14**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**  
**Poros (2)**



**FIGURA IV.3.30 Foto 15**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**  
**Poros (2)**



**FIGURA IV.3.31 Foto 16**  
**Falta de recubrimiento (3)**



**FIGURA IV.3.32 Foto 17**  
**Falta de recubrimiento (3)**  
**Corrosión (3)**



**FIGURA IV.3.33 Foto 18**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**



**FIGURA IV.3.34 Foto 19**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**



**FIGURA IV.3.35 Foto 20**  
**Falta de recubrimiento (2)**  
**Corrosión (2)**



**FIGURA IV.3.36 Foto 21  
Recubrimiento (3)**



**FIGURA IV.3.37 Foto 22  
Poros (2)**



**FIGURA IV.3.38 Foto 23  
Poros (2)**



**FIGURA IV.3.39 Foto 24  
Falta de recubrimiento (4)  
Corrosión (4)**



**FIGURA IV.3.40 Foto 25  
Falta de recubrimiento (4)  
Corrosión (4)**



**FIGURA IV.3.41 Foto 26  
Falta de recubrimiento (4)  
Corrosión (4)**



**FIGURA IV.3.42 Foto 27**  
**Falta de recubrimiento (2)**



**FIGURA IV.3.43 Foto 28**  
**Falta de recubrimiento (1)**



**FIGURA IV.3.44 Foto 29**  
**Grietas (2)**



**FIGURA IV.3.45 Foto 30**  
**Falta de recubrimiento (3)**  
**Corrosión (3)**



**FIGURA IV.3.46 Foto 31**  
**Falta de recubrimiento (3)**  
**Corrosión (3)**



**FIGURA IV.3.47 Foto 32**  
**Grietas (2)**

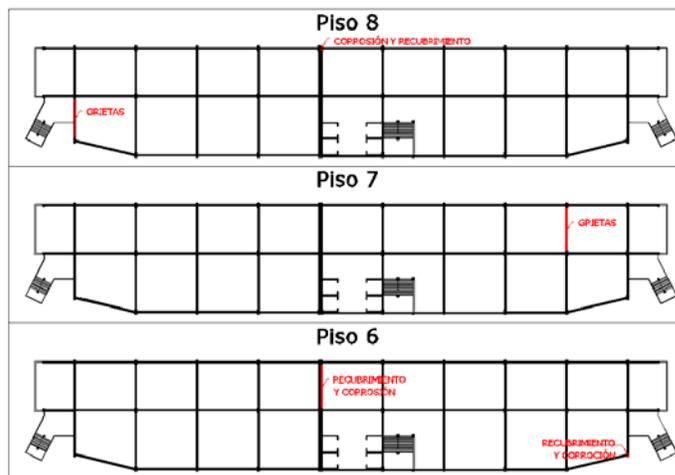


**FIGURA IV.3.48 Foto 33**  
**Falta de recubrimiento (3)**  
**Corrosión (4)**



**FIGURA IV.3.49 Foto 34**  
**Grietas (1)**

En las siguientes Figuras IV.3.50, IV.3.51 y IV.3.52 se muestran para cada planta la ubicación de las vigas y columnas que presentan daños.



**FIGURA IV.3.50 Ubicación de los daños en los Pisos 6-7-8**

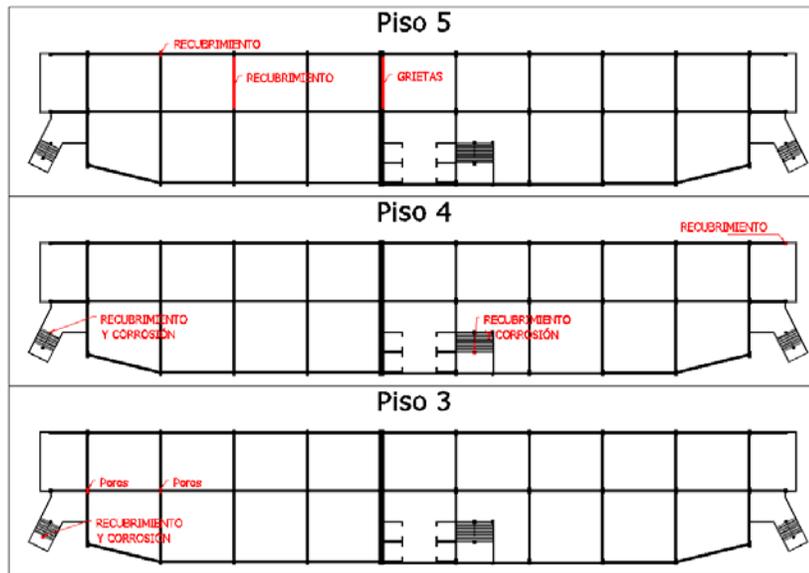


FIGURA IV.3.51 Ubicación de los daños en los Pisos 3-4-5

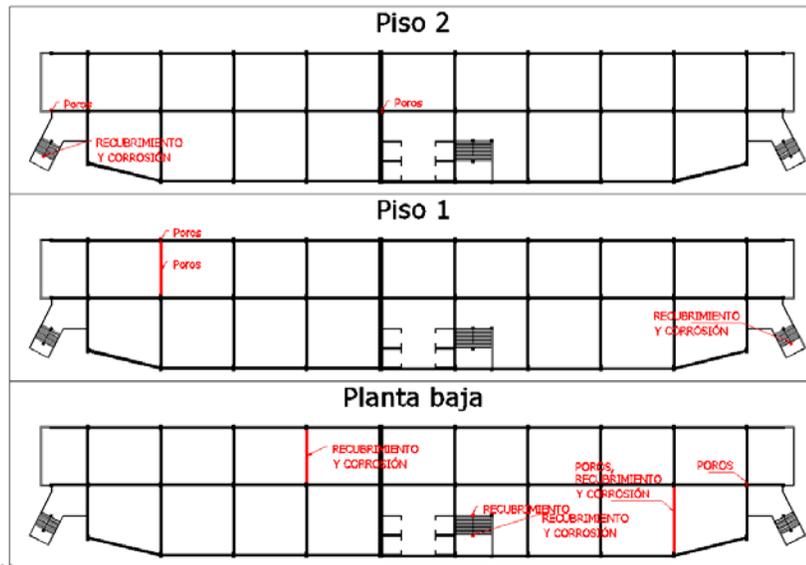


FIGURA IV.3.52 Ubicación de los daños en Planta Baja y Pisos 1-2

Se puede apreciar que según el baremo utilizado solo en un pequeño número de los elementos estructurales existe presencia de daños importantes.

La Tabla IV.3.20 muestra el porcentaje de los elementos que presentan daños importantes.

**Tabla IV.3.20 – Porcentaje de elementos con daños importantes**

<b>Daños en las Columnas</b>	
Columnas totales	370
Columnas con daño	22
Porcentaje de Columnas con daño	5,95%
<b>Daños en las Vigas</b>	
Vigas totales	440
Vigas con daño	11
Porcentaje de Vigas con daño	2,50%
<b>Daños en las Vigas y Columnas</b>	
Vigas totales	810
Vigas con daño	33
Porcentaje de Vigas con daño	4,07%

La falta de recubrimiento de los aceros y su corrosión son los daños que más se encuentran en la estructura, estos daños están íntimamente relacionados, y son de esperarse en una estructura que fue diseñada en 1959, pues la norma MOP 1959 establecía que el recubrimiento de los elementos estructurales para un edificio de concreto armado debía ser de 2,5 cm, mientras que la norma actual (COVENIN 1753-2006) establece que el

recubrimiento mínimo debe ser de 5 cm. Es muy factible que al existir un recubrimiento tan pequeño se presenten errores en el encofrado trayendo como consecuencia que algunos aceros queden expuestos al medio ambiente (falta de recubrimiento) y en consecuencia se produzca corrosión en las cabillas.

Otros daños que se pueden encontrar en la estructura son las Grietas y la Porosidad en los elementos, estos se presentan en menor magnitud que los tipos de daños anteriores. La presencia de Grietas se puede ocasionar por múltiples razones (falta de acero transversal en vigas, corrosión de los aceros en el interior de los elementos, un mal método constructivo, etc...). En lo que respecta a la porosidad en los elementos se puede decir que este tipo de daño está íntimamente ligado con un mal vibrado en la etapa constructiva.

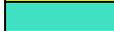
La Humedad no se encontró en ningún elemento estructural, esto se debe a que el edificio cuenta con una muy buena circulación de aire en los espacios internos.

#### ***IV.4 Levantamiento de los usos que se le dan a cada área y de la ubicación de los Muros en cada piso.***

Se realizó una inspección para recolectar información relacionada con el uso que se le está dando a las áreas del edificio para poder asignarle al modelo la carga viva que le corresponde a cada una de estas zonas, también se hizo el levantamiento de los muro que se encuentran en cada piso, para poder asignarle también el peso de los muros al modelo.

En las Figuras IV.4.53 y IV.4.54 se pueden apreciar los usos que se le dan a cada uno de los pisos de la estructura, el uso asignado a cada color se encuentra en la Tabla IV.4.21

**Tabla IV.4.21 – Significado de los colores en las Figuras IV.4.53 y IV.4.54**

	Oficina
	Pasillo
	Aula
	Biblioteca
	Baño
	Sala de Computación
	Cocina
	Comedor

En las Figuras IV.4.53 y IV.4.54 los muros que están representados de color negro son paredes de bloque de 15 cm de ancho y los que están caracterizados de color rojo son tabiquerías de yeso.

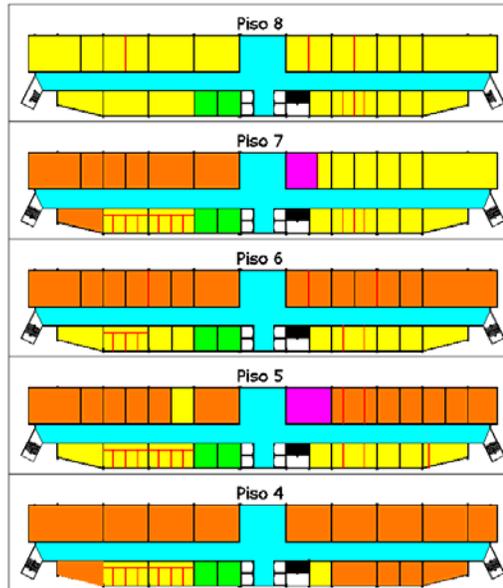


FIGURA IV.4.53 Uso de las áreas del edificio y distribución de los muros de los Pisos 4-5-6-7-8

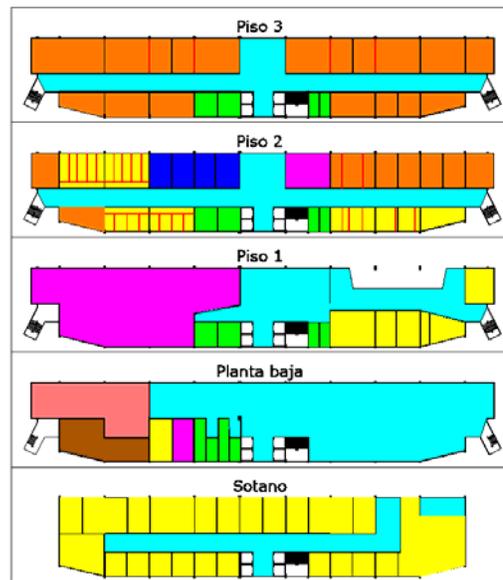


FIGURA IV.4.54 Uso de las áreas del edificio y distribución de los muros de Sótano, Planta Baja y Pisos 1-2-3

**CAPITULO V****Recálculo de la Estructura*****V.1 Protocolo de recálculo***

El objetivo principal del recálculo estructural, fue determinar la cantidad y distribución de acero longitudinal requerido en las vigas, el factor de resistencia de las columnas y analizar el comportamiento de los muros estructurales presentes en la estructura. También se evaluaron otros parámetros como el período de la estructura, los desplazamientos, la deriva, los modos de vibración, el corte basal y su factor de corrección, entre otros.

El programa de análisis estructural (ETABS v9.0) que se utilizó para el recálculo de la estructura fue diseñado bajo las Normas Americanas ACI, por tal motivo los valores arrojados por el mismo fueron adaptados a las Normas Venezolanas vigentes.

***V.1.1 Normas***

El recálculo de la estructura se basó en analizar el edificio siguiendo los criterios establecidos en las normas nacionales e internacionales vigentes, específicamente en las normas que se presentan a continuación:

- COVENIN 1753–2006. *“Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño”*.
- COVENIN 2002–1988. *“Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”*.
- COVENIN 1756–2001. *“Edificaciones Sismorresistentes”*.
- Norma Americana ACI-2005. *(Utilizada por el programa Etabs v9)*.

#### V.1.2 Calidad de los materiales

La calidad de los materiales usada para el recálculo se basó en la información encontrada en los planos de estructuras, ya que no se pudo hallar las memorias de cálculo del edificio en la planoteca de la UCV. La información obtenida de los planos fue la siguiente:

- Concreto  $F'_c = 300 \text{ Kgf/cm}^2$
- Acero de refuerzo  $F_y = 2,800 \text{ Kgf/cm}^2$

*V.1.3 Métodos de Análisis Estructural*

Según lo establecido en la Norma COVENIN 1756-2.001, en su capítulo 9 específicamente en la tabla 9.1 (ver Figura V.1.55), para un edificio de estas características (34 m de altura) se debe realizar un Análisis Dinámico Plano.

**TABLA 9.1****SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EDIFICIOS DE ESTRUCTURA REGULAR**

<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>	<b>REQUERIMIENTO MÍNIMO</b>
No excede 10 pisos ni 30 metros	ANÁLISIS ESTÁTICO (Sección 9.1.1)
Excede 10 pisos ó 30 metros	ANÁLISIS DINÁMICO PLANO (Sección 9.1.2)

**FIGURA V.1.55 Tabla 9.1 de la norma COVENIN 1756-2001**

*FUENTE: FIGURA TOMADA DE LA NORMA COVENIN 1756-2001*

*V.1.4 Sistema Estructural*

Las losas, escaleras y tabiquería fueron descartadas como parte del sistema resistente de la estructura, a pesar de saber que éstas tienen una influencia dentro del comportamiento de la edificación. Por lo tanto, la Estructura es un sistema integrado por vigas, columnas y muros estructurales.

El sistema estructural es Tipo II, ya que la Estructura está constituida por una combinación de los Tipos I (Sistema con pórtico de concreto armado en las dos direcciones) y Tipo III (Estructuras con muros estructurales de concreto armado). Por lo antes expuesto la acción conjunta de los Pórticos y los muros Estructurales deber ser capaz de resistir la totalidad de las fuerzas sísmicas.

#### *V.1.5 Cargas Consideradas*

Las cargas sobre la estructura se determinaron con base a las indicaciones de la Norma COVENIN 2002–1988, según las siguientes acciones:

##### *V.1.5.1 Cargas Permanentes (CP)*

Corresponde al peso propio de la losa, de los elementos estructurales, tabiquería, acabado de piso y otros componentes como los Parasoles de Concreto de las fachadas Norte y Sur. El peso de estos elementos fue calculado con base a la Tabla 4.3, el Artículo 5.2.4, el Artículo 5.3.4 y el Artículo 4.4 de la norma COVENIN 2002-1988.

A continuación se presentan las cargas permanentes asignadas en la estructura:

- *Losa Nervada:* 250 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Acabado de piso:* 80 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Impermeabilización del Techo:* 100 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Paredes de bloque de concreto de 20 cm de espesor y frisada por ambas caras:* 330 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Paredes de tabique de yeso:* 50 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Sala de máquinas del ascensor:* 2100 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Parasoles Verticales:* 550 Kg.
- *Parasoles Horizontales:* 120 Kgf/m.

#### V.1.5.1 Cargas Variables (CV)

Esta carga fue determinada para cada ambiente según la Tabla 5.1 de la Norma COVENIN 2002-1988. A continuación se presenta el valor de las cargas variables de cada área presente en la Estructura:

- *Pasillo:* 400 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Oficina:* 300 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Aula:* 300 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Biblioteca:* 300 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Azotea:* 100 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Cafetín y Cocina:* 300 Kgf/m<sup>2</sup>.

- *Baños:* 300 Kgf/m<sup>2</sup>.
- *Escalera:* 500 Kgf/m<sup>2</sup>.

#### *V.1.5.1 Acciones Accidentales (S)*

La acción del sismo se consideró siguiendo las indicaciones de la Norma COVENIN 1756–2001.

#### *V.1.6 Espectro de Diseño*

##### *V.1.6.1 Características y Factores de la Zona*

Según lo indicado en el Capítulo 4 de la norma COVENIN 1756-2001 la Estructura se encuentra en la zona sísmica N° 5. En el Capítulo 5 de dicha norma se establece el valor de los siguientes factores:

- El coeficiente de aceleración horizontal ( $A_0$ ) es igual a 0,30m/seg<sup>2</sup>.
- El suelo posee una forma espectral S2 con un factor de corrección de la aceleración horizontal ( $\varphi$ ) 0,90m/seg<sup>2</sup>.
- La estructura según su uso pertenece al grupo A por lo que posee un factor de importancia ( $\alpha$ ) de 1,30.

## V.1.6.2 Nivel de Diseño de la Estructura

El nivel de diseño de la estructura es 1 (ND1), y se determinó según lo establecido en la Tabla C-12.1 del Capítulo C-12 (ver Figura V.1.56) en los comentarios de la norma COVENIN 1756-2001 para un edificio construido antes de 1967 y de más de 4 pisos de altura.

TABLA C-12.1  
ORIENTACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE  
DISEÑO PRESENTES

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE A SISMOS	NIVELES DE DISEÑO PRESENTES EN OBRAS CONSTRUIDAS EN ZONAS SÍSMICAS, EN EL LAPSO SEÑALADO			
	hasta 1955	1955-1967	1967-1982	>1982
Estructuras aporticadas de concreto armado de más de 3 a 4 pisos	ND1	ND1	ND2	ND3
Estructuras de mampostería confinada con miembros de concreto armado	ND1	ND1	(1)	(1)

**FIGURA V.1.56** Tabla C-12.1 de los comentarios de la norma COVENIN 1756-2001

FUENTE: FIGURA TOMADA DE LOS COMENTARIOS DE LA NORMA COVENIN 1756-2001

Cabe destacar que la estructura del edificio fue concluida en 1980, sin embargo, su proyecto estaba acabado en 1959 y su construcción comenzó en 1963, también se pudo constatar que no existió ningún cambio significativo entre lo proyectado en 1959 y la estructura actual del edificio, por lo tanto podemos clasificar al edificio como un edificio anterior a 1967.

### V.1.6.3 Factor de Reducción de Respuesta

El factor de Reducción de Respuesta (R) fue tomado de la Tabla 6.4 de la norma COVENIN 1756-2001 (ver Figura V.1.57), en la que se establece que para una estructura de sus características (de Concreto Armado, ND1 y Tipo II) el valor de R es de 1,75.

#### FACTORES DE REDUCCIÓN R

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.5	5.0	2.0
ND2	4.0	3.5	3.0	3.5	1.5
ND1	2.0	1.75	1.5	2.0	1.25

**FIGURA V.1.57 Tabla 6.4 de la norma COVENIN 1756-2001**

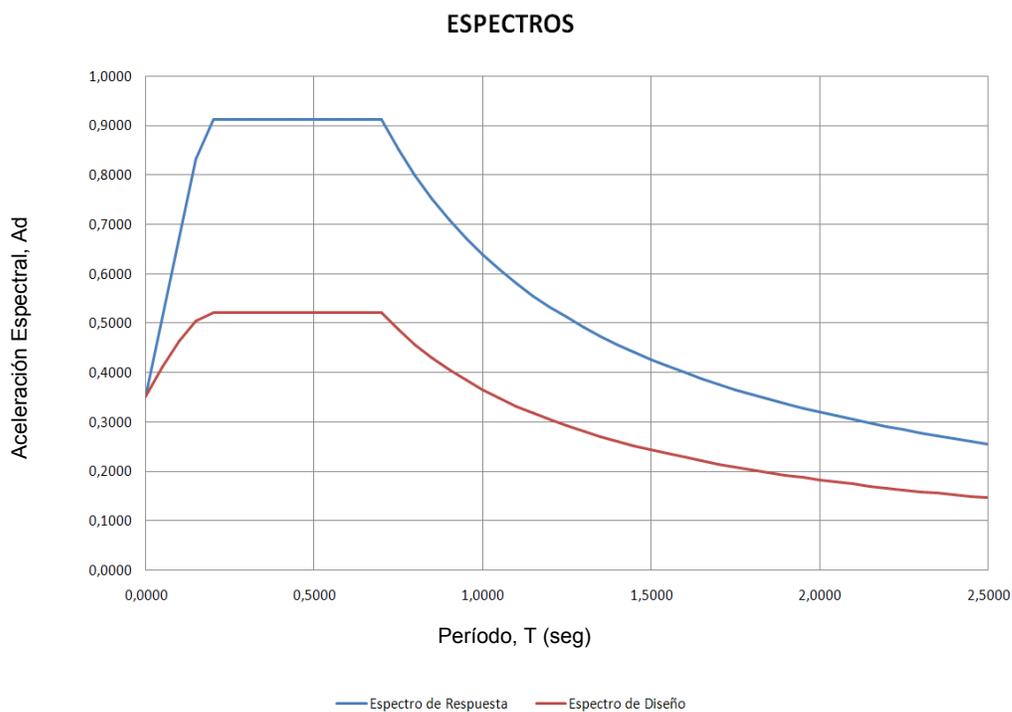
*FUENTE: FIGURA TOMADA DE LA NORMA COVENIN 1756-2001*

### V.1.6.4 Resumen de Factores y Gráfico de los espectros

En la Tabla V.1.22 se muestra un resumen de los valores utilizados para construir el Espectro de Diseño, en dicha Tabla también se muestra las Referencias de cada uno de estos valores. En la Figura V.1.58 se puede apreciar el Grafico correspondiente al Espectro de Diseño y también el de Respuesta.

Tabla V.1.22 – Datos del Espectro de Diseño

Datos para el Espectro de Diseño	Valor	Referencia Norma COVENIN 1756- 2001
Máximo período en intervalo constante de Espectros Normalizados ( $T^*$ )	0,70 seg	Tabla 7.1
Período Característico de Variación de Respuesta ( $T_+$ )	0,10 seg	Tabla 7.2
Factor de Reducción de Respuesta ( $R$ )	1,75	Tabla 6.4
Factor de Importancia ( $\alpha$ )	1,30	Tabla 6,1
Factor de Magnificación Promedio ( $\beta$ )	2,60	Tabla 7,1
Factor de Corrección ( $\varphi$ )	0,90	Tabla 5.1
Coeficiente de aceleración horizontal ( $A_0$ )	0,30	Tabla 4.1
Exponente que define Rama Descendente del Espectro ( $\rho$ )	1,00	Tabla 7,1
Forma espectral	S2	Tabla 5.1
Grupo	A	Articulo 6,1,1
Nivel de Diseño	ND1	Tabla C-12,1
Tipo de Estructura	Tipo II	Cap. 6,3,1



**FIGURA V.1.58 Espectro de diseño y Espectro de respuesta**

### V.1.7 Combinaciones de Cargas

Las combinaciones de cargas utilizadas en el modelo se establecieron según lo indicado en el Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1753-2006, estas combinaciones se presentan a continuación:

1.  $U = 1,4 CP$
2.  $U = 1,4 (CP + CPT) + 1,6 CV + 0,5 CVT$
3.  $U = 1,4 (CP + CPT) + 0,5 CV + 1,6 CVT$
4.  $U = 1,2 (CP + CPT) + 0,5 (CV + CVT) \pm S_x \pm 0,3 S_y.$

$$5. U = 1,2 (CP + CPT) + 0,5 (CV + CVT) \pm 0,3 S_x \pm S_y.$$

$$6. U = 0,9 (CP + CPT) \pm S_x \pm 0,3 S_y.$$

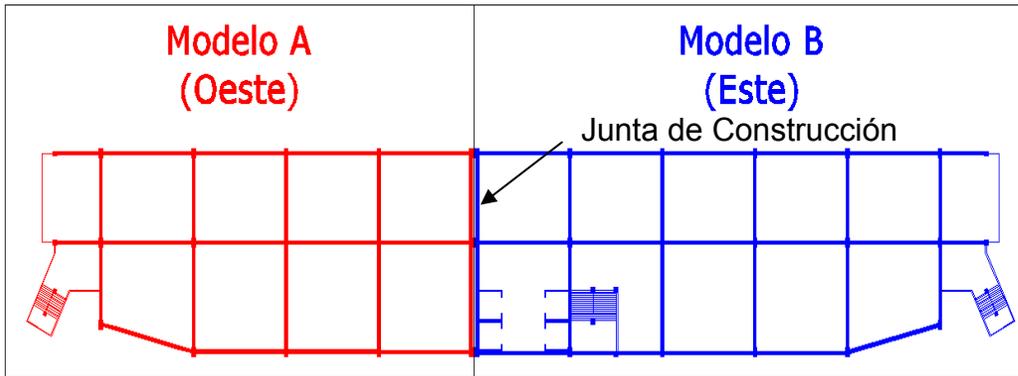
$$7. U = 0,9 (CP + CPT) \pm 0,3 S_x \pm S_y.$$

Las combinaciones que incluyen la acción del sismo (S) se utilizaron tomando en cuenta la acción simultánea de las componentes sísmicas horizontales, según se indica en el Capítulo 8 de la Norma COVENIN 1756-2001. Este artículo establece que se debe considerar en cada combinación sísmica el valor absoluto de las solicitaciones debidas a un sismo en una dirección, más el 30% del valor absoluto de las solicitaciones debidas a un sismo en la dirección ortogonal, y viceversa, simultáneamente a esto se deben alternar los signos (+ y -) para cada valor sísmico en cada combinación.

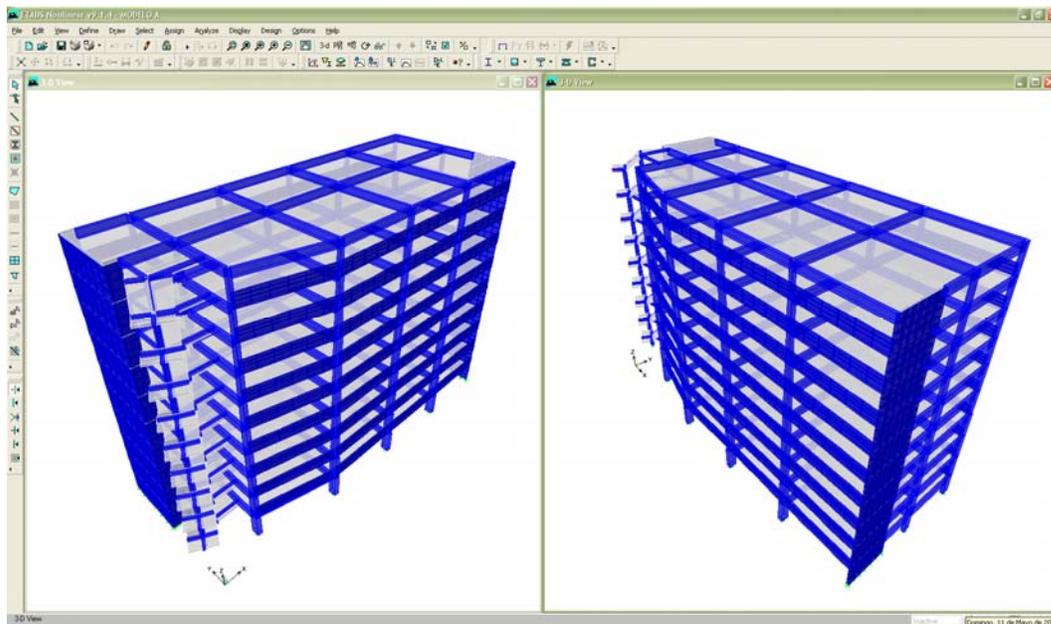
#### *V.1.8 Modelos Analizados*

El edificio cuenta con una junta de construcción que separa totalmente la estructura que se encuentra al Oeste con la que se encuentre al Este, en la Figura V.1.59 se puede apreciar la ubicación de esta junta. Para el recálculo del edificio se calcularon dos modelos, uno se le denominó Modelo A (ubicado en el Oeste), y al otro se le llamó Modelo B (emplazado en el

Este), en las Figuras V.1.60 y V.1.61 se puede apreciar ambos Modelos en tres (3) dimensiones.



**FIGURA V.1.59 Ubicación de los Modelos calculados en la vista de Planta del Edificio**



**FIGURA V.1.60 Modelo A**

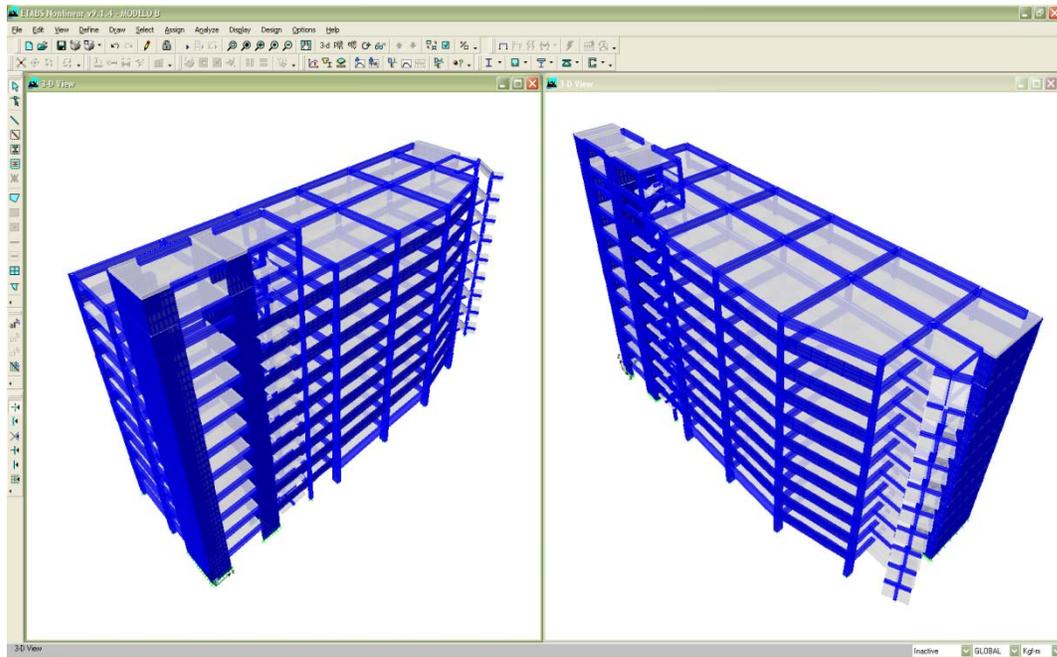


FIGURA V.1.61 Modelo B

## V.2 Resultados y Análisis

Luego de analizados los dos (2) Modelos planteados para el recálculo de la estructura, se obtuvieron valores de las propiedades dinámicas de cada uno de estos, al igual que otras características de la edificación.

A continuación se presentan dichos valores para cada uno de los modelos realizados con los distintos programas de cálculo.

## V.2.1 Peso de la estructura

El peso de las estructuras de cada Modelos y el peso total del edificio se muestran en la Tabla V.2.23.

Tabla V.2.23 – Peso de la Estructura

Modelo A				Modelo B			
Pisos	Masa (kg)	Peso (Kgf)	Peso (Ton-f)	Pisos	Masa (kg)	Peso (Kgf)	Peso (Ton-f)
Techo	58.241	571.346	571	Techo	59.514	583.829	584
Piso 8	77.277	758.085	758	Piso 8	87.129	854.739	855
Piso 7	77.117	756.520	757	Piso 7	85.516	838.911	839
Piso 6	77.563	760.896	761	Piso 6	85.601	839.745	840
Piso 5	78.200	767.146	767	Piso 5	86.163	845.257	845
Piso 4	78.700	772.045	772	Piso 4	86.637	849.907	850
Piso 3	79.125	776.212	776	Piso 3	87.142	854.864	855
Piso 2	79.453	779.434	779	Piso 2	87.438	857.771	858
Piso 1	81.762	802.083	802	Piso 1	74.901	734.783	735
PB	70.863	695.165	695	PB	80.533	790.029	790
	$\Sigma$	7.438.933	7.439		$\Sigma$	8.049.836	8.050

<b>Peso Total de la estructura (Ton-f)</b>	15.489
--	--------

## V.2.2 Cortante Basal

Según lo señalado en el artículo 9.6.2.1 de la Norma 1756-2001, los valores obtenidos por la combinación modal de la Cortante Basal en cada dirección (Vox y Voy), debe ser mayor al Cortante Basal estático (Vo).

Por esta razón se calculó el corte estático ( $V_0$ ) según lo establecido en la norma y luego se dividió con el corte dinámico (que se obtuvo de la respuesta del programa), el valor conseguido por este cálculo es el valor del Factor de Corrección ( $F_c$ ).

En ambos Modelos el Factor de Corrección ( $F_c$ ) en las dos direcciones principales es mayor a uno (1), por lo tanto se multiplicó este factor por la gravedad, y el valor obtenido de esta operación se le asignó como dato de entrada al programa en el lugar donde corresponde colocar la gravedad.

Se puede observar en las Figuras V.2.63 y V.2.67 que el valor del cortante basal disminuye para el sótano con respecto al valor en la Planta Baja, esto se debe a que uno de los muros estructurales y varias columnas en ambos Modelos no llegan al sótano.

#### *V.2.2.1 Cortante Basal del Modelo A en la dirección "X":*

En la Figura V.2.62 se muestra una imagen tomada de la hoja de cálculo utilizada para deducir el valor del Factor de Corrección ( $F_c$ ) en la dirección "X" del Modelo A. En la Figura V.2.63 se puede apreciar el gráfico del Cortante Basal para este caso.

Cálculo de coeficiente sísmico	Fuerza Cortante Basal
<p><b>Tipo de Estructura</b> ii <b>Tipo de edificación</b> a</p> <p>a. Concreto armado b. Acero</p> <p><b>Tipo I</b> C<sub>i</sub>= 0.07 para edificios de concreto armado C<sub>i</sub>= 0.08 para edificios de acero.</p> <p><b>Tipo II, III y IV</b> C<sub>i</sub>= 0.05</p> <p><b>Características del edificio</b></p> <p><math>h_a = 34,00</math> m <math>h_a =</math> altura del edificio C<sub>t</sub>= 0,05 <math>N =</math> número de pisos N= 9</p>	<p><b>9.3.1</b> <math>V_0 = \mu * A_d * W</math></p> <p>Ad= Ordenada del espectro de diseño definido en el artículo 7.2, para el período T dado en la sección 9.3.2</p> <p>W= Peso total de la edificación por encima del nivel base</p> <p><math>W = CP + SCP + \gamma CV</math> <math>\gamma \approx 0,5</math></p> <p><math>\mu =</math> mayor de los valores dado por:</p> <p>a. <math>\mu = 1.4 * \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right]</math> <math>\mu = 0,84</math></p> <p>b. <math>\mu = 0.80 + \frac{1}{20} \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right]</math> <math>\mu = 0,83</math></p>
<p><b>9.3.2.2 Cálculo del período estimado T<sub>a</sub></b></p> <p><math>T_a = C_t * h_a^{\frac{3}{4}}</math></p> <p><math>T_a = 0,7040</math></p> <p><math>1.6 * T_a = 1,1264</math></p>	<p><b>Factor de corrección f<sub>c</sub></b></p> <p><math>A_d = 0,3241</math> m/s<sup>2</sup> <math>W(A) = 7.403.908</math> kg</p> <p><math>V_{ox}</math> estático= 2.015.494 kg <math>V_{ox}</math> dinámico= 1.744.495 kg</p> <p><math>f_c = \frac{V_0 \text{ estático}}{V_0 \text{ dinámico}} \geq 1</math></p> <p><math>f_c(A) = 1,15535</math> <math>g_x(A) = 11,33</math></p>

FIGURA V.2.62 Hoja de cálculo del Factor de Corrección (F<sub>c</sub>) para el Modelo A en la dirección “X”

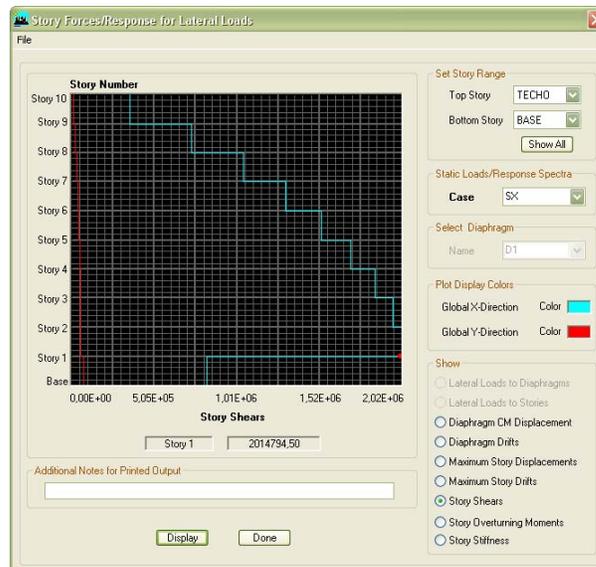


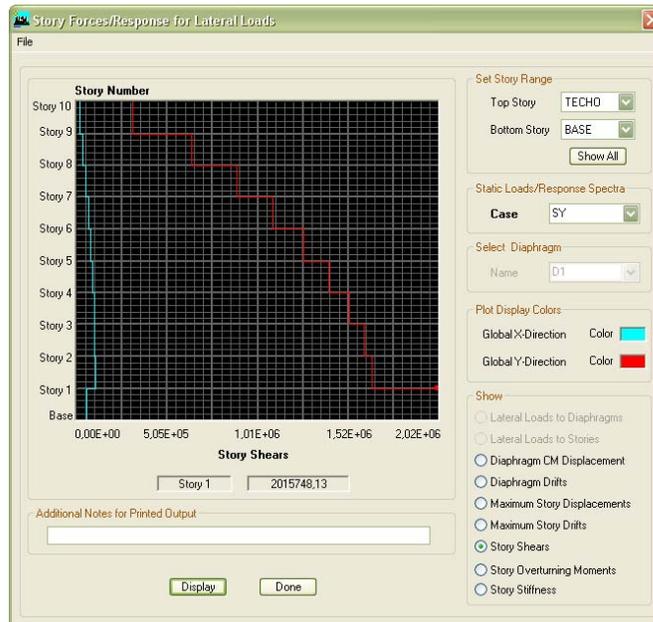
FIGURA V.2.63 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo A en la dirección “X”

*V.2.2.2 Cortante Basal del Modelo A en la dirección “Y”:*

En la Figura V.2.64 se muestra una imagen tomada de la hoja de cálculo utilizada para deducir el valor del Factor de Corrección ( $F_c$ ) en la dirección “Y” del Modelo A. En la Figura V.2.65 se puede apreciar el gráfico del Cortante Basal para este caso.

Cálculo de coeficiente sísmico	Fuerza Cortante Basal
<p><b>Tipo de Estructura</b> ii</p> <p><b>Tipo de edificación</b> a</p> <p>a. Concreto armado b. Acero</p> <p><b>Tipo I</b> <math>C_t = 0.07</math> para edificios de concreto armado <math>C_t = 0.08</math> para edificios de acero.</p> <p><b>Tipo II, III y IV</b> <math>C_t = 0.05</math></p> <p><b>Características del edificio</b></p> <p><math>h_a = 34,00</math> m      <math>h_a =</math> altura del edificio <math>C_t = 0,05</math>      <math>N =</math> número de pisos <math>N = 9</math></p>	<p><b>9.3.1</b>      <math>V_O = \mu * A_d * W</math></p> <p>Ad= Ordenada del espectro de diseño definido en el artículo 7.2, para el período T dado en la sección 9.3.2</p> <p>W= Peso total de la edificación por encima del nivel base</p> <p><math>W = CP + SCP + \gamma CV</math>      <math>\gamma \approx 0,5</math></p> <p><math>\mu =</math> mayor de los valores dado por:</p> <p>a. <math>\mu = 1.4 * \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right]</math>      <math>\mu = 0,84</math></p> <p>b. <math>\mu = 0.80 + \frac{1}{20} \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right]</math>      <math>\mu = 0,83</math></p>
<p><b>9.3.2.2 Cálculo del período estimado <math>T_a</math></b></p> <p><math>T_a = C_t * h_a^{\frac{3}{4}}</math></p> <p><math>T_a = 0,7040</math></p> <p><math>1.6 * T_a = 1,1264</math></p>	<p><b>Factor de corrección <math>f_c</math></b></p> <p><math>A_d = 0,3241 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>W(A) = 7.403.908 \text{ kg}</math></p> <p>Voy estático= 2.015.494 kg</p> <p>Voy dinámico= 1.357.206 kg</p> <p><math>f_c = \frac{V_O \text{ estático}}{V_O \text{ dinámico}} \geq 1</math></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p><math>f_{cy}(A) = 1,48503</math></p> <p><math>g_y(A) = 14,57</math></p> </div>

**FIGURA V.2.64 Hoja de cálculo del Factor de Corrección ( $F_c$ ) para el Modelo A en la dirección “Y”**



**FIGURA V.2.65 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo A en la dirección “Y”**

### V.2.2.3 Cortante Basal del Modelo A en la dirección “X”:

En la Figura V.2.66 se muestra una imagen tomada de la hoja de cálculo utilizada para deducir el valor del Factor de Corrección ( $F_c$ ) en la dirección “X” del Modelo B. En la Figura V.2.67 se puede apreciar el gráfico del Cortante Basal para este caso.

Cálculo de coeficiente sísmico	Fuerza Cortante Basal
<p><b>Tipo de Estructura</b> ii</p> <p><b>Tipo de edificación</b> a</p> <p>a. Concreto armado b. Acero</p> <p><b>Tipo I</b> C<sub>t</sub>= 0.07 para edificios de concreto armado C<sub>t</sub>= 0.08 para edificios de acero.</p> <p><b>Tipo II, III y IV</b> C<sub>t</sub>= 0.05</p> <p><b>Características del edificio</b></p> <p>h<sub>o</sub> = altura del edificio N = número de pisos</p> <p>h<sub>o</sub> = 34,00 m C<sub>t</sub> = 0,05 N = 9</p>	<p><b>9.3.1</b> <math>V_O = \mu * A_d * W</math></p> <p>Ad= Ordenada del espectro de diseño definido en el artículo 7.2, para el período T dado en la sección 9.3.2</p> <p>W= Peso total de la edificación por encima del nivel base</p> <p><math>W = CP + SCP + \gamma CV</math> <math>\gamma \approx 0,5</math></p> <p><math>\mu =</math> mayor de los valores dado por:</p> <p>a. <math>\mu = 1.4 * \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right]</math> <math>\mu = 0,84</math></p> <p>b. <math>\mu = 0.80 + \frac{1}{20} \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right]</math> <math>\mu = 0,83</math></p>
<p><b>9.3.2.2 Cálculo del período estimado T<sub>a</sub></b></p> <p><math>T_a = C_t * h_a^{\frac{3}{4}}</math></p> <p>T<sub>a</sub> = 0,7040</p> <p>1.6*T<sub>a</sub> = 1,1264</p>	<p><b>Factor de corrección f<sub>c</sub></b></p> <p>A<sub>d</sub> = 0,3241 m/s<sup>2</sup> W(A)= 9.275.216 kg</p> <p>Vox estática= 2.524.902 kg Vox dinámica= 2.487.824 kg</p> <p><math>f_c = \frac{V_O \text{ estático}}{V_O \text{ dinámico}} \geq 1</math></p> <p><b>f<sub>cx</sub>(A) = 1,01490</b> <b>g<sub>x</sub>(A) = 9,96</b></p>

FIGURA V.2.66 Hoja de cálculo del Factor de Corrección (F<sub>c</sub>) para el Modelo B en la dirección “X”

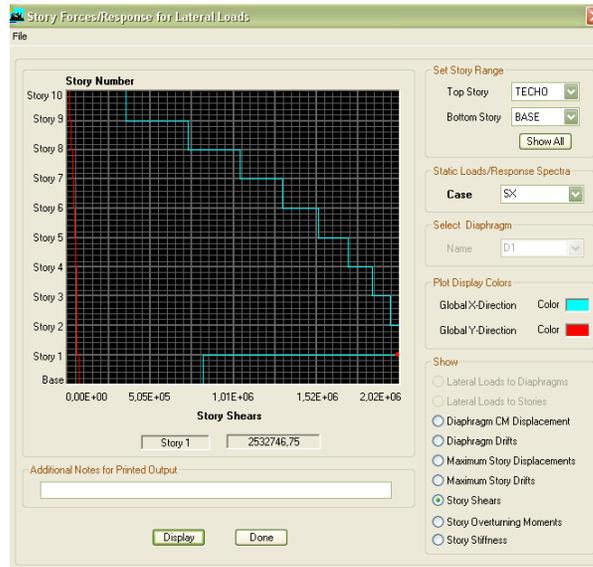


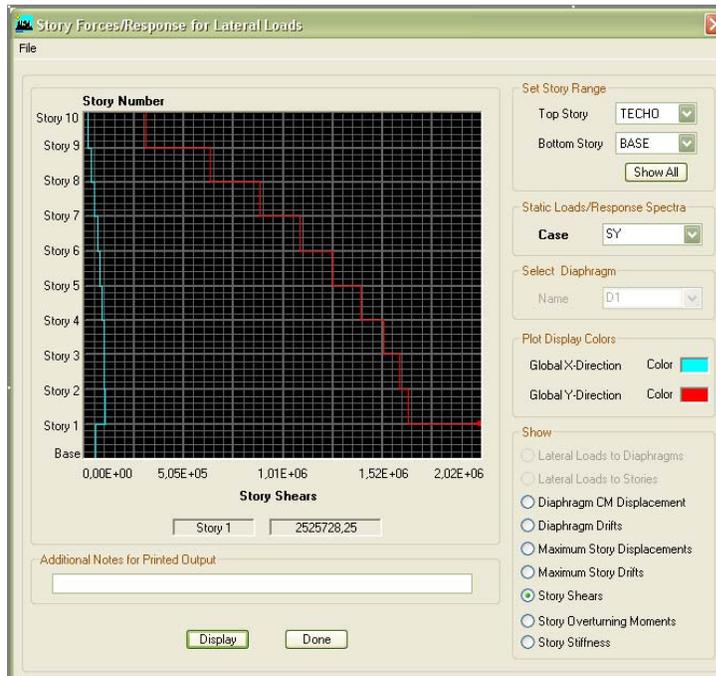
FIGURA V.2.67 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo B en la dirección “X”

**V.2.2.4 Cortante Basal del Modelo A en la dirección “Y”:**

En la Figura V.2.68 se muestra una imagen tomada de la hoja de cálculo utilizada para deducir el valor del Factor de Corrección ( $F_c$ ) en la dirección “Y” del Modelo B. En la Figura V.2.69 se puede apreciar el gráfico del Cortante Basal para este caso.

Cálculo de coeficiente sísmico	Fuerza Cortante Basal		
<p><b>Tipo de Estructura</b> ii</p> <p><b>Tipo de edificación</b> a</p> <p>a. Concreto armado b. Acero</p> <p><b>Tipo I</b> <math>C_t = 0.07</math> para edificios de concreto armado <math>C_t = 0.08</math> para edificios de acero.</p> <p><b>Tipo II, III y IV</b> <math>C_t = 0.05</math></p> <p><b>Características del edificio</b></p> <p><math>h_o = 34,00</math> m      <math>h_o =</math> altura del edificio <math>C_t = 0,05</math>      <math>N =</math> número de pisos <math>N = 9</math></p>	<p><b>9.3.1</b>      <math>V_O = \mu * A_d * W</math></p> <p><math>A_d =</math> Ordenada del espectro de diseño definido en el artículo 7.2, para el período T dado en la sección 9.3.2</p> <p><math>W =</math> Peso total de la edificación por encima del nivel base</p> <p><math>W = CP + SCP + \gamma CV</math>      <math>\gamma \approx 0,5</math></p> <p><math>\mu =</math> mayor de los valores dado por:</p> <p>a. <math>\mu = 1.4 * \left[ \frac{N + 9}{2N + 12} \right]</math>      <math>\mu = 0,84</math></p> <p>b. <math>\mu = 0.80 + \frac{1}{20} \left[ \frac{T}{T^*} - 1 \right]</math>      <math>\mu = 0,83</math></p>		
<p><b>9.3.2.2 Cálculo del período estimado <math>T_a</math></b></p> <p><math>T_a = C_t * h_a^{\frac{3}{4}}</math></p> <p><math>T_o = 0,7040</math></p> <p><math>1.6 * T_o = 1,1264</math></p>	<p><b>Factor de corrección <math>f_c</math></b></p> <p><math>A_d = 0,3241 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>W(A) = 9.275.216 \text{ kg}</math></p> <p>Voy estático= 2.524.902 kg Voy dinámico= 1.752.290 kg</p> <p><math>f_c = \frac{V_O \text{ estático}}{V_O \text{ dinámico}} \geq 1</math></p> <table border="1"> <tr> <td><math>f_c(A) = 1,44092</math></td> </tr> <tr> <td><math>g_y(A) = 14,14</math></td> </tr> </table>	$f_c(A) = 1,44092$	$g_y(A) = 14,14$
$f_c(A) = 1,44092$			
$g_y(A) = 14,14$			

**FIGURA V.2.68 Hoja de cálculo del Factor de Corrección ( $F_c$ ) para el Modelo B en la dirección “Y”**



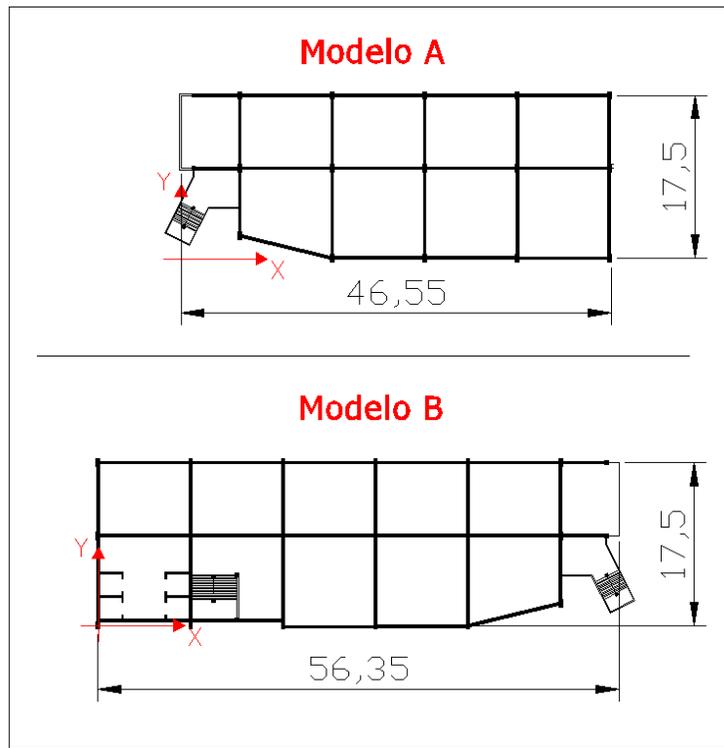
**FIGURA V.2.69 Gráfico del Cortante Basal (corregido) por piso obtenido del programa para el Modelo B en la dirección “Y”**

### V.2.3 Centro de Masa

En la Tabla V.2.24 se muestra el Centro de Masa y el Centro de Rigidez por piso para cada Modelo. En la Figura V.2.70 se muestra un esquema que exhibe las dimensiones de la planta tipo de cada Modelo y la ubicación del origen de los ejes de coordenadas de cada uno.

Tabla V.2.24 – Centro de Masa y Centro de Rigidez para cada Modelo

<b>Modelo A</b>				
<b>Pisos</b>	<b>Centro de Masa</b>		<b>Centro de Rigidez</b>	
	$X_{CM}$	$Y_{CM}$	$X_{CR}$	$Y_{CR}$
<b>Techo</b>	22,62	9,39	24,98	10,84
<b>Piso 8</b>	22,89	9,43	24,95	10,88
<b>Piso 7</b>	22,77	9,42	24,73	10,99
<b>Piso 6</b>	22,78	9,42	24,37	11,09
<b>Piso 5</b>	22,79	9,42	23,92	11,18
<b>Piso 4</b>	22,80	9,43	23,50	11,28
<b>Piso 3</b>	22,80	9,42	23,26	11,39
<b>Piso 2</b>	22,80	9,42	23,50	11,63
<b>Piso 1</b>	23,09	9,51	24,99	11,55
<b>PB</b>	22,16	9,31	--	--
<b>Modelo B</b>				
<b>Pisos</b>	<b>Centro de Masa</b>		<b>Centro de Rigidez</b>	
	$X_{CM}$	$Y_{CM}$	$X_{CR}$	$Y_{CR}$
<b>Techo</b>	31,19	10,06	29,31	8,30
<b>Piso 8</b>	30,50	10,00	29,63	8,33
<b>Piso 7</b>	29,69	9,93	29,97	8,36
<b>Piso 6</b>	29,67	9,89	30,40	8,34
<b>Piso 5</b>	29,65	9,89	30,98	8,20
<b>Piso 4</b>	29,64	9,89	31,77	7,93
<b>Piso 3</b>	29,65	9,88	32,80	7,43
<b>Piso 2</b>	29,64	9,84	34,37	6,73
<b>Piso 1</b>	28,32	8,84	36,80	6,39
<b>PB</b>	29,19	9,76	--	--



**FIGURA V.2.70** Esquema de la planta tipo de cada Modelo.

En la Tabla V.2.24 podemos apreciar que las mayores diferencias entre las coordenadas del Centro de Masa y las del Centro de Rigidez ocurren en los dos (2) primeros pisos del Modelo B,

#### V.2.4 Deriva

Se verificó que la deriva en todos los pisos fuera menor a la máxima establecida por la norma COVENIN 1756-2001 en su capítulo 10 (ver Figura V.2.71).

TABLA 10.1  
VALORES LÍMITES DE:  $\frac{\delta}{(h_i - h_{i-1})}$

TIPO Y DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	EDIFICACIONES		
	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

**FIGURA V.2.71 Tabla 10.1 de la norma COVENIN 1756-2001**

FUENTE: FIGURA TOMADA DE LA NORMA COVENIN 1756-2001

La edificación corresponde al grupo A, por lo tanto el valor de deriva máxima permitida es de 0,012. La deriva fue calculada con la Fórmula 10.1 de la norma COVENIN 1756-2001 en el capítulo 10 (Ver Figura V.2.72).

### **10.1 DESPLAZAMIENTOS LATERALES TOTALES**

El desplazamiento lateral total  $\Delta_i$  del nivel  $i$  se calculará como:

$$\Delta_i = 0.8 R \Delta_{ei} \quad (10.1)$$

donde:

- R = Factor de reducción dado en el Artículo 6.4, incluidas las eventuales modificaciones establecidas en la Sección 6.4.1.
- $\Delta_{ei}$  = Desplazamiento lateral del nivel  $i$  calculado para las fuerzas de diseño, suponiendo que la estructura se comporta elásticamente, incluyendo: los efectos traslacionales, de torsión en planta y P- $\Delta$ .

**FIGURA V.2.72 Fórmula 10.1 de la norma COVENIN 1756-2001**

FUENTE: FIGURA TOMADA DE LA NORMA COVENIN 1756-2001

En la Tabla V.2.25 se muestran los valores de Deriva obtenidos para los puntos más alejados del Centro de Rigidez en cada piso para el Modelo

A, y se verifica si cumple o no con la Deriva máxima establecida en la norma. En la Tabla V.2.26 se muestran los mismos valores y verificaciones que la Tabla anterior pero para el Modelo B.

**Tabla V.2.25 – Verificación de las Derivas de cada piso para el Modelo A**

Piso	Punto			DriftX	DriftY	Deriva		Verificación $\delta < 0,012m$	
	X	Y	Z			X (m)	Y (m)	X	Y
TECHO	46,35	0,00	33,60	0,002325		3,255		ok	
TECHO	46,35	0,90	33,60		0,008077		11,3078		ok
Piso8	18,02	0,00	30,20	0,002505		3,507		ok	
Piso8	46,35	0,90	30,20		0,008361		11,7054		ok
Piso7	18,02	0,00	26,80	0,002805		3,927		ok	
Piso7	46,35	0,90	26,80		0,008644		12,1016		no cumple
Piso6	18,02	0,00	23,40	0,002925		4,095		ok	
Piso6	46,35	0,90	23,40		0,008712		12,1968		no cumple
Piso5	18,02	0,00	20,00	0,002921		4,0894		ok	
Piso5	46,35	0,90	20,00		0,008599		12,0386		no cumple
Piso4	18,02	0,00	16,60	0,00281		3,934		ok	
Piso4	46,35	0,90	16,60		0,008212		11,4968		ok
Piso3	38,02	17,50	13,20	0,002678		3,7492		ok	
Piso3	46,35	0,90	13,20		0,00743		10,402		ok
Piso2	38,02	17,50	9,80	0,002339		3,2746		ok	
Piso2	46,35	0,90	9,80		0,006102		8,5428		ok
Piso1	0,00	17,50	6,40	0,00158		2,212		ok	
Piso1	46,35	5,42	6,40		0,003885		5,439		ok
PB	1,13	9,65	3,00	0		0		ok	
PB	1,13	9,65	3,00		0		0		ok

En la Tabla V.2.25 se puede apreciar que para el Modelo A en la dirección “X” el valor de la Deriva en todos los pisos es menor al valor establecido en la norma (0,012m), sin embargo, en la dirección “Y” específicamente en los Pisos cinco (5), seis (6) y siete (7) el valor de la Deriva es mayor al que establece la norma.

Tabla V.2.26 – Verificación de las Derivas de cada piso para el Modelo B

Piso	Punto			DriftX	DriftY	Deriva		Verificación $\delta < 0,012m$	
	X	Y	Z			X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
Techo	40,00	0,00	33,24	0,001475		2,065		ok	
Techo	0,00	6,05	33,24		0,005992		8,3888		ok
Piso8	31,67	0,00	29,88	0,001628		2,2792		ok	
Piso8	0,00	6,05	29,88		0,006106		8,5484		ok
Piso7	31,67	0,00	26,52	0,001799		2,5186		ok	
Piso7	0,00	6,05	26,52		0,00611		8,554		ok
Piso6	31,67	0,00	23,16	0,00193		2,702		ok	
Piso6	0,00	6,05	23,16		0,005907		8,2698		ok
Piso5	31,67	0,00	19,80	0,002011		2,8154		ok	
Piso5	0,00	6,05	19,80		0,00561		7,854		ok
Piso4	31,67	0,00	16,44	0,001996		2,7944		ok	
Piso4	0,00	6,05	16,44		0,005169		7,2366		ok
Piso3	31,67	0,00	13,08	0,001887		2,6418		ok	
Piso3	0,00	6,05	13,08		0,004514		6,3196		ok
Piso2	31,67	0,00	9,72	0,001672		2,3408		ok	
Piso2	0,00	6,05	9,72		0,003785		5,299		ok
Piso1	40,00	0,00	6,36	0,001246		1,7444		ok	
Piso1	0,00	6,05	6,36		0,00299		4,186		ok
PB	50,00	2,40	3,00	0		0		ok	
PB	50,00	2,40	3,00		0		0		ok

En la Tabla V.1.26 se observa que para el Modelo B el valor de la Deriva siempre fue menor al máximo establecido por la norma, cumpliéndose esto en todos los pisos y en ambas direcciones principales.

### V.2.5 Análisis Modal

En las Tablas V.2.27 y V.2.28 se muestran para los dos Modelos, el Período de cada Modo de Vibración, la Masa Participativa para cada Modo y la Masa Participativa acumulada hasta cada uno de estos Modos.

Tabla V.2.27 – Análisis Modal para el Modelo A

Modo	Periodo	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	$\Sigma X$	$\Sigma Y$
1	0,996	78,857	0,013	78,857	0,013
2	0,934	0,012	67,737	78,869	67,749
3	0,566	0,346	9,821	79,215	77,570
4	0,345	12,672	0,001	91,887	77,571
5	0,242	0,002	13,832	91,889	91,403
6	0,197	4,354	0,000	96,243	91,403
7	0,136	2,363	0,000	98,606	91,403
8	0,129	0,009	4,305	98,615	95,708
9	0,111	0,126	0,087	98,741	95,795
10	0,107	0,000	4,172	98,741	99,968
11	0,102	1,249	0,010	99,990	99,978
12	0,094	0,010	0,022	100,000	100,000

Tabla V.2.28 – Análisis Modal para el Modelo B

Modo	Periodo	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	$\Sigma X$	$\Sigma Y$
1	0,847	86,012	0,959	86,012	0,959
2	0,744	1,077	75,763	87,089	76,721
3	0,523	0,021	5,111	87,110	81,832
4	0,362	0,263	0,001	87,373	81,833
5	0,316	0,451	0,001	87,823	81,834
6	0,274	0,001	0,103	87,825	81,936
7	0,266	7,311	0,040	95,135	81,976
8	0,259	4,808	0,018	99,943	81,994
9	0,213	0,001	0,000	99,944	81,994

Modo	Periodo	Masa Participativa (%)		Masa Participativa Acumulada (%)	
		X	Y	$\Sigma X$	$\Sigma Y$
10	0,178	0,026	18,006	99,970	99,999
11	0,174	0,029	0,001	99,999	100,000
12	0,146	0,001	0,000	100,000	100,000

La Norma 1756 del año 2.001 establece que el número mínimo de modos de vibración es aquel que garantice que la sumatoria de las masas participativas exceda el noventa por ciento (90%) de la masa total del edificio para cada una de las direcciones de análisis.

En la Tabla V.2.27 se observa que para el Modelo A el número mínimo de modos de vibración es cinco (5), pues es el primer Modo en el que la Masa Participativa acumulada supera el 90% en ambas direcciones. La Tabla V.2.28 muestra que para el Modelo B el número mínimo de Modos de Vibración a considerar es de diez (10), esto es consecuencia de que para este Modelo los Modos rotacionales, que son los seis (6) últimos, tienen mucha participación.

Aunque la norma indica que no es necesario, para el cálculo en el Etabs v9 se consideraron todos los modos de vibración. Esto se pudo hacer pues el programa es una herramienta muy refinada que permite calcular los

doce (12) Modos de Vibración en un tiempo muy corto, permitiéndonos obtener unos resultados más exactos.

#### *V.2.6 Factor de Resistencia de las Columnas ( $F_R$ )*

Para expresar el estado de las Columnas chequeadas por el programa se realizaron unas tablas que contienen un Factor que es producto de la división entre la resistencia que necesita para cumplir con todas las solicitaciones de la norma y resistencia real de la Columna. Este Factor lo da como resultado el programa y lo denominamos para efectos de este Trabajo como Factor de Resistencia de las Columnas ( $F_R$ ). Cabe destacar que si este Factor es Mayor a uno (1) la columna no es capaz de resistir todas las solicitaciones necesarias, mientras que si es menor a uno (1) la Columna cuenta con mayor resistencia que la necesaria para soportar las solicitaciones a las que se sometió.

Con el fin de colocar de una forma más didáctica los resultados en las tablas, se le asignaron a las celdas que contienen los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) una escala de colores que dependen del rango en el que se encuentre la magnitud de los valores expresados en cada una de estas celdas (Ver Tabla V.2.29).

**Tabla V.2.29 – Escala de colores utilizada en las celdas de los Factores de Resistencia ( $F_R$ )**

Rango de Valores	Color
0,00 - 0,50	Verde claro
0,50 - 0,75	Verde
0,75 - 1,00	Amarillo
1,00 - 1,25	Naranja
mayor a 1,25	Rojo

#### *V.2.6.1 Factor de Resistencia de las Columnas del Modelo A*

En las Tablas V.2.30 y V.2.31 se puede apreciar los valores para el Modelo A de los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) en cada entrepiso que arrojo el programa (ver el Anexo A). Estas Tablas muestran que las Columnas pertenecientes a los dos primeros entrepisos tienen un Factor mucho menor a las de los pisos superiores en la mayoría de las Columnas, siendo la excepción las Columnas pertenecientes a módulo de escaleras, que es en donde ocurre todo lo contrario, ya que en estas se aprecia que en los dos primeros entre pisos el Factor de Resistencia es mayor que el de los Pisos superiores.

**Tabla V.2.30 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo A, en los entresijos comprendidos entre el Sótano y el Piso 4**

Entrepiso Sotana-Planta Baja		Entrepiso Planta baja-Piso1		Entrepiso Piso1-Piso2		Entrepiso Piso2-Piso3		Entrepiso Piso3-Piso4	
Ubicación	F <sub>R</sub>	Ubicación	F <sub>R</sub>	Ubicación	F <sub>R</sub>	Ubicación	F <sub>R</sub>	Ubicación	F <sub>R</sub>
2 - F	--	2 - F	2,427	2 - F	1,028	2 - F	0,727	2 - F	0,569
3 - H	--	3 - H	1,718	3 - H	0,742	3 - H	0,541	3 - H	0,442
4 - C	0,784	4 - C	1,495	4 - C	2,041	4 - C	2,038	4 - C	1,908
4 - J	0,771	4 - J	1,282	4 - J	1,473	4 - J	1,277	4 - J	1,255
4 - K	2,743	4 - K	3,492	4 - K	4,653	4 - K	2,887	4 - K	5,110
5 - A	0,757	5 - A	1,177	5 - A	1,588	5 - A	1,543	5 - A	1,662
5 - J	0,770	5 - J	1,115	5 - J	0,770	5 - J	0,870	5 - J	0,803
5 - K	0,707	5 - K	1,220	5 - K	2,629	5 - K	1,877	5 - K	1,686
6 - A	0,782	6 - A	1,777	6 - A	1,600	6 - A	1,551	6 - A	1,664
6 - J	0,773	6 - J	1,040	6 - J	0,867	6 - J	1,020	6 - J	0,943
6 - K	0,788	6 - K	1,185	6 - K	2,794	6 - K	1,777	6 - K	1,593
7 - A	1,011	7 - A	1,234	7 - A	3,224	7 - A	1,636	7 - A	1,755
7 - J	0,767	7 - J	1,185	7 - J	0,990	7 - J	1,179	7 - J	1,078
7 - K	0,890	7 - K	1,185	7 - K	2,462	7 - K	1,757	7 - K	1,569
8 - J	1,989	8 - J	5,386	8 - J	3,800	8 - J	4,199	8 - J	4,474
8 - K	1,346	8 - K	1,999	8 - K	2,405	8 - K	2,806	8 - K	2,547

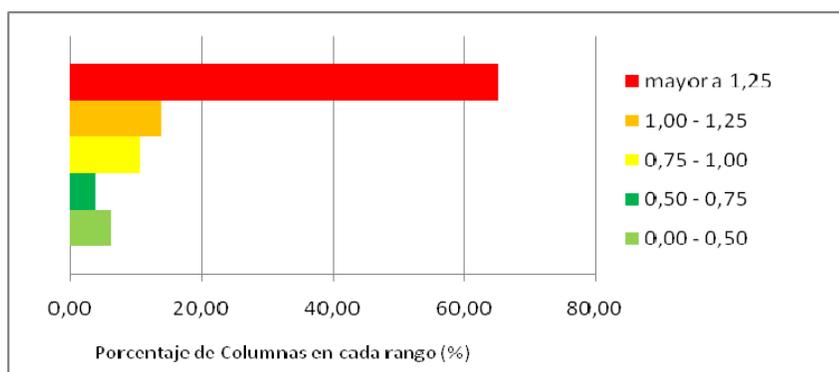
**Tabla V.2.31 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo A, en los Entrepisos comprendidos entre el Piso 4 y el Techo**

Entrepiso Piso4-Piso5		Entrepiso Piso5-Piso6		Entrepiso Piso6-Piso7		Entrepiso Piso7-Piso8		Entrepiso Piso8-Techo	
Ubicación	F <sub>R</sub>								
2 - F	0,45	2 - F	0,35	2 - F	0,326	2 - F	0,326	2 - F	0,294
3 - H	0,375	3 - H	0,33	3 - H	0,301	3 - H	0,361	3 - H	0,514
4 - C	1,764	4 - C	2,192	4 - C	1,937	4 - C	1,826	4 - C	1,125
4 - J	1,622	4 - J	1,878	4 - J	1,186	4 - J	1,549	4 - J	1,542
4 - K	4,189	4 - K	2,179	4 - K	3,290	4 - K	3,040	4 - K	1,332
5 - A	1,681	5 - A	2,019	5 - A	1,818	5 - A	2,479	5 - A	1,047
5 - J	0,919	5 - J	0,918	5 - J	1,237	5 - J	2,320	5 - J	1,630
5 - K	3,110	5 - K	2,135	5 - K	3,162	5 - K	3,187	5 - K	1,721
6 - A	1,726	6 - A	2,092	6 - A	1,899	6 - A	2,464	6 - A	1,189
6 - J	1,070	6 - J	1,056	6 - J	1,429	6 - J	3,229	6 - J	1,296
6 - K	2,836	6 - K	1,982	6 - K	2,891	6 - K	2,768	6 - K	1,509
7 - A	1,845	7 - A	2,269	7 - A	2,085	7 - A	3,092	7 - A	1,479
7 - J	1,206	7 - J	1,230	7 - J	1,703	7 - J	4,126	7 - J	1,608
7 - K	2,781	7 - K	1,957	7 - K	2,835	7 - K	2,789	7 - K	1,729
8 - J	4,120	8 - J	5,571	8 - J	6,457	8 - J	5,723	8 - J	6,093
8 - K	2,836	8 - K	4,979	8 - K	2,383	8 - K	2,822	8 - K	4,006

En la Tabla V.2.32 se destaca la cantidad y porcentaje de columnas que se encuentran en cada rango según su Factor de Resistencia (F<sub>R</sub>), en esta tabla se muestran estos valores para cada Entrepiso y se destaca un resumen en donde se expresan los valores de toda la estructura del Modelo A. En la Figura V.2.73 esta graficado los porcentajes de Columnas que se encuentran en cada rango.

**Tabla V.2.32 – Tabla resumen de los Rangos en que se encuentran los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) de las Columnas para el Modelo A**

Rango del Factor de Resistencia de las Columnas	Entrepisos										Totales	Porcentaje de Columnas en cada Rango (%)
	Sot - PB	PB-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-Techo		
0,00 - 0,50	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	10	6,33
0,50 - 0,75	1	0	1	2	1	0	0	0	0	1	6	3,80
0,75 - 1,00	9	0	3	1	2	1	1	0	0	0	17	10,76
1,00 - 1,25	1	8	1	2	1	2	2	2	0	3	22	13,92
mayor a 1,25	3	8	11	11	11	11	11	12	14	11	103	65,19
Total de Columnas	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	158	100,00



**FIGURA V.2.73 Gráfico que expresa la cantidad de Columnas que se encuentran en cada rango en el Modelo A**

**V.2.6.2 Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B**

En las Tablas V.2.33, V.2.34 y V.2.35 se destacan para el Modelo B los valores de los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) en cada entrepiso que arrojo el programa (ver Anexo B). En este Modelo ocurre lo mismo que en el

anterior, en la mayoría de las Columnas el Factor es mayor a uno (1) lo que quiere decir que están Trabajando superior a su capacidad resistente.

En este Modelo se destaca que en la mayoría de las Columnas el Factor de Resistencia ( $F_R$ ) es menor en los entre pisos inferiores, exceptuando los dos núcleo de escaleras que se encuentran en este Modelo, en donde el Factor disminuye en los Pisos Superiores.

**Tabla V.2.33 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B, en los Entrepisos comprendidos entre el Sótano y el Piso 4**

Entrepiso Sótano-Planta Baja		Entrepiso Planta baja-piso1		Entrepiso piso1-piso2		Entrepiso piso2-piso3		Entrepiso piso3-piso4	
Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.
10 - J	1,762	10 - J	3,256	10 - J	2,480	10 - J	3,061	10 - J	3,383
10 - K	0,958	10 - K	1,780	10 - K	1,775	10 - K	2,117	10 - K	1,143
13 - J	1,008	13 - J	2,378	13 - J	1,423	13 - J	2,345	13 - J	1,735
13 - K	0,680	13 - K	1,437	13 - K	1,359	13 - K	1,316	13 - K	1,437
14 - D	1,987	14 - D	1,993	14 - D	0,880	14 - D	0,537	14 - D	0,422
14 - G	1,144	14 - G	1,447	14 - G	1,015	14 - G	0,811	14 - G	0,691
15 - B	2,096	15 - B	3,248	15 - B	3,858	15 - B	3,965	15 - B	3,882
15 - I	1,585	15 - I	2,189	15 - I	2,250	15 - I	2,234	15 - I	2,150
16 - A	0,610	16 - A	0,987	16 - A	0,984	16 - A	0,958	16 - A	1,080
16 - J	0,730	16 - J	0,941	16 - J	0,706	16 - J	0,807	16 - J	0,767
16 - K	0,683	16 - K	0,923	16 - K	1,424	16 - K	1,450	16 - K	2,222
17 - A	0,605	17 - A	0,918	17 - A	1,338	17 - A	1,262	17 - A	1,360
17 - J	0,808	17 - J	0,809	17 - J	1,157	17 - J	1,266	17 - J	1,169
17 - K	0,666	17 - K	0,954	17 - K	1,096	17 - K	1,455	17 - K	2,230
18 - A	0,755	18 - A	0,915	18 - A	1,288	18 - A	1,391	18 - A	1,353
18 - J	0,760	18 - J	0,755	18 - J	1,081	18 - J	1,154	18 - J	1,033
18 - K	0,692	18 - K	0,969	18 - K	1,108	18 - K	1,540	18 - K	2,469

Entrepiso Sótano-Planta Baja		Entrepiso Planta baja-piso1		Entrepiso piso1-piso2		Entrepiso piso2-piso3		Entrepiso piso3-piso4	
Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.
19 - C	0,602	19 - C	1,248	19 - C	1,508	19 - C	1,110	19 - C	1,725
19 - J	0,652	19 - J	0,930	19 - J	1,007	19 - J	1,027	19 - J	1,037
19 - K	2,59	19 - K	2,461	19 - K	3,49	19 - K	2,315	19 - K	4,177
20 - H	--	20 - H	1,497	20 - H	0,654	20 - H	0,468	20 - H	0,373
21 - F	--	21 - F	2,208	21 - F	1,203	21 - F	0,692	21 - F	0,506

**Tabla V.2.34 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B, en los Entrepisos comprendidos entre el Piso 4 y el Techo**

Entrepiso piso4-piso5		Entrepiso piso5-piso6		Entrepiso piso6-piso7		Entrepiso piso7-piso8		Entrepiso piso8-techo	
Ubicación	Tipo de col.								
10 - J	3,103	10 - J	3,472	10 - J	5,187	10 - J	4,592	10 - J	4,980
10 - K	1,758	10 - K	2,035	10 - K	3,327	10 - K	2,982	10 - K	2,307
13 - J	2,021	13 - J	3,710	13 - J	4,288	13 - J	3,455	13 - J	3,619
13 - K	1,595	13 - K	1,503	13 - K	2,193	13 - K	2,346	13 - K	1,620
14 - D	0,379	14 - D	0,336	14 - D	0,323	14 - D	0,258	14 - D	0,179
14 - G	0,572	14 - G	0,468	14 - G	0,392	14 - G	0,344	14 - G	0,462
15 - B	3,730	15 - B	3,450	15 - B	3,157	15 - B	2,847	15 - B	2,209
15 - I	1,980	15 - I	1,749	15 - I	1,508	15 - I	1,253	15 - I	1,027
16 - A	1,103	16 - A	1,239	16 - A	1,172	16 - A	1,877	16 - A	0,909
16 - J	0,830	16 - J	0,822	16 - J	1,206	16 - J	1,372	16 - J	1,226
16 - K	2,561	16 - K	1,508	16 - K	2,127	16 - K	2,070	16 - K	1,657
17 - A	1,361	17 - A	1,550	17 - A	1,424	17 - A	2,151	17 - A	0,920
17 - J	0,702	17 - J	0,864	17 - J	0,723	17 - J	0,814	17 - J	0,743
17 - K	2,632	17 - K	1,501	17 - K	2,117	17 - K	2,607	17 - K	1,685
18 - A	1,327	18 - A	1,493	18 - A	1,372	18 - A	2,013	18 - A	0,878
18 - J	0,800	18 - J	0,818	18 - J	0,745	18 - J	0,780	18 - J	0,711
18 - K	2,950	18 - K	1,621	18 - K	2,424	18 - K	3,010	18 - K	1,989
19 - C	1,296	19 - C	1,427	19 - C	1,780	19 - C	1,512	19 - C	1,091
19 - J	1,229	19 - J	1,345	19 - J	1,561	19 - J	1,557	19 - J	1,633
19 - K	4,229	19 - K	2,756	19 - K	2,956	19 - K	3,21	19 - K	1,413

Entrepiso piso4-piso5		Entrepiso piso5-piso6		Entrepiso piso6-piso7		Entrepiso piso7-piso8		Entrepiso piso8-techo	
Ubicación	Tipo de col.								
20 - H	0,317	20 - H	0,277	20 - H	0,253	20 - H	0,324	20 - H	0,383
21 - F	0,38	21 - F	0,291	21 - F	0,207	21 - F	0,176	21 - F	0,171

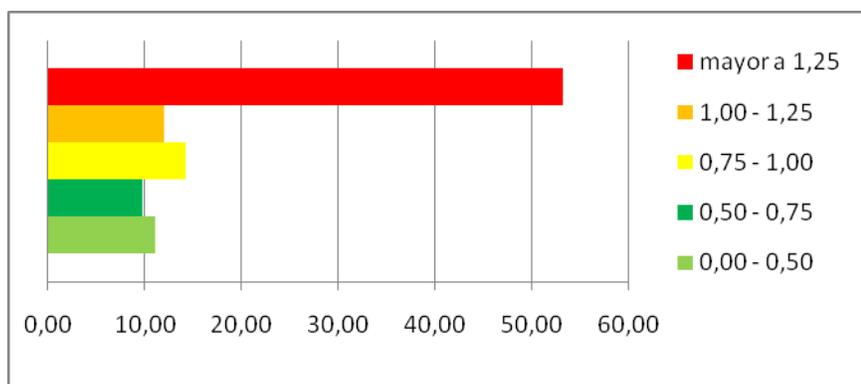
**Tabla V.2.35 – Factor de Resistencia de las Columnas para el Modelo B, en los Entrepisos comprendidos entre el Techo y el Techo-2**

Entrepiso techo-techo-1		Entrepiso techo-techo-2	
Ubicación	Tipo de col.	Ubicación	Tipo de col.
14 - D	0,26	14 - D	0,17
14 - G	0,578	14 - G	0,16
15 - B	1,33	15 - B	0,857
15 - I	1,248	15 - I	0,849

En la Tabla V.2.36 se destaca para el Modelo B la cantidad y porcentaje de columnas que se encuentran en cada rango según su Factor de Resistencia ( $F_R$ ), en esta tabla también se muestran estos valores para cada Entrepiso y se destaca un resumen en donde se expresan los valores de toda la estructura de este Modelo. En la Figura V.2.74 esta graficado los porcentajes de Columnas que se encuentran en cada rango.

**Tabla V.2.36 –Tabla resumen de los Rangos en que se encuentran los Factores de Resistencia ( $F_R$ ) de las Columnas para el Modelo B**

Rango del Factor de Resistencia de las Columnas	Entrepisos												Totales	% de Columnas en cada Rango
	Sot - PB	PB-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-T	T-T1	T1-T2		
0,00 - 0,50	0	0	0	1	2	3	4	4	4	4	1	2	25	11,06
0,50 - 0,75	9	0	2	2	2	2	0	2	0	2	1	0	22	9,73
0,75 - 1,00	4	10	2	3	1	2	3	0	2	3	0	2	32	14,16
1,00 - 1,25	2	1	7	3	5	2	1	2	0	3	1	0	27	11,95
mayor a 1,25	5	11	11	13	12	13	14	14	16	10	1	0	120	53,10
Total de Columnas	20	22	22	22	22	22	22	22	22	22	4	4	226	100,00



**FIGURA V.2.74 Grafico que expresa la cantidad de Columnas que se encuentran en cada rango en el Modelo B**

*V.2.7 Acero Longitudinal en las Vigas*

El análisis de la estructura con el Etabs v9 determinó la cantidad de acero que necesitan las vigas para soportar las solicitaciones a las que fueron sometidos ambos Modelos.

Cabe destacar que los elementos estructurales horizontales que se encuentran en las fachadas norte y sur, no se consideraron como Vigas para

este cálculo, ya que aunque son elementos de concreto armado horizontales, estos son muy esbeltos (miden 1,50 m de Alto por 0,20 m de ancho). Para efectos del cálculo de la Estructura estos elementos se asignaron a los Modelos como muros estructurales horizontales modelándolos como elementos de área (tipo Spandler), para que el programa pudiera analizar el comportamiento de la Estructura en general, pero no se chequeó si la cantidad de acero de estos elementos es la necesaria.

Se realizó una hoja de cálculo con el fin de comparar las distintas áreas de acero (ver Anexo C) en cada viga, en esta se verifica que el área de acero señalado en los planos sea mayor que el calculado con el programa. En las Tablas que se exponen a continuación (Tablas comprendidas entre la V.2.37 a la V.2.48) se expresan las zonas de cada viga, indicado con la expresión "OK" cuando el área de acero que se muestra en los planos en esa zona es mayor a la calculada con el programa, en caso contrario se indica con la frase "Falta Acero". No se verificó si la cantidad de acero transversal en las vigas es suficiente, debido a que ninguna viga cumple con la distancia mínima para la zona de confinamiento establecida en la norma COVENIN 1753-2006 en su Capítulo 12, ella indica que la zona de confinamiento debe tener como mínimo un cuarto de la luz libre del elemento, y se verificó en los planos y en los ensayos con el Ferroskan que este criterio no se cumple.

Tabla V.2.37– Verificación de la cantidad de acero Planta Baja

Planta Baja							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	J-I	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	J-I	OK	OK	OK	OK	OK	Falta Acero
15	I-B	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Planta Baja							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.38 – Verificación de la cantidad de acero Piso 1

Piso 1							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
15	I-B	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
16	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	J-C	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	6-7	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Piso 1							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	13-16	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK

Tabla V.2.39 – Verificación de la cantidad de acero Piso 2

Piso 2							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
15	I-B	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
16	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
16	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	J-C	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	6-7	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Piso 2							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	13-16	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	6-7	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.40 – Verificación de la cantidad de acero Piso 3

Piso 3							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
15	I-B	Falta Acero	Falta Acero	OK	Falta Acero	Falta Acero	Falta Acero
16	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
16	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	J-C	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
20	J-H	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	2-3	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	5-6	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	6-7	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero

Piso 3							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	7-8	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	10-13	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	16-17	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	Falta Acero
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	5-6	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	6-7	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	10-13	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	13-16	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	Falta Acero
J	19-20	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
A	5-6	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	6-7	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	7-8	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
A	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
A	16-17	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	17-18	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.41 – Verificación de la cantidad de acero Piso 4

Piso 4							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
15	I-B	Falta Acero	Falta Acero	OK	Falta Acero	Falta Acero	Falta Acero
16	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
16	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	J-C	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
20	J-H	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	2-3	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	5-6	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	6-7	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	7-8	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero

Piso 4							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	16-17	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	17-18	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	5-6	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	6-7	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	10-13	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
A	5-6	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	6-7	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	7-8	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
A	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	17-18	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.42 – Verificación de la cantidad de acero Piso 5

Piso 5							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
15	I-B	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
16	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
16	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	J-C	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
20	J-H	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero	Falta Acero
k	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	4-5	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	5-6	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	6-7	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	7-8	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero

Piso 5							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero
k	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	16-17	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	5-6	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-14	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	6-7	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
A	7-8	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
A	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.43 – Verificación la cantidad de acero Piso 6

Piso 6							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	Falta Acero	OK	Falta Acero	OK	Falta Acero	OK
5	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
13	J-I	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
15	I-B	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero	Falta Acero
16	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
16	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK

Piso 6							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
17	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	K-J	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	J-C	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	2-3	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	3-4	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	4-5	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
k	5-6	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	Falta Acero
k	6-7	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
k	7-8	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
k	10-13	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	13-16	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK

Piso 6							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	6-7	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	7-8	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	18-19	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
J	19-20	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
I	13-14	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
C-A	4-5	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	6-7	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
A	7-8	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK

Piso 6							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
A	13-16	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	16-17	Falta Acero	OK	OK	OK	OK	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.44 – Verificación de la cantidad de acero Piso 7

Piso 7							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	Falta Acero	OK	Falta Acero	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	Falta Acero	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	J-I	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
15	I-B	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK

Piso 7							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
16	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	2-3	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
k	5-6	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
k	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	7-8	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	5-6	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Piso 7							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
J	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	7-8	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.45 – Verificación de la cantidad de acero Piso 8

Piso 8							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	Falta Acero	OK	Falta Acero	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
6	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	Falta Acero	OK	OK	OK	Falta Acero	OK

Piso 8							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
8	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	J-I	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
10	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
10	J-I	OK	Falta Acero	OK	OK	Falta Acero	OK
13	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
13	J-I	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	I-B	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
16	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
19	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Piso 8							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
J	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.46 – Verificación de la cantidad de acero Techo

Techo							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	K-J	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
7	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
8	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	J-I	OK	Falta Acero	OK	OK	OK	OK
10	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	J-I	OK	Falta Acero	OK	Falta Acero	OK	Falta Acero
13	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	J-I	OK	OK	OK	Falta Acero	OK	OK
15	I-B	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	K-J	OK	OK	OK	Falta Acero	OK	OK
16	J-A	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
17	K-J	OK	OK	OK	Falta Acero	OK	OK
17	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	J-A	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	K-J	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	J-C	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	J-H	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	4-5	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK
k	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Techo							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
k	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	2-3	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	10-13	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	18-19	OK	OK	OK	OK	OK	OK
J	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	3-4	OK	OK	OK	OK	OK	OK
H	19-20	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-14	OK	OK	OK	OK	OK	OK
C-A	4-5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	5-6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	6-7	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	7-8	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-16	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	16-17	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	17-18	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A-C	18-19	OK	OK	OK	OK	Falta Acero	OK

Tabla V.2.47 – Verificación de la cantidad de acero Techo-1

Techo 1							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
15	I-B	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	11-12	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-15	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-15	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	11-12	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tabla V.2.48 – Verificación de la cantidad de acero Techo-2

Techo 2							
Eje Long.	Eje Trans.	Verificación					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
15	I-B	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	11-12	OK	OK	OK	OK	OK	OK
I	13-15	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	13-15	OK	OK	OK	OK	OK	OK
A	11-12	OK	OK	OK	OK	OK	OK

En la Tabla V.2.49 se indica para cada zona de la Viga y en cada Piso la cantidad y el porcentaje de Vigas que tienen el área de acero suficiente y las que no, al final de esta Tabla se puede apreciar un resumen en el que se indican los mismos valores pero para toda la edificación.

**Tabla V.2.49 – Cuadro resumen de la comparación del acero colocado y calculado, y lo otro lo pone en el párrafo explicativo**

Pisos		Zona de la Vigas					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Planta Baja	Vigas con Acero Suficiente	59	60	60	60	59	59
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	98%	100%	100%	100%	98%	98%
	Vigas con Acero Faltante	1	0	0	0	1	1
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	2%	0%	0%	0%	2%	2%
	Total de Vigas	60	60	60	60	60	60
Piso 1	Vigas con Acero Suficiente	49	57	60	60	41	58
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	82%	95%	100%	100%	68%	97%
	Vigas con Acero Faltante	11	3	0	0	19	2
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	18%	5%	0%	0%	32%	3%
	Total de Vigas	60	60	60	60	60	60
Piso 2	Vigas con Acero Suficiente	39	57	59	59	33	57
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	66%	97%	100%	100%	56%	97%
	Vigas con Acero Faltante	20	2	0	0	26	2
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	34%	3%	0%	0%	44%	3%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59
Piso 3	Vigas con Acero Suficiente	29	48	59	58	23	44
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	49%	81%	100%	98%	39%	75%
	Vigas con Acero Faltante	30	11	0	1	36	15
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	51%	19%	0%	2%	61%	25%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59

Pisos		Zona de la Vigas					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Piso 4	Vigas con Acero Suficiente	34	45	59	58	23	49
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	58%	76%	100%	98%	39%	83%
	Vigas con Acero Faltante	25	14	0	1	36	10
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	42%	24%	0%	2%	61%	17%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59
Piso 5	Vigas con Acero Suficiente	40	43	59	58	22	49
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	68%	73%	100%	98%	37%	83%
	Vigas con Acero Faltante	19	16	0	1	37	10
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	32%	27%	0%	2%	63%	17%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59
Piso 6	Vigas con Acero Suficiente	29	49	58	58	22	55
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	49%	83%	98%	98%	37%	93%
	Vigas con Acero Faltante	30	10	1	1	37	4
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	51%	17%	2%	2%	63%	7%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59
Piso 7	Vigas con Acero Suficiente	55	54	58	59	29	59
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	93%	92%	98%	100%	49%	100%
	Vigas con Acero Faltante	4	5	1	0	30	0
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	7%	8%	2%	0%	51%	0%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59
Piso 8	Vigas con Acero Suficiente	58	57	58	59	40	59
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	98%	97%	98%	100%	68%	100%
	Vigas con Acero Faltante	1	2	1	0	19	0
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	2%	3%	2%	0%	32%	0%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59

Pisos		Zona de la Vigas					
		Izquierda		Medio		Derecha	
		Ar.	Ab.	Ar.	Ab.	Ar.	Ab.
Techo	Vigas con Acero Suficiente	59	57	59	55	53	58
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	100%	97%	100%	93%	90%	98%
	Vigas con Acero Faltante	0	2	0	4	6	1
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	0%	3%	0%	7%	10%	2%
	Total de Vigas	59	59	59	59	59	59
Techo -1	Vigas con Acero Suficiente	4	4	4	4	4	4
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Vigas con Acero Faltante	0	0	0	0	0	0
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Total de Vigas	4	4	4	4	4	4
Techo -2	Vigas con Acero Suficiente	4	4	4	4	4	4
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Vigas con Acero Faltante	0	0	0	0	0	0
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Total de Vigas	4	4	4	4	4	4
Total de toda la Estructura	Vigas con Acero Suficiente	459	535	597	592	355	555
	Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	77%	89%	100%	99%	59%	93%
	Vigas con Acero Faltante	141	65	3	8	245	45
	Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	24%	11%	1%	1%	41%	8%
	Total de Vigas	600	600	600	600	600	600

En la Tabla V.2.50 se expresa en porcentaje las vigas de toda la estructura que cuentan con el área de acero requerida y el porcentaje de Vigas que no poseen en alguna zona cualquiera la cantidad de acero necesaria. Se puede apreciar en esta Tabla que la mayoría de las vigas perteneciente a la estructura cuenta con el área necesaria de acero.

**Tabla V.2.50 – Tabla Resumen del área de acero en las Vigas para toda la Estructura.**

Vigas con Acero Suficiente	3093
Porcentaje de Vigas con Acero Suficiente	86%
Vigas con Acero Faltante	507
Porcentaje de Vigas con Acero Faltante	14%
Total de Vigas	3600

#### *V.2.8 Verificación de los Muros Estructurales*

Los planos de detallado de los aceros en los Muros Estructurales no se pudieron encontrar en la planoteca, tampoco se pudo indagar esta información con la ayuda del Ferroskan debido a que este no se encontraba calibrado y solo nos podría suministrar la distribución de los aceros pero no su diámetro. Los únicos planos de detalle encontrados de los Muros son los que revelan su geometría, por lo tanto se utilizó esta información para asignar los Muros en el Modelo con sus características geométricas reales,

pero no se pudo comparar la cuantía de acero que calculó el programa con la real.

En resumen, los Muros Estructurales fueron tomados en cuenta por el programa para calcular el comportamiento de la Estructura en general, pero no se pudo chequear si estos cuentan con el Acero necesario para soportar las solicitaciones a las que están sometidos en los Modelos.

Cabe destacar que al diseñar los muros se chequeó con el programa que cumplieran con los criterios mínimos establecidos en la norma ACI-2005 para este tipo de elementos Estructurales, y se pudo apreciar que en ningún Muro de los Modelos analizados tubo algún problema con los chequeos realizados por el Etabs v9.

Se verificó si los Muros cuentan con las dimensiones mínimas establecidas por la norma COVENIN 1753-2006, ya que es la única información que se pudo localizar. A continuación se presenta esta información para cada uno de los Muros.

*V.2.8.1 Muro 1**14.2.1 Dimensiones*

Espesor del Muro = 30 cm

Espesor mínimo establecido por el artículo 14.2.1 de la Norma COVENIN 1753-2006:

- 10 cm
- El menor entre  $\frac{h_n}{25} = \frac{340}{25} = 13,6 \text{ cm}$  y  $\frac{h_w}{25} = \frac{785}{25} = 31,4 \text{ cm}$

Espesor del Muro es Mayor a 13,6 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

*V.2.8.1 Muro 2**14.2.1 Dimensiones*

Espesor del Muro = 30 cm

Espesor mínimo establecido por el artículo 14.2.1 de la Norma COVENIN 1753-2006:

- 10 cm
- El menor entre  $\frac{L_n}{25} = \frac{340}{25} = 13,6 \text{ cm}$  y  $\frac{L_w}{25} = \frac{472}{25} = 19,68 \text{ cm}$

Espesor del Muro es Mayor a 13,6 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

### V.2.8.1 Muro 3

#### 14.2.1 Dimensiones

Espesor del Muro = 30 cm

Espesor mínimo establecido por el artículo 14.2.1 de la Norma COVENIN 1753-2006:

- 10 cm
- El menor entre  $\frac{L_n}{25} = \frac{340}{25} = 13,6 \text{ cm}$  y  $\frac{L_w}{25} = \frac{248}{25} = 9,84 \text{ cm}$

Espesor del Muro es Mayor a 9,84 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

*V.2.8.1 Muro 4**14.2.1 Dimensiones*

Espesor del Muro = 30 cm

Espesor mínimo establecido por el artículo 14.2.1 de la Norma COVENIN 1753-2006:

- 10 cm
- El menor entre  $\frac{h_n}{25} = \frac{340}{25} = 13,6 \text{ cm}$  y  $\frac{h_w}{25} = \frac{245}{25} = 9,84 \text{ cm}$ .

Espesor del Muro es Mayor a 9,84 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

*V.2.8.1 Muro 5**14.2.1 Dimensiones*

Espesor del Muro = 30 cm

Espesor mínimo establecido por el artículo 14.2.1 de la Norma COVENIN 1753-2006:

- 10 cm
- El menor entre  $\frac{L_n}{25} = \frac{340}{25} = 13,6 \text{ cm}$  y  $\frac{L_w}{25} = \frac{785}{25} = 31,4 \text{ cm}$

Espesor del Muro es Mayor a 13,6 cm, por lo tanto cumple con este artículo de la norma.

También se pudo Constatar que todos los Muros cumplen con el artículo 14.2.2 de la norma COVENI 1753-2006 “Arriostamiento lateral de los Muros” que establece que en ningún caso al ancho de las vigas que se apoyan en los muros puede ser menor al espesor de estos.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó el recálculo de la estructura del edificio que sirve de sede principal de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales aplicando el protocolo establecido por trabajos de investigación anteriores del Departamento de Ingeniería Estructural. Para ello se recopiló la información planimétrica, se llevo a cabo un levantamiento de daños, se recálculo la estructura modelándola con el programa Etabs v9, y se presentaron los resultados de la verificación de las áreas de acero para vigas, el Factor de Resistencia ( $F_R$ ) de la columnas y la verificación de los muros estructurales. Se exponen a continuación las conclusiones más importantes halladas durante el desarrollo de este estudio.

Se pudo observar que la edificación estudiada no presenta grandes daños, sólo se destaca la presencia de la falta de recubrimiento y corrosión de los aceros en las columnas y vigas, estos son los problemas que más se presentan, pero el porcentaje de elemento que muestran problemas de deterioro importante es muy pequeño (el 4,07% de los elementos tienen algún daño importante), esto se debe a la corta edad del edificio (28 años de uso para la fecha) y a que cuenta con una ambiente muy ventilado y poco agresivo.

---

## **Conclusiones y Recomendaciones**

En las pruebas realizadas a las vigas y columnas con el Ferroskan se pudo constatar que estos elementos estructurales no presentan cambios representativos entre el proyecto original y lo que se construyó.

En los ensayos realizados para la determinación de los aceros transversales de las vigas con el Ferroskan se observa que en ningún caso la zona de confinamiento alcanza la cuarta parte de la luz, por lo tanto es insuficiente.

Aunque ambos Modelos son un poco asimétricos en planta el Centro de Masa de cada piso no se encuentra muy alejado del Centro de Rigidez, esto se destaca más en el Modelo A, puesto que en el Modelo B las excentricidades son un poco mayores, de hecho para este Modelo existe mayor participación de los modos rotacionales.

El valor máximo de la Deriva permitido en la norma COVENIN 1756-2001 se cumplió totalmente para el Modelo B, puesto que en ninguno de los pisos la Deriva sobrepaso este valor. En algunos pisos del Modelo A se sobrepasó este valor específicamente en los pisos cinco (5), seis (6) y siete (7), pero cabe destacar en ninguno de estos casos el valor obtenido excedió en gran magnitud al máximo permitido.

---

## **Conclusiones y Recomendaciones**

Para el Modelo A el Análisis Modal arrojó como resultado que los primeros cinco (5) modos de vibración son los que cuentan con mayor masa participativa, de hecho es en el quinto modo en donde se alcanza más del noventa por ciento (90%) de la masa participativa. En el Modelo B no fue así, debido a que el noventa por ciento (90%) de la masa participativa solo se alcanza en el modo diez (10) esto se debe a que este Modelo es más asimétrico en planta debido a que cuenta con el núcleo de ascensores en uno de los lados de la estructura, provocando mayor excentricidad y en consecuencia mayor participación de los modos rotacionales.

El chequeo del Factor de Resistencia ( $F_R$ ) muestra que el setenta coma ochenta y tres por ciento (70,83%) de las columnas no cuentan con la resistencia necesaria para soportar las solicitaciones establecidas en las normas.

Se puede apreciar que la mayoría de las columnas que presentan falta de la resistencia necesaria son las perimetrales de la fachada norte y sur, una de las causas de esto es la presencia en ambas fachadas de unos elementos estructurales armados como muros estructurales horizontales, los cuales cuentan con una gran rigidez y son muy altos (1,5m), lo que produce que la deformación de las columnas se produzca en un espacio más

---

## **Conclusiones y Recomendaciones**

confinado, trayendo como consecuencia que los momentos a los que están sometidas estas columnas sean mayores.

Por otra parte solo el catorce por ciento (14%) de las vigas verificadas presentan falta de acero al menos en una de las zonas evaluadas de cada una de ellas.

Los muros estructurales fueron chequeados con el programa y se constato que para su geometría, estos pueden resistir las demandas de resistencia impuestas en las normas utilizadas en los Modelos.

Los resultados del recálculo de la estructura indican que esta es deficiente debido a que no cumplen los requerimientos mínimos establecidos por las Normas vigentes en el país.

Se recomienda que se ejecute un proyecto de adecuación estructural al edificio, para ellos se debe tomar en cuenta los lineamientos establecidos por la COPRED, ya que el edificio es Patrimonio Cultural de la Humanidad.

El uso de programas de cálculo estructural requiere de mucha experiencia, debido a que la entrada de datos juega un papel importante en la veracidad de los resultados emitidos por el programa.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

---

Finalmente, se recomienda realizar la evaluación estructural al auditorio de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.

## REFERENCIAS

1. Araque Niño, William. "Carlos Raúl Villanueva un moderno en Sudamerica." CANTV (SF). Caracas 1999.
2. Hernandez, Silvia. "En busca de lo sublime Villanueva y la arquitectura de la Ciudad Universitaria." Caracas: 1999. 397-403. Trabajo Especial de Grado para optar al doctorado de la Facultad de Arquitectura de la UCV, tutor académico; Dr Roberto Briceño León.
3. Norma COVENIN 1753-2006, Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones Análisis y Diseño. 2006.
4. Norma MOP-1967, Norma para el Cálculo de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones – Teoría Clásica. 1967.
5. <http://copred.rect.ucv.ve/Patrimonio.shtm>.(Consultado 15/01/07).
6. [http://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo\\_no\\_destructivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_no_destructivo). (Consultado 22/02/07).
7. <http://www.icc.ucv.cl/hormigon/ultrasonido.doc>. (Consultado 22/02/07).
8. Hernández, Eliud. "Análisis y Diseño estructural utilizando el programa ETABS v9". Código:CSI-ETADS-T1-V1-07.

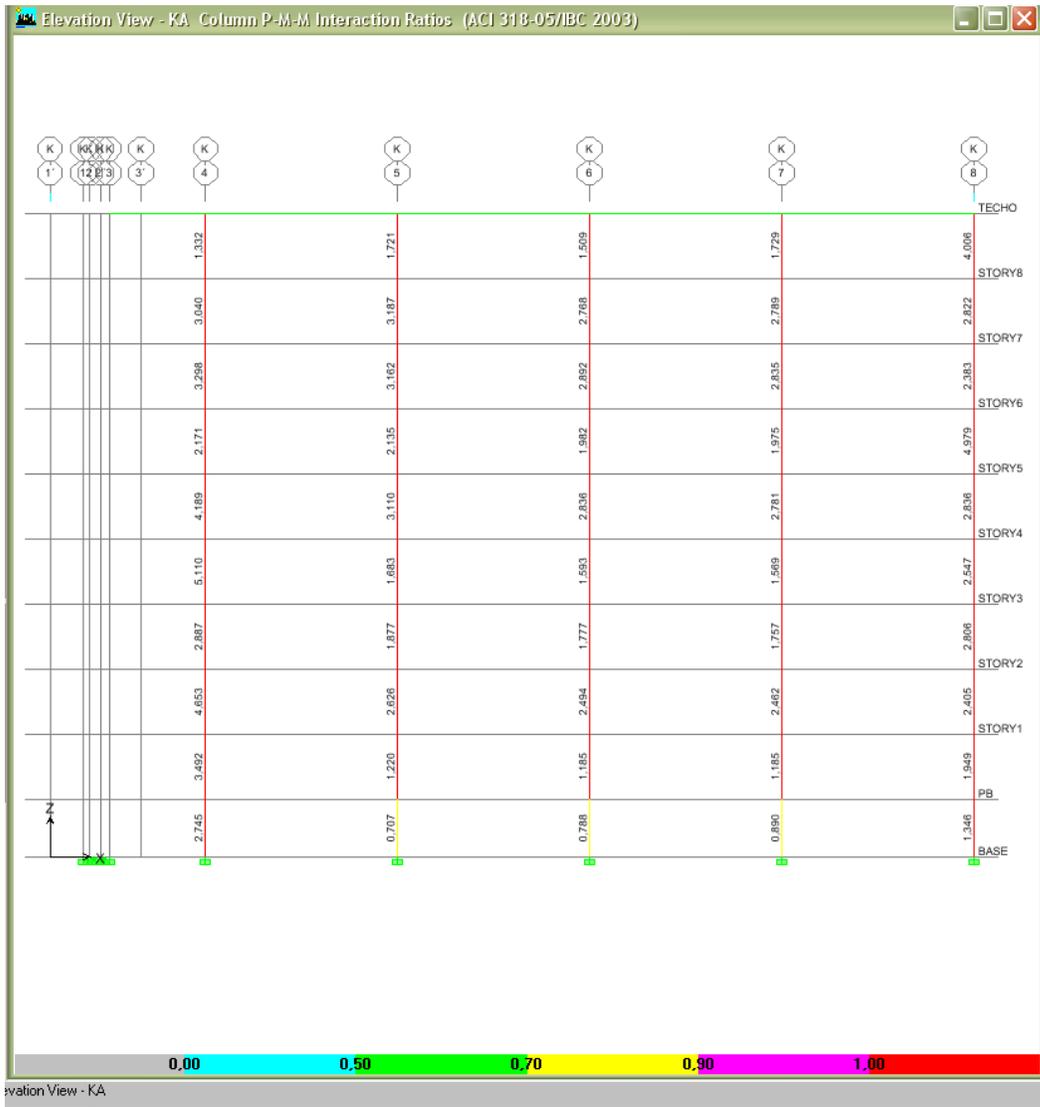
9. Norma COVENIN 2002-1988, Criterios y Acciones mínimas para el proyecto de Edificaciones. 1988.
10. Norma COVENIN 1756-2001, Edificaciones Sismorresistentes. 2001.
11. Salas, Miguel y Karina, Goncalves. "Evaluación del comportamiento estructural del Instituto de Medicina Tropical Dr. Félix Pifano de la Ciudad Universitaria de Caracas." Caracas: 2007. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UCV, tutor académico; Ing. Maria Korody.
12. Renghild, Luis Godoy y Luis, Reigadas Fernández. "Evaluación del comportamiento estructural del Edificio sede de las Escuelas de Arte, Estadística y Ciencias Actorales de la Ciudad Universitaria de Caracas." Caracas: 2006. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UCV, tutor académico; Ing. Juan José Tejón.
13. Feliú, Juan y Scremin, Andrea. "Evaluación del comportamiento estructural del Edificio de la Facultad de Farmacia de la Ciudad Universitaria de Caracas." Caracas: 2003. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UCV, tutor académico; Ing. Rodolfo Osers.

14. Feliú, Juan y Scremin, Andrea. "Evaluación del comportamiento estructural del Edificio de Ingeniería Sanitaria de la Ciudad Universitaria de Caracas." Caracas: 2005. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la UCV, tutor académico; Ing. José Velasquez.
15. Norma MOP-1959, Norma para el Cálculo de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. 1959.

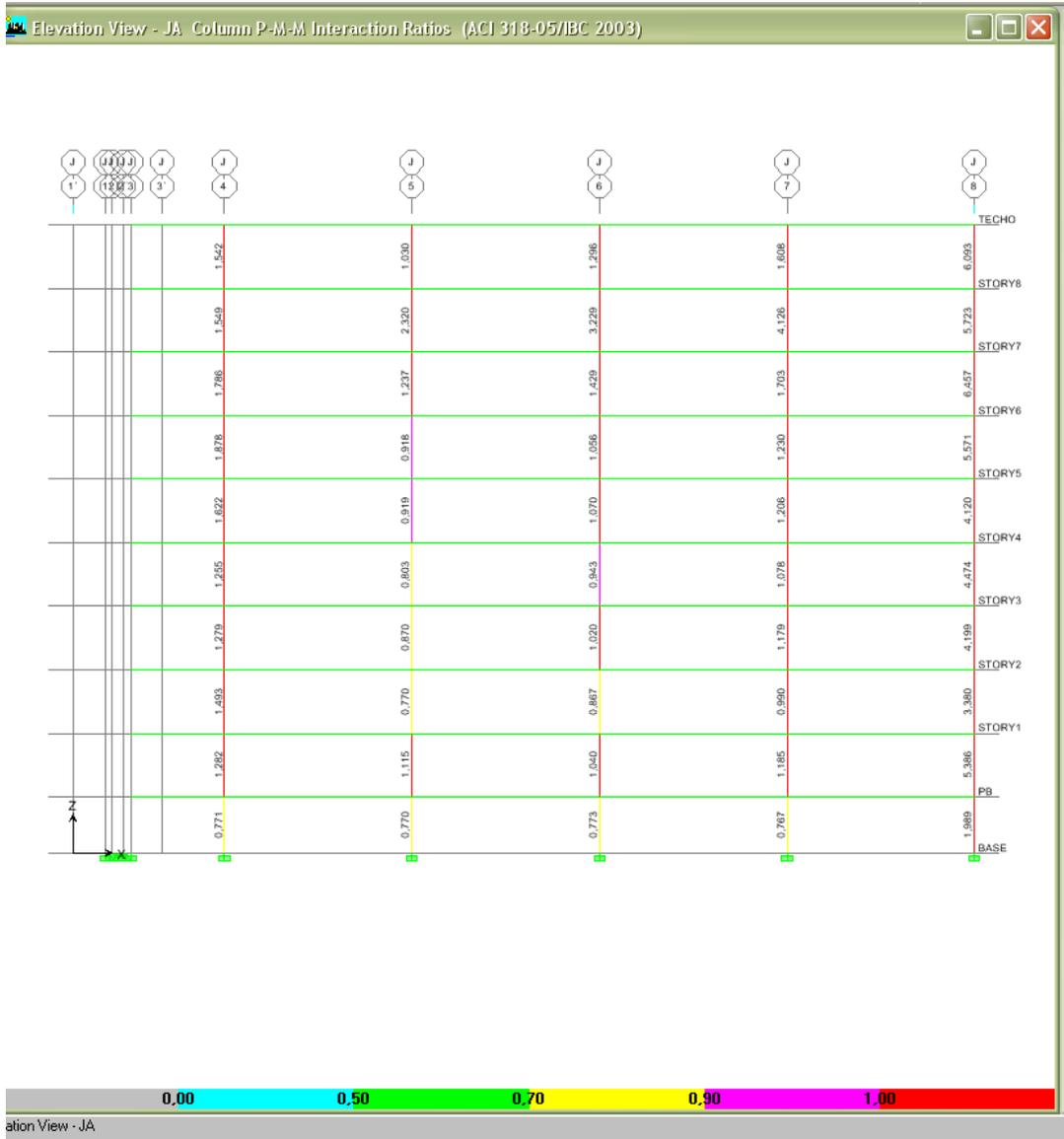
**ANEXOS**

**ANEXO A**

**(Imágenes tomadas del programa donde se muestra los Factores  
de Resistencias ( $F_R$ ) de cada columna para cada pórtico del  
Modelo A)**



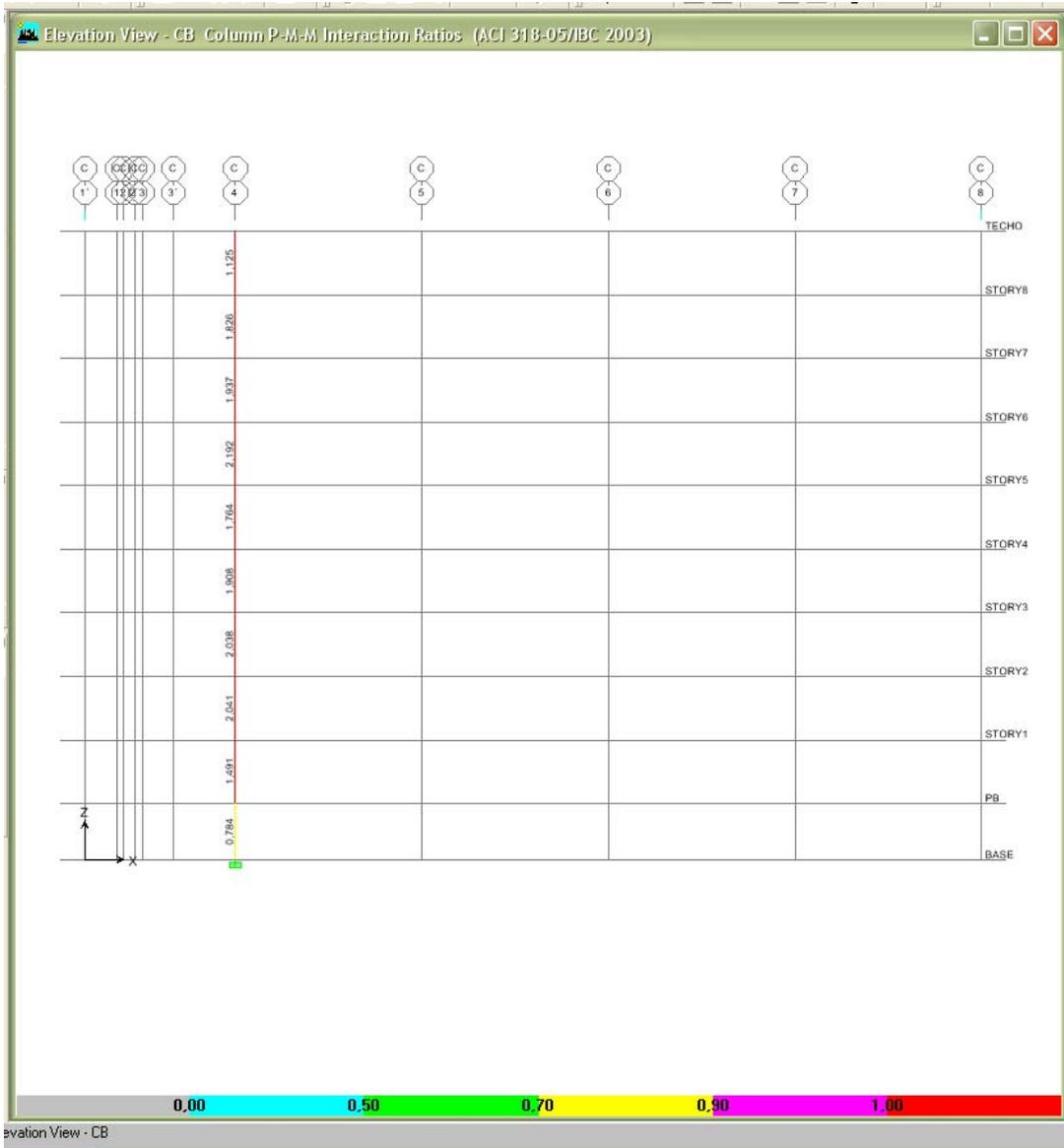
# Anexo A

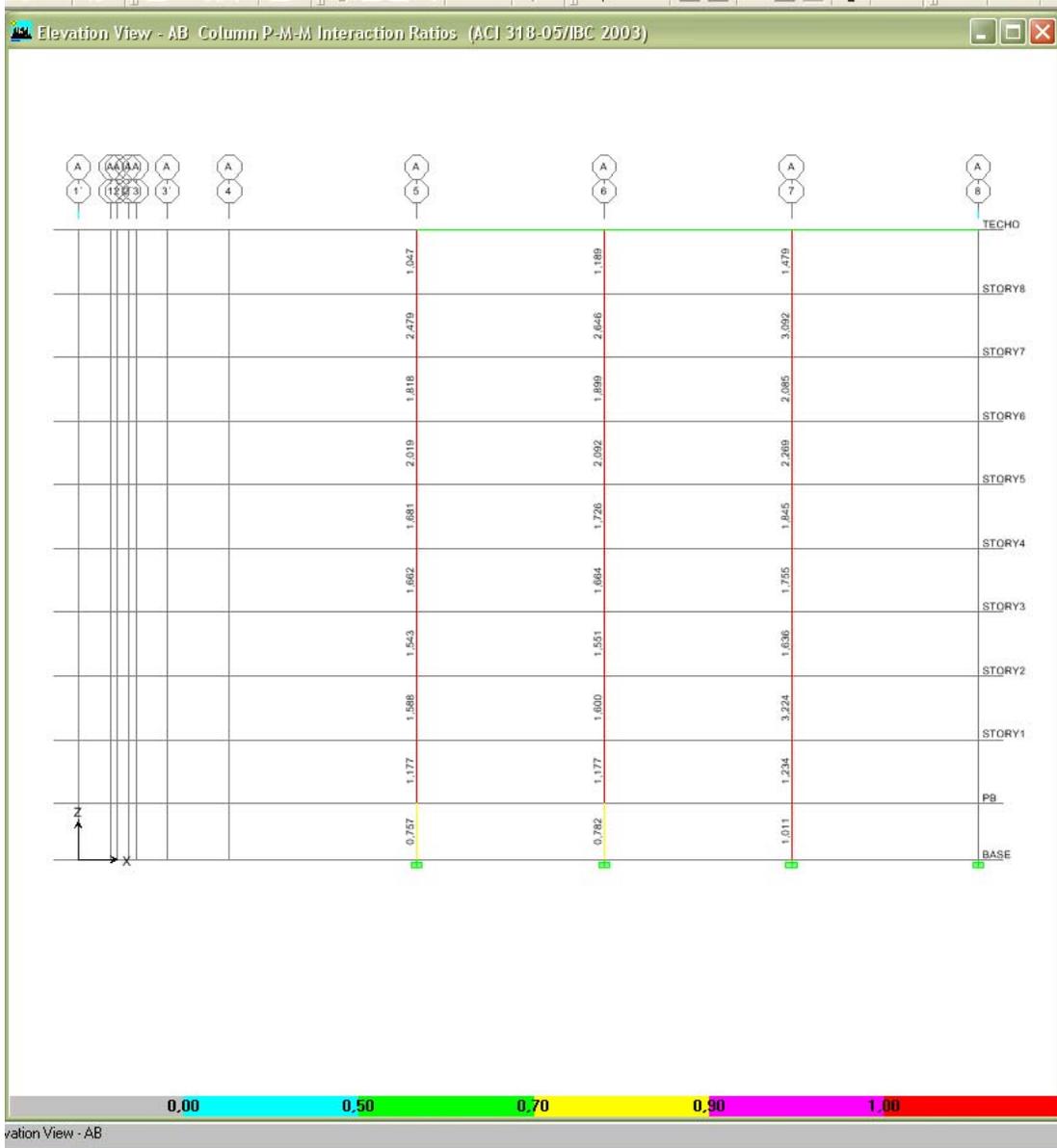






# Anexo A

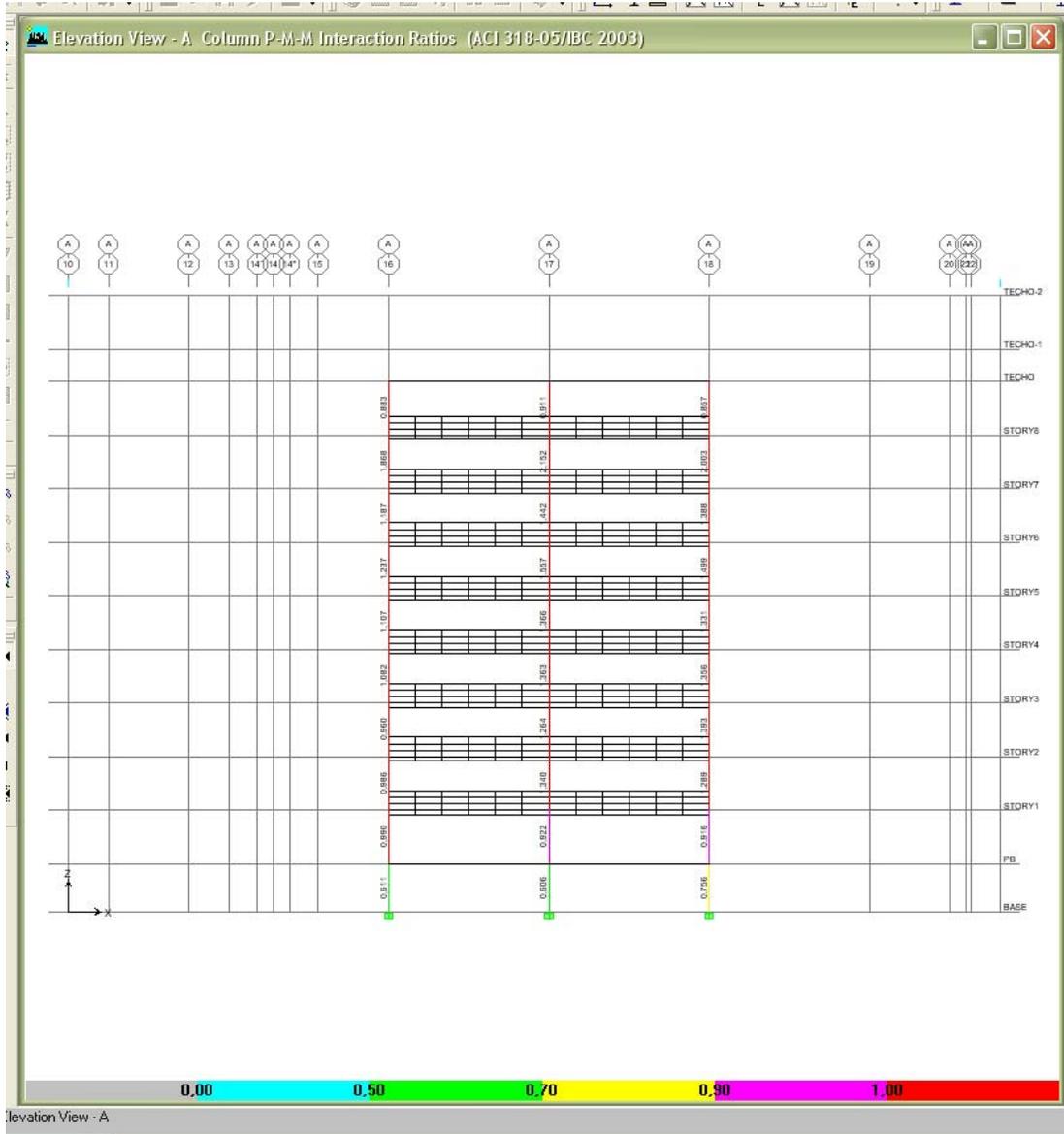




**ANEXO B**

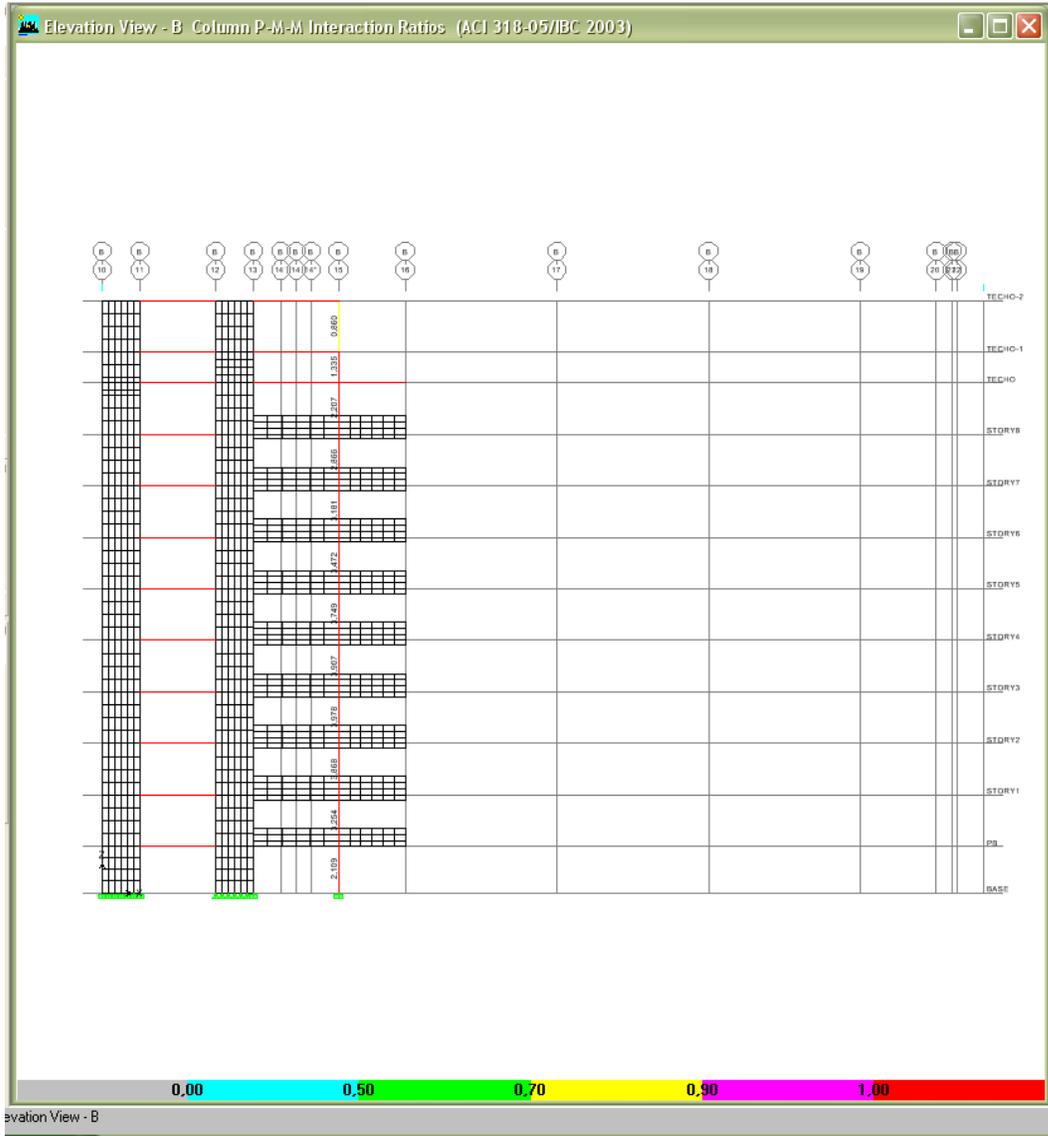
**(Imágenes tomadas del programa donde se muestra los Factores  
de Resistencias ( $F_R$ ) de cada columna para cada pórtico del  
Modelo B)**

# Anexo B

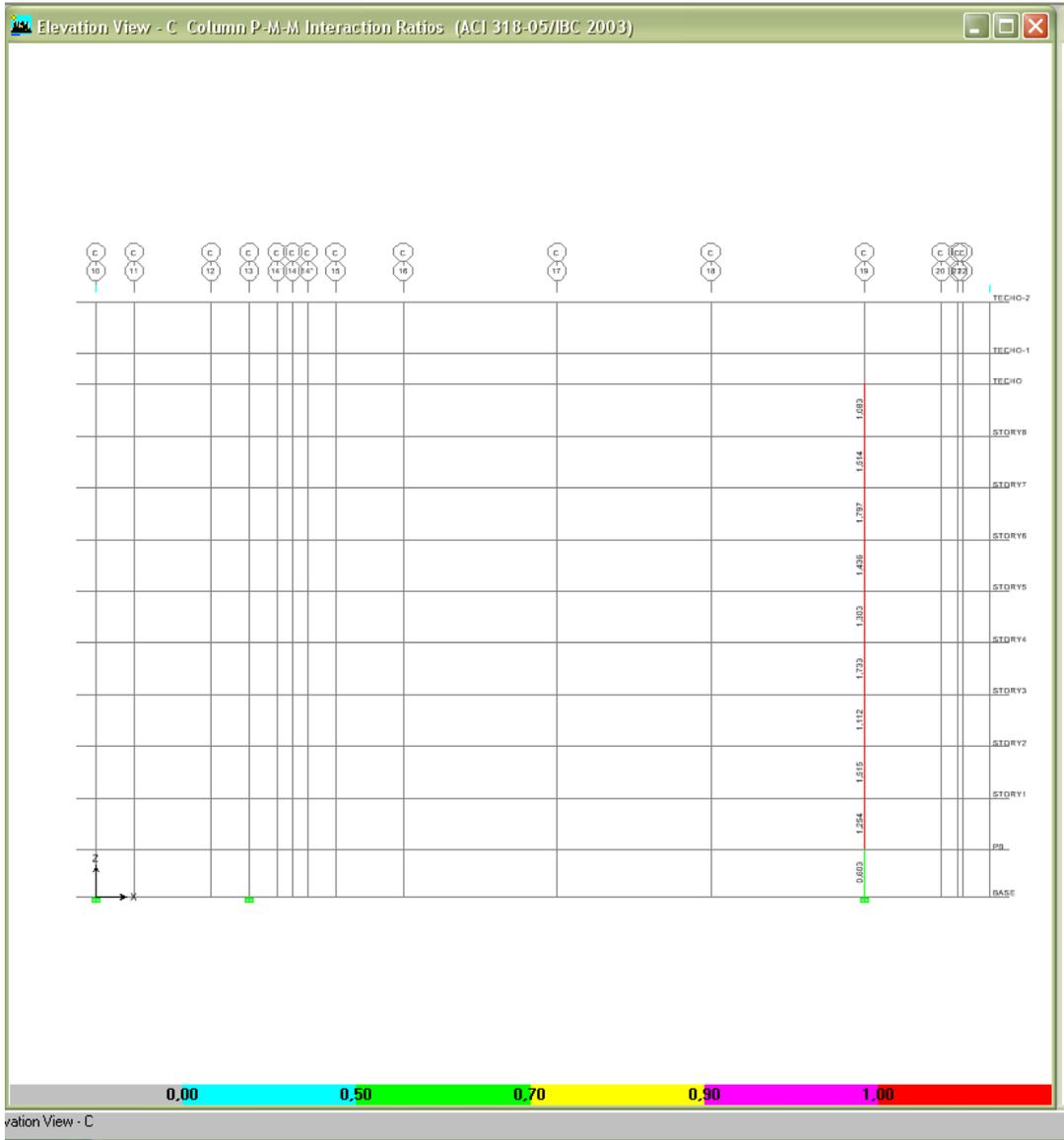


Elevation View - A

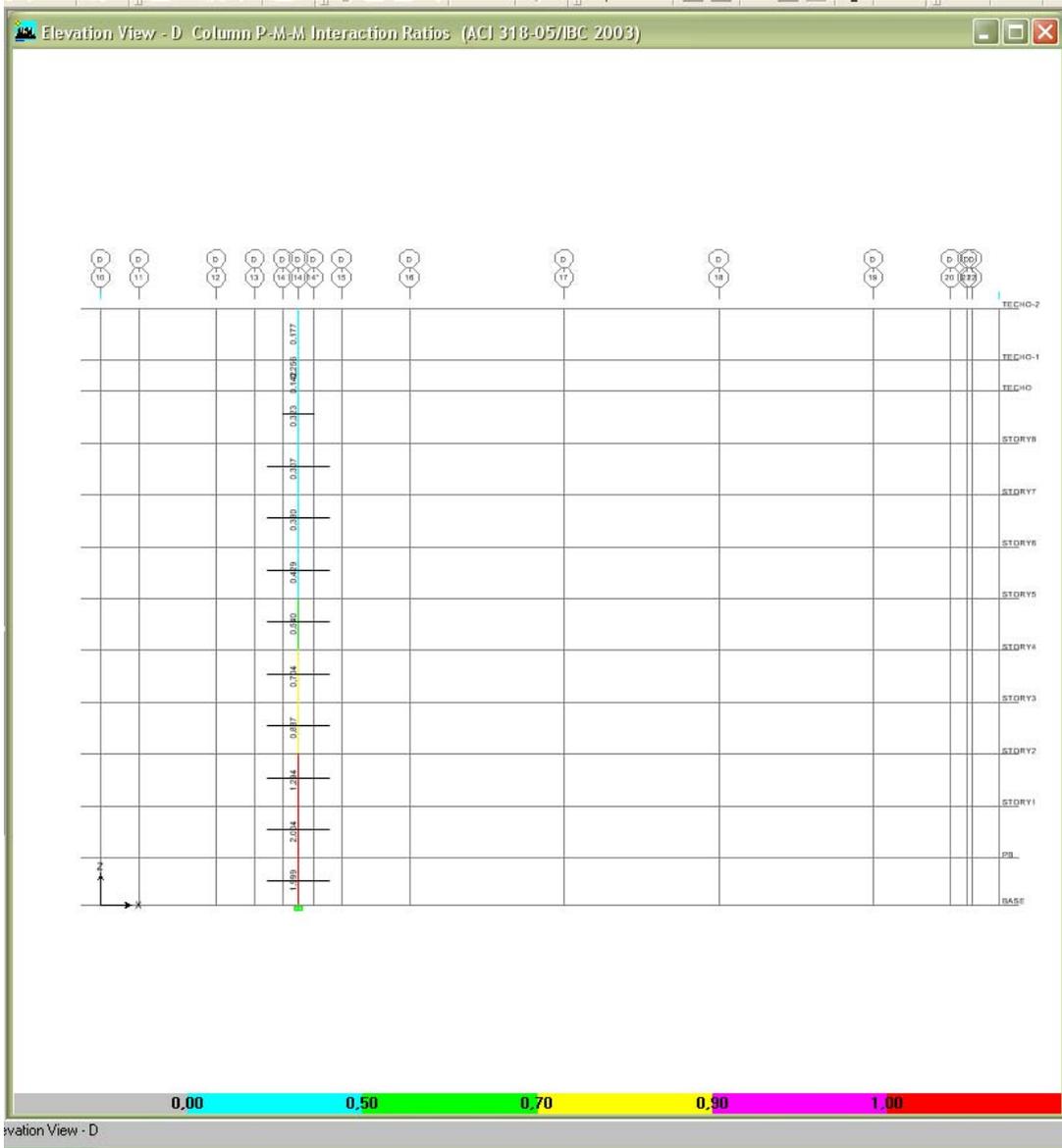
# Anexo B



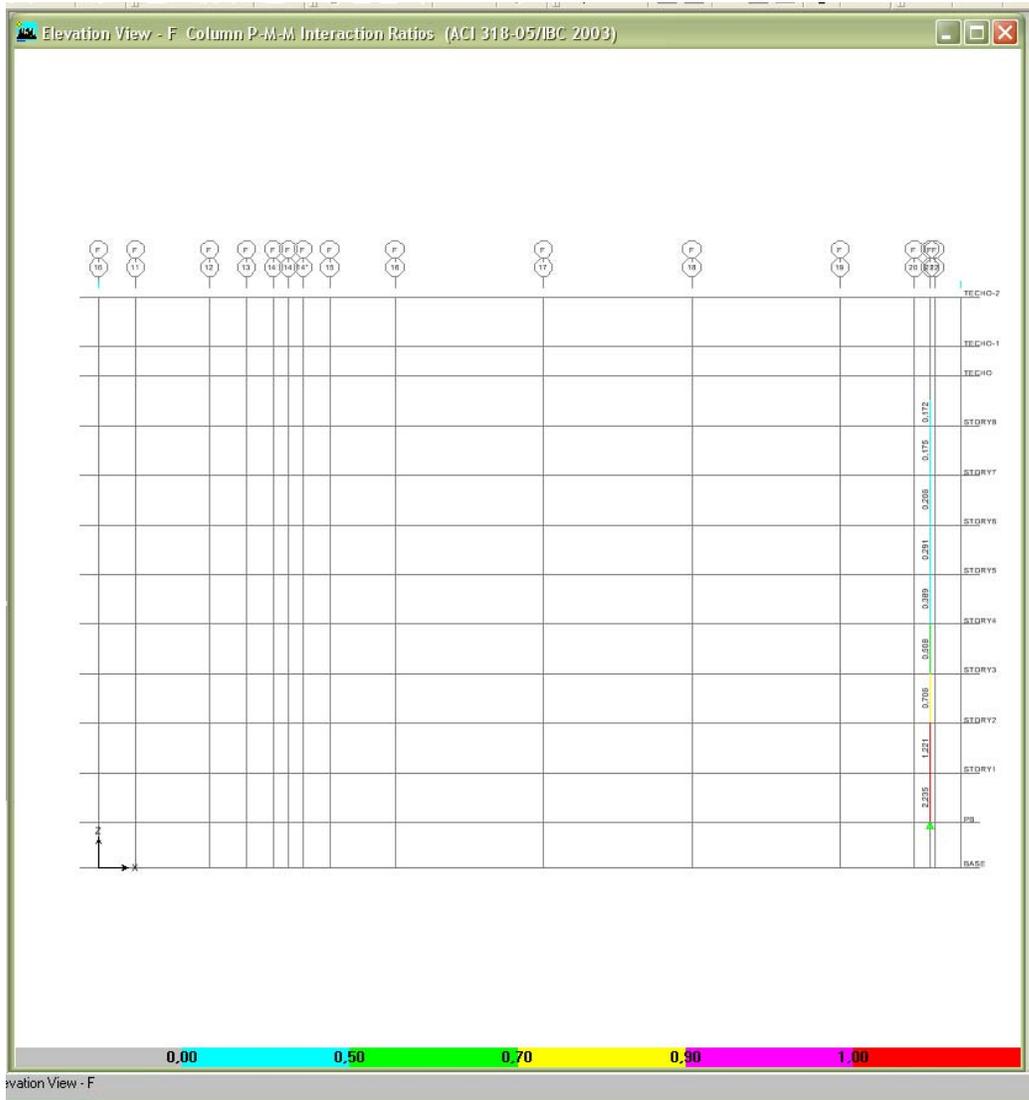
# Anexo B



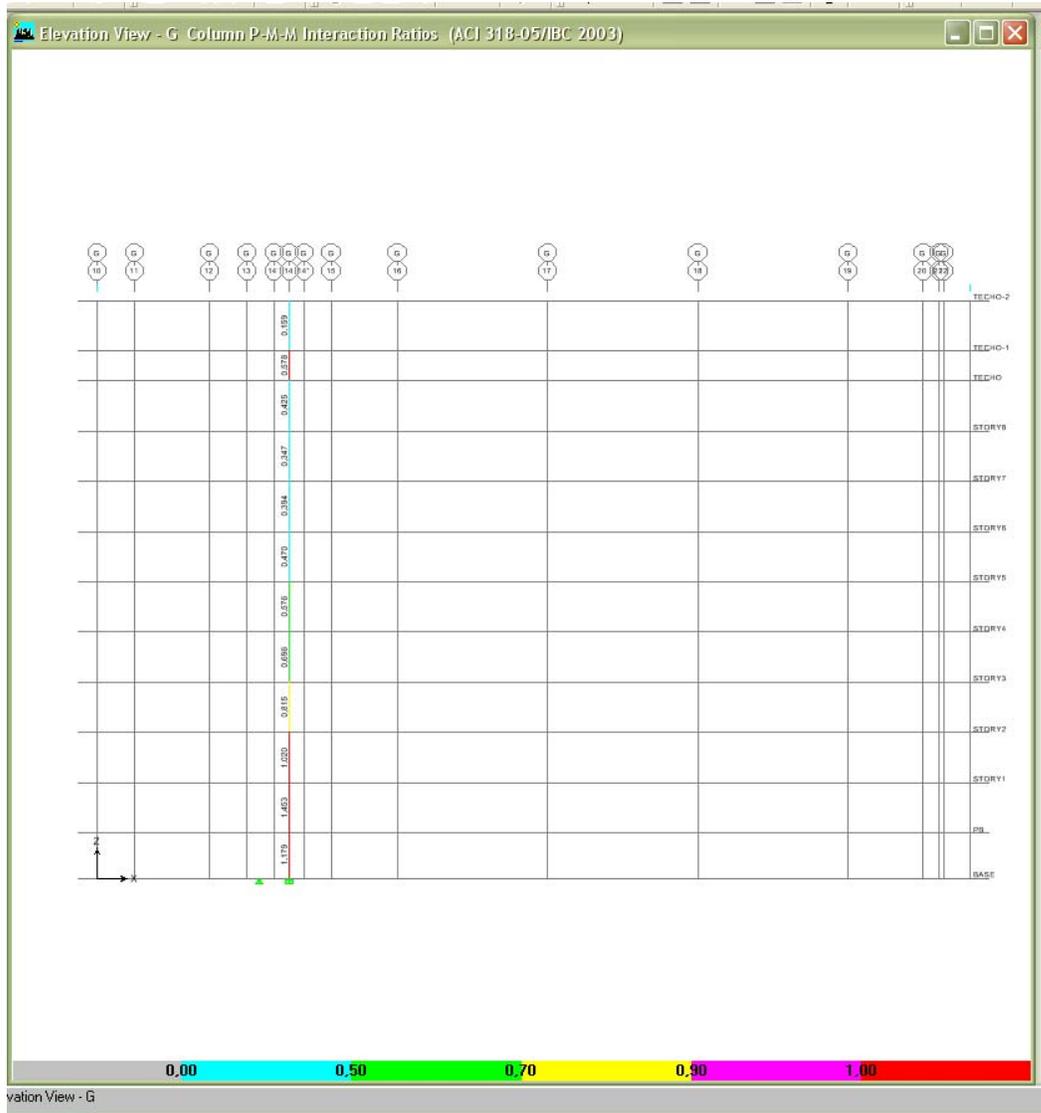
# Anexo B



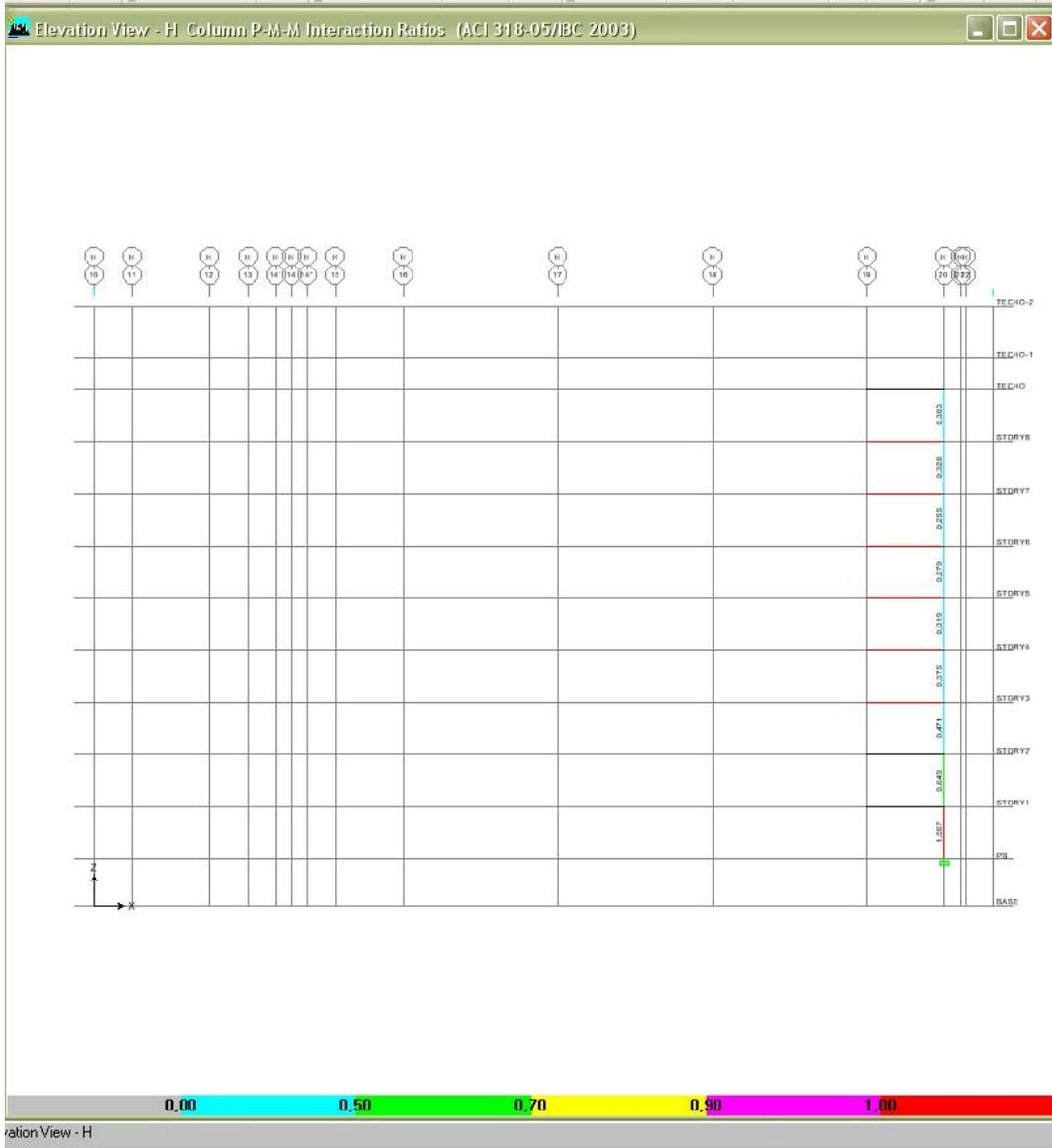
# Anexo B



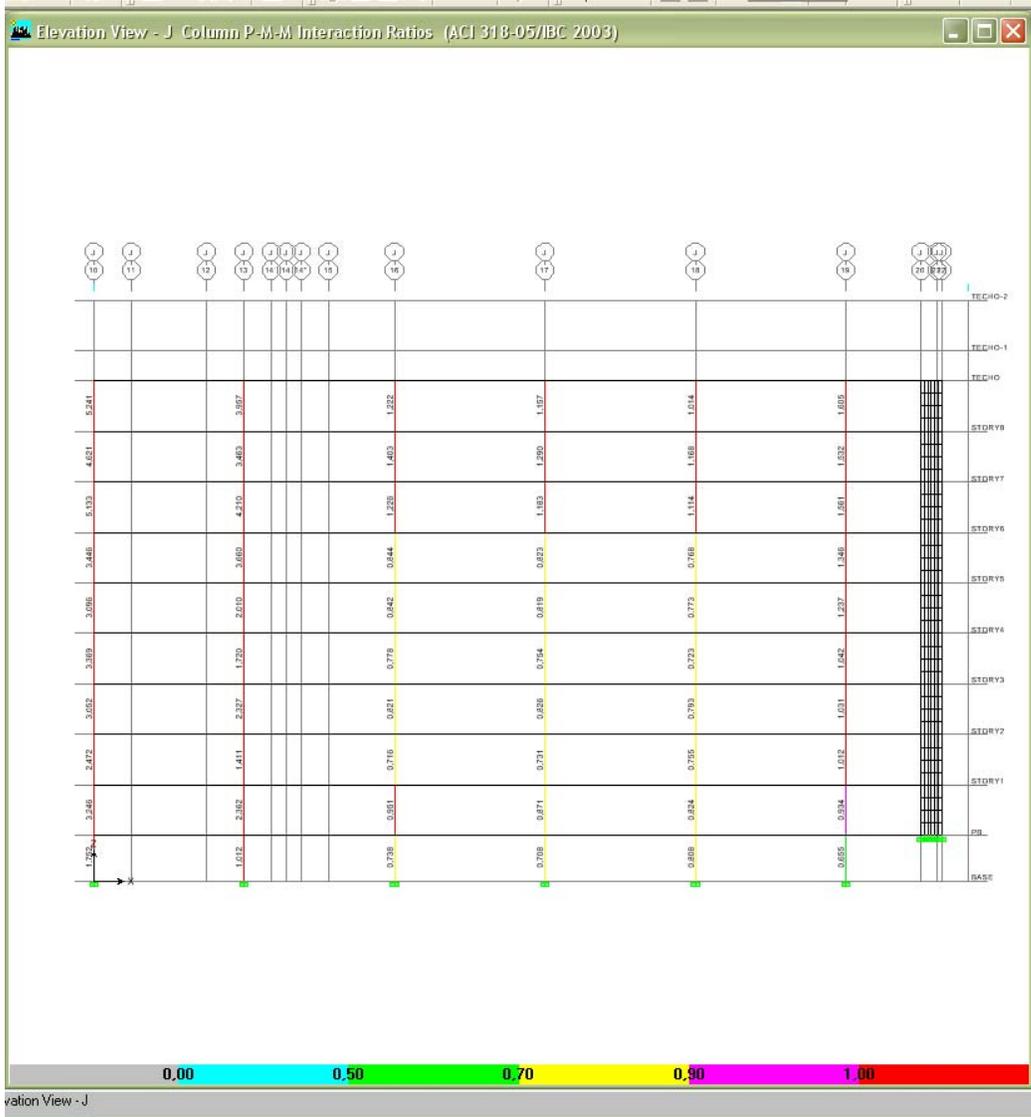
# Anexo B



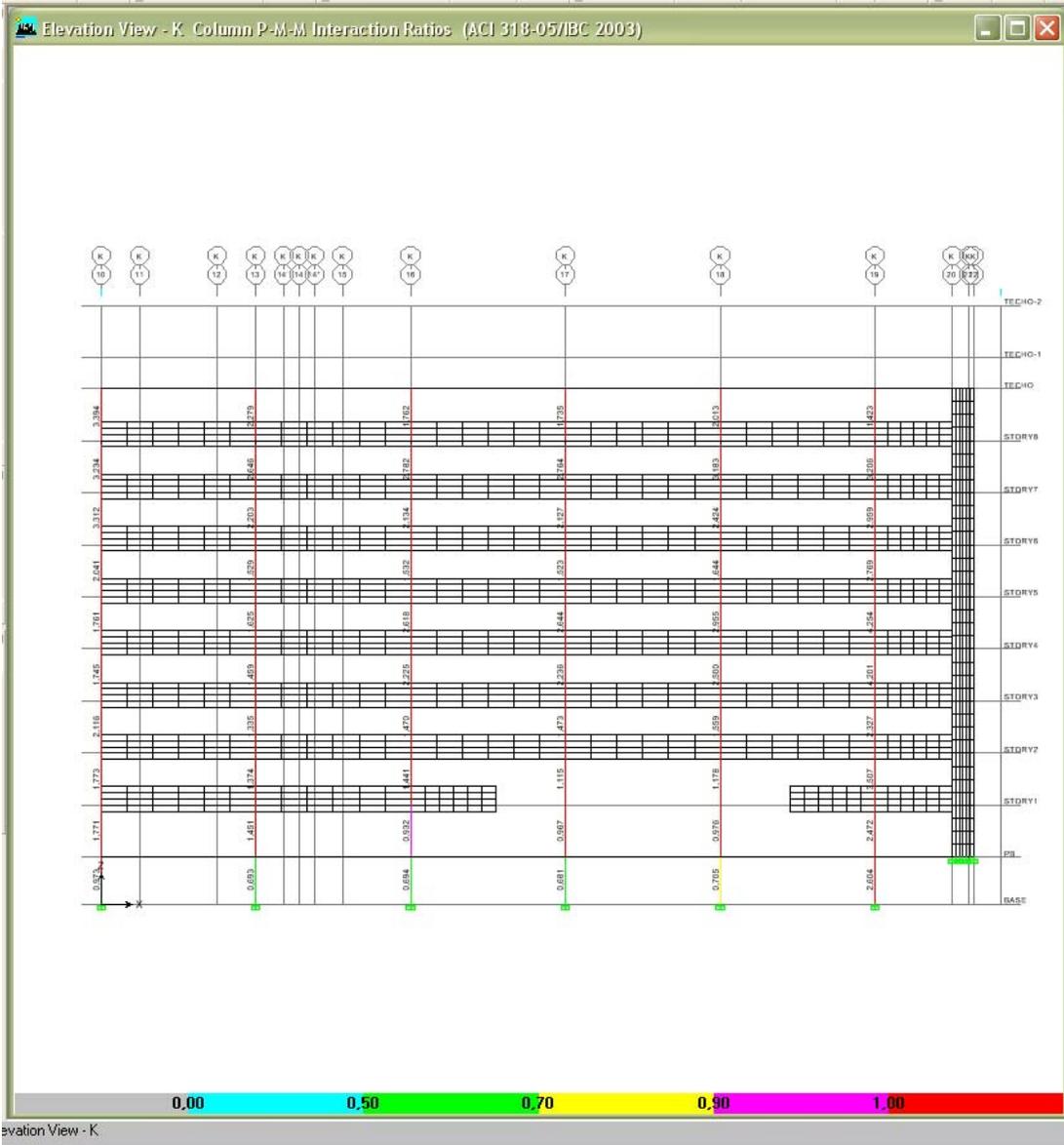
# Anexo B







# Anexo B



**ANEXO C**

**(Tablas donde se muestra el área de acero real y el área que  
calculó el programa para cada una de las vigas)**

## Anexo C

Planta Baja													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,19	10,10	3,26	8,51	8,76	12,14
4	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	10,71	6,62	5,51	7,09	10,71	6,36
4	J-C	20,27	20,27	20,27	30,40	20,27	20,27	10,71	6,85	7,76	11,84	10,94	7,19
5	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	15,63	10,20	10,01	18,55	15,31	10,00
5	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,05	10,71	8,51	11,84	18,98	10,71
6	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	16,68	10,71	7,50	18,60	17,52	10,72
6	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,55	10,72	6,10	11,85	21,35	10,71
7	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	20,21	10,71	7,30	19,52	20,24	10,71
7	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,76	11,02	7,91	11,50	23,48	11,37
8	K-J	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	19,06	12,60	6,90	18,70	21,22	14,05
8	J-I	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	26,41	12,89	5,50	11,45	23,01	14,18
10	K-J	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	15,80	10,71	6,70	14,03	17,64	10,71
10	J-I	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	21,51	18,88	7,31	18,89	20,30	13,84
13	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	18,13	10,71	6,30	14,39	18,34	10,71
13	J-I	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	21,92	17,60	4,90	22,65	19,60	20,30
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,76	3,41	6,10	14,41	5,73	6,86
16	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	17,04	6,52	6,71	22,66	16,67	10,71
16	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,33	10,77	5,70	13,91	18,92	10,71
17	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	14,86	9,86	6,21	22,16	13,32	10,66
17	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,11	12,18	5,20	13,41	22,35	11,24
18	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	13,96	10,10	5,71	21,66	12,43	10,60
18	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,58	10,10	4,70	12,91	12,43	10,60
19	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	20,00	11,64	5,21	21,16	22,46	11,33
19	J-C	20,27	20,27	20,27	30,40	20,27	20,27	17,98	10,56	4,20	12,41	18,19	10,56
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,61	3,26	4,71	20,66	19,45	12,15
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,61	3,26	3,95	5,82	5,58	6,71
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,89	6,37	3,80	6,23	16,52	10,56
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,18	10,62	3,35	6,22	18,77	10,56
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,71	9,71	3,20	6,63	13,17	10,51
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,96	12,03	2,75	6,62	22,20	11,09
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,81	9,95	2,60	7,03	12,28	10,45

## Anexo C

Planta Baja													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,43	9,95	2,15	5,52	12,28	10,45
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,85	11,49	2,00	5,93	22,31	11,18
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,83	11,49	4,00	5,92	18,04	11,18
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,79	10,41	3,85	6,33	19,63	10,41
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,79	3,11	3,40	6,32	5,76	12,00
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,07	3,11	3,25	6,73	16,70	6,56
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,36	6,22	2,80	5,22	18,95	10,41
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,89	10,47	2,65	5,63	13,35	10,41
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,14	9,56	2,20	6,57	22,38	10,36
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,99	11,88	2,05	6,56	12,46	10,94
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,61	9,80	4,05	6,97	12,46	10,30
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,03	9,80	3,90	5,46	22,49	10,30
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,01	11,34	3,45	5,87	18,22	11,03
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	5,97	11,34	3,30	5,86	19,81	11,03
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	5,97	10,26	2,85	6,27	5,94	10,26
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	17,25	2,96	2,70	6,26	16,88	11,85
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	17,54	2,96	2,90	6,67	19,13	6,41
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,07	6,07	2,75	5,16	13,53	10,26
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,32	10,32	2,30	5,57	22,56	10,26
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,17	9,41	2,15	6,51	12,64	10,21
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,79	11,73	4,15	6,14	12,64	10,79
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,21	9,65	4,00	6,13	22,67	10,15
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,19	9,65	3,55	6,54	18,40	10,15
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	6,15	11,19	3,40	5,03	19,99	10,88
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	6,15	11,19	2,95	5,44	6,12	10,88
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,43	10,11	2,80	6,38	17,06	10,11
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,72	2,81	3,00	6,37	19,31	11,70
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,25	2,81	2,85	6,78	13,71	6,26
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,50	5,92	2,40	5,27	22,74	10,11

## Anexo C

Piso 1													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,22	15,13	6,91	13,54	13,79	17,17
4	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	15,74	11,65	9,16	12,12	15,74	11,39
4	J-C	20,27	20,27	20,27	30,40	20,27	20,27	15,74	11,88	11,41	13,87	15,97	12,22
5	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	20,66	15,23	13,66	20,58	20,34	15,03
5	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,08	15,74	14,16	13,87	24,01	15,74
6	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	21,71	15,74	13,15	20,63	22,55	15,75
6	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,09	17,26	11,75	13,88	27,89	17,25
7	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	26,75	17,25	12,95	21,55	26,78	17,25
7	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	29,30	17,56	13,56	13,53	30,02	17,91
8	K-J	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	25,60	19,14	12,55	20,73	27,76	20,59
8	J-I	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	32,95	19,43	11,15	13,48	29,55	20,72
10	K-J	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	22,34	17,25	12,35	16,06	24,18	17,25
10	J-I	22,96	20,27	22,96	35,47	22,96	20,27	28,05	25,42	12,96	20,92	26,84	20,38
13	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	24,67	17,25	11,95	16,42	24,88	17,25
13	J-I	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	28,46	24,14	10,55	24,68	26,14	26,84
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,30	21,30	11,75	16,44	24,30	25,30
16	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	23,58	13,06	12,36	24,69	23,21	17,25
16	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,87	17,31	11,35	15,94	25,46	17,25
17	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	20,71	15,71	11,86	24,19	19,17	16,51
17	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,96	18,03	10,85	15,44	28,20	17,09
18	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	19,81	15,95	11,36	23,69	18,28	16,45
18	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,43	15,95	10,35	14,94	18,28	16,45
19	K-J	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	25,85	17,49	10,86	23,19	28,31	17,18
19	J-C	20,27	20,27	20,27	30,40	20,27	20,27	23,83	16,41	7,85	14,44	24,04	16,41
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,46	9,11	8,36	22,69	25,30	18,00
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,46	9,11	7,60	11,67	11,43	12,56
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,74	12,22	7,45	12,08	22,37	16,41
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,03	16,47	7,00	12,07	24,62	16,41
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,56	15,56	6,85	12,48	19,02	16,36
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,81	17,88	6,40	12,47	28,05	16,94
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,66	15,80	6,25	12,88	18,13	16,30

## Anexo C

Piso 1													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,28	15,80	5,80	11,37	18,13	16,30
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,28	14,92	5,65	9,36	25,74	14,61
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,26	14,92	7,65	9,35	21,47	14,61
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,22	13,84	7,50	9,76	23,06	13,84
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,22	6,54	7,05	9,75	9,19	15,43
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,50	6,54	6,90	10,16	20,13	9,99
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,79	9,65	6,45	8,65	22,38	13,84
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,32	13,90	6,30	9,06	16,78	13,84
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,57	12,99	5,85	10,00	25,81	13,79
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,42	15,31	5,70	9,99	15,89	14,37
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,04	13,23	7,70	10,40	15,89	13,73
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,46	13,23	7,55	8,89	25,92	13,73
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,44	14,77	7,10	9,30	21,65	14,46
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	9,40	14,77	6,95	9,29	23,24	14,46
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	9,40	13,69	6,50	9,70	9,37	13,69
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	20,68	6,39	6,35	9,69	20,31	15,28
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	22,24	7,66	6,55	11,37	23,83	11,11
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,77	10,77	6,40	9,86	18,23	14,96
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,02	15,02	5,95	10,27	27,26	14,96
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,87	14,11	5,80	11,21	17,34	14,91
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,49	16,43	7,80	10,84	17,34	15,49
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,91	14,35	7,65	10,83	27,37	14,85
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,89	14,35	7,20	11,24	23,10	14,85
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,85	15,89	7,05	9,73	24,69	15,58
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,85	15,89	6,60	10,14	10,82	15,58
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,13	14,81	6,45	11,08	21,76	14,81
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,42	7,51	6,65	11,07	24,01	16,40
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,95	7,51	6,50	11,48	18,41	10,96
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,20	10,62	6,05	9,97	27,44	14,81

## Anexo C

Piso 2													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	19,25	17,16	8,94	15,57	15,82	19,20
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	19,25	17,16	8,94	15,57	15,82	19,20
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	17,77	13,68	11,19	14,15	17,77	13,42
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	17,77	13,91	13,44	15,90	18,00	14,25
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	22,69	17,26	15,69	22,61	22,37	17,06
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	25,11	17,77	16,19	15,90	26,04	17,77
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	23,74	17,77	15,18	22,66	24,58	17,78
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	29,12	19,29	13,78	15,91	29,92	19,28
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	28,78	19,28	14,98	23,58	28,81	19,28
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	31,33	19,59	15,59	15,56	32,05	19,94
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	27,63	21,17	14,58	22,76	29,79	22,62
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	34,98	21,46	13,18	15,51	31,58	22,75
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	24,37	19,28	14,38	18,09	26,21	19,28
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	30,08	27,45	14,99	22,95	28,87	22,41
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	26,70	19,28	13,98	18,45	26,91	19,28
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	30,49	26,17	12,58	26,71	28,17	28,87
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	22,33	23,33	13,78	18,47	26,33	27,33
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	25,61	15,09	14,39	26,72	25,24	19,28
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	25,90	19,34	13,38	17,97	27,49	19,28
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	22,74	17,74	13,89	26,22	21,20	18,54
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	27,99	20,06	12,88	17,47	30,23	19,12
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	21,84	17,98	13,39	25,72	20,31	18,48
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	21,46	17,98	12,38	16,97	20,31	18,48
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	27,88	19,52	12,89	25,22	30,34	19,21
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,86	18,44	9,88	16,47	26,07	18,44
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,49	11,14	10,39	24,72	27,33	20,03
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,49	11,14	9,63	13,70	13,46	14,59
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,77	14,25	9,48	14,11	24,40	18,44
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,06	18,50	9,03	14,10	26,65	18,44
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,59	17,59	8,88	14,51	21,05	18,39
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,84	19,91	8,43	14,50	30,08	18,97

## Anexo C

Piso 2													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,69	17,83	8,28	14,91	20,16	18,33
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,31	17,83	7,83	13,40	20,16	18,33
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,31	16,95	7,68	11,39	27,77	16,64
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,29	16,95	9,68	11,38	23,50	16,64
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,25	15,87	9,53	11,79	25,09	15,87
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,25	8,57	9,08	11,78	11,22	17,46
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,53	8,57	8,93	12,19	22,16	12,02
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,82	11,68	8,48	10,68	24,41	15,87
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,35	15,93	8,33	11,09	18,81	15,87
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,60	15,02	7,88	12,03	27,84	15,82
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,45	17,34	7,73	12,02	17,92	16,40
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,07	15,26	9,73	12,43	17,92	15,76
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,49	15,26	9,58	10,92	27,95	15,76
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	23,47	16,80	9,13	11,33	23,68	16,49
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	11,43	16,80	8,98	11,32	25,27	16,49
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	11,43	15,72	8,53	11,73	11,40	15,72
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	22,71	8,42	8,38	11,72	22,34	17,31
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,27	9,69	8,58	13,40	25,86	13,14
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,80	12,80	8,43	11,89	20,26	16,99
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,05	17,05	7,98	12,30	29,29	16,99
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,90	16,14	7,83	13,24	19,37	16,94
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,52	18,46	9,83	12,87	19,37	17,52
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,94	16,38	9,68	12,86	29,40	16,88
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,92	16,38	9,23	13,27	25,13	16,88
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,88	17,92	9,08	11,76	26,72	17,61
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,88	17,92	8,63	12,17	12,85	17,61
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,16	16,84	8,48	13,11	23,79	16,84
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,45	9,54	8,68	13,10	26,04	18,43
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,98	9,54	8,53	13,51	20,44	12,99

## Anexo C

Piso 3													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	21,28	19,19	10,97	20,60	17,85	21,23
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	21,28	19,19	10,97	20,60	17,85	21,23
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	19,80	15,71	13,22	19,18	19,80	15,45
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	19,80	15,94	15,47	20,93	20,03	16,28
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	24,72	19,29	17,72	27,64	24,40	19,09
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	27,14	19,80	18,22	20,93	28,07	19,80
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	25,77	19,80	17,21	27,69	26,61	19,81
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	31,15	21,32	15,81	20,94	31,95	21,31
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	30,81	21,31	17,01	28,61	30,84	21,31
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	33,36	21,62	17,62	20,59	34,08	21,97
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	29,66	23,20	16,61	27,79	31,82	24,65
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	37,01	23,49	15,21	20,54	33,61	24,78
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	26,40	21,31	16,41	23,12	28,24	21,31
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	32,11	29,48	17,02	27,98	30,90	24,44
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	28,73	21,31	16,01	23,48	28,94	21,31
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	32,52	28,20	14,61	31,74	30,20	30,90
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	24,36	25,36	15,81	23,50	28,36	29,36
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	27,64	17,12	16,42	31,75	27,27	21,31
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	27,93	21,37	15,41	23,00	29,52	21,31
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	24,77	19,77	15,92	31,25	23,23	20,57
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	30,02	22,09	14,91	22,50	32,26	21,15
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	23,87	20,01	15,42	30,75	22,34	20,51
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	23,49	20,01	14,41	22,00	22,34	20,51
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	29,91	21,55	14,92	30,25	32,37	21,24
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,89	20,47	11,91	21,50	28,10	20,47
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,52	13,17	12,42	29,75	29,36	22,06
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,52	13,17	11,66	18,73	15,49	16,62
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,80	16,28	11,51	19,14	26,43	20,47
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,09	20,53	11,06	19,13	28,68	20,47
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,62	19,62	10,91	19,54	23,08	20,42
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	29,87	21,94	10,46	19,53	32,11	21,00

## Anexo C

Piso 3													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,72	19,86	10,31	19,94	22,19	20,36
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,34	19,86	9,86	18,43	22,19	20,36
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,34	18,98	9,71	16,42	29,80	18,67
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,32	18,98	11,71	16,41	25,53	18,67
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,28	17,90	11,56	16,82	27,12	17,90
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,28	10,60	11,11	16,81	13,25	19,49
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,56	10,60	10,96	17,22	24,19	14,05
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,85	13,71	10,51	15,71	26,44	17,90
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,38	17,96	10,36	16,12	20,84	17,90
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,63	17,05	9,91	17,06	29,87	17,85
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,48	19,37	9,76	17,05	19,95	18,43
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,10	17,29	11,76	17,46	19,95	17,79
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,52	17,29	11,61	15,95	29,98	17,79
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	25,50	18,83	11,16	16,36	25,71	18,52
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	13,46	18,83	11,01	16,35	27,30	18,52
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	13,46	17,75	10,56	16,76	13,43	17,75
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	24,74	10,45	10,41	16,75	24,37	19,34
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,30	11,72	10,61	18,43	27,89	15,17
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,83	14,83	10,46	16,92	22,29	19,02
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	29,08	19,08	10,01	17,33	31,32	19,02
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,93	18,17	9,86	18,27	21,40	18,97
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,55	20,49	11,86	17,90	21,40	19,55
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	28,97	18,41	11,71	17,89	31,43	18,91
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,95	18,41	11,26	18,30	27,16	18,91
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,91	19,95	11,11	16,79	28,75	19,64
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,91	19,95	10,66	17,20	14,88	19,64
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,19	18,87	10,51	18,14	25,82	18,87
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,48	11,57	10,71	18,13	28,07	20,46
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,01	11,57	10,56	18,54	22,47	15,02

## Anexo C

Piso 4													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	20,22	19,31	10,67	21,25	17,88	21,32
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	20,22	19,31	10,67	21,25	17,88	21,32
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	18,74	15,83	12,92	19,83	19,83	15,54
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	18,74	16,06	15,17	21,58	20,06	16,37
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	23,66	19,41	17,42	28,29	24,43	19,18
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	26,08	19,92	17,92	21,58	28,10	19,89
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	24,71	19,92	16,91	28,34	26,64	19,90
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	30,09	21,44	15,51	21,59	31,98	21,40
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	29,75	21,43	16,71	29,26	30,87	21,40
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	32,30	21,74	17,32	21,24	34,11	22,06
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	28,60	23,32	16,31	28,44	31,85	24,74
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	35,95	23,61	14,91	21,19	33,64	24,87
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	25,34	21,43	16,11	23,77	28,27	21,40
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	31,05	29,60	16,72	28,63	30,93	24,53
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	27,67	21,43	15,71	24,13	28,97	21,40
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	31,46	28,32	14,31	32,39	30,23	30,99
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	23,30	25,48	15,51	24,15	28,39	29,45
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	26,58	17,24	16,12	32,40	27,30	21,40
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	26,87	21,49	15,11	23,65	29,55	21,40
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	23,71	19,89	15,62	31,90	23,26	20,66
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	28,96	22,21	14,61	23,15	32,29	21,24
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	22,81	20,13	15,12	31,40	22,37	19,91
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	22,43	20,13	14,11	22,65	22,37	19,91
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	28,85	21,67	14,62	30,90	32,40	20,64
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,83	20,59	11,61	22,15	28,13	19,87
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,46	13,29	12,12	30,40	29,39	21,46
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,46	13,29	11,36	19,38	15,52	16,02
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,74	16,40	11,21	19,79	26,46	19,87
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,03	20,65	10,76	19,78	28,71	19,87
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,56	19,74	10,61	20,19	23,11	19,82
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	28,81	22,06	10,16	20,18	32,14	20,40

## Anexo C

Piso 4													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,66	19,98	10,01	20,59	22,22	19,76
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,28	19,98	9,56	19,08	22,22	19,76
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,28	19,10	9,41	17,07	29,83	18,07
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,26	19,10	11,41	17,06	25,56	18,07
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,22	18,02	11,26	17,47	27,15	17,30
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,22	10,72	10,81	17,46	13,28	18,89
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,50	10,72	10,66	17,87	24,22	13,45
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,79	13,83	10,21	16,36	26,47	17,30
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,32	18,08	10,06	16,77	20,87	17,30
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,57	17,17	9,61	17,71	29,90	17,25
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,42	19,49	9,46	17,70	19,98	17,83
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,04	17,41	11,46	18,11	19,98	17,19
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,46	17,41	11,31	16,60	30,01	17,19
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	24,44	18,95	10,86	17,01	25,74	17,92
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	12,40	18,95	10,71	17,00	27,33	17,92
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	12,40	17,87	10,26	17,41	13,46	17,15
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	23,68	10,57	10,11	17,40	24,40	18,74
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,24	11,84	10,31	19,08	27,92	14,57
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,77	14,95	10,16	17,57	22,32	18,42
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	28,02	19,20	9,71	17,98	31,35	18,42
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,87	18,29	9,56	18,92	21,43	18,37
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,49	20,61	11,56	18,55	21,43	18,95
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,91	18,53	11,41	18,54	31,46	18,31
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,89	18,53	10,96	18,95	27,19	18,31
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,85	20,07	10,81	17,44	28,78	19,04
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,85	20,07	10,36	17,85	14,91	19,04
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,13	18,99	10,21	18,79	25,85	18,27
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,42	11,69	10,41	18,78	28,10	19,86
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,95	11,69	10,26	19,19	22,50	14,42

## Anexo C

Piso 5													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,16	19,43	10,37	21,90	17,91	21,41
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	17,68	15,95	12,62	20,48	19,86	15,63
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	17,68	16,18	14,87	22,23	20,09	16,46
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	22,60	19,53	17,12	28,94	24,46	19,27
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	25,02	20,04	17,62	22,23	28,13	19,98
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	23,65	20,04	16,61	28,99	26,67	19,99
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	29,03	21,56	15,21	22,24	32,01	21,49
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	28,69	21,55	16,41	29,91	30,90	21,49
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	31,24	21,86	17,02	21,89	34,14	22,15
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	27,54	23,44	16,01	29,09	31,88	24,83
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	34,89	23,73	14,61	21,84	33,67	24,96
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	24,28	21,55	15,81	24,42	28,30	21,49
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	29,99	29,72	16,42	29,28	30,96	24,62
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	26,61	21,55	15,41	24,78	29,00	21,49
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	30,40	28,44	14,01	33,04	30,26	31,08
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,24	25,60	15,21	24,80	28,42	29,54
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	25,52	17,36	15,82	33,05	27,33	21,49
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	25,81	21,61	14,81	24,30	29,58	21,49
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	22,65	20,01	15,32	32,55	23,29	20,75
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	27,90	22,33	14,31	23,80	32,32	21,33
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	21,75	20,25	14,82	32,05	22,40	19,31
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	21,37	20,25	13,81	23,30	22,40	19,31
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	27,79	21,79	14,32	31,55	32,43	20,04
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	25,77	20,71	11,31	22,80	28,16	19,27
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,40	13,41	11,82	31,05	29,42	20,86
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,40	13,41	11,06	20,03	15,55	15,42
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,68	16,52	10,91	20,44	26,49	19,27
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,97	20,77	10,46	20,43	28,74	19,27
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,50	19,86	10,31	20,84	23,14	19,22
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	27,75	22,18	9,86	20,83	32,17	19,80
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,60	20,10	9,71	21,24	22,25	19,16

## Anexo C

Piso 5													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,22	20,10	9,26	19,73	22,25	19,16
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,22	19,22	9,11	17,72	29,86	17,47
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,20	19,22	11,11	17,71	25,59	17,47
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,16	18,14	10,96	18,12	27,18	16,70
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,16	10,84	10,51	18,11	13,31	18,29
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,44	10,84	10,36	18,52	24,25	12,85
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,73	13,95	9,91	17,01	26,50	16,70
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,26	18,20	9,76	17,42	20,90	16,70
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,51	17,29	9,31	18,36	29,93	16,65
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,36	19,61	9,16	18,35	20,01	17,23
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,98	17,53	11,16	18,76	20,01	16,59
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,40	17,53	11,01	17,25	30,04	16,59
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,38	19,07	10,56	17,66	25,77	17,32
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	11,34	19,07	10,41	17,65	27,36	17,32
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	11,34	17,99	9,96	18,06	13,49	16,55
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	22,62	10,69	9,81	18,05	24,43	18,14
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	24,18	11,96	10,01	19,73	27,95	13,97
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,71	15,07	9,86	18,22	22,35	17,82
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,96	19,32	9,41	18,63	31,38	17,82
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,81	18,41	9,26	19,57	21,46	17,77
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,43	20,73	11,26	19,20	21,46	18,35
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,85	18,65	11,11	19,19	31,49	17,71
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,83	18,65	10,66	19,60	27,22	17,71
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,79	20,19	10,51	18,09	28,81	18,44
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,79	20,19	10,06	18,50	14,94	18,44
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,07	19,11	9,91	19,44	25,88	17,67
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,36	11,81	10,11	19,43	28,13	19,26
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,89	11,81	9,96	19,84	22,53	13,82
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,84	11,76	9,91	19,79	22,48	13,77

## Anexo C

Piso 6													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,62	16,07	12,32	21,13	19,89	15,72
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	21,74	13,06	14,57	22,88	20,12	16,55
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	21,54	19,65	16,82	29,59	24,49	19,36
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	29,08	16,92	17,32	22,88	28,16	20,07
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	22,59	20,16	16,31	29,64	26,70	20,08
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	33,09	18,44	14,91	22,89	32,04	21,58
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	27,63	21,67	16,11	30,56	30,93	21,58
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	35,30	18,74	16,72	22,54	34,17	22,24
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	26,48	23,56	15,71	29,74	31,91	24,92
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	38,95	20,61	14,31	22,49	33,70	25,05
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	23,22	21,67	15,51	25,07	28,33	21,58
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	34,05	26,60	16,12	29,93	30,99	24,71
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	25,55	21,67	15,11	25,43	29,03	21,58
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	34,46	25,32	13,71	33,69	30,29	31,17
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	21,18	25,72	14,91	25,45	28,45	29,63
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	29,58	14,24	15,52	33,70	27,36	21,58
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	24,75	21,73	14,51	24,95	29,61	21,58
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	26,71	16,89	15,02	33,20	23,32	20,84
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	26,84	22,45	14,01	24,45	32,35	21,42
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	25,81	17,13	14,52	32,70	22,43	19,40
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	20,31	20,37	13,51	23,95	22,43	18,71
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	31,85	18,67	14,02	32,20	32,46	19,44
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	24,71	20,83	11,01	23,45	28,19	18,67
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	17,46	10,29	11,52	31,70	29,45	20,26
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,34	13,53	10,76	20,68	15,58	14,82
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	28,74	13,40	10,61	21,09	26,52	18,67
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,91	20,89	10,16	21,08	28,77	18,67
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,56	16,74	10,01	21,49	23,17	18,62
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,69	22,30	9,56	21,48	32,20	19,20
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,66	16,98	9,41	21,89	22,28	18,56
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,16	20,22	8,96	20,38	22,28	18,56

## Anexo C

Piso 6													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	29,28	16,10	8,81	18,37	29,89	16,87
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,14	19,34	10,81	18,36	25,62	16,87
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,22	15,02	10,66	18,77	27,21	16,10
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,10	10,96	10,21	18,76	13,34	17,69
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	26,50	7,72	10,06	19,17	24,28	12,25
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,67	14,07	9,61	17,66	26,53	16,10
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,32	15,08	9,46	18,07	20,93	16,10
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,45	17,41	9,01	19,01	29,96	16,05
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,42	16,49	8,86	19,00	20,04	16,63
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,92	17,65	10,86	19,41	20,04	15,99
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	29,46	14,41	10,71	17,90	30,07	15,99
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,32	19,19	10,26	18,31	25,80	16,72
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,40	15,95	10,11	18,30	27,39	16,72
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	10,28	18,11	9,66	18,71	13,52	15,95
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	26,68	7,57	9,51	18,70	24,46	17,54
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	23,12	12,08	9,71	20,38	27,98	13,37
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	25,77	11,95	9,56	18,87	22,38	17,22
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,90	19,44	9,11	19,28	31,41	17,22
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	24,87	15,29	8,96	20,22	21,49	17,17
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,37	20,85	10,96	19,85	21,49	17,75
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	30,91	15,53	10,81	19,84	31,52	17,11
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,77	18,77	10,36	20,25	27,25	17,11
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,85	17,07	10,21	18,74	28,84	17,84
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,73	20,31	9,76	19,15	14,97	17,84
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	28,13	15,99	9,61	20,09	25,91	17,07
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,30	11,93	9,81	20,08	28,16	18,66
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	25,95	8,69	9,66	20,49	22,56	13,22
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,78	11,88	9,61	20,44	22,51	13,17
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,73	11,83	9,56	20,39	22,46	13,12

## Anexo C

Piso 7													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,69	15,18	16,69	25,00	18,09	10,46
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	12,49	16,53	13,70	26,47	22,46	14,27
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	20,03	19,04	19,44	25,00	26,13	13,98
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	13,54	17,04	13,19	26,52	24,67	14,99
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	24,04	20,56	17,03	25,01	30,01	15,49
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	18,58	18,55	12,99	27,44	28,90	16,49
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	26,25	20,86	18,84	24,66	32,14	16,15
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	17,43	20,44	12,59	26,62	29,88	19,83
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	29,90	22,73	16,43	24,61	31,67	18,96
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	14,17	18,55	12,39	21,95	26,30	16,49
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	25,00	28,72	18,24	32,05	28,96	18,62
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	16,50	18,55	11,99	22,31	27,00	16,49
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	25,41	27,44	15,83	35,81	28,26	25,08
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	12,13	22,60	11,79	22,33	26,42	24,54
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	20,53	16,36	17,64	35,82	25,33	15,49
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,70	18,61	11,39	21,83	27,58	16,49
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	17,66	19,01	17,14	35,32	21,29	14,75
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	17,79	19,33	10,89	21,33	30,32	16,33
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	16,76	19,25	16,64	34,82	20,40	13,31
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	11,26	17,25	10,39	20,83	20,40	13,62
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	23,80	20,79	16,14	34,32	30,43	13,35
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	16,66	17,71	7,89	20,33	26,16	13,58
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	9,41	12,41	13,64	33,82	27,42	14,17
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	4,29	10,41	7,64	17,56	13,55	9,73
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,69	15,52	12,73	23,21	24,49	12,58
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,86	17,77	7,04	17,96	26,74	13,58
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,51	18,86	12,13	23,61	21,14	12,53
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,64	19,18	6,44	18,36	30,17	14,11
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,61	19,10	11,53	24,01	20,25	12,47
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,11	17,10	5,84	17,26	20,25	13,47
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,23	18,22	10,93	20,49	27,86	10,78

## Anexo C

Piso 7													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,09	16,22	7,69	15,24	23,59	11,78
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	7,17	17,14	12,78	20,89	25,18	10,01
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	2,05	7,84	7,09	15,64	11,31	12,60
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,45	9,84	12,18	21,29	22,25	6,16
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,62	10,95	6,49	14,54	24,50	11,01
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,27	17,20	11,58	20,19	18,90	10,01
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,40	14,29	8,71	19,66	27,93	10,96
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,37	18,61	10,98	21,12	18,01	10,54
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,87	14,53	7,74	16,29	18,01	10,90
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	21,41	16,53	12,83	20,02	28,04	9,90
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,27	16,07	7,14	15,19	23,77	11,63
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	7,35	18,07	12,23	20,42	25,36	10,63
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	2,23	14,99	9,36	19,36	11,49	10,86
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	18,63	9,69	11,63	20,82	22,43	11,45
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	15,07	8,96	6,59	17,26	25,95	8,28
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	17,72	14,07	11,68	20,99	20,35	11,13
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	17,85	16,32	5,99	16,16	29,38	12,13
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,82	17,41	11,08	22,34	19,46	11,08
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,32	17,73	10,66	20,50	19,46	12,66
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	22,86	17,65	12,93	21,96	29,49	11,02
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,72	15,65	7,24	17,13	25,22	12,02
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	8,80	19,19	12,33	20,86	26,81	11,75
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	3,68	17,19	6,64	16,03	12,94	12,75
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,08	18,11	11,73	22,21	23,88	10,98
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,25	8,81	9,51	20,73	26,13	13,57
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,90	10,81	11,78	22,61	20,53	7,13
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,73	8,76	6,49	17,32	20,48	8,08
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,67	11,95	9,26	21,04	22,49	12,52
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,62	11,90	9,21	20,99	22,44	12,47

## Anexo C

Piso 8													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,64	13,06	13,64	22,88	15,04	8,34
4	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	10,44	13,22	11,65	23,16	20,41	10,96
4	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	16,98	16,92	16,39	22,88	23,08	11,86
5	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	11,49	13,73	11,14	23,21	22,62	11,68
5	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	20,99	18,44	13,98	22,89	26,96	13,37
6	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	16,53	15,24	10,94	24,13	26,85	13,18
6	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	23,20	18,74	15,79	22,54	29,09	14,03
7	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	15,38	17,13	10,54	23,31	27,83	16,52
7	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	26,85	20,61	13,38	22,49	28,62	16,84
8	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	12,12	15,24	10,34	18,64	24,25	13,18
8	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	21,95	26,60	15,19	29,93	25,91	16,50
10	K-J	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	14,45	15,24	9,94	19,00	24,95	13,18
10	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	22,36	25,32	12,78	33,69	25,21	22,96
13	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	10,08	19,29	9,74	19,02	24,37	21,23
13	J-I	24,15	25,24	24,15	40,54	24,15	25,24	17,48	14,24	14,59	33,70	22,28	13,37
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,65	15,30	9,34	18,52	25,53	13,18
16	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	14,61	16,89	14,09	33,20	18,24	12,63
16	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	15,74	16,01	8,84	18,02	28,27	13,02
17	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	13,71	17,13	13,59	32,70	17,35	11,19
17	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	9,21	13,94	8,34	17,52	18,35	10,31
18	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	20,75	18,67	13,09	32,20	27,38	11,23
18	J-A	25,34	25,24	25,34	40,54	25,34	25,24	14,61	14,40	5,84	17,02	24,11	10,27
19	K-J	24,15	30,40	24,15	40,54	24,15	30,40	6,36	10,29	10,59	31,70	24,37	12,05
19	J-C	20,27	28,03	15,20	36,97	20,27	28,03	2,24	7,10	5,59	14,25	11,50	6,42
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,64	13,40	9,68	21,09	21,44	10,46
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,81	14,46	4,99	14,65	24,69	10,27
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,46	16,74	9,08	21,49	18,09	10,41
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,59	15,86	4,39	15,05	28,12	10,80
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,56	16,98	8,48	21,89	17,20	10,35
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,06	13,79	3,79	13,95	18,20	10,16
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,18	16,10	7,88	18,37	24,81	8,66

## Anexo C

Piso 8													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,04	12,91	5,64	11,93	21,54	8,47
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	4,12	15,02	9,73	18,77	22,13	7,89
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	0,00	4,53	5,04	12,33	9,26	9,29
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,40	7,72	9,13	19,17	19,20	4,04
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,57	7,64	4,44	11,23	22,45	7,70
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,22	15,08	8,53	18,07	15,85	7,89
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,35	10,98	6,66	16,35	25,88	7,65
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,32	16,49	7,93	19,00	14,96	8,42
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	7,82	11,22	5,69	12,98	15,96	7,59
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,36	14,41	9,78	17,90	24,99	7,78
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,22	12,76	5,09	11,88	21,72	8,32
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	4,30	15,95	9,18	18,30	22,31	8,51
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	0,18	11,68	7,31	16,05	9,44	7,55
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	15,58	7,57	8,58	18,70	19,38	9,33
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	13,02	5,65	4,54	13,95	23,90	4,97
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	14,67	11,95	8,63	18,87	17,30	9,01
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	15,80	13,01	3,94	12,85	27,33	8,82
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,77	15,29	8,03	20,22	16,41	8,96
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,27	14,41	8,61	17,19	17,41	9,35
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,81	15,53	9,88	19,84	26,44	8,90
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,67	12,34	5,19	13,82	23,17	8,71
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,75	17,07	9,28	18,74	23,76	9,63
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	1,63	13,88	4,59	12,72	10,89	9,44
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,03	15,99	8,68	20,09	20,83	8,86
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,20	5,50	7,46	17,42	24,08	10,26
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,85	8,69	8,73	20,49	17,48	5,01
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,68	5,45	4,44	14,01	18,43	4,77
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,56	12,02	8,91	21,64	22,47	11,87
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,51	11,97	8,86	21,59	22,42	11,82

## Anexo C

Techo													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
3	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	6,59	10,94	10,59	20,76	11,99	6,22
4	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	8,39	9,91	9,60	19,85	18,36	7,65
4	J-C	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,93	14,80	13,34	20,76	20,03	9,74
5	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,44	10,42	9,09	19,90	20,57	8,37
5	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,94	16,32	10,93	20,77	23,91	11,25
6	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,48	11,93	8,89	20,82	24,80	9,87
6	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	20,15	16,62	12,74	20,42	26,04	11,91
7	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,33	13,82	8,49	20,00	25,78	13,21
7	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	23,80	18,49	10,33	20,37	25,57	14,72
8	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,07	11,93	8,29	15,33	22,20	9,87
8	J-I	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	18,90	24,48	12,14	27,81	22,86	14,38
10	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,40	11,93	7,89	15,69	22,90	9,87
10	J-I	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	19,31	23,20	9,73	31,57	22,16	20,84
13	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	8,03	15,98	7,69	15,71	22,32	17,92
13	J-I	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,43	12,12	11,54	31,58	19,23	11,25
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,60	11,99	7,29	15,21	23,48	9,87
16	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,56	14,77	11,04	31,08	15,19	10,51
16	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,69	12,70	6,79	14,71	26,22	9,71
17	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,66	15,01	10,54	30,58	14,30	9,07
17	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	7,16	10,63	6,29	14,21	16,30	7,00
18	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,70	16,55	10,04	30,08	24,33	9,11
18	J-A	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,56	11,09	3,79	13,71	22,06	6,96
19	K-J	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	3,31	8,17	7,54	29,58	21,32	9,93
19	J-C	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	0,19	3,79	3,54	10,94	9,45	3,11
20	J-H	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,59	11,28	6,63	18,97	18,39	8,34
k	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,76	11,15	2,94	11,34	22,64	6,96
k	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,41	14,62	6,03	19,37	15,04	8,29
k	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	14,54	12,55	2,34	11,74	26,07	7,49
k	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,51	14,86	5,43	19,77	14,15	8,23
k	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	8,01	10,48	1,74	10,64	16,15	6,85
k	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,13	13,98	4,83	16,25	21,76	6,54

## Anexo C

Techo													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero Calculado en Etabs v9 (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
k	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,99	9,60	3,59	8,62	19,49	5,16
k	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	1,07	12,90	6,68	16,65	19,08	5,77
k	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	-2,05	1,22	2,99	9,02	7,21	5,98
k	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,35	5,60	6,08	17,05	16,15	1,92
k	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,52	4,33	2,39	7,92	20,40	4,39
k	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,17	12,96	5,48	15,95	12,80	5,77
J	2-3	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	12,30	7,67	4,61	13,04	23,83	4,34
J	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	9,27	14,37	4,88	16,88	11,91	6,30
J	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	5,77	7,91	3,64	9,67	13,91	4,28
J	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	15,31	12,29	6,73	15,78	21,94	5,66
J	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,17	9,45	3,04	8,57	19,67	5,01
J	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	1,25	13,83	6,13	16,18	19,26	6,39
J	10-13	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	-1,87	8,37	5,26	12,74	7,39	4,24
J	13-16	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	12,53	5,45	5,53	16,58	16,33	7,21
J	16-17	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	10,97	2,34	2,49	10,64	21,85	1,66
J	17-18	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	11,62	9,83	5,58	16,75	14,25	6,89
J	18-19	25,34	19,08	20,27	40,54	25,34	19,08	13,75	9,70	1,89	9,54	25,28	5,51
J	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,72	13,17	4,98	18,10	13,36	6,84
H	3-4	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	7,22	11,10	6,56	13,88	15,36	6,04
H	19-20	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	16,76	13,41	6,83	17,72	23,39	6,78
I	13-14	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,62	9,03	3,14	10,51	21,12	5,40
C-A	4-5	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	2,70	14,95	6,23	16,62	20,71	7,51
A	5-6	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	-0,42	10,57	2,54	9,41	8,84	6,13
A	6-7	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	13,98	13,87	5,63	17,97	17,78	6,74
A	7-8	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,15	2,19	5,41	14,11	22,03	6,95
A	13-16	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	11,80	6,57	5,68	18,37	14,43	2,89
A	16-17	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	8,63	2,14	2,39	10,70	16,38	1,46
A	17-18	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,45	12,09	8,56	22,24	22,45	11,22
A-C	18-19	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	17,40	12,04	8,51	22,19	22,40	11,17

## Anexo C

Techo 1													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero real (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,895	9,36	9,38
I	11-12	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,896	9,36	9,38
I	13-15	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,897	9,36	9,38
A	13-15	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,898	9,36	9,38
A	11-12	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,899	9,36	9,38
Techo 2													
Eje Long.	Eje Transv.	Area de Acero real (cm2)						Area de Acero real (cm2)					
		Izquierda		Medio		Derecha		Izquierda		Medio		Derecha	
		Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
15	I-B	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,895	9,36	9,38
I	11-12	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,896	9,36	9,38
I	13-15	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,897	9,36	9,38
A	13-15	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,898	9,36	9,38
A	11-12	25,34	19,08	19,08	30,40	25,34	19,08	10,98	8,84	8,91	1,899	9,36	9,38