

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE DE LAS
ESCUELAS DE ARTES, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS
ACTUARIALES DE LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE CARACAS. 2006**

Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero(a) Civil de la
Universidad Central de Venezuela.

Autores:

Renghild A. Luis Godoy.
Luis A. Reigadas Fernández.

Junio, 2006

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE DE LAS
ESCUELAS DE ARTES, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS
ACTUARIALES DE LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE CARACAS. 2006**

Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero(a) Civil de la
Universidad Central de Venezuela.

Tutor Académico:

Prof. Juan José Tejón

Autores:

Renghild A. Luis Godoy.

Luis A. Reigadas Fernández.

Junio, 2006

ACTA

El día **23 de junio del 2006** se reunió el jurado formado por los profesores:

Tomás Osers

Ronald Torres

Juan José Tejón

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE DE LAS ESCUELAS DE ARTES, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS ACTUARIALES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS. 2006"**.

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

Una vez oída la defensa oral que el (la, las, los) bachiller(es) hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Renghild A. Luis G.	19	Diecinueve
Br. Luis A. Reigadas F.	19	Diecinueve

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO

Caracas, 23 de junio de 2006

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen, porque día a día me han guiado por el mejor camino para lograr mis mayores triunfos; ser Ingeniera Civil es uno de ellos. Gracias por iluminarme y llenarme de alegrías, ahora sé por qué la paciencia todo lo alcanza, quien a Dios tiene nada le falta, sólo Dios basta.

A mi mamá, por ser el mejor ejemplo de mujer a seguir. Gracias por estar conmigo siempre y apoyarme en todas mis metas; sin tí, no podría llegar hasta donde estoy ahora. Ojalá algún día llegue a ser como tú. Te quiero mami.

A mi papá, por ser el mejor ejemplo de responsabilidad y constancia, enseñándome que soy capaz de asumir cualquier proyecto que se me presente. Te quiero papi, gracias por creer en mí y siempre hacerme sentir especial.

A mi hermano, por ser la persona más noble y leal que conozco. Gracias por darme el mejor consejo en cualquier momento. No tienes ni idea lo importante que eres para mí.

A Luis Eduardo Moreno y John Wright, por ser los mejores amigos que alguien pueda tener, gracias por todos los momentos que hemos vivido juntos. A Aurelio Alvarado por ser unos de mis amigos más especiales. A mi prima Victoria Soto, por darme alegría en momentos difíciles. Los adoro a los cuatro.

A mi compañero Luis Reigadas, por apoyarme y ayudarme a sacar adelante el trabajo final que nos define como ingenieros. Lo logramos!

A mis amigos de la escuela, “los gandules”, que de una u otra forma me ayudaron a llegar hasta el final de mi carrera; chicos son únicos. Y a Juan Manuel Otero, por estar ahí, apoyarme y darme ánimo para culminar mi Tesis, gracias Juanma.

Renghild A. Luis G.

DEDICATORIA

A Dios, por ponerme retos que cada día me hacen más fuerte como persona ayudan a comprender el verdadero significado de la vida.

A mi abuela, que aunque ya no este entre nosotros, la llevo en mi alma y corazón. Yeya esto es para ti.

A mi madre, a quien la vida no se la ha puesto fácil, ya que ha sido mamá y papá a la vez, siendo mi mejor ejemplo a seguir. Gracias por darme todo lo que necesito. Esto es el fruto de lo que has cultivado. Mami te amo.

A mis hermanas, Maria Victoria y Maria Fabiana, las dos niñas de la casa, las cuales me acompañan en el día a día y me han dado apoyo de alguna u otra manera. Atoya y Pitu las adoro.

A mi padre, que ha sabido aconsejarme en el ámbito profesional. Papá ya somos colegas.

A mi novia, su paciencia, apoyo y comprensión fue la mejor demostración de amor que me podrá dar una persona. Princesa sin eso imposible, gracias por existir.

A César Ceccato, quien acompaña a mi mamá dándole el apoyo que tanto se merece. Gracias por aconsejarme en momentos difíciles.

A mi compañera Renghild Luis, quien no sólo fue mi pareja en la realización del presente trabajo, sino una amiga incondicional, ejemplo de perseverancia y dedicación. Nena eres especial.

A la señora Renghild Godoy, mi segunda madre, quien me atendió de una manera tan especial que llegue a sentir que estaba en mi propia casa. Tia Ren la quiero mucho.

A mis amigos de la universidad, con los cuales compartí la mejores experiencias de lo que fue la aventura de la vida universitaria. Gandules cuenten conmigo, son los mejores.

Luis A. Reigadas F.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra magna casa de estudios, Universidad Central de Venezuela, por ser durante años el mejor recinto universitario donde aprender cómo llegar a ser un buen Ingeniero Civil: Ingenieros de calidad Ucevista.

A nuestro tutor, Ingeniero Juan José Tejón Entrialgo, por guiarnos y ayudarnos a culminar de la mejor manera nuestro Trabajo Especial de Grado. Gracias profesor por su apoyo y paciencia.

Al Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela, COPRED, en especial a la Arquitecto Melín Navas y al Ingeniero Nelson Landaeta, por prestarnos su ayuda desinteresada y ofrecernos información fundamental para el desarrollo de esta tesis.

Al Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad Central de Venezuela, en especial a los Profesores e Ingenieros: César Peñuela y Nelson Camacho, conjuntamente con los técnicos; por ayudarnos y brindarnos la posibilidad de realizar los ensayos pertinentes para la evaluación de la edificación.

Al Profesor e Ingeniero Germán Lozano, por siempre despejar nuestras dudas y guiarnos. Gracias profesor por toda su ayuda prestada. A los Ingenieros Osers, por facilitarnos y adaptarnos según nuestras especificaciones el programa de cálculo estructural utilizado.

A los Ingenieros Eguski Arozena y Eliud Hernández, por colaborar con la realización de nuestra tesis.

**Luis G., Renghild A.
Reigadas F., Luis A.**
**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SEDE DE LAS ESCUELAS
DE ARTES, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS ACTUARIALES DE LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE CARACAS. 2006**
Tutor: Prof. Juan José Tejón Entrialgo.
**Trabajo Especial de Grado. Ciudad Universitaria de Caracas, Facultad
de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. 2005. 139 pags.**

Palabras Claves: evaluación, estructura, concreto, Escuela de Artes,
Estadística y Ciencias Actuariales.

El objetivo de este Trabajo Especial de Grado es evaluar la estructura el edificio que sirve de sede a las Escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), siguiendo la metodología de recálculo establecida por el Departamento de Ingeniería Estructural, el cual junto con el Consejo de Preservación y Desarrollo de esta casa de estudios (COPRED), vienen desarrollando un conjunto de estudios para la evaluación de las condiciones actuales en las cuales se encuentran las obras y estructuras de la CUC, línea de investigación en la cual se enmarca el presente Trabajo.

La metodología se divide principalmente en cuatro etapas. La primera y segunda etapa corresponden a la recopilación de toda la información relacionada con los datos de la edificación y a la identificación de los daños actuales. En la tercera etapa se llevó a cabo el recálculo de la estructura utilizando dos (2) programas de cálculo estructural. En esta fase se encuentran todos los análisis realizados para la determinación del modelo más adecuado para la evaluación de la edificación. Por último, se tiene la fase de comparación de resultados obtenidos con los distintos modelos y los análisis referentes a parámetros dinámicos; además se presentan los requerimientos de áreas de acero para vigas y columnas según los lineamientos de la normativa actual.

Posteriormente de realizar el análisis se obtuvo que los valores para los parámetros evaluados entre los distintos programas presentaron algunas diferencias dependiendo del caso; debido principalmente a la falta de similitud existente entre los modelos estudiados. Además, se observó que tanto las derivas como la separación de los edificios no se encontraban dentro de los valores permitidos por la Norma COVENIN 1756-01. Por otra parte, al analizar las áreas de acero requeridas, se encontró un déficit de acero en el 94% en los elementos estructurales; por lo que se concluye que el edificio no cumple con las normas vigentes. Por ello, se recomienda realizar nuevas evaluaciones a la estructura para distintos valores de reducción de respuesta, a manera de comparar las sollicitaciones encontradas para cada caso.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PROBLEMA.	
I.1. Planteamiento del Problema	4
I.2. Objetivos	6
I.2.1. Objetivo general	6
I.2.2. Objetivos específicos	6
I.3. Aportes	7
I.4. Alcances y Limitaciones	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.	
II.1. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)	9
II.1.1. Patrimonio cultural de la humanidad	10
II.1.2. Tipos de patrimonio	10
II.1.3. Declaración de un bien patrimonio de la humanidad	11
II.1.4. Instituto del Patrimonio Cultural (IPC)	13
II.2. Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)	14
II.2.1. Historia y descripción	14
II.2.2. Criterios que justifican la declaratoria de la Ciudad Universitaria de Caracas como patrimonio mundial	16
II.2.3. Evaluación y recomendación del Insti- tuto Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)	18
II.2.4. Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED)	20
II.3. Datos de la Edificación	23

II.3.1. Reseña histórica	23
II.3.2. Descripción general de la edificación	26
II.3.2.1. Módulo I	28
II.3.2.2. Módulo II	28
II.3.2.3. Módulo III	29
II.3.2.4. Módulo IV	29
II.3.2.5. Módulo V	29
II.3.2.6. Módulo VI	29
II.3.3. Datos geológicos – geotécnicos	31
II.4. Normativa	36
 CAPÍTULO III. MÉTODO.	
III.1. Fases de la Investigación	37
III.1.1. Fase 1. Recopilación de información teórica y planimétrica	37
III.1.2. Fase 2. Identificación de la estructura a analizar	39
III.1.3. Fase 3. Modelo y recálculo de la estructura del edificio con base a las Normas COVENIN 1753-87 y COVENIN 1756-01	40
III.1.4. Fase 4. Análisis de la estructura recalculada	40
 CAPITULO IV. INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA.	
ESTADO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN.	
IV.1. Características de los Elementos Estructurales	42
IV.1.1. Losas	42
IV.1.2. Vigas	45
IV.1.2.1. Vigas rectangulares	45
IV.1.2.2. Vigas acarteladas	45
IV.1.3. Columnas	46

IV.2. Distribución de Acero de Refuerzo	51
IV.2.1. Características del equipo Ferrosacán	51
IV.2.2. Características del equipo Pacómetro	54
IV.2.3. Detección de acero en vigas	55
IV.2.4. Detección de acero en columnas	56
IV.3. Resistencia del Concreto	61
IV.3.1. Características del equipo Esclerómetro	61
IV.3.2. Determinación de la resistencia del con- creto	62
IV.4. Estado Actual de la Estructura	65
IV.4.1. Clasificación y tipo de daños	65
IV.4.1.1. Humedad	65
IV.4.1.2. Desprendimiento de recubrimien- to y acabados	67
IV.4.2. Escala de daños	67
IV.4.3. Planillas de daños	68

CAPÍTULO V. RECÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

V.1. Protocolo de Recálculo	71
V.1.1. Generalidades	71
V.1.2. Calidad de los materiales	72
V.2. Método de Análisis Estructural	73
V.2.1. Consideraciones	73
V.2.2. Modelos analizados	74
V.2.3. Cargas consideradas	75
V.2.4. Espectros de diseño y respuesta	75
V.2.5. Combinaciones de carga	75
V.3. Resultados y Análisis	78
V.3.1. Peso de la estructura	79
V.3.1.1. Módulos I, III y IV	79
V.3.1.2. Módulos II y V	79

V.3.1.3. Módulo VI	80
V.3.2. Análisis Modal	81
V.3.2.1. Módulos I, III y IV	81
V.3.2.2. Módulos II y V	82
V.3.2.3. Módulo VI	82
V.3.3. Fuerzas Cortantes	83
V.3.3.1. Módulos I, III y IV	83
V.3.3.2. Módulos II y V	83
V.3.3.3. Módulo VI	84
V.3.4. Derivas	84
V.3.4.1. Módulos I, III y IV	84
V.3.4.2. Módulos II y V	85
V.3.4.3. Módulo VI	86
V.3.5. Áreas de Acero Requeridas	87
V.3.5.1. Módulos I, III y IV	88
V.3.5.2. Módulos II y V	101
V.3.5.3. Módulos VI	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	130
APÉNDICES	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.3.1 – Forma Espectral y Factor de Corrección φ	32
Tabla II.3.2 – Forma Espectral y Coeficiente de Aceleración Horizontal Imperantes en la CUC	33
Tabla IV.1.3 – Dimensiones Vigas Rectangulares	45
Tabla IV.1.4 – Dimensiones Vigas Amarteladas	45
Tabla IV.1.5 – Dimensiones Originales Columnas. Módulo I	47
Tabla IV.1.6 – Dimensiones Originales Columnas. Módulo II	47
Tabla IV.1.7 – Dimensiones Originales Columnas. Módulo III	48
Tabla IV.1.8 – Dimensiones Originales Columnas. Módulo IV	49
Tabla IV.1.9 – Dimensiones Originales Columnas. Módulo V	49
Tabla IV.1.10 – Dimensiones Originales Columnas. Módulo VI	50
Tabla IV.2.11 – Margen de Medición	53
Tabla IV.2.12 – Distribución de Acero en Vigas Rectangulares	55
Tabla IV.2.13 – Distribución de Acero en Vigas Amarteladas	56
Tabla IV.2.14 – Distribución de Acero en Columnas (1)	57
Tabla IV.2.15 – Distribución de Acero en Columnas (2)	58
Tabla IV.2.16 – Distribución de Acero en Columnas (3)	59
Tabla IV.2.17 – Distribución de Acero en Columnas (4)	60
Tabla IV.3.18 – Mediciones con Esclerómetro	62
Tabla IV.4.19 – Escala de Daños	67
Tabla V.2.20 – Selección del Método de Análisis para Edificios de Estructura Regular	73
Tabla V.2.21 – Datos para Espectro. Modelo de Estudio	76
Tabla V.3.22 – Comparación Peso Estructura Módulos I, III y IV	79
Tabla V.3.23 – Comparación Peso Estructura Módulos II y V	79
Tabla V.3.24 – Comparación Peso Estructura Módulo VI	79
Tabla V.3.25 – Análisis Modal Módulos I, III y IV	82
Tabla V.3.26 – Análisis Modal Módulos II y V	83
Tabla V.3.27 – Análisis Modal Módulo VI	83

Tabla V.3.28 – Fuerzas Cortantes Módulos I, III y IV	84
Tabla V.3.29 – Fuerzas Cortantes Módulos II y V	84
Tabla V.3.30 – Fuerzas Cortantes Módulo VI	85
Tabla V.3.31 – Derivas Módulos I, III y IV. Dirección X	85
Tabla V.3.32 – Derivas Módulos I, III y IV. Dirección Y	86
Tabla V.3.33 – Derivas Módulos II y V. Dirección X	86
Tabla V.3.34 – Derivas Módulos II y V. Dirección Y	86
Tabla V.3.35 – Derivas Módulo VI. Dirección X	87
Tabla V.3.36 – Derivas Módulos VI. Dirección Y	87
Tabla V.3.37 – Acero Requerido en Columnas. Módulos I, III y IV (1)	89
Tabla V.3.38 – Acero Requerido en Columnas. Módulos I, III y IV (2)	92
Tabla V.3.39 – Acero Requerido en Columnas. Módulos I, III y IV (3)	94
Tabla V.3.40 – Acero Requerido en Columnas. Módulos I, III y IV (4)	95
Tabla V.3.41 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico A. Módulos I, III y IV	96
Tabla V.3.42 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico B. Módulos I, III y IV	97
Tabla V.3.43 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico C. Módulos I, III y IV	98
Tabla V.3.44 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico D. Módulos I, III y IV	99
Tabla V.3.45 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos 1 y 4. Módulos I, III y IV	100
Tabla V.3.46 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos 2 y 3. Módulos I, III y IV	101
Tabla V.3.47 – Acero Requerido en Columnas. Módulos II y V (1)	102

Tabla V.3.48 – Acero Requerido en Columnas. Módulos II y V (2)	105
Tabla V.3.49 – Acero Requerido en Columnas. Módulos II y V (3)	105
Tabla V.3.50 – Acero Requerido en Columnas. Módulos II y V (4)	108
Tabla V.3.51 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 1. Módulos II y V	109
Tabla V.3.52 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 2. Módulos II y V	111
Tabla V.3.53 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 3. Módulos II y V	112
Tabla V.3.54 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 4. Módulos II y V	113
Tabla V.3.55 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos A e I. Módulos II y V	115
Tabla V.3.56 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos B y H. Módulos II y V	116
Tabla V.3.57 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos C y G. Módulos II y V	116
Tabla V.3.58 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos D y F. Módulos II y V	117
Tabla V.3.59 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico E. Módulos II y V	118
Tabla V.3.60 – Acero Requerido en Viga Externa Escalera. Módulos II y V	119
Tabla V.3.61 – Acero Requerido en Columnas. Módulo VI (1)	120
Tabla V.3.62 – Acero Requerido en Columnas. Módulo VI (2)	121
Tabla V.3.63 – Acero Requerido en Columnas.	

Módulo VI (3)	122
Tabla V.3.64 – Acero Requerido en Columnas.	
Módulo VI (4)	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.3.1 – Plano de Ubicación de las Residencias Estudiantiles III.	24
Figura II.3.2 – Foto Antigua Residencias Estudiantiles.	24
Figura II.3.3 – Ubicación de las Residencias Estudiantiles III.	26
Figura II.3.4 – Distribución de Módulos 1, 2 y 3.	27
Figura II.3.5 – Distribución de Módulos 4, 5 y 6.	28
Figura II.3.6 – Foto Antigua Fachada Norte Residencia Estudiantil III.	30
Figura II.3.7 – Foto Actual Fachada Sur Residencia Estudiantil III.	30
Figura II.3.8 – Mapa Isópaco de la CUC. Ubicación Residencia Estudiantil III.	34
Figura II.3.9 – Mapa Isópaco de la Residencia Estudiantil III.	35
Figura IV.1.10 – Detallado de Acero. Losas Tipo 1.	43
Figura IV.1.11 – Envigado de Azotea. Losas Tipo 1.	43
Figura IV.1.12 – Detallado de Acero. Losas Tipo 2.	44
Figura IV.1.13 – Envigado de Entrepiso. Losas Tipo 2.	44
Figura IV.1.14 – Viga Amartelada Tipo.	46
Figura IV.2.15 – Sistema de Ferrosacan FS10.	51
Figura IV.2.16 – Imagen Modelo en el Monitor del Ferrosacan FS10.	52
Figura IV.2.17 – Foto Ubicación de Acero en Columna con el Ferrosacan FS10.	54
Figura IV.2.18 – Foto Equipo Pacómetro Facilitado.	55
Figura IV.2.19 – Distribución de Columnas. Planta Baja.	57
Figura IV.2.20 – Distribución de Columnas. Primer Piso.	58
Figura IV.2.21 – Distribución de Columnas. Segundo Piso.	59
Figura IV.2.22 – Distribución de Columnas. Tercer Piso.	60
Figura IV.3.23 – Esclerómetro Shmidt-Proseq.	61

Figura IV.4.24 – Foto Presencia de Humedad en Techo de Balcón Externo.	66
Figura IV.4.25 – Foto Desprendimiento de Friso en Techo de Balcón Externo.	67
Figura IV.4.26 – Foto Deterioro de Junta Interna en Techo. Módulo I – Módulo II. Piso 1.	69
Figura IV.4.27 – Foto Colocación Láminas de Vinil en Piso. Junta Interna. Módulo III – Módulo IV. P.B.	69
Figura IV.4.28 – Foto Deterioro de Junta Externa en Balcón. Evidencia de Platina. Módulo V – Módulo VI. P.B.	70
Figura IV.4.29 – Foto Deterioro de Junta Externa en Balcón. Evidencia de Cabillas. Módulo III – Módulo IV. Piso 2.	70
Figura V.2.30 – Espectro. Modelo de Estudio.	76
Figura V.3.31 – Módulos I, III y IV modelados en SAP2000.	79
Figura V.3.32 – Módulos II y V modelados en SAP2000.	79
Figura V.3.33 – Módulo VI modelado en SAP2000.	80

INTRODUCCIÓN

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) fue desarrollada a partir del año 1943 en el gobierno del presidente Isaías Medina Angarita con la objetivo de servir de sede a la Universidad Central de Venezuela (UCV). El 30 de noviembre de 2000 el Comité de Patrimonio Mundial, en su XXIV edición, inscribe a la Ciudad Universitaria de Caracas en el listado de Patrimonio Mundial 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.

A partir del año 2001 se han llevado a cabo un conjunto de estudios donde se plantean posibles problemas patológicos y estructurales de las obras de la CUC, dentro de los cuales se encuentran una serie de Trabajos Especiales de Grado realizados en el Departamento de Ingeniería Estructural de la UCV, con el objetivo de evaluar el comportamiento estructural de las edificaciones que la conforman.

Una de las múltiples estructuras a ser preservadas dentro de la CUC, objeto de estudio de esta investigación, es el edificio correspondiente a las Residencias Estudiantiles III, el cual sirve de sede a las escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales. Su construcción se inició en el año 1948 y fue diseñado para uso residencial; sin embargo en la actualidad su uso es exclusivamente educacional. La estructura es de concreto armado, conformada por seis (6) módulos con pórticos en dos direcciones y vanos de luces semejantes, separados entre sí por juntas de dilatación; cuenta con cuatro (4) niveles más techo cuyas plantas presentan losas macizas armadas en una dirección.

En esta investigación se presenta una evaluación estructural del mencionado edificio, con la finalidad de seguir con la línea de investigación “Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de

Obras de Carácter Patrimonial”, llevado a cabo por el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la UCV, estructurada en cinco (5) capítulos descritos a continuación:

En el primer capítulo, denominado *Problema*, se presenta la situación a estudiar, la línea de investigación, los objetivos del trabajo, los aportes y las limitaciones que éste presenta.

El segundo capítulo o *Marco Teórico* se divide en cuatro partes principales, donde se especifican las funciones de la UNESCO y otras organizaciones tanto nacionales como internacionales, encargadas de velar y preservar todo ente caracterizado como Patrimonio Mundial de la Humanidad. Posteriormente se presenta una descripción de la CUC, y los criterios que justificaron su declaración como Patrimonio. En la tercera parte, se muestra una reseña histórica y uso actual de la edificación en estudio, conjuntamente con la información referente a los datos geológicos de interés para dicha evaluación. Por último, en la cuarta parte se hace referencia a las normas actuales con las que será recalculado la edificación.

El *Método* o tercer capítulo describe en cuatro fases los pasos a seguir para cumplir con los objetivos planteados en el presente Trabajo Especial de Grado, especificando cómo se recopiló la información necesaria, la toma de mediciones y la aplicación del protocolo de recálculo establecido.

En el cuarto capítulo titulado *Información Planimétrica. Estado Actual de la Estructura*, se presentan las dimensiones y distribución de acero de los elementos estructurales que conforman la edificación, comparando las especificadas en los planos con las obtenidas en sitio con el uso del Ferroskan y el Pacómetro; conjuntamente se describen los daños que

afectan actualmente a la edificación producto del transcurso de los años y falta de mantenimiento de la misma.

Por último, en el *Recálculo de la Estructura*, o quinto capítulo se describe y se presentan en tablas, todos los valores y resultados obtenidos luego de utilizar el protocolo de recálculo establecido con ayuda de dos programas de computadora. Aparte, se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente Trabajo Especial de Grado.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

I.1. Planteamiento del Problema

Diseñada por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva e inaugurada en el año 1953 durante el gobierno del General Marcos Pérez Jiménez, la Ciudad Universitaria de Caracas ha sido desde entonces, la sede de la Universidad Central de Venezuela. A partir del 30 de noviembre del año 2000, el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO declaró a la Ciudad Universitaria de Venezuela como Patrimonio Mundial de la Humanidad, distinción que representa un alto reconocimiento para nuestro país; convirtiéndose así en una de las primeras creaciones artísticas integrales del siglo XXI.

Con base en esta declaratoria es de gran importancia el mantenimiento físico de la Ciudad Universitaria de Caracas, por lo que el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) está llevando a cabo un proyecto de restauración, el cual contempla entre sus objetivos la evaluación estructural de sus edificaciones.

Durante los últimos cinco (5) años, varios de los edificios que conforman la Universidad han sido estudiados y revisados estructuralmente en el marco de Trabajos Especiales de Grado de la Facultad de Ingeniería, bajo la línea de investigación de “Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras”; entre ellos están los edificios que sirven de sede a las Facultades de Farmacia, Odontología, Escuela Básica de Ingeniería, Edificio de Ingeniería Sanitaria y Biblioteca Central. Bajo la misma línea de investigación, se plantea la evaluación estructural de uno de los edificios donde anteriormente estuvieron ubicadas las Residencias Estudiantiles y que actualmente sirve de sede a las Escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales.

Para esto es necesario realizar un recálculo de la estructura original del edificio con las normas actuales (NORMA COVENIN 1753 y 1756), sin considerar los deterioros que pueda presentar producto del transcurso del tiempo; logrando con ello, resaltar posibles deficiencias presentes en la estructura.

Esta investigación permitirá encontrar respuestas a interrogantes como: ¿Cuál es el estado de deterioro actual? y ¿Cómo es el comportamiento estructural de la edificación?.

I.2. Objetivos

I.2.1. Objetivo General

Evaluar la estructura el edificio que sirve de sede a las Escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales de la Ciudad Universitaria de Caracas siguiendo un protocolo de recálculo establecido por el Departamento de Ingeniería Estructural.

I.2.2. Objetivos Específicos

- 1- Enumerar los requerimientos de la UNESCO para ser Patrimonio Mundial de la Humanidad.
- 2- Enumerar los requerimientos de la COPRED en torno a las condiciones para mantener y preservar la Universidad Central de Venezuela como Patrimonio.
- 3- Describir las características topológicas, funcionales y el deterioro del edificio que sirve de sede a las escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales de la Universidad.
- 4- Aplicar el protocolo de recálculo y evaluación a la edificación señalada con base a las Normas COVENIN 1753 y COVENIN 1756.

I.3. Aportes

La realización del presente Trabajo Especial de Grado contribuye con las labores de preservación de la Universidad Central de Venezuela como Patrimonio Mundial de la Humanidad, al resaltar las distintas debilidades estructurales que pueda presentar actualmente la edificación estudiada. Además, suministra al Departamento de Ingeniería Estructural y al Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) de la Ciudad Universitaria de Caracas, información necesaria para poder llevar a cabo el proyecto de restauración bajo la línea de investigación de “Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras”, el cual contempla entre sus objetivos la evaluación estructural de las edificaciones de la Universidad.

Por otra parte, este trabajo representa el comienzo de la aplicación y consolidación de todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y que más orgullo demostrar, que ponerlos en servicio a esta magna casa de estudio, quien recoge el fruto de años de inversión en la preparación de sus estudiantes. Además, permite el aprendizaje de normativas y programas de cálculo estructural utilizados en la actualidad dentro del campo de la Ingeniería Civil, lo que conlleva a la formación de un profesional mejor preparado, más competitivo y actualizado.

I.4. Alcances y Limitaciones

El presente Trabajo Especial de Grado tiene la finalidad de evaluar la estructura del edificio que sirve de sede a las Escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales de la Ciudad Universitaria de Caracas, aplicando un protocolo de recálculo con la ayuda de dos (2) programas de computadora: el SAP 2000® y el CBDS-WIN® , que pretende establecer un estudio comparativo para los modelos evaluados con ambos programas, resaltando las posibles deficiencias que puedan presentarse en la edificación en cuanto a la cantidad y distribución del acero de refuerzo longitudinal y transversal en vigas y columnas.

De igual forma se realizará un análisis del estado físico actual de la estructura, describiendo las características topológicas, funcionales y el deterioro que pueda presentar el edificio producto del transcurso del tiempo. Sin embargo, estas características obtenidas y el estudio de su infraestructura no serán tomados en cuenta para el recálculo estructural original del edificio al aplicar el protocolo ya establecido.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Para poder comprender el desarrollo y la finalidad del presente Trabajo Especial de Grado, es necesario tener información relacionada con todo lo que implica ser patrimonio de la humanidad, requisitos para su designación, el mantenimiento y las organizaciones que asignan dichas tareas, tales como la UNESCO e ICOMOS a nivel internacional y el IPC y COPRED a nivel nacional.

II.1. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)

La UNESCO es una institución especializada de la ONU, Organización de las Naciones Unidas, que contribuye con el mantenimiento de la paz y la seguridad internacional; estrechando la colaboración de las naciones a través de la educación, la ciencia y la cultura, con el fin de garantizar el respeto de los derechos humanos y las libertades fundamentales.

Fundada el 16 de noviembre de 1945 y con sede actual en la ciudad de París, la UNESCO está compuesta por 191 Estados Miembros, dos Órganos de Gobierno, una Conferencia General y un Consejo Ejecutivo; los cuales se reúnen de manera periódica para garantizar un buen funcionamiento de la Organización y fijar metas para la Secretaría.

Una visión global de los problemas del planeta encuentra su representación metafórica en las líneas que se cruzan debajo del logotipo de la UNESCO, que resume el lugar que corresponde a la Organización en el mundo de hoy; por lo que su objetivo establece: *“Contribuir con la conservación de la paz y de la seguridad estrechando, mediante la educación, la ciencia y la cultura, la colaboración entre las naciones con el fin de asegurar el respeto universal de la justicia, de la ley, de los derechos*

humanos y de las libertades fundamentales para todos, sin distinción de raza, de sexo, de idioma o de religión, que la Carta de las Naciones Unidas reconoce a todos los pueblos”.

II.1.1. Patrimonio Cultural de la Humanidad

Se considera Patrimonio Cultural de la Humanidad a todos aquellos bienes que por sus valores artísticos, históricos, sociales o científicos tienen un valor universal excepcional, los cuales son declarados como tal por el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO.

II.1.2. Tipos de Patrimonio

Según la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, llevada a cabo por la UNESCO en la ciudad de París en el año 1972; existen dos (2) tipos de patrimonio, definidos en sus dos (2) primeros artículos:

Artículo 1: Se considerará "Patrimonio Cultural":

- **Los Monumentos:** obras arquitectónicas, de escultura o de pinturas monumentales, estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.
- **Los Conjuntos:** grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.
- **Los Lugares:** obras del hombre y la naturaleza así como las zonas y los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético o antropológico.

Artículo 2: Se considerará "patrimonio natural":

- Los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.
- Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animal y vegetal amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.
- Los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

II.1.3. Declaración de un Bien Patrimonio de la Humanidad

Con objeto de proteger lo mejor posible la diversidad cultural, las acciones de la UNESCO se centran en los sitios donde se expresan las identidades culturales múltiples, los que son representativos del patrimonio cultural de minorías y los que tienen un valor fundador o están especialmente expuestos al riesgo de desaparecer. Estas actividades se llevan a cabo en estrecha colaboración con el Centro o Comité del Patrimonio Mundial.

El Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO es un órgano intergubernamental compuesto por veintiún miembros. Este Comité dicta las variadas instrucciones de carácter procedimental para la inserción de bienes culturales o naturales en la Lista del Patrimonio Mundial, asesorado por otros Organismos como el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Centro Internacional para el

Estudio de la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM).

La inclusión de bienes culturales o naturales en la Lista se efectúa siguiendo un procedimiento definido, que implica el establecimiento previo por parte de cada Estado de la Convención y una lista indicativa de bienes a ser inscritos, que se reactualiza periódicamente. Este inventario de bienes, se entrega oficialmente en el Centro del Patrimonio Mundial, en la UNESCO.

El Comité del Patrimonio Mundial considera que un bien tiene valor universal excepcional para figurar en la lista cuando cumple al menos uno de los cometidos siguientes:

1. Aporta un testimonio único o excepcional, de una civilización o de una tradición cultural desaparecida.
2. 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.
3. Constituye un ejemplo sobresaliente de establecimiento humano o de ocupación del territorio representativo de culturas tradicionales, sobre todo cuando son vulnerables a mutaciones irreversibles.
4. 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.
5. Constituye una obra maestra del genio creador del hombre.
6. Aparece directa o materialmente asociado a acontecimientos o tradiciones vivas, ideas, creencias u obras artísticas y literarias que tengan una significación excepcional.

Además de estos criterios, cualquier bien para el que se pretenda la inscripción, deberá reunir dos condiciones previas:

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

II.1.4. Instituto del Patrimonio Cultural (IPC)

En Venezuela, el ente encargado de dirigir las labores culturales y patrimoniales, es el Instituto del Patrimonio Cultural (IPC), creado por la Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural, (G.O. N° 4.623 del 03-09-1993). El IPC es un órgano rector de carácter nacional en materia de patrimonio cultural, que establece las políticas que han de regir el manejo de todos aquellos asuntos que constituyan elementos fundamentales de la identidad nacional.

El IPC tiene como propósito asumir todo patrimonio declarado por la UNESCO, como una pieza fundamental para el desarrollo cultural y social, cuyo objetivo básico es garantizar la permanencia en el tiempo del patrimonio para el uso y disfrute de las generaciones presentes y futuras; a través de normativas, planes de proyectos de intervención o revitalización y asistencia técnica de bienes patrimoniales entre otros.

II.2. Ciudad Universitaria de Caracas

La Ciudad Universitaria de Caracas, sede actual de la Universidad Central de Venezuela (UCV), representa el máximo desarrollo de las ideas exploradas por un arquitecto tan notable como lo fue Carlos Raúl Villanueva. Su énfasis consistió en la búsqueda por crear una síntesis de las artes plásticas dentro de una obra arquitectónica de avanzada tecnología y que reinterpreta, las ideas presentes en la arquitectura colonial venezolana. Al mismo tiempo, la obra es la puesta en práctica de las teorías modernas sobre planificación urbana.

En ella, se albergan diversas facultades, dependencias administrativas y servicios culturales, deportivos y hospitalarios. Ofrece más de sesenta edificaciones en los más variados diseños, circundados siempre por amplios jardines y portentosas estructuras destinadas para un desplazamiento peatonal protegido.

II.2.1. Historia y Descripción

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC) se comenzó a construir a principios de la década de los años 40, en los terrenos de la histórica Hacienda Ibarra. Localizada a 870m sobre el nivel del mar y con un área de construcción que alcanza 164,2203 hectáreas. Este conjunto autónomo aparece en lo que es hoy el nuevo centro urbano de la ciudad de Caracas, rodeado por las principales arterias viales y el sinuoso trazo de la serranía del Jardín Botánico.

El máximo desarrollo de las ideas exploradas por la creatividad de Villanueva y un equipo de profesionales, representa la Ciudad Universitaria de Caracas, que desde sus distintas áreas de experticia trabajaron por casi dos décadas en el Instituto de la Ciudad Universitaria

(ICU), organismo adscrito al antiguo Ministerio de Obras Públicas (MOP) durante el régimen presidencial del Gral. Marcos Pérez Jiménez.

La Ciudad Ideal o Ciudad Universitaria de Caracas es aquella ciudad vislumbrada por las vanguardias modernas del siglo XX, representada por símbolos del progreso como son el uso del concreto armado y la presencia del automóvil. Su éxito climático es otra característica relevante, lograda por la presencia de pasillos cubiertos, celosías y parasoles que brindan protección del sol y la lluvia propia de nuestro trópico.

Desde un principio, Villanueva planteó que la Ciudad Universitaria contara con:

- La flexibilidad para futuros desarrollos.
- La proposición de zonas residenciales para alumnos y profesores.
- Un sistema de tráfico marginal al campus que no divida las partes del conjunto urbano.
- La presencia de los auditorios como volúmenes adosados a los cuerpos de los edificios, enfatizando su carácter funcional y el uso de un tipo articulado de edificio (rigidez en su escenario) los cuales en estos casos especiales, ya predicen la actitud final de Villanueva para articular conjuntos de edificios.

En 1949, se establece un planteamiento basado en el principio de centros articuladores de volúmenes. Villanueva cierra el desarrollo de una primera etapa, con el complejo del Centro Directivo-Cultural (Rectorado-Aula Magna-Biblioteca Central), el cual sería el gran centro articulador del proyecto y a partir del cual se diseñó el nuevo esquema de la Ciudad Universitaria, utilizando zonificaciones determinadas por los usos que albergan los centros:

- Zona 1: Centro Directivo y Cultural.
- Zona 2: Medicina.
- Zona 3: Humanidades / Ciencias.
- Zona 4: Residencias.
- Zona 5: Botánica.
- Zona 6: Arquitectura.
- Zona 7: Deportes.
- Zona 8: Escuela Técnica Industrial.
- Zona 9: Servicios.

II.2.2. Criterios que Justifican la Declaratoria de la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial

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), el conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas quedó inscrito en el listado de Patrimonio Mundial de acuerdo a los siguientes criterios:

Criterio i: Representar una obra de arte del genio creador humano.

La Ciudad Universitaria de Caracas es una obra maestra de planeamiento moderno, arquitectura y arte, creada por el arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva y un grupo de distinguidos artistas vanguardistas.

Original en inglés: *The Ciudad Universitaria de Caracas is a masterpiece of modern city planning, architecture and art, created by the Venezuelan architect Carlos Raúl Villanueva and a group of distinguished avant-garde artists.*

Criterio iv: Ser 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.

Original en inglés: *The Ciudad Universitaria de Caracas is an outstanding example of the coherent realization of the urban, architectural, and artistic ideals of the early 20th century. It constitutes an ingenious interpretation of the concepts and spaces of colonial traditions and an example of an open and ventilated solution, appropriate for its tropical environment.*

La postulación de la Ciudad Universitaria de Caracas también cumplió con los criterios de autenticidad y de beneficio de protección jurídica nacional que aseguran su conservación; este último dado por la declaratoria y la Ley Nacional que ampara la Conservación y Preservación del Patrimonio Cultural.

El 30 de noviembre de 2000 en la ciudad de Cairns, Australia, concluye el proceso de evaluación del Comité de Patrimonio Mundial, en su XXIV edición, inscribiendo a la Ciudad Universitaria de Caracas 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. El 2 de diciembre del mismo año, es la fecha oficial de la inscripción de la Ciudad Universitaria de Caracas en la lista del Patrimonio

Mundial, confirmando su valor excepcional y universal como sitio cultural que debe ser protegido para beneficio de la Humanidad.

II.2.3. Evaluación y Recomendación del Instituto Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)

El Instituto Internacional de Monumentos y Sitios es una organización no gubernamental fundada en el año 1965 con el objetivo de promover las técnicas de la conservación. Además, ICOMOS se encarga de proveer al Comité del Patrimonio Cultural de evaluaciones de las propiedades con valores culturales propuestos para la inscripción en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, así como estudios comparativos, asistencia técnica e informes sobre el estado de la conservación de los bienes inscritos.

ICOMOS revisó el expediente de postulación de la Ciudad Universitaria de Caracas, tanto en numerosas sesiones de análisis del documento, como a través de varias reuniones con el equipo que lo elaboró; haciendo sugerencias para la versión final del informe escrito. Durante la evaluación del sitio realizada por Louise Noelle Gras por el Centro del Patrimonio Mundial, participó en visitas conjuntas al sitio propuesto, reuniones interinstitucionales de trabajo y una reunión privada durante el año 2000.

Luego de realizar la evaluación completa, se consideraron como criterios básicos para la inclusión de la Ciudad Universitaria de Caracas en la Lista del Patrimonio Mundial, los criterios numerados como “i” y “iv” antes descritos, de los cuatro criterios propuestos dentro del proyecto original de la Ciudad Universitaria de Caracas. Dicha declaración se encuentra en el documento 24ª Sesión del Comité del Patrimonio Cultural realizada en Australia en el año 2000 presentada a continuación:

UNITED NATIONS EDUCATIONAL,
SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION

CONVENTION CONCERNING THE PROTECTION OF THE
WORLD CULTURAL AND NATURAL HERITAGE

WORLD HERITAGE COMMITTEE

Twenty-fourth session

Cairns, Australia

27 November - 2 December 2000

REPORT

Property

Ciudad Universitaria de Caracas

Id. N°

986

State Party

Venezuela

Criteria

C (i) (iv)

The Committee decided to inscribe the site on the World Heritage List on the basis of *criteria (i) and (iv)*:

Criterion i :The Ciudad Universitaria de Caracas is a masterpiece of modern city planning, architecture and art, created by the Venezuelan architect Carlos Raúl Villanueva and a group of distinguished avant-garde artists.

Criterion iv : The Ciudad Universitaria de Caracas is an outstanding example of the coherent realization of the urban, architectural, and artistic ideals of the early 20th century. It constitutes an ingenious interpretation of the concepts and spaces of colonial traditions and an example of an open and ventilated solution, appropriate for its tropical environment.

II.2.4. Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED)

A partir de esta declaración, el Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED) dependencia central, tiene como misión preservar y desarrollar el patrimonio edificado, artístico y natural de la Universidad Central de Venezuela, así como difundir sus valores culturales en concordancia con su propia dinámica.

II.2.4.1. Objetivo Fundamental

Garantizar a las generaciones presentes y futuras el aprovechamiento y disfrute del patrimonio edificado de la UCV así como la transmisión y conservación de los valores tangibles e intangibles en él representados, mediante una gestión institucional orientada al largo plazo y vinculada a criterios de sostenibilidad; otorgando atención especial a la Ciudad Universitaria de Caracas, por su carácter de Patrimonio Mundial.

II.2.4.2. Objetivos Específicos

1. Velar por la preservación integral de la Ciudad Universitaria de Caracas como patrimonio de excepcional valor cultural y ambiental, inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO.
2. Diseñar políticas, lineamientos, estrategias, planes y programas, normas y procedimientos para la gestión de la preservación y desarrollo del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas y de las otras sedes.
3. Asesorar al Consejo Universitario en toda consideración en materia de preservación y desarrollo a ser discutida por el cuerpo, que afecte los valores patrimoniales de la Ciudad Universitaria de Caracas, así como del patrimonio edificado de otras sedes.

4. Actuar como órgano de consulta ante el Consejo Universitario en materia de valorización, preservación, apropiación social, difusión y desarrollo del patrimonio edificado de la Universidad Central de Venezuela.
5. Gestionar la ejecución del Plan de Manejo del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas, del Campus de Maracay y demás instalaciones de la UCV, así como su revisión y adecuación permanente, en coordinación con todas las dependencias universitarias.
6. Planificar, aprobar, autorizar, coordinar, supervisar y evaluar la ejecución de planes y proyectos de preservación, apropiación social, promoción y desarrollo del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas y de las otras sedes, atendiendo a la dinámica de la UCV y considerando los aspectos establecidos en los reglamentos vigentes.
7. Desarrollar planes de recuperación de los valores culturales y ambientales de la Ciudad Universitaria de Caracas y de las otras sedes, a los fines de mejorar las condiciones de preservación.
8. Desarrollar planes que viabilicen la culminación, recuperación y reposición de componentes edilicios y ambientales de los proyectos originales, siempre que cuenten con la documentación requerida internacionalmente para estos fines.
9. Propiciar y apoyar la preservación, puesta en valor, apropiación social y elaboración del inventario de colecciones científicas, culturales y bienes muebles de la Ciudad Universitaria de Caracas y las otras sedes, atendiendo a su valor patrimonial cultural, en coordinación con las dependencias depositarias de los mismos, así como fomentar la actualización de su base de datos.
10. Planificar, coordinar y supervisar la ejecución de actividades de mantenimiento en la Ciudad Universitaria de Caracas y en las otras sedes.

11. Fomentar la creación y consolidación de laboratorios y dependencias técnicas especializadas en la investigación científica para el desarrollo de actividades relacionadas con la preservación del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas y de los otros bienes, así como la cooperación interinstitucional con el COPRED.
12. Fomentar la creación y consolidación de programas académicos de pregrado y postgrado, conjuntamente con las instancias responsables, relacionados con la valoración, preservación y difusión del patrimonio edificado de la Universidad Central de Venezuela, así como la cooperación interinstitucional con el COPRED.
13. Prestar la asistencia técnica necesaria a todas las dependencias de la UCV y a organismos públicos y privados en materia de valorización, preservación, apropiación social, difusión y desarrollo del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas.
14. Establecer relaciones interinstitucionales, de cooperación técnica, para la ejecución de convenios y acuerdos nacionales e internacionales tendientes a la consecución de recursos financieros, técnicos y materiales para el desarrollo de programas y proyectos destinados a la preservación y desarrollo del patrimonio edificado.
15. Desarrollar, conjuntamente con las dependencias universitarias, instituciones culturales, medios de comunicación social y demás organismos públicos y privados, programas de información y difusión para la valorización, preservación, apropiación social, promoción y desarrollo del patrimonio edificado de la Ciudad Universitaria de Caracas y de las otras sedes de la UCV.
16. Proponer al Consejo Universitario cambios en la estructura organizativa del COPRED para ajustarla a nuevas tendencias mundiales y a las necesidades y requerimientos de la UCV en la materia.

II.3. Datos de la Edificación

II.3.1. Reseña Histórica

Las Residencias Estudiantiles son proyectadas entre los años 1946 y 1949 siguiendo los lineamientos del diseño de la CUC, el cual estaba basado en un esquema de zonificaciones enumeradas según los usos que necesitaban desarrollarse en la CUC, encontrándose que las actividades consideradas en un principio por Villanueva fueron:

Zona 1: Centro Directivo y Cultural (Plaza Cubierta-Aula Magna-Biblioteca).

Zona 2: Medicina.

Zona 3: Humanidades / Ciencias (Ingeniería, Economía, Humanidades y Ciencias).

Zona 4: Vivienda.

Estos edificios constituyen parte de un momento importante en el desarrollo y en los cambios progresivos que expresa el conjunto de la Ciudad Universitaria de Caracas. Corresponden así mismo a la etapa de transición entre las características académicas de los primeros proyectos y la plena modernidad de los siguientes.

Los edificios para las Residencias se refieren a la introducción de los modelos para vivienda desarrollados en Europa después de la I Guerra Mundial. Bloques horizontales, de pocos pisos, separados entre sí, con jardines y espacios abiertos alrededor, cuyos balcones abiertos dan vista hacia el exterior y que en este caso sirven también como protectores solares. Dichas Residencias se encuentran ubicadas en el sector Norte de la Ciudad Universitaria de Caracas, tal como se muestra en el siguiente plano:

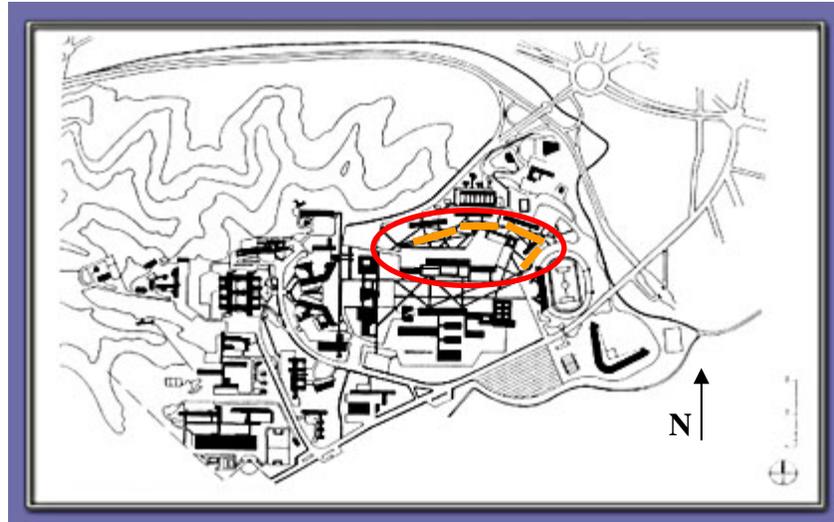


Figura II.3.1 - Plano de Ubicación de las Residencias Estudiantiles

El proyecto de estas edificaciones fue llevado a cabo bajo el diseño del Arquitecto Carlos Raúl Villanueva. , los planos fueron realizados por los dibujantes F. Barrios, G. Savino, V. Blanchet y F.A. Ramírez.

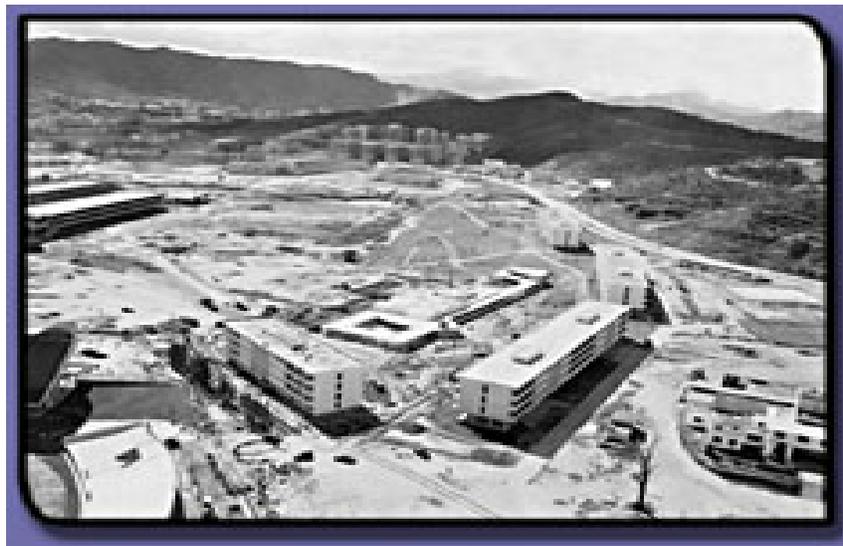


Figura II.3.2 - Foto Antigua Residencias Estudiantiles

Construidas en un período que abarcó de 1948 a 1951, las residencias fueron divididas para profesores y para estudiantes. El 25 de noviembre de 1951 son inauguradas de junto con el Pabellón de Cafetería y la Tienda Universitaria, con motivo a los III Juegos Deportivos Bolivarianos, las cuales fueron villa sede de los deportistas masculinos.

Desde el año 1953 al 1959 se construyeron las caminerías entre las cuatro residencias y el cafetín. En el año 1955 la Facultad de Economía ocupa el edificio Residencias Estudiantiles III y en octubre del próximo año fue desocupado, trayendo como consecuencia que la Dirección de Bienestar Estudiantil quedara sin saber que fin le iban a dar a la edificación.

En 1960 se ocupa nuevamente el edificio, pero esta vez por residentes masculinos y fueron reorganizadas junto con las Residencias I gracias a un estudio social donde se daban preferencia de alojamiento a los estudiantes que vivieran fuera e Caracas.

Para 1966 se desocupan nuevamente como consecuencia del allanamiento a la CUC donde se reportaron algunos daños a los mobiliarios.

A finales de 1967 se inició el proyecto de remodelación para la adecuación a uso educativo, donde la propuesta estuvo a cargo de la Dirección de Planeamiento y el proyecto estuvo dirigido por el MOP.

Luego, en 1968 las Residencias Estudiantiles III fueron ocupadas por diversas escuelas entre la cuales se pueden mencionar: Administración, Sociología, Periodismo y Trabajo Social entre otras. Sin embargo, se presentaron numerosas quejas por parte de los estudiantes de la mala acústica y de la incomodidad de recibir clases.

En la actualidad el edificio tiene un uso educacional sirviendo de sede a las escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales.

II.3.2. Descripción General de la Edificación

Las residencias estudiantiles están conformadas por un conjunto de cuatro (4) edificios, los cuales actualmente son sede de las siguientes escuelas:

- Residencias Estudiantiles I: Trabajo Social.
- Residencias Estudiantiles II: Comunicación Social, Nutrición y Dietética y Antropología
- Residencias Estudiantiles III: Estadística, Artes y Ciencias Actuariales.
- Residencias Estudiantiles IV: Bioanálisis.

La edificación en estudio corresponde a la Residencia Estudiantil III la cual se encuentra ubicada en el sector H de la CUC, colindando en el norte con el Complejo de la Piscina y la Dirección de Deportes, en el oeste con las Residencias Estudiantiles II y la Biblioteca Gustavo Leal (antigua Tienda Universitaria), en el este la Av. Carlos Raúl Villanueva y en el sur con las zonas verdes y el Comedor Universitario.

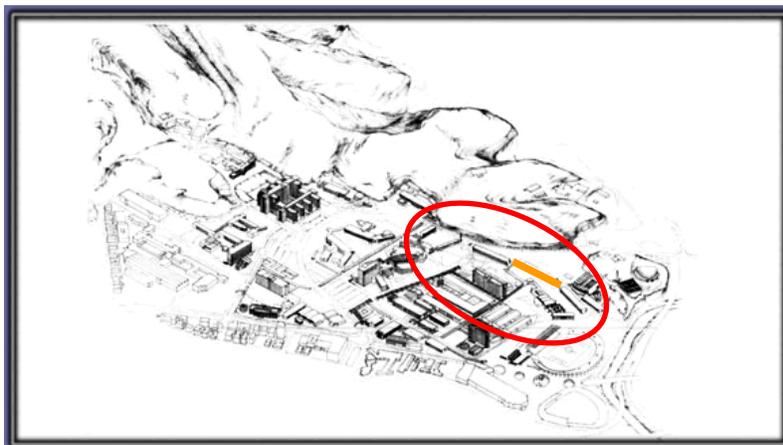


Figura II.3.3 - Ubicación de la Residencia Estudiantil III

En el edificio se pueden encontrar cuatro tipos de acabados principales: las vigas, columnas, muro-baranda y los bloques calados de las plantas superiores. Las paredes pueden encontrarse frisadas, con acabado de pintura de caucho o aceite y el piso generalmente de cerámica, vinil o granito. Actualmente también se puede observar en oficinas y salones distintas clases de tabiquería liviana, no incluida en el diseño original. Además, la edificación cuenta con distintos ambientes tales como aulas, oficinas, sanitarios, hall, salas de computación, un auditorio y una biblioteca, lo que no estaba contemplado originalmente en el proyecto.

Las plantas son de tipo rectangulares dando como resultado un volumen prismático. Tiene un área de ubicación de 1.766 m^2 y un área de construcción de 7.122 m^2 diseñado para poder alojar hasta 360 personas. La estructura es de concreto armado, cuenta con cuatro (4) niveles más el techo cuyas plantas se encuentran formadas por losas macizas armadas en una dirección. Está organizada en seis (6) módulos aporticados en dos direcciones, con vanos de luces semejantes separados entre sí por juntas de dilatación.

A continuación se presenta una descripción detallada de los módulos cuya distribución se puede apreciar en la siguiente figura:

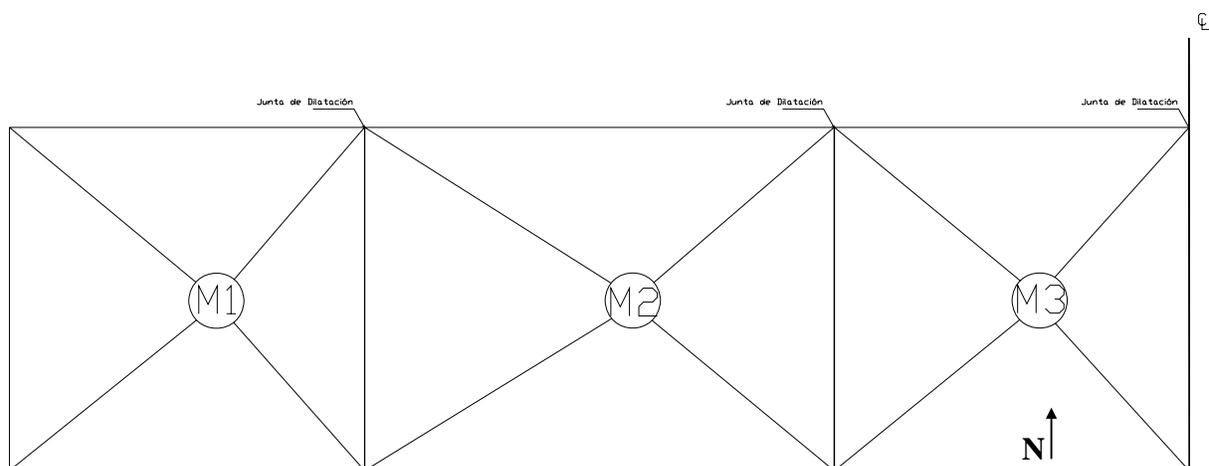


Figura II.3.4 - Distribución de Módulos 1, 2 y 3

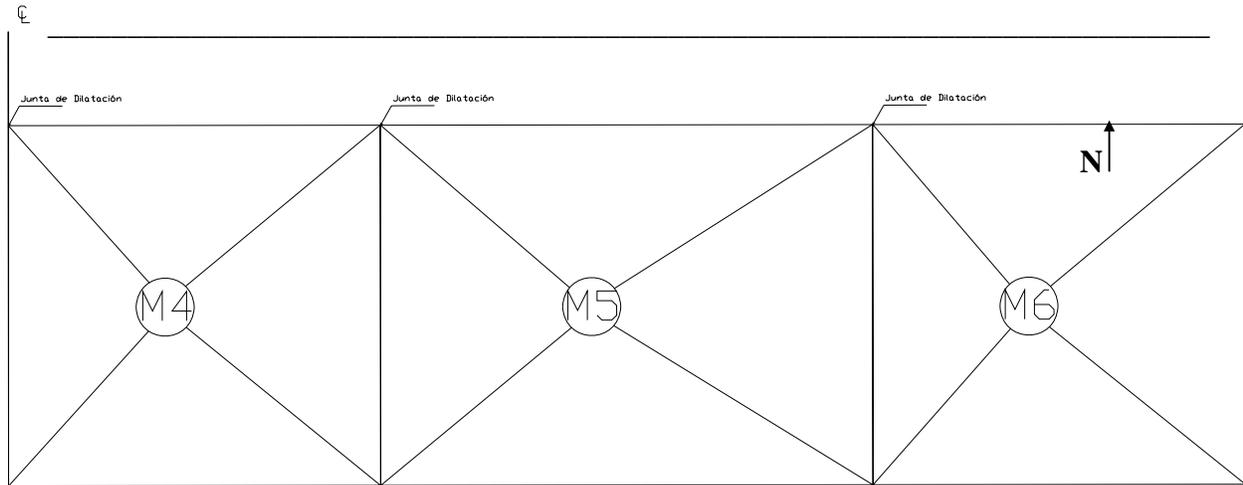


Figura II.3.5 - Distribución de Módulos 4, 5 y 6

II.3.2.1. Módulo I: La planta baja de este módulo sirve de sede a los salones de uso estudiantil de la escuela de Artes. En el primer piso se encuentran los baños, oficinas y un Centro de Computación Académico. En los otros dos (2) pisos superiores se ubican las aulas y oficinas pertenecientes al Programa Integrado de Postgrado Estadística APGEA. En la fachada norte existen antepechos de concreto y en su fachada sur se tienen balcones abiertos con antepechos enrejados y parasoles metálicos.

II.3.2.2. Módulo II: El segundo módulo posee acceso directo en la fachada norte por planta baja y la circulación vertical se lleva a cabo por dos (2) escaleras de concreto armado las cuales no permiten el acceso al primer piso. Este módulo representa lo que es el núcleo de circulación y servicio. La planta baja de dicho módulo sirve de sede a la escuela de Artes, en ella se encuentran parte de las oficinas y salones de dicha escuela. En los niveles superiores existen salones de uso estudiantil de las Escuelas de Estadística y Ciencias Actuariales, junto con las oficinas de profesores. Hay presencia de bloques calados en su fachada norte y balcones abiertos con antepechos enrejados y parasoles metálicos en la fachada sur.

II.3.2.3. Módulo III: La mitad de la planta baja de este módulo se encuentra compartida por las oficinas de Control de Estudios antes mencionadas y la oficina de Dirección de la Escuela de Artes, las cuales no presentan libre acceso entre ellas. En los pisos superiores se encuentran salones de uso estudiantil, baños y oficinas de profesores ubicadas únicamente en el tercer piso. Ambas fachadas, norte y sur presentan la misma tipología de balcones abiertos contiguos.

II.3.2.4. Módulo IV: En la planta baja de este módulo se encuentran ubicadas las oficinas de Control de Estudios de la Facultad de FACES. En los pisos superiores se encuentran los salones de uso estudiantil, baños y diversas oficinas de Organización de Bienestar Estudiantil (OBE). En el segundo piso se presenta sobre la junta contigua con el módulo IV, una pared que cierra el acceso hacia dicho módulo. De igual forma, a lo largo de la fachada norte y sur de su estructura, se encuentran una serie de balcones abiertos con los mismos elementos del Módulo III anteriormente descrito.

II.3.2.5. Módulo V: La mayoría de las columnas en planta baja son de forma circular mientras que en el resto de los niveles son totalmente rectangulares. Posee parte de una sala de lectura en planta baja, el resto del espacio esta conformado por algunas oficinas y salones educacionales. Al igual que el Módulo II, este módulo representa parte del núcleo de circulación y servicio, por la presencia de dos (2) escaleras de concreto armado. Dicho módulo presenta una similitud, tanto en su estructura como en la arquitectura de las fachadas, con respecto al Módulo II anteriormente descrito.

II.3.2.6. Módulo VI: En un principio el proyecto de las Residencias Estudiantiles III contemplaba para este módulo una planta baja libre sin paredes, pero debido a las quejas hechas por los estudiantes en el

momento del cambio de uso, se procedió a colocar tabiquería alrededor de toda su planta inferior. Hoy en día es fácil distinguir las paredes anexadas gracias a que fueron pintadas de color gris oscuro. Dicho cambio se aprecia fácilmente en las siguientes figuras:



Figura II.3.6 - Foto Antigua Fachada Norte Residencia Estudiantil III



Figura II.3.7 - Foto Actual Fachada Sur Residencia Estudiantil III

Las columnas en planta baja son de forma circular mientras que en el resto de los niveles son rectangulares. Posee una biblioteca en su planta baja, una sala de computación en el primer nivel y un auditorio en el segundo. El resto del espacio está conformado por algunas oficinas y

salones educacionales. Este módulo no tiene acceso directo en planta baja. La distribución geométrica de los elementos estructurales y sus fachadas presentan las mismas características del Módulo I.

A nivel general, el edificio posee dos (2) ejes de circulación y servicio distribuidos de forma simétrica con plantas tipo en los pisos 1, 2, 3 y techo de todos los módulos.

Por otra parte, uno de los planos originales aparecen los cálculos de dos (2) tanques de agua colocados en el nivel Techo de la edificación. Según la Figura II.3.2 dichos tanques de agua sí fueron construidos. Sin embargo, en la actualidad se pudo verificar a simple vista desde otra edificación, que estos tanques no se encuentran presentes, por lo que fueron excluidos de la evaluación estructural.

II.3.3. Datos Geológicos – Geotécnicos

La Ciudad Universitaria de Caracas se encuentra ubicada al norte de Venezuela, específicamente en la Zona Centro Sur del Valle de la Ciudad de Caracas a unos cientos metros del Cordón Montañoso Sur, comprendida entre la intersección de dos ríos: El Valle (al Sur) y El Güaire (al Norte). El terreno ocupa una superficie de 2.2025.300 m², lo que equivale a 202,53 hectáreas, de las cuales se encuentran construidas 164 hectáreas (1.640.000 m²).

En el año 2005, se llevo a cabo un Trabajo Especial de Grado, el cual tiene por título: *“Estudio Geológico – Geotécnico Y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CuC)”*, cuyo objetivo fundamental fue el de realizar una evaluación geológica y geotécnica del terreno de la CUC, a

partir de recopilación de información antigua y moderna sobre ensayos de suelos efectuados para la construcción de la misma.

El análisis de las propiedades geotécnicas de los sedimentos presentes en la CUC se ejecutó a partir de los estudios realizados durante la construcción de la misma, recopilados principalmente de los archivos encontrados en la Casona Ibarra, ubicada dentro del recinto universitario, de lo que se obtuvo resultado que los suelos de la CUC están constituidos predominantemente de material denso-duro y rígido, caracterizado por arcillas de baja plasticidad arenosas S(CL) y arenas con alto contenido de finos de baja plasticidad (SM-SC); el cual se estima como un subsuelo de predominio cohesivo. La distribución de la mineralogía está caracterizada principalmente por un predominio de esquisto calcáreo-cuarzoso-micáceo.

La respuesta dinámica del perfil del suelo y su forma espectral se clasificó según la Tabla de Forma Espectral y Factor de Corrección de la Norma Venezolana de Edificaciones Sismorresistentes, 2001 (COVENIN 1753-2001).

Tabla II.3.1 - Forma Espectral y Factor de Corrección ϕ .

Material	Vsp (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤ 50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤ 15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígidos	-	H ₁	S2^(c)	0.65	S2	0.70

- (a) Si $A_0 \leq 0.15$, úsese S4
- (b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_{sp} < 170$ m/s) debe ser mayor que $0.1H$
- (c) Si $H_1 \geq 0.25 H$ y $A_0 \leq 0.20$ úsese S3

Tomada de "Norma Venezolana de Edificaciones Sismorresistentes", 2001

Según los datos obtenidos a partir de la comparación de la tabla anterior con los datos proporcionados de los estudios de velocidades, se tiene que las formas espectrales que imperan en la zona se clasifican en dos (2) una forma espectral S1 con coeficiente de corrección de aceleración horizontal 1 m/s^2 a las profundidades de < 15 m; y S2 con coeficientes de corrección de aceleración horizontal $0,90$ y $0,95 \text{ m/s}^2$ a las profundidades de $15 - 50$ m y ≤ 50 ; considerando un manto de meteorización de 10 m y la ubicación de la CUC en una zona sísmica de 5 , según la Norma anteriormente mencionada.

Tabla II.3.2 - Forma Espectral y Coeficiente de Aceleración Horizontal Imperantes en la CUC.

Material	Forma Espectral	ϕ	H (m)
Suelo duro o denso	S1	1	<15
Suelo duro o denso	S2	0,9	15-50
Suelo firme/medio	S2	0,95	>50

Para poder determinar el tipo de forma espectral correspondiente al edificio en estudio, es necesario saber la profundidad a la que se encuentra la roca. Para ello, se utilizó un plano isópaco de roca, el cual fue realizado en el mismo Trabajo Especial de Grado mencionado anteriormente. En este mapa se muestra la profundidad a la que se encuentra la roca, según la información contenida en las planillas de perforación de la base de datos.

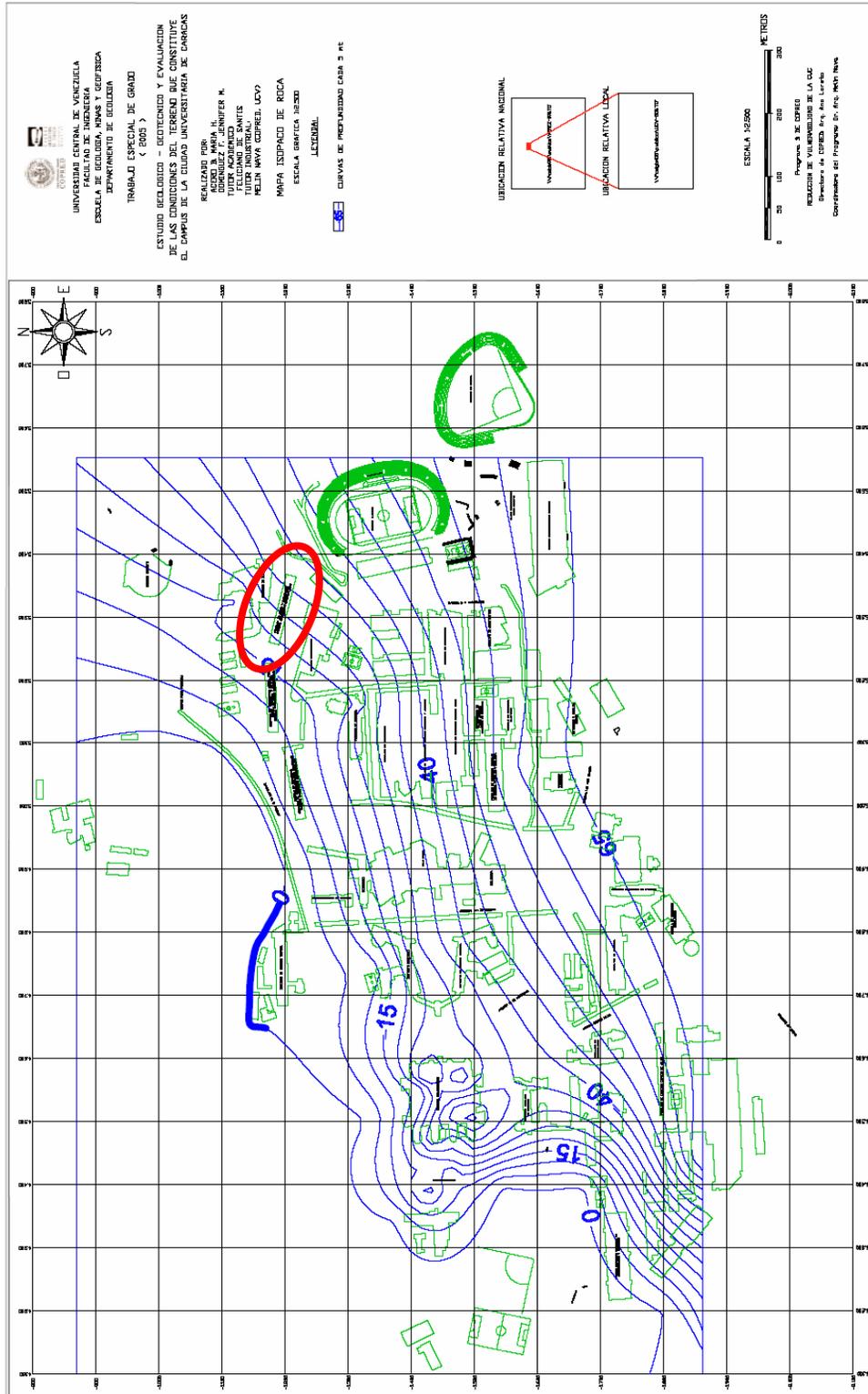


Figura II.3.8 - Mapa Isópaco de la CUC. Ubicación Residencia Estudiantil III.

Tomado de “Estudio Geológico – Geotécnico Y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CuC)”, 2005.

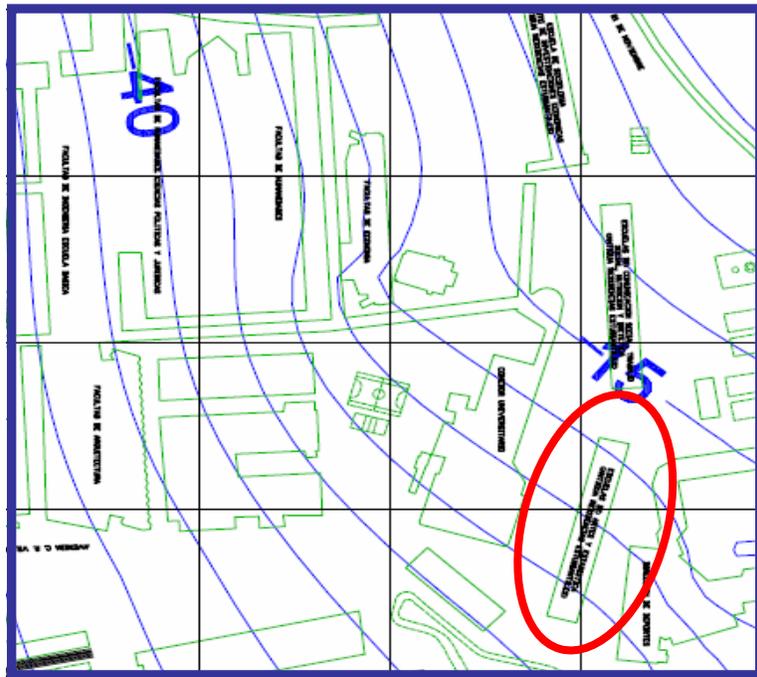


Figura II.3.9 - Mapa Isópaco de la Residencia Estudiantil III.

Tomado de "Estudio Geológico – Geotécnico Y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CuC)", 2005.

Del mapa, se puede observar que la profundidad de la roca en las Residencias Estudiantiles III es variable, de magnitudes que van desde 17 m hasta un valor máximo de 33 m. Con base a este rango de valores y a la *Tabla II.3.1*, se determina que la Forma Espectral correspondiente a la zona del edificio en estudio es del tipo S2.

II.4. Normativa

Se presumió que para el año de la construcción de la edificación la norma utilizada fue la “*Norma para el Cálculo de Edificios 1947*”; sin embargo, no se encontró ninguna información en los planos que verifique dicha suposición.

Para el estudio y recálculo del edificio sede de las escuelas de Arte, Estadística y Ciencias Actuariales de la CUC, se utilizarán las normas vigentes referentes a estructuras de concreto armado, mencionadas a continuación:

- COVENIN 1753-1987. “*Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño*”
- Norma Americana ACI-99.(*Norma utilizada por el programa SAP2000®*).
- COVENIN 2002-1988. “*Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*”.
- COVENIN 1756-2001. “*Edificaciones Sismorresistentes*”.

CAPÍTULO 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 - Recopilación de Información Teórica y Planimétrica

- **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 las escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales.**

En esta tercera etapa se recaudó y organizó toda la información planimétrica y reseña histórica del edificio sede de las Escuelas de Arte, Estadística y Ciencias Actuariales de la CUC para el momento de su construcción, incluyendo fechas de proyecto y construcción, especialistas involucrados en el proyecto, reseña histórica y datos técnicos de interés. Esta información fue encontrada en la sede de la COPRED y la Biblioteca Central de la UCU, con la finalidad de poder comparar los cálculos para el momento de su construcción con los que se obtuvieron aplicando el protocolo de recálculo estructural actual.

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 50 años de construida, fue necesario realizar una inspección visual al edificio seleccionado, para poder señalar los cambios físicos y deterioros que ha sufrido su estructura producto del transcurso del tiempo. Para ello, se requirió visitar la edificación y describir su situación actual con respecto al aspecto de su topología y redistribución de sus áreas a través de planillas de registro diseñadas para este fin.

- **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. Con ello, se quiso poner en evidencia los datos faltantes en la información recopilada para poder remodelar la estructura del edificio y recalcularlo según su situación actual, con base a las Normas COVENIN 1753 y 1756 y la Norma ACI-99.

- **Obtención de información faltante en los planos mediante estudios en sitio.**

Durante esta etapa se realizaron diversos estudios en sitio, los cuales permitieron obtener información adicional a la recopilada y por ende, necesaria para la evaluación estructural del edificio como

la disposición del acero longitudinal y transversal de ciertos elementos estructurales y la estimación de la homogeneidad del concreto, mediante el uso de instrumentos de medición para ensayos no destructivos como el Ferrocán y el Pacómetro, y el Esclerómetro respectivamente.

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

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 y 1756. En esta etapa el computador jugó un papel primordial, ya que permitió modelar estructuras utilizando ciertos programas de cálculo estructurales tales como: SAP2000® y CBDS-WIN®. Todo esto con la finalidad de obtener resultados precisos y de forma rápida para poder realizar así un mejor análisis de la estructura.

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

En esta etapa se compararon los resultados obtenidos en el recálculo de la estructura con base a las normas actuales (COVENIN 1756, COVENIN 1753 y ACI-99 según el caso) con los valores obtenidos en las memorias de cálculo originales, basadas en las normas para el momento de la construcción de la estructura (Normas para Construcción de Edificios 1947). Entre otros aspectos importantes, se obtuvieron valores correspondientes a áreas de acero requeridas en elementos estructurales, desplazamientos

máximos y valores de parámetros correspondientes al análisis dinámico para cada uno de los modelos entre otros.

CAPÍTULO IV. INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA.**ESTADO ACTUAL DE LA EDIFICACIÓN**

Se recopilaron 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 de las vigas, dimensiones de las columnas y detallado de la escalera entre otros.

Para revisar todos estos datos 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; presentando de 1 a 3cm para vigas (Ver *Tabla IV.1.3* y *Tabla IV.1.4*) y hasta 5cm de más para columnas (Ver *Tabla IV.1.5* hasta *Tabla IV.1.10*) por posibles variaciones de espesor de recubrimiento. Dichas dimensiones y características presentadas en los planos son copiadas a continuación:

IV.1. Características de los Elementos Estructurales**IV.1.1. Losas:**

Las losas ocupan por completo el nivel de cada módulo. Existen dos (2) tipos, ambas macizas armadas en una sola dirección con el mismo espesor de diez (10) cm, pero con distribución y cantidad de acero diferente. Las losas del *Tipo 1* se encuentran en la *Planta Techo* o *Azotea* y las losas *Tipo 2* se encuentran en los *Entrepisos*.

Para entender esto se puede observar el detallado y la distribución de las losas en las siguientes figuras:

Seccion de la Losa -L1-

Esc 1:10

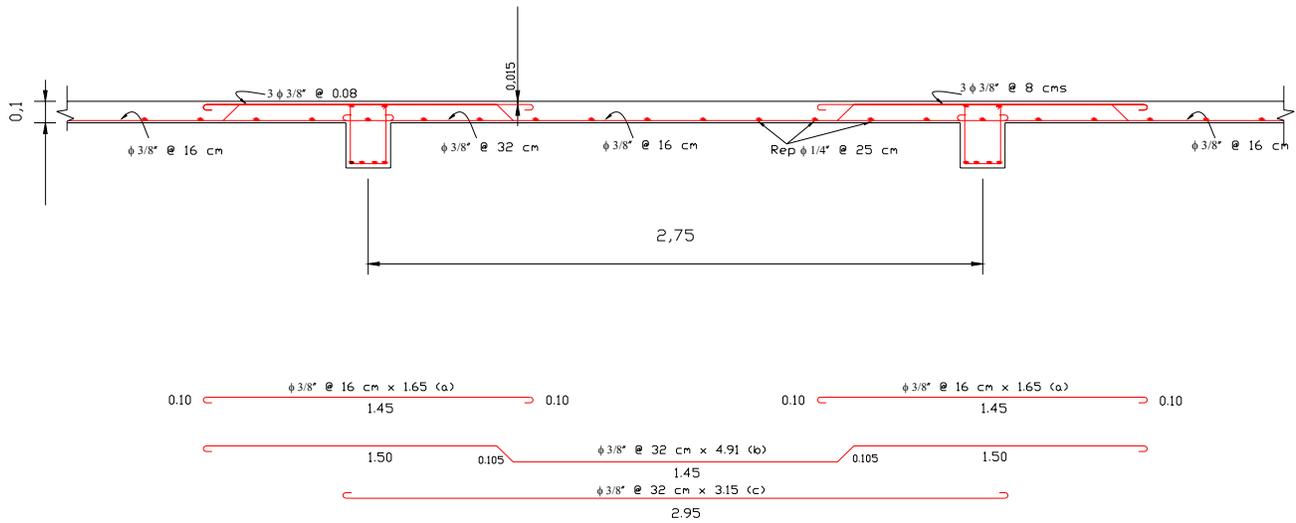


Figura IV.1.10 - Detallado de Acero. Losas Tipo 1.

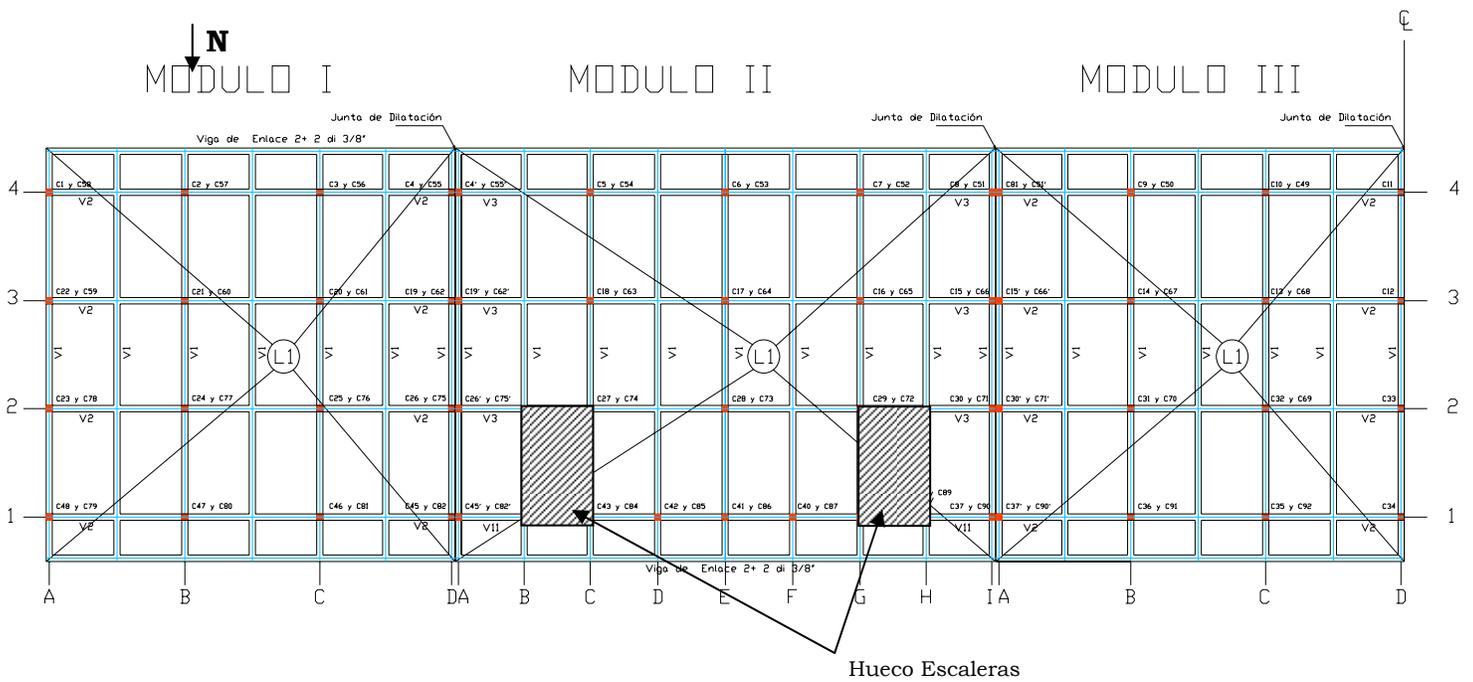


Figura IV.1.11 - Envigado de Azotea. Losas Tipo 1.

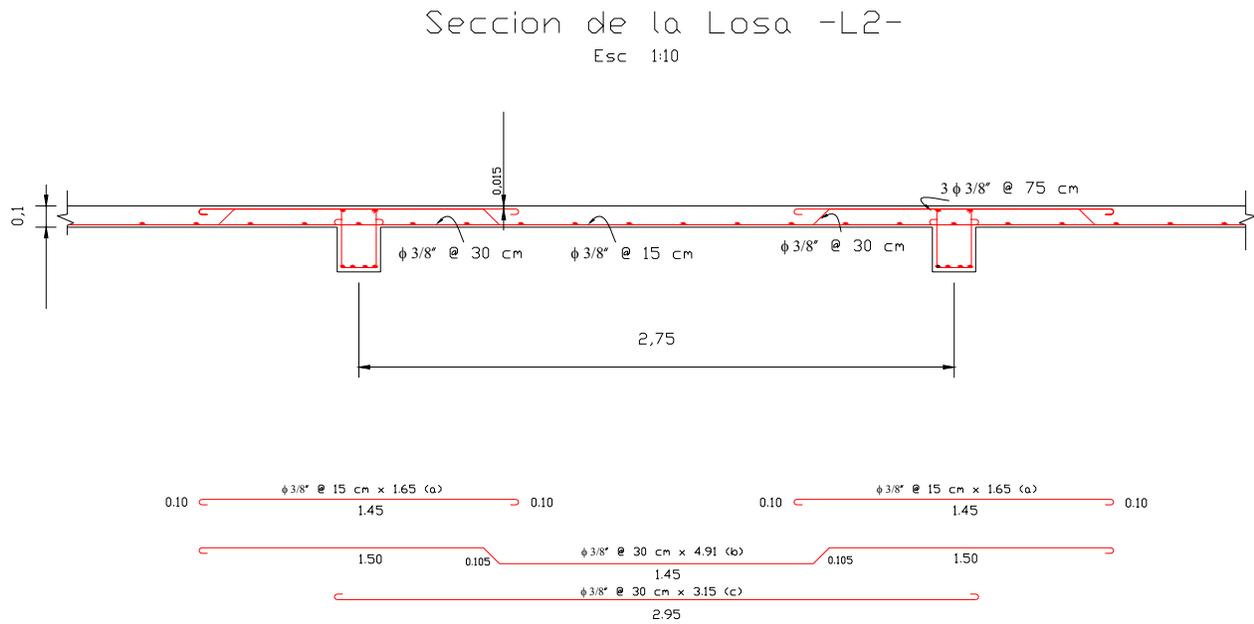


Figura IV.1.12 - Detallado de Acero. Losas Tipo 2.

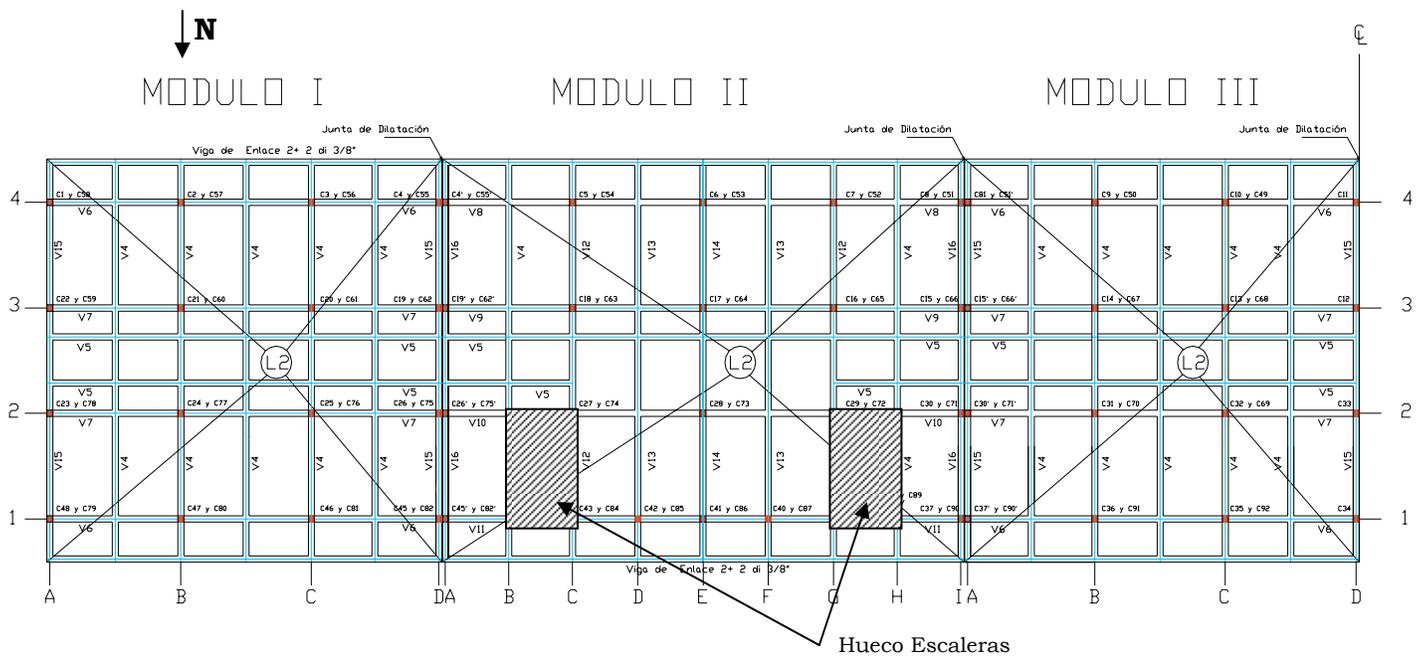


Figura IV.1.13 - Envigado de Entrepiso. Losas Tipo 2.

IV.1.2. Vigas

En los tres (3) módulos tipo que conforman la edificación se presentan diversas vigas de sección rectangular, mientras que las que se encuentran en dirección norte sur o paralelas al eje “y” tienen la presencia de cartelas (Ver Figura IV.1.14). Las dimensiones de los planos fueron comparadas con las mediciones tomadas para cada tipo de viga, indicando a través de una escala de colores si dichas mediciones presentan diferencias o no con las dimensiones existentes en la estructura. Dicha escala de colores y la comparación de medidas son presentadas a continuación:

IV.1.2.1. Vigas rectangulares**Tabla IV.1.3** - Dimensiones Vigas Rectangulares.

Vigas Rectangulares	Dimensiones Originales (m)		Dimensiones Existentes (m)	
	b	h	b	h
V2	0,25	0,57	0,28	0,58
V3	0,25	0,57	0,28	0,58
V5	0,15	0,25	0,18	0,28
V6	0,30	0,72	0,33	0,72
V7	0,30	0,72	0,32	0,72
V8	0,34	0,72	0,36	0,72
V9	0,34	0,72	0,36	0,72
V10	0,34	0,72	0,37	0,73
V11	0,34	0,72	0,37	0,72

IV.1.2.2. Vigas acarteladas**Tabla IV.1.4** - Dimensiones Vigas Acarteladas.

Vigas Acarteladas	Dimensiones Originales (m)				Dimensiones Existentes (m)			
	b	h ₁	h ₂	d	b	h ₁	h ₂	d
V1	0,25	0,47	0,32	0,45	0,28	0,48	0,32	0,45
V4	0,30	0,47	0,32	0,45	0,31	0,47	0,32	0,45

V12	0,34	0,47	0,32	0,45	0,35	0,47	0,32	0,45
V13	0,34	0,47	0,32	0,45	0,37	0,50	0,35	0,45
V14	0,34	0,47	0,32	0,45	0,35	0,47	0,33	0,45
V15	0,25	0,47	0,32	0,45	0,28	0,47	0,33	0,45
V16	0,25	0,47	0,32	0,45	0,28	0,47	0,32	0,45

b = Ancho de la Viga.

h₁ = Altura Mayor de la Viga.

h₂ = Altura Menor de la Viga.

d = Distancia horizontal entre h₁ y h₂.

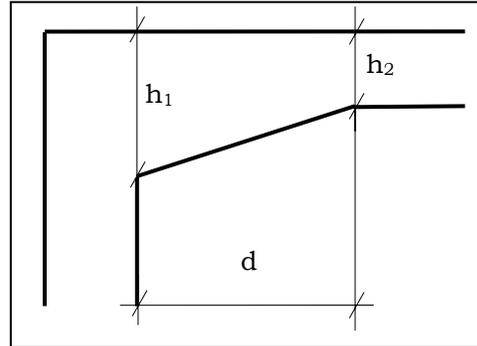


Figura IV.1.14 – Viga Acartelada Tipo.

Donde:

	No presenta diferencia con las dimensiones originales.
	1cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.
	2cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.
	3cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.

IV.1.3. Columnas

En la edificación se encuentran columnas de secciones cuadradas y circulares distribuidas en cada uno de los seis (6) módulos anteriormente descritos. Dichas columnas fueron renombradas según nuevos ejes longitudinales y transversales colocados por cada módulo, para facilitar la ubicación de las mismas al momento de llevar a cabo el recálculo estructural (Ver Figuras IV.1.11 y IV.1.13). Las dimensiones originales obtenidas de los planos son mostradas a continuación; resaltando en negrilla aquellas que fueron medidas en sitio escogidas al azar, señalando de igual forma, por una escala de colores, aquellas que presenten diferencias con respecto a las medidas originales:

Tabla IV.1.5 - Dimensiones Originales Columnas. Módulo I.

		Nomenclatura Columna		Altura Entrepiso (m)	PB	Piso 1	Piso 2	Piso 3
					3,40	3,20	3,20	3,20
Módulo	Original	Nueva	Tipo	Dimensiones (cm)				
Módulo I	C48	A1	Cuadrada	40x40	30x30	25x25	25x25	
	C23	A2		40x40	35x35	25x25	25x25	
	C22	A3		40x40	35x35	25x25	25x25	
	C1	A4		40x40	30x30	25x25	25x25	
	C47	B1	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25	
	C24	B2		60x60	50x50	40x40	25x25	
	C21	B3		60x60	50x50	40x40	25x25	
	C2	B4	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25	
	C46	C1		55x55	45x45	30x30	25x25	
	C25	C2		60x60	50x50	40x40	25x25	
	C20	C3		60x60	50x50	40x40	25x25	
	C3	C4	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25	
	C45	D1		40x40	30x30	25x25	25x25	
	C26	D2		40x40	35x35	25x25	25x25	
	C19	D3		40x40	35x35	25x25	25x25	
	C4	D4		40x40	30x30	25x25	25x25	

Tabla IV.1.6- Dimensiones Originales Columnas. Módulo II.

		Nomenclatura Columna		Altura Entrepiso (m)	PB	Piso 1	Piso 2	Piso 3
					3,40	3,20	3,20	3,20
Módulo	Original	Nueva	Tipo	Dimensiones (cm)				
Módulo II	C45`	A1	Cuadrada	35x35	25x25	25x25	25x25	
	C26`	A2		35x35	30x30	25x25	25x25	
	C19`	A3		35x35	30x30	25x25	25x25	
	C4`	A4		35x35	30x30	25x25	25x25	
	C44	B1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25	
	C43	C1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25	
	C27	C2	Circular	ø63	ø50	ø40	ø30	
	C18	C3	Circular/Cuadrada	ø63	55x55	45x45	25x25	
	C5	C4		ø63	50x50	35x35	25x25	
	C42	D1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25	
	C41	E1	Circular	ø40	ø35	ø30	ø30	
	C28	E2		ø63	ø50	ø40	ø30	
	C17	E3	Circular/Cuadrada	ø63	55x55	45x45	35x35	

C6	E4		ø63	45x45	35x35	25x25
C40	F1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
C39	G1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
C29	G2	Circular	ø63	ø50	ø40	ø30
C16	G3	Circular/Cuadrada	ø63	55x55	45x45	25x25
C7	G4		ø63	50x50	35x35	25x25
C38	H1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
C37	I1	Cuadrada	35x35	25x25	25x25	25x25
C30	I2		35x35	30x30	25x25	25x25
C15	I3		35x35	30x30	25x25	25x25
C8	I4		35x35	30x30	25x25	25x25

Tabla IV.1.7 - Dimensiones Originales Columnas. Módulo III.

			PB	Piso 1	Piso 2	Piso 3	
			3,40	3,20	3,20	3,20	
Nomenclatura Columna		Altura Entrepiso (m)					
Módulo	Original	Nueva	Tipo	Dimensiones (cm)			
Módulo III	C37`	A1	Cuadrada	40x40	30x30	25x25	25x25
	C30`	A2		40x40	35x35	25x25	25x25
	C15`	A3		40x40	35x35	25x25	25x25
	C8`	A4		40x40	30x30	25x25	25x25
	C36	B1	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25
	C31	B2		60x60	50x50	40x40	25x25
	C14	B3		60x60	50x50	40x40	25x25
	C9	B4		55x55	45x45	30x30	25x25
	C35	C1	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25
	C32	C2		60x60	50x50	40x40	25x25
	C13	C3		60x60	50x50	40x40	25x25
	C10	C4		55x55	45x45	30x30	25x25
	C34	D1	Cuadrada	40x40	30x30	25x25	25x25
	C33	D2		40x40	35x35	25x25	25x25
	C12	D3		40x40	35x35	25x25	25x25
	C11	D4		40x40	30x30	25x25	25x25

Tabla IV.1.8 - Dimensiones Originales Columnas. Módulo IV.

Módulo	Nomenclatura Columna		Altura Entrepiso (m)	PB	Piso 1	Piso 2	Piso 3
	Original	Nueva	Tipo	Dimensiones (cm)			
Módulo IV	C34	A1	Cuadrada	3,40	3,20	3,20	3,20
	C33	A2		40x40	30x30	25x25	25x25
	C12	A3		40x40	35x35	25x25	25x25
	C11	A4		40x40	30x30	25x25	25x25
	C35	B1	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25
	C32	B2		60x60	50x50	40x40	25x25
	C13	B3		60x60	50x50	40x40	25x25
	C10	B4	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25
	C36	C1		55x55	45x45	30x30	25x25
	C31	C2		60x60	50x50	40x40	25x25
	C14	C3		60x60	50x50	40x40	25x25
	C9	C4	Cuadrada	55x55	45x45	30x30	25x25
	C37	D1		40x40	30x30	25x25	25x25
	C30	D2		40x40	35x35	25x25	25x25
	C15	D3		40x40	35x35	25x25	25x25
	C8	D4		40x40	30x30	25x25	25x25

Tabla IV.1.9 - Dimensiones Originales Columnas. Módulo V

Módulo	Nomenclatura Columna		Altura Entrepiso (m)	PB	Piso 1	Piso 2	Piso 3
	Original	Nueva	Tipo	Dimensiones (cm)			
Módulo V	C37	A1	Cuadrada	3,40	3,20	3,20	3,20
	C30	A2		35x35	25x25	25x25	25x25
	C15	A3		35x35	30x30	25x25	25x25
	C8	A4		35x35	30x30	25x25	25x25
	C38	B1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
	C39	C1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
	C29	C2	Circular	ø63	ø50	ø40	ø30
	C16	C3	Circular/Cuadrada	ø63	55x55	45x45	25x25
	C7	C4		ø63	50x50	35x35	25x25
	C40	D1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
	C41	E1	Circular	ø40	ø35	ø30	ø30
	C28	E2		ø63	ø50	ø40	ø30
	C17	E3	Circular/Cuadrada	ø63	55x55	45x45	35x35
	C6	E4		ø63	45x45	35x35	25x25
	C42	F1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
	C43	G1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
	C27	G2	Circular	ø63	ø50	ø40	ø30

	C18	G3	Circular/Cuadrada	ø63	55x55	45x45	25x25
	C5	G4		ø63	50x50	35x35	25x25
	C44	H1	Cuadrada	35x35	30x30	25x25	25x25
	C45	I1	Cuadrada	35x35	25x25	25x25	25x25
	C26	I2		35x35	30x30	25x25	25x25
	C19	I3		35x35	30x30	25x25	25x25
	C4	I4		35x35	30x30	25x25	25x25

Tabla IV.1.10 - Dimensiones Originales Columnas. Módulo VI.

				PB	Piso 1	Piso 2	Piso 3
			Nomenclatura Columna	Altura Entrepiso (m)	3,40	3,20	3,20
Módulo	Original	Nueva	Tipo	Dimensiones (cm)			
Módulo VI	C45	A1	Cuadrada	40x40	30x30	25x25	25x25
	C26	A2		40x40	35x35	25x25	25x25
	C19	A3		40x40	35x35	25x25	25x25
	C4	A4		40x40	30x30	25x25	25x25
	C46	B1	Circular/Cuadrada	ø50	45x45	30x30	25x25
	C25	B2		ø50	50x50	40x40	25x25
	C20	B3		ø50	50x50	40x40	25x25
	C3	B4		ø50	45x45	30x30	25x25
	C47	C1	Circular/Cuadrada	ø50	45x45	30x30	25x25
	C24	C2		ø50	50X50	40X40	25X25
	C21	C3		ø50	50X50	40X40	25X25
	C2	C4		ø50	45x45	30x30	25x25
	C48	D1	Circular/Cuadrada	ø40	30x30	25x25	25x25
	C23	D2		ø40	35x35	25x25	25x25
	C22	D3		ø40	35x35	25x25	25x25
	C1	D4		ø40	30x30	25x25	25x25

Donde:

- No presenta diferencia con respecto a las dimensiones originales.
- 1 a 2 cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.
- 2 a 3 cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.
- 3 a 4 cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.
- 4 a 5 cm de diferencia con respecto a las dimensiones originales.

IV.2. Distribución de Acero Refuerzo

Para determinar la cantidad y distribución del acero de refuerzo se le realizó a una cantidad representativa de elementos estructurales, una exploración con el uso del sistema *Ferroskan FS10* para algunas vigas y columnas y del *Pacómetro* para la mayoría de los elementos. Estos ensayos se llevaron a cabo con la asistencia y colaboración del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV, quienes proporcionaron tanto el personal como los equipos necesarios para la investigación.

IV.2.1. Características del Equipo Ferroskan FS10

El equipo *Ferroskan FS10* 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 IV.2.15).



Figura IV.2.15 - Sistema de Ferroskan FS10.

El sistema FS10 puede trabajar en dos modalidades. Una modalidad se obtiene realizando una detección rápida (Quick Scan) y la otra explorando una imagen. El primer modo permite detectar la presencia de acero en la dirección perpendicular a la cual se realiza la exploración, dando como resultado la profundidad a la cual se encuentra el mismo.

La segunda modalidad que es la exploración de una imagen, permite realizar un estilo de “radiografía” en una zona de 600 x 600 mm, utilizando como guía para la colocación de la sonda (scanner RS10) un papel cuadriculado, el cual forma parte del equipo. Para poder obtener una imagen es necesario explorar la zona cuadriculada en 2 direcciones perpendiculares entre sí.

Al explorar una imagen, en el monitor se representa una cuadrícula similar al papel de referencia, de manera tal, que el sistema va indicando en la pantalla la posición inicial del scanner. Para obtener resultados con mayor precisión el eje del papel cuadriculado debe estar paralelo al refuerzo. Una vez realizada la exploración de toda el área, se refleja la imagen detectada en el monitor, donde se puede observar la disposición del refuerzo, tal y como se muestra en la siguiente figura:

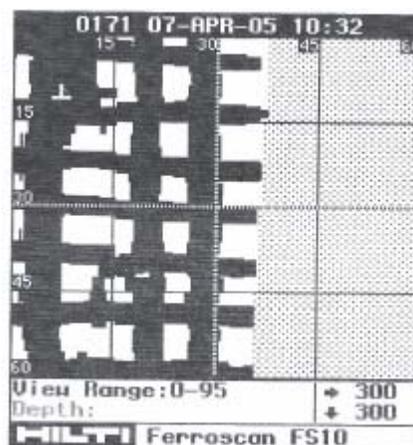


Figura IV.2.16 - Imagen Modelo en el Monitor del Ferroscon FS10.

Por medio de distintas funciones del equipo es posible determinar tanto el diámetro como la profundidad del acero. La unidad del diámetro de las barras va a depender de la calibración del equipo, y puede ser expresada según los números estándar de la Norma Americana ACI o en milímetros.

Pero para poder visualizar correctamente el diámetro se debe cumplir la condición de que la distancia entre las barras de refuerzo debe ser, como mínimo, el doble del recubrimiento, siendo esto posible hasta una cobertura máxima de 60 mm.

El margen de medición del equipo se puede observar en la siguiente tabla, obtenida de las especificaciones del equipo:

Tabla IV.2.11 - Margen de Medición.
Tomada de "Manual de Instrucciones Ferrosan FS10".

	Diámetros (pulgadas) según la Norma ACI 318-106									Precisión
	# 3	# 4	# 5	# 6	# 7	# 8	# 9	# 10	# 11	
	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	
Max. Prof para el proceso de la imagen (mm)	141	150	160	160	160	160	165	173	180	d/T >= 1
Max. Prof para la determinación de la cobertura (mm)	97	103	110	110	110	110	121	135	149	10%
Max. Prof para la determinación del diámetro (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	d/T >= 2

Donde:

d= Separación entre barras.

T= Cobertura o profundidad.

Para el estudio de algunos de los elementos estructurales, se trabajó con el primer modo del *Ferrosan*, detectando la presencia de acero longitudinal y transversal en la dirección perpendicular a la cual se realizó la exploración. Sin embargo, no fue posible determinar ni el diámetro ni la

profundidad del acero para cada medición realizada, debido a que esa opción del equipo no funcionaba correctamente. La segunda modalidad fue utilizada para obtener un estilo de “radiografía” a un sólo tipo de viga y a dos (2) tipos de columnas (Ver *Radiografías en Apéndices*).



Figura IV.2.17 – Foto Ubicación de Acero en Columna con el Ferroskan FS10.

IV.2.2. Características del Equipo Pacómetro

El pacómetro es un instrumento que sirve de localizador de armaduras de refuerzo y medidor de cobertura de las mismas, consta de unidades autónomas, livianas, económicas y fáciles de usar. Los medidores de cobertura pueden localizar precisamente las barras de refuerzo y otros objetos de metal férrico colocados debajo de hasta 100 mm (10 cm) de concreto, más no permite obtener el diámetro de las mismas. El localizador de armadura tiene una pantalla analógica fácil de leer y una batería de 9 Voltios que le otorga una buena autonomía.

Aunque el aparato es un poco obsoleto, es de considerar que su manipulación es muy sencilla, y que su disponibilidad era mucho mayor que la ofrecida para la utilización del Ferroskan FS10.

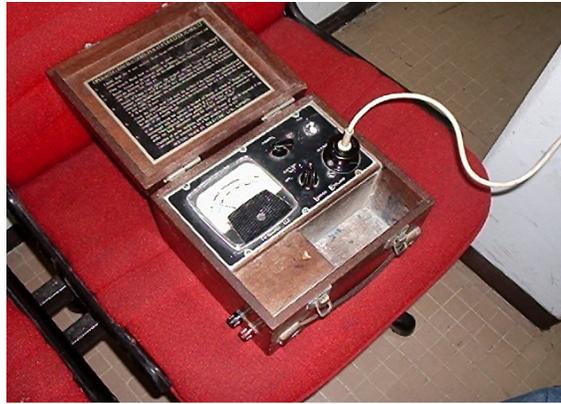


Figura IV.2.18 – Foto Equipo Pacómetro Facilitado.

IV.2.3. Detección de Acero en Vigas

Existen dieciséis (16) tipos de vigas en toda la edificación, las cuales varían en dimensiones y cantidad de acero. A una viga de cada tipo se le fue verificada su distribución de acero con ayuda del Pacómetro, obteniendo pequeñas diferencias en cuanto a la separación de estribos para algunos casos. A continuación se muestra una comparación entre la distribución original y la existente en la estructura, asumiendo que el diámetro de las cabillas coincide con los especificados en los planos:

Tabla IV.2.12 – Distribución de Acero en Vigas Rectangulares.

Vigas Rectangulares	Distribución Original			Distribución Existente		
	Acero Longitudinal		Estribos (cm)	Acero Longitudinal (#Barras)		Separación Estribos (cm)
	Superior	Inferior		Superior	Inferior	
V2	2 ϕ 3/8"	4 ϕ 1"	ϕ 1/4"@20	2	4"	20
V3	2 ϕ 3/8"	4 ϕ 3/4"	ϕ 1/4"@20	2	4	20
V5	2 ϕ 1/2"	2 ϕ 3/8"	ϕ 1/4"@30	2	2	30
V6	2 ϕ 3/8"	4 ϕ 1" + 2 ϕ 1/2"	ϕ 3/8"@20	2	6	20
V7	2 ϕ 3/8"	5 ϕ 1"	ϕ 3/8"@15	2	5	15
V8	2 ϕ 3/8"	2 ϕ 3/8" + 3 ϕ 1"	ϕ 3/8"@20	2	5	20
V9	2 ϕ 3/8"	5 ϕ 1"	ϕ 3/8"@16	2	5	15
V10	2 ϕ 3/8"	5 ϕ 3/4"	ϕ 3/8"@14	2	5	15
V11	2 ϕ 5/8"	2 ϕ 5/8"	ϕ 1/4"@25	2	2	25

Tabla IV.2.13 – Distribución de Acero en Vigas Acarteladas.

Vigas Acarteladas	Distribución Original			Distribución Existente		
	Acero Longitudinal		Estribos (cm)	Acero Longitudinal (# Barras)		Separación Estribos (cm)
	Superior	Inferior		Superior	Inferior	
V1	2ø3/8"	5ø3/8"	ø1/4"@20	2	5	20
V4	2ø3/8"	5ø5/8"	ø3/8"@25	2	5	23
V12	2ø3/8"	6ø3/4"	ø3/8"@25	2	6	25
V13	2ø3/8"	6ø3/4" en 2 capas	ø3/8"@25	2	6	25
V14	2ø3/8"	5ø3/4"	ø3/8"@20	2	5	22
V15	2ø3/8"	4ø5/8"	ø1/4"@25	2	4	25
V16	2ø3/8"	4ø1/2"	ø1/4"@25	2	4	25

Donde:

	No presenta diferencia con respecto al espaciado original entre los estribos.
	1 cm de diferencia con respecto al espaciado original entre los estribos.
	2 cm de diferencia con respecto al espaciado original entre los estribos.

IV.2.4. Detección de Acero en Columnas

Existen en total treinta y siete (37) tipos de columnas en la edificación, cuyas dimensiones y distribución de acero varían según su ubicación por plantas. Para identificar en los planos cada uno de los tipos de columnas existentes, se organizaron por colores aquellas que fueran semejantes tanto en dimensiones como en distribución de acero; dicha agrupación obtenida es mostrada a continuación.

De igual forma, con ayuda del *Ferrosca*n y del *Pacómetro* se verificó que el número de cabillas y separación de estribos colocados corresponda con las señaladas en los planos originales para cada tipo de columna, asumiendo al igual que en el caso de las vigas, que el diámetro de las

cabillas coincide con los especificados en dichos planos; estas distribuciones también son mostradas a continuación:

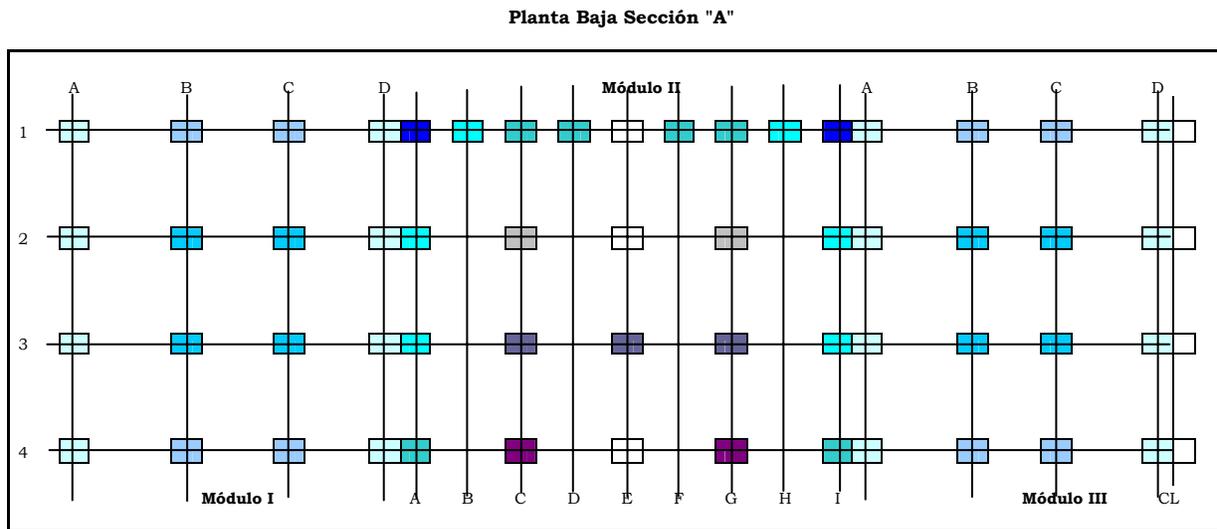


Figura IV.2.19 - Distribución de Columnas. Planta Baja.

Donde:

Tabla IV.2.14 - Distribución de Acero en Columnas (1).

Sección	Distribución Original		Distribución Existente		Observaciones
	R.L.	R.T.	R.L.(# Barras)	R.T. (Espaciado cm)	
35 x 35	4 ø 5/8"	ø 1/4"@30	4	30	
35 x 35	4 ø 1"	ø 1/4"@20	4	20	
60 x 60	6 ø 1"	ø 3/8"@25	6	25	
55 x 55	8 ø 1"	ø 3/8"@25	8	25	
35 x 35	4 ø 3/4"	ø 1/4"@30	4	30	
40 x 40	8 ø 5/8"	ø 1/4"@25	8	25	
ø 63	8 ø 1"	2 ø 3/8"@5,5	8	8	Sep. Estribos excede en 2.5 cm
ø 63	8 ø 1"	ø 3/8"@25	8	25	
ø 63	10 ø 3/4"	2 ø 3/8"@8	10	10	Sep. Estribos excede en 2 cm
ø 40	6 ø 3/4"	2 ø 1/4"@4,5	6	4,5	E1 - Módulo II
ø 63	8 ø 3/4"	2 ø 1/4"@5	8	5	E2 - Módulo II
ø 63	8 ø 3/4"	2 ø 1/4"@8	8	8	E4 - Módulo II

Piso 1 Sección "A"

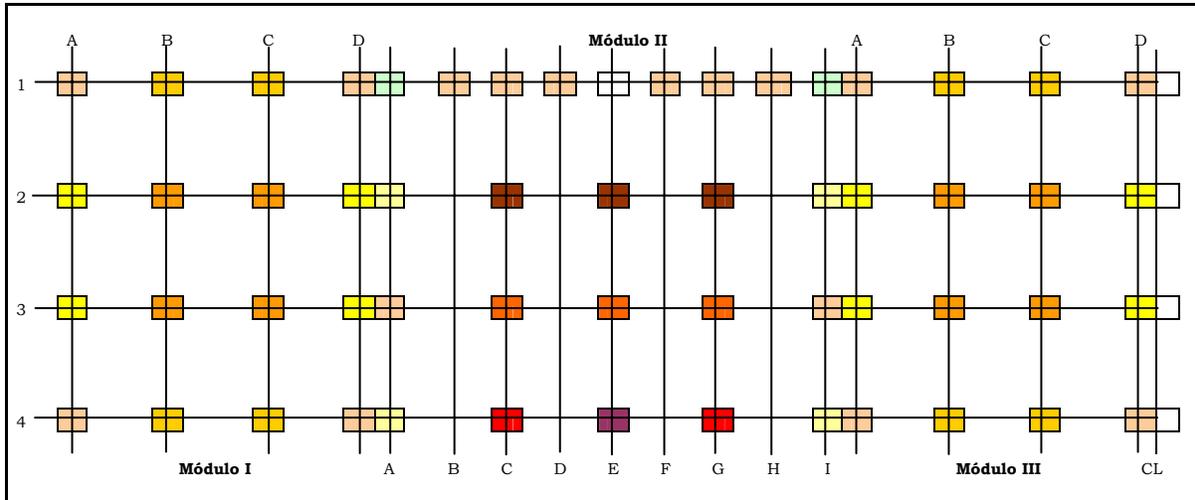


Figura IV.2.20 - Distribución de Columnas. Primer Piso.

Donde:

Tabla IV.2.15 - Distribución de Acero en Columnas (2).

Sección	Distribución Original		Distribución Existente		Observaciones
	R.L.	R.T.	R.L.(# Barras)	R.T. (Espaciado cm)	
45 x 45	8 ø 3/4"	ø 1/4"@20	8	20	
ø 50	8 ø 3/4"	2 ø 3/8"@4	8	4	
50 x 50	8 ø 3/4"	ø 1/4"@20	8	20	
55 x 55	10 ø 3/4"	ø 1/4"@20	10	20	
50 x 50	6 ø 1"	ø 3/8"@25	6	22	Sep. Estribos disminuye en 3 cm
30 x 30	8 ø 5/8"	ø 1/4"@25	8	25	
45 x 45	8 ø 1"	ø 3/8"@25	8	23	Sep. Estribos disminuye en 2 cm
35 x 35	8 ø 1/2"	ø 1/4"@30	8	30	
30 x 30	4 ø 3/4"	ø 1/4"@30	4	30	
ø 35	6 ø 1/2"	2 ø 1/4"@8	6	8	E1 - Módulo II

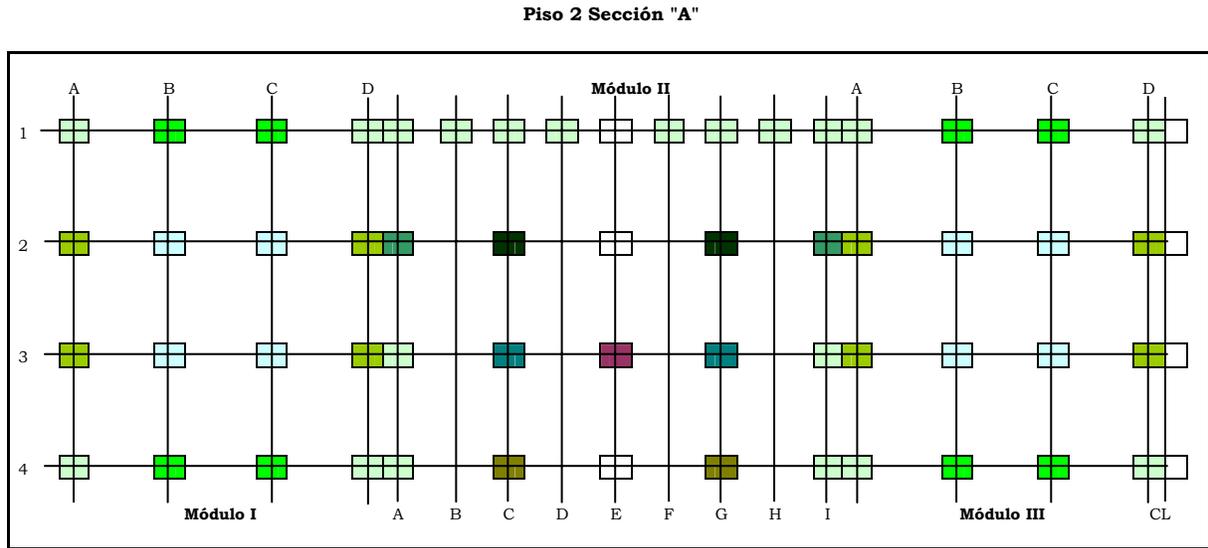


Figura IV.2.21 - Distribución de Columnas. Segundo Piso.

Donde:

Tabla IV.2.16 - Distribución de Acero en Columnas (3).

Sección	Distribución Original		Distribución Existente		Observaciones
	R.L.	R.T.	R.L.(# Barras)	R.T. (Espaciado cm)	
∅ 40	8 ∅ 3/4"	2 ∅ 3/8"@7	8	7	
45 x 45	6 ∅ 3/4"	∅ 1/4"@25	6	25	
25 x 25	4 ∅ 5/8"	∅ 1/4"@25			No se pudo determinar
35 x 35	6 ∅ 1"	∅ 3/8"@25	6	25	
25 x 25	6 ∅ 5/8"	∅ 1/4"@30	6	30	
30 x 30	8 ∅ 3/8"	∅ 3/8"@20	8	23	Sep. Estribos excede en 3 cm
25 x 25	4 ∅ 5/8"	∅ 1/4"@30	4	30	
∅ 30	4 ∅ 5/8"	∅ 1/4"@25	4	25	E1 - Módulo II
∅ 40	8 ∅ 3/4"	2 ∅ 3/8"@4	8	10	E2 - Módulo II
35 x 35	8 ∅ 5/8"	∅ 1/4"@25	8	25	E4 - Módulo II

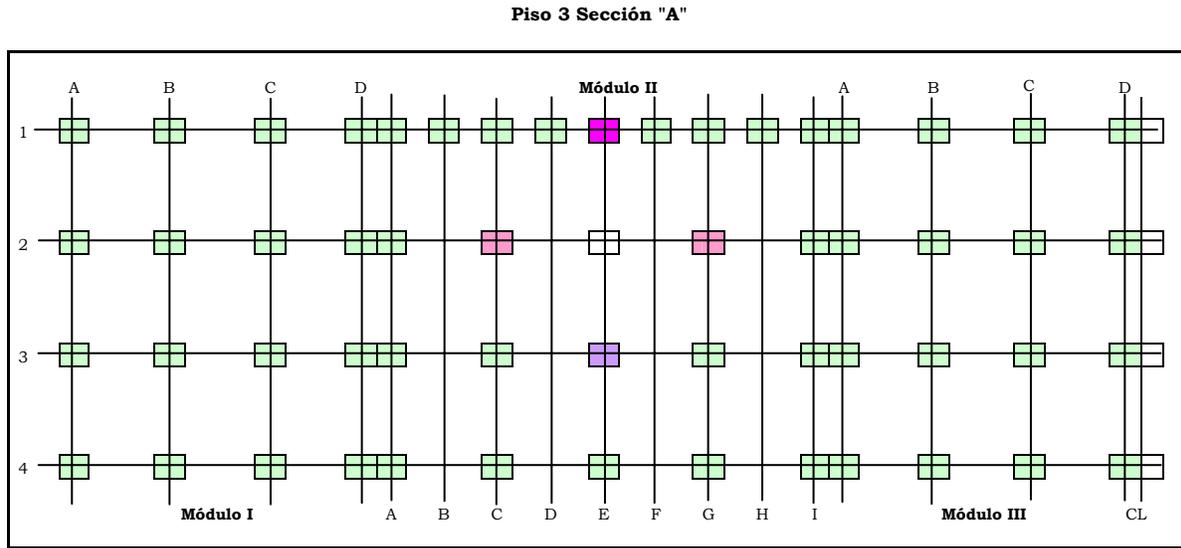


Figura IV.2.22 - Distribución de Columnas. Tercer Piso.

Donde:

Tabla IV.2.17 - Distribución de Acero en Columnas (4).

Sección	Distribución Original		Distribución Existente		Observaciones
	R.L.	R.T.	R.L.(# Barras)	R.T. (Espaciado cm)	
$\varnothing 30$	4 $\varnothing 5/8"$	$\varnothing 1/4"@30$	4	30	
$\varnothing 30$	8 $\varnothing 5/8"$	2 $\varnothing 1/4"@4,5$	8	4,5	
35 x 35	4 $\varnothing 5/8"$	$\varnothing 1/4"@30$	4	30	
$\varnothing 30$	6 $\varnothing 5/8"$	2 $\varnothing 3/8"@4$	6	4	E2 - Módulo II

IV.3. Resistencia del Concreto

Para obtener una estimación de la resistencia del concreto se realizaron tres (3) ensayos esclerométricos, llevados a cabo nuevamente, con la asistencia y colaboración del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV, quienes proporcionaron tanto el personal como el equipo necesario para la investigación.

IV.3.1. Características del Equipo Esclerómetro

Se utilizó un esclerómetro de resorte marca *Shmidt - Proseq*, Modelo N-34, Serial 95181, el cual consta de una masa metálica que golpea el concreto, impulsada por la energía que produce la liberación de un resorte metálico. El resorte se dispara cuando la presión que ejerce el operador con el aparato, sobre la superficie de concreto, llega al punto conveniente. Este rebote es medido en una escala graduada. Por otra parte, el instrumento viene acompañado de una calibración gráfica con claras instrucciones para la corrección por efectos de la gravedad, incluyendo los casos de ejes inclinados; recordando que el disparo debe ser hecho siempre ortogonalmente a la superficie del material. (Porrero, S.2003).



Figura IV.3.23 – Esclerómetro Shmidt-Proseq.

IV.3.2. Determinación de la Resistencia del Concreto

Aunque los ensayos descritos a continuación no son los más adecuados para determinar la resistencia del concreto, se realizaron con la finalidad de obtener una orientación sobre la calidad del material. Los ensayos se llevaron a cabo siguiendo ciertos lineamientos de la Norma COVENIN 1.609 “*Método de Ensayo para Determinación de Dureza en Superficie de Concreto Endurecido*”; donde se realizaron veinte (20) lecturas de rebote, dispuestas en cuadrícula y separadas a 4 cm entre sí. El resultado fue el promedio de las lecturas, descartándose los valores que resultaron evidentemente singulares (señaladas con negrita y cursiva en la Tabla IV.3.18).

Las únicas posibles zonas de estudio, fueron algunas cartelas de vigas externas ubicadas en la fachada Sur del edificio, las cuales presentaban total desprendimiento del friso. Estas zonas son consideradas superficies que ya han cumplido un cierto tiempo expuestas al medio ambiente; por lo que surgió la necesidad de raspar dicha superficie con una piedra especial, con la finalidad de eliminar la “costra” que sobra del concreto producido por posible carbonatación de la superficie.

Los valores obtenidos para cada ensayo son mostrados a continuación:

Tabla IV.3.18 – Mediciones con Esclerómetro.

Ensayo 1 (mm)	Ensayo 2 (mm)	Ensayo 3 (mm)
40	55	48
48	57	49
44	55	52
44	55	50
50	48	48
52	60	50
46	56	51
49	56	50

50	55	52
48	56	52
42	54	50
46	56	49
46	54	51
48	56	50
52	48	50
48	56	49
46	57	52
52	55	50
46	55	54
48	56	50
Valores Promedio		
47,13	55,53	50,41

Estos tres (3) valores finales señalados en la Tabla IV.3.18, arrojan un promedio de 50,02 mm. Sin embargo, como las medidas fueron tomadas en las cartelas, con un ángulo de inclinación del equipo de +45° en dirección contraria a la gravedad, se obtuvo un valor final corregido con la gráfica de 54 mm.

Con este índice se obtiene el valor de la resistencia, en una curva media graficada en una relación índice esclerométrico y resistencia a compresión sobre cubos, obteniendo como resultado un valor aproximado de 550 kg/cm². (Tobio, J.M.1.967)

Por otra parte, la Norma COVENIN 1.609, se adecua a valores de resistencia medidas en probetas cilíndricas de concreto; por lo que fue necesario transformar dicho valor de resistencia obtenido en cubos a probetas cilíndricas. Esto se logró multiplicando los 550 kg/cm², por un coeficiente de corrección K_1 , el cual para cubos de 20x20x20mm, corresponde un $K_1=0,83$. Por lo tanto, el valor de resistencia del concreto estimado según los valores esclerométricos obtenidos es igual a 456,5 kg/cm². (Velazco, G.1.979.)

Sin embargo, esta cifra corresponde a un valor de resistencia del concreto muy elevado si se compara con los valores generalmente utilizados para la época (140 – 200 kg/cm²). A pesar de que no se pudieron realizar las correlaciones con probetas cilíndricas tomadas en sitio, indicadas en la Norma COVENIN 1.609 para obtener el verdadero valor de la resistencia del concreto, se buscó la opinión de personas profesionales con amplia experiencia en el área de los materiales, presumiendo que este valor tan alto representa una alta dureza superficial del concreto, producto de posible carbonatación de las zonas estudiadas; por lo que estos valores, no son confiables a la hora de determinar la resistencia del concreto del edificio en estudio.

Sin embargo, se asumió que un buen valor promedio de la resistencia del concreto utilizado para aquella época correspondería a los 180 kg/cm²; valor que se encuentra dentro del rango de resistencias ya establecido y que según la opinión de dichos profesionales, es muy similar a las resistencias utilizadas para las construcciones de las edificaciones pertenecientes a la Ciudad Universitaria de Caracas, las cuales se caracterizaron por emplear concretos de altas resistencias.

IV.4. Estado Actual de la Estructura

La descripción del estado actual de la estructura se obtuvo por medio de una inspección visual, evaluando los distintos tipos de daños en elementos tanto estructurales como arquitectónicos. Para ello, se realizó una *Planilla Tipo* basada en el formato de investigaciones anteriores, empleando una escala de daños desarrollada con base a la inspección realizada en la edificación a manera de definir el tipo de deterioro existente.

IV.4.1. Clasificación y Tipos de Daños

Los dos (2) tipos de daños observados en la evaluación se definen a continuación según sus características más representativas. Sin embargo, es importante destacar que el objetivo principal de esta inspección, es describir de manera general los posibles deterioros presentes en la edificación, sin realizar un diagnóstico sobre la patología de la estructura.

IV.4.1.1. Humedad

La humedad es una patología la cual tiene como origen el agua. Para su estudio las humedades se pueden clasificar en:

- **Humedad exterior:** Penetración o filtración de agua del exterior hacia el interior del miembro proveniente de la lluvia y el viento. El agua que moja los elementos, penetra por los poros del material, y luego al cambiar las condiciones climatológicas, regresa a la atmósfera por evaporación, dejando depositado en las superficies de los elementos las sales que ha disuelto en su camino, formando eflorescencias.

- **Humedad por condensación:** El agua que está presente en la atmósfera se condensa en la superficie interior de las paredes cuando su temperatura es menor que la temperatura de saturación. Las zonas vulnerables son las columnas, vigas, machones e incrustaciones de concreto el cual puede servir como puente térmico.
- **Humedad por capilaridad:** Es llamada también humedad ascendente, y obedece al fenómeno de capilaridad, el cual el agua asciende del terreno por los poros de los materiales. Su presencia predomina en las bases de columnas y paredes.
- **Humedad accidental:** Son aquellas que se originan por roturas de tuberías de aguas claras o servidas que pueden encontrarse en las paredes, en placas y losas, o las que constituyen las redes de servicios públicos.

Es importante considerar que en las planillas no se realiza ninguna distinción del tipo de humedad observada, simplemente se indica la presencia o no de la misma; dicha humedad es identificada en los miembros por la aparición de algún cambio de color o textura sobre su superficie, tal y como se muestra en la figura:



Figura IV.4.24 – Foto Presencia de Humedad en Techo de Balcón Externo.

IV.4.1.2. Desprendimiento de Recubrimientos y Acabados

Se considera el desprendimiento de recubrimiento de acabados a la pérdida de adherencia entre estos y los elementos estructurales; principalmente, en techos y paredes, lo cual puede ser causado debido a la acción de la humedad anteriormente explicado, tal y como se muestra a continuación:



Figura IV.4.25 – Foto Desprendimiento de Friso en Techo de Balcón Externo.

IV.4.2. Escala de Daños

Para clasificar los daños existentes en los elementos y miembros estructurales que conforman la edificación, se realizó una escala de daños donde se enumeran del N° 0 al N° 4 el tipo de daño según la magnitud del mismo. Dicha escala es explicada a continuación:

Tabla IV.4.19 – Escala de Daños.

Tipo de Daño	Escala de Daños				
	N° 0	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Humedad	No se observan daños	Se observa menos del 25% de humedad en el elemento.	Se observa entre el 25 - 50% de humedad en el elemento.	Se observa entre el 50 - 75% de humedad en el elemento.	Se observa más del 75% de humedad en el elemento.
Desprendimiento de Recubrimientos y Acabados	No se observan daños	Se observa desprendimiento de pintura en algunas partes del elemento.	Se observa abultamiento del friso en algunas partes del elemento.	Se observa desprendimiento del friso en algunas partes elemento.	Se observa desprendimiento del recubrimiento en casi todo el elemento. El acero de refuerzo se hace visible.

IV.4.3. Planillas de Daños

Para determinar qué tipos de daños y en qué magnitud afectan a los elementos y miembros estructurales de la edificación, se diseñaron una serie de *Planillas de Daños*, en las cuales se indica qué tipo de elemento es evaluado y qué número dentro de la escala de daño presenta. De esta forma se puede tener un registro de la situación actual de la estructura.

Esta evaluación fue llevada a cabo en la mayor cantidad de miembros estructurales posibles y visibles, como columnas y vigas, así como en los otros elementos no estructurales como paredes, techos y bloques calados ubicados en la fachada norte de dos (2) de los módulos que conforman la edificación. (Ver *Planillas de Daños* en *Apéndices*).

Es importante destacar que la mayoría de los elementos se encuentran libres de daños que comprometan la estabilidad de la estructura; sin embargo, sí se presenció su falta de mantenimiento tanto en el interior como en el exterior de la edificación. A continuación, se presenta la *Planilla de Daños Tipo* utilizada para la evaluación de los elementos y miembros estructurales:

PLANILLA DE DAÑOS*Residencias Estudiantiles III - CUC.*

Miembro Estructural:	Viga	Columna			
	Pared	Techo			
Nomenclatura	Módulo	Piso	Tipo de Daño	Nivel del Daño	Observaciones
			Humedad		
			Despren. Rec.		
			Humedad		
			Despren. Rec.		
			Humedad		
			Despren. Rec.		
			Humedad		
			Despren. Rec.		

Por otra parte, es importante describir el estado actual de las juntas estructurales existentes entre los módulos. Algunas de estas juntas internas se encuentran deterioradas, posiblemente por acción de la humedad o por falta de mantenimiento de las mismas; otras carecen de la platina adecuada de separación; mientras que algunas de ellas, debido a remodelaciones de áreas, han sido cubiertas por láminas de vinil en el piso o frisadas y pintadas en el caso de paredes y techos, trayendo como consecuencia la aparición de fisuras y grietas en la superficie de las mismas, lo que indica que las juntas se encuentran en funcionamiento. (Ver Figuras IV.3.25 y IV.3.26).



Figura IV.4.26 – Foto Deterioro de Junta Interna en Techo. Módulo I – Módulo II. Piso 1.



Figura IV.4.27 – Foto Colocación Láminas de Vinil en Piso. Junta Interna. Módulo III – Módulo IV. PB.

Sin embargo, es importante destacar que menos del 25% de las vigas adyacentes a las juntas estructurales internas de la edificación se encuentran deterioradas.

De igual forma, en ambas fachadas del edificio se evidencia el deterioro de 12 juntas estructurales, las cuales representan el 30% de las 40 juntas existentes, presentando en algunas partes, desprendimiento de friso y recubrimiento; dejando al descubierto parte de la platina de separación y hasta en algunos casos, pequeñas partes de las cabillas de

acero (Ver *Planillas de Daños en Apéndices*). Dichos daños son mostrados a continuación:



Figura IV.4.28 – Foto Deterioro de Junta Externa en Balcón. Evidencia de Platina. Módulo V – Módulo VI. PB.



Figura IV.4.29 – Foto Deterioro de Junta Externa en Balcón. Evidencia de Cabillas. Módulo III – Módulo VI. Piso 2.

A nivel general, la edificación necesita mantenimiento de recubrimientos y revestimientos en todas sus fachadas; ya que por el transcurso del tiempo se han hecho visibles las reformas realizadas a la edificación, mediante la aparición de grietas a lo largo de la superficie de sus paredes. Los bloques calados ubicados en la fachada norte de la edificación en los módulos II y IV, las columnas y el resto de los miembros y elementos estructurales de la edificación no presentan daños mayores.

CAPÍTULO V. RECÁLULO DE LA ESTRUCTURA**V.1. Protocolo de Recálculo****V.1.1. Generalidades**

El protocolo de recálculo consistió en un análisis de la estructura basado en las normas venezolanas vigentes COVENIN, entre las cuales tenemos:

- COVENIN 1753–1987. *“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-99. *(Utilizada por el SAP2000®)*.

El objetivo principal del recálculo estructural, fue determinar la cantidad y distribución de acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales según las normas actuales; considerando la topología y geometría descrita en los planos, debido a que estas coinciden en su mayoría con las dimensiones existentes en la estructura. Para ello, se utilizaron dos (2) programas de cálculo estructural, donde también se estudiaron parámetros del análisis dinámico, como son el período de la estructura y los desplazamientos.

V.1.2. Calidad de los Materiales

Debido a la ausencia de información sobre la calidad de los materiales utilizados para la construcción de la edificación; a la dificultad de poder cumplir a total cabalidad los ensayos no destructivos especificados en las Normas COVENIN 1.681 “*Método de Ensayo para determinar la Velocidad de Propagación de Ondas en el Concreto*” y la Norma COVENIN 1.609 “*Método de Ensayo para la Determinación de la Dureza Esclerométrica en Superficies de Concreto Endurecido*”, por ser considerada la CUC como Patrimonio Mundial de la Humanidad y según lo ya establecido en el Capítulo IV.3 del presente trabajo, se procedió a utilizar los siguientes valores característicos de la época:

- Concreto (f_c)= 180 kg/cm².
- Acero de Refuerzo (f_y) = 2.800 kg/cm².

V.2. Método de Análisis Estructural

El método de análisis de la estructura fue escogido con base a lo establecido en la Tabla 9.1 del Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1756-01, en el cual se indica que para estructuras regulares que no exceden 10 pisos ni 30 metros de altura, se debe realizar como requerimiento mínimo un “Análisis Estático de la Estructura”; en donde los efectos traslacionales se determinan con el Método Estático Equivalente (Artículo 9.3) y los efectos torsionales con el Método de la Torsión Estática Equivalente (Artículo 9.5). Dichas especificaciones coinciden con las características de la edificación, siendo posible el estudio de los modelos a través de la aplicación de un análisis dinámico plano.

Tabla V.2.20 - Selección del Método de Análisis para Edificios de Estructura Regular.

Altura de la Edificación	Requerimiento Mínimo
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)

Tomado de “Norma COVENIN 1756-01. Capítulo 9. Tabla 9.1.”

V.2.1. Consideraciones

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. En consecuencia, se obtuvo un sistema aporticado en dos (2) direcciones con cargas en las vigas provenientes del diseño de las losas. De igual forma, sólo en uno de los modelos planteados se estudia la influencia de la viga auxiliar donde apoya el descanso de las escaleras.

Dichas consideraciones fueron establecidas, debido a que con uno de los programas de cálculo utilizados, es muy complicado el estudio de la influencia de las losas y tabiquería en la rigidez del edificio seleccionado; así como modelar vigas ubicadas a media altura de los entresijos. La finalidad de esta simplificación, fue obtener resultados similares entre los programas de cálculo.

V.2.2. Modelos Analizados

Con base a lo anteriormente descrito se realizó el estudio de la edificación, mediante un (1) modelo estructural evaluado con el Nivel de Diseño (ND) y el Factor de Reducción de Respuesta R correspondiente, según lo indicado en el Capítulo 12 de la Norma COVENIN 1756, con la finalidad de comparar las áreas de acero y evaluar su comportamiento estructural. (Ver Tabla V.2.21). El modelo de estudio fue analizado tomando los siguientes casos:

- **Análisis Dinámico Plano:** El modelo fue realizado con la geometría especificada en los planos de la estructura, utilizando el programa de cálculo estructural CBDS win® para pórticos y VIGAS win® para vigas intermedias. Además, se simplificaron las cartelas de los volados al modelarlos con sección constante a lo largo de toda su longitud. Los efectos traslacionales se determinaron según el Método de Superposición Modal con un Grado de Libertad por nivel (Artículo 9.4) y los efectos torsionales con el Método de la Torsión Estática Equivalente antes mencionado, del Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1756-01.
- **Análisis Dinámico Espacial:** El modelo fue estudiado con la geometría especificada en los planos de la estructura, sin excluir los volados y vigas intermedias; con el uso del programa de cálculo

estructural SAP2000®, considerando que los efectos traslacionales y efectos torsionales se determinan según la Superposición Modal con Tres Grados de Libertad por nivel según Artículo 9.6 del Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1756-01.

V.2.3. Cargas Consideradas

Las cargas sobre la estructura se determinaron con base a las indicaciones de la Norma COVENIN 2002-88, según las siguientes acciones:

- **Cargas Permanentes (CP):** Corresponde al peso propio de la losa, de los elementos estructurales, tabiquería y otros componentes como antepechos (fachada Norte y Sur), bloques calados de concreto (fachada Norte) calculando los valores de los mismos con base a la Tabla 4.3, Artículo 5.2.4, Artículo 5.3.4 y Artículo 4.4 de dicha Norma.
- **Cargas Variables (CV):** Corresponde a la carga viva determinada para cada ambiente según la Tabla 5.1 de la Norma COVENIN 2002-88 “Criterios y Acciones Mínimas”.
- **Acciones Accidentales (S):** La acción del sismo se consideró siguiendo las indicaciones de la Norma COVENIN 1756-01.

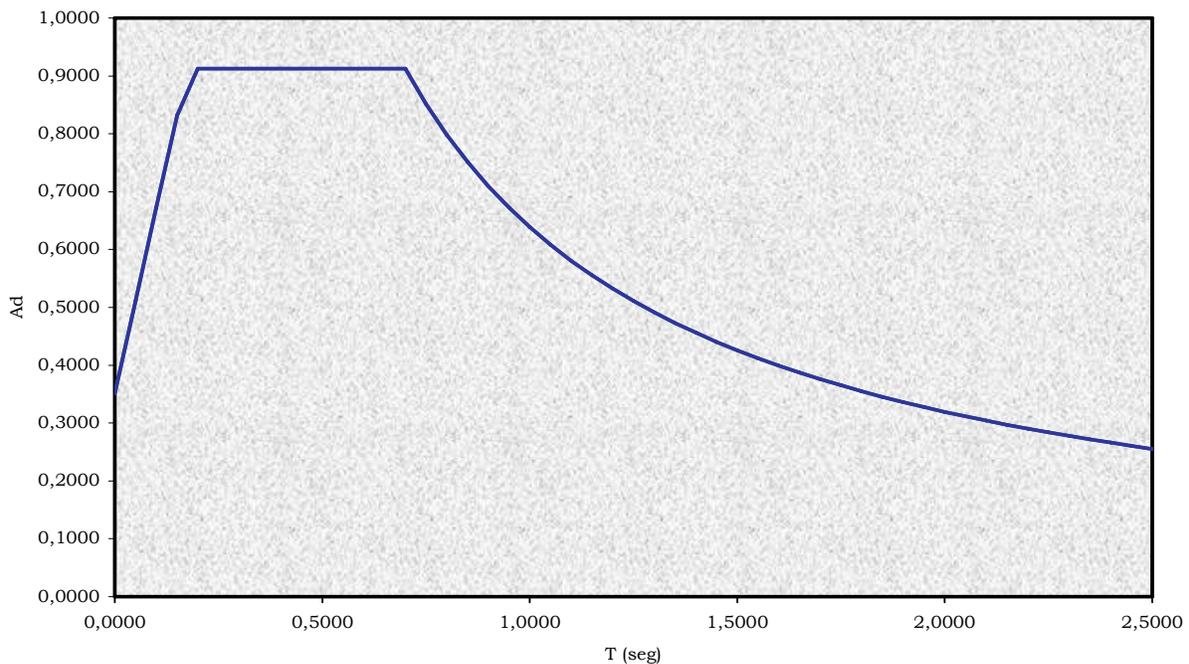
V.2.4. Espectros de Diseño y Respuesta

El espectro de diseño obtenido (Ver Figura V.2.30) corresponde a lo indicado en el Capítulo 7 de dicha norma, considerando los siguientes valores:

- **Modelo de Estudio**

Tabla V.2.21 – Datos para Espectro. Modelo de Estudio.

Datos para Espectro de Diseño	Valor	Referencia Norma COVENIN 1756
Coefficiente de Aceleración Horizontal (A_0)	0,30	Tabla 4.1.
Forma Espectral	S2	Tabla 5.1.
Factor de Corrección (φ)	0,90	Tabla 5.1.
Grupo	A	Artículo 6.1.1.
Factor de Importancia (α)	1,30	Tabla 6.1.
Nivel de Diseño (ND)	1	Tabla C-12.1
Tipo de Estructura	Tipo I	Cap. 6.3.1.
Factor Reducción de Respuesta (R)	1	Cap. 12
Máximo Período en Intervalo Constante de Espectros Normalizados (T^*)	0,7 seg	Tabla 7.1.
Factor de Magnificación Promedio (β)	2,6	Tabla 7.1.
Exponente que define Rama Descendente del Espectro (p)	1.0	Tabla 7.1.
Período Característico de Variación de Respuesta Dúctil (T^+)	0 seg	Tabla 7.2.

ESPECTRO**Figura V.2.30** – Espectro. Modelo de Estudio.

V.2.5. Combinaciones de Carga

Las combinaciones de cargas consideradas para el modelo en estudio, se establecieron según lo indicado en el Capítulo 9 de la Norma COVENIN 1753-87:

- $1,4 \text{ CP} + 1,7 \text{ CV}$.
- $0,75 (1,4 \text{ CP} + 1,7 \text{ CV}) + \text{S}$.
- $0,9 \text{ CP} + \text{S}$.

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 para Edificaciones Sismorresistentes, considerando el valor absoluto de las solicitaciones debidas a sismo en una dirección más el 30% del valor absoluto de las solicitaciones debidas a sismo en la dirección ortogonal, y viceversa, según el Artículo 8.6; alternando además, los signos + y - para cada combinación.

V.3. Resultados y Análisis

Los módulos I y IV fueron evaluados bajo el mismo modelo estructural, debido a que estos módulos son similares tanto en topología, como en geometría y distribución de cargas. Por otra parte, el módulo III presenta las mismas similitudes que los módulos anteriores, con la única excepción que las longitudes entre los vanos en dirección X varían en distancias no mayores a los 10cm; por ello, se decidió evaluar dicho módulo bajo otro modelo estructural. Sin embargo, estos tres módulos son analizados en conjunto debido a que los resultados arrojados por ambos modelos, no presentan diferencias significativas en ninguno de los aspectos analizados. (Ver Figura V.3.31).

De igual forma, los módulos II y IV fueron evaluados bajo el mismo modelo estructural en ambos programas de cálculo, debido a que estos módulos presentan las mismas similitudes anteriormente señaladas; ambos módulos también se presentan bajo un mismo análisis. (Ver Figura V.3.32). Por último, el módulo VI fue evaluado y analizado en otro modelo por ambos programas, a pesar de que éste presenta la misma distribución de cargas y geometría que el módulo III; pero topológicamente no existe tal similitud, debido a que en la primera planta todas las columnas son de sección circular. (Ver Figura V.3.33).

A nivel general, es importante destacar que es lógico esperar cierta discrepancia entre algunos valores arrojados por ambos programas, debido a que en los modelos del programa CBDS win no fue posible incluir todos los elementos estructurales. Particularmente, para el análisis de los módulos II y V, se esperan las mismas divergencias, debido a que en este modelo fue necesario usar pórticos ficticios con columnas adimensionales o columnas “cero” en dirección “y” para aquellos casos donde se ubican las

vigas auxiliares, con la finalidad de mantener la similitud entre los modelos evaluados.

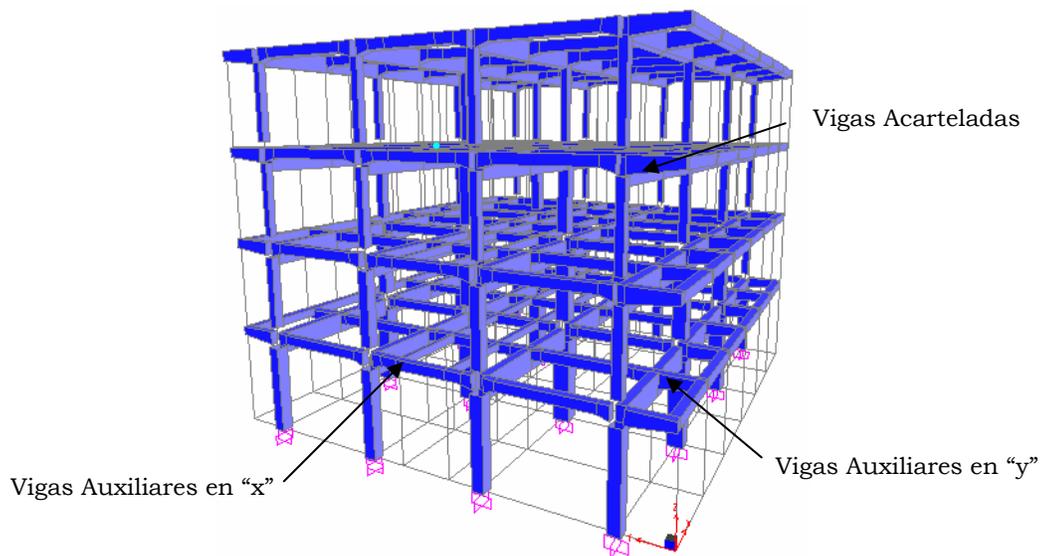


Figura V.3.31 – Módulos I, III y IV modelados en SAP2000®.

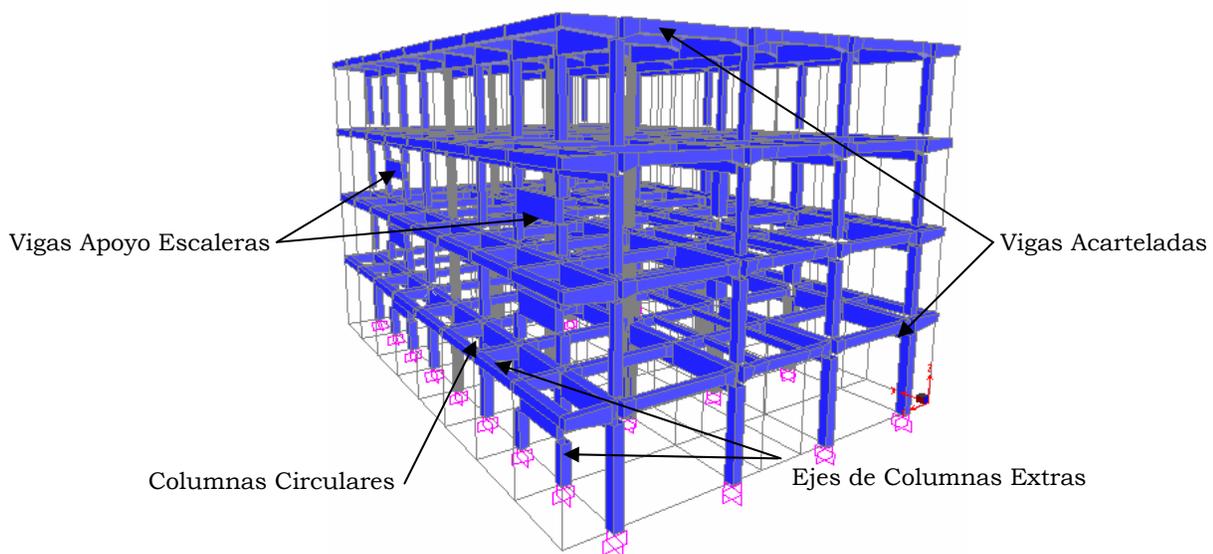


Figura V.3.32 – Módulos II y V modelados en SAP2000®.

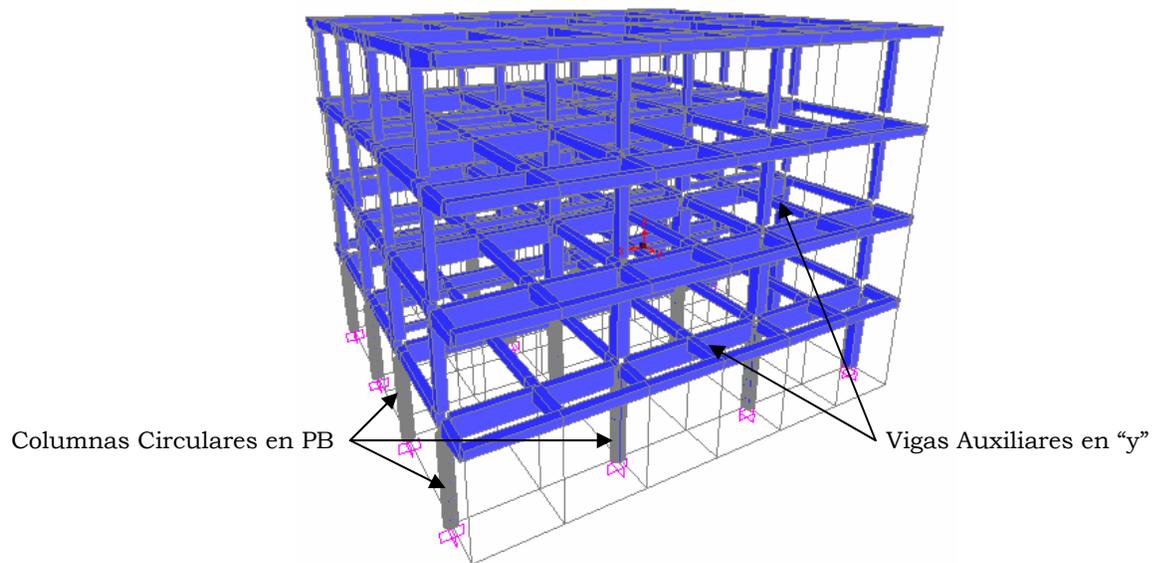


Figura V.3.33 – Módulo VI modelado en SAP2000®.

V.3.1. Peso de la Estructura

V.3.1.1. Módulos I, III y IV

Tabla V.3.22 – Comparación Peso Estructura Módulos I, III y IV.

Peso Estructura		
Tipo	SAP2000® (Ton)	CBDS win® (Ton)
Lastre Sísmico	1087,81	837,00

V.3.1.2. Módulos II y V

Tabla V.3.23 – Comparación Peso Estructura Módulos II y V.

Peso Estructura		
Tipo	SAP2000® (Ton)	CBDS win® (Ton)
Lastre Sísmico	1420,13	1110,70

V.3.1.3. Módulo VI**Tabla V.3.24** – Comparación Peso Estructura Módulo VI.

Peso Estructura		
Tipo	SAP2000® (Ton)	CBDS win® (Ton)
Lastre Sísmico	1009,87	828,00

Donde: Lastre Sísmico (W) = CP+SCM+0,25CV

Se observa una diferencia promedio en los tres módulos de aproximadamente 21 % para el peso de la estructura entre los dos programas de cálculo; diferencia que podría ser causada debido a la forma de análisis de carga que utiliza cada programa y posiblemente a la falta de elementos estructurales, incluyendo las vigas externas de los volados y las distintas vigas intermedias existentes en los entrepisos, que no pudieron ser modelados en el CBDS win®, si no que fueron evaluados en el programa VIGAS win® y seguidamente fueron agregadas las reacciones obtenidas a los modelos del CBDS®, lo que podría afectar los resultados obtenidos.

Por otra parte, el peso calculado para la estructura incluye la carga permanente y un porcentaje de la carga variable según lo indicado en el Capítulo 7 de la Norma Covenin 1756-01, por lo cual resulta importante destacar que la entrada de datos para los valores de carga difiere en ambos programas; ya que en el SAP2000® se define cada caso de carga por separado (CP y CV) introduciendo los valores de cada una de ellas, y para el modelo en el CBDS® se introduce un único valor de carga por nivel y para cada caso (suma de CP y CV) junto con factor que relaciona la carga permanente con la carga viva (CM/CV). Por estas dos razones expuestas, se dificulta obtener valores exactamente iguales en los dos programas de cálculo; pero a pesar de ello, éstos no difieren en gran magnitud.

V.3.2. Análisis Modal

En las siguientes tablas se muestran los valores correspondientes a los distintos períodos de la estructuras para los modos que cumplieron con el 90% de la masas participativas, tal y como se establece en la Norma COVENIN 1756-01.

V.3.2.1. Módulos I, III y IV

Tabla V.3.25 – Análisis Modal Módulos I, III y IV.

Modos	Dirección	Períodos (seg)		Masas Participativas (%)	
		SAP2000®	CBDS win®	SAP2000®	CBDS win®
1	Y	0,92	0,84	72,38	74,00
2	T	0,79	(*)	0,01	(*)
3	X	0,66	0,49	65,56	73,30
4	Y	0,38	0,32	11,93	12,00
5	T	0,33	(*)	0,01	(*)
6	X	0,32	0,23	15,09	14,00
7	Y	0,24	0,20	7,39	7,30
8	T	0,24	(*)	0,01	(*)
9	X	0,21	0,15	12,64	8,50

(*) Valores no disponibles en el CBDSwin.

Al estudiar los modos de vibración de los módulos I, III y IV se observa que los que presentan mayor masa participativa, corresponden a los movimientos de traslación en dirección “y” y “x”, observando en general que aquellos modos torsionales (T) presentan aproximadamente 1% en la participación de las masas. Por otra parte, los valores obtenidos tanto en períodos como en masas participativas son muy semejantes entre sí, para ambos programas, con una diferencia promedio de 18% y 10% respectivamente.

V.3.2.2. Módulos II y V**Tabla V.3.26** – Análisis Modal Módulos II y V.

Modos	Dirección	Períodos (seg)		Masa Participativa (%)	
		SAP2000®	CBDS win®	SAP2000®	CBDS win®
1	Y	0,94	0,86	76,27	76,20
2	T	0,79	(*)	0,01	(*)
3	X	0,63	0,48	72,54	78,70
4	Y	0,37	0,32	11,10	11,80
5	T	0,33	(*)	0,00	(*)
6	X	0,30	0,21	12,87	12,40
7	Y	0,24	0,19	6,77	7,00
8	T	0,23	(*)	0,00	(*)
9	X	0,20	0,14	8,90	6,00

(*) Valores no disponibles en el CBDSwin.

De igual forma, para los módulos II y V, los modos de vibración de mayor masa participativa corresponden a los modos traslacionales, y poca participación de la misma para los modos torsionales. Los valores de los períodos obtenidos se diferencian en un valor promedio no mayor del 19%, mientras que las masas participativas varían en un 5%.

V.3.2.3. Módulo VI**Tabla V.3.27** – Análisis Modal Módulo VI.

Modos	Dirección	Períodos (seg)		Masa Participativa (%)	
		SAP2000®	CBDS win®	SAP2000®	CBDS win®
1	Y	0,99	0,91	78,40	80,10
2	T	0,82	(*)	0,00	(*)
3	X	0,71	0,54	76,20	82,30
4	Y	0,39	0,33	11,40	11,10
5	T	0,35	(*)	(*)	(*)
6	X	0,34	0,24	14,80	11,80
7	Y	0,26	0,21	5,40	5,30
8	T	0,25	(*)	0,00	(*)
9	X	0,23	0,16	6,80	4,40

(*) Valores no disponibles en el CBDSwin.

Se observa nuevamente que los modos de vibración de mayor masa participativa también corresponden a los modos traslacionales, y poca participación de la misma para los modos torsionales. Los valores de los períodos obtenidos se diferencian en un valor promedio del 20 %, mientras que las masas participativas varían en un 7 %.

A nivel general, se observa una pequeña diferencia en cuanto a los valores de períodos obtenidos entre los dos programas, que pueden ser debidos a cierta divergencia que existe entre el peso de los modelos evaluados.

V.3.3. Fuerzas Cortantes

V.3.3.1. Módulos I, III y IV

Tabla V.3.28 – Fuerzas Cortantes Módulos I, III y IV.

Nivel	Fuerzas Cortantes			
	SAP2000®		CBDS win®	
	X (Ton)	Y (Ton)	X (Ton)	Y (Ton)
T	166,90	168,83	215,21	202,94
3	453,55	360,77	465,31	464,75
2	572,18	471,01	616,00	624,70
1	633,29	530,57	695,41	695,46

V.3.3.2. Módulos II y V

Tabla V.3.29 – Fuerzas Cortantes Módulos II y V.

Nivel	Fuerzas Cortantes			
	SAP2000®		CBDS win®	
	X (Ton)	Y(Ton)	X (Ton)	Y(Ton)
T	301,75	225,13	280,62	284,13
3	660,21	503,55	600,37	616,65
2	869,04	679,83	808,81	827,92
1	977,26	767,74	922,32	922,31

V.3.3.3. Módulo VI**Tabla V.3.30** – Fuerzas Cortantes Módulo VI.

Nivel	Fuerzas Cortantes			
	SAP2000®		CBDS win®	
	X (Ton)	Y(Ton)	X (Ton)	Y(Ton)
T	218,82	157,12	188,26	187,83
3	464,02	337,25	427,18	438,74
2	610,02	457,14	587,13	605,28
1	704,76	521,04	687,57	687,57

A nivel general se puede observar que los valores de fuerzas cortantes obtenidos en el programa CBDS win® resultan ligeramente mayores ($\approx 10\%$) a las arrojadas por el SAP2000®, a pesar de que estos últimos presentan un mayor peso. Estos valores pueden variar debido a que las fuerzas cortantes dependen de distintas variables, entre ellas las aceleraciones de diseño y los períodos obtenidos para cada modelo anteriormente analizado, los cuales presentaban ciertos porcentajes (%) de diferencia entre sí.

V.3.4. Derivas**V.3.4.1. Módulos I, III y I****Tabla V.3.32** – Derivas Módulos I, III y IV. Dirección X.

Módulo I y IV - Pórtico 1- Dirección X				
Nivel	Altura (cm)	Desplazamiento (mm) SAP2000®	Derivas (°/oo) SAP2000®	Derivas (°/oo) CBDS win®
T	320	151,68	17,70	11,90
3	320	95,05	16,06	12,20
2	320	43,65	8,51	7,90
1	340	16,43	4,83	5,60

Tabla V.3.32 – Derivas Módulos I, III y IV. Dirección Y.

Módulo I y IV - Pórtico A - Dirección Y				
Nivel	Altura (cm)	Desplazamiento (mm) SAP2000®	Derivas (°/oo) SAP2000®	Derivas (°/oo) CBDS win®
T	320	217,35	18,27	22,00
3	320	158,9	23,10	29,40
2	320	84,99	17,28	22,90
1	340	29,69	8,73	12,30

V.3.4.2. Módulos II y V**Tabla V.3.33** – Derivas Módulos II y V. Dirección X.

Módulo 2 y 5 - Pórtico 4 - Dirección X				
Nivel	Altura (cm)	Desplazamiento (mm) SAP2000®	Derivas (°/oo) SAP2000®	Derivas (°/oo) CBDS win®
T	320	147,67	18,10	11,40
3	320	89,75	12,64	7,80
2	320	49,31	8,19	6,00
1	340	21,47	6,31	4,90

Tabla V.3.34 – Derivas Módulos II y V. Dirección Y.

Módulo 2 y 5 - Pórtico A - Dirección Y				
Nivel	Altura (cm)	Desplazamiento (mm) SAP2000®	Derivas (°/oo) SAP2000®	Derivas (°/oo) CBDS win®
T	320	215,32	16,57	24,10
3	320	162,30	19,68	28,70
2	320	99,32	18,43	25,30
1	340	36,65	10,78	14,30

V.3.4.3. Módulo VI**Tabla V.3.35** – Derivas Módulo VI. Dirección X.

Módulo VI - Pórtico 1- Dirección X				
Nivel	Altura (cm)	Desplazamiento (mm) SAP2000®	Derivas (°/oo) SAP2000®	Derivas (°/oo) CBDS win®
T	320	181,61	18,52	10,50
3	320	122,34	17,85	11,20
2	320	65,22	8,38	7,70
1	340	36,74	10,81	8,90

Tabla V.3.36 – Derivas Módulo VI. Dirección Y.

Módulo 6 - Pórtico A - Dirección Y				
Nivel	Altura (cm)	Desplazamiento (mm) SAP2000®	Derivas (°/oo) SAP2000®	Derivas (°/oo) CBDS win®
T	320	214,39	12,94	20,30
3	320	172,98	18,90	20,80
2	320	112,50	20,01	24,50
1	340	44,46	13,08	17,80

Los mayores valores de derivas obtenidas fueron arrojadas por el CBDS win en el eje “y”, debido a que con este programa las fuerzas cortantes obtenidas en esta dirección son mayores a las arrojadas por el SAP. A nivel general, entre ambos programas se observa una diferencia, como es de esperar, del 30% para las derivas en “x” y “y” en el módulo II y V; mientras que para el resto de los módulos, las derivas en “x” difieren en un 35% y un 5% en “y”.

Únicamente las derivas obtenidas por el CBDS en dirección “x” para todos los modelos cumplen con lo establecido en la Norma COVENIN 1756, Capítulo 10, Tabla 10.1, donde se establece que las edificaciones pertenecientes al Grupo A y susceptibles a sufrir daños por deformaciones de la estructura, no deben presentar derivas mayores al 12‰.

Por último, según establecido en el artículo 10.3 de dicha norma, la separación mínima que debe presentar la edificación en estudio no debe ser menor a 9 cm. Según el levantamiento realizado y lo especificado en los planos, la separación existente mide aproximadamente 2 cm. (Ver *Separación de Módulos en Apéndices*). Lógicamente con los desplazamientos obtenidos para cada módulo y la separación existente entre ellos, no se cumple con las exigencias mínimas por norma.

V.3.5. Áreas de Acero Requeridas

Con base a que los modelos evaluados en el SAP2000® presentan más similitud con la estructura existente, se procedió a calcular detalladamente el área de acero requerido para cada elemento según sus criterios de diseño, a pesar de que este programa diseña con la Norma Americana ACI-99 y no con las Normas COVENIN actuales.

Se procedió a comparar el área de acero calculada con el SAP2000®, con la existente en la estructura, a través de una escala de colores. Dichas áreas fueron calculadas con 2 combinaciones de carga. Una primera combinación que define el comportamiento del edificio por cargas verticales mayoradas, denominado “Estático” y otra segunda combinación que incluye la acción del sismo, denominado “Dinámico” en las Tablas. Ambos valores presentados son las áreas de acero más desfavorables obtenidas para cada caso.

Las áreas de acero por corte en columnas no son comparadas, debido a la ausencia de detallado en los planos. Por otra parte, sólo 8 columnas, todas de sección circular, cumplen con la separación de estribos exigidas en la Norma 1753 (Ver Tablas IV.2.14, IV.2.15, IV.2.16 y IV.2.17), la cual establece en el artículo 18.3.4.4 que la separación de las

armaduras de refuerzo transversal en la dirección del eje del miembro, no debe ser mayor a 10 cm o a $\frac{1}{4}$ de la menor dimensión del miembro.

Las áreas de acero para cortes en vigas son arrojadas por el SAP2000® en unidades de área por unidades de longitud (cm^2/cm), por lo que se procedió a multiplicar este valor por las distancias entre los estribos indicados en los planos originales para cada elemento y de esta forma son presentadas en las tablas siguientes.

- **Escala de Colores**

	Áreas Obtenidas Cumplen con Ambas Combinaciones.
	Áreas Obtenidas Cumplen con Combinación Estática.
	Áreas Obtenidas No Cumplen con Combinación Estática ni Dinámica

V.3.5.1. Módulos I, III y IV

A continuación son presentadas las áreas de acero requeridas para las columnas de los módulos I, III y IV según el SAP2000®:

- **Acero Requerido en Columnas**

Tabla V.3.37 – Acero Requerido en Columnas Módulos I, III y IV (1).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm^2)		Acero Existente (cm^2)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
A4-N1	40x40	Tope	16,00	101,76	15,88	
		Medio	16,00	44,77		
		Base	16,00	83,32		
A1-N1	40x40	Tope	16,00	100,67	15,88	
		Medio	16,00	44,73		
		Base	16,00	82,54		
A2-N1	40x40	Tope	16,00	98,74	15,88	
		Medio	16,00	36,78		

		Base	16,00	84,82		
A3-N1	40x40	Tope	16,00	99,13	15,88	
		Medio	16,00	37,11		
		Base	16,00	83,50		
A4-N2	30x30	Tope	9,00	57,11	15,88	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	65,37		
A1-N2	30x30	Tope	9,00	58,17	15,88	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	64,02		
A3-N2	35x35	Tope	12,25	76,51	10,14	
		Medio	12,25	14,32		
		Base	12,25	93,02		
A2-N2	35x35	Tope	12,25	79,42	10,14	
		Medio	12,25	13,34		
		Base	12,25	92,55		
A4-N3	25x25	Tope	6,25	73,59	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	79,76		
A1-N3	25x25	Tope	6,25	71,77	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	76,32		
A3-N3	25x25	Tope	6,25	69,30	11,87	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,69		
A2-N3	25x25	Tope	6,25	70,20	11,87	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,67		
A3-T	25x25	Tope	6,25	80,42	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	85,62		
A2-T	25x25	Tope	6,25	80,62	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	85,33		
A1-T	25x25	Tope	6,25	83,00	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	86,11		
A4-T	25x25	Tope	6,25	80,69	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	89,22		

Tabla V.3.38 – Acero Requerido en Columnas Módulos I, III y IV (2).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
B4-N1	55x55	Tope	30,3	240,8	40,54	
		Medio	30,3	141,1		
		Base	30,3	126,6		
B1-N1	55x55	Tope	30,3	238,2	40,54	
		Medio	30,3	141,6		
		Base	30,3	125,3		
B2-N1	60x60	Tope	36,0	289,4	30,40	
		Medio	36,0	166,5		
		Base	36,0	130,9		
B3-N1	60x60	Tope	36,0	290,1	30,40	
		Medio	36,0	166,4		
		Base	36,0	131,8		
B4-N2	45x45	Tope	20,3	188,2	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	192,0		
B1-N2	45x45	Tope	20,3	185,0	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	190,4		
B2-N2	50x50	Tope	25,0	200,6	30,40	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	193,3		
B3-N2	50x50	Tope	25,0	200,7	30,40	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	193,4		
B1-N3	30x30	Tope	9,0	133,1	22,80	
		Medio	9,0	16,8		
		Base	9,0	134,0		
B4-N3	30x30	Tope	9,0	133,8	22,80	
		Medio	9,0	16,7		
		Base	9,0	134,2		
B2-N3	40x40	Tope	16,0	204,1	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	203,9		
B3-N3	40x40	Tope	16,0	202,6	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	204,7		
B3-T	25x25	Tope	6,3	91,4	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,6		
B2-T	25x25	Tope	6,3	89,8	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,3		
B1-T	25x25	Tope	6,3	93,9	7,92	
		Medio	6,3	6,3		

		Base	6,3	94,9		
B4-T	25x25	Tope	6,3	93,6	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	95,9		

Tabla V.3.39 – Acero Requerido en Columnas Módulos I, III y IV (3).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
C4-N1	55x55	Tope	30,3	238,8	40,54	
		Medio	30,3	137,5		
		Base	30,3	127,7		
C1-N1	55x55	Tope	30,3	236,8	40,54	
		Medio	30,3	137,8		
		Base	30,3	125,7		
C2-N1	60x60	Tope	36,0	287,1	30,4	
		Medio	36,0	163,6		
		Base	36,0	131,4		
C3-N1	60x60	Tope	36,0	288,1	30,4	
		Medio	36,0	163,5		
		Base	36,0	132,3		
C4-N2	45x45	Tope	20,3	181,8	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	193,4		
C1-N2	45x45	Tope	20,3	178,7	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	191,9		
C2-N2	50x50	Tope	25,0	200,1	30,4	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	200,6		
C3-N2	50x50	Tope	25,0	200,5	30,4	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	200,4		
C1-N3	30x30	Tope	9,0	131,8	22,8	
		Medio	9,0	15,9		
		Base	9,0	133,4		
C4-N3	30x30	Tope	9,0	132,6	22,8	
		Medio	9,0	15,9		
		Base	9,0	133,5		
C2-N3	40x40	Tope	16,0	203,0	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	204,0		
C3-N3	40x40	Tope	16,0	201,5	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	204,8		

C3-T	25x25	Tope	6,3	90,1	7,92	
		Medio	6,3	7,8		
		Base	6,3	92,6		
C2-T	25x25	Tope	6,3	88,5	9,92	
		Medio	6,3	7,8		
		Base	6,3	92,3		
C1-T	25x25	Tope	6,3	93,1	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	94,8		
C4-T	25x25	Tope	6,3	92,7	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	95,9		

Tabla V.3.40 – Acero Requerido en Columnas Módulos I, III y IV (4).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
D4-N1	40x40	Tope	16,0	104,5	15,88	
		Medio	16,0	35,2		
		Base	16,0	83,7		
D1-N1	40x40	Tope	16,0	63,3	15,88	
		Medio	16,0	9,0		
		Base	16,0	59,3		
D2-N1	40x40	Tope	16,0	64,2	15,88	
		Medio	16,0	9,0		
		Base	16,0	56,2		
D3-N1	40x40	Tope	16,0	88,7	15,88	
		Medio	16,0	15,8		
		Base	16,0	80,3		
D4-N2	40x40	Tope	9,0	90,6	15,88	
		Medio	9,0	15,0		
		Base	9,0	78,2		
D1-N2	40x40	Tope	9,0	76,8	15,88	
		Medio	9,0	6,3		
		Base	9,0	74,7		
D2-N2	35x35	Tope	12,3	75,2	10,14	
		Medio	12,3	6,3		
		Base	12,3	70,8		
D3-N2	35x35	Tope	12,3	72,1	10,14	
		Medio	12,3	6,3		
		Base	12,3	68,8		
D1-N3	25x25	Tope	6,3	73,2	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	68,4		
D4-N3	25x25	Tope	6,3	83,8	7,92	
		Medio	6,3	6,3		

		Base	6,3	80,9		
D2-N3	25x25	Tope	6,3	84,3	11,87	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	80,4		
D3-N3	25x25	Tope	6,3	87,0	11,87	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	81,0		
D3-T	25x25	Tope	6,3	84,8	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	84,5		
D2-T	25x25	Tope	6,3	89,8	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,3		
D1-T	25x25	Tope	6,3	93,9	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	94,9		
D4-T	25x25	Tope	6,3	93,6	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	95,9		

Según los resultados obtenidos, se puede observar que para la combinación “Dinámico”, todas las columnas requieren un área de acero superior al que es posible colocar en su sección (señaladas con negrilla). Además, se puede verificar que el 28% de las columnas no cumplen con ninguna de las dos combinaciones analizadas y que sólo una de ellas, ubicada en el último nivel, cumple con el área de acero requerida para dichas combinaciones.

- **Acero Requerido en Vigas**

Para el caso de áreas de acero longitudinal y transversal nulas o valor cero, o algún valor inferior al acero mínimo, es necesario colocar el área de acero mínimo requerido por la Norma Americana ACI-99, tal y como se indica en las tablas.

Tabla V.3.41 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico A. Módulos I, III y IV.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V15-N2	2-3	i	0,24	18,33	1,43	0,98	19,27	5,07	3,70	0,00	4,76	0,60	1,42
		m	0,24	4,46		2,29	6,74			0,00	4,28		
		j	0,24	18,34		0,96	19,26			0,00	4,76		
V15-N2	3-4	i	2,72	34,36	1,40	1,34	31,09	5,07	3,70	1,18	5,53	0,60	1,42
		m	0,67	8,08		1,83	8,08			0,00	4,30		
		j	2,52	31,90		1,25	28,87			1,18	5,50		
V15-N2	1-2	i	2,40	31,83	1,40	1,19	28,94	5,07	3,70	1,18	5,49	0,60	1,42
		m	0,68	8,09		1,86	8,09			0,00	4,31		
		j	2,78	34,39		1,37	31,06			1,18	5,54		
V15-N3	3-2	i	0,28	9,80	1,40	1,13	11,16	5,07	3,70	0,00	2,25	0,60	1,42
		m	0,28	3,31		2,45	4,61			0,00	1,78		
		j	0,28	9,82		1,11	11,15			0,00	2,25		
V15-N3	3-4	i	3,01	28,57	1,40	1,49	24,97	5,07	3,70	1,18	3,87	0,60	1,42
		m	0,74	6,47		1,66	6,47			0,00	2,64		
		j	2,58	23,30		1,27	20,20			1,18	3,81		
V15-N3	1-2	i	2,44	23,22	1,40	1,21	20,28	5,07	3,70	1,18	3,80	0,60	1,42
		m	0,74	6,47		1,72	6,47			0,00	2,65		
		j	3,04	28,59		1,50	24,95			1,18	3,88		
V15-N1	2-3	i	0,00	18,51	1,40	0,93	19,65	5,07	3,70	0,00	4,92	0,60	1,42
		m	0,23	4,63		2,25	6,85			0,00	4,45		
		j	0,23	18,52		2,24	19,64			0,00	4,92		
V15-N1	3-4	i	0,00	33,81	1,40	0,91	30,67	5,07	3,70	1,18	5,52	0,60	1,42
		m	0,64	7,92		1,41	7,92			0,00	4,29		
		j	0,64	32,23		0,64	29,34			1,18	5,49		
V15-N1	1-2	i	2,40	32,18	1,40	1,19	29,39	5,07	3,70	1,18	5,48	0,60	1,42
		m	0,66	7,93		1,52	7,93			0,00	4,30		
		j	0,66	33,84		0,66	30,64			1,18	5,53		
V1-T	2-3	i	2,67	5,09	1,43	1,32	5,42	3,57	3,70	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,08	1,72		0,92	2,95			0,00	1,18		
		j	0,08	5,07		0,93	5,45			0,00	1,18		
V1-T	3-4	i	0,00	18,43	1,43	0,33	15,52	3,57	3,70	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,51	3,81		0,51	3,81			0,00	1,18		
		j	0,51	11,96		0,51	10,80			0,00	1,18		
V1-T	1-2	i	0,89	11,92	1,43	0,44	10,84	3,57	3,70	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,51	3,81		0,61	3,81			0,00	1,18		
		j	0,69	18,45		0,51	15,50			0,00	1,19		

Tabla V.3.42 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico B. Módulos I, III y IV.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
			V4-N2	2-3	i	0,00	35,50	1,42		1,83	37,75	9,90	
		m	0,46	9,87	4,44	15,29	0,00		11,06				
		j	0,00	35,50	1,84	37,75	1,41		1,41				
V4-N2	1-2	i	4,44	60,69	1,42	2,68	54,16	9,90	4,43	1,41	6,78	1,42	1,42
		m	1,38	15,74		4,43	15,74			0,00	9,53		
		j	4,44	59,69		2,76	52,98			1,41	0,00		
V4-N2	3-4	i	4,44	59,61	1,42	2,69	53,05	9,90	4,43	1,41	6,78	1,42	1,42
		m	1,39	15,78		4,39	15,78			0,00	9,53		
		j	4,44	60,80		2,78	54,04			1,41	0,00		
V4-N3	2-3	i	0,00	25,86	1,42	2,06	28,39	9,90	4,43	0,00	8,32	1,42	1,42
		m	0,52	6,29		4,44	11,44			0,00	7,27		
		j	0,00	25,88		2,03	28,37			1,41	8,33		
V4-N3	1-2	i	1,50	42,94	1,42	2,79	36,13	9,90	4,43	0,00	7,93	1,42	1,42
		m	1,50	10,19		4,07	10,19			1,41	5,25		
		j	4,67	40,49		3,00	33,20			1,41	7,99		
V4-N3	3-4	i	4,53	40,45	1,42	2,97	33,23	9,90	4,43	0,00	7,97	1,42	1,42
		m	1,48	10,23		3,98	10,23			1,41	5,24		
		j	4,53	43,07		2,91	36,00			1,41	7,95		
V4-N1	2-3	i	0,00	29,03	1,42	1,76	31,18	9,90	4,43	0,00	9,51	1,42	1,42
		m	0,44	7,48		4,44	12,44			0,00	8,46		
		j	0,00	29,03		1,75	31,18			1,41	9,51		
V4-N1	1-2	i	4,44	51,84	1,42	2,69	45,28	9,90	4,43	0,00	10,43	1,42	1,42
		m	1,38	13,08		4,44	13,08			0,00	7,69		
		j	4,44	52,51		2,69	45,97			1,41	10,43		
V4-N1	3-4	i	4,44	52,46	1,42	2,64	46,03	9,90	4,43	0,00	10,41	1,42	1,42
		m	1,38	13,06		4,44	13,06			1,41	7,70		
		j	4,44	51,92		2,76	45,20			1,41	10,44		
V1-T	2-3	i	0,00	3,94	1,42	0,50	4,49	3,57	4,43	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,14	1,44		1,72	3,13			0,00	1,18		
		j	0,00	3,91		0,55	4,53			0,00	1,18		
V1-T	3-4	i	3,68	17,85	1,42	1,81	12,36	3,57	4,43	0,00	1,42	0,60	1,42
		m	0,90	3,70		1,23	3,70			0,00	1,18		
		j	1,90	10,93		0,94	8,67			0,00	1,18		
V1-T	1-2	i	1,92	10,88	1,42	0,91	8,72	3,57	4,43	1,18	1,18	0,60	1,42
		m	0,92	3,70		1,25	3,70			0,00	1,18		
		j	1,14	17,87		1,82	12,34			0,00	1,43		

Tabla V.3.43 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico C. Módulos I, III y IV.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V4-N2	2-3	i	0,00	35,04	1,42	1,83	37,26	9,90	4,43	1,41	8,96	1,42	1,42
		m	0,45	9,71		4,44	15,03			0,00	11,06		
		j	0,00	35,04		1,84	37,26			1,41	1,41		
V4-N2	1-2	i	4,44	59,95	1,42	2,68	53,50	9,90	4,43	1,41	6,78	1,42	1,42
		m	1,36	15,49		4,43	15,49			0,00	9,53		
		j	4,44	58,98		2,76	52,35			1,41	0,00		
V4-N2	3-4	i	4,44	58,90	1,42	2,69	52,42	9,90	4,43	1,41	6,78	1,42	1,42
		m	1,37	15,53		4,39	15,53			0,00	9,53		
		j	4,44	60,07		2,78	53,39			1,41	0,00		
V4-N3	2-4	i	0,00	25,45	1,42	2,06	27,94	9,90	4,43	0,00	8,32	1,42	1,42
		m	0,51	6,16		4,44	11,22			0,00	7,27		
		j	0,00	25,46		2,03	27,92			1,41	8,33		
V4-N3	1-2	i	4,44	42,30	1,42	2,79	35,58	9,90	4,43	0,00	7,93	1,42	1,42
		m	1,48	10,01		4,07	10,01			1,41	5,25		
		j	4,61	39,91		3,00	32,72			1,41	7,99		
V4-N3	3-4	i	4,56	39,87	1,42	2,97	32,75	9,90	4,43	0,00	7,97	1,42	1,42
		m	1,47	10,04		3,98	10,04			1,41	5,24		
		j	4,47	42,43		2,91	35,44			1,41	7,95		
V4-N1	2-3	i	0,00	28,72	1,42	1,76	30,85	9,90	4,43	0,00	9,51	1,42	1,42
		m	0,43	7,38		4,44	12,26			0,00	8,46		
		j	0,00	28,72		1,75	30,84			1,41	9,51		
V4-N1	1-2	i	4,44	51,31	1,42	2,69	44,83	9,90	4,43	0,00	10,43	1,42	1,42
		m	1,33	12,91		4,44	12,91			0,00	7,69		
		j	4,44	51,98		2,69	45,51			1,41	10,43		
V4-N1	3-4	i	4,44	51,92	1,42	2,64	45,57	9,90	4,43	0,00	10,41	1,42	1,42
		m	1,37	12,89		4,44	12,89			1,41	7,70		
		j	4,44	51,39		2,76	44,75			1,41	10,44		
V1-T	2-3	i	0,00	3,90	1,42	0,50	4,44	3,57	4,43	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,14	1,43		1,72	3,10			0,00	1,18		
		j	0,00	3,87		0,55	4,47			0,00	1,18		
V1-T	3-4	i	3,68	17,67	1,42	1,81	12,20	3,57	4,43	0,00	1,42	0,60	1,42
		m	0,90	3,70		1,23	3,70			0,00	1,18		
		j	1,90	10,79		0,94	8,56			0,00	1,18		
V1-T	1-2	i	1,83	10,74	1,42	0,91	8,60	3,57	4,43	1,18	1,18	0,60	1,42
		m	0,90	3,70		1,25	3,70			0,00	1,18		
		j	3,70	17,68		1,82	12,18			0,00	1,43		

Tabla V.3.44 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico D. Módulos I, III y IV.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V15-N2	2-3	i	0,24	18,42	1,43	0,98	19,27	5,07	3,70	0,00	4,76	0,60	1,42
		m	0,24	4,48		2,29	6,74			0,00	4,28		
		j	0,24	18,43		0,96	19,26			0,00	4,76		
V15-N2	3-4	i	2,72	34,53	1,40	1,34	31,09	5,07	3,70	1,18	5,53	0,60	1,42
		m	0,67	8,12		1,83	8,08			0,00	4,30		
		j	2,52	32,06		1,25	28,87			1,18	5,50		
V15-N2	1-2	i	2,40	31,99	1,40	1,19	28,94	5,07	3,70	1,18	5,49	0,60	1,42
		m	0,68	8,13		1,86	8,09			0,00	4,31		
		j	2,78	34,56		1,37	31,06			1,18	5,54		
V15-N3	3-2	i	0,28	9,85	1,40	1,13	11,16	5,07	3,70	0,00	2,25	0,60	1,42
		m	0,28	3,32		2,45	4,61			0,00	1,78		
		j	0,28	9,87		1,11	11,15			0,00	2,25		
V15-N3	3-4	i	3,01	28,71	1,40	1,49	24,97	5,07	3,70	1,18	3,87	0,60	1,42
		m	0,74	6,50		1,66	6,47			0,00	2,64		
		j	2,58	23,41		1,27	20,20			1,18	3,81		
V15-N3	1-2	i	2,44	23,33	1,40	1,21	20,28	5,07	3,70	1,18	3,80	0,60	1,42
		m	0,74	6,50		1,72	6,47			0,00	2,65		
		j	3,04	28,73		1,50	24,95			1,18	3,88		
V15-N1	2-3	i	0,00	18,61	1,40	0,93	19,65	5,07	3,70	0,00	4,92	0,60	1,42
		m	0,23	4,65		2,25	6,85			0,00	4,45		
		j	0,23	18,62		2,24	19,64			0,00	4,92		
V15-N1	3-4	i	0,00	33,98	1,40	0,91	30,67	5,07	3,70	1,18	5,52	0,60	1,42
		m	0,64	7,96		1,41	7,92			0,00	4,29		
		j	0,64	32,39		0,64	29,34			1,18	5,49		
V15-N1	1-2	i	2,40	32,34	1,40	1,19	29,39	5,07	3,70	1,18	5,48	0,60	1,42
		m	0,66	7,97		1,52	7,93			0,00	4,30		
		j	0,66	34,01		0,66	30,64			1,18	5,53		
V15-T	2-3	i	2,67	5,12	1,43	1,32	5,42	3,57	3,70	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,08	1,73		0,92	2,95			0,00	1,18		
		j	0,08	5,09		0,93	5,45			0,00	1,18		
V15-T	3-4	i	0,00	18,53	1,43	0,33	15,52	3,57	3,70	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,51	3,83		0,51	3,81			0,00	1,18		
		j	0,51	12,02		0,51	10,80			0,00	1,18		
V15-T	1-2	i	0,89	11,97	1,43	0,44	10,84	3,57	3,70	0,00	1,18	0,60	1,42
		m	0,51	3,83		0,61	3,81			0,00	1,18		
		j	0,69	18,54		0,51	15,50			0,00	1,19		

Debido a la simetría de los pórticos, las áreas de acero correspondientes para las vigas del pórtico 1 son iguales a las requeridas

por las del pórtico 4. La misma similitud existe entre las vigas de los pórticos 2 y 3. Por esta razón sólo se muestra una tabla de área de acero por cada caso:

Tabla V.3.45 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos 1 y 4. Módulos I, III y IV.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V6-N2	C-D	i	0,00	7,76	1,42	10,47	16,84	22,80	10,50	1,13	1,61	1,42	1,42
		m	10,47	27,14		6,19	14,18			1,13	2,84		
		j	0,00	1,65		11,95	15,37			1,13	2,40		
V6-N2	B-C	i	0,00	10,28	1,42	10,47	17,87	22,80	10,50	1,13	3,10	1,42	1,42
		m	10,47	33,20		5,41	20,99			1,13	3,58		
		j	0,00	10,17		10,47	17,91			1,13	3,13		
V6-N2	A-B	i	0,00	1,84	1,42	12,72	16,45	22,80	10,50	1,13	2,34	1,42	1,42
		m	5,56	19,10		2,75	13,55			1,13	2,02		
		j	0,00	7,34		10,47	17,28			1,13	1,55		
V6-N3	C-D	i	0,00	1,14	1,42	10,47	11,74	22,80	10,50	1,13	0,91	1,42	1,42
		m	10,47	19,42		6,44	10,47			1,13	2,07		
		j	0,00	2,46		12,15	16,30			1,13	1,61		
V6-N3	B-C	i	0,00	2,69	1,42	10,47	11,85	22,80	10,50	1,13	1,02	1,42	1,42
		m	10,47	19,61		5,74	10,47			1,13	1,52		
		j	0,00	2,66		10,47	11,95			1,13	1,05		
V6-N3	A-B	i	0,00	2,06	1,42	12,94	16,90	22,80	10,50	1,13	1,59	1,42	1,42
		m	5,74	18,18		2,84	12,50			1,13	1,36		
		j	0,00	0,84		10,47	12,28			1,13	0,89		
V6-N1	C-D	i	0,00	10,47	1,42	10,47	20,91	22,80	10,50	1,13	2,68	1,42	1,42
		m	10,47	34,79		5,84	21,48			1,13	3,87		
		j	0,00	3,86		11,53	16,74			1,13	3,44		
V6-N1	B-C	i	0,00	11,42	1,42	10,47	22,12	22,80	10,50	1,13	4,44	1,42	1,42
		m	10,31	42,16		5,06	29,45			1,13	4,91		
		j	0,00	11,30		10,47	22,10			1,13	4,46		
V6-N1	A-B	i	0,00	3,49	1,42	12,26	17,31	22,80	10,50	1,13	3,33	1,42	1,42
		m	5,91	24,38		2,93	18,18			1,13	3,03		
		j	0,00	10,47		10,47	21,24			1,13	2,57		
V2-T	B-C	i	6,84	10,46	1,42	3,51	6,71	20,27	6,81	0,94	0,00	0,60	1,42
		m	0,00	0,00		5,84	6,78			0,00	0,00		
		j	6,84	10,31		3,39	6,62			0,94	0,00		
V2-T	C-D	i	6,84	12,69	1,42	3,59	6,84	20,27	6,81	0,94	0,73	0,60	1,42
		m	0,00	0,00		6,84	6,84			0,00	0,02		
		j	1,72	14,11		0,85	12,18			0,94	0,34		
V2T	A-B	i	0,00	0,08	1,42	7,14	9,21	20,27	6,81	0,94	0,40	0,60	1,42
		m	1,84	14,18		0,91	12,12			0,94	0,32		
		j	0,00	0,00		6,84	6,84			0,00	0,00		

Tabla V.3.46 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos 2 y 3. Módulos I, III y IV.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V6-N2	C-D	i	0,00	7,76	1,42	10,47	16,84	22,80	10,50	1,13	1,61	1,42	1,42
		m	10,47	27,14		6,19	14,18			1,13	2,84		
		j	0,00	1,65		11,95	15,37			1,13	2,40		
V6-N2	B-C	i	0,00	10,28	1,42	10,47	17,87	22,80	10,50	1,13	3,10	1,42	1,42
		m	10,47	33,20		5,41	20,99			1,13	3,58		
		j	0,00	10,17		10,47	17,91			1,13	3,13		
V6-N2	A-B	i	0,00	1,84	1,42	12,72	16,45	22,80	10,50	1,13	2,34	1,42	1,42
		m	5,56	19,10		2,75	13,55			1,13	2,02		
		j	0,00	7,34		10,47	17,28			1,13	1,55		
V6-N3	C-D	i	0,00	1,14	1,42	10,47	11,74	22,80	10,50	1,13	0,91	1,42	1,42
		m	10,47	19,42		6,44	10,47			1,13	2,07		
		j	0,00	2,46		12,15	16,30			1,13	1,61		
V6-N3	B-C	i	0,00	2,69	1,42	10,47	11,85	22,80	10,50	1,13	1,02	1,42	1,42
		m	10,47	19,61		5,74	10,47			1,13	1,52		
		j	0,00	2,66		10,47	11,95			1,13	1,05		
V6-N3	A-B	i	0,00	2,06	1,42	12,94	16,90	22,80	10,50	1,13	1,59	1,42	1,42
		m	5,74	18,18		2,84	12,50			1,13	1,36		
		j	0,00	0,84		10,47	12,28			1,13	0,89		
V6-N1	C-D	i	0,00	10,47	1,42	10,47	20,91	22,80	10,50	1,13	2,68	1,42	1,42
		m	10,47	34,79		5,84	21,48			1,13	3,87		
		j	0,00	3,86		11,53	16,74			1,13	3,44		
V6-N1	B-C	i	0,00	11,42	1,42	10,47	22,12	22,80	10,50	1,13	4,44	1,42	1,42
		m	10,31	42,16		5,06	29,45			1,13	4,91		
		j	0,00	11,30		10,47	22,10			1,13	4,46		
V6-N1	A-B	i	0,00	3,49	1,42	12,26	17,31	22,80	10,50	1,13	3,33	1,42	1,42
		m	5,91	24,38		2,93	18,18			1,13	3,03		
		j	0,00	10,47		10,47	21,24			1,13	2,57		
V2-T	B-C	i	6,84	10,46	1,42	3,51	6,71	20,27	6,81	0,94	0,00	0,60	1,42
		m	0,00	0,00		5,84	6,78			0,00	0,00		
		j	6,84	10,31		3,39	6,62			0,94	0,00		
V2-T	C-D	i	6,84	12,69	1,42	3,59	6,84	20,27	6,81	0,94	0,73	0,60	1,42
		m	0,00	0,00		6,84	6,84			0,00	0,02		
		j	1,72	14,11		0,85	12,18			0,94	0,34		
V2-T	A-B	i	0,00	0,08	1,42	7,14	9,21	20,27	6,81	0,94	0,40	0,60	1,42
		m	1,84	14,18		0,91	12,12			0,94	0,32		
		j	0,00	0,00		6,84	6,84			0,00	0,00		

Es importante destacar, que según los resultados obtenidos, sólo las vigas del último nivel cumplen con las dos combinaciones evaluadas para las áreas de acero longitudinal inferior, debido a que estas vigas ubicadas

en dirección “x” no fueron asumidas como vigas de carga, por ser perpendiculares a la dirección de armado de las losas. El resto de las vigas sí requieren mayores áreas de acero según lo evaluado. Por otra parte, las vigas pertenecientes a los pórticos A y D no cumplen con el área de acero longitudinal y transversal mínimo requerido por norma, mientras que el resto de ellas sólo cumplen con el acero mínimo transversal.

V.3.5.2. Módulos II y V

A continuación se presentan en tablas y de forma detallada el área de acero requerido por cada elemento según el programa SAP2000®:

- **Acero Requerido en Columnas**

Tabla V.3.47 – Acero Requerido en Columnas Módulos II y V (1).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Longitudinal (cm ²)		Acero Existente(cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
1A-N1	35x35	Tope	12,25	92,35	7,92	
		Medio	12,25	35,84		
		Base	12,25	74,66		
1B-N1	35x35	Tope	12,25	81,44	11,40	
		Medio	12,25	12,25		
		Base	12,25	89,44		
1C-N1	35x35	Tope	12,25	82,61	20,26	
		Medio	12,25	24,31		
		Base	12,25	88,57		
1D-N1	35x35	Tope	12,25	100,54	20,26	
		Medio	12,25	43,89		
		Base	12,25	74,59		
1E-N1	ø40	Tope	12,56	118,58	17,10	
		Medio	12,56	48,34		
		Base	12,56	84,36		
1F-N1	35x35	Tope	12,25	100,54	20,26	
		Medio	12,25	43,89		
		Base	12,25	74,59		
1G-N1	35x35	Tope	12,25	82,61	20,26	
		Medio	12,25	24,31		

		Base	12,25	88,57		
1H-N1	35x35	Tope	12,25	81,44	11,40	
		Medio	12,25	12,25		
		Base	12,25	89,44		
1I-N1	35x35	Tope	12,25	92,35	7,92	
		Medio	12,25	35,84		
		Base	12,25	74,66		
1A-N2	25x25	Tope	6,25	43,62	7,92	
		Medio	6,25	22,53		
		Base	6,25	45,86		
1B-N2	30x30	Tope	9,00	76,16	15,83	
		Medio	9,00	49,36		
		Base	9,00	96,25		
1C-N2	30x30	Tope	9,00	77,65	15,83	
		Medio	9,00	60,84		
		Base	9,00	96,01		
1D-N2	30x30	Tope	9,00	84,94	15,83	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	84,87		
1E-N2	ø35	Tope	9,62	102,82	7,6	
		Medio	9,62	9,62		
		Base	9,62	103,73		
1F-N2	30x30	Tope	9,00	84,94	15,83	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	84,87		
1G-N2	30x30	Tope	9,00	77,65	15,83	
		Medio	9,00	60,84		
		Base	9,00	96,01		
1H-N2	30x30	Tope	9,00	76,16	15,83	
		Medio	9,00	49,36		
		Base	9,00	96,25		
1I-N2	25x25	Tope	6,25	43,62	7,92	
		Medio	6,25	22,53		
		Base	6,25	45,86		
1A-N3	25x25	Tope	6,25	52,91	7,92	
		Medio	6,25	10,61		
		Base	6,25	55,88		
1B-N3	25x25	Tope	6,25	64,94	7,92	
		Medio	6,25	41,59		
		Base	6,25	75,12		
1C-N3	25x25	Tope	6,25	66,00	7,92	
		Medio	6,25	41,15		
		Base	6,25	75,07		
1D-N3	25x25	Tope	6,25	73,98	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,16		
1E-N3	ø30	Tope	7,06	89,89	7,92	
		Medio	7,06	7,07		

		Base	7,06	89,96		
1F-N3	25x25	Tope	6,25	73,98	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,16		
1G-N3	25x25	Tope	6,25	66,00	7,92	
		Medio	6,25	41,15		
		Base	6,25	75,07		
1H-N3	25x25	Tope	6,25	64,94	7,92	
		Medio	6,25	41,59		
		Base	6,25	75,12		
1I-N3	25x25	Tope	6,25	52,91	7,92	
		Medio	6,25	10,61		
		Base	6,25	55,88		
1A-T	25x25	Tope	6,25	62,47	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	68,05		
1B-T	25x25	Tope	6,25	63,39	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	67,05		
1C-T	25x25	Tope	6,25	65,21	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	66,33		
1D-T	25x25	Tope	6,25	73,09	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	72,79		
1E-T	ø30	Tope	7,06	88,69	7,92	
		Medio	7,06	7,07		
		Base	7,06	88,98		
1F-T	25x25	Tope	6,25	73,09	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	72,79		
1G-T	25x25	Tope	6,25	65,21	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	66,33		
1H-T	25x25	Tope	6,25	63,39	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	67,05		
1I-T	25x25	Tope	6,25	62,47	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	68,05		

Tabla V.3.48 – Acero Requerido en Columnas Módulos II y V (2).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Longitudinal (cm ²)		Acero Existente(cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
2A-N1	35x35	Tope	12,25	88,94	11,4	
		Medio	12,25	24,52		
		Base	12,25	75,80		
2C-N1	ø63	Tope	31,17	339,89	40,53	
		Medio	31,17	168,64		
		Base	31,17	202,40		
2E-N1	ø63	Tope	31,17	343,94	22,8	
		Medio	31,17	169,67		
		Base	31,17	220,57		
2G-N1	ø63	Tope	31,17	339,89	40,53	
		Medio	31,17	168,64		
		Base	31,17	202,40		
2I-N1	35x35	Tope	12,25	88,94	11,4	
		Medio	12,25	24,52		
		Base	12,25	75,80		
2A-N2	30x30	Tope	9,00	63,02	11,4	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	68,51		
2C-N2	ø50	Tope	19,63	189,79	22,8	
		Medio	19,63	19,64		
		Base	19,63	196,23		
2E-N2	ø50	Tope	19,63	195,39	22,8	
		Medio	19,63	19,64		
		Base	19,63	204,83		
2G-N2	ø50	Tope	19,63	189,79	22,8	
		Medio	19,63	19,64		
		Base	19,63	196,23		
2I-N2	30x30	Tope	9,00	63,02	11,4	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	68,51		
2A-N3	25x25	Tope	6,25	58,92	7,91	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	63,15		
2C-N3	ø40	Tope	12,56	165,05	22,8	
		Medio	12,56	12,57		
		Base	12,56	165,99		
2E-N3	ø40	Tope	12,56	162,82	22	
		Medio	12,56	12,57		
		Base	12,56	164,97		
2G-N3	ø40	Tope	12,56	165,05	22,8	
		Medio	12,56	12,57		
		Base	12,56	165,99		

2I-N3	25x25	Tope	6,25	58,92	7,91	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	63,15		
2A-T	25x25	Tope	6,25	73,62	7,91	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	79,32		
2C-T	ø30	Tope	7,06	92,27	15,83	
		Medio	7,06	7,07		
		Base	7,06	95,71		
2E-T	ø30	Tope	7,06	90,64	11,87	
		Medio	7,06	7,07		
		Base	7,06	94,54		
2G-T	ø30	Tope	7,06	92,27	15,83	
		Medio	7,06	7,07		
		Base	7,06	95,71		
2I-T	25x25	Tope	6,25	73,62	7,91	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	79,32		

Tabla V.3.49 – Acero Requerido en Columnas Módulos II y V (3).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Longitudinal (cm ²)		Acero Existente(cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
3A-N1	35x35	Tope	12,25	90,63	11,4	
		Medio	12,25	29,63		
		Base	12,25	79,31		
3C-N1	ø63	Tope	31,17	315,45	40,53	
		Medio	31,17	182,38		
		Base	31,17	179,84		
3E-N1	ø63	Tope	31,17	337,07	40,53	
		Medio	31,17	182,96		
		Base	31,17	186,11		
3G-N1	ø63	Tope	31,17	315,45	40,53	
		Medio	31,17	182,38		
		Base	31,17	179,84		
3I-N1	35x35	Tope	12,25	90,63	11,4	
		Medio	12,25	29,63		
		Base	12,25	79,31		
3A-N2	30x30	Tope	9,00	64,33	15,83	
		Medio	9,00	14,45		
		Base	9,00	71,47		
3C-N2	55x55	Tope	30,25	235,91	22,8	
		Medio	30,25	30,25		
		Base	30,25	222,11		

3E-N2	55x55	Tope	30,25	261,79	22,8	
		Medio	30,25	30,25		
		Base	30,25	256,33		
3G-N2	55x55	Tope	30,25	235,91	22,8	
		Medio	30,25	30,25		
		Base	30,25	222,11		
3I-N2	30x30	Tope	9,00	64,33	15,83	
		Medio	9,00	14,45		
		Base	9,00	71,47		
3A-N3	25x25	Tope	6,25	61,86	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	65,48		
3C-N3	45x45	Tope	20,25	227,29	17,1	
		Medio	20,25	20,59		
		Base	20,25	232,86		
3E-N3	45x45	Tope	20,25	230,09	22,8	
		Medio	20,25	20,25		
		Base	20,25	233,18		
3G-N3	45x45	Tope	20,25	227,29	17,1	
		Medio	20,25	20,59		
		Base	20,25	232,86		
3I-N3	25x25	Tope	6,25	61,86	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	65,48		
3A-T	25x25	Tope	6,25	77,68	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	83,27		
3C-T	25x25	Tope	6,25	77,45	7,92	
		Medio	6,25	8,95		
		Base	6,25	82,65		
3E-T	35x35	Tope	12,25	145,54	7,92	
		Medio	12,25	17,79		
		Base	12,25	148,87		
3G-T	25x25	Tope	6,25	77,45	7,92	
		Medio	6,25	8,95		
		Base	6,25	82,65		
3I-T	25x25	Tope	6,25	77,68	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	83,27		

Tabla V.3.50 – Acero Requerido en Columnas Módulos II y V (4)

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Longitudinal (cm ²)		Acero Existente(cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
4A-N1	35x35	Tope	12,25	90,18	20,26	
		Medio	12,25	38,78		
		Base	12,25	78,04		
4C-N1	ø63	Tope	31,17	334,13	28,5	
		Medio	31,17	189,20		
		Base	31,17	187,14		
4E-N1	ø63	Tope	31,17	346,78	22,8	
		Medio	31,17	203,63		
		Base	31,17	225,43		
4G-N1	ø63	Tope	31,17	334,13	28,5	
		Medio	31,17	189,20		
		Base	31,17	187,14		
4I-N1	35x35	Tope	12,25	90,18	20,26	
		Medio	12,25	38,78		
		Base	12,25	78,04		
4A-N2	30x30	Tope	9,00	61,99	11,4	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	67,43		
4C-N2	50x50	Tope	25,00	203,78	22,8	
		Medio	25,00	27,46		
		Base	25,00	211,70		
4E-N2	45x45	Tope	20,25	183,16	22,8	
		Medio	20,25	27,23		
		Base	20,25	195,08		
4G-N2	50x50	Tope	25,00	203,78	22,8	
		Medio	25,00	27,46		
		Base	25,00	211,70		
4I-N2	30x30	Tope	9,00	61,99	11,4	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	67,43		
4A-N3	25x25	Tope	6,25	64,22	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	66,22		
4C-N3	35x35	Tope	12,25	154,57	30,4	
		Medio	12,25	19,61		
		Base	12,25	154,61		
4E-N3	35x35	Tope	12,25	155,00	15,83	
		Medio	12,25	19,64		
		Base	12,25	156,44		
4G-N3	35x35	Tope	12,25	154,57	30,4	
		Medio	12,25	19,61		
		Base	12,25	154,61		

4I-N3	25x25	Tope	6,25	64,22	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	66,22		
4A-T	25x25	Tope	6,25	79,34	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	83,21		
4C-T	25x25	Tope	6,25	85,40	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	87,20		
4E-T	25x25	Tope	6,25	84,56	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	87,28		
4G-T	25x25	Tope	6,25	85,40	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	87,20		
4I-T	25x25	Tope	6,25	79,34	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	83,21		

De igual forma, se puede observar que para la combinación “Dinámico”, todas las columnas requieren un área de acero superior al que es posible colocar en su sección (señaladas con negrilla). Si se compara el área de acero existente con las dos combinaciones planteadas se observa que 21 columnas evaluadas no cumplen con ambos modos, mientras que el resto de ellas cumplen con el área de acero requerido por cargas verticales.

- **Acero Requerido en Vigas**

De igual forma, son presentadas las áreas de acero longitudinales y transversales requeridas por las vigas pertenecientes a cada pórtico, tanto en dirección “x” como en dirección “y”. Las tablas correspondientes a los pórticos B y D presentan el acero detallado para una viga tipo para los distintos niveles y otra para el nivel Techo. Esta simplificación fue dada debido a que las áreas de acero requeridas no presentaban diferencias significativas entre sí, llegando en muchos casos, a arrojar valores iguales para dichas vigas. Las áreas de acero para los pórticos A, B, C y D

son las mismas a las requeridas por los pórticos I, H, G y F respectivamente debido a la simetría del edificio en el eje “y”. Para el caso de áreas de acero longitudinal y transversal nulas o valor cero, o algún valor inferior al acero mínimo, es necesario colocar el área de acero mínimo requerido por la Norma utilizada.

Tabla V.3.51 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 1. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V8-N1	A-B	i	0,91	20,34	1,42	0,45	19,42	16,62	11,9	0,00	3,02	1,42	1,42
		m	0,36	7,73		0,70	8,88			0,00			
		j	0,36	23,61		1,43	25,12			0,00			
V8-N1	B-C	i	0,30	13,39	1,42	2,36	13,69	16,62	11,9	0,00	1,12	1,42	1,42
		m	0,30	4,38		2,92	5,07			0,00			
		j	1,20	13,41		0,60	12,27			0,00			
V8-N1	C-D	i	0,14	25,12	1,42	0,07	24,95	16,62	11,9	0,00	2,54	1,42	1,42
		m	0,26	7,73		0,26	7,73			0,00			
		j	1,06	17,03		0,53	15,95			0,00			
V8-N1	D-E	i	0,67	12,10	1,42	0,38	11,87	16,62	11,9	0,00	0,51	1,42	1,42
		m	0,19	4,13		0,19	4,13			0,00			
		j	0,63	12,87		0,31	12,24			0,00			
V8-N1	E-F	i	0,63	12,10	1,42	0,31	11,87	16,62	11,9	0,00	0,51	1,42	1,42
		m	0,19	4,13		0,19	4,13			0,00			
		j	0,77	12,87		0,38	12,24			0,00			
V8-N1	F-G	i	1,06	25,12	1,42	0,53	24,95	16,62	11,9	0,00	2,54	1,42	1,42
		m	0,26	7,73		0,26	7,73			0,00			
		j	0,14	17,03		0,07	15,95			0,00			
V8-N1	G-H	i	1,20	13,39	1,42	0,60	13,69	16,62	11,9	0,00	1,12	1,42	1,42
		m	0,30	4,38		2,92	5,07			0,00			
		j	0,30	13,41		2,36	12,27			0,00			
V8-N1	H-I	i	0,36	20,34	1,42	1,43	19,42	16,62	11,9	0,00	3,02	1,42	1,42
		m	0,36	7,73		0,70	8,88			0,00			
		j	0,90	23,61		0,45	25,12			0,00			
V8-N2	A-B	i	1,14	15,52	1,42	0,57	14,43	16,62	11,9	0,00	1,88	1,42	1,42
		m	0,56	6,66		0,92	8,61			0,00			
		j	0,56	19,12		2,04	21,31			0,00			
V8-N2	B-C	i	0,23	11,65	1,42	3,04	11,87	16,62	11,9	0,00	0,00	1,42	1,42
		m	0,23	3,10		3,56	3,10			0,00			
		j	0,82	9,13		0,41	8,15			0,00			
V8-N2	C-D	i	0,39	23,97	1,42	0,64	24,55	16,62	11,9	0,00	2,13	1,42	1,42
		m	0,39	7,57		0,39	7,57			0,00			
		j	1,56	14,68		0,78	13,16			0,00			

V8-N2	D-E	i	0,92	11,87	1,42	0,46	11,87	16,62	11,9	0,00	0,41	1,42	1,42
		m	0,29	3,63		0,28	3,63			0,00			
		j	1,14	11,87		0,57	11,87			0,00			
V8-N2	E-F	i	1,14	11,87	1,42	0,57	11,87	16,62	11,9	0,00	0,41	1,42	1,42
		m	0,29	3,63		0,28	3,63			0,00			
		j	0,92	11,87		0,46	11,87			0,00			
V8-N2	F-G	i	1,56	23,97	1,42	0,78	24,55	16,62	11,9	0,00	2,13	1,42	1,42
		m	0,39	7,57		0,39	7,57			0,00			
		j	0,39	14,68		0,64	13,16			0,00			
V8-N2	G-H	i	0,82	11,65	1,42	3,04	11,87	16,62	11,9	0,00	0,00	1,42	1,42
		m	0,23	3,10		3,56	3,10			0,00			
		j	0,23	9,13		0,41	8,15			0,00			
V8-N2	H-I	i	1,14	15,52	1,42	0,57	14,43	16,62	11,9	0,00	1,88	1,42	1,42
		m	0,56	6,66		0,92	8,61			0,00			
		j	0,56	19,12		2,04	21,31			0,00			
V8-N3	A-B	i	1,54	15,91	1,42	0,76	14,41	16,62	11,9	0,00	1,23	1,42	1,42
		m	0,80	5,05		1,07	5,05			0,00			
		j	0,80	12,59		2,75	15,61			0,00			
V8-N3	B-C	i	0,43	8,50	1,42	3,80	10,54	16,62	11,9	0,00	0,00	1,42	1,42
		m	0,43	2,57		4,61	4,23			0,00			
		j	0,69	5,43		0,35	4,62			0,00			
V8-N3	C-D	i	0,42	17,34	1,42	1,01	18,32	16,62	11,9	0,00	0,94	1,42	1,42
		m	0,42	5,77		0,72	5,77			0,00			
		j	1,68	11,87		0,84	11,87			0,00			
V8-N3	D-E	i	0,71	11,87	1,42	0,35	11,87	16,62	11,9	0,00	1,28	1,42	1,42
		m	0,47	3,55		0,47	3,55			0,00			
		j	1,80	11,87		0,93	11,87			0,00			
V8-N3	E-F	i	1,88	11,87	1,42	0,94	11,87	16,62	11,9	0,00	1,28	1,42	1,42
		m	0,47	3,55		0,47	3,55			0,00			
		j	0,71	11,87		0,35	11,87			0,00			
V8-N3	F-G	i	1,68	17,34	1,42	0,84	18,32	16,62	11,9	0,00	0,94	1,42	1,42
		m	0,42	5,77		0,42	5,77			0,00			
		j	0,42	11,87		1,01	11,87			0,00			
V8-N3	G-H	i	0,69	8,50	1,42	0,35	10,54	16,62	11,9	0,00	0,00	1,42	1,42
		m	0,43	2,57		4,12	4,23			0,00			
		j	0,43	5,43		3,80	4,62			0,00			
V8-N3	H-I	i	0,80	15,91	1,42	2,75	14,41	16,62	11,9	0,00	1,23	1,42	1,42
		m	0,80	5,05		1,08	5,05			0,00			
		j	1,54	12,59		0,77	15,61			0,00			
V11-T	A-B	i	1,41	10,79	3,95	0,70	9,10	3,95	11,9	0,00	0,59	1,26	1,42
		m	0,94	2,63		1,21	2,63			0,00			
		j	0,94	4,57		3,12	8,96			0,00			
V11-T	B-C	i	0,75	3,86	3,95	2,92	7,33	3,95	11,9	0,00	0,32	1,26	1,42
		m	0,75	1,80		2,65	4,10			0,00			
		j	0,75	3,23		1,56	3,98			0,00			
V11-T	C-D	i	0,50	11,45	3,95	1,68	11,87	3,95	11,9	0,00	0,50	1,26	1,42
		m	0,50	3,34		0,50	3,34			0,00			
		j	1,53	6,86		0,76	5,04			0,00			

V11-T	D-E	i	0,50	8,72	3,95	0,50	8,29	3,95	11,9	0,00	1,60	1,26	1,42
		m	0,77	2,23		0,50	2,23			0,00			
		j	2,02	9,09		1,01	6,61			0,00			
V11-T	E-F	i	2,02	8,72	3,95	1,01	8,29	3,95	11,9	0,00	1,60	1,26	1,42
		m	0,77	2,23		0,50	2,23			0,00			
		j	0,34	9,09		0,17	6,61			0,00			
V11-T	F-G	i	1,53	11,45	3,95	0,76	11,87	3,95	11,9	0,00	0,50	1,26	1,42
		m	0,50	3,34		0,50	3,34			0,00			
		j	0,50	6,86		1,68	5,04			0,00			
V11-T	G-H	i	0,75	3,86	3,95	1,56	7,33	3,95	11,9	0,00	0,32	1,26	1,42
		m	0,75	1,80		2,20	4,10			0,00			
		j	0,75	3,23		2,92	3,98			0,00			
V11-T	H-I	i	0,94	10,79	3,95	3,12	9,10	3,95	11,9	0,00	0,59	1,26	1,42
		m	0,94	2,63		1,21	2,63			0,00			
		j	1,41	4,57		0,70	8,96			0,00			

Tabla V.3.52 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 2. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V10-N1	A-C	i	4,49	24,37	1,42	2,23	19,77	14,25	11,9	0,06	1,82	1,42	1,42
		m	3,91	11,87		10,78	22,56			0,06			
		j	11,87	40,86		6,03	26,98			0,06			
V10-N1	C-E	i	10,49	52,70	1,42	5,16	39,07	14,25	11,9	0,06	3,57	1,42	1,42
		m	2,71	11,87		7,42	11,87			0,06			
		j	9,43	49,32		4,65	37,37			0,06			
V10-N1	E-G	i	10,49	52,70	1,42	5,16	39,07	14,25	11,9	0,06	3,57	1,42	1,42
		m	2,71	11,87		7,42	11,87			0,06			
		j	9,43	49,32		4,65	37,37			0,06			
V10-N1	G-I	i	11,87	24,37	1,42	2,23	19,77	14,25	11,9	0,06	1,82	1,42	1,42
		m	3,09	11,87		10,78	22,56			0,06			
		j	4,49	40,86		6,03	26,98			0,06			
V10-N2	A-C	i	4,37	18,84	1,42	2,17	14,59	14,25	11,9	0,06	1,02	1,42	1,42
		m	3,17	7,97		10,54	17,81			0,06			
		j	11,87	30,16		6,29	17,11			0,06			
V10-N2	C-E	i	11,18	37,94	1,42	5,50	25,54	14,25	11,9	0,06	2,21	1,42	1,42
		m	2,77	10,44		7,30	10,44			0,06			
		j	10,18	35,16		5,01	24,06			0,06			
V10-N2	E-G	i	11,18	37,94	1,42	5,50	25,54	14,25	11,9	0,06	2,21	1,42	1,42
		m	2,77	10,44		7,30	10,44			0,06			
		j	10,18	35,16		5,01	24,06			0,06			
V10-N2	G-I	i	4,37	18,84	1,42	2,17	14,59	14,25	11,9	0,06	1,02	1,42	1,42
		m	3,17	7,97		10,54	17,81			0,06			
		j	11,87	30,16		6,29	17,11			0,06			

V10-N3	A-C	i	4,31	15,82	1,42	2,14	11,87	14,25	11,9	0,06	0,36	1,42	1,42
		m	3,26	1,25		10,86	12,58			0,06			
		j	11,87	21,25		6,42	11,87			0,06			
V10-N3	C-E	i	11,72	24,10	1,42	5,76	12,69	14,25	11,9	0,06	0,88	1,42	1,42
		m	2,66	2,08		7,68	11,87			0,06			
		j	10,77	22,40		5,30	11,97			0,06			
V10-N3	E-G	i	11,72	24,10	1,42	5,76	12,69	14,25	11,9	0,06	0,88	1,42	1,42
		m	2,66	2,08		7,68	11,87			0,06			
		j	10,77	22,40		5,30	11,97			0,06			
V10-N3	G-I	i	4,31	15,82	1,42	2,14	11,87	14,25	11,9	0,06	0,36	1,42	1,42
		m	3,26	1,25		10,86	12,58			0,06			
		j	11,87	21,25		6,42	11,87			0,06			
V3-T	A-C	i	2,89	9,51	1,42	1,44	6,84	11,4	11,9	0,05	0,22	1,26	1,42
		m	1,97	3,10		5,87	6,84			0,05			
		j	6,73	9,80		3,31	6,30			0,05			
V3-T	C-E	i	5,79	8,87	1,42	2,85	5,73	11,4	11,9	0,05	0,00	1,26	1,42
		m	1,45	0,65		3,96	6,84			0,00			
		j	5,93	8,84		2,92	5,71			0,05			
V3-T	E-G	i	5,79	8,87	1,42	2,85	5,73	11,4	11,9	0,05	0,00	1,26	1,42
		m	1,45	0,65		3,96	6,84			0,00			
		j	5,93	8,84		2,92	5,71			0,05			
V3-T	G-I	i	2,89	9,51	1,42	1,44	6,84	11,4	11,9	0,05	0,22	1,26	1,42
		m	1,97	3,10		5,87	6,84			0,05			
		j	6,73	9,80		3,31	6,30			0,05			

Tabla V.3.53 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 3. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V9-N1	A-C	i	3,98	2,56	1,42	10,94	11,87	25,33	11,9	0,06	2,96	1,42	1,42
		m	4,52	26,07		2,25	21,37			0,06			
		j	2,96	14,55		11,87	27,21			0,06			
V9-N1	C-E	i	2,84	15,30	1,42	7,75	26,83	25,33	11,9	0,06	5,75	1,42	1,42
		m	10,54	41,59		5,19	35,58			0,06			
		j	2,90	13,23		7,81	24,79			0,06			
V9-N1	E-G	i	2,84	15,30	1,42	7,75	26,83	25,33	11,9	0,06	5,75	1,42	1,42
		m	10,54	41,59		5,19	35,58			0,06			
		j	2,90	13,23		7,81	24,79			0,06			
V9-N1	G-I	i	3,98	2,56	1,42	10,94	11,87	25,33	11,9	0,06	2,96	1,42	1,42
		m	4,52	26,07		2,25	21,37			0,06			
		j	2,96	14,55		11,87	27,21			0,06			
V9-N2	A-C	i	4,05	11,87	1,42	11,00	13,62	25,33	11,9	0,06	3,63	1,42	1,42
		m	4,20	54,80		2,09	37,18			0,06			
		j	3,13	16,12		10,40	28,92			0,06			

V9-N2	C-E	i	2,83	17,58	1,42	7,65	29,35	25,33	11,9	0,06	6,37	1,42	1,42
		m	11,11	67,23		5,46	58,24			0,06			
		j	2,90	14,19		7,71	25,84			0,06			
V9-N2	E-G	i	2,83	17,58	1,42	7,65	29,35	25,33	11,9	0,06	6,37	1,42	1,42
		m	11,11	67,23		5,46	58,24			0,06			
		j	2,90	14,19		7,71	25,84			0,06			
V9-N2	G-I	i	4,05	11,87	1,42	11,00	13,62	25,33	11,9	0,06	3,63	1,42	1,42
		m	4,20	54,80		2,09	37,18			0,06			
		j	3,13	16,12		10,40	28,92			0,06			
V9-N3	A-C	i	4,12	9,91	1,42	11,16	11,76	25,33	11,9	0,06	1,48	1,42	1,42
		m	4,07	18,29		2,02	14,33			0,06			
		j	3,18	8,46		10,63	18,22			0,06			
V9-N3	C-E	i	2,75	11,87	1,42	8,02	11,87	25,33	11,9	0,06	3,98	1,42	1,42
		m	11,87	48,00		6,05	33,01			0,06			
		j	3,00	11,87		8,23	21,02			0,06			
V9-N3	E-G	i	2,75	11,87	1,42	8,02	11,87	25,33	11,9	0,06	3,98	1,42	1,42
		m	11,87	48,00		6,05	33,01			0,06			
		j	3,00	11,87		8,23	21,02			0,06			
V9-N3	G-I	i	4,12	9,91	1,42	11,16	11,76	25,33	11,9	0,06	1,48	1,42	1,42
		m	4,07	18,29		2,02	14,33			0,06			
		j	3,18	8,46		10,63	18,22			0,06			
V3-T	A-C	i	2,10	3,04	1,42	6,18	6,84	11,4	11,9	0,05	0,36	1,26	1,42
		m	6,84	8,74		3,70	5,64			0,05			
		j	1,58	0,00		5,17	6,27			0,00			
V3-T	C-E	i	1,50	5,54	1,42	4,12	5,54	11,4	11,9	0,05	0,82	1,26	1,42
		m	6,44	12,02		3,17	6,84			0,05			
		j	1,57	6,84		4,08	11,15			0,05			
V3-T	E-G	i	1,50	5,54	1,42	4,12	5,54	11,4	11,9	0,05	0,82	1,26	1,42
		m	6,44	12,02		3,17	6,84			0,05			
		j	1,57	6,84		4,08	11,15			0,05			
V3-T	G-I	i	2,10	3,04	1,42	6,18	6,84	11,4	11,9	0,05	0,36	1,26	1,42
		m	6,84	8,74		3,70	5,64			0,05			
		j	1,58	0,00		5,17	6,27			0,00			

Tabla V.3.54 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico 4. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V8-N1	A-C	i	4,18	24,81	1,42	2,08	20,48	16,62	11,9	0,06	4,04	1,42	1,42
		m	2,90	31,50		9,59	25,18			0,00			
		j	11,73	45,72		5,76	31,65			0,06			
V8-N1	C-E	i	9,90	57,91	1,42	4,87	44,97	16,62	11,9	0,06	5,51	1,42	1,42
		m	2,70	11,87		7,29	11,87			0,06			
		j	9,21	51,31		4,54	39,26			0,06			

V8-N1	E-G	i	9,90	57,91	1,42	4,87	44,97	16,62	11,9	0,06	5,51	1,42	1,42
		m	2,70	11,87		7,29	11,87			0,06			
		j	9,21	51,31		4,54	39,26			0,06			
V8-N1	G-I	i	4,18	24,81	1,42	2,08	20,48	16,62	11,9	0,06	4,04	1,42	1,42
		m	2,90	31,50		9,59	25,18			0,00			
		j	11,73	45,72		5,76	31,65			0,06			
V8-N2	A-C	i	3,95	19,75	1,42	1,96	15,84	16,62	11,9	0,06	2,76	1,42	1,42
		m	2,90	10,97		9,66	11,87			0,00			
		j	11,87	37,22		6,24	23,28			0,06			
V8-N2	C-E	i	11,03	46,46	1,42	5,43	33,00	16,62	11,9	0,06	3,73	1,42	1,42
		m	2,59	11,24		7,62	11,87			0,06			
		j	9,70	38,29		4,78	27,27			0,06			
V8-N2	E-G	i	11,03	46,46	1,42	5,43	33,00	16,62	11,9	0,06	3,73	1,42	1,42
		m	2,59	11,24		7,62	11,87			0,06			
		j	9,70	38,29		4,78	27,27			0,06			
V8-N2	G-I	i	3,95	19,75	1,42	1,96	15,84	16,62	11,9	0,06	2,76	1,42	1,42
		m	2,90	10,97		9,66	11,87			0,00			
		j	11,87	37,22		6,24	23,28			0,06			
V8-N3	A-C	i	4,01	16,86	1,42	1,99	12,98	16,62	11,9	0,06	1,48	1,42	1,42
		m	3,80	6,88		11,24	11,87			0,06			
		j	11,87	22,13		6,46	11,87			0,06			
V8-N3	C-E	i	11,87	24,64	1,42	5,83	12,93	16,62	11,9	0,06	1,23	1,42	1,42
		m	2,89	7,07		7,68	10,22			0,06			
		j	10,35	22,80		5,10	12,62			0,06			
V8-N3	E-G	i	11,87	24,64	1,42	5,83	12,93	16,62	11,9	0,06	1,23	1,42	1,42
		m	2,89	7,07		7,68	10,22			0,06			
		j	10,35	22,80		5,10	12,62			0,06			
V8-N3	G-I	i	4,01	16,86	1,42	1,99	12,98	16,62	11,9	0,06	1,48	1,42	1,42
		m	3,80	6,88		11,24	11,87			0,06			
		j	11,87	22,13		6,46	11,87			0,06			
V3-T	A-C	i	1,52	12,26	1,42	0,76	10,61	11,4	11,9	0,05	0,00	1,26	1,42
		m	1,76	3,82		6,01	6,84			0,00			
		j	6,84	11,43		3,51	6,84			0,05			
V3-T	C-E	i	6,75	9,75	1,42	3,32	6,27	11,4	11,9	0,05	0,00	1,26	1,42
		m	1,64	3,06		3,94	4,34			0,05			
		j	5,78	9,66		2,84	6,22			0,05			
V3-T	E-G	i	6,75	9,75	1,42	3,32	6,27	11,4	11,9	0,05	0,00	1,26	1,42
		m	1,64	3,06		3,94	4,34			0,05			
		j	5,78	9,66		2,84	6,22			0,05			
V3-T	G-I	i	1,52	12,26	1,42	0,76	10,61	11,4	11,9	0,05	0,00	1,26	1,42
		m	1,76	3,82		6,01	6,84			0,00			
		j	6,84	11,43		3,51	6,84			0,05			

Tabla V.3.55 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos A e I. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V16-N1	1-2	i	0,65	29,63	1,42	0,65	27,07	5,06	3,69	0,00	4,14	0,63	1,42
		m	0,65	7,96		1,70	7,96			0,00			
		j	2,65	33,93		1,31	30,76			0,05			
V16-N1	2-3	i	0,25	15,56	1,42	1,97	16,84	5,06	3,69	0,00	3,18	0,63	1,42
		m	0,25	3,70		2,35	3,70			0,00			
		j	0,25	15,17		2,02	16,59			0,00			
V16-N1	3-4	i	0,65	29,63	1,42	0,65	27,07	5,06	3,69	0,00	4,14	0,63	1,42
		m	0,65	7,96		1,70	7,96			0,00			
		j	2,65	33,93		1,31	30,76			0,05			
V16-N2	1-2	i	0,68	26,87	1,42	0,68	24,33	5,06	3,69	0,00	3,69	0,63	1,42
		m	0,68	7,47		1,74	7,47			0,00			
		j	2,78	32,19		1,37	28,87			0,00			
V16-N2	2-3	i	0,25	13,71	1,42	2,02	15,00	5,06	3,69	0,00	2,92	0,63	1,42
		m	0,25	5,15		2,40	7,22			0,00			
		j	0,25	12,88		2,06	14,22			0,00			
V16-N2	3-4	i	0,68	26,87	1,42	0,68	24,33	5,06	3,69	0,00	3,69	0,63	1,42
		m	0,68	7,47		1,74	7,47			0,00			
		j	2,78	32,19		1,37	28,87			0,00			
V16-N3	1-2	i	0,72	20,65	1,42	0,72	18,78	5,06	3,69	0,00	2,56	0,63	1,42
		m	0,72	6,44		0,72	7,64			0,05			
		j	2,92	28,49		1,44	25,00			0,05			
V16-N3	2-3	i	0,27	9,20	1,42	2,13	10,44	5,06	3,69	0,00	1,37	0,63	1,42
		m	0,27	3,58		2,49	4,69			0,00			
		j	0,00	7,51		1,08	8,69			0,00			
V16-N3	3-4	i	0,72	20,65	1,42	0,72	18,78	5,06	3,69	0,00	2,56	0,63	1,42
		m	0,72	6,44		0,72	7,64			0,05			
		j	2,92	28,49		1,44	25,00			0,05			
V1-T	1-2	i	0,45	10,05	1,42	0,45	9,27	3,56	3,69	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,45	12,49		0,57	11,49			0,00			
		j	1,84	18,17		0,91	15,52			0,00			
V1-T	2-3	i	0,09	4,37	1,42	0,83	4,75	3,56	3,69	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,09	1,51		1,00	1,51			0,00			
		j	0,00	3,91		0,37	4,31			0,00			
V1-T	3-4	i	0,45	10,05	1,42	0,45	9,27	3,56	3,69	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,45	12,49		0,57	11,49			0,00			
		j	1,84	18,17		0,91	15,52			0,00			

Tabla V.3.56 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos B y H. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V4-N1,2,3	1-2	i	0,64	12,29	1,42	5,23	12,76	9,89	4,43	0,00	3,4	1,42	1,42
		m	0,64	8,68		5,23	12,95			0,00			
		j	0,64	37,61		5,23	29,38			0,00			
V4-N1,2,3	2-3	i	0,51	4,23	1,42	4,44	7,50	9,89	4,43	0,00	0,45	1,42	1,42
		m	0,51	3,11		4,44	4,44			0,00			
		j	0,51	6,73		4,44	8,81			0,00			
V4-N1,2,3	3-4	i	0,53	21,99	1,42	4,56	22,78	9,89	4,43	0,00	2,51	1,42	1,42
		m	0,53	6,96		4,56	7,33			0,00			
		j	0,53	24,37		4,56	20,47			0,00			
V1-T	1-2	i	0,35	3,70	1,42	2,31	3,70	3,56	3,69	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,35	4,85		2,31	6,48			0,00			
		j	0,35	16,63		1,90	11,51			0,00			
V1-T	2-3	i	0,22	0,32	1,42	1,74	2,11	3,56	3,69	0,00	0	0,63	1,42
		m	0,22	0,32		2,20	2,38			0,00			
		j	0,22	0,14		1,91	1,27			0,00			
V1-T	3-4	i	0,27	4,52	1,42	1,90	3,93	3,56	3,69	0,00	0	0,63	1,42
		m	0,27	2,19		1,90	3,70			0,00			
		j	0,27	3,70		1,80	2,07			0,00			

Tabla V.3.57 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos C y G. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V12-N1	1-2	i	1,45	40,79	1,42	1,45	39,65	17,1	5,02	0,06	9,21	1,42	1,42
		m	1,45	25,57		4,26	27,70			0,00			
		j	5,04	53,48		2,49	47,47			0,06			
V12-N1	2-3	i	0,44	19,10	1,42	4,14	24,48	17,1	5,02	0,00	10,76	1,42	1,42
		m	0,44	9,26		4,87	9,26			0,00			
		j	0,00	36,60		1,32	38,22			0,06			
V12-N1	3-4	i	1,38	49,62	1,42	1,38	48,73	17,1	5,02	0,06	12,40	1,42	1,42
		m	1,38	29,71		4,21	32,74			0,00			
		j	5,04	68,67		2,58	62,43			0,06			
V12-N2	1-2	i	1,46	37,61	1,42	1,46	36,44	17,1	5,02	0,06	8,46	1,42	1,42
		m	1,46	22,94		4,23	25,42			0,00			
		j	5,04	51,10		2,50	45,05			0,06			
V12-N2	2-3	i	0,40	24,18	1,42	4,07	27,86	17,1	5,02	0,00	11,30	1,42	1,42
		m	0,40	10,39		4,92	10,39			0,00			
		j	0,00	35,24		1,59	37,17			0,06			
V12-N2	3-4	i	1,36	53,01	1,42	1,36	52,20	17,1	5,02	0,06	0,00	1,42	1,42
		m	1,36	20,47		4,26	20,47			0,00			
		j	5,04	76,27		2,63	69,92			0,06			

V12-N3	1-2	i	1,44	22,37	1,42	1,44	21,08	17,1	5,02	0,06	4,79	1,42	1,42
		m	1,44	9,80		4,19	12,20			0,00			
		j	5,04	38,56		2,56	32,38			0,06			
V12-N3	2-3	i	0,44	15,07	1,42	4,18	20,19	17,1	5,02	0,00	5,73	1,42	1,42
		m	0,44	6,76		5,04	7,13			0,00			
		j	0,00	19,58		1,78	22,05			0,06			
V12-N3	3-4	i	1,43	32,72	1,42	1,43	31,58	17,1	5,02	0,06	7,74	1,42	1,42
		m	1,43	17,25		3,96	19,97			0,00			
		j	5,04	51,28		2,78	44,57			0,06			
V1-T	1-2	i	0,60	6,58	1,42	0,60	6,32	3,56	5,02	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,60	4,07		1,52	5,31			0,00			
		j	2,43	19,48		1,20	16,56			0,05			
V1-T	2-3	i	0,14	1,62	1,42	1,46	3,53	3,56	5,02	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,14	1,40		1,81	1,60			0,00			
		j	0,00	3,80		0,56	4,39			0,00			
V1-T	3-4	i	1,34	8,99	1,42	0,86	7,31	3,56	5,02	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,86	3,70		1,25	3,70			0,00			
		j	1,85	8,75		0,92	6,71			0,05			

Tabla V.3.58 – Acero Requerido en Vigas. Pórticos D y F. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V13-N1,2,3	1-2	i	1,65	15,60	1,42	1,65	15,95	34,2	5,02	0,06	4,02	1,42	1,42
		m	1,65	9,86		4,46	13,47			0,00			
		j	5,14	42,73		3,34	34,71			0,06			
V13-N1,2,3	2-3	i	0,40	5,19	1,42	4,22	9,20	34,2	5,02	0,00	1,6	1,42	1,42
		m	0,40	4,08		5,04	5,04			0,00			
		j	0,00	8,76		1,51	10,29			0,06			
V13-N1,2,3	3-4	i	1,33	27,43	1,42	1,33	27,07	34,2	5,02	0,06	3,575	1,42	1,42
		m	1,33	8,69		4,92	8,69			0,00			
		j	5,04	30,73		2,58	26,08			0,06			
V1-T	1-2	i	0,87	3,70	1,42	0,87	3,70	3,56	3,69	0,00	0,942	0,63	1,42
		m	0,87	5,39		1,43	6,84			0,00			
		j	3,57	17,56		1,76	12,33			0,05			
V1-T	2-3	i	0,22	1,01	1,42	1,61	3,07	3,56	3,69	0,00	0	0,63	1,42
		m	0,22	0,63		2,06	3,24			0,00			
		j	0,00	0,84		0,89	1,99			0,00			
V1-T	3-4	i	0,80	4,01	1,42	0,72	3,70	3,56	3,69	0,00	0	0,63	1,42
		m	0,72	2,04		1,46	2,04			0,00			
		j	2,28	4,38		1,13	2,89			0,05			

Tabla V.3.59 – Acero Requerido en Vigas. Pórtico E. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min	Acero Transversal(cm ²)			As min
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
V14-N1	1-2	i	1,42	40,80	1,42	1,42	39,91	14,25	5,02	0,06	6,72	1,42	1,42
		m	1,42	14,29		4,42	14,29			0,00			
		j	5,04	53,92		2,71	47,37			0,06			
V14-N1	2-3	i	0,44	19,20	1,42	4,15	24,55	14,25	5,02	0,00	8,73	1,42	1,42
		m	0,44	9,31		4,80	9,31			0,00			
		j	0,00	37,17		0,94	38,31			0,06			
V14-N1	3-4	i	1,42	48,39	1,42	1,42	47,47	14,25	5,02	0,06	9,06	1,42	1,42
		m	1,42	17,94		4,42	17,94			0,00			
		j	5,04	68,15		2,71	61,72			0,06			
V14-N2	1-2	i	1,39	37,84	1,42	1,39	37,08	14,25	5,02	0,06	6,28	1,42	1,42
		m	1,39	13,16		4,39	13,16			0,00			
		j	5,04	52,56		2,79	45,83			0,06			
V14-N2	2-3	i	0,41	24,20	1,42	4,09	27,89	14,25	5,02	0,00	9,14	1,42	1,42
		m	0,41	10,42		4,85	10,42			0,00			
		j	0,00	35,72		1,16	37,14			0,06			
V14-N2	3-4	i	1,39	50,60	1,42	1,39	49,90	14,25	5,02	0,06	10,07	1,42	1,42
		m	1,39	20,03		4,39	20,03			0,00			
		j	5,04	75,06		2,79	68,32			0,06			
V14-N3	1-2	i	1,44	22,15	1,42	1,44	21,49	14,25	5,02	0,06	3,34	1,42	1,42
		m	1,44	9,12		4,35	9,70			0,00			
		j	5,04	40,05		2,91	33,04			0,06			
V14-N3	2-3	i	0,41	17,18	1,42	4,14	22,56	14,25	5,02	0,00	5,01	1,42	1,42
		m	0,41	7,35		4,93	8,09			0,00			
		j	0,00	20,27		1,31	22,08			0,06			
V14-N3	3-4	i	1,44	33,33	1,42	1,44	32,30	14,25	5,02	0,06	5,98	1,42	1,42
		m	1,44	13,31		4,35	13,31			0,00			
		j	5,04	54,63		2,91	47,70			0,06			
V1-T	1-2	i	0,72	4,56	1,42	0,72	4,57	3,56	3,69	0,00	0,94	0,63	1,42
		m	0,72	4,79		1,51	6,31			0,00			
		j	2,93	19,89		1,45	16,51			0,05			
V1-T	2-3	i	0,17	10,24	1,42	1,22	11,82	3,56	3,69	0,00	1,18	0,63	1,42
		m	0,17	4,72		1,72	6,56			0,00			
		j	0,00	3,70		0,69	4,21			0,00			
V1-T	3-4	i	0,72	9,70	1,42	0,72	8,13	3,56	3,69	0,00	0,83	0,63	1,42
		m	0,72	4,26		1,51	4,44			0,00			
		j	2,93	20,23		1,45	18,04			0,05			

Según los valores obtenidos para la mayoría de las vigas, el área de acero longitudinal superior requerida en ambas combinaciones no cumple con las áreas existentes en estos elementos. De igual forma,

aproximadamente el 30% de las vigas cumplen con el área de acero longitudinal inferior requerido. En forma general, todas las vigas correspondientes al nivel techo no cumplen con las áreas de acero requeridas a nivel longitudinal y transversal, el resto sólo cumplen con las transversales.

Tabla V.3.60 – Acero Requerido en Viga Externa Escalera. Módulos II y V.

Vigas	Entre Ejes	Ubic.	Acero Longitudinal Arriba(cm ²)			Acero Longitudinal Abajo(cm ²)			As min.	Acero Transversal(cm ²)			As min.
			Est.	D	Exist.	Est.	D	Exist.		Est.	D	Exist.	
VE-N1	B-C	i	0,28	41,59	1,42	0,14	41,16	7,91	9,06	0,00	7,01	1,26	1,42
		m	0,07	9,10		0,44	9,10			0,00			
		j	0,07	41,49		0,04	41,39			0,00			
VE-N2	B-C	i	0,44	38,93	1,42	0,22	38,31	7,91	9,06	0,00	6,39	1,26	1,42
		m	0,11	9,10		0,42	9,10			0,00			
		j	0,03	38,87		0,02	38,84			0,00			
VE-N3	B-C	i	0,34	27,88	1,42	0,17	27,48	7,91	9,06	0,00	4,33	1,26	1,42
		m	0,09	8,26		0,54	8,26			0,00			
		j	0,09	27,87		0,41	27,95			0,00			
VE-N1	G-H	i	0,07	41,59	1,42	0,04	41,16	7,91	9,06	0,00	7,01	1,26	1,42
		m	0,07	9,10		0,44	9,10			0,00			
		j	0,28	41,49		0,14	41,39			0,00			
VE-N2	G-H	i	0,11	38,93	1,42	0,42	38,31	7,91	9,06	0,00	6,39	1,26	1,42
		m	0,11	9,10		0,34	9,10			0,00			
		j	0,44	38,87		0,22	38,84			0,00			
VE-N3	G-H	i	0,09	27,88	1,42	0,41	27,48	7,91	9,06	0,00	4,33	1,26	1,42
		m	0,09	8,26		0,46	8,26			0,00			
		j	0,34	27,87		0,17	27,95			0,00			

Se observa que las áreas de acero existentes en la viga externa de la escalera cumple con la requerida en la combinación estática, más no con la dinámica. Comportamiento muy similar al presentado por el resto de las vigas.

V.3.5.3. Módulo VI

Según las siguientes tablas, se demuestra que las áreas de acero correspondientes a las columnas de los niveles superiores del módulo VI, son las mismas áreas requeridas para las de los módulos I, III y IV. Esto mismo ocurre para las vigas de este módulo, por lo que sería redundante anexar nuevamente dichas tablas. Las área de acero requeridas por las columnas de planta baja son mostradas a continuación:

Tabla V.3.61 – Acero Requerido en Columnas. Módulo VI (1).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
A4-N1	Φ50	Tope	16,00	231,27	15,83	
		Medio	16,00	98,83		
		Base	16,00	213,05		
A1-N1	Φ50	Tope	16,00	230,85	15,83	
		Medio	16,00	97,97		
		Base	16,00	212,36		
A2-N1	Φ50	Tope	16,00	232,47	15,83	
		Medio	16,00	108,57		
		Base	16,00	212,10		
A3-N1	Φ50	Tope	16,00	233,17	15,83	
		Medio	16,00	111,06		
		Base	16,00	212,74		
A4-N2	30x30	Tope	9,00	57,11	15,88	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	65,37		
A1-N2	30x30	Tope	9,00	58,17	15,88	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	64,02		
A3-N2	35x35	Tope	12,25	76,51	10,14	
		Medio	12,25	14,32		
		Base	12,25	93,02		
A2-N2	35x35	Tope	12,25	79,42	10,14	
		Medio	12,25	13,34		
		Base	12,25	92,55		
A4-N3	25x25	Tope	6,25	73,59	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	79,76		

A1-N3	25x25	Tope	6,25	71,77	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	76,32		
A3-N3	25x25	Tope	6,25	69,30	11,87	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,69		
A2-N3	25x25	Tope	6,25	70,20	11,87	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,67		
A3-T	25x25	Tope	6,25	80,42	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	85,62		
A2-T	25x25	Tope	6,25	80,62	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	85,33		
A1-T	25x25	Tope	6,25	83,00	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	86,11		
A4-T	25x25	Tope	6,25	80,69	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	89,22		

Tabla V.3.62 – Acero Requerido en Columnas. Módulo VI (2).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
C4-N1	Φ50	Tope	19,64	279,35	22,80	
		Medio	19,64	148,54		
		Base	19,64	254,08		
C1-N1	Φ50	Tope	19,64	279,00	22,80	
		Medio	19,64	148,56		
		Base	19,64	253,55		
C2-N1	Φ50	Tope	19,64	279,79	22,80	
		Medio	19,64	121,55		
		Base	19,64	253,32		
C3-N1	Φ50	Tope	19,64	279,36	22,80	
		Medio	19,64	121,33		
		Base	19,64	252,66		
B4-N2	45x45	Tope	20,3	188,2	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	192,0		
B1-N2	45x45	Tope	20,3	185,0	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	190,4		

B2-N2	50x50	Tope	25,0	200,6	30,4	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	193,3		
B3-N2	50x50	Tope	25,0	200,7	30,4	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	193,4		
B1-N3	30x30	Tope	9,0	133,1	22,8	
		Medio	9,0	16,8		
		Base	9,0	134,0		
B4-N3	30x30	Tope	9,0	133,8	22,8	
		Medio	9,0	16,7		
		Base	9,0	134,2		
B2-N3	40x40	Tope	16,0	204,1	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	203,9		
B3-N3	40x40	Tope	16,0	202,6	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	204,7		
B3-T	25x25	Tope	6,3	91,4	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,6		
B2-T	25x25	Tope	6,3	89,8	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,3		
B1-T	25x25	Tope	6,3	93,9	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	94,9		
B4-T	25x25	Tope	6,3	93,6	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	95,9		

Tabla V.3.63 – Acero Requerido en Columnas. Módulo VI (3).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
B4-N1	Φ50	Tope	19,64	279,35	22,80	
		Medio	19,64	148,54		
		Base	19,64	254,08		
B1-N1	Φ50	Tope	19,64	279,00	22,80	
		Medio	19,64	148,56		
		Base	19,64	253,55		

B2-N1	Φ50	Tope	19,64	279,79	22,80	
		Medio	19,64	121,55		
		Base	19,64	253,32		
B3-N1	Φ50	Tope	19,64	279,36	22,80	
		Medio	19,64	121,33		
		Base	19,64	252,66		
B4-N2	45x45	Tope	20,3	188,2	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	192,0		
B1-N2	45x45	Tope	20,3	185,0	40,54	
		Medio	20,3	20,3		
		Base	20,3	190,4		
B2-N2	50x50	Tope	25,0	200,6	30,4	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	193,3		
B3-N2	50x50	Tope	25,0	200,7	30,4	
		Medio	25,0	25,0		
		Base	25,0	193,4		
B1-N3	30x30	Tope	9,0	133,1	22,8	
		Medio	9,0	16,8		
		Base	9,0	134,0		
B4-N3	30x30	Tope	9,0	133,8	22,8	
		Medio	9,0	16,7		
		Base	9,0	134,2		
B2-N3	40x40	Tope	16,0	204,1	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	203,9		
B3-N3	40x40	Tope	16,0	202,6	15,83	
		Medio	16,0	16,0		
		Base	16,0	204,7		
B3-T	25x25	Tope	6,3	91,4	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,6		
B2-T	25x25	Tope	6,3	89,8	7,92	
		Medio	6,3	8,0		
		Base	6,3	92,3		
B1-T	25x25	Tope	6,3	93,9	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	94,9		
B4-T	25x25	Tope	6,3	93,6	7,92	
		Medio	6,3	6,3		
		Base	6,3	95,9		

Tabla V.3.64 – Acero Requerido en Columnas. Módulo VI (4).

Col.	Dim. (cm)	Ubic.	Acero Logitudinal (cm ²)		Acero Existente (cm ²)	Observaciones
			Estático	Dinámico		
D4-N1	Φ40	Tope	12,57	185,54	17,10	
		Medio	12,57	77,20		
		Base	12,57	172,00		
D1-N1	Φ40	Tope	12,57	185,16	17,10	
		Medio	12,57	76,65		
		Base	12,57	171,49		
D2-N1	Φ40	Tope	12,57	186,19	17,10	
		Medio	12,57	88,85		
		Base	12,57	172,52		
D3-N1	Φ40	Tope	12,57	186,31	17,10	
		Medio	12,57	89,34		
		Base	12,57	172,71		
A4-N2	30x30	Tope	9,00	57,11	15,88	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	65,37		
A1-N2	30x30	Tope	9,00	58,17	15,88	
		Medio	9,00	9,00		
		Base	9,00	64,02		
A3-N2	35x35	Tope	12,25	76,51	10,14	
		Medio	12,25	14,32		
		Base	12,25	93,02		
A2-N2	35x35	Tope	12,25	79,42	10,14	
		Medio	12,25	13,34		
		Base	12,25	92,55		
A4-N3	25x25	Tope	6,25	73,59	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	79,76		
A1-N3	25x25	Tope	6,25	71,77	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	76,32		
A3-N3	25x25	Tope	6,25	69,30	11,87	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,69		
A2-N3	25x25	Tope	6,25	70,20	11,87	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	73,67		
A3-T	25x25	Tope	6,25	80,42	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	85,62		
A2-T	25x25	Tope	6,25	80,62	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	85,33		

A1-T	25x25	Tope	6,25	83,00	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	86,11		
A4-T	25x25	Tope	6,25	80,69	7,92	
		Medio	6,25	6,25		
		Base	6,25	89,22		

Es de notar que sólo las áreas de acero obtenidas para las columnas de sección circular correspondientes a los ejes internos, cumplen con el área de acero requerido por cargas verticales, mientras que las ubicadas en los ejes externos, carecen de áreas de acero suficientes para los dos casos evaluados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha realizado un análisis de la estructura del edificio que sirve de sede a las escuelas de Artes, Estadística y Ciencias Actuariales aplicando el protocolo de recálculo establecido por el Departamento de Ingeniería Estructural, recopilando información planimétrica, llevando a cabo un levantamiento de daños, comparando resultados obtenidos referentes a parámetros dinámicos para los distintos modelos y presentando los requerimientos de áreas de acero para vigas y columnas según los lineamientos de la normativa actual.

Se pudo observar que la edificación estudiada no presenta grandes daños o deterioros, sólo se destaca la presencia de humedades y desprendimiento del recubrimiento en vigas exteriores y fachada, evidenciándose en algunos casos el acero de refuerzo de los mismos.

Se verificó que en todos los módulos analizados el primero y tercer modo de vibración corresponden a modos trasnacionales, mientras que el segundo modo corresponde a movimientos torsionales; sin embargo, éste último presenta un porcentaje (%) mínimo de masa participativa, no mayor al 1%. A nivel general, los primeros nueve modos de vibración de todos los modelos analizados fueron los que cumplieron con el 90% de la masa participativa.

Los valores obtenidos para las derivas son muy cercanos entre sí según los resultados arrojados por el SAP2000® y CBDS win® para cada modelo evaluado, sin embargo, éstos sobrepasan los valores máximos permitidos del 12‰ por la Norma COVENIN 1756-2001.

Los valores de fuerzas cortantes obtenidos en el programa CBDS win® resultan ligeramente mayores ($\approx 10\%$) a las arrojadas por el SAP2000®, debido posiblemente a que las fuerzas cortantes dependen de distintas variables, entre ellas las aceleraciones de diseño y los períodos obtenidos para cada modelo anteriormente analizado.

Se obtuvo un déficit de áreas de acero en el 94% de los elementos evaluados, de los cuales el 98% fueron columnas y un 80% vigas; lo cual puede ser causado por el factor de reducción de respuesta ($R=1$) asignado para el análisis.

Por otra parte, el 100% de las columnas evaluadas presentaron secciones transversales insuficientes para la cantidad de acero que requieren en estado dinámico según la combinación más desfavorable; debido a que las dimensiones de todas las columnas, a pesar de que cumplen con las mínimas establecidas por norma, son consideradas pequeñas o insuficientes al compararlas con dimensiones de columnas pertenecientes a edificaciones más actualizadas.

De igual forma, se observó que las vigas auxiliares colocadas en la dirección paralela al eje “x”, poseen pequeñas dimensiones si se comparan con las vigas existentes en la estructura que son paralelas al eje “y”. Además, un número considerable de vigas existentes en la estructura no cumplen con la cantidad de acero mínimo requerido por la norma y sólo 8 columnas de toda la edificación cumplen el espaciado mínimo entre estribos establecidos por dicha norma.

Como es de esperar y en virtud de los resultados obtenidos se concluye que el edificio no cumple con los requerimientos sismorresistentes establecidos en la norma COVENIN 1756-98 (Rev 2001), y que los elementos estructurales no satisfacen con la cantidad de acero de

refuerzo y detallado establecidos en la norma COVENIN 1753. Sin embargo, el 90% de las vigas y las columnas cumplen con la cantidad de acero requerida para el caso de cargas verticales, motivo por el cual la estructura del edificio se mantiene en pie.

El analizar este tipo de edificación a través de distintos modelos con el uso de dos programas de cálculo, permitió verificar que la entrada de datos en topología, geometría y distribución de cargas debe ser lo más similares posibles, debido a que la salida de datos, correspondientes a solicitaciones y análisis modales sobre la edificación, arrojaron valores con dispersiones considerables (de un 15% a un 40%) los cuales varían según los parámetros analizados en los distintos modelos.

Es importante destacar, que los resultados obtenidos con ambos programas son comparados para cumplir con el protocolo de recálculo establecido; sin embargo, éstas comparaciones no son del todo válidas debido a la poca similitud existente entre los modelos evaluados para cada programa.

En consecuencia a estos incumplimientos y a la dispersión de los resultados obtenidos se recomienda, para futuras evaluaciones, modelar la estructura en el programa CBDS win® donde se incluyan vigas auxiliares dentro de los modelos evaluados por pórticos, con la finalidad de igualar este modelo al analizado por el programa SAP2000®, igualando además otras variables como el espectro y normas de diseño; comparando así los resultados obtenidos y disminuyendo el rango de discrepancia entre los mismos; todo esto debido a que la utilización de programas de computadora permiten estudiar modelos que sean lo más similares a la realidad, optimizando los cálculos y el análisis que requiere su diseño.

De igual forma se recomienda realizar nuevas evaluaciones a la estructura con base al Capítulo 12 de la Norma COVENIN 1756-98 (Rev 2001), bajo la orientación que se establece para una futura adecuación, rehabilitación, reforzamiento o reparación de la estructura; variando el factor de reducción de respuesta R hasta encontrar el valor adecuado y aumentando la aceleración espectral según el nivel de diseño requerido por dicha norma. De esta forma se busca incrementar la capacidad resistente y/o mejorar la capacidad de deformación de la estructura.

BIBLIOGRAFÍA

Acero, M.H. & Domínguez, J. (2.005). *Estudio Geológico-Geotécnico y Evaluación de las Condiciones del Terreno que Constituye el Campus de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Alvarez, K. & Hernández, A. (2.003). *Análisis Dinámico de la Facultad de Odontología de la Ciudad Universitaria de Caracas, a través de un Programa de Cálculo, con el fin de Evaluar la Respuesta Sísmica del mismo*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Argüelles, M.E. & Urbina, G. (2.005). *Aplicación de un Modelo Matemático como Instrumento de Evaluación Estructural en un Tramo Tipo del Corredor N°5 de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo Especial de Grado. Universidad central de Venezuela. Caracas.

Arozena, E. (2.005). *Evaluación del Comportamiento Estructural del Edificio de Ingeniería Sanitaria de la Ciudad Universitaria de Caracas*. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Centenario Villanueva. Extraído el 20 de enero de 2.006.

www.centenariovillanueva.web.ve

COPRED. Extraído el 14 de marzo de 2.006.

www.copred.rect.ucv.ve/patrimonio

Echeverría, C. & Romero, A. (2.006). *Control y diagnóstico de las humedades en la construcción*. Caracas. UCV.

Hernández, E. (2.005). *Guía teórico-práctica del programa SAP2000 V8.25*. Caracas.

Norma COVENIN 1756-2001. *Edificaciones Sismorresistentes*.

Norma COVENIN 1753-1987. *Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones. Análisis y Diseño*.

Norma COVENIN 2002-1988. *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*.

Norma COVENIN 1.609. *Método de Ensayo para Determinación de Dureza en Superficie de Concreto Endurecido*.

Norma COVENIN 1.681. *Método de Ensayo para Determinar la Velocidad de Propagación de Ondas en el Concreto*.

Penin, M.A. (2.006). *Redacción de informes técnicos*. Caracas. UCV.

Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. & Velazco, G. (2.004). *Manual del concreto estructural*. Caracas: Sidetur.

Tobio, J.M., (1.967). *Ensayos no destructivos. Métodos aplicables a la construcción*. Madrid.

Velazco, G. & Ramos, C. (1.979). *Curso materiales y ensayos. Notas sobre concreto endurecido*. Caracas. UCV.

APÉNDICES

RADIOGRAFÍAS CON FERROSCAN FS10

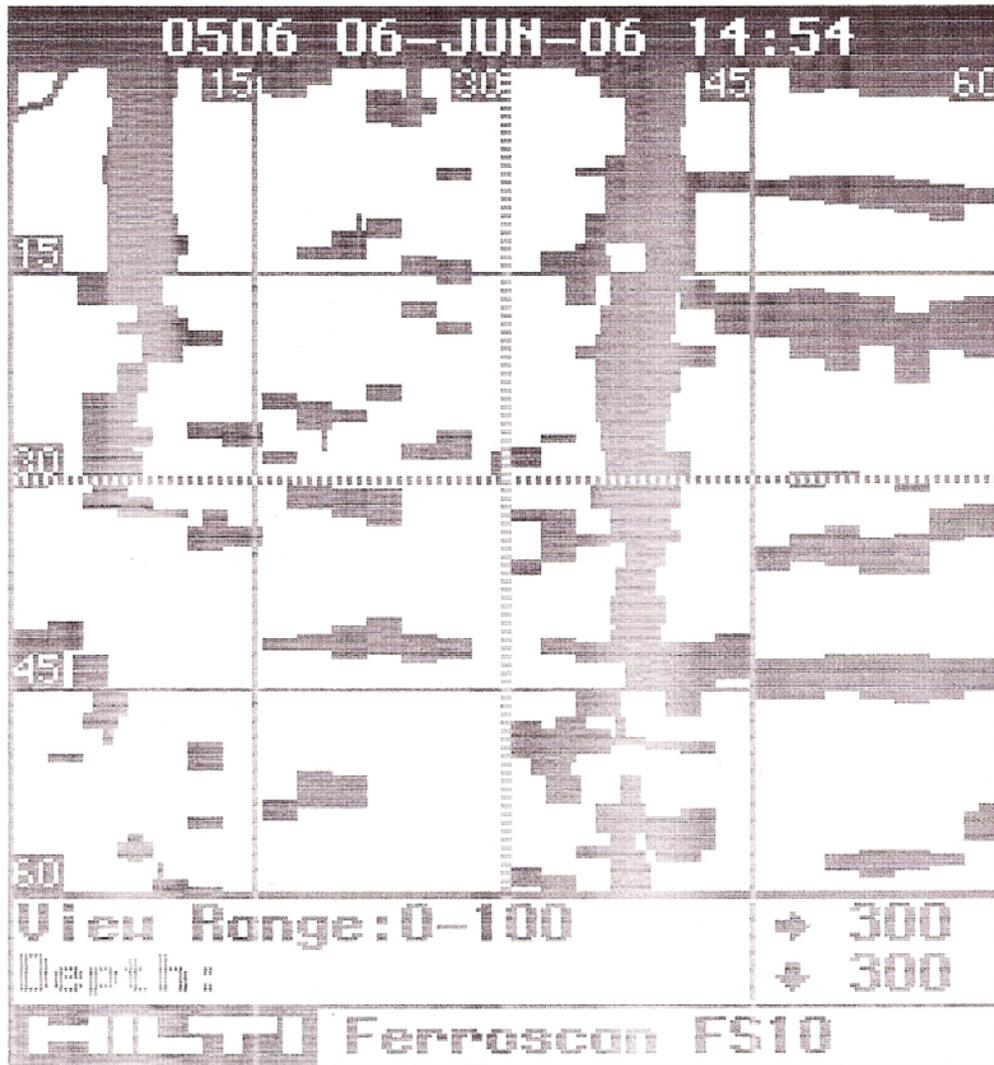


Imagen Ferroscon FS10 – Columna Circular B3. Módulo VI. PB.

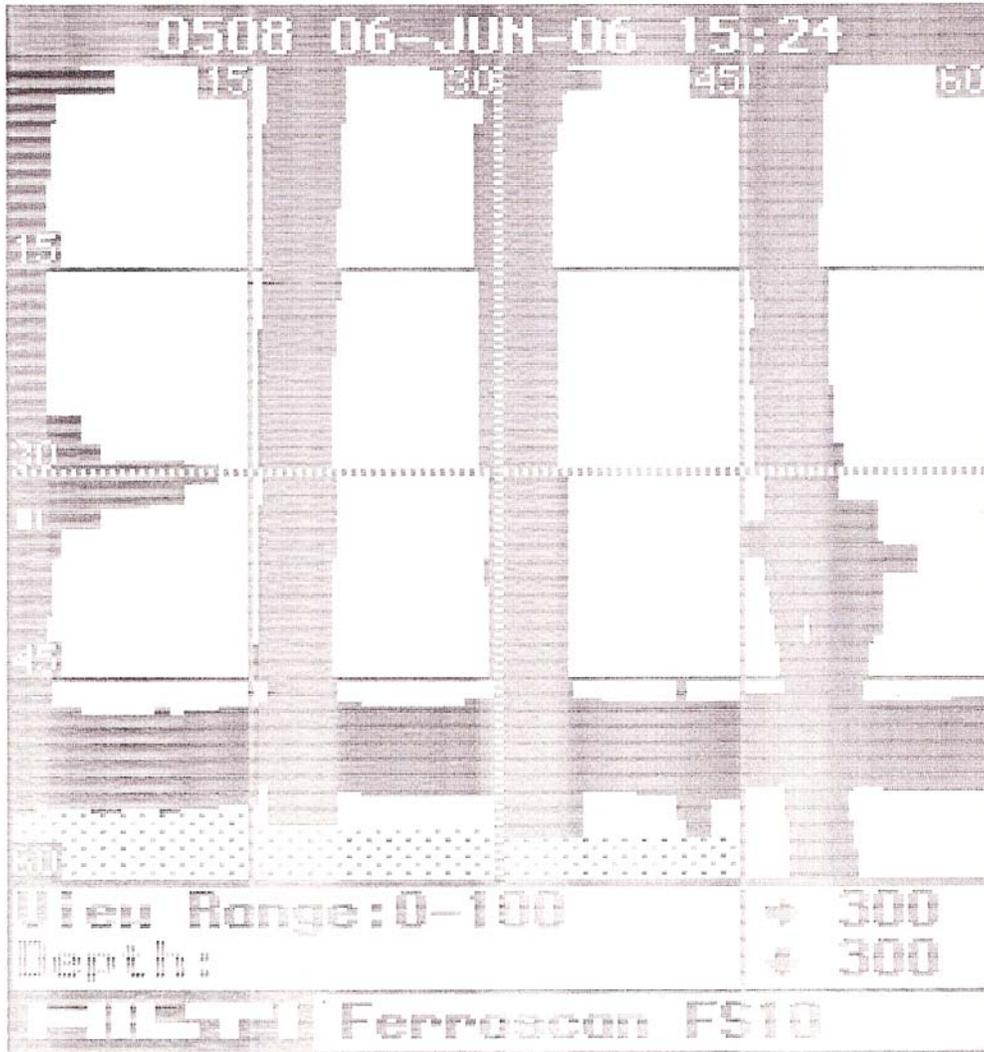


Imagen Ferroscon FS10 – Columna Cuadrada C4. Módulo VI. Piso 1.

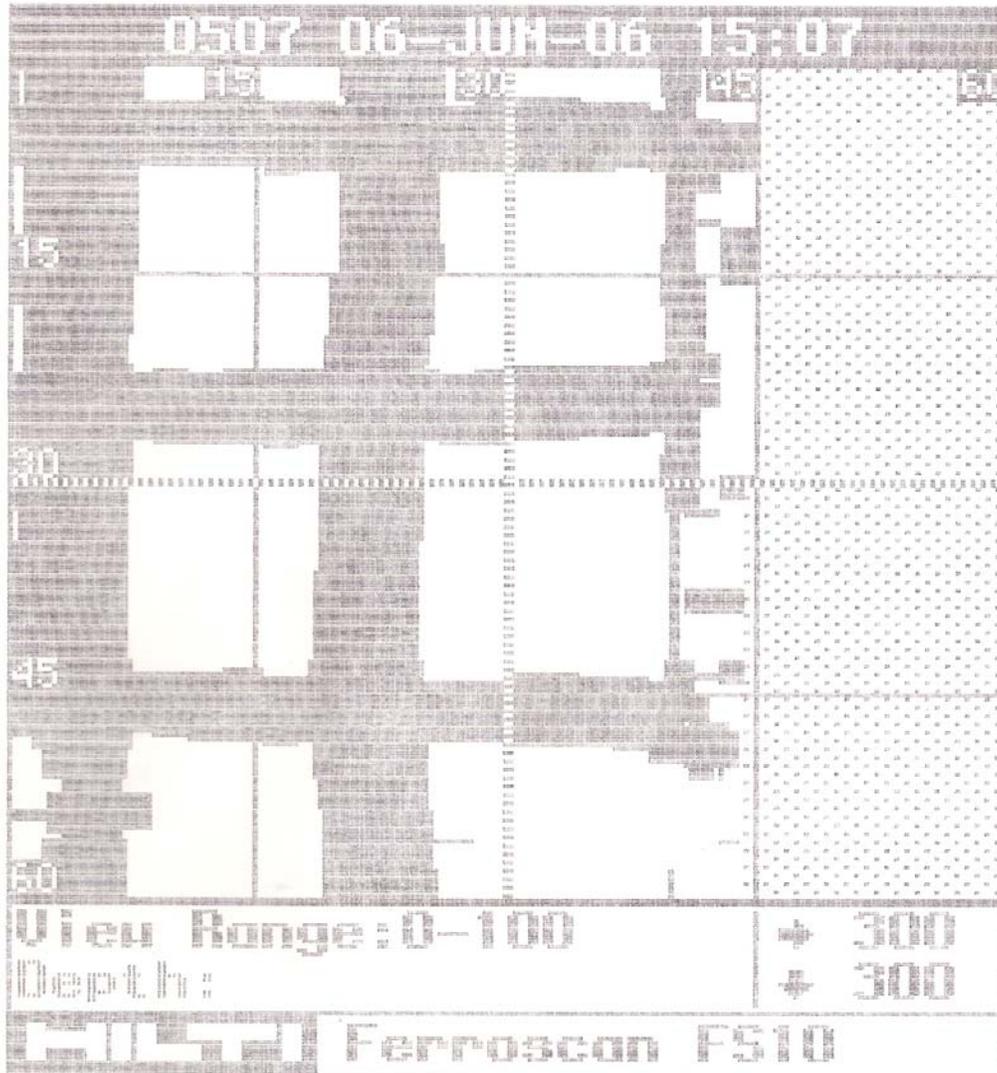


Imagen Ferroscon FS10 – Viga 7 entre ejes C y D. Módulo I. Piso 1.

PLANILLAS DE DAÑOS

PLANILLA DE DAÑOS

Residencias Estudiantiles III - CUC.

Año 2006

Miembro Estructural:	Viga	x	Columna	
	Pared		Techo	

Nomenclatura	Módulo	Piso	Tipo de Daño	Nivel del Daño	Observaciones
V15-D	I	PB	Humedad	0	Junta M1-M2 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-D	I	P1	Humedad	0	Junta M1-M2 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-D	I	P2	Humedad	0	Junta M1-M2 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V16-A	II	PB	Humedad	0	Junta M1-M2 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V16-A	II	P1	Humedad	0	Junta M1-M2 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V16-A	II	P2	Humedad	0	Junta M1-M2 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V16-I	II	PB	Humedad	3	Junta M2-M3 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V16-I	II	P1	Humedad	3	Junta M2-M3 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V16-I	II	P2	Humedad	3	Junta M2-M3 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-A	III	PB	Humedad	0	Junta M2-M3 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-A	III	P1	Humedad	0	Junta M2-M3 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-A	III	P2	Humedad	0	Junta M2-M3 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-D	III	PB	Humedad	4	Junta M3-M4 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-D	III	P1	Humedad	3	Junta M3-M4 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-D	III	P2	Humedad	5	Junta M3-M4 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-A	IV	PB	Humedad	4	Junta M3-M4 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-A	IV	P1	Humedad	3	Junta M3-M4 Fachada Sur.
			Despren. Rec		
V15-A	IV	P2	Humedad	5	Junta M3-M4 Fachada Sur.
			Despren. Rec		

PLANILLA DE DAÑOS

Residencias Estudiantiles III - CUC.

Año 2006

Miembro Estructural:	Viga	x	Columna	
	Pared		Techo	

V15-D	IV	PB	Humedad		0	Junta M4-M5 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V15-D	IV	P1	Humedad		0	Junta M4-M5 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V15-D	IV	P2	Humedad		0	Junta M4-M5 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V16-A	V	PB	Humedad		0	Junta M4-M5 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V16-A	V	P1	Humedad		0	Junta M4-M5 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V16-A	V	P2	Humedad		0	Junta M4-M5 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V16-I	V	PB	Humedad		3	Junta M5-M6 Fachada Sur.
			Despren. Rec	x		
V16-I	V	P1	Humedad		0	Junta M5-M6 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V16-I	V	P2	Humedad		0	Junta M5-M6 Fachada Sur.
			Despren. Rec			
V15-A	VI	PB	Humedad		3	Junta M5-M6 Fachada Sur.
			Despren. Rec	x		
V15-A	VI	P1	Humedad		3	Junta M5-M6 Fachada Sur.
			Despren. Rec	x		
V15-A	VI	P2	Humedad		0	Junta M5-M6 Fachada Sur.
			Despren. Rec			

PLANILLA DE DAÑOS

Residencias Estudiantiles III - CUC.

Miembro Estructural:	Viga		Columna	
	Pared		Techo	x

Nomenclatura	Módulo	Piso	Tipo de Daño	Nivel del Daño	Observaciones	
L2	V	P1	Humedad		3	Balcón Fachada Sur, entre ejes C y D.
			Despren. Rec	x		
L2	VI	P1	Humedad		4	Balcón Fachada Sur, entre ejes B y C.
			Despren. Rec	x		
L2	III	P1	Humedad		2	Balcón Fachada Norte, entre ejes A y B.
			Despren. Rec	x		
L2	III	P1	Humedad	x	1	Balcón Fachada Norte, entre ejes A y B.
			Despren. Rec			
L2	III	P1	Humedad	x	1	Interior, entre ejes C y E.
			Despren. Rec			

PLANILLA DE DAÑOS

Residencias Estudiantiles III - CUC.

Miembro Estructural:	Viga		Columna	
	Pared	x	Techo	

Nomenclatura	Módulo	Piso	Tipo de Daño	Nivel del Daño	Observaciones	
F - E	VI	PB	Humedad	x	3	Fachada Este.
			Despren. Rec	x		
F - O	I	Todos	Humedad		1	Fachada Oeste.
			Despren. Rec	x		

SEPARACIÓN DE MÓDULOS



Detalle Junta Piso – MIV – MV. Piso 1.



Detalle Junta Pared – Sin Platina. MIV – MV. Piso 1.