

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE PEDAGOGÍA Y ADMINISTRACIÓN, ACTUALMENTE EDIFICIO DE AULAS Y DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por la Br.:
Arrieché Orozco, Carmen María

Para optar el Título de
Ingeniero Civil

Caracas, junio de 2014

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE PEDAGOGÍA Y ADMINISTRACIÓN, ACTUALMENTE EDIFICIO DE AULAS Y DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Maria Korody

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por la Br.:

Arrieché Orozco, Carmen María

Para optar el Título de

Ingeniero Civil

Caracas, junio de 2014

ACTA

El día 20 de junio de 2014 se reunió el jurado formado por los profesores:

Maria Eugenia Korody

Gustavo Coronel

José Manuel Velásquez

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: **"EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE PEDAGOGÍA Y ADMINISTRACIÓN, ACTUALMENTE EDIFICIO DE AULAS Y DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA"**.

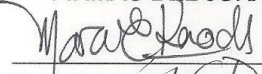
Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al Título de **INGENIERO CIVIL**.

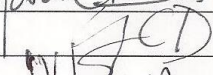
Una vez oída la defensa oral que el (la, las, los) bachiller(es) hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

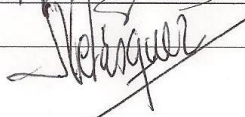
NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Carmen Maria Arrieche Orozco	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO







Caracas, 20 de junio de 2014

Aprobado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Civil en la Sesión del 13/02/2006

DEDICATORIA

A mi Madre, Ligia Orozco. La Mujer más fuerte que he conocido, mi ejemplo de vida, de perseverancia, de seguridad y de logro.

A mi Padre, Eloy Arrieche. Porque siempre cree en mí, por ser mi ejemplo de amor, solidaridad, humildad y serenidad, por estar conmigo en todo momento e intentar siempre verme feliz.

A ambos, por darme la Vida y permitir este momento.

A mis hermanos Eloy Alejandro Arrieche y Jose Arrieche, porque son parte de mi motivación en el día a día.

LOS AMO

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme brindado salud, acompañado y guiado a lo largo de mi carrera.

A mis padres Ligia y Eloy, por el apoyo incondicional que siempre me han ofrecido y por todos los valores que me han inculcado. A mis hermanos Eloy y Jose, por ser parte importante de mi vida y prestarme su apoyo cuando lo necesité.

A mi tutora, la Profesora Maria Korody, por confiar en mí para la realización de este trabajo, por ser una guía, por su disposición y tiempo, por sus consejos y apoyo.

A mis tías Carolina, Mercedes, Lilian, Aida, Elizabeth por todo el amor y apoyo recibido. A mis primos Mariangel, Roxana, Rosangel, Frank, Adrianne, Maricruz, Maria Gabriela, Alexandra, por creer en mi y por esas voces de aliento que me ayudaron varias veces a terminar el día.

A mi tía Elba, a Nadja, a la Sra. Francis, Nohemí y Vladimir porque hicieron que mi vida universitaria fuera más sencilla y llevadera, por su apoyo incondicional, por todo el cariño recibido y por permitirme formar parte de su familia.

A la Licenciada Pía, y a los señores Wilmer y Jorge, por toda su buena disposición al momento de facilitarme la información planimétrica para poder llevar a cabo este trabajo de investigación y por los consejos y apoyo recibido.

Al Instituto de Modelos Estructurales de la UCV (IMME) y al profesor Peñuela por brindarme el apoyo necesario para la realización de los ensayos no destructivos.

Al Profesor Norberto Fernández por su ayuda, sabiduría y tiempo al momento de resolver mis dudas.

Al Ing. Gabriel Borges, por su tiempo y su buena disposición en los momentos que necesité ayuda.

A mis amigos de la carrera, con los cuales comencé, me trasnoché y nos apoyamos mutuamente para pasar nuestras materias, Neyla, Choco, Artur, Osmar, Gabo, Jesus el Gocho, Jenny. Gracias por la amistad y el apoyo incondicional.

A todas las personas y amigos que en las últimas semanas creyeron en mí, y me hicieron ver a través de sus hechos que no estuve sola: Sandra, Estefanía, Blas, Miguel, Leonardo, Danielita, Carolina, Anyelo, Ernesto, Elymar, Gabriel, a mi amado PLE13 y a mi querido “Aula Magna Saliendo”. Gracias por Ser y Estar.

Arrieche O. Carmen M.

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE PEDAGOGÍA Y
ADMINISTRACIÓN, ACTUALMENTE EDIFICIO DE AULAS Y DECANATO DE
LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA**

Tutor académico: Prof. Maria Korody.

**Trabajo Especial de Grado. Ciudad Universitaria de Caracas, Facultad de Ingeniería.
Escuela de ingeniería Civil. Junio de 2014. N° pág. 167.**

Palabras clave: Evaluación Estructural, sismorresistencia, Patrimonio Mundial

RESUMEN

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), campus oficial de la Universidad Central de Venezuela (UCV) fue concebida a mediados del siglo pasado, época para la cual se tenían en Venezuela pocos conocimientos para el cálculo de estructuras sismorresistentes, y en efecto todos los edificios que pertenecen a la CUC obedecen a dicho criterio de construcción. Es por esto que surge la necesidad de conocer cuál será el comportamiento ante un evento sísmico del Edificio de Aulas y Decanato, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la UCV.

El objetivo de este Trabajo Especial de Grado es realizar una inspección visual al edificio en estudio, para identificar daños presentes en los elementos estructurales, verificar parámetros estructurales no contemplados en el diseño original y finalmente estimar el posible comportamiento de la edificación ante un evento sísmico, realizando la evaluación sismorresistente de la estructura a través del programa *Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS)* v.9.7.4., basado en la información de los planos suministrados por el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED).

Se verificó a través de la inspección visual que la edificación se encuentra en buen estado, a pesar del tiempo que lleva en uso, y que existe una ampliación realizada a una de las oficinas del Decanato, la cual no esta comprendida en los planos originales.

De la evaluación sismorresistente se determinó que las vigas y columnas no cumplen con el área de acero requerido por el programa ni con los valores mínimos que exigen la norma FONDONORMA 1753:2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural”. Con respecto al análisis sísmico los valores obtenidos tampoco cumplen con lo indicado por la norma COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, ya que los valores de derivas superan el valor límite 0,012 establecido para este tipo de edificios. Por todo lo dicho anteriormente se puede decir que la estructura es vulnerable a las acciones del sismo utilizado en el diseño.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. El problema de la investigación.	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4. LIMITACIONES	6
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).....	8
2.2. Patrimonio de la Humanidad	9
2.3. Criterios para la declaración de Patrimonio Mundial	10
2.4. Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED).....	11
2.5. Historia de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)	12
2.6. Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV.	14
2.7. Determinación del estado de los elementos estructurales	15
2.8. Ensayo no destructivo	19
2.9. Ferroscan PS 200	20
2.10. <i>Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS) V.9</i>	21
2.11. Normativa	21
MÉTODO	23
Fase I. Recopilación bibliográfica	23
Fase II. Recolección de planos del edificio en estudio.	23
Fase III. Identificación de la estructura.....	23
Fase IV. Modelado de la estructura.....	24
Fase V. Comparación de la estructura modelada con las normas vigentes	24
INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA	26
4.1. Descripción general de la estructura.....	26
4.2. Características de los elementos estructurales	32

4.2.1.	Losas	32
4.2.2.	Columnas.....	34
4.2.3.	Vigas.....	42
IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA.....		63
5.1.	Identificación de daños.....	63
5.2.	Parámetros estructurales no contemplados en el diseño original	66
5.3.	Ensayo no destructivo a vigas y columnas de la estructura.....	71
EVALUACIÓN SISMORRESISTENTE.....		74
6.1.	Criterios para la evaluación.....	74
6.2.	Determinación del método de análisis estructural.....	74
6.3.	Calidad de los materiales	76
6.4.	Tipo de sistema estructural	76
6.5.	Cargas consideradas para la evaluación sismorresistente	76
6.5.1.	Cargas variables (CV)	77
6.5.2.	Cargas permanentes (CP)	78
6.5.3.	Cargas accidentales (S)	86
6.6.	Espectro de diseño	87
6.6.1.	Forma espectral y factor de corrección Φ	87
6.6.2.	Clasificación según el uso de la edificación.....	89
6.6.3.	Nivel de Diseño (ND).....	89
6.6.4.	Factor de Reducción de Respuesta (R)	91
6.7.	Elaboración del espectro de diseño	92
6.8.	Combinaciones de solicitaciones	94
6.9.	Modelado de la estructura	94
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN		102
7.1.	Método de análisis dinámico espacial de superposición modal con tres grados de libertad.....	102
7.1.1.	Verificación del cortante basal.....	102
7.1.2.	Verificación del control de desplazamientos	106
7.1.3.	Análisis modal	108
7.1.4.	Factor demanda/capacidad en columnas	111
7.1.5.	Acero longitudinal en vigas.....	118

CONCLUSIONES	147
RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS	151
ANEXOS	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de daños.....	18
Tabla 4.1 Información de las columnas de los módulos 2, 3, 4 y 6.....	34
Tabla 4.2 Información de las columnas del módulo 1 (PB-P1).....	35
Tabla 4.3 Información de las columnas del módulo 1 (P1-PT).....	36
Tabla 4.4 Información de las columnas del módulo 5 (PB-P1).....	38
Tabla 4.5 Información de las columnas del módulo 5 (P1-PT).....	38
Tabla 4.6 Verificación de la cuantía geométrica en columnas (PB-P1) del módulo 1.....	39
Tabla 4.7 Verificación de la cuantía geométrica en columnas (PB-P1) del módulo 5.....	40
Tabla 4.8 Verificación de la cuantía geométrica de las columnas de los módulos 2, 3, 4 y 6.	41
Tabla 4.9 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 1.	43
Tabla 4.10 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 1 (continuación).	44
Tabla 4.11 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 2.....	45
Tabla 4.12 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 2 (continuación).	45
Tabla 4.13 Información de las vigas del módulo 2. Nivel 1.....	46
Tabla 4.14 Información de las vigas del módulo 2. Nivel 1 (continuación).	47
Tabla 4.15 Información de las vigas del módulo 2. Nivel 2.....	48
Tabla 4.16 Información de las vigas del del módulo 2. Nivel 2 (continuación).	48
Tabla 4.17 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 1.....	49
Tabla 4.18 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 1 (continuación).	50
Tabla 4.19 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 2.....	51

Tabla 4.20 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 2 (continuación)	52
Tabla 4.21 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 1.....	53
Tabla 4.22 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 1 (continuación).	54
Tabla 4.23 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 2.....	55
Tabla 4.24 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 2 (continuación).	55
Tabla 4.25 Información de las vigas del módulo 5. Nivel 1.....	56
Tabla 4.26 Información de las vigas del módulo 5. Nivel 2.....	57
Tabla 4.27 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 1.....	58
Tabla 4.28 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 1 (continuación).	59
Tabla 4.29 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 2.....	60
Tabla 4.30 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 2 (continuación).	61
Tabla 5.1 Planilla de daños del módulo 1.....	63
Tabla 5.2 Planilla de daños del módulo 2.....	63
Tabla 5.3 Planilla de daños del módulo 3.....	64
Tabla 5.4 Planilla de daños del módulo 4.....	64
Tabla 5.5 Planilla de daños del módulo 5.....	65
Tabla 5.6 Planilla de daños del módulo 6.....	65
Tabla 5.7 Resultado del escaneo de columnas con Ferroskan PS 200.....	71
Tabla 5.8 Resultado del escaneo de vigas con Ferroskan PS 200.....	72
Tabla 6.1 Acciones variables para uso educacional	77
Tabla 6.2 Sobrecarga permanente en losas del módulo 1	78

Tabla 6.3Cargas permanentes en vigas del módulo 1	78
Tabla 6.4Cargas puntuales en columnas del módulo 1	79
Tabla 6.5Sobrecarga permanente en losas del módulo 2	79
Tabla 6.6Cargas permanentes en vigas del módulo 2	80
Tabla 6.7Cargas permanentes en losas del módulo 3	80
Tabla 6.8Cargas permanentes en vigas del módulo 3	81
Tabla 6.9Cargas permanentes en losas del módulo 4	81
Tabla 6.10Cargas permanentes en vigas del módulo 4	82
Tabla 6.11Cargas permanentes en losas del módulo 5	82
Tabla 6.12Cargas permanentes en vigas del módulo 5	84
Tabla 6.13Cargas puntuales en columnas del módulo 5	84
Tabla 6.14Cargas permanentes en losas del módulo 6	85
Tabla 6.15Cargas permanentes en vigas del módulo 6	85
Tabla 6.16Datos para la elaboración del espectro de diseño.....	92

Tabla 7.1	Peso				del				módulo
1									103
Tabla 7.2	Peso				del				módulo
2									103
Tabla 7.3	Peso				del				módulo
3									104
Tabla 7.4	Peso				del				módulo
4									104
Tabla 7.5	Peso				del				módulo
5									104
Tabla 7.6	Peso				del				módulo
6									104
Tabla 7.7	Verificación	del		cortante		basal		del	módulo
1									105
Tabla 7.8	Verificación	del		cortante		basal		del	módulo
2									105
Tabla 7.9	Verificación	del		cortante		basal		del	módulo
3									105
Tabla 7.10	Verificación	del		cortante		basal		del	módulo
4									106
Tabla 7.11	Verificación	del		cortante		basal		del	módulo
5									106
Tabla 7.12	Verificación	del		cortante		basal		del	módulo
6									106
Tabla 7.13	Verificación	de	la	deriva	máxima	de	los	módulos	1, 2, 4, 5 y 6
6									108
Tabla 7.14	Verificación	de	la	deriva	máxima	del			módulo
3									108

Tabla 7.15 Análisis	modal	del	módulo	1	109
Tabla 7.16 Análisis	modal	del	módulo	2	109
Tabla 7.17 Análisis	modal	del	módulo	3	110
Tabla 7.18 Análisis	modal	del	módulo	4	110
Tabla 7.19 Análisis	modal	del	módulo	5	110
Tabla 7.20 Análisis	modal	del	módulo	6	111
Tabla 7.21 Demanda	capacidad	de	columnas	del	módulo
1					112
Tabla 7.22 Demanda	capacidad	de	columnas	del	módulo
2					113
Tabla 7.23 Demanda	capacidad	de	columnas	del	módulo
3					114
Tabla 7.24 Demanda	capacidad	de	columnas	del	módulo
4					115
Tabla 7.25 Demanda	capacidad	de	columnas	del	módulo
5					116
Tabla 7.26 Demanda	capacidad	de	columnas	del	módulo
6					117
Tabla 7.27 Validación	del	acero	colocado	en	vigas
del					módulo
1)					119
Tabla 7.28 Validación	del	acero	colocado	en	vigas
del					módulo
2)					121

Tabla 7.29 Validación del acero colocado en vigas del módulo 2 (Nivel 1)	123
Tabla 7.30 Validación del acero colocado en vigas del módulo 2 (Nivel 2)	125
Tabla 7.31 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 1)	127
Tabla 7.32 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 1). Continuación.....	128
Tabla 7.33 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 2)	130
Tabla 7.34 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 2). Continuación.....	131
Tabla 7.35 Validación del acero colocado en vigas del módulo 4 (Nivel 1)	132
Tabla 7.36 Validación del acero colocado en vigas del módulo 4 (Nivel 2)	134
Tabla 7.37 Validación del acero colocado en vigas del módulo 5 (nivel 1)	136
Tabla 7.38 Validación del acero colocado en vigas del módulo 5 (Nivel 2)	138
Tabla 7.39 Validación del acero colocado en vigas del módulo 6 (Nivel 1)	140
Tabla 7.40 Validación del acero colocado en vigas del módulo 6 (Nivel 2)	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación del Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV. Fuente: Propia.....	15
Figura 2.2 Grieta. Fuente: foto tomada el 22 de enero de 2014 en el Edificio de Aulas de la Facultad de Ciencias de la UCV	17
Figura 2.3 Humedad. Fuente: foto tomada el 22 de enero de 2014 en el Edificio de Aulas de la Facultad de Ciencias de la UCV.....	18
Figura 2.4 Ferrosan PS 200 S. Fuente: Foto capturada el 12 de mayo del 2014.....	20
Figura 4.1 Plano de planta baja del Edificio de Pedagogía y Administración de la Escuela Técnica Industrial. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED.....	27
Figura 4.2 Plano de planta techo del Edificio de Pedagogía y Administración de la Escuela Técnica Industrial. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED.....	27
Figura 4.3 Edificio de Aulas, Decanato y Ampliaciones. Fuente: Propia	28
Figura 4.4 Módulos que conforman la estructura en estudio. Fuente: Propia	28
Figura 4.5 Planta tipo del módulo 1. Fuente: Propia	29
Figura 4.6 Planta tipo del módulo 2. Fuente: Propia	29
Figura 4.7 Planta tipo del módulo 3. Fuente: Propia	30
Figura 4.8 Planta tipo del módulo 4. Fuente: Propia	30
Figura 4.9 Planta tipo del módulo 5. Fuente: Propia	31
Figura 4.10 Planta tipo del módulo 6. Fuente: Propia	31
Figura 4.11 Representación de las alturas de pisos de la estructura. Fuente: Propia.....	32
Figura 4.12 Plano de envigado y losas del módulo 1. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED	33
Figura 4.13 Detalle de losa nervada. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED....	33
Figura 4.14 Detalle de losa maciza. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED	34
Figura 4.15 Viga acartelada, eje L (10-13). Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED.	43

Figura 5.1 Columnas 3G (PB-P1) y 3G (P1-PT) del módulo 5. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014	66
Figura 5.2 Plano de envigado de techo del módulo 5. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED	67
Figura 5.3 Recorte del plano de envigado de techo del módulo 6. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED	68
Figura 5.4 Viga de techo 5 (K-L) del módulo 6. Fuente: foto capturada el 27 de abril de 2014.....	69
Figura 5.5 Planta techo con elementos no contemplados en el plano original del módulo 6. Fuente: Propia.....	70
Figura 5.6 Fachada sur-este del módulo 6. Fuente: foto capturada el 27 de abril de 2014.....	70
Figura 5.7 Viga L' (5-6) del módulo 3. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED ...	73
Figura 5.8 Viga 5 (J' -L) del módulo 6. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED ..	73
Figura 6.1 Selección de métodos de análisis. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes.....	75
Figura 6.2 Volado y parasol existentes en el módulo 1. Fuente: Foto capturada el día 27 de abril de 2014	86
Figura 6.3 Tabla 5.1 “Forma Espectral y Factor de corrección (φ)”. Fuente: Norma COVENIN “Edificaciones Sismorresistentes”, capítulo 5.....	88
Figura 6.4 Formas Espectrales y Factor de Corrección presentes en la CUC. Fuente: Acero y Domínguez (2005).....	88
Figura 6.5 Tabla 6.1, Factor de importancia. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes, capítulo 6.	89
Figura 6.6 Tabla 6.2, Niveles de Diseño. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes.....	90
Figura 6.7 Orientación para la selección de los Niveles de Diseño presentes. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes.....	90
Figura 6.8 Tabla 12.1, Requisitos Normativos de Incidencia Sismorresistente. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes.....	91
Figura 6.9 Ecuaciones para determinar las ordenadas A_d del espectro de diseño. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes.....	92

Figura 6.10 Espectro de diseño y respuesta. Fuente: Propia.....	93
Figura 6.11 Vista 3D, de planta y corte en el eje 4 del Módulo 1. Fuente: Propia.....	96
Figura 6.12 Vista 3D, de planta y vista del eje 16 del Módulo 2. Fuente: Propia.....	97
Figura 6.13 Vista 3D, de planta y corte en el eje L del Módulo 3. Fuente: Propia.....	98
Figura 6.14 Vista 3D, de planta y corte en el eje 16 del Módulo 4. Fuente: Propia.....	99
Figura 6.15 Vista 3D, de planta y corte en el eje 1 del Módulo 5. Fuente: Propia.....	100
Figura 6.16 Vista 3D, de planta y corte en el eje 5 del Módulo 6. Fuente: Propia.....	101
Figura 7.1 Ecuaciones para determinar μ . Fuente: norma COVENIN 1756:2001	103
Figura 7.2 Tabla 10.1 del capítulo 10 de la norma COVENIN 1756:2001	107
Figura 7.3 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 1 (Nivel 1).....	120
Figura 7.4 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 1 (Nivel 2).....	122
Figura 7.5 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 2 (Nivel 1).....	124
Figura 7.6 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 2 (Nivel 2).....	126
Figura 7.7 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 3 (Planta 1).....	129
Figura 7.8 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 3 (Nivel 2).....	131

Figura 7.9 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 4 (Nivel 1)	133
Figura 7.10 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 4 (Nivel 2)	135
Figura 7.11 Gráfico con cantidad de vigas5que cumplen con el acero requerido del módulo 4 (Nivel 1)	137
Figura 7.12 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 5 (Nivel 2)	139
Figura 7.13 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 6 (Nivel 1)	141
Figura 7.14 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 6 (Nivel 2)	143
Figura 7.15 Gráfico con porcentaje de vigas que cumplen con el acero requerido en toda la estructura (Nivel 1)	144
Figura 7.16 Gráfico con porcentaje de vigas que cumplen con el acero requerido en toda la estructura (Nivel 2)	145

INTRODUCCIÓN

La ciudad Universitaria de Caracas (CUC), campus oficial de la Universidad Central de Venezuela (UCV), fue diseñada a partir del año 1944, por el Arquitecto Carlos Raúl Villanueva. Es una obra maestra de la arquitectura moderna, por lo cual fue decretada Patrimonio Cultural de la Humanidad en el año 2000 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Es por esto que el Departamento de Ingeniería Estructural de la UCV ha llevado a cabo desde el año 2001 un conjunto de Trabajos Especiales de Grado bajo la línea de investigación “Patología, Restauración, Reparación, Adecuación y Rehabilitación de Obras de Carácter Patrimonial”.

En el presente Trabajo Especial de Grado, siguiendo con la misma línea de investigación, se evalúa el comportamiento estructural del Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela como una de las estructuras Patrimoniales a ser preservadas, con la finalidad de estimar la posible respuesta de la misma ante un evento sísmico, según los requerimientos que exige la norma vigente. También se realiza una inspección visual con el fin de identificar el estado actual de la edificación, con respecto a daños presentes y parámetros estructurales no reflejados en los planos del diseño original.

En los primeros capítulos, se expresa la información planimétrica de la estructura, describiendo los elementos presentes en la la misma. Se realizan tablas con el detalle de armado de acero de las vigas y columnas. También se desarrolla el resultado de la inspección visual, presentando los daños encontrados en el edificio y los elementos estructurales no presentes en los planos originales.

Por último se estima el comportamiento de la estructura ante un evento sísmico a través de la evaluación sismorresistente de la edificación con el *programa Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS) v.9.7.4*. Los resultados obtenidos con respecto al análisis sísmico se comparan con la norma vigente

COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”. También se verifica que la estructura esté en condiciones de soportar las solicitaciones que la someten, comparando el área de acero requerida (determinada con el programa) con la existente en la edificación.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, basadas en los resultados.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. El problema de la investigación.

La Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), es la obra más emblemática del Arquitecto Carlos Raúl Villanueva, y la sede principal de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Se inició su proyecto en 1944 y en 1945 se comenzó su construcción. Es considerada una pieza maestra de la arquitectura moderna y de la planificación urbana y decretada por la UNESCO en el año 2000 Patrimonio Cultural de la Humanidad (UCV, 2009).

Para la época en que fue construida la CUC, se tenían en Venezuela pocos conocimientos para el cálculo de estructuras sismorresistentes y en efecto todos los edificios que pertenecen al diseño de Villanueva obedecen a dicho criterio de construcción. Un ejemplo de ello es el edificio de Pedagogía y Administración de la antigua Escuela Técnica Industrial, diseñado y construido entre los años 1946 y 1957, que en un principio era una institución autónoma, no ligada a la universidad. Actualmente es el Edificio de Aulas y el Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV y pertenece al Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Es para el año 1982 que se concreta la norma COVENIN 1756-1982, Edificaciones Antisísmicas, promovida por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) que posteriormente fue actualizada en el año 1998 como la norma COVENIN 1756:1998, Edificaciones Sismorresistentes. Dicha norma fue provisional hasta ser revisada en el año 2001, y se conoce como la norma COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes, que actualmente es la

que proporciona las consideraciones mínimas a seguir en el diseño de estructuras para garantizar su resistencia ante un sismo.

Según la norma COVENIN 1756:2001, el peligro sísmico en el país se clasifica en una escala que va de cero (0), menor riesgo sísmico, a siete (7), mayor riesgo sísmico. La ciudad de Caracas se encuentra ubicada en la zona cinco (5) de dicha escala dando por entendido que pueden ocurrir eventos sísmicos de alta intensidad.

Con base a lo expuesto anteriormente, surge la necesidad de conocer cuál será el comportamiento ante un evento sísmico del Edificio de Aulas y Decanato, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, y por ende se realizará el modelo computacional y el análisis estructural del mismo con el fin de obtener resultados y poder compararlos con los requerimientos que exigen las normas vigentes COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes y FONDONORMA 1753:2006, Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento estructural del Edificio de Pedagogía y Administración, actualmente Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar parámetros estructurales no contemplados en el diseño original.
- Identificar el estado actual de los elementos estructurales de la edificación
- Modelar la estructura mediante el programa de análisis estructural ETABS.
- Estimar el posible comportamiento del edificio ante un evento sísmico según la Normas COVENIN 1756-2001 y FONDONORMA 1753:2006.
- Contrastar el comportamiento modelado del edificio con los requerimientos de la Norma Venezolana vigente.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela es de uso educativo y administrativo y según la norma COVENIN 1756:2001 se clasifica dentro del grupo A, que son edificaciones esenciales cuya falla estructural puede dar pérdida a innumerables vidas. Es por esto que es de fundamental importancia llevar a cabo este trabajo de investigación que, como uno de sus aportes fundamentales, proveerá de conocimiento relevante para proteger a las personas que a diario circulan dentro de la edificación.

En efecto, la evaluación sismorresistente podrá dar a conocer el comportamiento de la estructura ante un sismo. Esto puede dar pie a futuras investigaciones para aplicar acciones constructivas que puedan reducir la vulnerabilidad del edificio ante un evento sísmico, adecuándola para resguardar la integridad física de las personas que en ella transitan.

Por otra parte, el edificio tiene un valor excepcional como Patrimonio Mundial de la Humanidad y es necesario velar por su preservación. El Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED) tiene como objetivo dicha función, y este trabajo puede contribuir con ello, identificando el estado estructural de la edificación, para planes de recuperación de la misma en caso de ser requerido.

1.4. LIMITACIONES

En el presente trabajo de investigación, solo se tomaron en cuenta los elementos estructurales para la evaluación sismorresistente del edificio, no se incorporó el efecto de la mampostería en el comportamiento sísmico del mismo. Además no se pudo verificar la resistencia del concreto mediante el ensayo de núcleos, por lo cual se utilizó para el modelo computacional $f'_c=225\text{kg/cm}^2$, especificada en los

planos originales de la estructura. De igual manera el esfuerzo cedente en el acero que se utilizó fue $f_y=2400\text{kg/cm}^2$, valor obtenido de las hojas de cálculo de la estructura, suministradas por COPRED.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

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

La UNESCO es un organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), fundada el 16 de noviembre de 1945, pero entra en vigor el 4 de noviembre de 1946. Tiene su sede en París y más de 50 oficinas fuera de la misma. Actualmente cuenta con 195 Miembros y ocho Miembros Asociados. Funciona mediante una Conferencia General integrada por los representantes de los Estados Miembros, siendo el principal órgano de decisión de la UNESCO, el cual se reúne cada dos años para establecer los objetivos y prioridades de la Organización, y un Consejo Ejecutivo quien se encarga del cumplimiento del programa aprobado por la Conferencia General.

La UNESCO se crea con la misión de contribuir con la paz, la reducción de la pobreza en el mundo, la relación intercultural y el desarrollo sostenible a través de la educación, la ciencia y la cultura. Sus principales objetivos son África y la igualdad entre hombres y mujeres, así como también lograr la educación de calidad para todos y el aprendizaje a lo largo de toda la vida, movilizar el conocimiento científico y las políticas relativas a la ciencia con miras al desarrollo sostenible, abordar los nuevos problemas éticos y sociales, promover la diversidad cultural, el diálogo intercultural y una cultura de paz, construir sociedades del conocimiento integradoras recurriendo a la información y la comunicación (UNESCO, s/f)

2.2. Patrimonio de la Humanidad

Según la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, celebrada por la UNESCO en el año 1972, en sus artículos 1 y 2 se definen los siguientes tipos de patrimonio:

Artículo 1

Se define patrimonio cultural:

- “Los monumentos: obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o 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 en el paisaje 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 u obras conjuntas del hombre y la naturaleza así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico”.

Artículo 2

Se define 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”. (UNESCO, s/f)

2.3. Criterios para la declaración de Patrimonio Mundial

El Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO, se encarga de agregar a la lista del Patrimonio Mundial los bienes inscritos que cumplan con una serie de condiciones.

Los criterios que deben presentar los bienes culturales exigidos por el Comité son los siguientes:

- “Representar una obra maestra del genio creativo humano.
- Atestiguar un intercambio de influencias considerable, durante un periodo concreto o en un área cultural del mundo, en los ámbitos de la arquitectura o la tecnología, las artes monumentales, la planificación urbana o el diseño del paisaje.
- Aportar un testimonio único, o al menos excepcional, sobre una tradición cultural o una civilización viva o desaparecida.
- Ser un ejemplo eminentemente representativo de un tipo de construcción o de conjunto arquitectónico o tecnológico, o de paisaje que ilustre uno o varios periodos significativos de la historia humana.

- Ser un ejemplo destacado de formas tradicionales de asentamiento humano o de utilización de la tierra o del mar, representativas de una cultura (o de varias culturas), o de interacción del hombre con el medio, sobre todo cuando éste se ha vuelto vulnerable debido al impacto provocado por cambios irreversibles.
- Estar directa o materialmente asociado con acontecimientos o tradiciones vivas, ideas, creencias u obras artísticas y literarias que tengan una importancia universal excepcional. (El Comité considera que este criterio debería utilizarse preferentemente de modo conjunto con los otros criterios)". (UNESCO, s/f)

En el año 1997 se lleva a cabo el proyecto "Ciudad universitaria de Caracas – Patrimonio" coordinado por la arquitecto Ana María Marín con el objetivo de postular la CUC ante el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO. En 1999 la CUC es nominada ante dicho Comité y el 2 de diciembre de 2000 se inscribe oficialmente la CUC en la lista del Patrimonio Mundial, bajo los siguientes criterios:

- "La Ciudad Universitaria de Caracas es una obra maestra del urbanismo moderno, la arquitectura y el arte, creada por el arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva y un grupo de distinguidos artistas de vanguardia".
- La Ciudad Universitaria de Caracas es un extraordinario ejemplo de materialización coherente de los ideales urbanísticos, arquitectónicos y artísticos de comienzos del siglo XX. Constituye una interpretación ingeniosa de los conceptos y espacios de las tradiciones coloniales y un ejemplo de una arquitectura abierta, ventilada y protegida, apropiada para su entorno tropical". (UCV, 2009)

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

El COPRED es un organismo creado con la finalidad de velar por la preservación, valorización, apropiación social, difusión y desarrollo del patrimonio cultural de la Universidad Central de Venezuela (UCV), con especial énfasis en la Ciudad Universitaria de Caracas, dado su carácter de Patrimonio Mundial.

El COPRED cuenta con diez programas permanentes orientados hacia tres áreas estratégicas de acción, Preservación y Desarrollo, Promoción y Apropiación Social y Mantenimiento Integral. Estos programas son los siguientes:

- “Programa de Desarrollo Institucional.
- Programa de Gestión del Capital Humano.
- Programa de Captación de Recursos Económicos.
- Programa de Promoción y Difusión.
- Programa Apropiación Social, dividiéndose en Subprograma Vigías del Patrimonio y Subprograma de Promoción Turística.
- Programa de Conservación de Bienes Patrimoniales, dividiéndose en Subprograma de edificaciones, Subprograma de espacios abiertos, Subprograma de obras de arte y Subprograma recuperación de redes de servicio.
- Programa de Mantenimiento Integral.
- Programa de Reducción de Vulnerabilidad dividiéndose en Subprograma de reducción de la vulnerabilidad del soporte físico de la Ciudad Universitaria de Caracas, Subprograma Edificaciones y Subprograma de manejo de riesgos.
- Programa de Asesoramiento y Asistencia Técnica”. (UCV, 2009)

2.5. Historia de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC)

La creación de la Ciudad Universitaria de Caracas (CUC), tiene su origen en la fundación de la Real y Pontificia Universidad de Caracas por decreto del Rey de

España, Felipe V, en 1721. En 1827 se promulgaron los nuevos estatutos de la universidad, pasando a ser de Real y Pontificia a Republicana, cambiando su nombre a Universidad Central de Venezuela y teniendo como sede el edificio del antiguo convento de San Francisco, actual Palacio de las Academias.

A principios del siglo XX, ya el antiguo convento resultaba insuficiente debido al crecimiento de la población estudiantil que se estaba dando en la universidad, y se optó por tener varias escuelas situadas en casas dispersas por toda la ciudad, teniendo como consecuencia la fragmentación de su funcionamiento. Es por esto que se hace la propuesta de concentrar todas las dependencias de la universidad en un único recinto, basándose en el modelo de campus modernizando la institución.

En 1942 se comienzan los estudios para la creación de la Ciudad Universitaria de Caracas como sede de la Universidad Central de Venezuela, y en 1943 se crea el Instituto Autónomo de la Ciudad Universitaria (IAC) con la finalidad de coordinar la construcción de la misma dentro de los terrenos de la Hacienda Ibarra.

El Arquitecto Carlos Raúl Villanueva formaba parte del Instituto Autónomo de la Ciudad Universitaria, y se entrega plenamente a la tarea de concebir todo el conjunto universitario, integrando los más altos ideales del urbanismo, la arquitectura y el arte moderno dentro su diseño.

El proyecto de la nueva sede de la universidad se divide en varias zonas y etapas de construcción, las cuales son:

- Zona 1 (1952-1953): comprendida por el Centro Directivo-Cultural (Plaza Rectorado, Aula Magna, Biblioteca Central, Plaza Cubierta).
- Zona 2 (1945-1960): comprende las estructuras de la Facultad de Medicina.
- Zona 3 (1949-1979): Facultad de Humanidades, Facultad de Economía y Facultad de Ingeniería.

- Zona 4 (1948-1952): comprende las viviendas, que hoy en día pasaron a ser edificaciones de uso educacional.
- Zona 5 (1948-1957): Instituto botánico y Jardín Botánico.
- Zona 6 (1954-1956): Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Zona 7 (1949-1960): Deporte (estadios, piscina, dirección de deportes, gimnasio de entrenamiento).
- Zona 8 (1946-1952): Escuela Técnica Industrial.
- Zona 9 (1963-1965): Servicios, comprendido por la Escuela de Ingeniería Industrial (Escuela de Ingeniería Mecánica).
- Zona 10 (1949-1956): Sistema de circulación peatonal (pasillos cubiertos, pasillos de unión, conchas de acceso).
- Zona 11 (no construida): Zona Rental de Plaza Venezuela.

Actualmente la Ciudad Universitaria de Caracas, es el campus oficial de la Universidad Central de Venezuela, abarcando un área de construcción de 164,2203 hectáreas, albergando en su totalidad nueve facultades y una colección de arte importante en el mundo, ubicados en los diferentes edificios, colocándola como ejemplo del movimiento modernista del siglo XX. (UCV, 2009)

2.6. Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV.

La estructura en estudio, de acuerdo a los planos originales, esta denominada como “Pedagogía y Administración de la Escuela Técnica Industrial”, diseñada y construida entre los años 1946 y 1957. Actualmente se le conoce como el Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV. Conforman la zona 8 del esquema de zonificación de construcción de la CUC, siendo uno de los edificios más antiguos del campus universitario.

La Facultad de Ciencias de la UCV se encuentra ubicada en la región sur-oeste de la Ciudad Universitaria de Caracas, teniendo a su cercanía en el lado norte la

escuela de Administración y Educación, la Facultad de Odontología y el Instituto de Investigaciones y en su lado este la Facultad de Farmacia y la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la UCV. El Edificio de Aulas y el Decanato se encuentran ubicados en la parte noreste de la Facultad de ciencias, teniendo a su alrededor el edificio de la Escuela de Química, los Talleres y la Biblioteca de la misma. Ver figura 2.1

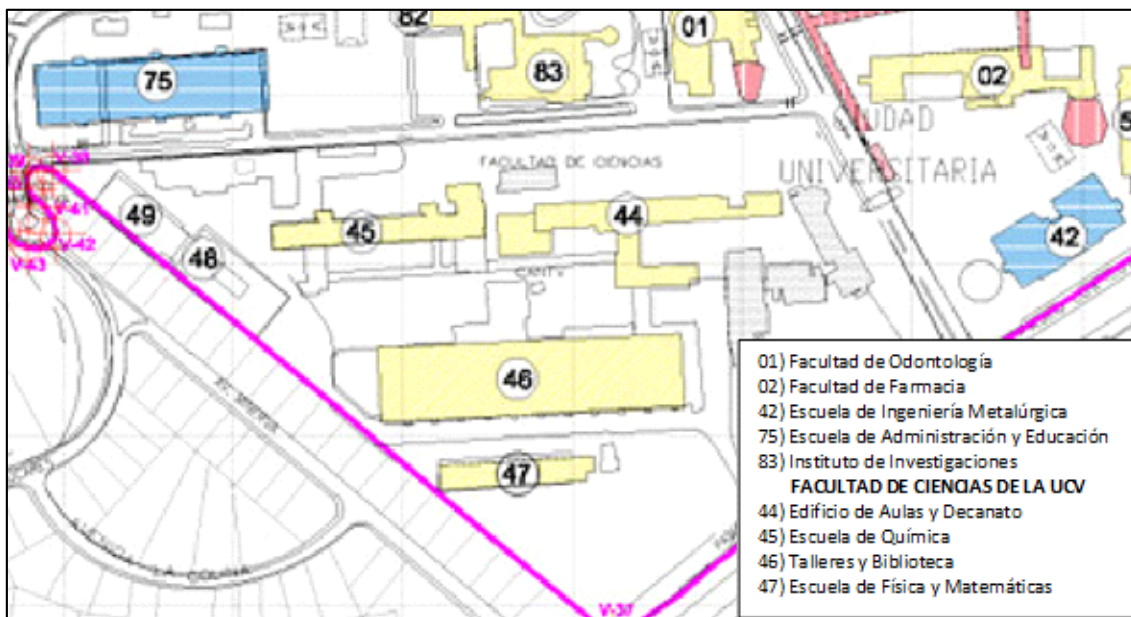


Figura 2.1 Ubicación del Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV. Fuente: Propia

2.7. Determinación del estado de los elementos estructurales

Para la evaluación del estado del edificio es necesario llevar a cabo una detallada inspección visual, con la cual se identifican los daños que se presentan en los elementos estructurales de la edificación.

Los daños pueden aparecer en las estructuras por diversas causas, debido a eventos naturales, como sismos e inundaciones, por accidentes como incendios o por usos inadecuados de la misma, como por ejemplo efectos de sobrecarga en la estructura o simplemente por el deterioro, ya que generalmente las edificaciones se diseñan para un tiempo de vida útil. Los daños más comunes que podrían presentarse en la edificación son los siguientes:

Corrosión: la corrosión es la oxidación del acero de refuerzo presente en el concreto, la cual se origina por presencia de oxígeno y humedad. Esto puede ser consecuencia de la falta de recubrimiento que permite que dichos factores tengan contacto con el acero (Grases, Porrero, Ramos y Velazco, 2003).

Falta de recubrimiento: cuando no existe el recubrimiento las barras de acero quedan a simple vista. Esto es causado por un mal encofrado o por desprendimiento del concreto de la superficie del elemento, esto puede ser originado por factores relacionados con la mezcla del concreto o el acero (Cabral, Figueroa, 2011).

Grietas: se visualizan al existir una separación total o parcial en las partes de un elemento de concreto. Puede ser causado por diversos factores como sobrecargas, asentamientos, sismos y otras sollicitaciones accidentales, errores de proyecto o ejecución, corrosión del acero en el interior del elemento (Grases y otros, 2003). Ver Figura 2.2 Grieta.



Figura 2.2 Grieta. Fuente: foto tomada el 22 de enero de 2014 en el Edificio de Aulas de la Facultad de Ciencias de la UCV

Humedad: se puede apreciar por el cambio de color en el concreto o por grietas presentes en la superficie del mismo. Se presenta por la filtración de agua a través del elemento estructural (Cabral, Figueroa, 2011). Ver figura 2.3 Humedad.



Figura 2.3 Humedad. Fuente: foto tomada el 22 de enero de 2014 en el Edificio de Aulas de la Facultad de Ciencias de la UCV

A fin de representar y clasificar los daños presentes en la edificación, se muestra a continuación una tabla con el tipo y nivel de gravedad de los mismos. Ver Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Clasificación de daños. Fuente: Cabral, Figueroa (2011)

NIVEL		0	1	2	3	4
TIPO DE DAÑO	Poros	No se observa daño	Casi imperceptible. Muy escasos, con $d < 1\text{mm}$	Se observan agrupados o esparcidos, $d < 4\text{mm}$	Abundantes en todas las caras, con $d < 6\text{mm}$. Se presentan en menos del 75% del miembro	Presentes en todas las caras. En grupos o esparcidos a lo largo de todo el miembro, con $d < 8\text{mm}$
	Crecimiento vegetal		Se observan menos de 2 plantas de tamaño menor a 5cm	Se observan entre 2 y 5 plantas, de tamaño entre 3 y 10cm	Se observan más de 5 plantas, de tamaño entre 3 y 10cm	Se observan plantas de tamaño mayor a 10cm
	Humedad		Se observa presencia de humedad en menos del 25% de la superficie	Se observa presencia de humedad en menos del 50% de la superficie	Se observa presencia de humedad en más del 50% de la superficie	Se observan desgastes o daños causados por la humedad en zonas localizadas
	Desprendimiento de mosaicos		Se observa caída de pocos mosaicos, individuales	Se observan áreas con mosaicos desprendidos en distintas zonas de la pared, que alcanzan hasta un 25% de la superficie	Se observan áreas con mosaicos desprendidos que alcanzan hasta un 50% de la superficie	Se observan áreas con mosaicos desprendidos que sobrepasan el 50% de la superficie
	Recubrimiento		Entre 1cm a 30cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Entre 30cm a 50cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Entre 50cm a 80cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento	Más de 80cm de acero sin recubrimiento en todo el elemento
	Corrosión		Acero sin recubrimiento con corrosión apreciable	Acero sin recubrimiento totalmente corroído en la zona expuesta	Acero corroído en el interior del elemento, pequeñas grietas en el concreto que se encuentra alrededor de la barra	Acero corroído en el interior del elemento, grandes grietas en el concreto que se encuentra alrededor de la barra
	Grietas		Presencia de grietas entre 1% al 25% del elemento	Presencia de grietas entre el 25% al 50% del elemento	Presencia de grietas entre el 50% al 75% del elemento	Presencia de grietas entre el 75% al 100% del elemento

2.8. Ensayo no destructivo

Se denomina ensayo no destructivo al acto de someter un material a una prueba con la finalidad de conocer sus características o propiedades sin alterar permanentemente su estado físico, químico, mecánico o dimensional (Cabral, Figueroa, 2011).

Los ensayos no destructivos se pueden utilizar para la obtención de información importante de elementos de concreto, acerca de la corrosión del refuerzo metálico, dimensiones de los elementos, localización de grietas, entre otros.

2.9. Ferroskan PS 200

El sistema Ferroskan PS 200 es un método de ensayo no destructivo que permite detectar la posición, profundidad y estimar el diámetro de las cabillas presentes en elementos estructurales de concreto. Este sistema funciona a través de un escáner que se va desplazando a través de la superficie del elemento, mostrando en una pequeña pantalla la información detectada. El equipo emite ondas que viajan a través del concreto hasta llegar a las barras de acero y se regresan al escáner para expresar la información percibida. Ver figura 2.4



Figura 2.4 Ferroskan PS 200 S. Fuente: Foto capturada el 12 de mayo del 2014.

2.10. *Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems* (ETABS) V.9

Es un programa de análisis y diseño para edificaciones que posee una poderosa e intuitiva interfaz gráfica con procedimientos de modelaje, análisis y diseño, todos integrados usando una base de datos común. Se puede utilizar desde estructuras simples hasta complejos modelos de edificios.

Es un sistema completamente integrado. Detrás de una interfase intuitiva y simple, se encajan poderosos métodos numéricos, procedimientos de diseño y códigos internacionales de diseño, que funcionan juntos desde una base de datos comprensiva. Esta integración significa que se puede crear solo un sistema de modelo de piso y sistemas de barras verticales y laterales para analizar y diseñar el edificio completo (Hernández, Eliud, s/f).

2.11. Normativa

Durante la etapa de diseño y construcción de la CUC, la norma vigente en Venezuela era la “Norma para el Cálculo de Edificios 1947” del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Dicha norma era la única que regulaba el cálculo estructural de edificaciones de concreto armado.

Esta normativa ha experimentado cambios, adaptándose a las nuevas exigencias que iban surgiendo como consecuencia de estudios realizados con la finalidad de dar respuesta a la vulnerabilidad de las estructuras a eventualidades sísmicas que se habían presentado en el país. Es por esto que los cambios se orientaron principalmente, a adecuar el diseño y cálculo de estructuras para resistir los esfuerzos provocados durante un evento sísmico.

En 1967 ocurre el terremoto de Caracas, el cual provocó grandes daños en las estructuras y cuantiosas pérdidas humanas, por lo cual la normativa es revisada y el Ministerio de Obras Públicas genera de forma provisional la “Norma Provisional para

Construcciones Antisísmicas”, para luego ser publicada una norma definitiva en el año 1980, denominada “Norma Venezolana de Edificaciones Antisísmicas COVENIN 1756-80” (Alonso, Ugas, 2011). Posteriormente se concreta en el año 1982 una norma más completa con el nombre "Edificaciones Antisísmicas", COVENIN 1756, patrocinada por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).

De igual manera en el año 1981 se publica la Norma Venezolana para el Análisis y Diseño del Concreto Armado COVENIN 1753-81, pero es revisada y actualizada hasta originarse la norma COVENIN 1753-87 Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones Análisis y Diseño, que estuvo en vigencia hasta que se aprobara en el 2006 la norma FONDONORMA 1753:2006, Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural, vigente actualmente (COVENIN 1753,2006).

La Comisión Permanente de Normas para Estructuras de Edificaciones de MINDUR, la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), somete el contenido de la norma 1756-82 a un nuevo proceso de revisión en el año 1990. En el año 1997 ocurre el sismo de Cariaco y en 1998 se aprueba la norma COVENIN 1756-1998 Edificaciones Sismorresistentes. Luego en el año 2001 esta es revisada nuevamente incluyendo entre otros parámetros, un análisis y recomendaciones en el área de geotecnia y espectro de respuesta, así como revisiones del nuevo mapa de zonificación sísmica.

Para efectos de esta investigación se utilizarán las normas vigentes antes mencionadas: Norma Fondonorma 1756-2006, Proyecto y Construcción de Obras de Concreto Estructural y COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes”.

CAPÍTULO III

MÉTODO

Fase I. Recopilación bibliográfica

- Se recopiló una serie de datos sobre la Ciudad Universitaria de Caracas, reseña histórica, su inscripción en la UNESCO como Patrimonio Mundial de la Humanidad y toda la información concerniente para esta investigación.
- Se compiló información del edificio en estudio, reseña histórica, fechas de diseño de proyectos y construcción, ubicación y uso de la edificación.
- Se hizo revisión de las normas vigentes COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, FONDONORMA 1753:2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Armado” y COVENIN-MINDUR 2002:88 “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”.

Fase II. Recolección de planos del edificio en estudio.

Se realizó la compilación de planos del edificio en estudio, los cuales están resguardados en el Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED), para ello se gestionó el permiso por esta dependencia para poder obtener los planos necesarios para esta investigación.

Fase III. Identificación de la estructura

Esta fase fue dirigida al logro de los dos primeros objetivos, y se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Inspección visual: Se realizó con el fin de determinar los elementos estructurales no contemplados en el diseño original y la identificación de los daños que ha sufrido la edificación. En esta fase se visitó el edificio en estudio y se detalló las vigas y columnas, para determinar si existen diferencias entre la estructura construida y la que se presenta en los planos. También se ubicaron los daños que ha sufrido el edificio y se tomó nota y fotos de los mismos.
- Ensayo no destructivo: Se llevó a cabo el escaneo de los elementos estructurales con el apoyo del personal del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV utilizando el Ferroskan PS 200, y se determinó el número de barras de acero contenidas en las vigas y columnas, el espaciamiento entre ellas y el recubrimiento. Luego se verificó con los planos originales del edificio si la información arrojada por el ensayo era consistente con el diseño original de las vigas y las columnas.

Fase IV. Modelado de la estructura

En base a la información suministrada por los planos del edificio, se modeló y evaluó la estructura, introduciendo los datos de las dimensiones de las vigas y columnas, así como también las áreas de acero, al programa de análisis estructural ETABS 9.7.4 para la obtención de los resultados que permitieron estimar, basado en las normas vigentes, el posible comportamiento de la estructura ante un sismo.

Fase V. Comparación de la estructura modelada con las normas vigentes

La información que suministró el programa de desplazamientos máximos, masa participativa, cantidades de acero en vigas, factor demanda capacidad de columnas, se compararon con los valores establecidos por las normas vigentes de sismorresistencia y diseño de estructuras de concreto armado, y se estimó el posible comportamiento de la edificación ante un evento sísmico.

En efecto, se realizaron finalmente tablas comparativas del edificio modelado, con las características que exigen las normas vigentes para el diseño de estructuras sismorresistentes.

CAPÍTULO IV

INFORMACIÓN PLANIMÉTRICA

4.1. Descripción general de la estructura

El edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV está construido con vigas y columnas de concreto armado (sistema estructural aporticado) y posee dos plantas, planta baja y piso 1 (ver figura 4.11). Tanto las losas del techo como las de entrepiso son nervadas armadas en una dirección, y se pueden conseguir de 20 cm de espesor hasta 45cm. Los ambientes se encuentran divididos por paredes de bloques de arcilla frizados por ambos lados de 15cm de espesor (paredes internas), pero también existen paredes de 20cm de espesor, las cuales se ubican solo en los laterales de la edificación (paredes externas). Se aprecia una planta de forma irregular (ver figura 4.1 plano de planta del piso 1 y figura 4.2 plano de planta del techo), con varias juntas de construcción de 2,5cm de separación, dividiendo a la estructura en seis (6) módulos independientes, dos de los cuales son ampliaciones anexadas posteriormente a cada lado del edificio de aulas, siendo la ampliación 2 actualmente la sede de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias (ver figura 4.3 Edificio de Aulas, Decanato y Ampliaciones).

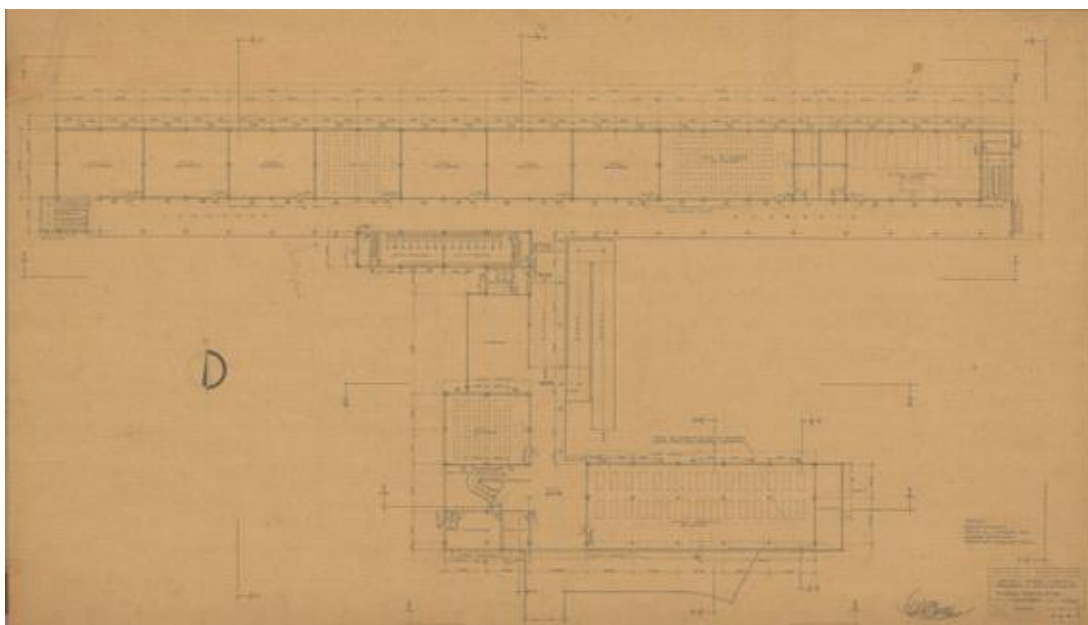


Figura 4.1 Plano de planta baja del Edificio de Pedagogía y Administración de la Escuela Técnica Industrial. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

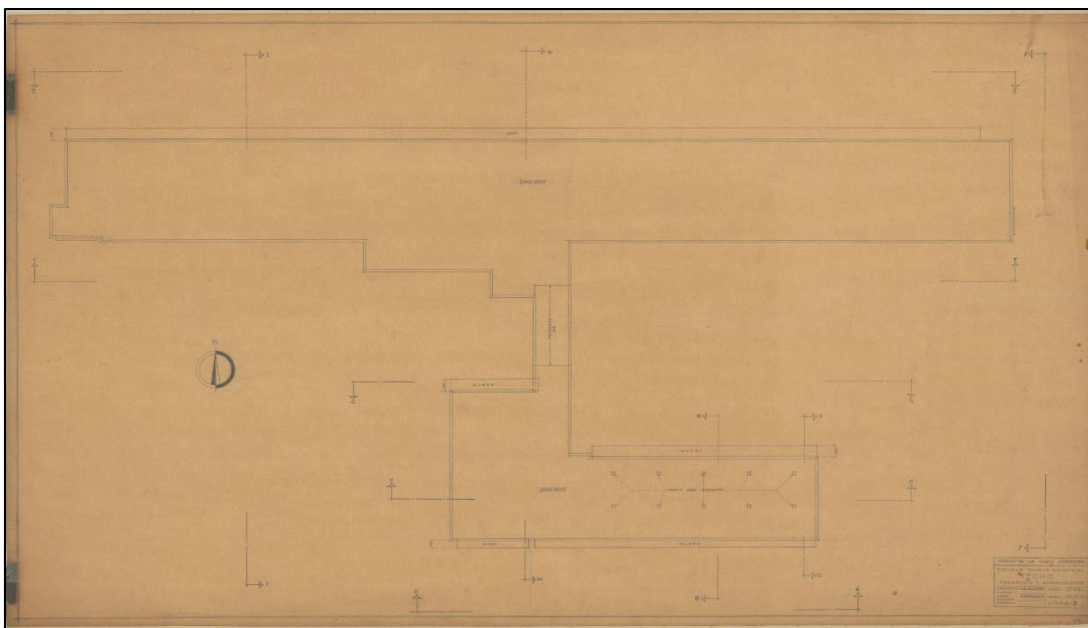


Figura 4.2 Plano de planta techo del Edificio de Pedagogía y Administración de la Escuela Técnica Industrial. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED



Figura 4.3 Edificio de Aulas, Decanato y Ampliaciones. Fuente: Propia

La estructura fue clasificada por 6 módulos, denominados módulos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 (ver figura 8). A cada uno se le asignó un sistema de ejes longitudinales y transversales, denotados por números y letras para la identificación de los elementos estructurales (vigas y columnas). Para los módulos 2, 3, 4 y 6 existe continuidad en la denominación de los ejes, pero para los módulos 1 y 5 la denotación es independiente (ver desde figura 4.4 hasta figura 4.10).

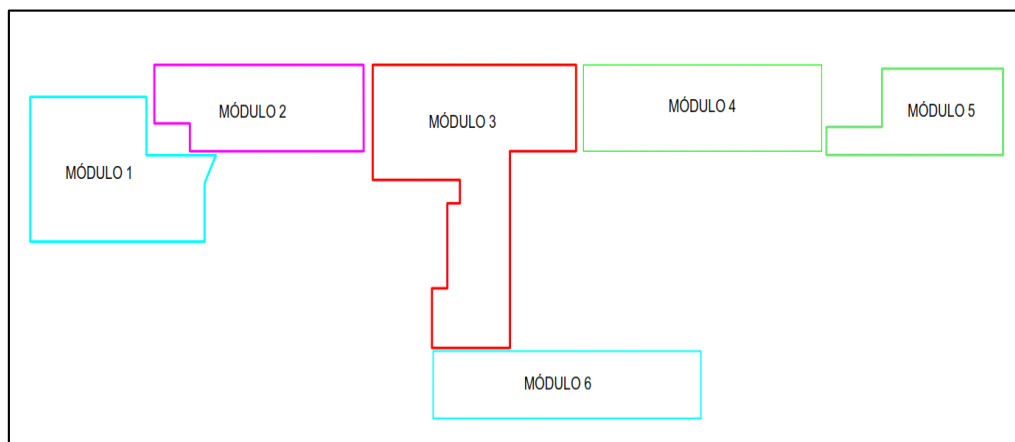


Figura 4.4 Módulos que conforman la estructura en estudio. Fuente: Propia

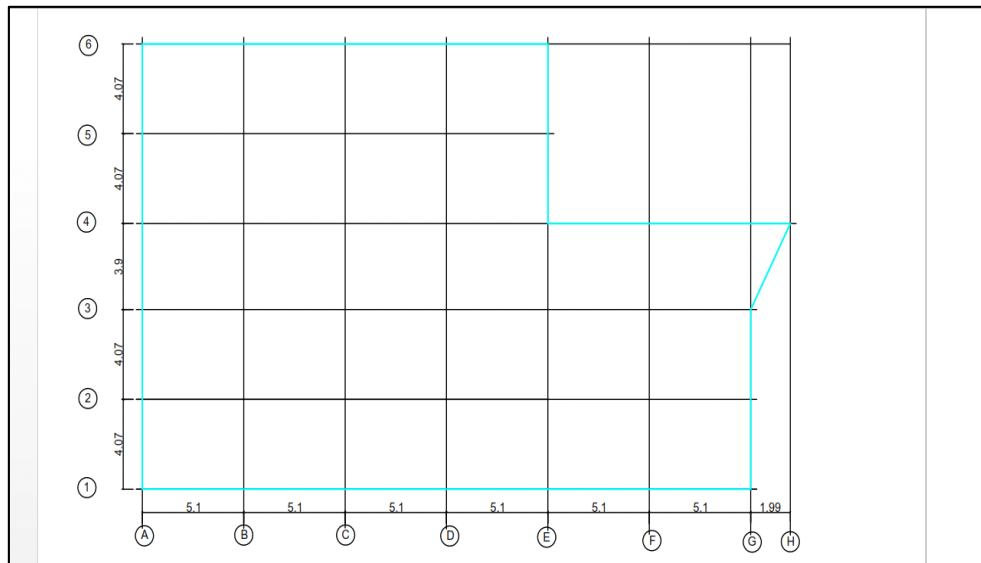


Figura 4.5 Planta tipo del módulo 1. Fuente: Propia

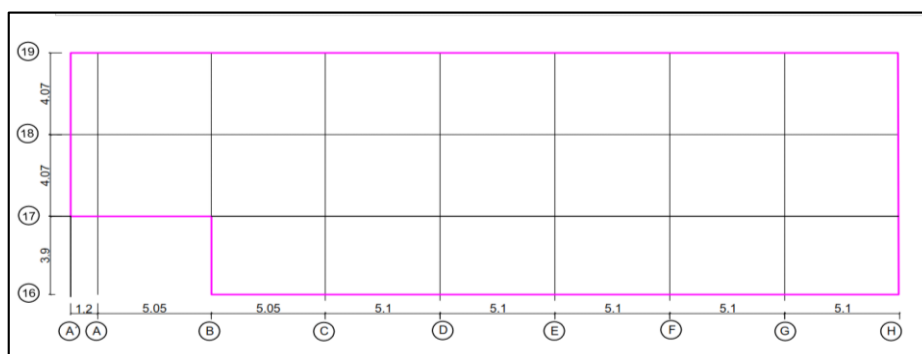


Figura 4.6 Planta tipo del módulo 2. Fuente: Propia

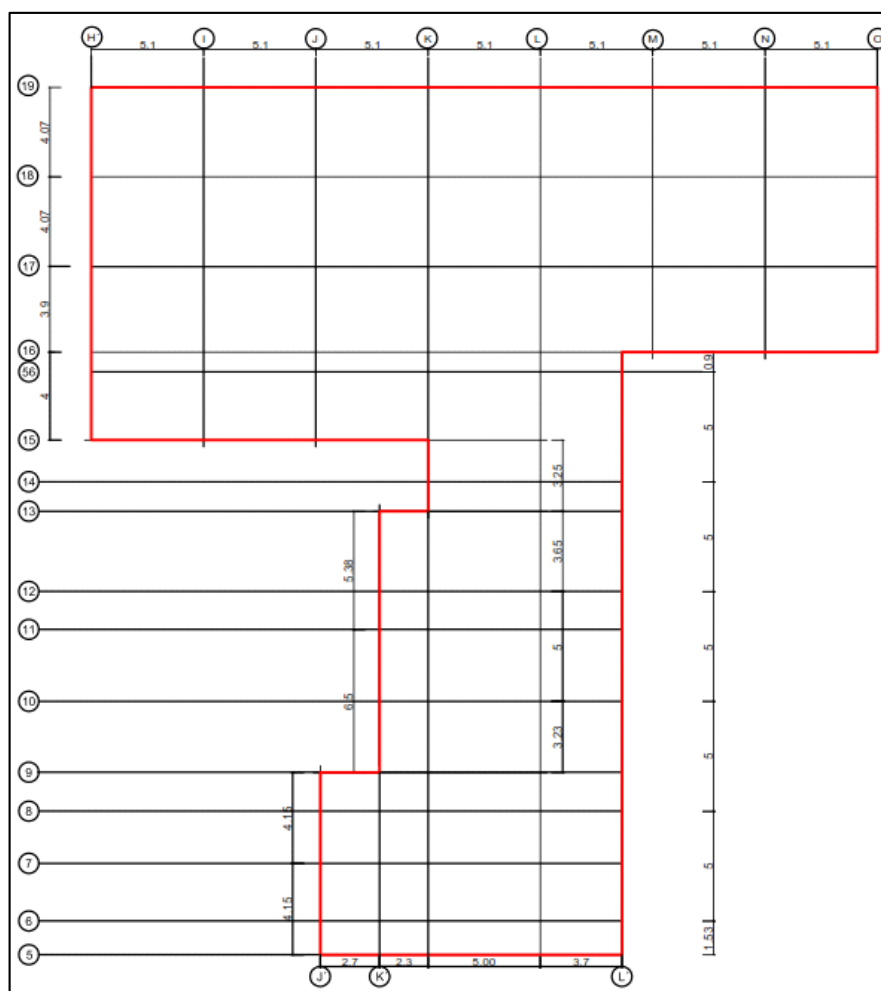


Figura 4.7 Planta tipo del módulo 3. Fuente: Propia

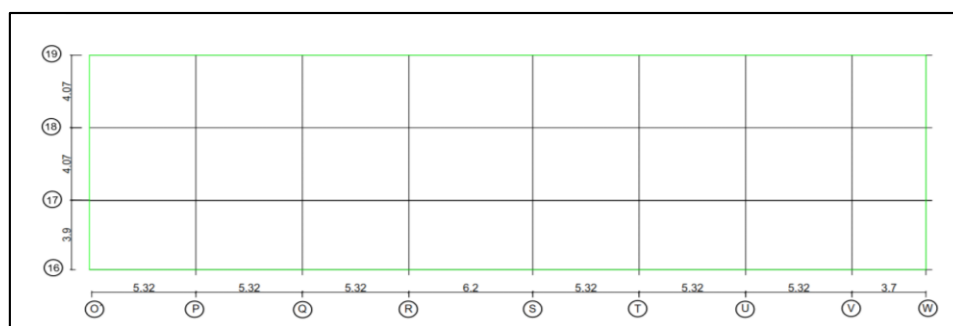


Figura 4.8 Planta tipo del módulo 4. Fuente: Propia

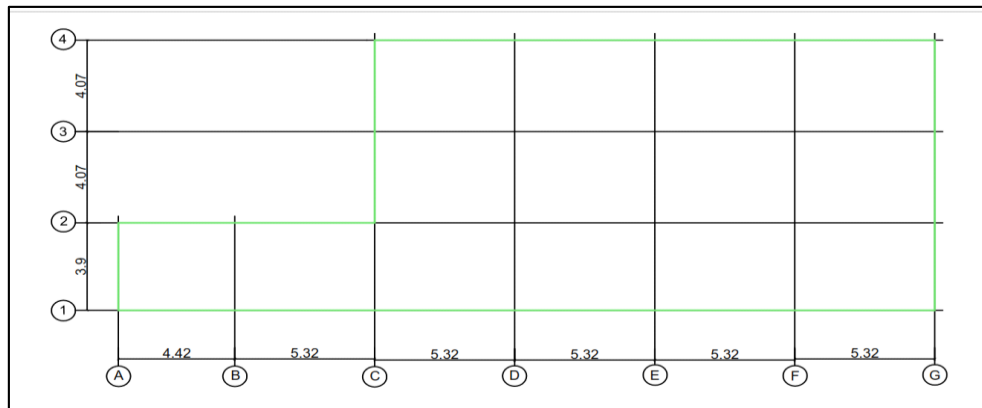


Figura 4.9 Planta tipo del módulo 5. Fuente: Propia

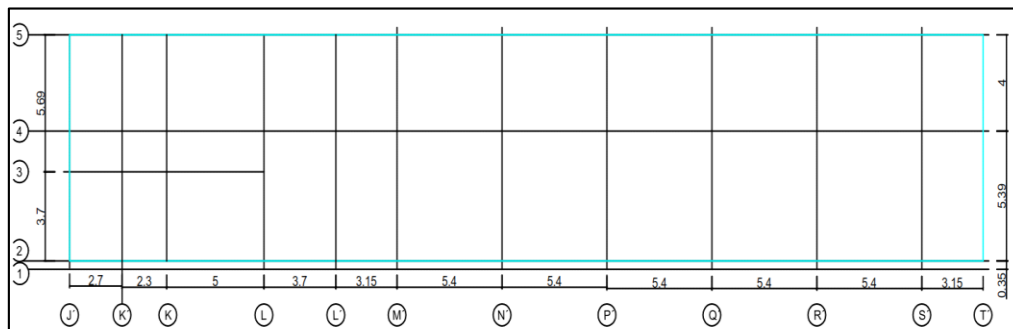


Figura 4.10 Planta tipo del módulo 6. Fuente: Propia

Es importante destacar que para los módulos 1, 2, 4, 5 y el lado norte del módulo 3 la altura del piso 1 es 4,22m y la altura del techo medido desde planta baja (nivel 0,00) es 8,47m, y para el módulo 6 y parte sur del módulo 3, el piso 1 se encuentra a una altura de 3,22m y el techo a 7,47m (desde planta baja, nivel 0,00). Debido a esto, tanto las losas y vigas de piso 1 y techo ubicadas entre los ejes L-L' y ejes 10-13 poseen una inclinación con pendiente de 10% reflejando el desnivel existente entre las alturas de pisos. Ver figura 4.11.

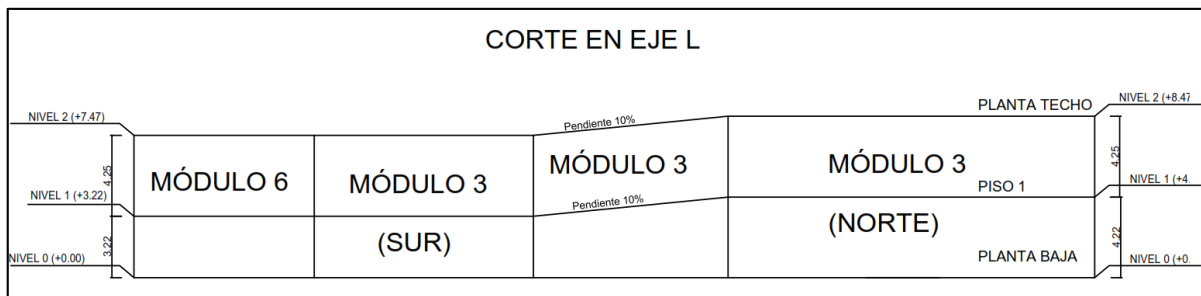


Figura 4.11 Representación de las alturas de pisos de la estructura. Fuente: Propia

4.2. Características de los elementos estructurales

4.2.1. Losas

Los planos estructurales suministrados por el Consejo de Preservación y Desarrollo de la Universidad Central de Venezuela (COPRED), mostraron que en todos los módulos las losas son nervadas armadas en una sola dirección, y en efecto, los planos de envigado y losas, indicaron la dirección en que se colocaron los nervios (ver figura 4.12).

Se pudo observar que todas las losas, tanto de entrepiso como de techo, están formadas por losetas de 5cm de espesor, nervios de 10cm de ancho con separación de 50cm de eje a eje. Estas características se mantienen en todos los elementos horizontales de la estructura, variando solamente la altura del elemento y el área de acero de refuerzo contenida (ver figura 4.13).

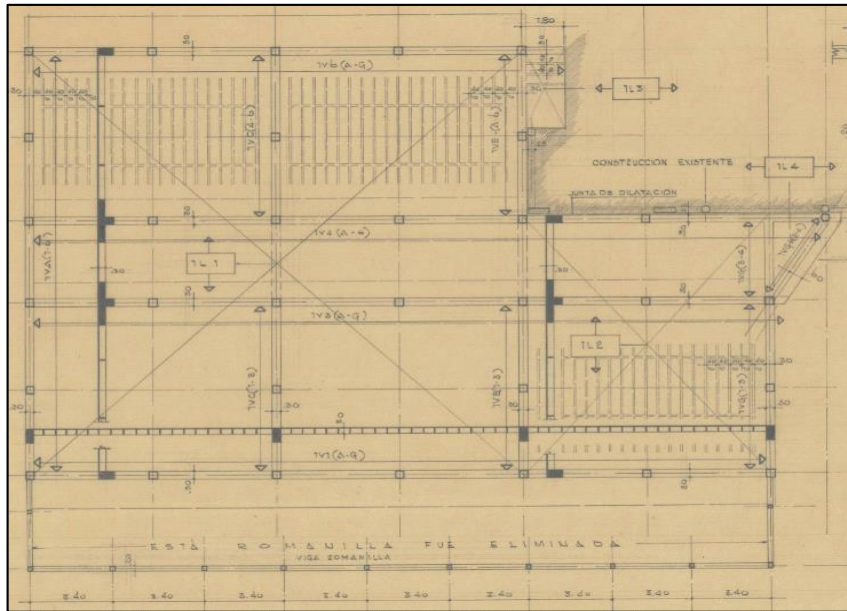


Figura 4.12 Plano de envigado y losas del módulo 1. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

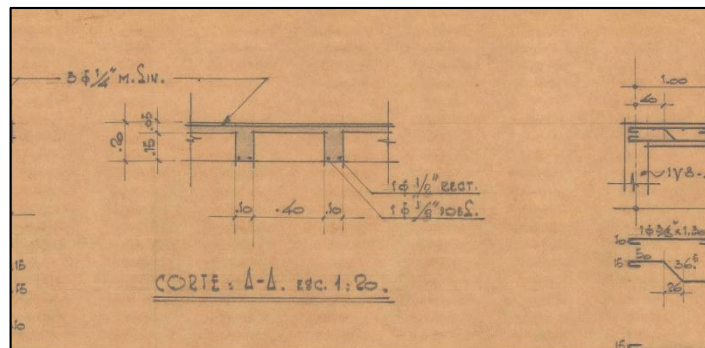


Figura 4.13 Detalle de losa nervada. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

Existe solo un caso de losa maciza de 13cm de espesor (ver figura 4.14), la cual se encontró en el techo del módulo 3, colocada con una pendiente de 10%.

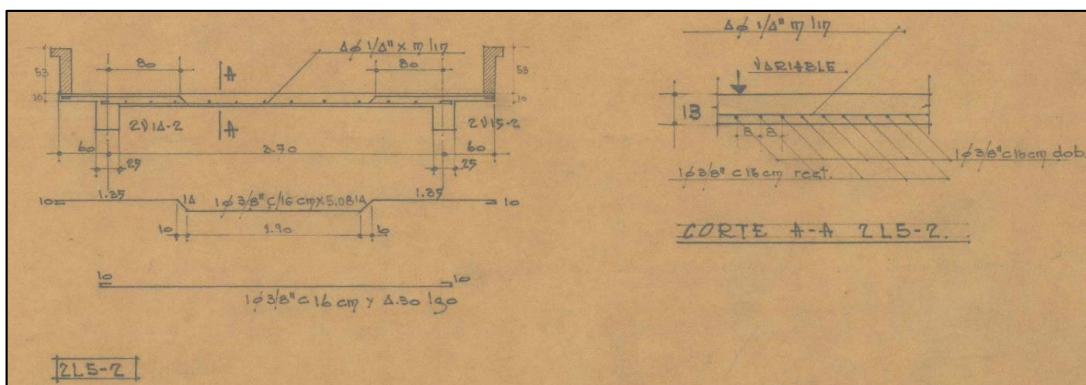


Figura 4.14 Detalle de losa maciza. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

4.2.2. Columnas

A través de la revisión de los planos estructurales, se observó que las columnas presentes en todos los módulos son rectangulares y circulares, y se pudo corroborar dicha información a través de la inspección visual que se llevó a cabo.

Existen 21 tipos de columnas en los módulos 2, 3, 4 y 6, y en la tabla 4.1 se muestra la información del armado, forma y sección transversal de cada una.

En las tablas 4.1 a la 4.5 se expresa la información de las columnas de los módulos 1 y 5, ya que difieren de los demás módulos.

Tabla 4.1 Información de las columnas de los módulos 2, 3, 4 y 6

Tipos de columnas (Módulos 2, 3, 4 y 6)				
		Dimensión		

Columna	Sección	Sección (cm)	Diámetro (cm)	Acero longitudinal	Acero transversal
C	Rectangular	25x25		4 Ø 1/2"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C1	Circular		25	4 Ø 1/2"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C2	Rectangular	25x25		4 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C3	Rectangular	30x25		4 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C4	Rectangular	30x25		6 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C5	Rectangular	30x30		4 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C6	Rectangular	30x30		8 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C7	Rectangular	30x30		8 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C8	Rectangular	35x30		6 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C9	Rectangular	35x30		8 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C10	Rectangular	40x30		8 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C13	Rectangular	40x30		10 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C14	Circular		25	6 Ø 1/2"	Zunchos Ø 1/4" c/4cm
C15	Circular		25	6 Ø 1/2"	Zunchos Ø 3/8" c/4cm
C16	Circular		30	4 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C17	Rectangular	30x30		4 Ø 5/8"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C18	Circular		40	8 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C19	Rectangular	30x20		4 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C20	Circular		30	6 Ø 5/8"	Zunchos Ø 1/2" c/4cm
C21	Rectangular	40x35		10 Ø 3/4"	Lig Ø 1/4" c/25cm
C22	Rectangular	80x25		No se contó con el detalle	

Tabla 4.2 Información de las columnas del módulo 1 (PB-P1).

Tipos de columnas (PB-P1)					
Columnas	Sección	Dimensión		Acero longitudinal	Acero transversal
		Sección (cm)	Diámetro (cm)		
1-A	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-B	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-C	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-D	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-E	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-F	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-G	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-A	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-C	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-E	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-G	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-A	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-B	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-C	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-D	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-E	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-F	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-G	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4A	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4B	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-C	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-D	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-E	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-F	Rectangular	30x40		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-H	Circular		26	5Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
5-A	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
5-C	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
5-E	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-A	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-B	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-C	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-D	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-E	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm

Tabla 4.3 Información de las columnas del módulo 1 (P1-PT).

Módulo 1					
Tipos de columnas (P1-PT)					
Columna	Sección	Dimensión		Acero longitudinal	Acero transversal
		Sección (cm)	Diámetro (cm)		
1-A	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-B	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-C	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-D	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-E	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-F	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-G	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-A	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-C	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-E	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-G	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-A	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-B	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-C	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-D	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-E	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-F	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
3-G	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-A	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-B	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-C	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-D	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-E	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-F	Rectangular	30x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
4-H	Circular		26	5Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
5-A	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
5-C	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
5-E	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-A	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-B	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-C	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-D	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
6-E	Rectangular	25x30		6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm

Tabla 4.4 Información de las columnas del módulo 5 (PB-P1).

Módulo 5					
Tipos de columnas (PB-P1)					
Columna	Sección	Dimensión		Acero Longitudinal	Acero Transversal
		Sección (cm)	Diámetro (cm)		
1-A	Circular		25	5Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø3/8"@25 x 83cm
1-B	Circular		25	5Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø3/8"@25 x 83cm
1-C	Rectangular	25x25		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 95cm
1-D	Rectangular	25x25		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 95cm
1-E	Rectangular	25x25		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 95cm
1-F	Rectangular	25x25		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 95cm
1-G	Rectangular	25x25		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 95cm
2-A	Circular		25	5Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø3/8"@25 x 83cm
2-B	Circular	25x25		6Ø1"x4.54m	Lig. Ø3/8"@25 x 93cm
2-C	Rectangular	40x30		6Ø1"x4.54m	Lig. Ø3/8"@25 x 1.40m
2-D	Rectangular	40x30		6Ø1"x4.54m	Lig. Ø3/8"@25 x 1.40m
2-E	Rectangular	40x30		6Ø1"x4.54m	Lig. Ø3/8"@25 x 1.40m
2-F	Rectangular	40x30		8Ø1"x4.54m	Lig. Ø3/8"@25 x 1.40m
2-G	Rectangular	30x30		4Ø5/8"x4.29m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
3-C	Rectangular	30x30		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
3-E	Rectangular	30x30		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
3-G	Rectangular	30x30		4Ø1/2"x4.34m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
4-C	Rectangular	30x30		6Ø5/8"x4.29m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
4-D	Rectangular	30x30		4Ø5/8"x4.29m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
4-E	Rectangular	30x30		6Ø5/8"x4.29m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
4-F	Rectangular	30x30		4Ø5/8"x4.29m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m
4-G	Rectangular	30x30		6Ø5/8"x4.29m	Lig. Ø1/4"@25 x 1.15m

Tabla 4.5 Información de las columnas del módulo 5 (P1-PT).

Módulo 5					
Tipos de columnas (P1-PT)					
Columna	Sección	Dimensión		Acero longitudinal	Acero transversal
		Sección (cm)	Diámetro (cm)		
1-A	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-B	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-C	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-D	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-E	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-F	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
1-G	Rectangular	25x25		4Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-A	Circular		25	5Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-B	Circular		25	6Ø1/2"	Lig. Ø1/4"@25cm
2-C	Rectangular	30x30		4Ø3/4"	Lig. Ø3/8"@25cm
2-D	Rectangular	30x30		4Ø3/4"	Lig. Ø3/8"@25cm
2-E	Rectangular	30x30		4Ø3/4"	Lig. Ø3/8"@25cm
2-F	Rectangular	30x30		4Ø3/4"	Lig. Ø3/8"@25cm
2-G	Rectangular	30x30		4Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
3-C	Igual a 3-C (PB-P1)				
3-E	Igual a 3-E (PB-P1)				
3-G	Igual a 3-G (PB-P1)				
4-C	Rectangular	30x30		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-D	Rectangular	30x30		4Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-E	Rectangular	30x30		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-F	Rectangular	30x30		4Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm
4-G	Rectangular	30x30		6Ø5/8"	Lig. Ø3/8"@25cm

En las tablas 4.6 a 4.8, se verifica que el área de acero longitudinal de las columnas cumpla con lo que establece la norma FONDONORMA 1753:2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural”. Para estructuras diseñadas con ND1 el área de acero longitudinal no será menor que 0,01 veces ni mayor que 0,08 veces el área total de la sección.

Tabla 4.6 Verificación de la cuantía geométrica en columnas (PB-P1) del módulo 1.

Columna	Sección (cm)		Área de la columna (cm ²)	As (cm ²)	ρ (%)	Verificación
1-A	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
1-B	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
1-C	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
1-D	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
1-E	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
1-F	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
1-G	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
2-A	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
2-C	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
2-E	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
2-G	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
3-A	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
3-B	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
3-C	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
3-D	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
3-E	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
3-F	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
3-G	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4A	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4B	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4-C	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4-D	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4-E	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4-F	Rectangular	30x40	1200	11,87	0,99	NO CUMPLE
4-H	Circular	26	530,66	6,34	1,19	CUMPLE
5-A	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
5-C	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
5-E	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
6-A	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
6-B	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
6-C	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
6-D	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE
6-E	Rectangular	30x30	900	7,60	0,84	NO CUMPLE

Tabla 4.7 Verificación de la cuantía geométrica en columnas (PB-P1) del módulo 5.

Columna	SECCIÓN (CM)		Área de la columna (cm ²)	As (cm ²)	ρ (%)	Verificación
1-A	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
1-B	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
1-C	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
1-D	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
1-E	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
1-F	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
1-G	Rectangular	25x25	625	5,068	0,81	NO CUMPLE
2-A	Circular	25	491	5,068	1,03	CUMPLE
2-B	Circular	25	491	5,068	1,03	CUMPLE
2-C	Rectangular	30x30	900	11,4	1,27	CUMPLE
2-D	Rectangular	30x30	900	11,4	1,27	CUMPLE
2-E	Rectangular	30x30	900	11,4	1,27	CUMPLE
2-F	Rectangular	30x30	900	11,4	1,27	CUMPLE
2-G	Rectangular	30x30	900	7,916	0,88	NO CUMPLE
4-C	Rectangular	30x30	900	11,874	1,32	CUMPLE
4-D	Rectangular	30x30	900	7,916	0,88	NO CUMPLE
4-E	Rectangular	30x30	900	11,874	1,32	CUMPLE
4-F	Rectangular	30x30	900	7,916	0,88	NO CUMPLE
4-G	Rectangular	30x30	900	11,874	1,32	CUMPLE

Tabla 4.8 Verificación de la cuantía geométrica de las columnas de los módulos 2, 3, 4 y 6.

Columna	Sección (cm)		Área de la columna (cm ²)	As (cm ²)	ρ (%)	Verificación
C	Rectangular	25x25	625	5,07	0,81	NO CUMPLE
C1	Circular	25	491	5,07	1,03	CUMPLE
C2	Rectangular	25x25	625	7,92	1,27	CUMPLE
C3	Rectangular	30x25	750	7,92	1,06	CUMPLE
C4	Rectangular	30x25	750	11,87	1,58	CUMPLE
C5	Rectangular	30x30	900	7,92	0,88	NO CUMPLE
C6	Rectangular	30x30	900	15,83	1,76	CUMPLE
C7	Rectangular	30x30	900	22,80	2,53	CUMPLE
C8	Rectangular	35x30	1050	17,10	1,63	CUMPLE
C9	Rectangular	35x30	1050	22,80	2,17	CUMPLE
C10	Rectangular	40x30	1200	22,80	1,90	CUMPLE
C13	Rectangular	40x30	1200	28,50	2,38	CUMPLE
C14	Circular	25	491	7,60	1,55	CUMPLE
C15	Circular	25	491	7,60	1,55	CUMPLE
C16	Circular	30	706,5	7,92	1,12	CUMPLE
C17	Rectangular	30x30	900	7,92	0,88	NO CUMPLE
C18	Circular	40	1256	22,80	1,82	CUMPLE
C19	Rectangular	30x20	600	11,40	1,90	CUMPLE
C20	Circular	30	706,5	11,87	1,68	CUMPLE
C21	Rectangular	40x35	1400	28,50	2,04	CUMPLE

4.2.3. Vigas

En todos los módulos de la estructura, las vigas presentes son de sección rectangular, con doble armadura de acero (acero superior y acero inferior). Existe un solo caso de viga en forma acartelada ubicada en el módulo 3, la cual se muestra en la figura 4.15.

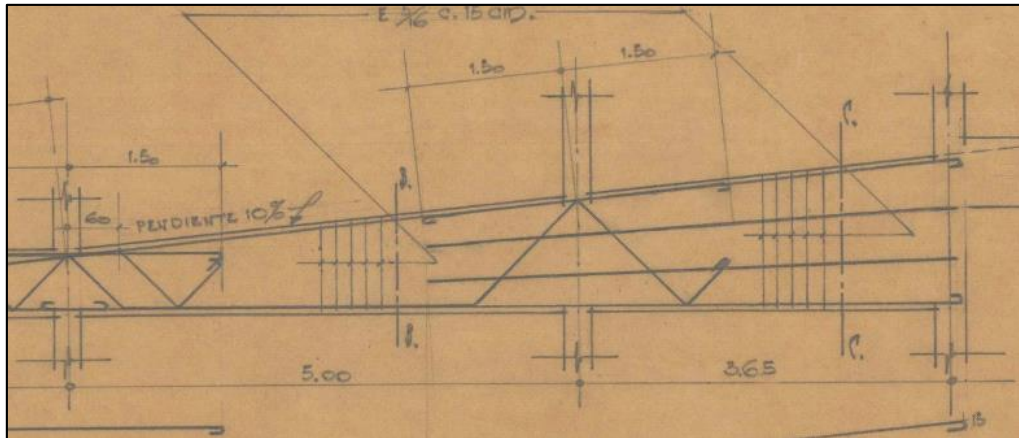


Figura 4.15 Viga acartelada, eje L (10-13). Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED.

La denotación de la ubicación que se les hizo a las vigas, fue con números para las que se encuentran en el eje “X” y con letras para el eje “Y”, adoptando este sistema de referencia y el nombre utilizado en los planos originales.

Tabla 4.9 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 1.

Módulo 1								
Nivel 1								
Viga	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	1(A-B)	30x70	3Φ7/8"	2Φ7/8"	6Φ7/8"	3Φ7/8"	4Φ7/8"	5Φ7/8"
1V1	1(B-C)	30x70	6Φ7/8"	4Φ7/8"	5Φ7/8"	5Φ7/8"	3Φ7/8"	4Φ7/8"
1V1	1(C-D)	30x70	5Φ7/8"	4Φ7/8"	5Φ7/8"	4Φ7/8"	3Φ7/8"	4Φ7/8"
1V1	1(D-E)	30x70	5Φ7/8"	4Φ7/8"	5Φ7/8"	4Φ7/8"	3Φ7/8"	4Φ7/8"
1V1	1(E-F)	30x70	5Φ7/8"	4Φ7/8"	6Φ7/8"	4Φ7/8"	3Φ7/8"	5Φ7/8"
1V1	1(F-G)	30x70	6Φ7/8"	2Φ7/8"	3Φ7/8"	5Φ7/8"	4Φ7/8"	3Φ7/8"
1V3	3(A-B)	30x70	3Φ1"	2Φ1"	7Φ1"	3Φ1"	4Φ1"	4Φ1"+1 Φ3/4"
1V3	3(B-C)	30x70	7Φ1"	4Φ1"	4Φ1" + 2Φ3/4"	4Φ1"+1Φ3/ 4"	2Φ1"+1Φ 3/4"	2Φ1"+2 Φ3/4"
1V3	3(C-D)	30x70	4Φ1" + 2Φ3/4"	4Φ1"	4Φ1" + 2Φ7/8"	2Φ1"+2Φ3/ 4"	2Φ1"+1Φ 3/4"	2Φ1"+2 Φ3/4"

Tabla 4.10 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 1 (continuación).

1V3	3(D-E)	30x70	4Φ1" + 2Φ7/8"	2Φ1"	4Φ1" + 2Φ7/8"	2Φ1"+ 2Φ3/4"	2Φ1"+1 Φ3/4"	1Φ1"+2Φ7/8 "+1Φ3/4"
1V3	3(E-F)	30x70	4Φ1" + 2Φ7/8"	4Φ1"	8Φ1"	1Φ1"+ 2Φ7/8" + 1Φ3/4"	1Φ1" + 2Φ7/8"	2Φ7/8"+2Φ3 /4"
1V3	3(F-G)	30x70	8Φ1"	2Φ1"	3Φ1"	2Φ7/8" + 2Φ3/4"	4Φ1"+2 Φ3/4"	3Φ1"+2Φ3/4 "
1V4	4(A-B)	30x70	3Φ1"	2Φ1"	7Φ1"	3Φ1"	4Φ1"	2Φ1"+2Φ7/8 "
1V4	4(B-C)	30x70	7Φ1"	4Φ1"	5Φ1"	2Φ1" + 2Φ7/8"	1Φ1"+2 Φ7/8"	4Φ7/8"
1V4	4(C-D)	30x70	5Φ1"	4Φ1"	7Φ1"	4Φ7/8"	1Φ1"+2 Φ7/8"	4Φ7/8"
1V4	4(D-E)	30x70	7Φ1"	4Φ1"	3Φ1"	4Φ7/8"	1Φ1"+2 Φ7/8"	1Φ1"+4Φ7/8 "
1V4	4(E-F)	30x70	3Φ1"	4Φ1"	5Φ1" + 2Φ7/8"	1Φ1" + 4Φ7/8"	2Φ7/8"	4Φ7/8"
1V4	4(F-H)	30x70	5Φ1" + 2Φ7/8"	2Φ1"	2Φ1"	4Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"
1V6	6(A-B)	30x70	3Φ1"	2Φ1"	5Φ1"	2Φ7/8"	1Φ1"+2 Φ7/8"	2Φ7/8"+2Φ3 /4"
1V6	6(B-C)	30x70	5Φ1"	4Φ1"	4Φ1"	2Φ7/8"+2Φ3/4"	1Φ1"+2 Φ3/4"	4Φ3/4"
1V6	6(C-D)	30x70	4Φ1"	2Φ1"	5Φ1"	4Φ3/4"	1Φ1"+2 Φ3/4"	5Φ3/4"
1V6	6(D-E)	30x70	5Φ1"	4Φ1"	2Φ1" + 1Φ3/4"	5Φ3/4"	1Φ1"+2 Φ3/4"	1Φ1"+4Φ3/4 "
1VA	A(1-2)	30x70	3Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
1VA	A(2-3)	30x70	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
1VA	A(3-4)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1VA	A(4-5)	30x70	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
1VA	A(5-6)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1VC	C(1-2)	30x70	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1VC	C(2-3)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"
1VC	C(4-5)	30x70	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1VC	C(5-6)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"
1VE	E(1-2)	30x70	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1VE	E(2-3)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"
1VE	E(4-5)	30x70	3Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
1VE	E(5-6)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"
1VG	G(1-2)	30x70	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1VG	G(2-3)	30x70	4Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"
1VG	G(3-4)	30x30	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"
1VGH	GH(3-4)	30x30	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"

Tabla 4.11 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 2.

Módulo 1								
Nivel 2								
Viga	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	1(A-B)	25x50	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8"	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 3/4"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 3/4"	2 Φ 3/4" + 2 Φ 5/8"
2V1	1(B-C)	25x50	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8"	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 3/4" + 2 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V1	1(C-D)	25x50	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8"	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V1	1(D-E)	25x50	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8"	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V1	1(E-F)	25x50	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8"	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8" + 2 Φ 3/4"
2V1	1(F-G)	25x50	2 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8" + 2 Φ 3/4"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 3/4"	2 Φ 3/4"
2V3	3(A-B)	25x50	3 Φ 1"	2 Φ 1"	3 Φ 1" + 1 Φ 7/8"	2 Φ 3/4"	1 Φ 1" + 2 Φ 3/4"	2 Φ 3/4" + 2 Φ 5/8"
2V3	3(B-C)	25x50	3 Φ 1" + 1 Φ 7/8"	2 Φ 1" + 2 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	2 Φ 3/4" + 2 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V3	3(C-D)	25x50	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	4 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V3	3(D-E)	25x50	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	1 Φ 1" + 3 Φ 7/8"	4 Φ 5/8"	1 Φ 7/8" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V3	3(E-F)	25x50	1 Φ 1" + 3 Φ 7/8"	2 Φ 1" + 2 Φ 7/8"	5 Φ 1"	4 Φ 5/8"	1 Φ 1" + 2 Φ 5/8"	4 Φ 5/8"
2V3	3(F-G)	25x50	5 Φ 1"	2 Φ 1"	3 Φ 1"	4 Φ 5/8"	2 Φ 1" + 2 Φ 5/8"	2 Φ 5/8" + 1 Φ 1"
2V4	4(A-B)	30X70	3 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	5 Φ 7/8"	2 Φ 7/8"	3 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"
2V4	4(B-C)	30X70	5 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	3 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"
2V4	4(C-D)	30X70	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"	3 Φ 7/8"	4 Φ 7/8"

Tabla 4.12 Información de las vigas del módulo 1. Nivel 2 (continuación).

2V4	4(D-E)	30X70	4Φ7/8"	4Φ7/8"	3Φ7/8"	4Φ7/8"	3Φ7/8"	5Φ7/8"
2V4	4(E-F)	30X70	3Φ7/8"	4Φ7/8"	4Φ7/8"	5Φ7/8"	3Φ7/8"	6Φ7/8"
2V4	4(F-H)	30X70	4Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	6Φ7/8"	3Φ7/8"	3Φ7/8"
2V6	6(A-B)	25x50	1Φ1" + 2Φ3/4"	2Φ3/4"	1Φ1" + 3Φ3/4"	2Φ3/4"	1Φ1" + 2Φ3/4"	2Φ3/4" + 2Φ5/8"
2V6	6(B-C)	25x50	1Φ1" + 3Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4" + 2Φ5/8"	1Φ3/4" + 2Φ5/8"	4Φ5/8"
2V6	6(C-D)	25x50	4Φ3/4"	2Φ3/4"	1Φ1" + 3Φ3/4"	4Φ5/8"	1Φ3/4" + 2Φ5/8"	2Φ3/4" + 2Φ5/8"
2V6	6(D-E)	25x50	1Φ1" + 3Φ3/4"	4Φ3/4"	1Φ1" + 2Φ3/4"	2Φ3/4" + 2Φ5/8"	1Φ1" + 2Φ3/4"	2Φ3/4"
2VA	A(1-2)	30x25	3Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VA	A(2-3)	30x25	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VA	A(3-4)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VA	A(4-5)	30x25	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VA	A(5-6)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
2VC	C(1-2)	30x25	3Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VC	C(2-3)	30x25	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VC	C(3-4)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VC	C(4-5)	30x25	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VC	C(5-6)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
2VE	E(1-2)	30x25	3Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VE	E(2-3)	30x25	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VE	E(3-4)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VE	E(4-5)	30x25	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VE	E(5-6)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
2VG	G(1-2)	30x25	3Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"
2VG	G(2-3)	30x25	4Φ3/4"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	4Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
2VG	G(3-4)	30x25	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
2VGH	GH(3-4)	30x25	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"

Tabla 4.13 Información de las vigas del módulo 2. Nivel 1.

Módulo 2

Nivel 1									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	19	A-B	35x80	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 4Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
		B-C	35x80	2Φ3/4"+ 4Φ1/2"	4Φ3/4"+ 4Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
		C-D	35x80	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
		D-E	35x80	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	4Φ3/4"+ 4Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
		E-F	35x80	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	4Φ3/4"+ 4Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
		F-G	35x80	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	4Φ3/4"+ 4Φ1/2"	2Φ3/4"+ 3Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
		G-H	35x80	2Φ3/4"+ 3Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 2Φ1/2"	2Φ3/4"+2 Φ1/2"
1V2	17	A'-A	25x30	3Φ3/8"	3Φ3/8"	3Φ3/8"	3Φ3/8"+ 2Φ1/2"	3Φ3/8"+ 2Φ1/2"	3Φ3/8"+2 Φ1/2"
1V3	17	A-B	30x80	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+ 4Φ5/8"	3Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
		B-C	30x80	1Φ3/4"+ 4Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+ 2Φ5/8"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"
		C-D	30x80	1Φ7/8"+ 4Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+ 4Φ5/8"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	4Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"
		D-E	30x80	1Φ7/8"+ 2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+ 4Φ5/8"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"
		E-F	30x80	1Φ7/8"+ 4Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+ 4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		F-G	30x80	4Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ3/4"+ 7Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"
		G-H	30x80	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+ 3Φ5/8"	3Φ5/8"
1V4	16	B-C	25x55	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+ 4Φ5/8"	1Φ1"+2Φ 3/4"+1Φ 1/2"	2Φ1"+2Φ 3/4"+1Φ 1/2"	4Φ3/4"
		C-D	25x55	2Φ1"+2Φ 5/8"	4Φ5/8"	1Φ7/8"+ 2Φ5/8"	2Φ3/4"+ 1Φ1/2"	2Φ3/4"+ 1Φ1/2"	2Φ3/4"+1 Φ1/2"
		D-E	25x55	1Φ7/8"+ 2Φ5/8"	4Φ5/8"	1Φ7/8"+ 2Φ5/8"+ 1Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ7/8"+ 2Φ1/2"	2Φ7/8"+2 Φ1/2"
		E-F	25x55	1Φ7/8"+ 2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ7/8"+ 2Φ1/2"	2Φ1/2"
		F-G	25x55	1Φ7/8"+ 4Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ1"+2Φ 5/8"	2Φ1/2"	2Φ3/4"+ 1Φ1/2"	4Φ3/4"

Tabla 4.14 Información de las vigas del módulo 2. Nivel 1 (continuación).

1V4	16	G-H	25x55	1Φ1"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ3/4"	2Φ1"+2Φ3/4"+1Φ1/2"	2Φ1"+2Φ3/4"+1Φ1/2"
1V6	A	17-18	30x80	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+4Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		18-19	30x80	1Φ7/8"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
1V7	B	17-19	40x80	2Φ1 1/8"+2Φ7/8"	2Φ5/8"	2Φ1 1/8"+2Φ7/8"	6Φ1 1/8"	10Φ1 1/8"+2Φ7/8"	6Φ1 1/8"
1V7 A	B	16-17	25x60	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ3/4"	3Φ3/4"	2Φ3/4"
1V8	C, E, G	17-18	30x80	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ7/8"+2Φ3/4"	1Φ7/8"	1Φ7/8"	1Φ7/8"
		18-19	30x80	4Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ1/2"	3Φ7/8"+2Φ1/2"	1Φ7/8"+2Φ1/2"
1V9	D, F	17-19	40x80	4Φ1"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ1"+2Φ3/4"	8Φ1"	14Φ1"	8Φ1"
1V10	H	17-19	25x80	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	5Φ3/4"	9Φ3/4"	5Φ3/4"
1V5	A'	16-17	25x50	1Φ5/8"+2Φ3/8"	2Φ3/8"	1Φ5/8"+2Φ3/8"	1Φ7/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"	1Φ7/8"

Tabla 4.15 Información de las vigas del módulo 2. Nivel 2.

Módulo 2									
Nivel 2									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	19	A-B	30x128	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"+1Φ3/8"	4Φ1/2"+1Φ3/8"	4Φ1/2"+1Φ3/8"
		B-C		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		C-D		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		D-E		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		E-F		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		F-G		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		G-H		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"+1Φ3/8"	4Φ1/2"+1Φ3/8"	4Φ1/2"+1Φ3/8"

Tabla 4.16 Información de las vigas del del módulo 2. Nivel 2 (continuación).

2V2	17	A'-A	25x25	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	1Φ1/2"+ 2Φ3/8"	2Φ3/8"
2V3	17	A-B	30x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"
		B-C		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		C-D		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		D-E		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		E-F		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		F-G		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		G-H		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ5/8"
2V4	A'	16-17	25x25	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
2V5	A	17-18	25x50	2Φ1/2"	2Φ1/2"	4Φ1/2"+2 Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"+ 2Φ3/8"	2Φ1/2"
		18-19		4Φ1/2"+2 Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"+ 2Φ3/8"	2Φ1/2"
2V6	B, D, F	17-19	30x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	6Φ1"	10Φ1"	6Φ1"
2V7	C, E, G	17-18	25x75	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+ 5Φ3/4"	2Φ5/8"
		18-19	25x75	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+ 1Φ3/4"	2Φ5/8"
2V8	16	A'-B	30x75	1Φ3/4"+2 Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2 Φ5/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"+ 1Φ3/4"	2Φ7/8"
2V9	16	B-C	25x50	1Φ3/4"+1 Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2 Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+ 1Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ1/2"
		C-D		1Φ3/4"+2 Φ5/8"+2 Φ1/2"	4Φ1/2"	1Φ3/4"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"+1 Φ3/8"	2Φ1/2"+ 1Φ3/8"	2Φ1/2"+1 Φ3/8"
		D-E		1Φ3/4"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2 Φ1/2"+1 Φ3/8"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ1/2"
		E-F		1Φ5/8"+2 Φ1/2"+1 Φ3/8"	4Φ1/2"	1Φ3/4"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ1/2"
		F-G		1Φ3/4"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"+1 Φ3/8"	2Φ1/2"+ 1Φ3/8"	2Φ1/2"+1 Φ3/8"
		G-H		2Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+1 Φ5/8"+2 Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+ 1Φ5/8"+ 2Φ1/2"	2Φ1/2"

Tabla 4.17 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 1.

Módulo 3									
Nivel 1									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	19	H'-I	35x80	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+4Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		I-J		2Φ3/4"+4Φ1/2"	4Φ3/4"+4Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		J-K		2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		K-L		2Φ3/4"+2Φ1/2"	4Φ3/4"+4Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		L-M		2Φ3/4"+2Φ1/2"	4Φ3/4"+4Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		M-N		2Φ3/4"+2Φ1/2"	4Φ3/4"+4Φ1/2"	2Φ3/4"+3Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		N-O		2Φ3/4"+3Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
1V2	17	H'-I	30x80	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ3/4"+2Φ5/8"	1Φ3/4"+3Φ5/8"	2Φ3/4"+3Φ5/8"	3Φ5/8"
		I-J		1Φ7/8"+2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ3/4"+2Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"
		J-K		3Φ3/4"+2Φ5/8"	4Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"
		K-L		1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"
		L-M		3Φ3/4"+2Φ5/8"	4Φ5/8"	3Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"
		M-N		3Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ3/4"+2Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"
		N-O		1Φ7/8"+2Φ3/4"+3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	1Φ3/4"+3Φ5/8"	3Φ5/8"
1V3	16	H'-I	25x110	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ1"+2Φ3/4"	2Φ5/8"	2Φ1"+2Φ3/4"+3Φ5/8"	2Φ5/8"
		I-J		2Φ1"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		J-K		2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"+1Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
		K-L		2Φ3/4"+1Φ5/8"	2Φ3/4"	1Φ1"+1Φ3/4"	4Φ3/4"	4Φ3/4"	2Φ3/4"
		L-M	25x55	1Φ1"+2Φ3/4"	2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ7/8"+1Φ3/4"	1Φ1"+2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"+2Φ1/2"
		M-N		2Φ7/8"+1Φ3/4"	2Φ7/8"	2Φ7/8"+1Φ3/4"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ1/2"
		N-O		2Φ7/8"+1Φ3/4"	3Φ7/8"	3Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ1/2"	4Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"
1V4	15	H'-I	25x125	2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"
		I-J		2Φ5/8"+1Φ3/4"	4Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ3/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		J-K		2Φ5/8"+1Φ3/8"	4Φ5/8"	2Φ7/8"+1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		K-L		2Φ7/8"+1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ3/4"+2Φ5/8"	3Φ3/4"+2Φ5/8"

Tabla 4.18 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 1 (continuación).

1V5	13	K-L	25x140	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ3/4"	3Φ3/4"	3Φ3/4"
1V6	9	J'-K'	25x100	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"
		K'-K		2Φ5/8"	2Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"
		K-L		2Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ7/8"+2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"
1V7	H'	15-16	25x45	1Φ1/2"	1Φ1/2"	1Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ3/4"	2Φ5/8"
1V7A	H'	15-16	25x30	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ1/2"	3Φ1/2"	2Φ1/2"
1V8	H'	17-19	25x80	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	5Φ3/4"	9Φ3/4"	5Φ3/4"
1V9	I, K, M	17-18	30x80	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ7/8"+2Φ3/4"	1Φ7/8"	1Φ7/8"	1Φ7/8"
		18-19		4Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ1/2"	3Φ7/8"+2Φ1/2"	1Φ7/8"+2Φ1/2"
1V10	J	15-16	25x45	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ3/4"	2Φ3/4"+1Φ5/8"	2Φ3/4"
1V11	J, L, N	17-19	40x80	4Φ1"+2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ1"+2Φ3/4"	8Φ1"	14Φ1"	8Φ1"
1V12	O	17-18	25x80	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		18-19		2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
1V13	J'	05-jul	25x60	2Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		07-sep		1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
1V14	K'	09-nov	30x95	2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ7/8"+1Φ3/4"+2Φ5/8"	4Φ3/4"+1Φ5/8"	5Φ3/4"+1Φ5/8"	2Φ3/4"+1Φ5/8"
		nov-13		3Φ7/8"+1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+1Φ5/8"	5Φ3/4"+1Φ5/8"	4Φ3/4"+1Φ5/8"
1V15	K	13-15	25x35	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	3Φ5/8"	3Φ5/8"	3Φ5/8"
1V15A	K	13-15	25x30	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"+1Φ3/8"	2Φ1/2"
1V16	L	05-jul	25x65	2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ5/8"
		07-sep		1Φ7/8"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		09-oct		1Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		10-dic	25x65/25x123	4Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ7/8"+2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+5Φ5/8"	2Φ5/8"
		dic-13	25x123/25x165	2Φ7/8"+2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
1V16A	L	13-15	25x65	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+4Φ5/8"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		15-16		1Φ3/4"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
1V17	L'	05-jun	25x55	4Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		06-ago		3Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		08-oct		2Φ5/8"	2Φ5/8"	5Φ5/8"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		10-dic		5Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"
		dic-14		4Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"
		14-56		2Φ3/4"+3Φ5/8"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"
		56-16		2Φ3/4"	2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"

Tabla 4.19 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 2

Módulo 3									
Nivel 2									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	19	H'-I	30x128	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	4Φ1/2"+1Φ3 /8"	4Φ1/2"+1Φ3 /8"	4Φ1/2"+1Φ3 /8"
		I-J		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		J-K		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 6Φ1/2"	2Φ5/8" + 4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		K-L		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 6Φ1/2"	2Φ5/8" + 4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		L-M		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	4Φ5/8" + 4Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		M-N		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		N-O		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	4Φ1/2"+1Φ3 /8"	4Φ1/2"+1Φ3 /8"	4Φ1/2"+1Φ3 /8"
2V2	17	H'-I	30x45	3Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"
		I-J		4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"
		J-K		4Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"
		K-L		4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ1/2"
		L-M		4Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ1/2"
		M-N		4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8" + 1Φ1/2"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"
		N-O		4Φ5/8"+1Φ1 /2"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ1 /2"	3Φ5/8"+1Φ1 /2"	2Φ5/8"+1Φ1 /2"
2V3	16	H'-I	25x70	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ3 /4"	1Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ3/4"+2Φ5 /8"	1Φ3/4"+2Φ5 /8"
		I-J		3Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1 /2"	2Φ1/2"
		J-K		2Φ3/4"+2Φ5 /8"	4Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5 /8"+1Φ3/4"	2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1 /2"	2Φ1/2"
		K-L		1Φ7/8"+2Φ5 /8"+1Φ3/4"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ7/8"+4Φ5 /8"
		L-M	25x50	1Φ7/8"+2Φ5 /8"+1Φ3/4"	4Φ5/8"	2Φ5/8" + 1Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		M-N		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ5 /8"
		N-O		1Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+2Φ5 /8"	1Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ5/8"
2V4	15	H'-I	25x125	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		I-J		2Φ5/8"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		J-K		2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ5/8"+1Φ1 /2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		K-L		2Φ5/8"+1Φ1 /2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ1 /2"	1Φ3/4"+2Φ1 /2"	1Φ3/4"+2Φ1 /2"

Tabla 4.20 Información de las vigas del módulo 3. Nivel 2 (continuación)

2V5	13	K-L	25x50	1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
2V6	9	J'-K	30x128	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		K-L		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
2V7	H'	17-19	25x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	5Φ3/4"	5Φ3/4"+3Φ5/8"	5Φ3/4"
2V8	H'	13-15	25x30	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
2V8A	H'	13-15	25x35	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"+1Φ3/8"	2Φ1/2"
2V9	J'	05-jul	30x70	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		07-sep		1Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"
2V10	I, K, M	17-18	25x75	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+5Φ3/4"	2Φ5/8"
		18-19		4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ3/4"	2Φ5/8"
2V11	J, L, N	17-19	30x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	6Φ1"	10Φ1"	6Φ1"
2V12	O	17-18	25x75	2Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1/2"	3Φ1/2"	3Φ1/2"	3Φ1/2"
		18-19		1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	3Φ1/2"	3Φ1/2"	3Φ1/2"
2V13	K	13-15	25x20	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
2V13A	K	13-15	25x30	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ3/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"+1Φ3/8"	2Φ1/2"
2V14	L	05-jul	30x80	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+4Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ1/2"	2Φ7/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		07-sep		1Φ7/8"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ7/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		09-oct	30x50	1Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"+4Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		10-dic		2Φ5/8"+4Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	4Φ1/2"	2Φ1/2"
		dic-13		2Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"
		13-15	25x63,5	4Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		16-16		1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
2V15	L'	05-jun	25x50	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	4Φ1/2"
		06-ago		2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	3Φ1/2"	4Φ1/2"	3Φ1/2"
		08-oct		1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ1/2"	4Φ1/2"	2Φ1/2"
		10-dic		1Φ3/4"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		dic-14		4Φ5/8"	4Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ1/2"	1Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ1/2"
		14-56		1Φ7/8"+3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+4Φ1/2"	1Φ3/4"+3Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"
		56-16		2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"	1Φ3/4"+2Φ1/2"

Tabla 4.21 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 1.

Módulo 4									
Nivel 1									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	19	O'-P	38x80	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		P-Q		4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		Q-R		2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		R-S		4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		S-T		4Φ5/8"	4Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		T-U		3Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		U-V		3Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		V-W		4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
1V2	entre 18 y 19	V-W	30x50	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ7/8"	2Φ7/8"+1Φ5/8"	2Φ7/8"
1V3	17	O'-P	30x80	3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ7/8"+5Φ5/8"	5Φ5/8"	6Φ5/8"	3Φ5/8"
		P-Q		2Φ7/8"+3Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
		Q-R		1Φ7/8"+2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ7/8"+1Φ3/4"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
		R-S		2Φ7/8"+1Φ3/4"+6Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ7/8"+1Φ3/4"+6Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"+1Φ3/4"	2Φ5/8"
		S-T		2Φ7/8"+1Φ3/4"+2Φ5/8"	6Φ5/8"	1Φ7/8"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
		T-U		1Φ7/8"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ3/4"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
		U-V		2Φ3/4"+4Φ5/8"	4Φ5/8"	1Φ3/4"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"
		V-W		1Φ3/4"+4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
1V4	16	O'-P	25x55	2Φ7/8"	2Φ7/8"	4Φ7/8"	4Φ7/8"	4Φ7/8"	4Φ7/8"
		P-Q		4Φ7/8"+1Φ3/4"	2Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ7/8"+2Φ5/8"	4Φ7/8"+1Φ3/4"	4Φ7/8"+1Φ3/4"	4Φ7/8"
		Q-R		2Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ7/8"+2Φ5/8"	4Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	4Φ7/8"+1Φ3/4"
		R-S		4Φ7/8"+1Φ3/4"	2Φ7/8"	2Φ7/8"+3Φ3/4"	4Φ7/8"+1Φ3/4"	2Φ7/8"+1Φ3/4"	4Φ7/8"
		S-T		2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	4Φ7/8"
		T-U		2Φ7/8"+2Φ3/4"	2Φ7/8"	2Φ7/8"+3Φ3/4"	4Φ7/8"	2Φ7/8"	4Φ7/8"
		U-V		2Φ7/8"+3Φ3/4"	2Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ7/8"+2Φ5/8"	4Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"+2Φ5/8"
		V-W		2Φ7/8"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"

Tabla 4.22 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 1 (continuación).

1V5	P, U	17-19	40x80	3Φ 1 1/8"+3Φ 7/8"	3Φ 7/8"	3Φ 1 1/8"+3Φ 7/8"	6Φ 1 1/8"	12Φ 1 1/8"	6Φ 1 1/8"
1V6	Q, T	17-19	40x80	2Φ 1 1/8"+2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 1 1/8"+2Φ 5/8"	6Φ 1 1/8"	10Φ 1 1/8"	6Φ 1 1/8"
1V7	R, S	17-18	30x80	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 7/8"+4Φ 3 /4"	2Φ 7/8"+2Φ 3 /4"	2Φ 7/8"+4Φ 3 /4"	4Φ 3/4"
		18-19		2Φ 7/8"+4Φ 3 /4"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 3/4"	2Φ 7/8"+4Φ 3 /4"	2Φ 7/8"+2Φ 3 /4"
1V8	V	17-18	30x80	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"+4Φ 3 /4"	3Φ 3/4"	4Φ 3/4"	2Φ 3/4"
		18-19		2Φ 5/8"+4Φ 3 /4"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 3/8"	2Φ 3/4"+2Φ 3 /8"	1Φ 3/4"+2Φ 3 /8"
1V9	W	16-17	30x80	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	3Φ 5/8"
		17-18		4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3 /8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		18-19		2Φ 5/8"+1Φ 3 /8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	3Φ 5/8"	3Φ 5/8"
1V10	W	16-17	25x25	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
1V11	O´	17-18	25x80	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 3/4"+2Φ 5 /8"	2Φ 1/2"	1Φ 3/4"+2Φ 1 /2"	2Φ 1/2"
		18-19		2Φ 3/4"+2Φ 5 /8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 1/2"	1Φ 3/4"+2Φ 1 /2"	2Φ 1/2"

Tabla 4.23 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 2.

Módulo 4									
Nivel 2									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	19	O´-P	30x128	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		P-Q		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		Q-R		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		R-S		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		S-T		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		T-U		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		U-V		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		V-W		4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"
2V2	P, U	17-19	30x75	1Φ 1"+2Φ 5/8 "	2Φ 5/8"	1Φ 1"+2Φ 5/8 "	5Φ 1"+1Φ 3/4 "	8Φ 1"+1Φ 3/4 "	5Φ 1"+1Φ 3/4 "
2V3	Q, T	17-19	30x75	1Φ 1"+2Φ 5/8 "	2Φ 5/8"	1Φ 1"+2Φ 5/8 "	5Φ 1"	7Φ 1"+2Φ 7/8 "	5Φ 1"
2V4	R, S	17-18	30x75	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		18-19		3Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"

Tabla 4.24 Información de las vigas del módulo 4. Nivel 2 (continuación).

2V5	V	17-18	30x75	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	1Φ 5/8"+2Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"
		18-19		1Φ 5/8"+2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"
2V6	W	16-17	25x65	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"
		17-18		2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"
		18-19		2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"
2V7	Entre 18 y 19	V-W	25x40	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4"	2Φ 3/4"+1Φ 1/2"	2Φ 3/4"
2V8	17	O'-P	30x45	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	5Φ 5/8"	2Φ 7/8"	2Φ 7/8"	2Φ 7/8"
		P-Q		5Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		Q-R		5Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		R-S		5Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 7/8"	2Φ 7/8"	2Φ 7/8"
		S-T		5Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		T-U		5Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		U-V		5Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		V-W		4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
2V9	16	O'-P	25x50	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	1Φ 7/8"+4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	1Φ 7/8"+2Φ 5/8"	4Φ 5/8"
		P-Q		1Φ 7/8"+4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		Q-R		4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	1Φ 7/8"+4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"
		R-S		1Φ 7/8"+4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	1Φ 7/8"+4Φ 5/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	1Φ 7/8"+2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"
		S-T		1Φ 7/8"+4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"
		T-U		4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"+1Φ 1/2"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"
		U-V		4Φ 5/8"+1Φ 1/2"	2Φ 5/8"	4Φ 5/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"
		V-W		4Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"	2Φ 5/8"+1Φ 3/8"
2V10	O'	17-18	25x75	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	1Φ 5/8"+2Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"
		18-19		1Φ 5/8"+2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"	3Φ 1/2"

Tabla 4.25 Información de las vigas del módulo 5. Nivel 1.

Módulo 5								
Nivel 1								
Viga	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	1(A-B)	25x55	1Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 7/8"	4Φ 7/8"	2Φ 7/8"
1V1	1(B-C)	25x55	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 7/8"	4Φ 7/8"	4Φ 7/8"
1V1	1(C-D)	25x55	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 7/8"	4Φ 7/8"	2Φ 7/8"
1V1	1(D-E)	25x55	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 7/8"	4Φ 7/8"	4Φ 7/8"
1V1	1(E-F)	25x55	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 7/8"	4Φ 7/8"	2Φ 7/8"
1V1	1(F-G)	25x55	4Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	1Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 7/8"	4Φ 7/8"	3Φ 7/8"
1V2	2(A-B)	30x78	1Φ 1" + 2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 1" + 2Φ 1¼"	2Φ 1"	3Φ 1"	4Φ 1"
1V2	2(B-C)	30x78	2Φ 1" + 2Φ 1¼"	2Φ 5/8"	4Φ 1" + 2Φ 1¼"	4Φ 1"	2Φ 1"	4Φ 1"
1V2	2(C-D)	30x78	4Φ 1" + 2Φ 1¼"	2Φ 5/8"	6Φ 1" + 2Φ 1¼"	4Φ 1"	4Φ 1"	4Φ 1"
1V2	2(D-E)	30x78	6Φ 1" + 2Φ 1¼"	2Φ 5/8"	3Φ 1" + 3Φ 1¼"	4Φ 1"	4Φ 1"	2Φ 1¼ + 2Φ 1"
1V2	2(E-F)	30x78	3Φ 1" + 3Φ 1¼"	2Φ 5/8"	7Φ 1¼"	2Φ 1¼ + 2Φ 1"	2Φ 1¼"	4Φ 1¼"
1V2	2(F-G)	30x78	7Φ 1¼"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8" + 2Φ 1¼"	4Φ 1¼"	2Φ 1¼"	2Φ 1¼"
1V4	4(C-D)	30x78	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	6Φ 1" + 2Φ 1/2"	2Φ 1"	4Φ 1"	4Φ 1"
1V4	4(D-E)	30x78	6Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	5Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1"	3Φ 1"	4Φ 1"
1V4	4(E-F)	30x78	5Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	6Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1"	3Φ 1"	4Φ 1"
1V4	4(F-G)	30x78	6Φ 1" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1"	4Φ 1"	2Φ 1"
1VC	C(2-3)	30x80	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 3/4"	3Φ 3/4"	2Φ 3/4"
1VC	C(3-4)	30x80	2Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4"	3Φ 3/4"	3Φ 3/4"
1VE	E(2-3)	30x80	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 3/4"	3Φ 3/4"	2Φ 3/4"
1VE	E(3-4)	30x80	2Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4"	3Φ 3/4"	3Φ 3/4"
1VG	G(2-3)	30x80	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 3/4"	3Φ 3/4"	2Φ 3/4"
1VG	G(3-4)	30x80	2Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 3/4"	3Φ 3/4"	3Φ 3/4"

Tabla 4.26 Información de las vigas del módulo 5. Nivel 2.

Módulo 5								
Nivel 2								
Viga	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	1 (A-B)	25x50	2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	1Φ 7/8" + 1Φ 3/4" + 2Φ 1/2"	2Φ 3/4"	2Φ 3/4"	2Φ 3/4"
2V1	1 (B-C)	25x50	1Φ 7/8" + 1Φ 3/4" + 2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	1Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 3/4"	3Φ 3/4"	2Φ 3/4" + 2Φ 5/8"
2V1	1 (C-D)	25x50	1Φ 3/4" + 1Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 5/8" + 1Φ 1/2"	2Φ 3/4" + 2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8" + 2Φ 1/2"
2V1	1 (D-E)	25x50	3Φ 5/8" + 1Φ 1/2"	2Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	4Φ 1/2"	2Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 1/2"	2Φ 1/2"
2V1	1 (E-F)	25x50	4Φ 1/2"	2Φ 5/8" + 2Φ 1/2"	3Φ 5/8" + 1Φ 1/2"	2Φ 1/2"	3Φ 1/2"	2Φ 1/2" + 2Φ 5/8"
2V1	1 (F-G)	25x50	3Φ 5/8" + 1Φ 1/2"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 1/2" + 2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"
2V2	2 (A-B)	25x50	1Φ 1" + 2Φ 1/2"	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1"	2Φ 5/8"	1Φ 1" + 2Φ 5/8"	2Φ 1" + 2Φ 5/8"
2V2	2 (B-C)	25x50	4Φ 1"	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	1Φ 1" + 1Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	2Φ 5/8" + 2Φ 1"	3Φ 1"	2Φ 1"
2V2	2 (C-D)	30x70	2Φ 1/2" + 1Φ 1" + 1Φ 7/8"	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	4Φ 1"	1Φ 7/8" + 2Φ 1"	2Φ 1" + 2Φ 7/8"	1Φ 1" + 1Φ 7/8" + 2Φ 3/4"
2V2	2 (D-E)	30x70	4Φ 1"	2Φ 1" + 2Φ 3/4"	2Φ 1" + 2Φ 3/4"	2Φ 7/8" + 1Φ 1" + 2Φ 3/4"	1Φ 1" + 2Φ 3/4"	4Φ 3/4"
2V2	2 (E-F)	30x70	2Φ 1" + 2Φ 3/4"	2Φ 1" + 2Φ 3/4"	4Φ 1"	4Φ 3/4"	1Φ 1" + 2Φ 3/4"	1Φ 1" + 2Φ 7/8" + 2Φ 3/4"
2V2	2 (F-G)	30x70	4Φ 1"	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	1Φ 7/8" + 2Φ 1/2"	1Φ 1" + 2Φ 7/8" + 2Φ 3/4"	2Φ 1" + 2Φ 7/8"	2Φ 1" + 1Φ 7/8"
2V4	4 (C-D)	25x50	1Φ 1" + 2Φ 1/2"	2Φ 1" + 2Φ 1/2"	3Φ 1" + 1Φ 3/4"	2Φ 7/8"	1Φ 1" + 2Φ 7/8"	2Φ 7/8" + 2Φ 3/4"
2V4	4 (D-E)	25x50	3Φ 1" + 1Φ 3/4"	2Φ 1" + 2Φ 3/4"	4Φ 3/4"	2Φ 7/8" + 2Φ 3/4"	3Φ 3/4"	2Φ 3/4"
2V4	4 (E-F)	25x50	4Φ 3/4"	2Φ 1" + 2Φ 3/4"	3Φ 1" + 1Φ 3/4"	2Φ 3/4"	3Φ 3/4"	2Φ 7/8" + 2Φ 3/4"

Tabla 4.27 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 1.

Módulo 6									
Planta 1									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	5	J'-K'	30x105	2Φ7/8"	3Φ1" +2Φ7/8"	3Φ1" +2Φ7/8"	1Φ1" +2Φ3/4"	1Φ1" +2Φ3/4"	1Φ1" +2Φ3/4"
		K'-K		3Φ1" +2Φ7/8"	3Φ1" +2Φ7/8"	4Φ1" +2Φ7/8"	1Φ1" +2Φ3/4"	1Φ1" +2Φ3/4"	2Φ3/4"
		K-L		4Φ1" +2Φ7/8"	2Φ7/8"	1Φ1" +1Φ7/8"	2Φ3/4"	3Φ1" +2Φ3/4"	2Φ1" +2Φ3/4"
1V1A	5	L-L'	30x60	2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8" +2Φ3/8"	2Φ1/2"	1Φ5/8" +2Φ1/2"	2Φ1/2" +2Φ3/8"
		L'-M'		4Φ5/8" +2Φ3/8"	3Φ5/8" +2Φ3/8"	2Φ5/8" +2Φ3/8"	2Φ1/2" +2Φ3/8"	2Φ1/2" +2Φ3/8"	2Φ1/2" +2Φ3/8"
1V1B	5	M'-N'	30x80	1 Φ3/4" + 2Φ5/8" + 2 Φ3/8"	2Φ5/8" +2Φ3/8"	1 Φ3/4" + 2Φ5/8" + 2 Φ3/8"	2Φ7/8" +2Φ3/8"	2Φ7/8" +2Φ3/8"	2Φ7/8" +2Φ3/8"
1V1C	5	N'-P'	30x92	2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8" +2Φ1/2"	2Φ5/8" +2Φ1/2"	2Φ5/8"
		P'-Q'		3Φ5/8" + 2Φ1/2"	4Φ5/8"	2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	4Φ5/8"
		Q'-R'		2Φ5/8" + 2Φ1/2"	2Φ5/8"	3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		R'-S'		3Φ5/8"	4Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		S'-T'		2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
1V2	4	L-M'	40x75	5Φ1" + 1Φ7/8"	5Φ1" + 1Φ7/8"	5Φ1" + 1Φ7/8" + 2Φ3/4"	5Φ1"	7Φ1"	4Φ1" + 3Φ7/8"
		M'-N'		6Φ1" + 1 Φ7/8" + 2Φ3/4"	2Φ3/4"	4Φ3/4" + 1Φ5/8"	4Φ1" +3Φ7/8"	3Φ7/8"	3Φ7/8"
		N'-P'		4Φ3/4" + 1Φ5/8"	2Φ7/8"	4Φ7/8" + 1Φ5/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8" + 2Φ3/4"
		P'-Q'		4Φ7/8" + 1Φ5/8"	2Φ7/8"	6Φ7/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"	4Φ5/8"
		Q'-R'		6Φ7/8"	2Φ7/8"	2Φ7/8"	4Φ5/8"	3Φ7/8" + 4Φ5/8"	2Φ7/8" + 4Φ5/8"
1V3	3	J'-K	30x80	2Φ1"	2Φ1"	6Φ1" + 1Φ5/8"	3Φ7/8"	3Φ7/8"	2Φ1" + 3Φ7/8"
		K-L		6Φ1" + 1Φ5/8"	7Φ1" + 1Φ5/8"	6Φ1" + 1Φ5/8"	2Φ1" + 3Φ7/8"	5Φ1"	4Φ1"
1V4	2	L-M'	38x80	2Φ1"+4Φ7/8 "	2Φ1"+5Φ7/8 "	2Φ1"+4Φ7/8 "+2Φ5/8"	4Φ1"+1Φ7/8 "+2Φ3/4"	4Φ1"+1Φ7/8 "+2Φ3/4"	4Φ1"+2Φ3/4 "+1Φ7/8"+2 Φ5/4"
		M'-N'		2Φ1"+4Φ7/8 "+2Φ5/8"	2Φ5/8"	3Φ3/4"+2Φ5 /8"	4Φ1"+4Φ3/4 "	2Φ3/4"	2Φ3/4"
		N'-P'		4Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ3/4"+2Φ5 /8"	5Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ3/4"	5Φ3/4"	2Φ3/4"
		P'-Q'		6Φ3/4"+4Φ5 /8"	2Φ3/4"+2Φ5 /8"	5Φ3/4"+2Φ5 /8"	2Φ1/2"	2Φ3/4"+2Φ1 /2"	2Φ7/8" + 2Φ1/2"
		Q'-R'		5Φ3/4"+4Φ5 /8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ7/8" + 2Φ1/2"	2Φ7/8" + 4Φ3/4"	2Φ7/8" + 1Φ3/4"
1V5	2	J'-K	25x80	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	4Φ5/8"+2Φ1 /2"	4Φ1/2"	1Φ5/8"+4Φ1 /2"	1Φ5/8"+4Φ1 /2"
		K-L		4Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	2Φ5/8"+2Φ1 /2"	4Φ1/2"	1Φ5/8"+4Φ1 /2"	4Φ1/2"

Tabla 4.28 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 1 (continuación).

1V6	1	R´-S´	25x98	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$
		S´-T´		$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$
1V8	J´	01-feb	30x80	$2\phi 7/8" + 1\phi 3/4" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 7/8" + 1\phi 3/4" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 7/8" + 1\phi 3/4" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$
		02-mar		$2\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$3\phi 5/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$
		03-may		$4\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$
1V9	Entre K y L	03-may	30x80	$2\phi 5/8" + 1\phi 3/4"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8" + 1\phi 3/4"$	$3\phi 1"$	$3\phi 1" + 2\phi 3/4"$	$3\phi 1"$
1V10A	L	02-abr	30x85	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 1" + 2\phi 3/4"$	$1\phi 1" + 2\phi 3/4"$	$2\phi 1" + 2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$
		04-may		$2\phi 1" + 2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$
1V11	K	01-feb	30x80	$2\phi 7/8" + 3\phi 3/4" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 7/8" + 3\phi 3/4" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 7/8" + 3\phi 3/4" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$
		02-mar		$2\phi 7/8" + 3\phi 3/4" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 7/8"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 3/4" + 2\phi 1/2"$	$1\phi 3/4" + 2\phi 1/2"$
1V12	M´	02-abr	30x45	$1\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$1\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 1" + 2\phi 7/8"$	$2\phi 1" + 3\phi 7/8"$	$2\phi 1" + 2\phi 7/8"$
		04-may		$2\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 1" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$
1V13	R´	01-feb	30x80	$6\phi 5/8"$	$6\phi 5/8"$	$6\phi 5/8"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$
		02-abr		$6\phi 5/8"$	$6\phi 5/8"$	$4\phi 5/8"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$
		04-may		$4\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$	$1\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$
1V14	S´	2´-2	30x80	$2\phi 1" + 2\phi 7/8"$	$2\phi 1" + 2\phi 7/8"$	$2\phi 1" + 2\phi 7/8"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4"$
		02-abr		$2\phi 1" + 1\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$4\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 3/4"$	$3\phi 7/8" + 2\phi 3/4"$	$2\phi 3/4" + 2\phi 5/8"$
		04-may		$4\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 3/4" + 2\phi 5/8"$	$2\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$	$1\phi 7/8" + 2\phi 5/8"$
1V15	T´	2´-2	30x105	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 5/8"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$	$2\phi 1/2"$
		02-abr		$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$5\phi 1/2"$	$5\phi 1/2"$	$5\phi 1/2"$
		04-may		$2\phi 5/8" + 3\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$2\phi 5/8" + 2\phi 1/2"$	$4\phi 1/2"$	$4\phi 1/2"$	$4\phi 1/2"$

Tabla 4.29 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 2.

Módulo 6									
Nivel 2									
Viga	Eje	Tramo	Sección	Acero longitudinal					
				Superior			Inferior		
				Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	5	L-M'	30x105	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		M'-N'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		N'-P'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	6Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		P'-Q'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		Q'-R'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		R'-S'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"	4Φ1/2"
		S'-T'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	4Φ1/2"+1Φ3/8"	4Φ1/2"+1Φ3/8"	4Φ1/2"+1Φ3/8"
2V2	1	J'-K	25x195	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
		K-L		2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ1/2"	2Φ1/2"	2Φ1/2"
2V2A	1	L-M'	25x80	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+1Φ3/4"+2Φ1/2"	3Φ5/8"+2Φ1/2"	3Φ5/8"+2Φ1/2"	3Φ5/8"+2Φ1/2"
		M'-N'		2Φ5/8"+1Φ3/4"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+4Φ1/2"	2Φ5/8"+4Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+4Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"
		N'-P'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"
		P'-Q'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"
		Q'-R'		2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	3Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"
		R'-S'		3Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"	2Φ5/8"+2Φ1/2"
2V3	J'	01-feb	30x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		02-mar		2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		03-may		1Φ3/4"+3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"
2V4	K	01-feb	30x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		02-mar		2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+3Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"
		03-may		1Φ7/8"+2Φ3/4"+2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+3Φ3/4"+1Φ1/2"	2Φ5/8"+3Φ3/4"+1Φ1/2"
2V5	L	01-feb	30x75	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"
		02-abr		2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ7/8"+3Φ5/8"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"	1Φ7/8"+2Φ5/8"+1Φ1/2"
		04-may		2Φ7/8"+3Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"	2Φ5/8"+1Φ1/2"	2Φ5/8"	2Φ5/8"

Tabla 4.30 Información de las vigas del módulo 6. Nivel 2 (continuación).

2V6	M´	01-feb	30x75	$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"
		02-abr		$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	$4\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 1/2"	$3\Phi 3/4" + 2\Phi 1/2"$	2Φ 1/2"
		04-may		$4\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 1/2"	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 1/2"$	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 1/2"$
2V7	N´	01-feb	30x75	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		02-abr		$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		04-may		$2\Phi 3/4" + 3\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"
2V8	P´	01-mar	30x75	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		02-may		$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		04-jun		$2\Phi 3/4" + 3\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"
2V9	Q´	01-abr	30x75	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		02-jun		$2\Phi 7/8" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		04-jul		$2\Phi 3/4" + 3\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	3Φ 5/8"	2Φ 5/8"
2V10	R´	2´-4	30x75	$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"	2Φ 1/2"
		02-jun		$2\Phi 7/8" + 1\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	$4\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 1/2"	$3\Phi 3/4" + 2\Phi 1/2"$	2Φ 1/2"
		04-jul		$4\Phi 3/4" + 2\Phi 5/8"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 1/2"	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 1/2"$	$2\Phi 3/4" + 2\Phi 1/2"$
2V11	S´	01-feb	30x75	$2\Phi 5/8" + 1\Phi 1/2"$	$2\Phi 5/8" + 1\Phi 1/2"$	$2\Phi 5/8" + 1\Phi 1/2"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		02-abr		$2\Phi 5/8" + 1\Phi 1/2"$	2Φ 5/8"	$2\Phi 5/8" + 2\Phi 1/2"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"
		04-may		$2\Phi 5/8" + 2\Phi 1/2"$	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"	2Φ 5/8"

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

5.1. Identificación de daños

Se realizó una inspección visual donde se identificaron daños presentes en elementos estructurales de los 6 módulos en estudio, y se basó en la Tabla 2.1, para clasificarlos y asignarles un nivel de deterioro a los mismos.

En las siguientes tablas se expresan los resultados obtenidos de dicha inspección visual:

Tabla 5.1 Planilla de daños del módulo 1

Módulo 1			
Elemento	Tipo de daño	Nivel	Observación
Losa de techo entre ejes A-C y 1-3	Humedad	1	La humedad predomina en los laterales del edificio y afecta también a los elementos no estructurales (paredes). Ver anexo 1
Losa de techo entre ejes A-C y 4-6	Humedad	1	
Losa de techo entre ejes C-E y 4-6	Humedad	1	
Losa de techo entre ejes C-E y 1-3	Humedad	1	
Losa de techo entre ejes E-G y 1-3	Humedad	1	
Losa de techo entre ejes A-G y 3-4	Humedad	3	Se desprende el friso inferior de la losa de techo debido a la humedad. Ver anexo 2.
Viga de techo 1V4 (E-F)	Humedad	2	Desprendimiento del friso causado por la humedad. Ver anexo 3

Tabla 5.2 Planilla de daños del módulo 2

Módulo 2			
Elemento	Tipo de daño	Nivel	Observación
Losa de techo entre ejes A-H y 17 y 18	Humedad	2	
Pared en eje 17	Desprendimiento de mosaicos	1	

Tabla 5.3 Planilla de daños del módulo 3

Módulo 3			
Elemento	Tipo de daño	Nivel	Observación
Losa de techo entre ejes H'-O y 17 y 18	Humedad	2	
Losa de techo entre ejes H'-O y 17 y 19	Grieta	1	
Viga de techo eje 16 (H'-I)	Grieta	1	Elementos ubicados en la junta de dilatación entre los módulos 1 y 2, soportando las solicitaciones transferidas por la viga 16 (G-H). Se observa que la grieta en la columna se encuentra justo en la unión de la pared con la misma. Ver anexos 4 y 5
Columna 16-H' entre P1 y PT	Grieta	2	
Viga de techo eje 16 (N-O)	Grieta	1	La grieta se encuentra en el apoyo de la viga 16 (O'-P) del módulo 4. Ver anexo 8
Pared en eje L (5-9) entre P1 y PT	Desprendimiento de mosaicos	1	Se aprecia una grieta en toda la trayectoria de los mosaicos faltantes. Ver anexo 6
Viga en eje K' (9-14)	Desprendimiento de mosaicos	2	Ver anexo 11
Losa de entepiso entre ejes J'-L y 5-9	Grieta	2	Se presenta en la unión con el módulo 6. Ver figura

Tabla 5.4 Planilla de daños del módulo 4

Módulo 4

Elemento	Tipo de daño	Nivel	Observación
Losa de techo entre ejes O'-W y 17 y 18	Humedad	1	
Pared en eje 17	Desprendimiento de mosaicos	1	

Tabla 5.5 Planilla de daños del módulo 5

Módulo 5			
Elemento	Tipo de daño	Nivel	Observación
Losa de techo entre ejes A-G y 1-2	Humedad	1	
Junta de construcción entre módulo 4 y 5	Grieta	1	Ver anexo 7

Tabla 5.6 Planilla de daños del módulo 6

Módulo 6			
Elemento	Tipo de daño	Nivel	Observación
Viga de techo eje 5 (K-L)	Humedad	2	Ver anexo 10
Pared entre ejes L-M' y 2-5	Desprendimiento de mosaicos	1	Ver anexo 12

El daño más predominante en la estructura fue la humedad, y se pudo observar durante la inspección visual de los techos, que la impermeabilización de los mismos se realizó con manto asfáltico, notando deterioro en el mismo.

Aún cuando las paredes no formen parte de los elementos estructurales, se observó que existen grietas en la unión de las mismas con las vigas y columnas, este patrón se repite en todos los módulos alrededor de varios elementos estructurales.

5.2. Parámetros estructurales no contemplados en el diseño original

Se verificó a través de la inspección visual que los planos estructurales suministrados por COPRED coincidieran con la edificación existente en estudio, pudiendo determinar lo siguiente:

En el módulo 5 las columnas 3C, 3E Y 3G ubicadas entre el piso 1 y la planta techo se encuentran representadas en los planos, pero no se encontró el detallado ni la sección de las mismas. Se logró ver una de las caras de las columnas colocadas en el piso inferior, en el mismo eje vertical y se determinó que la longitud transversal para ambos elementos es igual. Ver figura 5.1.



Figura 5.1 Columnas 3G (PB-P1) y 3G (P1-PT) del módulo 5. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014

Es por esto que se decidió utilizar para efectos del modelado de la estructura, el detalle de las columnas 3C, 3E Y 3G ubicadas entre PB y P1 para las del piso superior.

En el plano de envigado del techo se hace referencia de vigas colocadas en los ejes C (1-4), E (1-4) y G (1-4), pero se desconoce el detallado de las mismas. Se realizó la inspección visual al techo de este módulo, pero no se logró corroborar la existencia ni el tamaño de la sección de dichas vigas, debido a que no sobresalen ni por la parte superior e inferior del techo. Se tomó la decisión de colocar en el modelo computacional del módulo vigas planas, con base de 34cm (indicado por el plano) y altura de la losa, en este caso 25cm. Ver figura 5.2.

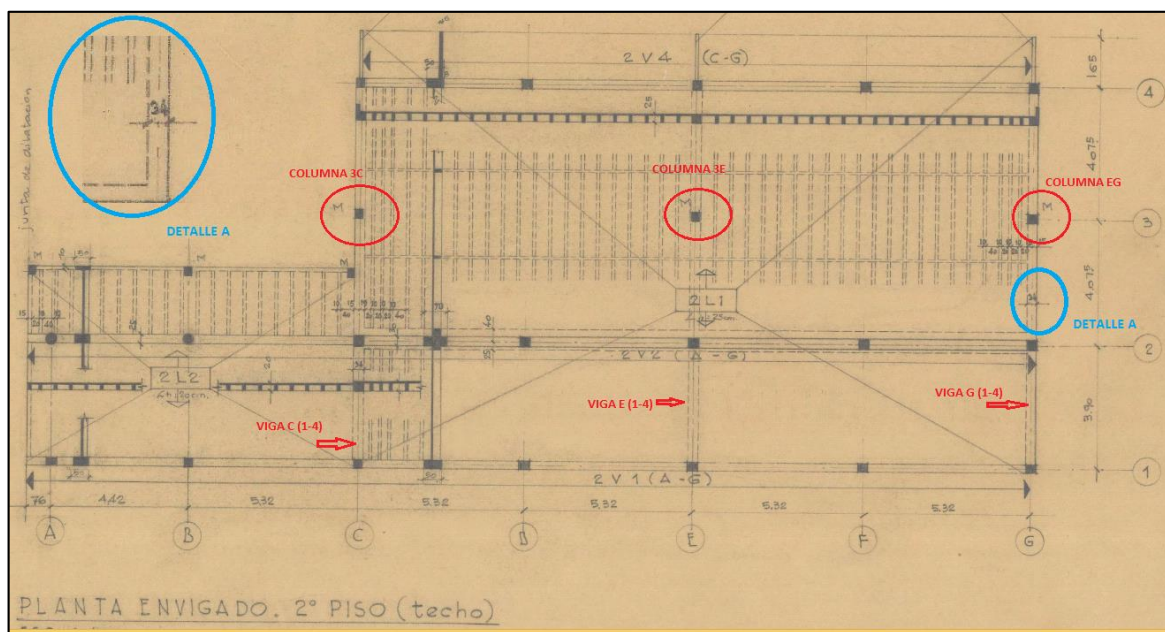


Figura 5.2 Plano de envigado de techo del módulo 5. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

Es importante destacar que los planos estructurales que se lograron obtener de este y los demás módulos son planos de planta, no se contó con la información de

planos con cortes de los edificios, los cuales pueden ser de mucha ayuda para la determinación de alturas, como es el caso de las vigas nombradas anteriormente.

Por otro lado, el módulo 6 no se obtuvo información de detalle de la viga de techo presente en el eje 5(J'-L'). En el plano de envigado se expresa que debería existir una viga, pero no se encontró leyenda alguna para la identificación de la misma. Visualmente se verificó la existencia del elemento y se tomó las dimensiones de la viga 5 (L'-S') para el recalcu de la estructura. Ver figuras 5.3 y 5.4.

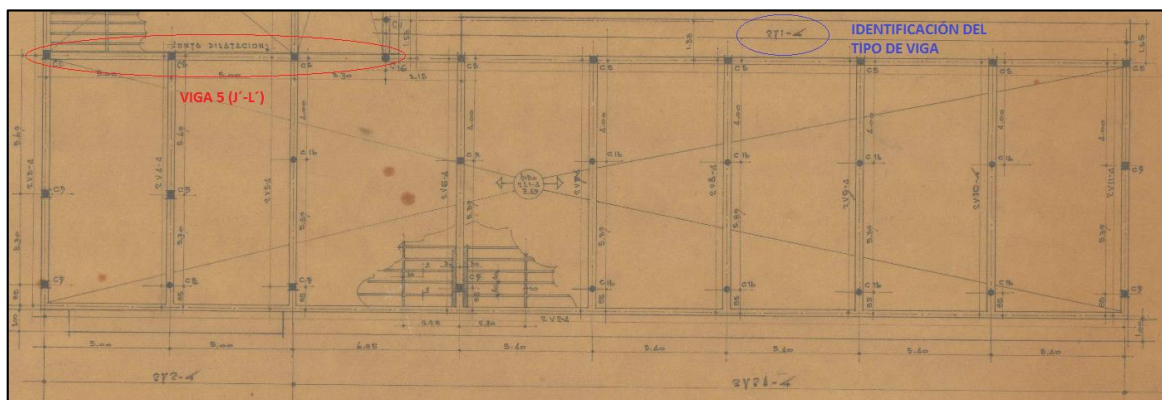


Figura 5.3 Recorte del plano de envigado de techo del módulo 6. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED



Figura 5.4 Viga de techo 5 (K-L) del módulo 6. Fuente: foto capturada el 27 de abril de 2014

Se logró determinar mediante la inspección visual que en este módulo existen parámetros no contemplados en los planos de la estructura suministrados por COPRED, puesto que fueron anexados luego de la construcción del edificio original. Se realizó una ampliación en el piso 1 del Decanato sobre vigas y columnas ya existentes en el mismo, logrando ampliar el área de oficinas de dicho módulo. Ver figuras 5.5 y 5.6.

Para efectos del modelo computacional de la estructura, se definieron las columnas no existentes en los planos como C5 (ver tabla 4.1), debido a que en dicha planta todas las columnas rectangulares son de ese tipo. La viga T'(2-5) se definió como 2V11 (ver tabla 4.2).

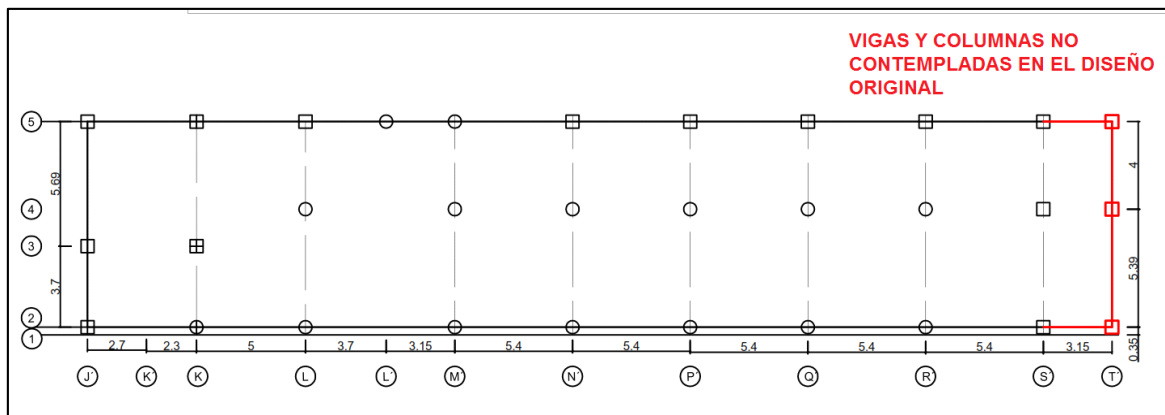


Figura 5.5 Planta techo con elementos no contemplados en el plano original del módulo 6. Fuente: Propia



Figura 5.6 Fachada sur-este del módulo 6. Fuente: foto capturada el 27 de abril de 2014

5.3. Ensayo no destructivo a vigas y columnas de la estructura

El ensayo no destructivo realizado a las vigas y columnas de la estructura en estudio, se ejecutó con el Ferroskan PS 200, con la ayuda del personal técnico del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME) de la UCV, con la finalidad de detectar el número de cabillas y el recubrimiento de las mismas.

Para llevar a cabo el ensayo, se tuvo que identificar los elementos estructurales que tenían por lo menos dos caras a la vista, y seleccionar entre ellos uno de cada tipo de columna y viga. Se lograron ensayar 6 columnas y 2 vigas y los resultados se muestran en las tablas 5.7 y 5.8.

Tabla 5.7 Resultado del escaneo de columnas con Ferroskan PS 200

Columna	Ubicación	Cara	Cabillas longitudinales		Separación de ligaduras		Recubrimiento aproximado (cm)
			Ensayo	Plano	Ensayo (cm)	Plano	
C5	Módulo 3 , 9-L (P1-PT)	Norte	2	CUMPLE	c/25	CUMPLE	5
		Este	2	CUMPLE	c/25	CUMPLE	5
2-C	Módulo 5 (PB-P1)	Oeste	2	CUMPLE	c/25	CUMPLE	5
		Sur	3	CUMPLE	c/25	CUMPLE	5
3-C	Módulo 5 (PB-P1)	Oeste	2	CUMPLE	c/25	CUMPLE	4
2-B	Módulo 5 (PB-P1)		6	CUMPLE	c/25	CUMPLE	No se logró definir porque la columna es circular
C15	Módulo 3, 16-W (PB-P1)		6	CUMPLE	c/15	NO CUMPLE (c/4cm)	No se logró definir porque la columna es circular
C16	Módulo 6, 5-L´ (PB-P1)		4	CUMPLE	c/20	NO CUMPLE (c/25cm)	No se logró definir porque la columna es circular

De las 6 columnas ensayadas, todas cumplieron con la cantidad de cabillas longitudinales que indican los planos originales de la estructura y 4 cumplieron con la separación entre ligaduras. La columna tipo C5, es la que más se repite en los módulos 2, 3, 4 y 6 y el resultado arrojado por el ensayo coincidió con el detalle expresado en los planos.

Tabla 5.8 Resultado del escaneo de vigas con Ferroskan PS 200

Viga	Ubicación	Cara	Cabillas longitudinales		Separación de estribos		Recubrimiento aproximado (cm)
			Ensayo	Plano	Ensayo (cm)	Plano	
5 (J'-L)	Módulo 6	Lateral (ver figura 26)	2	NO CUMPLE (la viga posee acero de paramento y no se visualizó)	c/25	NO CUMPLE (c/13cm)	5
L' (5-6)	Módulo 3	Inferior (ver figura 25)	2	NO CUMPLE (deberían verse 4 cabillas)	c/20	NO CUMPLE (c/15cm)	5

Se ensayaron solo 2 vigas, debido a que fue difícil conseguir elementos con caras visibles a baja altura. El factor de la altura de las vigas complicaba la ejecución del ensayo. De las dos vigas ninguna cumplió con lo especificado en los planos. La viga L' (5-6) solo se logró escanear la cara inferior, donde se debería apreciar 4 cabillas longitudinales y el escáner solo detectó 2 a lo largo de la cara del elemento. La viga 5(J'-L) del módulo 6 posee recubrimiento con mosaicos, lo cual pudo dificultar el escaneo de las cabillas presentes dentro del elemento, acotación dada por el personal del IMME experto en la utilización del equipo.

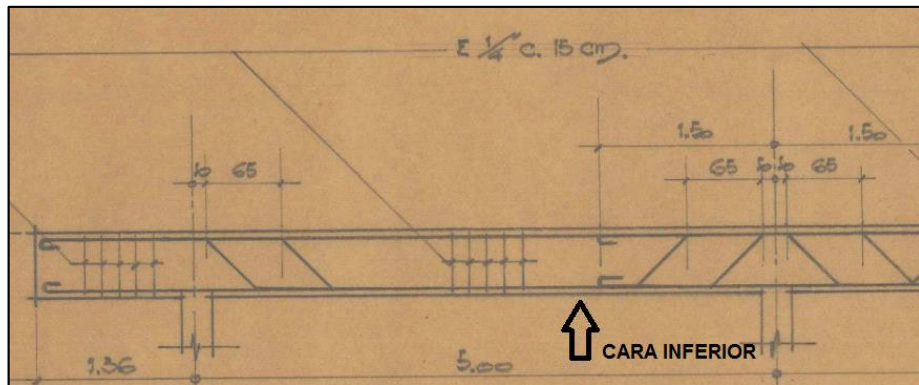


Figura 5.7 Viga L' (5-6) del módulo 3. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

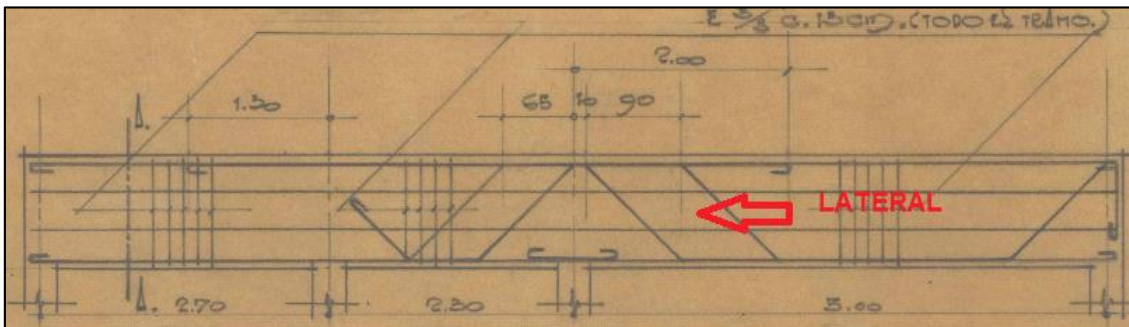


Figura 5.8 Viga 5 (J'-L) del módulo 6. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN SISMORRESISTENTE

6.1. Criterios para la evaluación

Para la evaluación de la estructura se realizó el modelado con el programa de análisis estructural *Extended Three Dimensional of Building System (ETABS) v9.7.4.*, con la finalidad de obtener la cantidad de acero que requieren las vigas para soportar las solicitaciones a las que están sometidas y verificar si la estructura original cumple con ese diseño. También se determinó la relación entre la demanda de fuerza y la capacidad de resistir de las columnas.

Además de esto se realizó el análisis sísmico para estimar el posible comportamiento de la estructura ante un evento de este tipo.

Las normas utilizadas para el recalcufo fueron las siguientes:

- FONDONORMA 1753:2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural”.
- COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”.
- COVENIN 2002:1988 “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”.

6.2. Determinación del método de análisis estructural

En el capítulo 6 de la norma COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, se clasifican las estructuras como regulares, siempre y cuando no presenten las características establecidas en la sección 6.5.2, de lo contrario la estructura se clasificará como irregular. El módulo 3 se clasificó como una estructura irregular, debido a su forma en planta.

En el capítulo 9 de la misma norma, se establecen los métodos de análisis que se emplean para determinar los efectos traslacionales y torsionales de las estructuras, los cuales se fijan tomando en cuenta si las edificaciones son irregulares o regulares, y en caso de la última se anexa la condición de la altura. Ver figura 6.1.

TABLA 9.1		
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)

TABLA 9.2		
SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS PARA EDIFICIOS DE ESTRUCTURA IRREGULAR		
TIPO DE IRREGULARIDAD (SECCIÓN 6.5.2)		REQUERIMIENTO MÍNIMO
VERTICAL	a.1; a.2; a.4; a.7; a.8	ANÁLISIS DINÁMICO ESPACIAL (Sección 9.1.3)
	a.3; a.5; a.6	ANÁLISIS DINÁMICO PLANO (Sección 9.1.2)
EN PLANTA	b.1; b.2; b.3	ANÁLISIS DINÁMICO ESPACIAL (Sección 9.1.3)
	b.4	ANÁLISIS DINÁMICO ESPACIAL CON DIAFRAGMA FLEXIBLE (Sección 9.1.4)

Figura 6.1 Selección de métodos de análisis. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes.

Para el módulo 3, debido a su irregularidad se seleccionó el método de Análisis Dinámico Espacial, el cual emplea el Método de Superposición Modal con tres Grados

de Libertad por nivel. Para los módulos restantes, se puede utilizar el Análisis Estático, pero como en dicha norma se especifica que los análisis pueden sustituirse con otros más refinados, se empleó el mismo que el módulo 3.

6.3. Calidad de los materiales

Se tomó como referencia para las características nominales de los materiales utilizados en el modelo computacional, la información contenida en una carpeta con hojas de cálculo del módulo 5 (ver anexos 13 y 14), suministrada por COPRED, indicando lo siguiente:

- Resistencia del concreto: $f'_c = 225 \text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo cedente del acero: $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
- Densidad del concreto = 2400 kg/m^3

El módulo de elasticidad del concreto (E_c) se definió según el aparte 8.5 de la norma FONDONORMA 1753:2006, donde establece que para concretos cuya densidad (W_c) se encuentre entre 1400 y 2500 kg/m^3 será $E_c = 0,14 W_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$. El E_c utilizado para la evaluación estructural es $E_c = 246908,57 \text{ kg/cm}^2$.

6.4. Tipo de sistema estructural

La estructura en estudio está constituida por pórticos, y es capaz de resistir las acciones sísmicas a través de vigas y columnas. Debido a esto se clasifica como estructura Tipo I, consideración tomada del capítulo 6 de la norma COVENIN 1756:2001, aparte 6.3.1.

6.5. Cargas consideradas para la evaluación sismorresistente

Se determinaron las solicitaciones actuantes en la estructura, por acciones permanentes y acciones variables, según las consideraciones de la norma COVENIN 2002-1988, Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones.

Dicha norma define como acciones permanentes a las cargas que actúan constantemente sobre la estructura y cuya magnitud permanece invariable en el tiempo, como lo es el peso propio de los elementos estructurales (vigas, columnas y losas) y no estructurales (paredes, frisos y acabados de piso). Se utilizó como referencia el capítulo 4 de la norma ya citada para establecer dichas solicitaciones.

Por el contrario las acciones variables, son las que actúan sobre la estructura con una magnitud cambiante en el tiempo, como las cargas de personas y se determinaron según el uso actual de la estructura y el ambiente, utilizando el capítulo 5 de la misma norma.

6.5.1. Cargas variables (CV)

Las cargas variables consideradas en todos los módulos para la planta techo (PT), piso 1 (P1) y terraza se presentan en la Tabla 6.1:

Tabla 6.1 Acciones variables para uso educacional

ACCIONES VARIABLES		
Nivel	Ambiente	Carga (kgf/m ²)
PT	Techo	100
P1	Áreas públicas: pasillos	400
	Áreas privadas: aulas	300
	Azoteas o terrazas	100

6.5.2. Cargas permanentes (CP)

En las siguientes tablas se expresan las acciones permanentes utilizadas en cada módulo de la estructura:

Tabla 6.2 Sobrecarga permanente en losas del módulo 1

Nivel	Descripción	Sobrecarga (kgf/m ²)
PT	Impermeabilizaciones: manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior de 5mm	6
	Friso inferior	22
	Mortero de cemento de 3cm de espesor para pendientes en techos	63
	Total	91
P1	Acabado de piso: Baldosas de gres o cerámica sobre mortero de 3cm de espesor	80
	Friso inferior	22
	Total	102

Tabla 6.3 Cargas permanentes en vigas del módulo 1

Nivel	Ubicación	Descripción	Carga distribuida (kgf/m)
PT	2VA (1-6), 2VG (1-3)	Antepecho de concreto 0,10x0,25m.	60
	2V1 (A-G), 2V6 (A-G)	Volado (área 0,105m ²)	252,00
P1	1V1 (A-G), 1V6 (A-E)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 0,9m	252,00
	1VA(1-3), 1VA (4-6), 1VE (4-6), 1VG (1-3)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	1120,00
	1VA (3-4)	Tabiquería: paredes de bloques de concreto para ventilación. Altura 4m	600,00
	1VC (1-3), 1VC (4-6), 1VE (1-3), 1V3 (A-G), 1V4 (A-H)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	920
	1V3 (A-G), 1V4 (A-E)	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	180
	1V1 (A-G), 1V6 (A-G)	Volado (área 0,105m ²)	252,00

Tabla 6.4 Cargas puntuales en columnas del módulo 1

Nivel	Columna	Descripción	Carga (kgf)
PT	1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 6A, 6C, 6E	Parasol (1,50x3,12x0,08m)	898,56
P1	1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 6A, 6C, 6E	Parasol (1,50x3,12x0,08m)	898,56

Tabla 6.5 Sobrecarga permanente en losas del módulo 2

Nivel	Descripción	Sobrecarga (kgf/m ²)
PT	Impermeabilizaciones: manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior de 5mm	6
	Friso inferior	22
	Mortero de cemento de 3cm de espesor para pendientes en techos	63
	Total	91
P1	Acabado de piso: Baldosas de gres o cerámica sobre mortero de 3cm de espesor	80
	Friso inferior	22
	Total	102

Tabla 6.6 Cargas permanentes en vigas del módulo 2

Nivel	Ubicación	Descripción	Carga distribuida (kgf/m)
PT	2V2, 2V4, 2V5	Antepecho de concreto 0,15x0,53m.	190,8
	2V9	Antepecho de concreto 0,15x0,53m. Volado 0,475x0,10m	304,8
	2V8	Antepecho de concreto 0,15x0,18m. Distancia del borde 7,5cm	64,8
	2V1	Volado (área 0,105m ²)	252,00
P1	1V1	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 0,9m	252,00
	1V1	Volado (área 0,105m ²)	252,00
	1V5, 1V6, 1V2	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	1120,00
	1V3, 1V8	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	920
	1V3	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	180
	1V4	Volado (0,475x0,10m)	114

Tabla 6.7 Cargas permanentes en losas del módulo 3

Nivel	Descripción	Sobrecarga (kgf/m ²)
PT	Impermeabilizaciones: manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior de 5mm	6
	Friso inferior	22
	Mortero de cemento de 3cm de espesor para pendientes en techos	63
	Total	91
P1	Granito artificial con un espesor total de 5 cm	100
	Friso inferior	22
	Total	122

Tabla 6.8 Cargas permanentes en vigas del módulo 3

Nivel	Ubicación	Descripción	Carga distribuida (kgf/m)
PT	2V4 (H'-K), 2V5, 2V6, 2V8, 2V9, 2V13, 2V14 (10-13), 2V15	Antepecho de concreto 0,15x0,53m	190,8
	2V1	Volado (área 0,105m ²)	252
	2V3 (M-O)	Antepecho de concreto 0,15x0,53m. Volado 0,475x0,10m	304,8
P1	1V6	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 0,9m	252
	1V13, 1V16 (5-9), 1V16A	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 3,65m	1022
	1V5	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 3,75m	1050
	1V4, 1V7, 1V15	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 2m	560,00
	1V9, 1V10, 1V12	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	920
	1V2	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 3,20m	736
	1V2	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	90
	1V1	Volado (área 0,105m ²)	252,00
	1V4 (M-O)	Volado (0,475x0,10m)	114
	1V5	Antepecho de concreto 0,15x0,53m.	190,8

Tabla 6.9 Cargas permanentes en losas del módulo 4

Nivel	Descripción	Sobrecarga (kgf/m ²)
-------	-------------	----------------------------------

PT	Impermeabilizaciones: manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior de 5mm	6
	Friso inferior	22
	Mortero de cemento de 3cm de espesor para pendientes en techos	63
	Total	91
P1	Acabado de piso: Baldosas de gres o cerámica sobre mortero de 3cm de espesor	80
	Friso inferior	22
	Total	102

Tabla 6.10 Cargas permanentes en vigas del módulo 4

Nivel	Ubicación	Descripción	Carga distribuida (kgf/m)
PT	2V6	Antepecho de concreto 0,15x0,53m.	190,8
	2V9	Antepecho de concreto 0,15x0,53m. Volado 0,475x0,10m	304,8
	2V1	Volado (área 0,105m ²)	252,00
P1	1V1	Antepecho de concreto 0,25x0,85m.	510,00
	1V1	Volado (área 0,105m ²)	252,00
	1V9 (17-19)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	1120,00
	1V3, 1V7, 1V8, 1V11	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	920
	1V3	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	180
	1V4	Volado (0,475x0,10m)	114

Tabla 6.11 Cargas permanentes en losas del módulo 5

Nivel	Descripción	Sobrecarga (kgf/m ²)
-------	-------------	----------------------------------

PT	Impermeabilizaciones: manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior de 5cm	6
	Friso inferior	22
	Mortero de cemento de 3cm de espesor para pendientes en techos	63
	Total	91
P1 (2-4,c-e) (2-4, e-g)	Acabado de piso: Baldosas de gres o cerámica sobre mortero de 3cm de espesor	80
	Friso inferior	22
	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida en área de la losa)	89
	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida en área de la losa)	
	Total	191
P1 (1L2)	Acabado de piso: Baldosas de gres o cerámica sobre mortero de 3cm de espesor	80
	Friso inferior	22
	Total	102

Tabla 6.12 Cargas permanentes en vigas del módulo 5

Nivel	Ubicación	Descripción	Carga distribuida (kgf/m)
P1	1V4 (C-G)	Muro de concreto 0,19x0,20m.	91,20
	1V4 (C-G)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 0,9m	252,00
	1VC (2-4), 1VG (2-4), Viga plana G (1-2)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 4m	1120,00
	1V2 (C-G)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras. Altura 4m	920,00
	Borde de losa entre ejes A-C y 2-3. 1V1 (E-G)	Tabiquería: paredes de bloques de concreto para ventilación. Altura 4m	600,00
	Borde de losa entre ejes A-C y 2-3	Muro de concreto 0,19x0,20m.	91,20
	1V2 (C-G)	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	180
	1V4 (C-G)	Volado (área 0,105m ²)	252,00
PT	Borde de losa entre ejes A-C y 2-3	Muro de concreto 0,1x0,30m.	72,00
	2V1 (A-G), 2V4 (C-G)	Volado (área 0,105m ²)	252,00

Tabla 6.13 Cargas puntuales en columnas del módulo 5

Nivel	Columna	Descripción	Carga (kgf)
PT	4C, 4E, 4G	Parasol (1,50x3,12x0,08m)	898,56
P1	4C, 4E, 4G	Parasol (1,50x3,12x0,08m)	898,56

Tabla 6.14 Cargas permanentes en losas del módulo 6

Nivel	Descripción	Sobrecarga (kgf/m ²)
PT	Impermeabilizaciones: manto asfáltico en una sola capa, reforzada interiormente y con acabado exterior de 5mm	6
	Friso inferior	22
	Mortero de cemento de 3cm de espesor para pendientes en techos	63
	Total	91
P1	Acabado de piso: Baldosas de gres o cerámica sobre mortero de 3cm de espesor	80
	Friso inferior	22
	Total	102
P1 (losa J´L-2-3 Y LN´-2-5)	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 15cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 1,95m	64
P1 (losa J´L-2-3 Y LN´-2-5)	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	13

Tabla 6.15 Cargas permanentes en vigas del módulo 6

Nivel	Ubicación	Descripción	Carga distribuida (kgf/m)
PT	2V2, 2V3, 2V11	Antepecho de concreto 0,15x0,53m. Distancia del borde 7,5cm	190,80
	2V2A	Antepecho de concreto 0,15x0,48m.	172,80
	2V1, 2V2, 2V2A	Volado (área: 0,085m ²)	204
P1	1V1, 1V5, 1V6, 1V15	Tabiquería: paredes de bloques de arcilla de 20cm de espesor frisados por ambas caras (distribuida por carga lineal). Altura 1,95m	546
	1V1	Revestimiento de paredes: gres con base de 1,5cm	180
	1V1B	Antepecho de concreto 0,25x0,65m.	390
	1V1C (N´-S´)	Antepecho de concreto 0,25x0,85m.	510
	1V1C (S´-T´), 1V15 (4-5)	Antepecho de concreto 0,15x0,53m. Distancia del borde 7,5cm	190,8
	1V1A (L´-M), 1V1B (M´-N´),	Volado (área: 0,085m ²)	204
	1V4	Antepecho de concreto 0,25x0,85m.	510

Los volados y parasoles (ver figura 6.2) se consideraron como cargas distribuidas y puntuales respectivamente, debido a que en este trabajo solo se está recalculando los elementos pertenecientes al sistema resistente a las acciones variables, permanentes y accidentales.



Figura 6.2 Volado y parasol existentes en el módulo 1. Fuente: Foto capturada el día 27 de abril de 2014

6.5.3. Cargas accidentales (S)

También se definen en la norma COVENIN 2002-1988 las acciones accidentales, las cuales son las que pueden ocurrir durante un momento de la vida útil de la estructura, por periodos breves de tiempo, como son las acciones debidas a

sismos, y se determinaron mediante las consideraciones de la norma COVENIN 1756:2001.

6.6. Espectro de diseño

6.6.1. Forma espectral y factor de corrección φ

La norma COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, divide al país en 8 zonas sísmicas, y según la tabla 4.2 “Zonificación sísmica de Venezuela” del capítulo 4, el Municipio Bolivariano Libertador del Distrito Capital, localidad donde está ubicada la edificación en estudio, se encuentra dentro la zona 5. En la tabla 4.1 “Valores de A_0 ” del mismo capítulo, se establecen los valores del coeficiente de aceleración horizontal (A_0), el cual para la zona 5 es 0,30 indicando un peligro sísmico elevado.

Para la construcción del espectro de diseño, en la tabla 5.1 “Forma Espectral y Factor de Corrección φ ” del capítulo 5 de la misma norma se determina la forma espectral el factor de corrección (φ) para el coeficiente de aceleración horizontal (A_0), los cuales dependen de la características del perfil geotécnico del suelo de fundación. Ver Figura 6.3.

5.1 SELECCIÓN DE LA FORMA ESPECTRAL Y DEL FACTOR ϕ

La selección de la forma espectral y el factor ϕ se hará con arreglo a la Tabla 5.1.

TABLA 5.1 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 0.1 H.
c) Si $H_1 \geq 0.25 H$ y $A_0 \leq 0.20$ úsese S3.

Figura 6.3 Tabla 5.1 “Forma Espectral y Factor de corrección (ϕ)”. Fuente: Norma COVENIN “Edificaciones Sismorresistentes”, capítulo 5.

Según Acero y Domínguez (2005), las formas espectrales del suelo donde se encuentra fundada la Ciudad Universitaria de Caracas, se resumen en la tabla 9 “Formas Espectrales y Coeficiente de Aceleración Horizontal”. Ver figura 6.4.

Tabla 9. Formas Espectrales y Coeficiente de Aceleración Horizontal

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

Figura 6.4 Formas Espectrales y Factor de Corrección presentes en la CUC. Fuente: Acero y Domínguez (2005)

Como no se tiene información detallada del suelo donde se encuentra la estructura en estudio para determinar la forma espectral, se utilizó el caso más desfavorable de la tabla 9 para crear el espectro, el cual es S2 con $\phi=0,95$.

6.6.2. Clasificación según el uso de la edificación

El edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV, se encuentra clasificado dentro del Grupo A “Edificaciones que albergan instalaciones esenciales, de funcionamiento vital en condiciones de emergencia o cuya falla pueda dar lugar a cuantiosas pérdidas humanas o económicas” (COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes), y debido a esta clasificación se le establece un factor de importancia $\alpha=1,30$. Ver figura 6.5.

TABLA 6.1	
FACTOR DE IMPORTANCIA	
GRUPO	α
A	1.30
B1	1.15
B2	1.00

Figura 6.5 Tabla 6.1, Factor de importancia. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes, capítulo 6.

6.6.3. Nivel de Diseño (ND)

La norma COVENIN 1756:2001, en su capítulo 6, hace una clasificación para la determinación del Nivel de Diseño de las edificaciones, tomando en cuenta el grupo al cual pertenecen y la zona sísmica (ver figura 30). Considerando dicha clasificación, la estructura en estudio requiere ND3.

TABLA 6.2 NIVELES DE DISEÑO ND			
GRUPO	ZONA SÍSMICA		
	1 y 2	3 y 4	5, 6 y 7
A; B1	ND2 ND3	ND3	ND3
B2	ND1 (*) ND2 ND3	ND2 (*) ND3	ND3 ND2 (**)

(*) Válido para edificaciones de hasta de 10 pisos ó 30 m de altura.
(**) Válido para edificaciones de hasta de 2 pisos u 8 m de altura.

Figura 6.6 Tabla 6.2, Niveles de Diseño. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes

Por otro lado en el capítulo 12 de la misma norma, se establecen a modo de orientación, otras consideraciones para asignar el Nivel de Diseño a estructuras existentes. Ver figura 6.7.

TABLA C-12.1 ORIENTACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE DISEÑO PRESENTES				
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RESISTENTE A SISMOS	NIVELES DE DISEÑO PRESENTES EN OBRAS CONSTRUIDAS EN ZONAS SÍSMICAS, EN EL LAPSO SEÑALADO			
	hasta 1955	1955-1967	1967-1982	> 1982
Estructuras aporticadas de concreto armado de más de 3 a 4 pisos	ND1	ND1	ND2	ND3
Estructuras de mampostería confinada con miembros de concreto armado	ND1	ND1	(1)	(1)

(1) Depende del detallado

Para las edificaciones constituidas por miembros prefabricados hasta el año 1967 se supondrá R=1.0 Para edificaciones de fecha posterior dependerá del sistema de uniones adoptado.

Figura 6.7 Orientación para la selección de los Niveles de Diseño presentes. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes

Debido a que la estructura es aporticada y fue construida antes del año 1955, se tomó en cuenta la consideración de la tabla C-12.1 y se clasificó como ND1.

6.6.4. Factor de Reducción de Respuesta (R)

El Factor de Reducción de Respuesta R, según la norma COVENIN 1756:2001 se define como el “Factor que divide las ordenadas del espectro de respuesta elástica para obtener el espectro de diseño”. En el aparte 6.4 de la mencionada norma, específicamente en la tabla 6.4, el factor R para la edificación en estudio debería ser igual a 2, tomando en cuenta el ND1 y que el tipo de estructura es I.

Sin embargo en el capítulo 12, en el aparte 12.3.1 “Nivel de Diseño y Factor de Respuesta R”, se establece que “Cuando no se satisfagan los requisitos normativos de incidencia sismorresistente, contemplados en las Normas vigentes y anotadas en la Tabla 12.1, se utilizará $R=1.0$ ”. Ver figura 31.

TABLA 12.1 REQUISITOS NORMATIVOS DE INCIDENCIA SISMORRESISTENTE	
ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO	
a)	Las longitudes de desarrollo para anclaje y empalme de las barras con resaltos de refuerzo. Para barras lisas se duplicarán las longitudes exigidas en la Norma COVENIN-MINDUR 1753.
b)	Las cuantías mínimas y máximas de refuerzo, para corte, flexión y flexocompresión.
c)	Los diámetros mínimos y separaciones máximas de la armadura transversal para: resistir corte, arriostrar barras comprimidas y confinar el concreto.
d)	Las limitaciones de los ensayos a tracción y de doblado en frío para las barras o mallas de refuerzo, establecido en las Normas COVENIN ó COVENIN-MINDUR.

Figura 6.8 Tabla 12.1, Requisitos Normativos de Incidencia Sismorresistente. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes

Los valores de la cuantía geométrica de las columnas dadas en las tablas 4.6 a 4.8, indican que dichos elementos no cumplen con los requerimientos de la norma FONDONORMA 1753:2006, con esto ya no se cumple con el apartado anterior, y por lo tanto se utilizó $R=1$.

6.7. Elaboración del espectro de diseño

El capítulo 7 “Coeficiente Sísmico y Espectros de Diseño” de la norma utilizada, explica que las ordenadas A_d de los espectros de diseño quedan definidas en función del período T , como se puede apreciar en las ecuaciones de la figura 6.9.

$$\begin{aligned}
 T < T^+ & \quad A_d = \frac{\alpha \varphi A_o \left[1 + \frac{T}{T^+} (\beta - 1) \right]}{1 + \left(\frac{T}{T^+} \right)^c (R - 1)} \\
 T^+ \leq T \leq T^* & \quad A_d = \frac{\alpha \varphi \beta A_o}{R} \\
 T > T^* & \quad A_d = \frac{\alpha \varphi \beta A_o}{R} \left(\frac{T^*}{T} \right)^p
 \end{aligned}$$

Figura 6.9 Ecuaciones para determinar las ordenadas A_d del espectro de diseño. Fuente: COVENIN 1756:2001, Edificaciones Sismorresistentes

Los valores de T^* , β y p dependen de la forma espectral y se determinaron a través de la tabla 7.1 del mismo capítulo. Los valores se muestran en la Tabla 6.16

Tabla 6.16 Datos para la elaboración del espectro de diseño

Espectro de diseño

Nivel de diseño (ND)	1
Tipo de estructura	I
Grupo	A
Coefficiente de aceleración horizontal (A_0)	0,3
Factor de importancia (α)	1,30
Forma espectral	S2
Factor de corrección (ϕ)	0,95
Factor de reducción de respuesta (R)	1
Factor de magnificación promedio (β)	2,6
Máximo período en el intervalo donde los espectros normalizados tienen un valor constante (T^*)	0,7 s
Exponente que define la rama descendente del espectro (p)	1
Período característico de variación de respuesta dúctil (T^+)	0,1 s

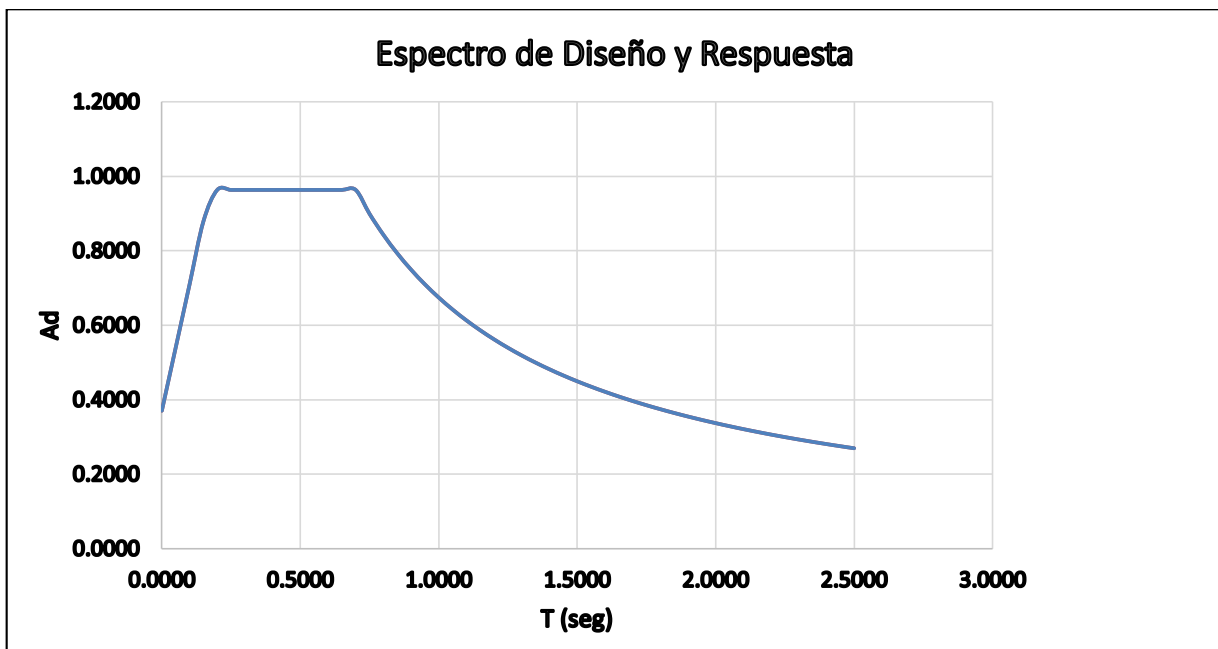


Figura 6.10 Espectro de diseño y respuesta. Fuente: Propia

Debido a que el factor $R=1$, es el valor que divide las ordenadas del espectro de respuesta para obtener el de diseño, las gráficas coinciden de ambos espectros coinciden.

6.8. Combinaciones de solicitaciones

La norma FONDONORMA 1753:2006 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural” en su capítulo 9 establece “las estructuras, sus miembros y uniones se diseñarán para tener en todas las secciones una resistencia de diseño mayor o igual a las solicitaciones calculadas para las combinaciones que se estipulan en esta Norma”. Para conocer las solicitaciones se emplearon las siguientes combinaciones de cargas:

Combinación 1: $U = 1,4C_p$

Combinación 2: $U = 1,2C_p + 1,6C_v + 0,5C_{vt}$

Combinación 3: $U = 1,2C_p + 1C_v + 1,6C_{vt}$

Combinación 4: $U = 1,2C_p + 1C_v \pm S_x \pm 0,3S_y$

Combinación 5: $U = 1,2C_p + 1C_v \pm 0,3S_x \pm S_y$

Combinación 6: $U = 0,9C_p \pm S_x \pm 0,3S_y$

Combinación 7: $U = 0,9C_p \pm 0,3S_x \pm S_y$

6.9. Modelado de la estructura

Se realizó un modelo por cada módulo de la estructura, debido a se encuentran separados por juntas de construcción, siendo en total 6 edificios independientes, como se explicó anteriormente.

Se comenzó definiendo el sistema de ejes de referencia, tanto en dirección “X” como en dirección “Y”, colocando la distancia entre ellos, así como también la cantidad de niveles de los edificios y las cotas de los mismos.

El siguiente paso fue definir las características de los materiales a utilizar (concreto y acero), los cuales se hicieron lo más parecido a la realidad, según lo que indicó la información de los planos y hojas de cálculo suministradas por COPRED.

En la sección “*Define Frame Sections*” se definieron los elementos estructurales a utilizar, tanto secciones rectangulares (vigas y columnas) como las circulares (columnas). Se crearon “Secciones No Prismáticas” para la viga en forma de cartela.

Las columnas se modelaron introduciendo la cantidad de acero establecida por los planos con la condición de ser verificadas, y con respecto a las vigas solo se introdujo la dimensión de la sección para obtener el área de acero requerido.

Las losas nervadas se modelaron como “*Membrane*” utilizando la opción de distribuir las cargas en una dirección. Todas las losas nervadas son armadas en una dirección, y se hicieron de esta manera.

Se definieron disfragmas rígidos en todos los módulos, debido a que ninguno tuvo las características especificadas en el aparte 6.5.2 sección b.4) “Diafragma flexible” de la norma COVENIN 1756:2001.

En las escaleras, solo se tomó en cuenta el peso por área tributaria sobre las vigas donde se apoyan las mismas, ya que las escaleras poseen soportes independientes. De igual manera sucede con la rampa, tiene los soportes independientes y no se apoya sobre la estructura.

En las Figuras 6.11 a 6.16 se presentan vistas de planta, 3D y cortes de los modelos evaluados.

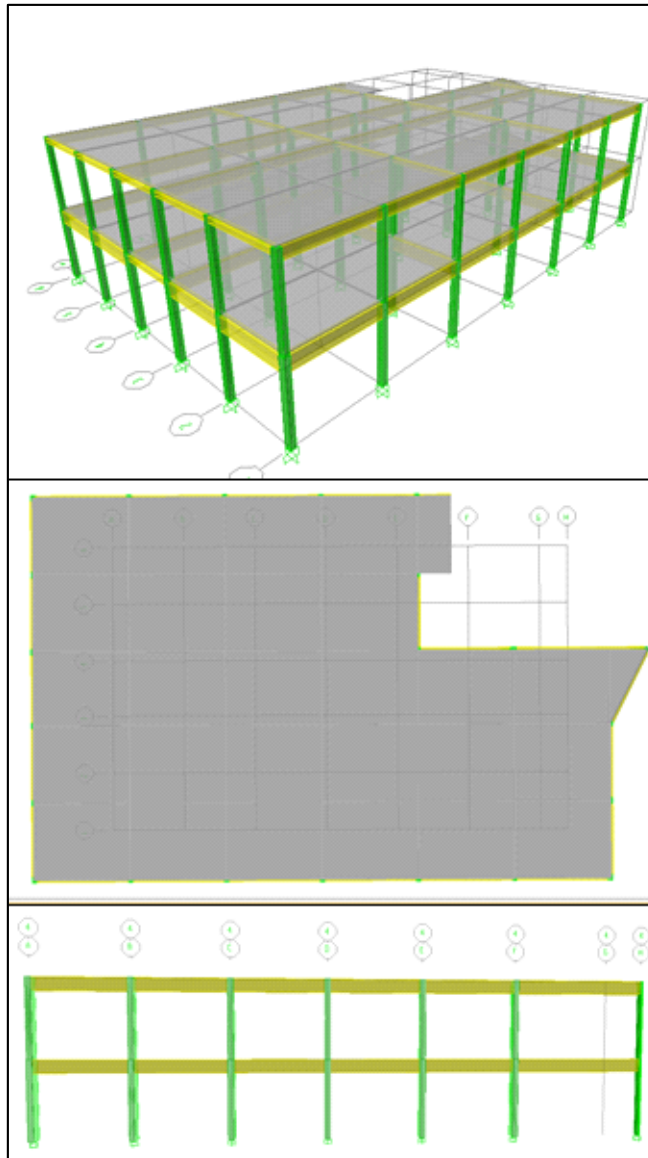


Figura 6.11 Vista 3D, de planta y corte en el eje 4 del Módulo 1. Fuente: Propia

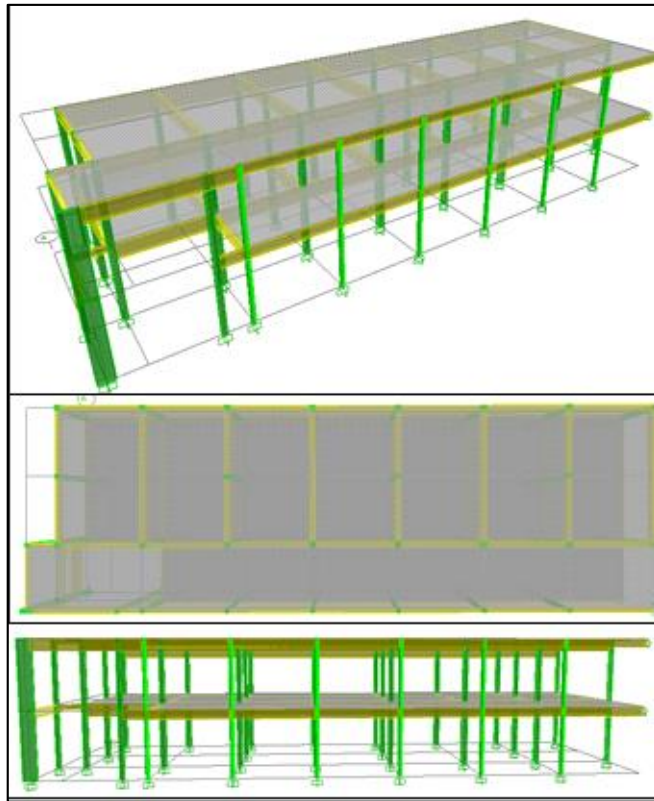


Figura 6.12 Vista 3D, de planta y vista del eje 16 del Módulo 2. Fuente: Propia

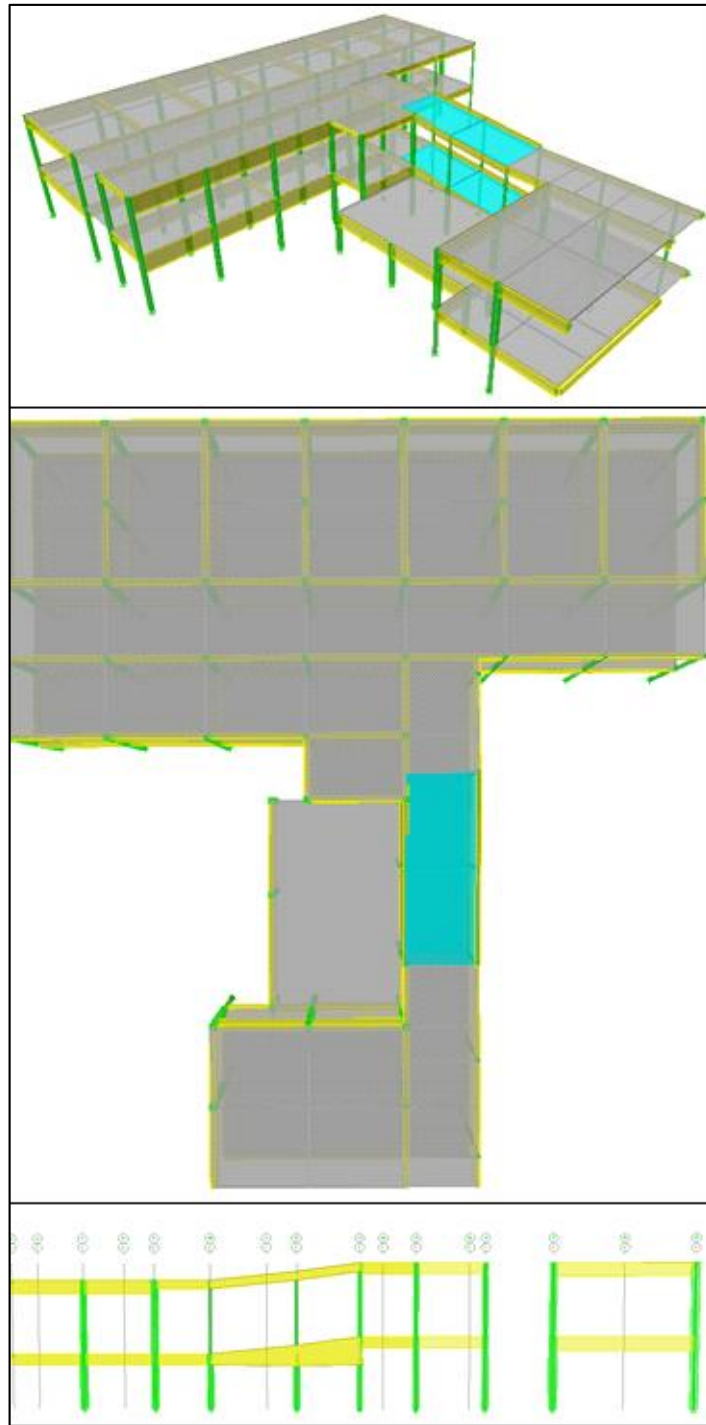


Figura 6.13 Vista 3D, de planta y corte en el eje L del Módulo 3. Fuente: Propia

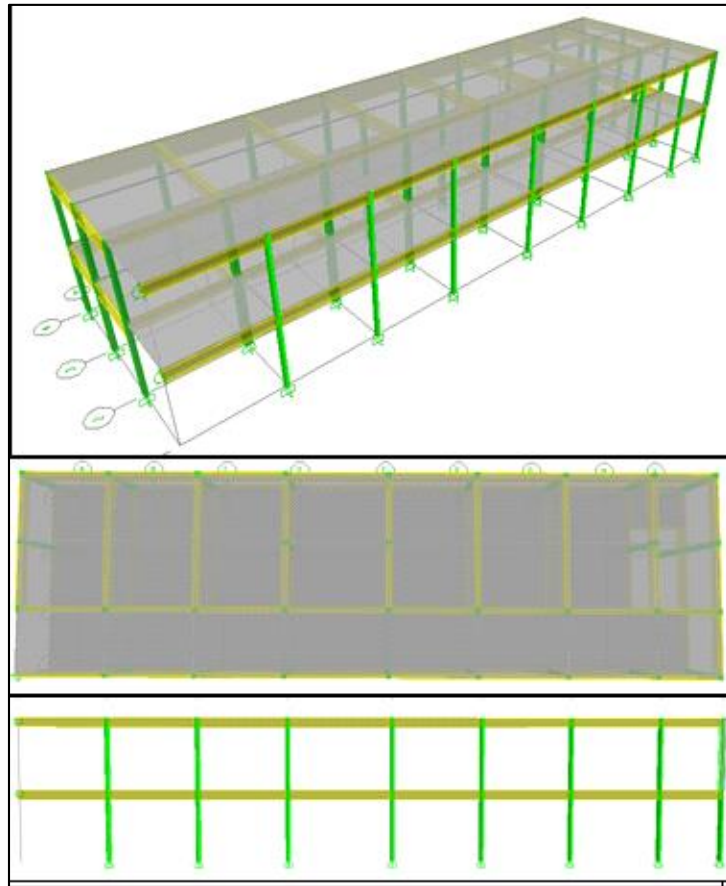


Figura 6.14 Vista 3D, de planta y corte en el eje 16 del Módulo 4. Fuente: Propia

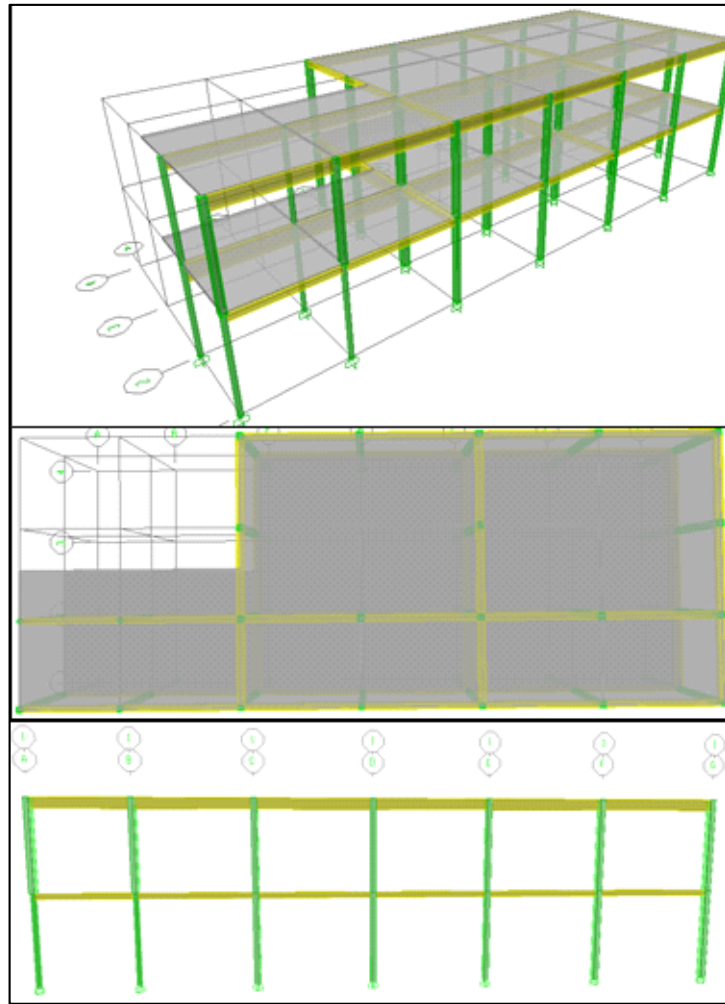


Figura 6.15 Vista 3D, de planta y corte en el eje 1 del Módulo 5. Fuente: Propia

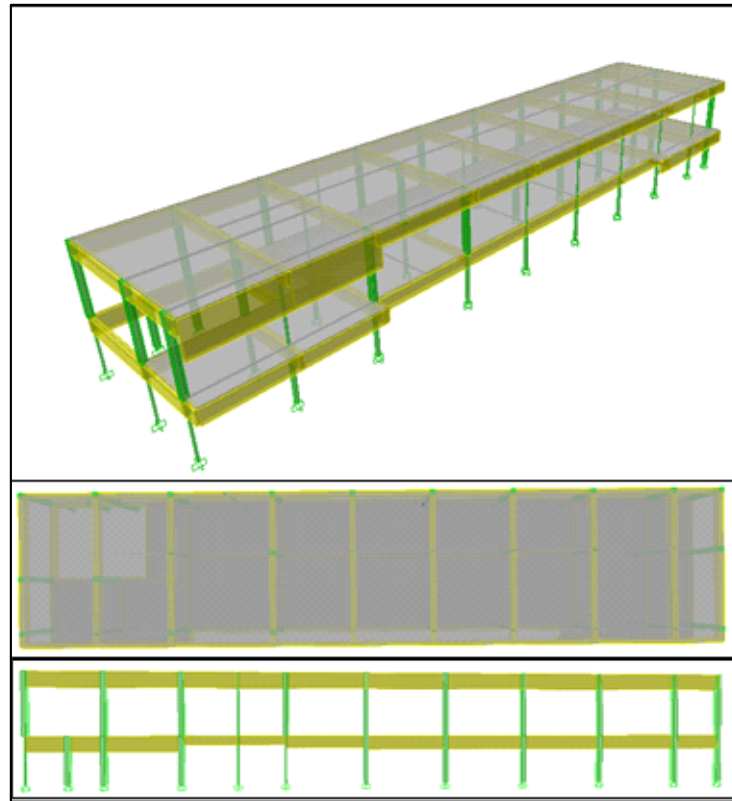


Figura 6.16 Vista 3D, de planta y corte en el eje 5 del Módulo 6. Fuente: Propia

CAPÍTULO VII

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

7.1. Método de análisis dinámico espacial de superposición modal con tres grados de libertad

Se verificaron los resultados obtenidos del recalcu de la estructura con el Método de Análisis Dinámico Espacial del capítulo 9, aparte 9.6 de la norma COVENIN 1756:2001, el cual establece “este método toma en cuenta el acoplamiento de las vibraciones traslaciones y torsionales de la edificación y considera tres grados de libertad por cada nivel”.

7.1.1. Verificación del cortante basal

El Método de Análisis Dinámico Espacial, establece que tanto en la dirección “X” como en la dirección “Y”, el corte basal dinámico (V_{ox} , V_{oy}) de la combinación modal (cuyos valores son arrojados por el programa ETABS) debe ser mayor que el cortante basal estático (V_{oe}), calculado con un período $T=1,6T_a$, de lo contrario deberá utilizarse el factor de corrección V_{oe}/V_o .

De acuerdo al aparte 9.3 “Método estático equivalente”, el cortante basal estático será $V_{oe}=\mu A_d W$, donde μ es el mayor de los valores dados por las ecuaciones de la figura 7.1.

$$\mu = 1.4 \left[\frac{N+9}{2N+12} \right] \quad \mu = 0.80 + \frac{1}{20} \left[\frac{T}{T^*} - 1 \right]$$

donde:

N = Número de niveles.

T = Período fundamental.

T* = Período dado en la Tabla 7.1.

Figura 7.1 Ecuaciones para determinar μ . Fuente: norma COVENIN 1756:2001

El número de niveles para todos los módulos es 2, el período fundamental $T=1,6$ Ta y el valor de T^* se encuentra entre los datos para el espectro de diseño.

El valor del peso de la estructura (W) de cada módulo fue determinado a través del programa, y fue el que se utilizó para la obtención del valor del cortante basal estático. Ver Tablas 7.1 a 7.6.

Tabla 7.1 Peso del módulo 1

Módulo 1		
Nivel	W (Ton)	Wtotal (Ton)
PT	31,41	95,52
P1	64,11	

Tabla 7.2 Peso del módulo 2

Módulo 2		
Nivel	W (Ton)	Wtotal (Ton)
PT	29,51	79,13
P1	49,62	

Tabla 7.3 Peso del módulo 3

Módulo 3			
Diafragma	Nivel	W (Ton)	Wtotal (Ton)
D1	PT	36,191	98,33
	P1	62,1418	
D2	PT	10,5983	31,04
	P1	20,4416	

Tabla 7.4 Peso del módulo 4

Módulo 4		
Nivel	W (Ton)	Wtotal (Ton)
PT	31,41	83,58
P1	52,17	

Tabla 7.5 Peso del módulo 5

Módulo 5		
Nivel	W (Kgf)	Wtotal (Kgf)
PT	16,05	53,97
P1	37,92	

Tabla 7.6 Peso del módulo 6

Módulo 6		
Nivel	W (Ton)	Wtotal (Ton)
PT	39,57	86,81
P1	47,24	

De la tabla 7.7 a 7.12, se presentan los valores del cortante estático calculado según lo explicado anteriormente, el corte dinámico para ambas direcciones dado por el programa y la verificación con lo establecido en el método que se está empleando.

En los casos en que no se cumple con la normativa, se procedió a corregir el corte dinámico.

Tabla 7.7 Verificación del cortante basal del módulo 1

Módulo 1					
Voe (Ton)		868,86			
Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)	Vo corregida	Verificación de Vo Corregida
VoX (Ton)	822,40	NO CUMPLE	1,06	868,85	CUMPLE
VoY (Ton)	747,60	NO CUMPLE	1,16	868,86	CUMPLE

Tabla 7.8 Verificación del cortante basal del módulo 2

Módulo 2					
Voe (Ton)		719,78			
Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)	Vo corregida	Verificación de Vo Corregida
VoX (Ton)	690,79	NO CUMPLE	1,04	719,78	CUMPLE
VoY (Ton)	562,67	NO CUMPLE	1,28	719,78	CUMPLE

Tabla 7.9 Verificación del cortante basal del módulo 3

Módulo 3				
Diafragma	Voe (Ton)		894,40	
	Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)
D1	VoX (Ton)	881,45	NO CUMPLE	1,01
	VoY (Ton)	846,58	NO CUMPLE	1,06
Diafragma	Voe (Ton)		282,33	
	Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)
D2	VoX (Ton)	358,84	CUMPLE	0,79
	VoY (Ton)	441,01	CUMPLE	0,64

Tabla 7.10 Verificación del cortante basal del módulo 4

Módulo 4					
Voe (Ton)		760,20			
Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)	Vo corregida	Verificación de Vo Corregida
VoX (Ton)	684,44	NO CUMPLE	1,11	760,21	CUMPLE
VoY (Ton)	653,42	NO CUMPLE	1,16	760,20	CUMPLE

Tabla 7.11 Verificación del cortante basal del módulo 5

Módulo 5					
Voe (Ton)		490,85			
Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)	Vo corregida	Verificación de Vo Corregida
VoX (Ton)	470,67	NO CUMPLE	1,04	490,85	CUMPLE
VoY (Ton)	317,18	NO CUMPLE	1,55	490,85	CUMPLE

Tabla 7.12 Verificación del cortante basal del módulo 6

Módulo 6					
Voe (Ton)		789,60			
Vo (Ton)		Vo>Voe	Factor de corrección (Voe/Vo)	Vo corregida	Verificación de Vo Corregida
VoX (Ton)	607,33	NO CUMPLE	1,30	789,60	CUMPLE
VoY (Ton)	607,76	NO CUMPLE	1,30	789,91	CUMPLE

7.1.2. Verificación del control de desplazamientos

En la norma COVENIN 1756:2001 se define deriva como “la diferencia de los desplazamientos laterales totales entre dos niveles o pisos consecutivos”.

Con el programa de cálculo se lograron determinar las derivas elásticas (Δx , Δy), para cada módulo, con las cuales se calcularon las derivas inelásticas (Δx_i , Δy_i) con la siguiente ecuación:

$$\Delta i = 0,8R \Delta \quad (\text{Ecuación VII.1})$$

Donde R es el factor de reducción de respuesta.

Los resultados se compararon con el valor límite de la tabla 10.1 del capítulo 10 de la norma ya nombrada, donde el máximo valor para el grupo A es 0,012. Ver figura 7.2.

TABLA 10.1 VALORES LÍMITES DE: $\frac{\delta_i}{(h_i - h_{i-1})}$			
TIPO Y DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS NO	EDIFICACIONES		
ESTRUCTURALES	GRUPO A	GRUPO B1	GRUPO B2
Susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.012	0.015	0.018
No susceptibles de sufrir daños por deformaciones de la estructura	0.016	0.020	0.024

Figura 7.2 Tabla 10.1 del capítulo 10 de la norma COVENIN 1756:2001

En las siguientes tablas se muestran los resultados de los desplazamientos máximos para cada módulo.

Tabla 7.13 Verificación de la deriva máxima de los módulos 1, 2, 4, 5 y 6

Módulo 1					
Δx (m)	Δy (m)	Δx_i (m)	Δy_i (m)	$\Delta x_i < 0,012$	$\Delta y_i < 0,012$
0,01774	0,034	0,014	0,027	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Módulo 2					
Δx (m)	Δy (m)	Δx_i (m)	Δy_i (m)	$\Delta x_i < 0,012$	$\Delta y_i < 0,012$
0,017138	0,040	0,013	0,032	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Módulo 4					
Δx (m)	Δy (m)	Δx_i (m)	Δy_i (m)	$\Delta x_i < 0,012$	$\Delta y_i < 0,012$
0,020	0,037	0,016	0,030	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Módulo 5					
Δx (m)	Δy (m)	Δx_i (m)	Δy_i (m)	$\Delta x_i < 0,012$	$\Delta y_i < 0,012$
0,020	0,065	0,016	0,052	NO CUMPLE	NO CUMPLE
Módulo 6					
Δx	Δy	Δx_i	Δy_i	$\Delta x_i < 0,012$	$\Delta y_i < 0,012$
0,027	0,044	0,022	0,035	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Tabla 7.14 Verificación de la deriva máxima del módulo 3

Diafragma	Δx	Δy	Δx_i	Δy_i	$\Delta x_i < 0,012$	$\Delta y_i < 0,012$
D1	0,023	0,021	0,018	0,017	NO CUMPLE	NO CUMPLE
D2	0,021	0,024	0,017	0,019	NO CUMPLE	NO CUMPLE

En ninguno de los módulos se cumple con el control de desplazamiento de la norma sismorresistente vigente. Ver anexos 15 al 26.

7.1.3. Análisis modal

Según el Método de Análisis Dinámico Espacial de Superposición Modal, el número mínimo de modos de vibración a utilizar en el análisis dinámico será el número

de modos que garantice que la sumatoria de las masas participativas exceda el 90% de la masa total del edificio.

En las siguientes tablas se presentan los resultados de cada módulo, con los cuales se verificó lo antes dicho. Ver Tablas 7.15 a 7.20.

Tabla 7.15 Análisis modal del módulo 1

Módulo 1					
Modo	Periodo (s)	Masa participativa (%)		Masa acumulada (%)	
		X	Y	X	Y
1	0,674645	0,0021	77,9885	0,0021	77,9885
2	0,617422	87,7869	0,003	87,789	77,9915
3	0,579643	1,4128	0,6181	89,2017	78,6096
4	0,304646	0	21,3608	89,2018	99,9704
5	0,28744	10,0008	0,0021	99,2026	99,9725
6	0,275633	0,7974	0,0275	100	100

Tabla 7.16 Análisis modal del módulo 2

Módulo 2					
Modo	Periodo (s)	Masa participativa (%)		Masa acumulada (%)	
		X	Y	X	Y
1	0,700967	0,2329	66,2498	0,2329	66,2498
2	0,640775	90,0232	0,5718	90,256	66,8216
3	0,553841	0,4358	21,4623	90,6919	88,284
4	0,3032	0,0716	7,9895	90,7635	96,2735
5	0,258595	5,3554	2,166	96,1189	98,4395
6	0,239617	3,8811	1,5605	100	100

Tabla 7.17 Análisis modal del módulo 3

Módulo 3					
Modo	Periodo (s)	Masa participativa (%)		Masa acumulada (%)	
		X	Y	X	Y
1	0,738518	3,2666	0,1166	3,2666	0,1166
2	0,703541	85,4211	0	88,6877	0,1166
3	0,673252	0,0034	86,4028	88,6911	86,5195
4	0,320408	7,4251	0,0726	96,1163	86,5921
5	0,308417	0,2284	10,5984	96,3446	97,1905
6	0,304849	3,5459	0,1042	99,8905	97,2947

Tabla 7.18 Análisis modal del módulo 4

Módulo 4					
Modo	Periodo (s)	Masa participativa (%)		Masa acumulada (%)	
		X	Y	X	Y
1	0,724294	5,4247	65,7143	5,4247	65,7143
2	0,677591	70,6067	15,1549	76,0315	80,8691
3	0,626301	15,2404	12,4154	91,2719	93,2845
4	0,306783	0,7592	4,9222	92,0311	98,2068
5	0,287611	7,4286	0,882	99,4598	99,0888
6	0,257094	0,5402	0,9112	100	100

Tabla 7.19 Análisis modal del módulo 5

Módulo 5					
Modo	Periodo (s)	Masa participativa (%)		Masa acumulada (%)	
		X	Y	X	Y
1	0,874948	0,3074	56,0371	0,3074	56,0371
2	0,70685	4,3228	31,4013	4,6302	87,4384
3	0,645271	87,6817	0,6262	92,3119	88,0646
4	0,375834	0,0237	9,4524	92,3356	97,517
5	0,31537	0,212	2,4675	92,5476	99,9845
6	0,291511	7,4524	0,0155	100	100

Tabla 7.20 Análisis modal del módulo 6

Módulo 6					
Modo	Periodo (s)	Masa participativa (%)		Masa acumulada (%)	
		X	Y	X	Y
1	0,741504	2,5481	69,1364	2,5481	69,1364
2	0,659176	63,7339	5,8978	66,282	75,0342
3	0,548433	7,7135	5,4367	73,9956	80,4709
4	0,282212	5,4568	10,1404	79,4524	90,6113
5	0,268474	18,8095	5,6707	98,2619	96,2821
6	0,228017	1,7381	3,6748	99,9999	99,9569

En todos los módulos se cumple con lo establecido en la norma, debido a que se utilizan 6 modos de vibración y ya para este modo en todos los casos se ha alcanzado el 90% de la masa del edificio.

7.1.4. Factor demanda/capacidad en columnas

En las siguientes tablas se muestra el factor demanda capacidad de las columnas de cada módulo, el cual es la relación de la resistencia que posee la columna y la que requiere para soportar las solicitaciones a la cual está sometida.

Cuando el valor es mayor a 1, la columna no cumple con la capacidad para resistir las cargas que actúan sobre ella, y en caso contrario, cuando es menor a la unidad cumple con la resistencia a solicitaciones mayores a las que la someten.

En las tablas 7.21 a la 7.26 se pueden observar los valores mencionados para las columnas de los módulos 1 al 6, tanto para las columnas de planta baja a planta 1 (PB-P1), y de planta 1 a planta techo (P1-PT).

Tabla 7.21 Demanda capacidad de columnas del módulo 1

Módulo 1					
Columnas (PB-P1)			Columnas (P1-PT)		
Columna	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad	Columna	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad
1-A	25x30	29,89	1-A	25x30	21,39
1-B	25x30	32,22	1-B	25x30	20,41
1-C	25x30	31,59	1-C	25x30	19,47
1-D	25x30	30,37	1-D	25x30	19,27
1-E	25x30	31,85	1-E	25x30	21,16
1-F	25x30	32,32	1-F	25x30	20,37
1-G	25x30	37,8	1-G	25x30	25,39
2-A	25x30	34,91	2-A	25x30	29,08
2-C	25x30	35,83	2-C	25x30	28,79
2-E	25x30	40,54	2-E	25x30	31,58
2-G	25x30	40,36	2-G	25x30	33,98
3-A	30x30	27,91	3-A	30x30	27,68
3-B	30x30	24,69	3-B	30x30	20,63
3-C	30x30	24,15	3-C	30x30	24,66
3-D	30x30	23,31	3-D	30x30	19,48
3-E	30x30	26,13	3-E	30x30	26,88
3-F	30x30	24,54	3-F	30x30	20,39
3-G	30x30	36,82	3-G	30x30	37,89
4A	30x30	28,05	4-A	30x30	28,02
4B	30x30	25,35	4-B	30x30	24,14
4-C	30x30	24,64	4-C	30x30	24,43
4-D	30x30	23,84	4-D	30x30	22,91
4-E	30x30	26,69	4-E	30x30	26,35
4-F	30x30	23,72	4-F	30x30	23,29
4-H	25	58,14	4-H	25	28,24
5-A	25x30	35,14	5-A	25x30	29,17
5-C	25x30	36,06	5-C	25x30	28,91
5-E	25x30	35,98	5-E	25x30	29,4
6-A	25x30	29,94	6-A	25x30	21,35
6-B	25x30	31,32	6-B	25x30	18,56
6-C	25x30	30,93	6-C	25x30	19,43
6-D	25x30	30,69	6-D	25x30	18,23
6-E	25x30	30,68	6-E	25x30	21,88

Tabla 7.22 Demanda capacidad de columnas del módulo 2

Módulo 2							
Columnas (PB-P1)				Columnas (P1-PT)			
Columna	Tipo	Sección (cm)	Factor demanda capacidad	Columna	Tipo	Sección (cm)	Factor demanda capacidad
A'17	C	25x25	40,1	A'17	C	25x25	17,3
A'16	C22	80x25	44,37	A'16	C5	30x30	17,31
A19	C5	30x30	27,67	A19	C5	30x30	24,21
A18	C5	30x30	22,89	A18	C	25x25	25,14
A17	C5	30x30	24,74	A17	C5	30x30	22,13
B19	C10	40x30	16,1	B19	C5	30x30	25,19
B17	C21	40x35	13,71	B17	C5	30x30	23,6
B16	C14	25	18,74	B16	C1	25	15,3
C19	C5	30x30	28,55	C19	C5	30x30	23,87
C18	C8	35x30	13,81	C18	C	25x25	22,55
C17	C7	30x30	11,42	C17	C5	30x30	20,23
C16	C14	25	15,12	C16	C1	25	13,2
D19	C10	40x30	17,59	D19	C5	30x30	24,12
D17	C21	40x35	15,1	D17	C5	30x30	19,98
D16	C14	25	14,7	D16	C1	25	13,25
E19	C5	30x30	37,96	E19	C5	30x30	25,86
E18	C8	35x30	22,4	E18	C	25x25	26,46
E17	C7	30x30	17,19	E17	C5	30x30	23,22
E16	C14	25	14,78	E16	C1	25	13,22
F19	C10	40x30	27,11	F19	C5	30x30	33,65
F17	C21	40x35	23,22	F17	C5	30x30	27,33
F16	C14	25	15,58	F16	C1	25	13,39
G19	C5	30x30	65,16	G19	C5	30x30	37,68
G18	C8	35x30	34,5	G18	C	25x25	39,09
G17	C7	30x30	28,76	G17	C5	30x30	34,62
G16	C14	25	20,05	G16	C1	25	13,2
H19	C19	20x30	43,64	H19	C19	20x30	23,12
H17	C19	20x30	48,06	H17	C19	20x30	22,06

Tabla 7.23 Demanda capacidad de columnas del módulo 3

Módulo 3							
Columnas (PB-P1)				Columnas (P1-PT)			
Columna	Tipo	Sección (cm)	Factor demanda capacidad	Columna	Tipo	Sección (cm)	Factor demanda capacidad
H'19	C19	20x30	34,65	H'19	C19	20x30	34,65
H'17	C19	20x30	33,26	H'17	C19	20x30	33,26
H'16	C	25x25	35,84	H'16	C	25x25	35,84
H'15	C	25x25	30,07	H'15	C	25x25	30,07
I19	C5	30x30	36,92	I19	C5	30x30	36,92
I18	C6	30x30	17,56	I18	C	25x25	27,77
I17	C5	30x30	32,91	I17	C5	30x30	28,69
I16	C9	35x30	14,52	I16	C2	25x25	14,38
I15	C3	30x25	23,98	I15	C	25x25	25,49
J19	C10	40x30	38,45	J19	C5	30x30	28,82
J17	C13	40x30	14,81	J17	C5	30x30	24,69
J16	C7	30x30	13,05	J16	C	25x25	20,68
J15	C3	30x25	24,23	J15	C	25x25	25,55
J'9	C16	30	36,6	J'9	C17	30x30	38,7
J'7	C16	30	27,28	J'7	C17	30x30	29,63
K'13	C5	30x30	34,33	K19	C5	30x30	24,1
K'11	C3	30x25	30,8	K18	C	25x25	25,6
K'9	C5	30x30	46,82	K17	C5	30x30	22,17
K19	C5	30x30	35,69	K16	C2	25x25	13,92
K18	C6	30x30	14,87	K15	C	25x25	25,62
K17	C5	30x30	31,7	K13	C	25x25	20,87
K16	C9	35x30	14,54	K9	C5	30x30	40,52
K15	C6	30x30	16,25	L19	C5	30x30	22,91
K13	C	25x25	29,11	L17	C5	30x30	18,6
K9	C5	30x30	46,79	L16	C	25x25	20,78
L19	C10	40x30	37,08	L15	C	25x25	26,13
L17	C13	40x30	13,9	L13	C	25x25	24,37
L16	C5	30x30	30,67	L12	C1	25	16,11
L15	C5	30x30	30,04	L10	C1	25	17,5
L13	C3	30x25	25,86	L9	C5	30x30	37,47
L12	C3	30x25	23,39	L7	C	25x25	27,84
L10	C3	30x25	32,37	L'56	C1	25	15,01
L9	C5	30x30	45,82	L'14	C1	25	19,61
L7	C5	30x30	39,24	L'12	C1	25	14,85
L'56	C15	25	15,22	L'10	C1	25	17,52
L'14	C15	25	27,93	L'8	C1	25	15,95
L'12	C15	25	15,29	L'6	C1	25	15,88
L'10	C15	25	23,24	M19	C5	30x30	26,55
L'8	C15	25	20,39	M18	C	25x25	28,11
L'6	C15	25	20,48	M17	C5	30x30	24,35
M19	C5	30x30	36,27	M16	C1	25	13,8
M18	C6	30x30	15,73	N19	C5	30x30	31,79
M17	C5	30x30	32,2	N17	C5	30x30	27,36
M16	C15	25	17,59	N16	C1	25	14,15
N19	C10	40x30	39,67	O19	C19	20x30	15,96
N17	C13	40x30	15,59	O18	C	25x25	29,5
N16	C14	25	18,25	O17	C19	20x30	14,58
O19	C19	20x30	29,27	O16	C1	25	12,7
O18	C	25x25	32,93				
O17	C19	20x30	25,27				
O16	C1	25	22,93				

Tabla 7.24 Demanda capacidad de columnas del módulo 4

Módulo 4							
Columnas (PB-P1)				Columnas (P1-PT)			
Columna	Tipo	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad	Columna	Tipo	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad
O´19	C19	20x30	45,24	O´19	C19	20x30	19,61
O´18	C	25x25	67,66	O´18	C	25x25	37,52
O´17	C19	20x30	44,46	O´17	C19	20x30	17,92
P19	C13	40x30	28,04	P19	C5	30x30	35,57
P17	C21	40x35	28,13	P17	C5	30x30	29,74
P16	C14	25	22,57	P16	C1	25	15,1
Q19	C9	35x30	26,37	Q19	C5	30x30	30,52
Q17	C13	40x30	23,29	Q17	C5	30x30	28,07
Q16	C15	25	18,9	Q16	C1	25	15,07
R19	C5	30x30	45,52	R19	C5	30x30	24,55
R18	C10	40x30	20,84	R18	C	25x25	25,34
R17	C7	30x30	20,66	R17	C5	30x30	22,32
R16	C14	25	19,86	R16	C1	25	15,31
S19	C5	30x30	36,34	S19	C5	30x30	24,19
S18	C10	40x30	17,44	S18	C	25x25	20,89
S17	C7	30x30	17,25	S17	C5	30x30	18,51
S16	C14	25	19,66	S16	C1	25	15,28
T19	C9	35x30	19,3	T19	C5	30x30	24,64
T17	C13	40x30	17,39	T17	C5	30x30	19,19
T16	C15	25	18,37	T16	C1	25	14,98
U19	C10	40x30	22,06	U19	C5	30x30	24,08
U17	C21	40x35	19,5	U17	C5	30x30	17,58
U16	C14	25	19,77	U16	C1	25	15,03
V19	C5	30x30	42,27	V19	C5	30x30	25,16
V18	C5	30x30	40,71	V18	C5	30x30	21,34
V17	C5	30x30	42,29	V17	C5	30x30	19,31
V16	C15	25	25,9	V16	C1	25	16,34
W19	C5	30x30	44,88	W19	C5	30x30	24,37
W18	C5	30x30	43,17	W18	C5	30x30	20,62
W17	C15	25	34,52	W17	C	25x25	21,56
W16	C15	25	27,28	W16	C	25x25	19,89

Tabla 7.25 Demanda capacidad de columnas del módulo 5

Módulo 5					
Columnas (PB-P1)			Columnas (P1-PT)		
Columna	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad	Columna	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad
1-A	25	36,58	1-A	25x25	14,46
1-B	25	39,41	1-B	25x25	17,46
1-C	25x25	84,65	1-C	25x25	31,19
1-D	25x25	22,11	1-D	25x25	16,22
1-E	25x25	43,3	1-E	25x25	19,46
1-F	25x25	31,03	1-F	25x25	16,77
1-G	25x25	57,83	1-G	25x25	21,42
2-A	25	41,75	2-A	25	10,88
2-B	25	23,98	2-B	25	11,28
2-C	40x30	28,25	2-C	30x30	30,98
2-D	40x30	14,44	2-D	30x30	14,63
2-E	40x30	17,36	2-E	30x30	18,12
2-F	40x30	12,08	2-F	30x30	14,72
2-G	30x30	63,39	2-G	30x30	31,66
3-C	30x30	107,42	3-C	30x30	66,58
3-E	30x30	67,23	3-E	30x30	41,52
3-G	30x30	91,68	3-G	30x30	47,53
4-C	30x30	50,74	4-C	30x30	24,95
4-D	30x30	38,2	4-D	30x30	22,49
4-E	30x30	34,87	4-E	30x30	17,68
4-F	30x30	38,39	4-F	30x30	22,39
4-G	30x30	45,9	4-G	30x30	19,18

Tabla 7.26 Demanda capacidad de columnas del módulo 6

Módulo 6							
Columnas (PB-P1)				Columnas (P1-PT)			
Columna	Tipo	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad	Columna	Tipo	Dimensión (cm)	Factor demanda capacidad
J'5	C16	30	O/S	J'5	C5	30x30	50,7
J'3	C16	30	O/S	J'3	C5	30x30	54,35
J'2	C16	30	O/S	J'2	C5	30x30	52,15
K'5	C5	30x30	44,8				
K5	C8	35x30	56,71	K5	C5	30x30	64,56
K3	C20	30	44,58	K3	C5	30x30	47,5
K2	C20	30	54,9	K2	C16	30	O/S
L5	C5	30x30	78,61	L5	C5	30x30	42,25
L4	C20	30	43,85	L4	C16	30	O/S
L2	C20	30	43,74	L2	C5	30x30	41,99
L'5	C16	30	O/S				
M'5	C16	30	O/S	M'5	C5	30x30	37,15
M'4	C20	30	30,24	M'4	C5	30x30	34,75
M'2	C20	30	29,17	M'2	C5	30x30	35,69
N'5	C5	30x30	27,14	N'5	C5	30x30	37,12
N'4	C7	30x30	12,85	N'4	C16	30	O/S
N'2	C20	30	17,92	N'2	C16	30	O/S
P'5	C5	30x30	27,23	P'5	C5	30x30	37,32
P'4	C8	35x30	15,7	P'4	C16	30	O/S
P'2	C20	30	16,9	P'2	C16	30	O/S
Q'5	C5	30x30	27,06	Q'5	C5	30x30	37,86
Q'4	C9	35x30	13,5	Q'4	C16	30	O/S
Q'2	C20	30	17,63	Q'2	C16	30	O/S
R'5	C5	30x30	30,44	R'5	C5	30x30	39,87
R'4	C7	30x30	14,37	R'4	C16	30	O/S
R'2	C20	30	19,64	R'2	C16	30	O/S
S'5	C5	30x30	31,76	S'5	C5	30x30	40,48
S'4	C7	30x30	12,2	S'4	C16	30	O/S
S'2	C20	30	18,63	S'2	C16	30	O/S
T'5	C5	30x30	39,28	T'5	C5	30x30	42,22
T'4	C5	30x30	30,24	T'4	C5	30x30	41,84
T'2	C5	30x30	31,62	T'2	C5	30x30	39,76

El 100% de las columnas en todos los módulos superan el valor límite de demanda/capacidad, indicando que la demanda supera la capacidad de las columnas para las cargas por sismo empleadas en el modelo, según la norma vigente. Los valores obtenidos son muy elevados, y cabe destacar que para la época no se tomaban todas las consideraciones de diseño para estructuras sismorresistentes como se hace en la actualidad, pero también es importante destacar que los valores obtenidos son para acciones sísmicas, para solicitaciones verticales los valores pueden ser menor.

7.1.5. Acero longitudinal en vigas

A través del programa de análisis estructural, se determinó el área de acero que requieren las vigas de cada módulo para poder cumplir con las cargas actuantes sobre la estructura.

Se muestran a continuación las tablas comparativas del área de acero calculado por el programa y el área de acero que contienen las vigas. Las celdas resaltadas en color azul indican que el valor del acero existente cumple con el requerido por la evaluación.

Tabla 7.27 Validación del acero colocado en vigas del módulo 1 (Nivel 1)

Módulo 1													
Nivel 1													
Viga	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
		Superior			Inferior			Superior			Inferior		
		Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	1 (A-B)	O/S	38,86	O/S	O/S	45,82	7,15	11,64	7,76	23,27	11,64	15,52	19,40
1V1	1 (B-C)	40,28	19,05	O/S	30,45	21,03	43,21	23,27	15,52	19,40	19,40	11,64	15,52
1V1	1 (C-D)	O/S	18,41	47,23	45,53	20,69	37,40	19,40	15,52	19,40	15,52	11,64	15,52
1V1	1 (D-E)	48,45	18,92	O/S	38,79	21,09	46,86	19,40	15,52	19,40	15,52	11,64	15,52
1V1	1 (E-F)	O/S	18,52	39,38	42,02	20,61	29,50	19,40	15,52	23,27	15,52	11,64	19,40
1V1	1 (F-G)	O/S	38,72	O/S	48,23	45,38	O/S	23,27	7,76	11,64	19,40	15,52	11,64
1V3	3 (A-B)	O/S	16,42	O/S	O/S	23,32	26,91	15,21	10,14	35,49	11,64	15,52	23,13
1V3	3 (B-C)	O/S	21,08	O/S	36,28	24,74	O/S	35,49	20,28	25,98	23,13	12,99	12,99
1V3	3 (C-D)	O/S	20,66	O/S	O/S	24,82	45,09	25,98	20,28	28,04	12,99	12,99	12,99
1V3	3 (D-E)	O/S	20,38	O/S	44,74	24,39	O/S	28,04	10,14	28,04	12,99	12,99	15,68
1V3	3 (E-F)	O/S	20,71	O/S	O/S	24,49	40,69	28,04	20,28	40,56	15,68	12,83	13,46
1V3	3 (F-G)	O/S	36,12	O/S	O/S	49,96	O/S	40,56	10,14	15,21	13,46	25,98	20,91
1V4	4 (A-B)	O/S	44,22	O/S	O/S	O/S	O/S	15,21	10,14	35,49	15,21	20,28	17,90
1V4	4 (B-C)	O/S	21,99	O/S	38,67	25,73	O/S	35,49	20,28	25,35	17,90	12,83	15,52
1V4	4 (C-D)	O/S	21,94	O/S	O/S	26,05	O/S	25,35	20,28	35,49	15,52	12,83	15,52
1V4	4 (D-E)	O/S	19,33	O/S	46,77	26,08	O/S	35,49	20,28	15,21	15,52	17,90	20,59
1V4	4 (E-F)	O/S	25,75	O/S	O/S	23,36	O/S	15,21	20,28	33,11	20,59	7,76	15,52
1V4	4 (F-H)	O/S	36,53	35,83	42,78	46,72	39,12	33,11	10,14	10,14	15,52	7,76	7,76
1V6	6 (A-B)	O/S	37,75	O/S	O/S	44,55	44,25	15,21	10,14	25,35	7,76	12,83	13,46
1V6	6 (B-C)	39,48	19,12	O/S	29,41	21,28	43,18	25,35	20,28	20,28	13,46	10,77	11,40
1V6	6 (C-D)	O/S	18,64	38,49	42,15	20,96	28,81	20,28	10,14	25,35	11,40	10,77	14,25
1V6	6 (D-E)	O/S	38,50	O/S	45,52	42,59	O/S	25,35	20,28	12,99	14,25	13,62	16,47
1VA	A (1-2)	O/S	O/S	41,89	O/S	O/S	38,87	8,55	5,70	11,40	5,70	8,55	11,40
1VA	A (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
1VA	A (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	11,40	5,70	8,55	5,70
1VA	A (4-5)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
1VA	A (5-6)	41,47	O/S	O/S	38,47	O/S	O/S	11,40	5,70	8,55	11,40	8,55	5,70
1VC	C (1-2)	O/S	O/S	33,35	O/S	O/S	32,54	5,70	5,70	11,40	8,55	8,55	5,70
1VC	C (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	5,70	5,70	8,55	8,55
1VC	C (4-5)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	5,70	5,70	11,40	8,55	8,55	5,70
1VC	C (5-6)	33,52	O/S	O/S	32,76	O/S	O/S	11,40	5,70	5,70	5,70	8,55	8,55
1VE	E (1-2)	O/S	O/S	37,32	O/S	O/S	36,47	5,70	5,70	11,40	8,55	8,55	5,70
1VE	E (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	5,70	5,70	8,55	8,55
1VE	E (4-5)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	8,55	5,70	11,40	5,70	8,55	11,40
1VE	E (5-6)	37,69	O/S	O/S	33,26	O/S	O/S	11,40	5,70	8,55	11,40	8,55	8,55
1VG	G (1-2)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	5,70	5,70	11,40	8,55	8,55	5,70
1VG	G (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	5,70	5,70	8,55	8,55
1VG	G (3-4)	O/S	37,34	20,84	O/S	33,89	21,33	2,54	2,54	2,54	7,76	7,76	7,76
1V GH	GH(3-4)	O/S	31,59	46,85	O/S	31,33	47,55	2,54	2,54	2,54	7,76	7,76	7,76

MÓDULO 1 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 1

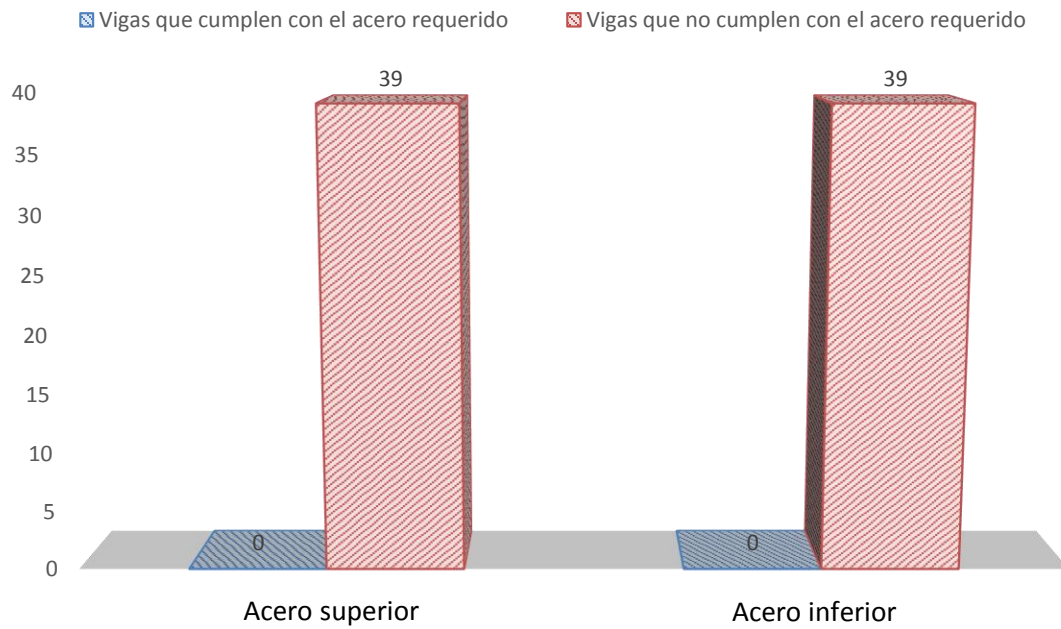


Figura 7.3 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 1 (Nivel 1)

Tabla 7.28 Validación del acero colocado en vigas del módulo 1 (Nivel 2)

Módulo 1													
Nivel 2													
Viga	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
		Superior			Inferior			Superior			Inferior		
		Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	1(A-B)	O/S	14,70	O/S	O/S	20,25	20,30	7,84	3,96	11,72	5,70	9,58	11,72
2V1	1(B-C)	23,01	7,80	25,45	15,12	9,77	18,48	11,72	3,96	11,72	9,66	9,58	7,92
2V1	1(C-D)	25,55	7,33	24,73	18,71	9,52	17,15	11,72	3,96	11,72	7,92	9,58	7,92
2V1	1(D-E)	25,41	7,62	26,50	17,93	9,74	19,38	11,72	3,96	11,72	7,92	9,58	7,92
2V1	1(E-F)	24,56	7,51	22,43	17,85	9,55	14,46	11,72	3,96	11,72	7,92	9,58	9,66
2V1	1(F-G)	O/S	14,76	O/S	21,11	20,16	O/S	11,72	3,96	7,84	9,66	9,58	5,70
2V3	3(A-B)	O/S	16,42	O/S	O/S	23,32	26,91	15,21	10,14	19,09	5,70	10,77	9,66
2V3	3(B-C)	O/S	9,33	O/S	21,02	12,21	23,65	19,09	17,90	15,52	9,66	7,84	7,92
2V3	3(C-D)	O/S	9,05	O/S	24,34	12,12	23,37	15,52	15,52	15,52	7,92	7,84	7,92
2V3	3(D-E)	O/S	9,07	O/S	23,45	12,07	24,20	15,52	15,52	16,71	7,92	7,84	7,92
2V3	3(E-F)	O/S	9,31	O/S	23,85	12,26	21,15	16,71	17,90	25,35	7,92	9,03	7,92
2V3	3(F-G)	O/S	16,28	O/S	26,83	22,70	O/S	25,35	10,14	15,21	7,92	14,10	9,03
2V4	4(A-B)	45,19	18,17	30,93	43,56	23,88	23,31	11,64	15,52	19,40	7,76	11,64	15,52
2V4	4(B-C)	26,06	11,43	28,35	19,01	11,43	21,76	19,40	15,52	15,52	15,52	11,64	15,52
2V4	4(C-D)	28,31	11,37	28,12	21,91	11,43	21,06	15,52	15,52	15,52	15,52	11,64	15,52
2V4	4(D-E)	27,83	10,62	27,15	20,96	11,43	22,11	15,52	15,52	11,64	15,52	11,64	19,40
2V4	4(E-F)	27,31	12,03	32,18	23,08	11,13	23,72	11,64	15,52	15,52	19,40	11,64	23,28
2V4	4(F-H)	27,10	15,53	18,48	18,02	22,91	19,85	15,52	7,76	7,76	23,28	11,64	11,64
2V6	6(A-B)	O/S	13,06	26,74	O/S	18,55	17,93	10,77	5,70	13,62	5,70	10,77	9,66
2V6	6(B-C)	21,54	7,18	23,58	13,65	9,17	16,92	13,62	11,40	11,40	9,66	6,81	7,92
2V6	6(C-D)	22,91	6,85	20,49	16,37	9,10	13,49	11,40	5,70	13,62	7,92	6,81	9,66
2V6	6(D-E)	26,46	14,64	O/S	19,04	16,48	O/S	13,62	11,40	10,77	9,66	10,77	5,70
2VA	A(1-2)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	8,55	5,70	11,40	5,70	8,55	11,40
2VA	A(2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
2VA	A(3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	11,40	11,40	8,55	11,40
2VA	A(4-5)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
2VA	A(5-6)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	8,55	11,40	8,55	5,70
2VC	C(1-2)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	8,55	5,70	11,40	5,70	8,55	11,40
2VC	C(2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
2VC	C(3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	11,40	11,40	8,55	11,40
2VC	C(4-5)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
2VC	C(5-6)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	8,55	11,40	8,55	5,70
2VE	E(1-2)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	8,55	5,70	11,40	5,70	8,55	11,40
2VE	E(2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
2VE	E(3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	11,40	11,40	8,55	11,40
2VE	E(4-5)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	11,40	11,40	11,40	8,55	11,40
2VE	E(5-6)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	8,55	11,40	8,55	5,70
2VG	G(1-2)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	8,55	5,70	11,40	5,70	8,55	11,40
2VG	G(2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	11,40	5,70	8,55	11,40	8,55	5,70
2VG	G(3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,54	2,54	2,54	3,96	3,96	3,96
2V GH	GH (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,54	2,54	2,54	3,96	3,96	3,96

MÓDULO 1 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 2

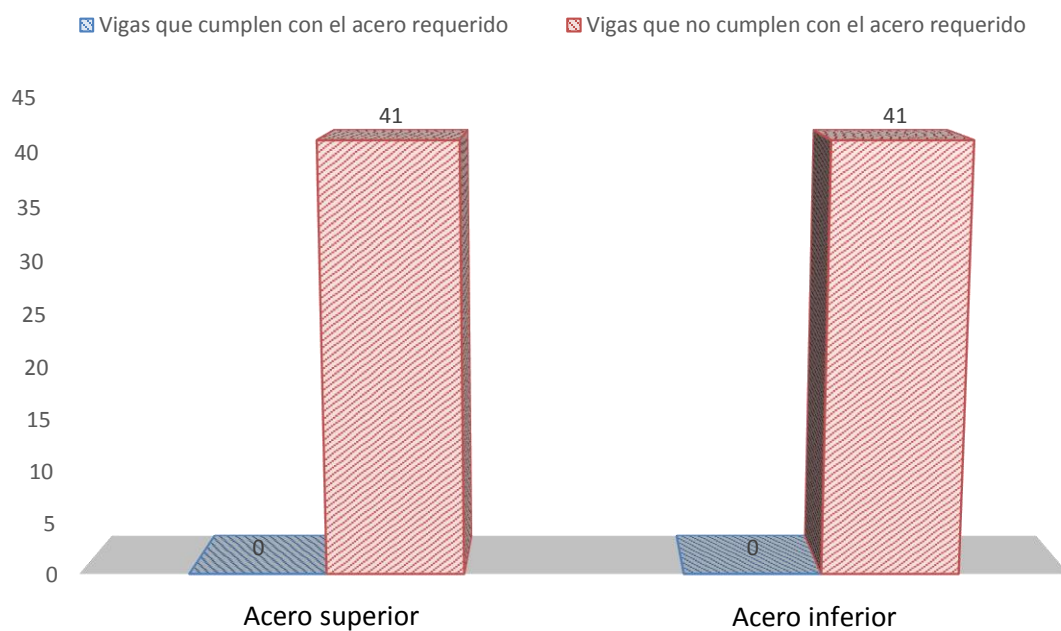


Figura 7.4 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 1 (Nivel 2)

Tabla 7.29 Validación del acero colocado en vigas del módulo 2 (Nivel 1)

Módulo 2														
Nivel 1														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	19	A-B	O/S	31,08	O/S	O/S	34,24	O/S	8,24	8,24	10,78	8,24	8,24	8,24
		B-C	56,91	23,51	42,81	53,74	24,68	38,67	10,78	16,48	8,24	8,24	8,24	8,24
		C-D	44,62	26,82	63,90	40,74	27,98	60,22	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24
		D-E	63,84	26,25	44,61	60,56	28,21	40,25	10,78	16,48	8,24	8,24	8,24	8,24
		E-F	43,02	25,89	61,36	39,01	27,15	57,99	10,78	16,48	8,24	8,24	8,24	8,24
		F-G	O/S	25,67	55,43	63,07	26,81	49,83	10,78	16,48	9,51	8,24	8,24	8,24
		G-H	32,85	15,38	20,81	28,19	15,38	21,03	9,51	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24
1V2	17	A'-A	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,14	2,14	2,14	4,68	4,68	4,68
1V3	17	A-B	O/S	20,78	O/S	O/S	24,22	55,18	3,96	3,96	10,77	5,94	7,92	3,96
		B-C	52,33	19,06	43,22	45,09	22,65	33,49	10,77	3,96	7,84	10,46	10,46	10,46
		C-D	44,42	21,78	O/S	35,01	24,06	48,81	7,84	3,96	11,80	6,50	10,46	6,50
		D-E	O/S	21,92	44,18	49,33	4,46	35,09	11,80	3,96	11,80	6,50	6,50	6,50
		E-F	42,57	20,95	O/S	33,89	23,45	46,93	11,80	3,96	10,77	3,96	3,96	3,96
		F-G	O/S	21,16	54,38	51,54	23,23	42,29	7,92	3,96	16,47	7,92	7,92	7,92
		G-H	34,98	13,18	19,06	24,34	15,65	19,17	7,92	3,96	3,96	3,96	11,64	5,94
1V4	16	B-C	O/S	9,72	18,20	O/S	9,46	10,82	3,96	3,96	10,77	12,04	17,10	7,92
		C-D	18,27	6,08	17,96	10,97	7,32	10,93	14,10	7,92	7,84	6,97	6,97	6,97
		D-E	18,01	6,06	18,26	11,08	7,32	11,08	7,84	7,92	9,11	2,54	10,30	10,30
		E-F	17,89	6,04	17,22	10,84	7,32	10,42	7,84	3,96	3,96	2,54	10,30	2,54
		F-G	18,54	7,32	22,55	11,75	7,73	13,79	11,80	7,92	14,10	2,54	6,97	11,40
		G-H	15,18	7,32	4,76	8,01	9,34	6,93		3,96	3,96	11,40	17,10	17,10
1V6	A	17-18	O/S	33,64	27,70	O/S	40,63	18,48	3,96	3,96	11,80	2,54	6,50	2,54
		18-19	27,28	32,72	O/S	18,27	42,64	O/S	11,80	3,96	3,96	2,54	6,50	2,54
1V7	B	17-19	O/S	18,33	O/S	54,55	44,43	60,41	20,64	3,96	20,64	38,64	72,16	38,64
1V7A	B	16-17	33,80	28,56	O/S	O/S	17,34	33,43	2,54	2,54	2,54	5,70	8,55	5,70
1V8	C	17-18	O/S	29,16	37,88	O/S	38,08	22,54	5,70	5,70	21,22	3,88	3,88	3,88
		18-19	36,66	28,10	O/S	22,16	40,09	O/S	21,22	5,70	5,70	2,54	14,18	6,42
	E	17-18	O/S	44,06	O/S	O/S	O/S	38,58	25,98	5,70	25,98	40,56	70,98	40,56
		18-19	54,30	41,57	O/S	36,72	54,75	0,00	6,81	3,96	6,81	9,90	17,81	9,90
	G	17-18	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	9,34	5,07	5,38	3,25	3,25	3,25
		18-19	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	5,38	2,53	5,23	2,53	4,51	2,53
1V9	D	17-19	O/S	28,01	O/S	O/S	64,27	72,91	5,23	5,07	5,38	2,53	4,51	2,53
		F	17-19	O/S	58,32	O/S	O/S	O/S	5,38	2,53	6,49	3,25	3,25	3,25
1V10	H	17-19	O/S	39,20	O/S	O/S	O/S	O/S	6,49	2,53	7,36	2,53	7,36	2,53
1V5	A'	16-17	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	3,96	3,96	3,96	14,25	20,19	14,25

MÓDULO 2

VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 1

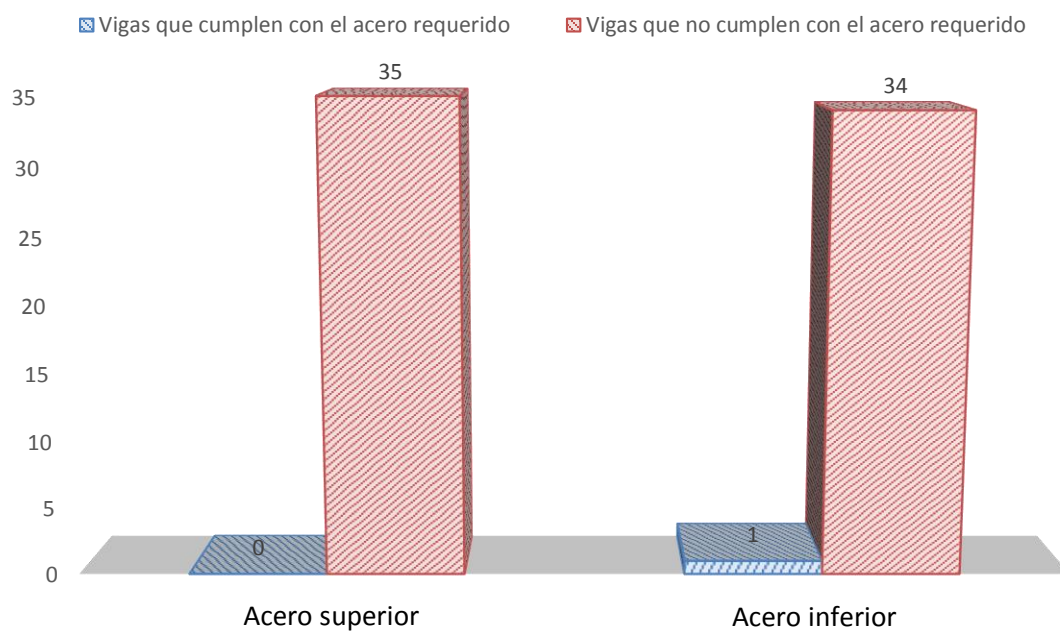


Figura 7.5 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 2 (Nivel 1)

Tabla 7.30 Validación del acero colocado en vigas del módulo 2 (Nivel 2)

Módulo 2														
Nivel 2														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	19	A-B	24,68	17,70	10,59	24,77	21,47	12,55	6,49	6,49	6,49	5,78	5,78	5,78
		B-C	19,38	7,37	21,62	21,39	9,85	16,88	6,49	6,49	6,49	5,07	5,07	5,07
		C-D	19,28	6,85	15,65	14,06	7,03	15,89	6,49	6,49	6,49	5,07	5,07	5,07
		D-E	16,13	7,87	21,11	16,61	7,43	15,76	6,49	6,49	6,49	5,07	5,07	5,07
		E-F	20,47	7,38	16,67	15,38	7,33	16,83	6,49	6,49	6,49	5,07	5,07	5,07
		F-G	15,22	9,61	21,62	15,61	9,37	18,21	6,49	6,49	6,49	5,07	5,07	5,07
		G-H	17,79	7,71	9,80	13,06	7,63	9,95	6,49	6,49	6,49	5,78	5,78	5,78
2V2	17	A'-A	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	1,43	1,43	1,43	1,43	2,69	1,43
2V3	17	A-B	30,29	13,07	19,55	29,21	16,13	17,15	3,96	3,96	6,49	3,96	6,49	3,96
		B-C	15,61	10,46	20,83	13,38	11,18	16,13	6,49	3,96	6,49	3,96	3,96	3,96
		C-D	20,66	9,80	17,61	16,31	10,71	14,71	6,49	3,96	6,49	3,96	3,96	3,96
		D-E	17,79	9,81	20,88	15,14	10,78	16,49	6,49	3,96	6,49	3,96	3,96	3,96
		E-F	20,26	9,54	17,64	16,19	10,62	14,57	6,49	3,96	6,49	3,96	3,96	3,96
		F-G	17,99	11,30	22,68	15,18	11,87	17,85	6,49	3,96	6,49	3,96	3,96	3,96
		G-H	18,39	9,58	12,30	13,83	11,43	12,30	6,49	3,96	6,49	3,96	6,49	3,96
2V4	A'	16-17	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	1,43	1,43	1,43	3,96	3,96	3,96
2V5	A	17-18	O/S	O/S	17,13	O/S	O/S	11,35	2,53	2,53	6,49	2,53	3,96	2,53
		18-19	20,30	O/S	O/S	13,26	O/S	O/S	6,49	2,53	2,53	2,53	3,96	2,53
2V6	B	17-19	44,90	17,11	O/S	35,86	34,46	44,29	3,96	3,96	3,96	30,40	50,67	30,40
	D		O/S	28,01	O/S	O/S	64,27	72,91	3,96	3,96	3,96	30,40	50,67	30,40
	F		O/S	22,97	O/S	43,20	40,84	O/S	3,96	3,96	3,96	30,40	50,67	30,40
2V7	C	17-18	31,15	18,59	10,25	33,98	24,87	10,23	3,96	7,92	3,96	3,96	18,21	3,96
		18-19	13,09	24,79	41,80	10,25	33,12	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
2V7	E	17-18	37,21	22,30	10,90	40,02	28,75	10,25	3,96	7,92	3,96	3,96	18,21	3,96
		18-19	14,85	30,05	O/S	11,89	38,70	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
2V7	G	17-18	O/S	35,73	15,16	O/S	42,80	12,97	3,96	7,92	3,96	3,96	18,21	3,96
		18-19	O/S	42,80	12,97	17,06	O/S	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
2V8	16	A'-B	O/S	O/S	41,07	O/S	O/S	35,31	6,81	3,96	6,81	7,76	10,61	7,76
2V9	16	B-C	6,28	3,91	8,46	3,10	5,92	6,06	7,36	2,53	9,34	2,53	7,36	2,53
		C-D	10,23	3,51	9,76	6,59	5,57	6,59	9,34	5,07	5,38	3,25	3,25	3,25
		D-E	9,37	3,04	9,50	6,59	4,71	6,59	5,38	2,53	5,23	2,53	4,51	2,53
		E-F	9,49	3,03	9,39	6,59	4,79	6,59	5,23	5,07	5,38	2,53	4,51	2,53
		F-G	9,67	4,27	11,26	6,59	5,68	6,59	5,38	2,53	6,49	3,25	3,25	3,25
		G-H	8,04	3,51	2,59	6,32	6,59	4,03	6,49	2,53	7,36	2,53	7,36	2,53
2V10	H	17-19	O/S	24,98	O/S	O/S	36,90	O/S	3,96	3,96	3,96	14,25	20,19	14,25

MÓDULO 2

VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE PLANTA TECHO

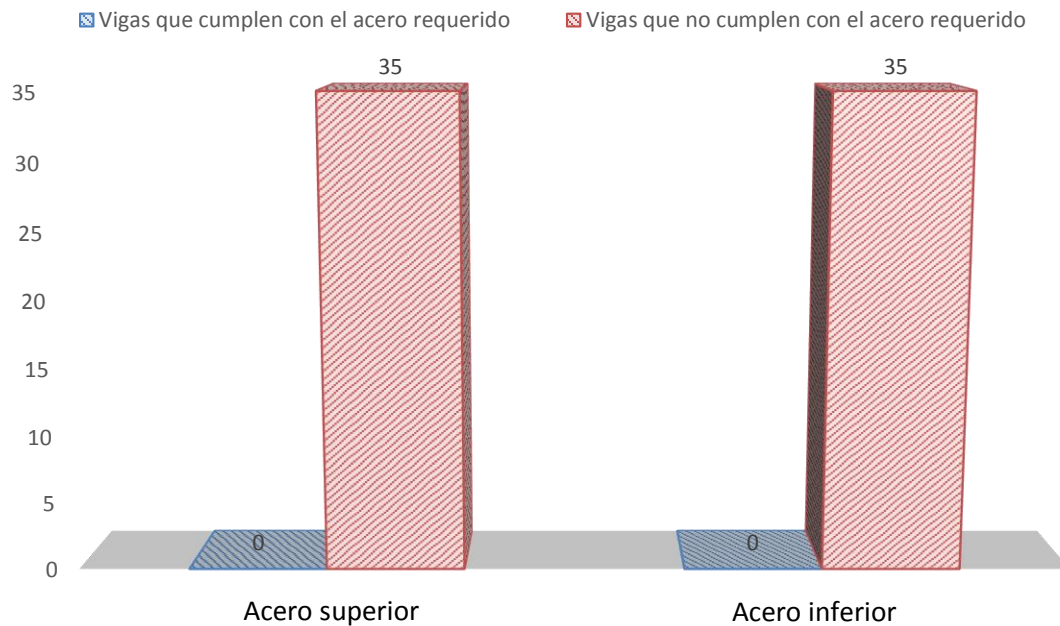


Figura 7.6 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 2 (Nivel 2)

Tabla 7.31 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 1)

Módulo 3														
Nivel 1														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	19	H'-I	23,50	19,86	44,35	23,72	20,70	38,88	8,24	8,24	10,78	8,24	8,24	8,24
		I-J	55,01	21,68	41,23	48,95	21,82	39,72	10,78	16,48	8,24	8,24	8,24	8,24
		J-K	40,03	18,95	49,72	38,43	19,34	44,29	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24
		K-L	50,10	18,97	41,15	44,59	19,23	39,23	8,24	16,48	8,24	8,24	8,24	8,24
		L-M	40,90	18,52	49,16	38,88	18,90	43,92	8,24	16,48	8,24	8,24	8,24	8,24
		M-N	50,53	18,22	45,39	45,04	18,42	43,10	8,24	16,48	9,51	8,24	8,24	8,24
		N-O	36,26	15,38	31,50	34,07	15,86	31,40	9,51	8,24	8,24	8,24	8,24	8,24
1V2	17	H'-I	20,77	15,86	41,39	20,80	18,81	31,11	3,96	3,96	14,57	8,79	11,64	5,94
		I-J	53,89	17,68	47,69	42,91	18,71	40,26	14,57	3,96	12,51	5,94	5,94	5,94
		J-K	45,72	14,61	46,93	38,26	16,62	38,15	12,51	7,92	6,81	3,96	6,81	3,96
		K-L	47,21	14,63	46,61	38,36	16,81	38,77	6,81	3,96	12,51	3,96	6,81	3,96
		L-M	46,17	14,56	45,99	38,26	16,79	37,51	12,51	7,92	12,51	3,96	6,81	3,96
		M-N	47,94	17,08	51,84	39,25	18,67	42,52	12,51	3,96	13,54	5,94	5,94	5,94
		N-O	43,11	14,95	28,61	33,99	18,62	28,41	13,54	3,96	3,96	5,94	11,01	5,94
1V3	16	H'-I	24,97	15,38	36,04	25,30	15,38	27,71	5,70	5,70	15,84	3,96	16,71	3,96
		I-J	38,12	15,38	25,25	29,63	15,80	20,36	15,84	5,70	13,46	5,70	5,70	8,24
		J-K	24,83	15,38	34,58	19,92	15,38	27,11	13,46	5,70	7,68	8,24	8,24	8,24
		K-L	38,47	15,38	36,06	30,80	16,64	33,67	7,68	5,70	7,92	11,40	11,40	5,70
		L-M	23,01	21,08	16,59	17,28	19,17	11,60	10,77	13,46	10,61	9,03	6,81	9,35
		M-N	18,39	7,32	16,67	13,24	8,44	8,71	10,61	7,76	10,61	6,81	6,81	2,54
		N-O	21,23	10,23	25,74	12,66	15,91	25,04	10,61	11,64	13,46	2,54	13,94	8,24
1V4	15	H'-I	24,70	15,08	17,58	24,94	17,58	17,31	3,96	3,96	5,94	5,94	5,94	3,96
		I-J	17,56	7,16	17,58	16,95	8,72	16,65	6,81	3,96	4,67	3,96	3,96	3,96
		J-K	18,20	10,46	22,13	17,58	11,23	17,58	4,67	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
		K-L	26,37	18,33	38,66	20,97	22,51	39,01	3,96	3,96	3,96	3,96	9,66	12,51
1V5	13	K-L	21,32	13,57	19,77	21,26	16,78	19,77	3,96	3,96	3,96	8,55	8,55	8,55
1V6	9	J'-K'	O/S	36,47	33,14	O/S	37,61	29,13	3,96	3,96	3,96	5,23	5,23	5,23
		K'-K	47,25	22,64	44,75	42,48	20,49	40,92	3,96	12,99	12,99	5,23	5,23	5,23
		K-L	O/S	58,17	O/S	O/S	O/S	O/S	12,99	3,96	3,96	3,96	11,72	7,84
1V7	H'	15-16	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	1,27	1,27	1,27	3,96	6,81	3,96
1V8	H'	17-19	O/S	19,76	O/S	O/S	32,99	O/S	6,81	3,96	6,81	14,25	25,65	14,25
1V9	I	17-18	O/S	43,92	36,13	O/S	53,33	24,22	5,70	5,70	18,37	3,88	3,88	3,88
		18-19	35,68	44,52	O/S	23,92	54,67	O/S	18,37	5,70	5,70	2,54	14,18	14,18
	K	17-18	O/S	37,89	32,77	O/S	47,03	21,00	5,70	5,70	18,37	3,88	3,88	3,88
		18-19	30,46	36,31	O/S	18,97	46,25	O/S	18,37	5,70	5,70	2,54	14,18	14,18
	M	17-18	O/S	40,80	34,50	O/S	50,15	22,60	5,70	5,70	18,37	3,88	3,88	3,88
		18-19	32,00	39,23	O/S	20,42	49,37	O/S	18,37	5,70	5,70	2,54	14,18	14,18

Tabla 7.32 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 1). Continuación

1V10	J	15-16	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,54	2,54	2,54	5,70	7,68	5,70
1V11	J	17-19	O/S	35,44	O/S	O/S	64,29	74,64	25,98	5,70	25,98	40,56	70,98	40,56
	L	17-19	O/S	27,18	70,36	O/S	56,42	60,03	25,98	5,70	25,98	40,56	70,98	40,56
	N	17-19	O/S	37,20	O/S	O/S	66,35	O/S	25,98	5,70	25,98	40,56	70,98	40,56
1V12	O	17-18	O/S	31,75	23,37	O/S	37,68	16,70	3,96	3,96	9,66	2,54	5,39	2,54
		18-19	22,63	31,86	O/S	16,03	38,16	O/S	9,66	3,96	3,96	2,54	5,39	2,54
1V13	J'	5-7	8,06	14,60	29,16	8,06	18,29	26,01	2,54	2,54	5,39	2,54	5,39	2,54
		7-9	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	5,39	2,54	2,54	2,54	5,39	2,54
1V14	K'	9-11	O/S	34,71	33,27	O/S	44,31	21,65	3,96	3,96	18,45	13,38	16,23	7,68
		11-13	22,17	28,64	51,09	15,42	33,92	50,91	18,45	3,96	3,96	7,68	16,23	13,38
1V15	K	13-15	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,54	2,54	2,54	5,94	5,94	5,94
1V16	L	5-7	8,79	16,53	35,54	8,79	22,41	29,41	3,96	3,96	7,92	3,96	7,84	3,96
		7-9	O/S	25,08	O/S	O/S	26,82	O/S	11,80	3,96	7,84	3,96	3,96	3,96
		9-10	O/S	31,43	O/S	O/S	33,54	O/S	7,84	3,96	15,36	3,96	3,96	3,96
		10-12	25,88	5,67	17,28	23,03	5,67	14,07	15,36	3,96	17,42	3,96	15,60	3,96
		12-13	7,88	4,59	5,99	4,35	3,08	3,56	17,42	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
1V16A	L	13-15	25,45	16,97	O/S	21,37	18,45	31,38	3,96	3,96	10,77	2,54	5,39	2,54
		15-16	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	10,77	3,96	3,96	2,54	8,24	2,54
1V17	L'	5-6	0,00	14,66	23,84	0,00	13,62	20,95	7,92	7,92	7,92	2,54	2,54	2,54
		6-8	19,63	7,85	24,47	16,43	9,29	17,09	5,94	3,96	5,94	2,54	6,50	2,54
		8-10	25,52	8,71	24,02	18,05	10,86	20,09	3,96	3,96	9,90	2,54	4,52	2,54
		10-12	22,32	6,80	16,00	18,17	6,70	15,50	9,90	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		12-14	11,84	4,14	13,09	11,32	4,14	9,17	7,92	9,66	9,66	3,96	3,96	7,92
		14-56	19,74	11,53	31,06	15,83	14,31	24,99	11,64	5,70	5,70	7,92	7,92	7,92
		56-16	7,32	10,62	16,52	3,85	8,68	16,59	5,70	5,70	5,70	3,96	3,96	3,96

MÓDULO 3

VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 1

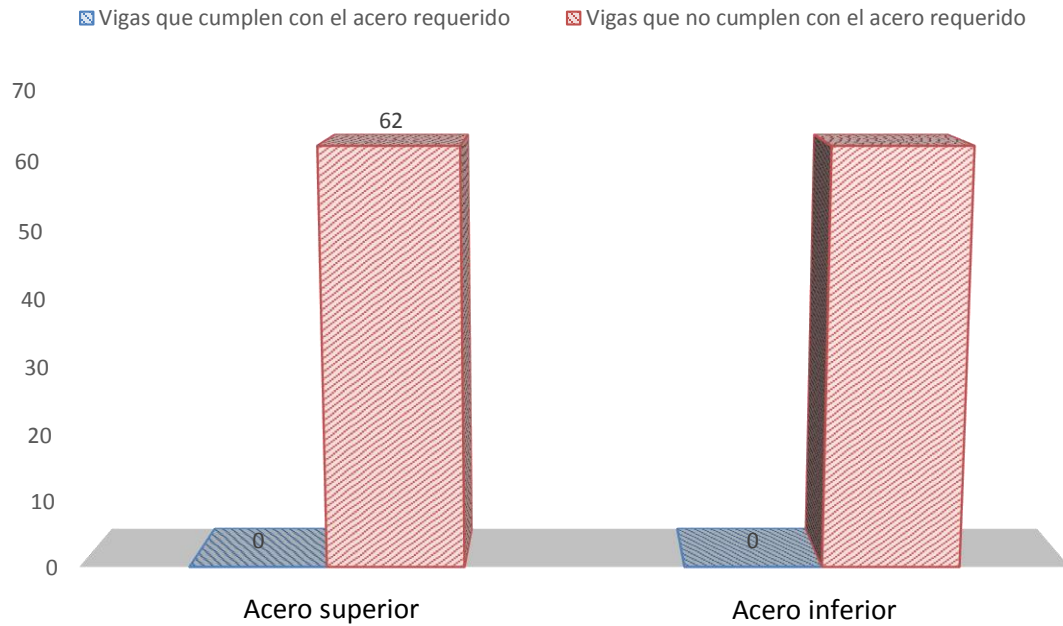


Figura 7.7 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 3 (Planta 1)

Tabla 7.33 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 2)

Módulo 3														
Nivel 2														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	19	H'-I	9,56	7,27	17,31	9,86	6,63	11,71	6,50	6,50	6,50	5,79	5,79	5,79
		I-J	21,62	9,43	14,66	17,68	9,18	16,66	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		J-K	16,39	7,60	21,52	18,36	8,10	15,40	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		K-L	21,19	7,67	16,81	15,04	7,57	17,49	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		L-M	16,87	8,32	21,62	17,50	7,30	15,63	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		M-N	21,00	6,90	18,09	14,45	10,50	21,04	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		N-O	12,34	3,80	12,04	15,44	8,90	12,23	6,50	6,50	6,50	5,79	5,79	5,79
2V2	17	H'-I	18,26	11,11	O/S	17,40	12,94	22,97	5,94	3,96	7,92	6,50	6,50	6,50
		I-J	O/S	12,20	O/S	29,08	13,12	25,81	7,92	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		J-K	O/S	11,31	O/S	25,55	12,70	28,21	7,92	7,92	7,92	6,50	6,50	6,50
		K-L	O/S	11,13	28,63	26,72	12,51	22,83	7,92	3,96	7,92	2,54	4,52	2,54
		L-M	28,82	11,07	O/S	23,00	12,51	26,80	7,92	7,92	7,92	2,54	4,52	2,54
		M-N	O/S	11,06	O/S	28,56	12,36	26,93	7,92	3,96	7,92	3,96	5,94	3,96
		N-O	28,76	8,55	23,43	21,71	10,93	21,98		3,96	5,94	5,23	7,21	5,23
2V3	16	H'-I	17,45	8,91	14,29	17,52	11,87	9,52	3,96	3,96	6,81	6,81	9,66	6,81
		I-J	12,31	4,07	11,89	8,00	6,11	9,09	12,51	3,96	9,66	2,54	5,39	2,54
		J-K	12,55	4,21	13,13	9,52	6,42	8,98	9,66	7,92	10,69	2,54	5,39	2,54
		K-L	12,66	4,80	12,50	8,40	9,10	9,70	10,69	3,96	6,81	3,96	9,66	15,67
		L-M	12,31	10,15	9,44	8,20	8,31	6,60	10,69	7,92	5,23	3,96	3,96	3,96
		M-N	9,88	3,24	10,16	6,60	6,33	6,57	5,23	3,96	6,81	3,96	3,96	9,66
		N-O	11,88	5,50	12,94	6,60	9,24	12,61	6,81	3,96	3,96	9,66	6,81	3,96
2V4	15	H'-I	17,60	9,22	9,22	17,60	13,27	6,89	3,96	3,96	3,96	2,54	2,54	2,54
		I-J	13,48	4,78	12,37	11,00	6,44	8,57	3,96	6,50	2,54	2,54	2,54	2,54
		J-K	12,43	5,68	15,25	8,60	6,20	11,10	2,54	6,50	6,50	2,54	2,54	2,54
		K-L	10,11	9,19	17,58	6,20	13,43	17,58	6,50	3,96	3,96	5,39	5,39	5,39
2V5	13	K-L	26,72	11,19	16,18	25,85	14,74	14,47	4,52	2,54	4,52	3,96	7,92	7,92
2V6	9	J'-K	50,26	28,16	21,62	49,96	30,61	21,62	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		K-L	24,97	24,61	49,56	26,15	26,91	48,94	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
2V7	H'	17-19	33,48	10,80	43,16	30,20	22,30	37,70	3,96	3,96	3,96	14,25	20,19	14,25
2V8	H'	13-15	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	1,43	1,43	1,43	2,54	2,54	2,54
2V9	J'	5-7	6,32	9,32	19,96	6,32	15,71	16,04	3,96	3,96	7,84	8,24	8,24	2,54
		7-9	35,56	33,02	O/S	29,28	37,88	O/S	7,84	3,96	3,96	2,54	8,24	5,39
2V10	I	17-18	43,29	26,36	11,82	O/S	31,18	10,25	3,96	7,92	3,96	3,96	18,21	3,96
		18-19	15,04	34,04	O/S	12,66	41,61	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
	K	17-18	43,69	27,08	10,25	43,43	31,38	10,25	3,96	7,92	3,96	3,96	18,21	3,96
		18-19	14,38	38,94	O/S	13,49	O/S	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
	M	17-18	O/S	30,12	10,50	O/S	34,60	10,50	3,96	7,92	3,96	3,96	18,21	3,96
		18-19	15,51	43,45	O/S	14,75	O/S	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
2V11	J		44,75	13,24	O/S	37,75	31,82	48,00	3,96	3,96	3,96	30,42	50,70	30,42
	L	17-19	40,69	12,30	O/S	34,00	29,52	42,34	3,96	3,96	3,96	30,42	50,70	30,42
	N		49,36	14,78	O/S	42,17	33,41	O/S	3,96	3,96	3,96	30,42	50,70	30,42

Tabla 7.34 Validación del acero colocado en vigas del módulo 3 (Nivel 2). Continuación

2V12	O	17-18	32,32	19,33	12,16	32,93	22,25	10,25	2,54	2,54	4,52	3,81	3,81	3,81
		18-19	14,28	26,31	O/S	11,38	30,84	O/S	4,52	2,54	2,54	3,81	3,81	3,81
2V13	K	13-15	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	1,43	1,43	1,43	2,54	2,54	2,54
2V14	L	5-7	2,34	2,34	9,50	6,75	12,46	11,50	3,96	3,96	11,80	6,42	10,30	2,54
		7-9	15,99	21,62	44,99	13,18	25,66	41,93	11,80	3,96	3,96	2,54	10,30	2,54
		9-10	O/S	15,34	15,41	29,36	14,12	13,46	7,84	3,96	13,00	2,54	2,54	2,54
		10-12	7,90	2,60	7,90	6,98	4,34	7,37	9,04	2,54	6,50	2,54	5,08	2,54
		12-13	9,47	3,05	7,91	7,91	3,05	6,93	6,50	2,54	2,54	2,54	2,54	6,50
		13-15	20,27	8,57	22,89	19,15	9,89	20,07	5,08	2,54	4,52	3,96	3,96	3,96
		16-16	21,52	9,76	27,58	17,97	11,94	27,63	4,52	2,54	2,54	3,96	3,96	3,96
2V15	L'	5-6	0,00	6,60	8,99	0,00	6,59	7,60	5,23	5,23	5,23	2,54	2,54	5,08
		6-8	9,12	4,72	12,38	7,37	6,09	6,59	5,23	3,96	9,11	3,81	5,08	3,81
		8-10	11,09	4,10	10,32	10,32	6,59	6,59	9,11	3,96	9,11	2,54	5,08	2,54
		10-12	11,89	3,76	8,88	7,50	3,80	7,28	8,08	3,96	7,92	2,54	6,50	2,54
		12-14	7,50	3,00	9,32	6,60	2,98	6,49	7,92	7,92	9,11	2,54	4,52	2,54
		14-56	13,82	6,99	20,77	9,50	10,37	16,61	9,11	3,96	3,96	7,93	6,66	5,39
		56-16	6,60	7,54	10,38	3,34	6,59	10,24	5,23	5,23	5,23	5,39	5,39	5,39

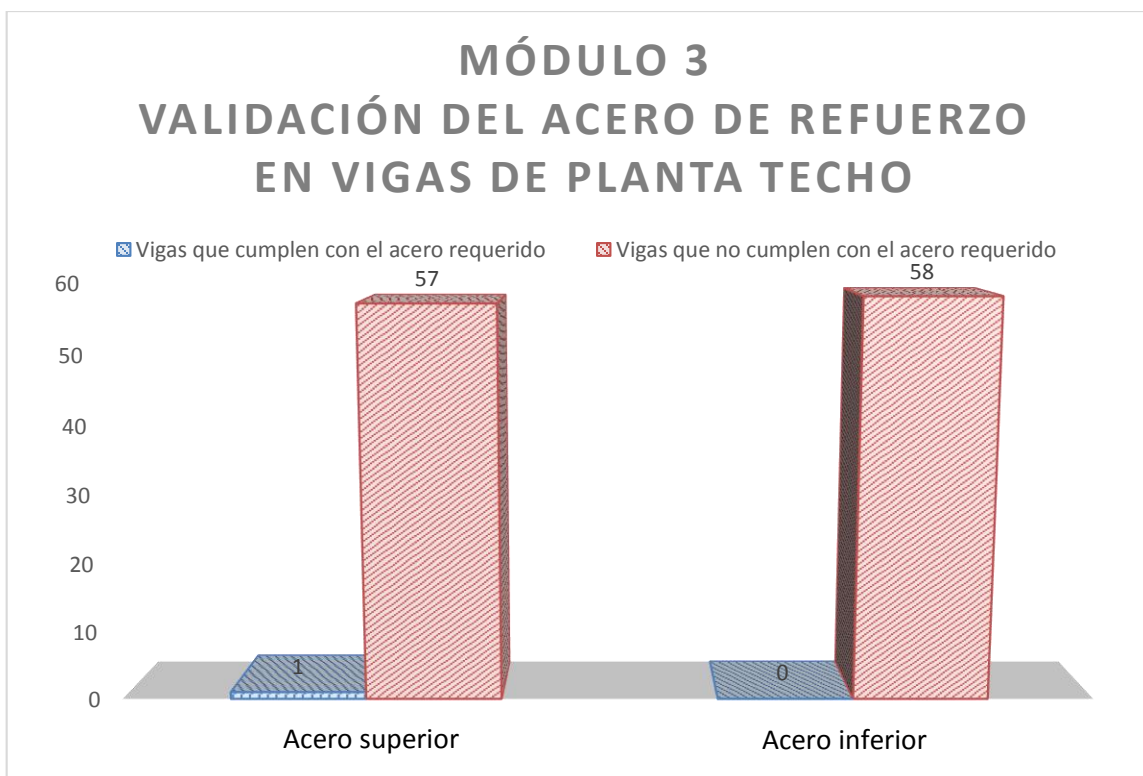


Figura 7.8 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 3 (Nivel 2)

Tabla 7.35 Validación del acero colocado en vigas del módulo 4 (Nivel 1)

Módulo 4														
Nivel 1														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	19	O'-P	29,38	29,01	62,74	29,45	31,35	57,15	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
		P-Q	O/S	30,81	59,81	O/S	31,86	55,95	7,92	3,96	5,23	3,96	3,96	3,96
		Q-R	47,39	17,91	51,24	43,76	18,46	44,56	5,23	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		R-S	46,72	19,88	46,36	40,13	20,99	39,95	7,92	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		S-T	51,66	17,95	48,13	44,86	18,43	44,47	7,92	7,92	5,94	3,96	3,96	3,96
		T-U	59,37	28,60	O/S	55,22	30,09	69,28	5,94	3,96	5,94	3,96	3,96	3,96
		U-V	67,34	28,87	42,77	62,06	30,48	38,83	5,94	7,92	3,96	3,96	3,96	3,96
		V-W	35,80	37,75	O/S	32,61	40,23	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
1V2	Entre 19-10	V-W	O/S	18,50	O/S	O/S	19,78	O/S	2,53	2,53	2,53	7,76	9,74	7,76
1V3	17	O'-P	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	5,94	3,96	17,65	9,90	11,87	5,94
		P-Q	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	13,70	3,96	7,92	3,96	7,92	3,96
		Q-R	O/S	30,71	O/S	O/S	O/S	O/S	7,84	7,92	18,52	3,96	7,92	3,96
		R-S	O/S	26,06	O/S	O/S	30,29	O/S	22,48	3,96	22,48	3,96	10,77	3,96
		S-T	O/S	30,96	O/S	O/S	O/S	O/S	14,57	11,87	11,80	3,96	7,92	3,96
		T-U	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S		3,96	13,62	3,96	7,92	3,96
		U-V	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	13,62	7,92	10,77	3,96	7,92	3,96
		V-W	O/S	25,30	O/S	O/S	24,68	O/S	13,62	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
1V4	16	O'-P	5,19	7,32	16,67	6,48	10,04	9,17	7,76	7,76	15,52	15,52	15,52	15,52
		P-Q	25,12	8,73	20,61	16,70	9,56	14,10	18,37	11,72	11,72	18,37	18,37	15,52
		Q-R	19,29	7,32	22,02	12,86	7,58	13,44	11,72	11,72	15,52	7,76	7,76	18,37
		R-S	20,86	7,32	20,71	12,08	8,50	12,03	18,37	7,76	16,31	18,37	7,76	15,52
		S-T	22,13	7,32	19,96	13,52	7,48	13,41	13,46	13,46	13,46	7,76	7,76	15,52
		T-U	20,07	7,32	21,29	13,42	8,08	13,99	13,46	7,76	16,31	15,52	7,76	15,52
		U-V	19,60	7,32	14,35	12,36	8,35	9,06	16,31	11,72	11,72	15,52	7,76	11,72
		V-W	24,54	20,78	O/S	18,79	23,29	O/S	11,72	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
1V5	P	17-19	O/S	68,94	O/S	O/S	O/S	O/S	28,74	11,64	28,74	34,20	68,40	34,20
	U		O/S	39,11	O/S	O/S	68,66	O/S	28,74	11,64	28,74	34,20	68,40	34,20
1V6	Q	17-20	O/S	51,72	O/S	O/S	O/S	O/S	15,36	3,96	15,36	34,20	57,00	34,20
	T		O/S	33,42	O/S	O/S	58,33	O/S	15,36	3,96	15,36	34,20	57,00	34,20
1V7	R	17-18	O/S	49,41	55,60	O/S	O/S	40,61	3,96	3,96	19,16	13,46	19,16	11,40
		18-19	55,71	51,50	O/S	40,90	O/S	O/S	19,16	3,96	3,96	11,40	19,16	13,46
	S	17-18	O/S	39,70	46,50	O/S	47,60	32,40	3,96	3,96	19,16	13,46	19,16	11,40
		18-19	46,80	41,20	O/S	32,91	50,52	O/S	19,16	3,96	3,96	11,40	19,16	13,46
1V8	V	17-18	O/S	45,98	46,36	O/S	51,48	37,06	3,96	3,96	15,36	8,55	11,40	5,70
		18-19	47,84	31,54	O/S	38,45	38,92	O/S	15,36	3,96	3,96	1,43	7,13	4,28
1V9	W	16-17	37,60	17,19	13,18	37,37	18,28	13,18	3,96	3,96	7,92	7,92	7,92	5,94
		17-18	19,50	21,41	39,96	19,55	21,02	33,83	7,92	3,96	2,82	7,92	7,92	7,92
		18-19	O/S	29,55	O/S	50,60	33,62	O/S	4,67	3,96	3,96	5,94	5,94	5,94
1V11	O'	17-18	O/S	O/S	38,72	37,72	O/S	O/S	3,96	3,96	7,92	2,53	5,38	2,53
		18-19	O/S	O/S	31,46	30,56	O/S	O/S	7,92	3,96	3,96	2,53	5,38	2,53

MÓDULO 4 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 1

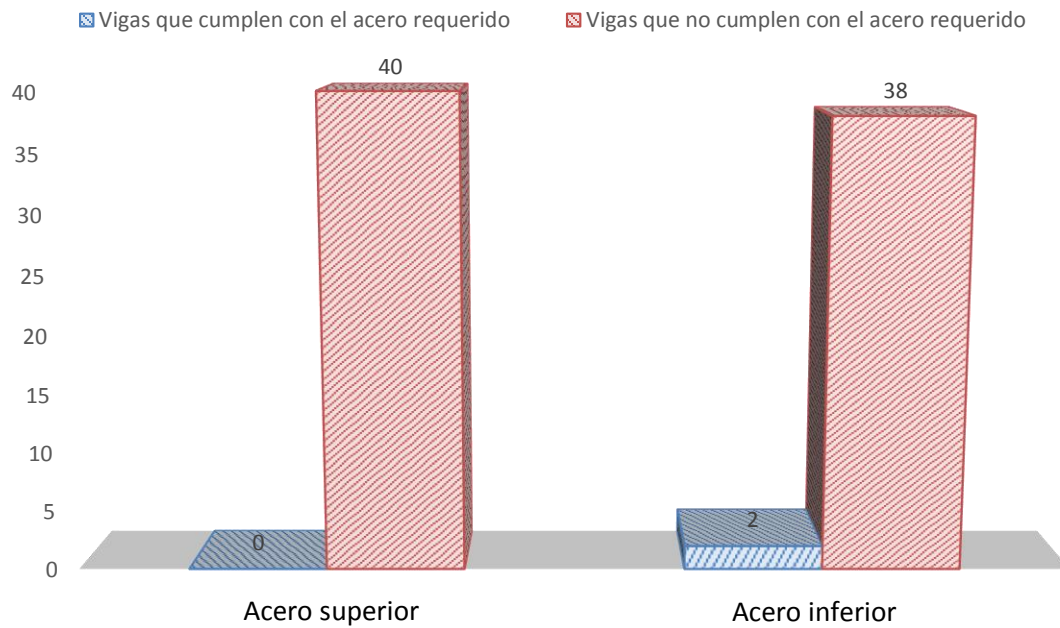


Figura 7.9 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 4 (Nivel 1)

Tabla 7.36 Validación del acero colocado en vigas del módulo 4 (Nivel 2)

Módulo 4														
Nivel 2														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	19	O'-P	13,14	4,96	14,77	13,22	7,77	14,1	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
		P-Q	19,38	8,48	16,67	18,41	10,75	15,86	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
		Q-R	18,25	8,1	20,32	17,33	8,8	15,7	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
		R-S	21,62	9,95	21,53	17,28	9,55	16,95	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
		S-T	20,7	8,32	18,2	15,9	8,8	17,5	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
		T-U	16,83	7,5	13,82	16,04	9,74	12,45	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
		U-V	20,73	15,52	23,6	19,34	17,2	22,34	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92	7,92
2V2	P	17-19	O/S	26,96	O/S	49,25	43,55	O/S	9,03	3,96	9,03	9,03	43,39	9,03
	U		31,89	13,5	42,62	26,18	28,46	33,27	9,03	3,96	9,03	9,03	43,39	9,03
2V3	Q	17-19	49,79	22,51	O/S	43,11	38,57	O/S	9,03	3,96	9,03	9,03	43,23	9,03
	T		32,86	13,09	42,25	27,03	28,03	32,99	9,03	3,96	9,03	9,03	43,23	9,03
2V4	R	17-18	37,66	23,58	12,3	38,24	28,06	11,59	3,96	3,96	5,94	3,96	5,94	3,96
		18-19	14,15	30,72	49,6	12,3	37,04	O/S	5,94	3,96	3,96	3,96	5,94	3,96
	S	17-18	30,6	19,1	12,3	31,15	23,45	9,6	3,96	3,96	5,94	3,96	5,94	3,96
		18-19	12,34	24,6	39,6	12,3	30,64	42,5	5,94	3,96	3,96	3,96	5,94	3,96
2V5	V	17-18	30,3	17,3	16,6	30,71	19,83	13,18	2,53	2,53	4,51	3,80	3,80	3,80
		18-19	20,22	25,06	43,14	16,46	29,08	45,74	4,51	2,53	2,53	3,80	3,80	3,80
2V6	W	16-17	21,33	8,94	8,78	20,98	10,29	8,78	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
		17-18	12,36	9,42	18,28	12,15	9,46	16,42	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
		18-19	23,37	25,98	O/S	21,32	27,23	O/S	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
2V8	17	O'-P	25,49	8,41	29,28	23,68	11,08	21,94	3,96	3,96	9,90	7,76	7,76	7,76
		P-Q	29,96	10,36	28,89	22,9	11,38	23,17	9,90	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		Q-R	O/S	13,04	O/S	25,69	13,75	28,01	9,90	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		R-S	O/S	12,75	O/S	25,85	14,2	25,89	9,90	3,96	7,92	7,76	7,76	7,76
		S-T	O/S	13,06	O/S	28,03	13,7	25,92	9,90	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		T-U	28,66	10,07	27,88	22,64	11,45	21,82	9,90	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		U-V	O/S	13,14	O/S	25,27	13,99	28,29	9,90	3,96	7,92	3,96	3,96	3,96
		V-W	O/S	14,39	O/S	O/S	15,65	O/S	7,92	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
2V9	16	O'-P	3,16	4,41	9,91	4,62	6,59	6,41	3,96	3,96	11,80	3,96	7,84	7,92
		P-Q	13,59	5,56	11,46	6,66	6,59	6,59	11,80	3,96	7,92	7,92	3,96	3,96
		Q-R	11,04	4,66	12,56	6,59	5,23	6,59	7,92	3,96	11,80	3,96	3,96	4,67
		R-S	12,07	3,84	12,03	6,59	6,39	6,59	11,80	3,96	11,80	4,67	8,55	4,67
		S-T	12,6	4,63	11,26	6,59	5,39	6,59	11,80	3,96	7,92	4,67	4,67	4,67
		T-U	11,23	4,17	11,82	6,59	5,7	6,6	7,916	3,958	9,183	4,671	4,671	4,671
		U-V	11,37	4,51	8,02	6,59	6,37	5,22	9,183	3,958	7,916	4,671	4,671	4,671
		V-W	13,21	13,66	26,69	8,47	15,87	26,42	7,916	3,958	3,958	4,671	4,671	4,671
2V10	O'	17-18	41,23	24,61	14,98	41,79	27,45	12,35	2,534	2,534	4,513	3,801	3,801	3,801
		18-19	18,1	33,32	O/S	15,28	38,13	O/S	9,183	2,534	2,534	3,801	3,801	3,801

MÓDULO 4 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 2

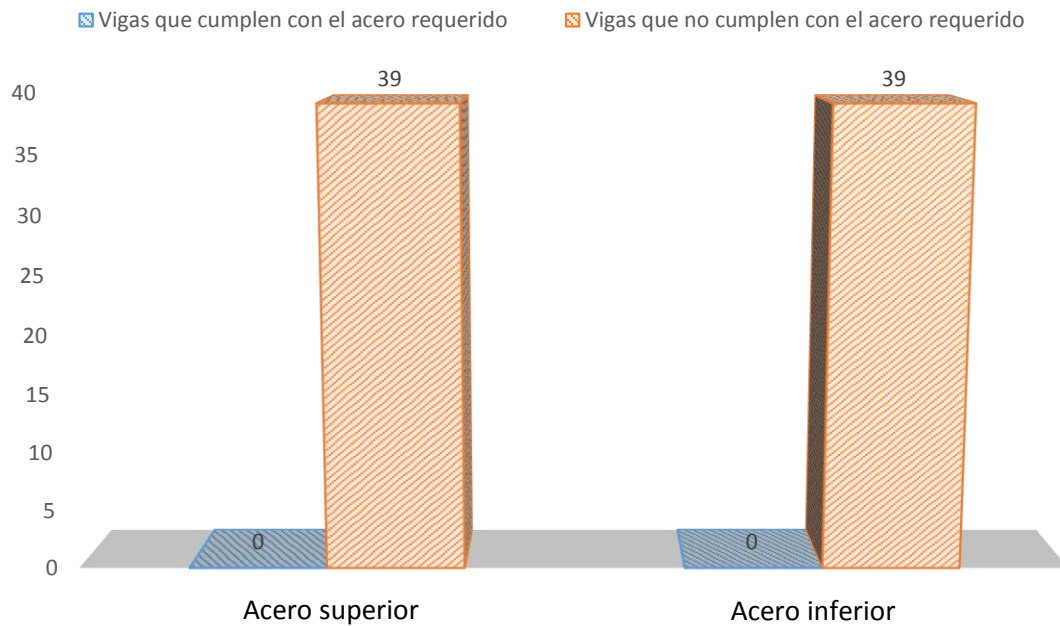


Figura 7.10 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 4 (Nivel 2)

Tabla 7.37 Validación del acero colocado en vigas del módulo 5 (nivel 1)

Módulo 5													
Nivel 1													
Viga	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
		Superior			Inferior			Superior			Inferior		
		Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	1 (A-B)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	6,42	2,54	18,06	11,64	15,52	7,76
1V1	1 (B-C)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	18,06	5,08	18,06	7,76	15,52	15,52
1V1	1 (C-D)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	18,06	5,08	18,06	15,52	15,52	7,76
1V1	1 (D-E)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	18,06	5,08	18,06	7,76	15,52	15,52
1V1	1 (E-F)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	18,06	5,08	18,06	15,52	15,52	7,76
1V1	1 (F-G)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	18,06	2,54	6,42	7,76	7,76	11,64
1V2	2 (A-B)	19,56	11,39	10,05	20,92	19,63	7,74	9,03	3,96	26,48	7,76	11,64	15,52
1V2	2 (B-C)	24,56	32,04	O/S	15,22	33,88	54,23	26,48	3,96	36,62	15,52	7,76	15,52
1V2	2 (C-D)	O/S	32,83	O/S	O/S	37,55	O/S	36,62	3,96	46,76	15,52	15,52	15,52
1V2	2 (D-E)	O/S	26,77	O/S	O/S	31,35	O/S	46,76	3,96	39,72	15,52	15,52	26,48
1V2	2 (E-F)	O/S	27,03	O/S	O/S	31,07	O/S	31,55	3,96	57,19	26,48	16,34	32,68
1V2	2 (F-G)	O/S	31,27	O/S	O/S	44,61	O/S	57,19	3,96	20,30	32,68	16,34	16,34
1V4	4 (C-D)	O/S	46,36	O/S	O/S	54,14	48,38	12,68	2,54	32,96	10,14	20,28	20,28
1V4	4 (D-E)	41,34	22,95	54,67	30,68	25,08	45,69	32,96	5,08	27,89	20,28	15,21	20,28
1V4	4 (E-F)	O/S	23,31	41,94	46,43	25,36	31,27	27,89	5,08	32,96	20,28	20,28	20,28
1V4	4 (F-G)	O/S	46,35	O/S	47,69	54,41	O/S	32,96	2,54	12,68	20,28	20,28	10,14
1VC	C (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,54	2,54	10,22	8,55	8,55	8,55
1VC	C (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	10,22	2,54	2,54	8,55	8,55	8,55
1VE	E (2-3)	O/S	O/S	47,30	O/S	O/S	50,34	2,54	2,54	10,22	8,55	8,55	8,55
1VE	E (3-4)	41,80	O/S	O/S	44,81	O/S	O/S	10,22	2,54	2,54	8,55	8,55	8,55
1VG	G (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	2,54	2,54	10,22	8,55	8,55	8,55
1VG	G (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	10,22	2,54	2,54	5,70	8,55	8,55

MÓDULO 5 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 1

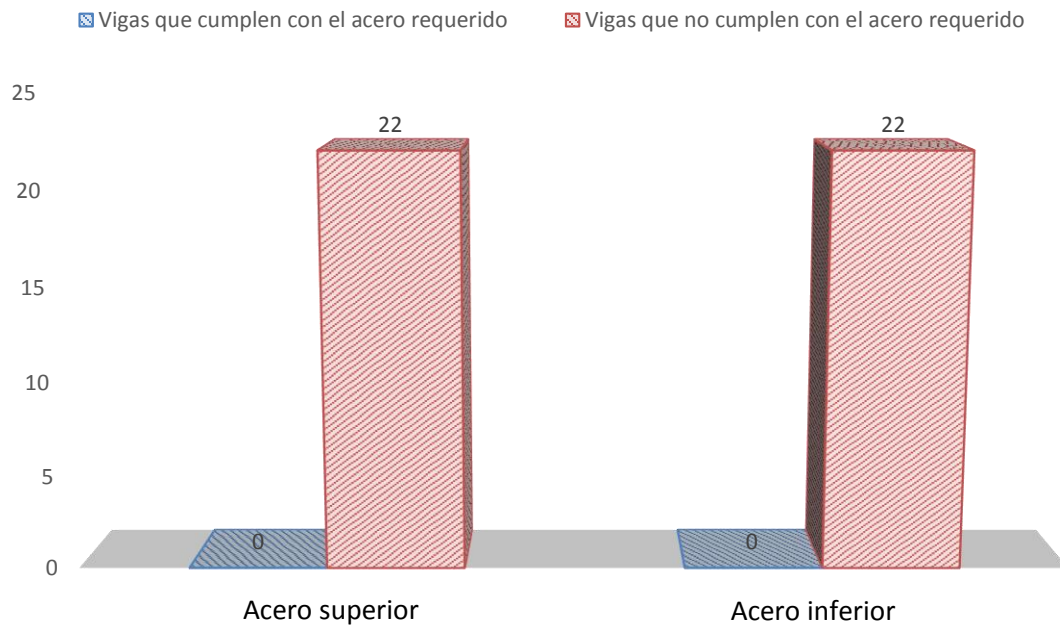


Figura 7.11 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 4 (Nivel 1)

Tabla 7.38 Validación del acero colocado en vigas del módulo 5 (Nivel 2)

Módulo 5													
Nivel 2													
Viga	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
		Superior			Inferior			Superior			Inferior		
		Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	1 (A-B)	21,52	6,72	17,60	20,03	9,35	12,94	2,54	5,08	9,27	5,70	5,70	5,70
2V1	1 (B-C)	12,07	5,75	13,71	7,33	6,59	7,73	9,27	2,54	7,37	5,70	8,55	9,66
2V1	1 (C-D)	75,09	6,59	15,73	10,85	6,85	10,19	7,37	4,52	4,52	9,66	5,94	6,50
2V1	1 (D-E)	13,21	6,59	14,14	7,82	6,59	9,34	4,52	4,52	2,54	6,50	3,81	2,54
2V1	1 (E-F)	14,96	6,59	13,43	9,60	6,62	6,90	5,08	4,52	7,21	2,54	3,81	6,50
2V1	1 (F-G)	17,28	8,55	21,67	10,18	12,30	19,11	7,21	3,96	5,94	6,50	5,94	3,96
2V2	2 (A-B)	13,51	4,77	10,66	13,16	9,45	6,59	16,48	7,61	20,28	3,96	9,03	9,03
2V2	2 (B-C)	9,90	6,59	15,98	6,41	6,60	8,16	20,28	7,61	11,49	9,03	15,21	10,14
2V2	2 (C-D)	30,58	13,05	22,94	24,96	14,82	16,33	11,49	7,61	20,28	17,90	17,90	18,53
2V2	2 (D-E)	19,89	10,63	21,54	13,37	11,43	15,89	20,28	15,84	15,84	18,53	10,77	11,40
2V2	2 (E-F)	21,33	10,78	10,08	15,63	11,43	12,36	15,84	15,84	20,28	11,40	10,77	18,53
2V2	2 (F-G)	24,12	16,37	35,41	16,91	21,31	34,52	20,28	12,68	6,42	18,53	17,90	14,02
2V4	4 (C-D)	O/S	22,32	O/S	O/S	27,08	O/S	7,61	12,68	18,06	7,76	12,83	13,46
2V4	4 (D-E)	O/S	12,05	O/S	21,59	13,58	26,06	18,06	15,84	11,40	13,46	8,55	5,70
2V4	4 (E-F)	O/S	12,27	O/S	26,53	13,75	22,05	11,40	15,84	18,06	5,70	8,55	13,46
2V4	4 (F-G)	O/S	22,25	O/S	O/S	27,11	O/S	18,06	12,68	12,68	13,46	12,83	7,76
Viga plana	C (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	No se obtuvo información del acero de las vigas					
Viga plana	C (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S						
Viga plana	E (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S						
Viga plana	E (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S						
Viga plana	G (2-3)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S						
Viga plana	G (3-4)	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S						

MÓDULO 5 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 2

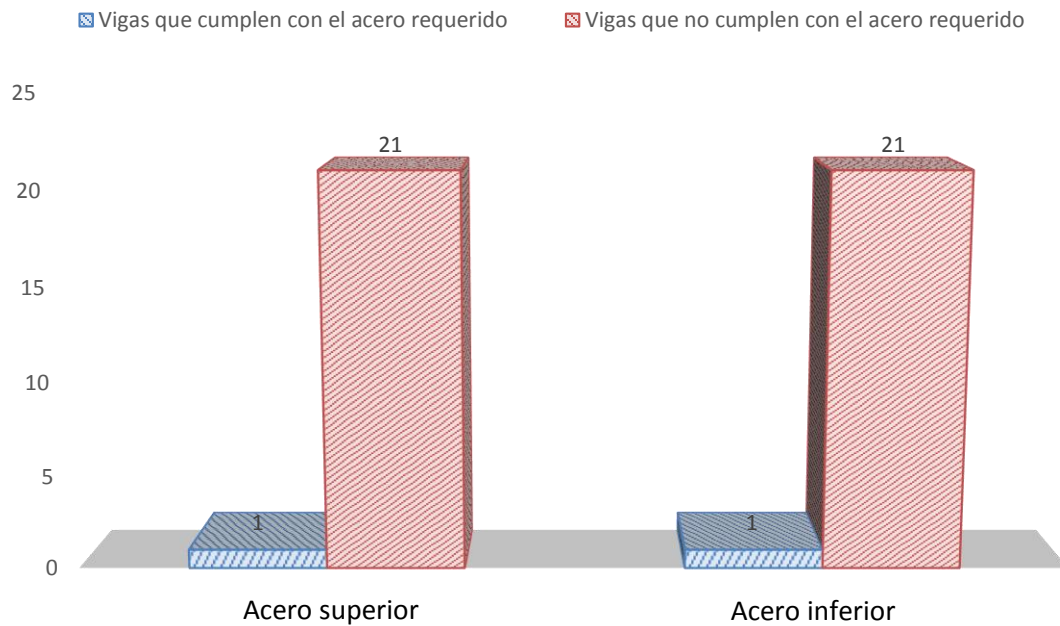


Figura 7.12 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 5 (Nivel 2)

Tabla 7.39 Validación del acero colocado en vigas del módulo 6 (Nivel 1)

Módulo 6														
Nivel 1														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
1V1	5	J'-K'	35,48	26,48	36,06	36,20	22,03	21,14	7,60	23,01	23,01	7,92	7,92	7,92
		K'-K	46,55	28,32	36,90	30,90	17,58	29,62	23,01	23,01	28,08	7,92	7,92	5,70
		K-L	48,97	25,13	64,12	41,89	29,78	60,02	28,08	7,60	12,87	5,70	20,91	15,84
1V1A	5	L-L'	24,51	13,94	12,71	20,11	13,97	9,67	3,96	3,96	5,38	2,54	4,52	3,97
		L'-M'	11,68	12,99	23,81	8,86	15,92	23,68	5,38	7,36	6,10	3,97	3,97	3,97
1V1B	5	M'-N'	37,72	16,36	46,42	37,29	19,22	32,97	8,23	5,38	8,23	9,18	9,18	9,18
1V1C	5	N'-P'	55,18	22,42	45,54	43,83	21,55	39,30	3,96	3,96	11,15	6,50	6,50	3,96
		P'-Q'	42,41	17,04	44,63	35,99	18,29	37,27	11,15	7,92	11,15	3,96	3,96	7,92
		Q'-R'	44,66	16,84	41,48	37,01	18,31	36,77	11,15	3,96	5,94	3,96	3,96	3,96
		R'-S'	45,94	18,59	42,16	40,23	18,38	40,87	5,94	7,92	3,96	3,96	3,96	3,96
		S'-T'	45,98	44,58	O/S	44,71	45,17	O/S	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
1V2	4	L-M'	30,71	13,16	42,69	23,66	21,95	20,44	29,23	29,23	34,93	25,35	35,49	31,92
		M'-N'	44,79	17,25	30,94	23,27	16,41	20,32	40,00	5,70	13,38	31,92	11,64	11,64
		N'-P'	30,12	15,88	34,92	19,57	16,41	23,09	13,38	7,76	17,50	7,76	7,76	13,46
		P'-Q'	35,31	16,41	32,96	23,44	16,41	18,61	17,50	7,76	23,27	7,92	7,92	7,92
		Q'-R'	41,69	20,38	47,37	26,41	30,36	46,71	23,27	7,76	7,76	7,92	19,55	19,55
1V3	3	J'-K	43,31	17,51	44,15	43,47	17,51	36,09	7,76	10,14	32,40	11,64	11,64	21,78
		K-L	29,94	17,71	14,08	22,43	21,25	11,70	32,40	37,47	32,40	21,78	25,35	20,28
1V4	2	L-M'	61,32	23,48	54,15	54,75	35,23	36,56	25,66	29,54	29,61	29,86	29,86	33,82
		M'-N'	39,52	17,23	23,67	23,38	16,70	16,70	29,61	3,96	12,51	31,68	5,70	5,70
		N'-P'	18,44	9,63	21,63	14,54	12,62	16,70	15,36	9,66	18,21	5,70	14,25	5,70
		P'-Q'	21,27	9,55	20,31	16,70	11,55	13,45	25,02	9,66	18,21	2,54		10,30
		Q'-R'	25,17	15,11	27,64	16,70	18,20	26,46	22,17	3,96	3,96	10,30	19,16	10,61
1V5	1	J'-K	30,43	15,35	17,67	30,24	17,51	12,26	6,50	6,50	10,46	5,08	7,06	7,06
		K-L	12,34	8,80	15,02	9,96	8,07	10,99	10,46	6,50	6,50	5,08	7,06	5,08
1V6	1	R'-S'	8,62	10,84	16,10	5,72	13,62	14,08	6,50	6,50	6,50	7,77	7,77	6,50
		S'-T'	13,62	32,89	53,49	13,62	33,69	52,73	6,50	6,50	6,50	7,77	7,77	6,50
1V8	J'	1-2	1,10	6,10	12,80	1,00	4,20	8,10	13,54	13,54	13,54	7,76	7,76	7,76
		2-3	O/S	46,03	21,61	O/S	45,96	18,78	7,84	3,96	5,94	7,76	7,76	7,76
		3-5	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,92	3,96	3,96	7,76	7,76	7,76
1V9	Entre KyL	3-5	45,39	O/S	O/S	41,39	O/S	O/S	6,81	3,96	6,81	15,21	20,91	15,21
1V10 A	L	2-4	O/S	O/S	37,90	O/S	O/S	31,60	5,70	5,70	10,77	10,77	15,84	5,70
		4-5	45,39	O/S	O/S	41,40	O/S	O/S	10,77	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70
1V11	K	1-2	2,61	7,80	13,18	2,90	3,40	6,90	18,85	18,85	18,85	2,54	2,54	2,54
		2-3	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	18,85	7,76	7,76	2,54	8,24	5,39
1V12	M'	2-4	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,84	7,84	7,84	17,90	17,90	17,90
		4-5	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	O/S	7,84	3,96	3,96	14,10	3,96	3,96
1V13	R'	1-2	1,10	5,40	10,20	1,20	2,50	5,10	11,87	11,87	11,87	2,54	2,54	2,54
		2-4	55,34	25,98	32,30	47,96	27,24	27,07	11,87	11,87	7,92	2,54	6,50	2,54
		4-5	52,11	O/S	O/S	46,20	O/S	O/S	7,92	3,96	3,96	2,54	2,54	4,60
1V14	S'	1-2	2,90	9,50	16,80	3,03	5,40	12,30	17,90	17,90	17,90	5,70	5,70	5,70
		2-4	42,30	20,90	19,80	33,33	24,70	13,18	17,98	3,96	19,48	5,70	23,04	9,66
		4-5	35,20	O/S	O/S	27,90	O/S	O/S	19,48	3,96	3,96	11,72	11,72	11,72
1V15	T'	1-2	1,80	8,00	17,60	1,60	6,70	15,20	3,96	3,96	3,96	2,54	2,54	2,54
		2-4	O/S	37,50	44,50	73,30	40,34	40,60	6,50	6,50	7,77	6,35	6,35	6,35
		4-5	35,60	47,90	O/S	31,60	50,70	O/S	7,77	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08

MÓDULO 6 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 1

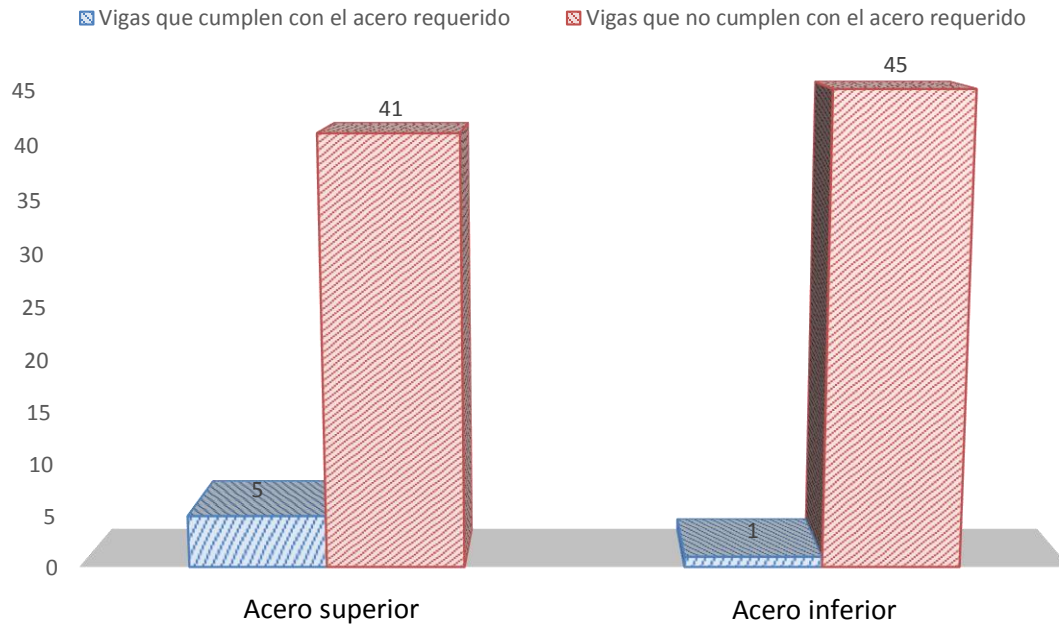


Figura 7.13 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 6 (Nivel 1)

Tabla 7.40 Validación del acero colocado en vigas del módulo 6 (Nivel 2)

Módulo 6														
Nivel 2														
Viga	Eje	Tramo	Área requerida (cm²)						Área existente (cm²)					
			Superior			Inferior			Superior			Inferior		
			Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.	Izqda.	Centro	Dcha.
2V1	5	J'-K	53,91	29,09	27,34	54,96	29,34	19,89	6,50	6,50	6,50	2,54	2,54	2,54
		K-L	36,47	17,58	24,32	28,31	17,58	22,25	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
2V1	5	L'-L'	23,19	17,58	7,63	23,82	17,58	7,63	3,96	3,96	3,96	2,54	2,54	2,54
		L'-M'	10,40	20,60	30,60	10,60	22,80	32,90	3,96	3,96	3,96	5,08	5,08	5,08
		M'-N'	28,68	17,58	26,50	31,08	17,58	21,47	6,50	6,50	6,50	7,62	5,08	5,08
		N'-P'	25,52	14,75	23,53	20,63	13,32	21,43	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		P'-Q'	24,21	13,63	24,52	21,97	14,38	22,50	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		Q'-R'	23,24	13,97	19,51	21,04	14,63	17,58	6,50	6,50	6,50	5,08	5,08	5,08
		R'-S'	28,29	17,58	34,67	26,22	18,00	34,40	6,50	6,50	6,50	5,79	5,79	5,79
		S'-T'	16,38	30,81	53,90	16,38	31,46	53,97	6,50	6,50	6,50	5,79	5,79	5,79
2V2	1	J'-K	25,96	16,24	8,01	25,85	20,57	13,09	3,96	3,96	3,96	2,54	2,54	2,54
		K-L	10,69	7,06	16,71	15,63	10,82	13,90	3,96	3,96	3,96	2,54	2,54	2,54
2V2A	1	L-M'	18,44	14,16	30,63	12,41	14,55	24,75	6,50	6,50	9,35	8,48	8,48	8,48
		M'-N'	27,34	16,01	8,46	21,63	15,30	8,46	9,35	9,04	9,04	8,48	11,02	8,48
		N'-P'	4,62	2,40	5,71	3,60	5,16	3,07	6,50	6,50	6,50	8,48	8,48	8,48
		P'-Q'	3,70	1,20	4,72	1,80	1,70	2,30	6,50	6,50	6,50	8,48	8,48	8,48
		Q'-R'	4,88	1,90	3,00	2,40	3,20	1,60	6,50	6,50	6,50	8,48	8,48	8,48
		R'-S'	8,30	3,33	8,80	5,30	7,20	9,30	6,50	6,50	6,50	8,48	8,48	8,48
		S'-T'	10,98	31,01	45,96	10,99	31,40	44,92	6,50	6,50	6,50	8,48	8,48	8,48
		1-2	3,94	10,00	12,60	3,83	6,04	8,37	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
2V3	J'	2-3	O/S	43,46	40,35	O/S	39,10	32,44	3,96	3,96	8,79	3,96	3,96	3,96
		3-5	O/S	46,67	O/S	48,23	O/S	O/S	8,79	3,96	3,96	3,96	6,81	3,96
		1-2	7,57	12,30	15,67	8,90	11,70	12,30	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
2V4	K	2-3	19,70	12,30	26,60	14,30	9,50	14,60	3,96	3,96	16,39	3,96	3,96	3,96
		3-5	O/S	31,90	O/S	52,10	42,20	O/S	13,54	3,96	3,96	5,23	13,78	13,78
		1-2	5,80	10,90	12,80	4,60	4,10	8,40	3,96	3,96	3,96	9,11	9,11	9,11
2V5	L	2-4	O/S	41,14	15,43	O/S	42,86	15,43	3,96	3,96	13,70	9,11	12,99	9,11
		4-5	16,40	O/S	O/S	16,40	O/S	O/S	13,70	3,96	3,96	5,23	3,96	3,96
		1-2	1,00	4,00	7,50	1,10	1,90	3,70	14,57	14,57	14,57	2,54	2,54	2,54
2V6	M'	2-4	O/S	23,11	36,35	44,70	27,60	25,20	14,57	3,96	15,36	2,54	11,09	2,54
		4-5	32,10	36,20	O/S	20,80	42,50	O/S	15,36	3,96	3,96	2,54	8,24	8,24
		1-2	1,50	4,80	9,30	1,30	2,30	4,60	11,72	11,72	11,72	3,96	3,96	3,96
2V7	N'	2-4	11,50	2,90	6,30	8,20	10,90	4,40	11,72	3,96	9,66	3,96	3,96	3,96
		4-5	12,20	26,40	40,50	12,20	30,90	40,01	11,64	3,96	3,96	3,96	5,94	3,96
		1-2	0,40	2,50	5,60	0,40	1,40	2,90	11,72	11,72	11,72	3,96	3,96	3,96
2V8	P'	2-4	7,40	1,90	7,30	4,20	8,70	4,30	11,72	3,96	9,66	3,96	3,96	3,96
		4-5	12,30	26,90	41,60	12,30	31,80	41,60	11,64	3,96	3,96	3,96	5,94	3,96
		1-2	0,23	2,54	5,70	0,23	1,40	2,90	11,72	11,72	11,72	3,96	3,96	3,96
2V9	Q'	2-4	7,90	2,00	7,40	4,60	8,90	4,40	11,72	3,96	9,66	3,96	3,96	3,96
		4-5	12,30	31,50	48,70	12,30	36,50	48,50	11,4	3,96	3,96	3,96	5,94	3,96
		1-2	0,60	3,60	7,30	0,70	1,80	3,60	14,57	14,57	14,57	2,54	2,54	2,54
2V10	R'	2-4	10,00	2,50	6,90	6,10	9,90	4,60	14,57	3,96	15,36	2,54	11,09	2,54
		4-5	14,70	45,88	O/S	14,70	51,30	O/S	15,36	3,96	3,96	2,54	8,24	8,24
		1-2	3,00	7,00	12,30	2,50	4,41	8,80	5,23	5,23	5,23	3,96	3,96	3,96
2V11	S'	2-4	13,91	9,11	8,07	12,30	12,80	8,45	5,23	3,96	5,23	3,96	3,96	3,96
		4-5	15,72	50,00	O/S	15,72	O/S	O/S	5,23	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96
		1-2	2,90	6,80	12,30	3,20	6,20	11,80	5,23	5,23	5,23	3,96	3,96	3,96
2V11	T'	2-4	O/S	31,70	36,70	O/S	34,05	33,60	5,23	3,96	5,23	3,96	3,96	3,96
		4-5	34,60	48,21	O/S	30,90	51,30	O/S	5,23	3,96	3,96	3,96	3,96	3,96

MÓDULO 6 VALIDACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN VIGAS DE NIVEL 2

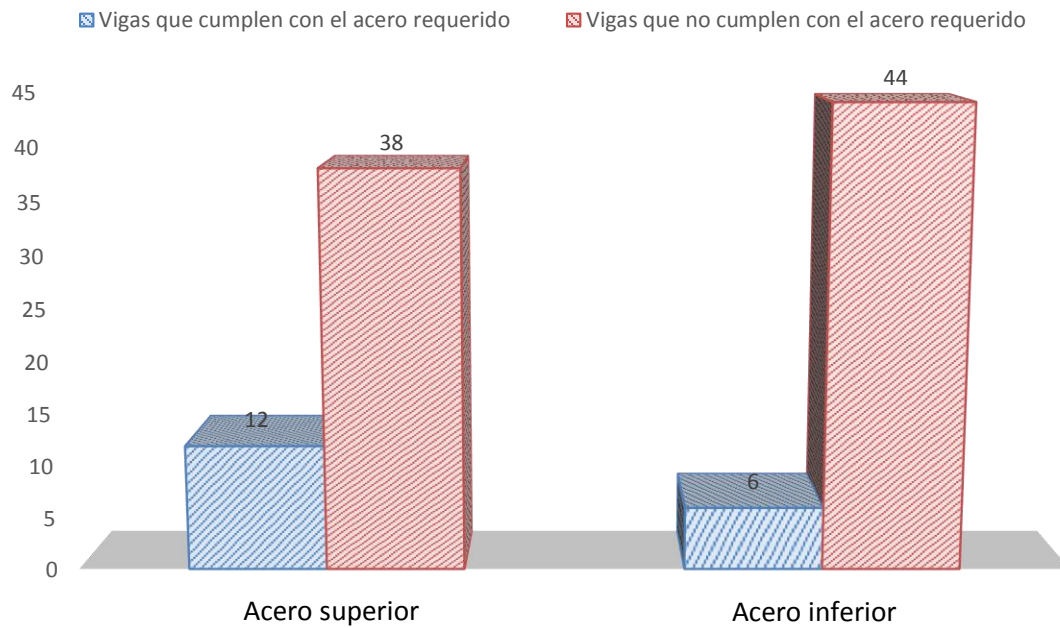


Figura 7.14 Gráfico con cantidad de vigas que cumplen con el acero requerido del módulo 6 (Nivel 2)

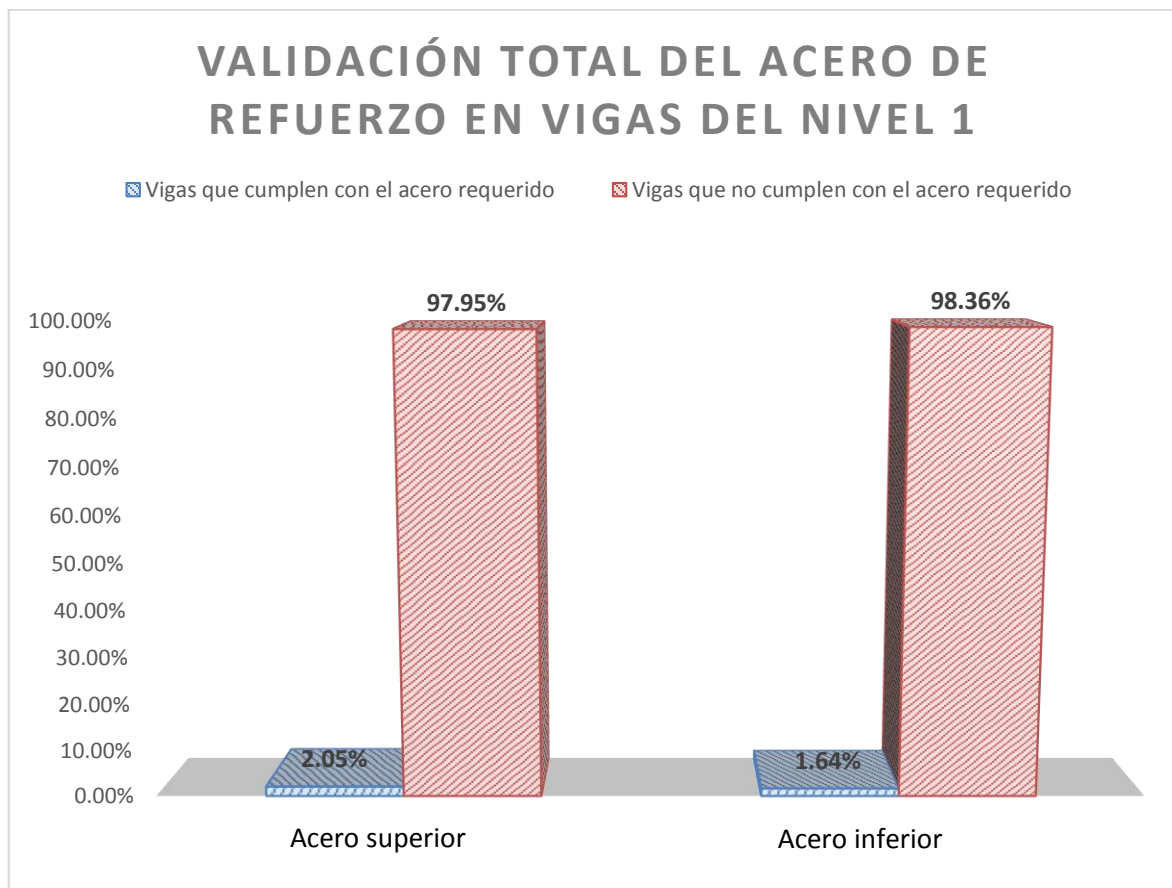


Figura 7.15 Gráfico con porcentaje de vigas que cumplen con el acero requerido en toda la estructura (Nivel 1)

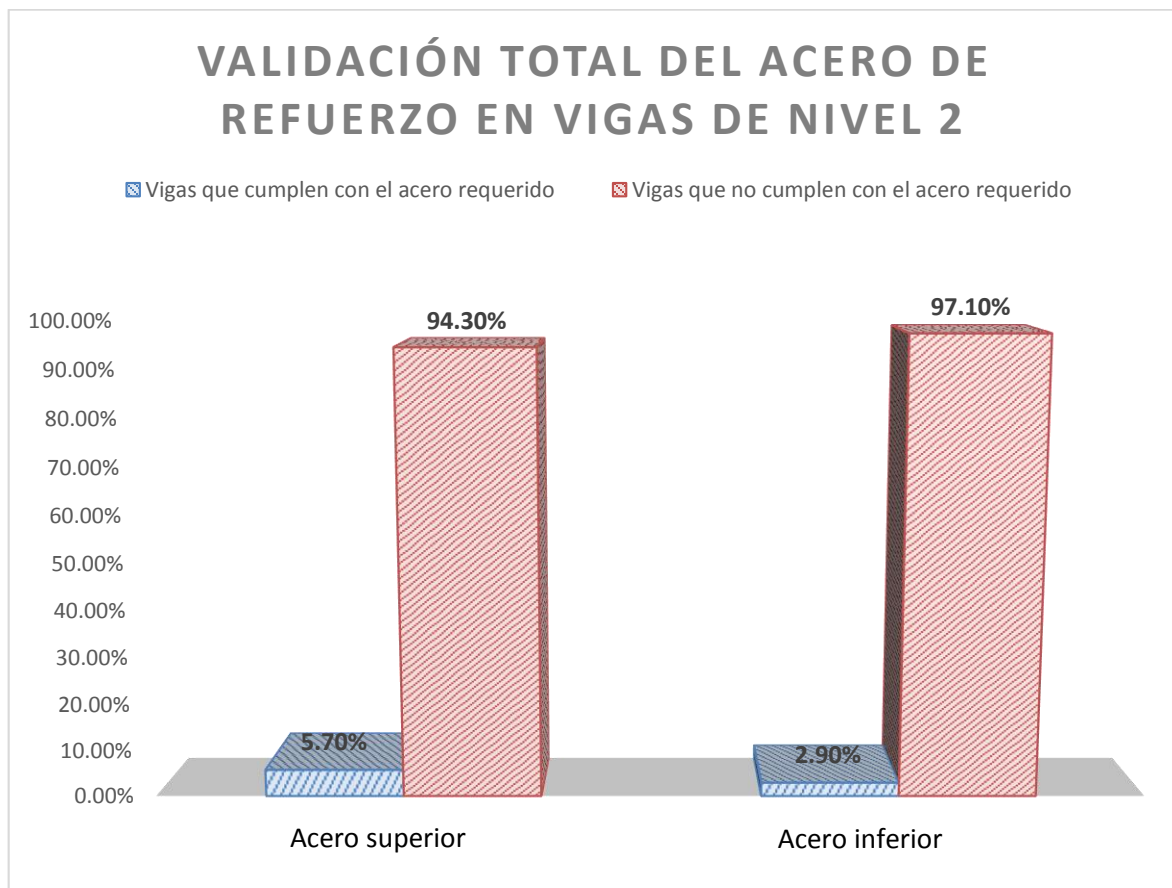


Figura 7.16 Gráfico con porcentaje de vigas que cumplen con el acero requerido en toda la estructura (Nivel 2)

Los gráficos anteriores representan la validación del acero longitudinal colocado en las vigas con respecto al recalculado por el programa de análisis estructural ETABS. El color azul indica la cantidad de vigas que cumple con el acero requerido, y el color rojo indica la cantidad de vigas que contienen acero por debajo del área requerida. En los módulos 1, 2 y 3 no existen vigas que cumplan con lo que exige el programa, mientras que en el módulo 4 solo dos vigas de la planta 1 contienen acero en su parte inferior mayor al recalculado. En el módulo 5 una viga del techo cumple con el área de acero superior exigido y otra también del techo cumple con el acero inferior.

En el módulo 6, cinco vigas de la planta 1 contienen área de acero en la fibra superior mayor al recalculado y solo una viga cumple con el inferior, mientras que en la planta techo doce vigas cumplen con el acero superior y seis con el inferior.

CONCLUSIONES

El Trabajo Especial de Grado presentado, se realizó con la finalidad de evaluar el estado actual y el comportamiento estructural del Edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, identificando daños, parámetros estructurales no presentes en el diseño original del mismo, y la evaluación sismorresistente de la estructura con el programa de análisis y diseño estructural ETABS v9.7.4, verificando los resultados con la norma vigente.

Se llevó a cabo una inspección visual para determinar elementos estructurales no contemplados en los planos originales del edificio. Se determinó que actualmente existe una ampliación en el módulo 6, donde se construyeron 3 columnas sobre la planta 1, y 3 vigas. Esto se realizó con la finalidad de hacer un pequeño anexo a las oficinas pertenecientes al Decanato. En general, todos los demás módulos se encuentran contruidos como lo indican los planos suministrados por COPRED.

Visualmente se concluye que la estructura se encuentra en buenas condiciones, tomando en cuenta el tiempo que tiene en uso. Los daños que se presentan mayormente son en las losas del techo, producto de la humedad por el desgaste del manto asfáltico del techo y en la mampostería se observaron grietas en la unión de la misma con las vigas y columnas. Se pudo notar que esto último ocurre en la mayoría de las vigas y columnas de toda la estructura.

Por otro lado se realizó el ensayo no destructivo con el Ferroskan PS 200 a un número de columnas, y se determinó que todas cumplen con la cantidad de acero longitudinal que especifican los planos, mientras que solo 4 de las 6 ensayadas poseen las ligaduras como lo indica el diseño original. Una de las columnas ensayadas y que cumplió con todo lo especificado en el detalle del armado original fue la C5, siendo el tipo de columna que más se repite entre los módulos 2, 3, 4 y 6.

También se llevó a cabo el escaneo a dos vigas, el cual arrojó resultados diferentes a los que muestran los planos de detalle de las mismas. No se cumplió con

la separación de los estribos, debido a que los planos para dichas vigas especifican una separación de 13cm y 15cm y el ensayo mostró que los estribos se encuentran a una distancia de 25cm y 20cm respectivamente. Tampoco se apreció la misma cantidad de cabillas longitudinales que indicaba el detalle.

Se modeló la estructura en estudio, tomando en cuenta las características de los materiales utilizados en la época del diseño y construcción, y se sometió a solicitaciones variables y permanentes lo más parecido a la realidad, tomando los valores indicados en la norma COVENIN 2002-1988 “Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones”. Las cargas por sismo se consideraron según lo indicado en la norma vigente COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, para la estructura clasificada con ND1 y $R=1$.

Se verificó la fuerza cortante basal, y se determinó que en ninguno de los módulos se cumple que el cortante basal dinámico en ambas direcciones (X,Y) es mayor que el cortante basal estático, como lo establece el método de análisis utilizado.

Se obtuvo el valor del desplazamiento lateral total para cada módulo, y se determinó que las derivas normalizadas están por encima del valor límite (0,012), por lo tanto no cumplen con el control de desplazamiento de la norma actual. La separación entre cada módulo es de 2,5cm por lo que puede existir golpeteo entre ellos si la estructura llegase a estar bajo el efecto de un sismo como el del diseño.

Se determinó el factor demanda capacidad de las columnas, donde el 100% de los valores obtenidos, superan el valor máximo 1. Se obtuvo también el área de acero requerido para las vigas, donde solo el 2,05% y 1,64% de la planta 1 en toda la estructura cumplen con las áreas de acero superior e inferior respectivamente. En la planta techo el 5,7% de las vigas supera el valor del área de acero superior requerido y el 2,9% cumple con el área de acero inferior.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que el edificio de Aulas y Decanato de la Facultad de Ciencias de la UCV no cumple con los valores mínimos exigidos por la norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes”, por lo

tanto los elementos estructurales no están en condiciones de resistir las acciones del sismo utilizado para la evaluación sismorresistente de la estructura.

RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar una futura evaluación, tomando en cuenta parámetros que no se consideraron en este trabajo, como el efecto de la mampostería. En la estructura existen paredes cuya altura no llegan al techo, pudiendo someter a la edificación a efecto de columna corta. Como también existen paredes cuya altura es igual a la longitud de entepiso, y sería interesante determinar si las mismas aportan rigidez al comportamiento estructural, y lograrían disminuir los valores de desplazamiento.

También se recomienda, tomar en cuenta el efecto de elementos no estructurales como el sistema de aire acondicionado colocado en el techo del edificio del Decanato, ya que no se consideró la carga del mismo para ésta evaluación.

Debido a que la Ciudad Universitaria de Caracas, es Patrimonio Mundial de la Humanidad, teniendo un valor excepcional, y siendo campus de una casa de estudios, es recomendable y necesario llevar a cabo el estudio a otras edificaciones, que también pueden ser vulnerables ante la ocurrencia de un sismo, pudiendo ocasionar la pérdida de cuantiosas vidas. Así como también llevar a cabo trabajos de investigación donde se puedan dar propuestas de reforzamiento estructural, y que el Consejo de Preservación y Desarrollo (COPRED) tome en cuenta los estudios realizados para proponer ante la UNESCO una jornada de intervención de reforzamiento del Patrimonio, a fin de reducir la vulnerabilidad de los edificios ante un evento sísmico y preservarlo en la historia.

También se recomienda a las autoridades fomentar una cultura preventiva a eventos sísmicos a través de la educación, incorporar planes de mitigación de riesgos y hacer parte de la vida universitaria la realización de simulacros en caso de sismos.

REFERENCIAS

Acero, Maria; Domínguez, Jennifer (2005) “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, Venezuela.

Alonso, Martha; Ugas, Pace (2011) “Evaluación Estructural del Edificio sede de las Facultades de Humanidades y Educación, y de Ciencias Jurídicas y Políticas. Ciudad Universitaria de Caracas” Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Cabral, Carlos; Figueroa, Alejandra (2011). “Análisis Estructural del Edificio de Comunicaciones ubicado en la Ciudad Universitaria de Caracas”. Trabajo especial de grado no publicado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Centenario Villanueva (2001). Recuperado el 20 de octubre de 2013 de http://www.centenariovillanueva.web.ve/CUC/Su_Pasado/Historia_y_Development/Frames_Historia_Development.htm

Comité Intergubernamental de protección del Patrimonio Mundial cultural y natural (2005). Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial. Recuperado el 05 de enero del 2014 de <http://whc.unesco.org/archive/opguide05-es.pdf>

COVENIN 1756 (2001). Edificaciones Sismorresistentes.

Fondonorma 1756-2006, Proyecto y Construcción de Obras de Concreto.

Grases, G., Porrero, J., Ramos, C. y Velazco, G. (2009). Manual del concreto estructural. Tercera edición. Caracas. 503 pag.

Hernández, Eliud (s/f). “Manual de Aplicación del Programa ETABS v9”.

Hernández, J. (S.F). Aplicación y actualización de la norma “Edificaciones Antisísmicas”, COVENIN 1756-82. Recuperado el 20 de Octubre de 2013 de <http://www.funvisis.gob.ve/archivos/www/terremoto/Papers/Doc002/doc002.htm#TopOfPage>

UCV (2009). La Ciudad Universitaria de Caracas – CUC. Recuperado el 20 de octubre de 2013 de <http://www.ucv.ve/organizacion/rectorado/direcciones/consejo-de-preservacion-y-desarrollo-copred/la-ciudad-universitaria-de-caracas-cuc.html>

ANEXOS



Anexo 1 Humedad en losa de techo entre ejes A-C y 1-3 del módulo 1. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 2 Humedad en losa de techo entre ejes A-G y 3-4 del módulo 1. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



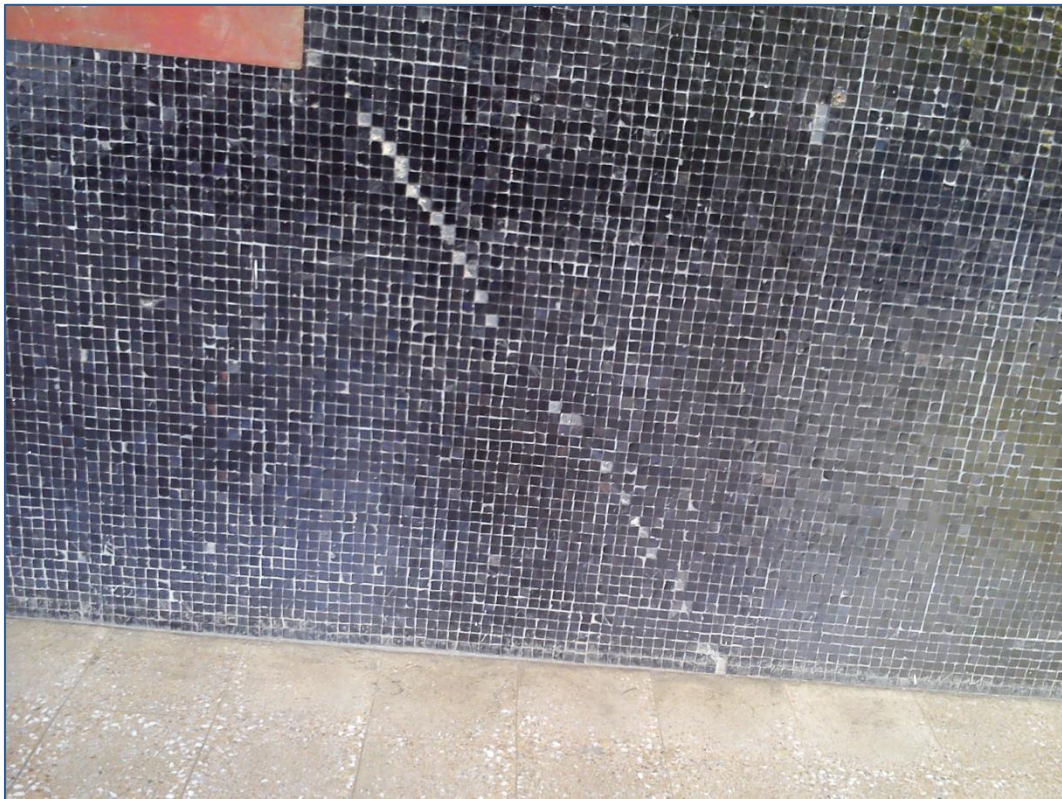
Anexo 3 Humedad en viga de techo 1V4 (E-F) del módulo 1. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



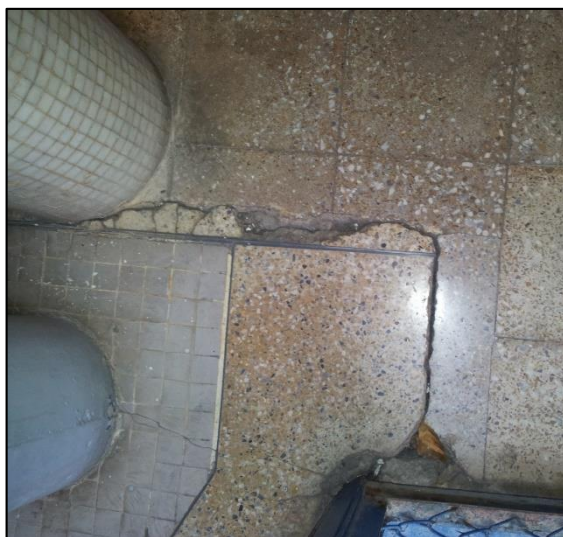
Anexo 4 Grieta en viga 16 (H'-I) y columna 16-H del módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 5 Grieta en columna 16-H entre P1 y PT del módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 6 Desprendimiento de mosaicos en pared del módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 7 Grieta en losa de entepiso en junta de construcción entre el módulo 4 y 5. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 8 Grieta en viga de techo eje 16 (N-O) del módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 9 Grieta en losa de entrepiso entre ejes J'-L y 5-9 del módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 10 Humedad en viga de techo eje 5 (K-L) módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014



Anexo 11 Desprendimiento de mosaicos en viga en eje K' (9-14), módulo 3. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014

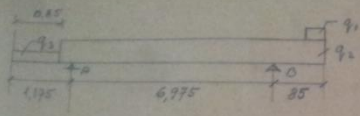


Anexo 12 Desprendimiento de mosaicos en pared del módulo 6. Fuente: foto capturada el 27 de febrero de 2014

Acero	$R_t = 1200 \text{ kg/cm}^2$
Concreto	$R_{cc28} = 225 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia del suelo	2.00 kg/cm^2

Anexo 13: Recorte de portada de hojas de cálculo estructural del módulo 5. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED

Viga 2V1



$$q_1 = \frac{3000}{0.30} = 10000 \text{ kg/m}^2 \text{ (pav. 5)}$$

$$q_2 = 2590 \text{ kg/m}^2 \text{ (pav. 1)}$$

$$q_3 = 720 \text{ kg/m}^2 \text{ (pav. 2)}$$

Peso de la viga $0.50 \times 0.25 \times 2400 = 300 \text{ kg/m}^2$

DENSIDAD DEL CONCRETO

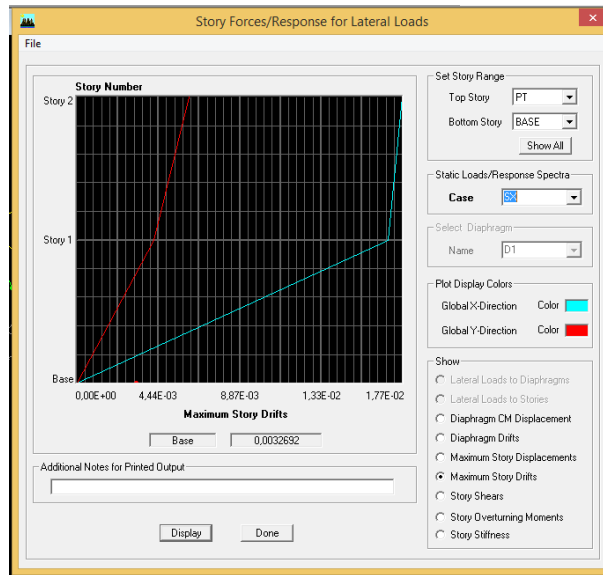
$$M_B = -\frac{(300 + 2590) \times 0.85^2}{2} - 10000 \times 0.30 \times 0.70 =$$

$$= -1045 - 2100 = -3145 \text{ kgm.}$$

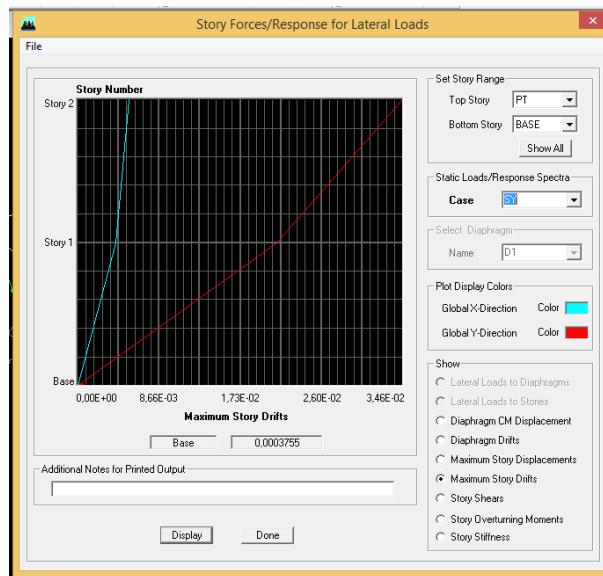
$$M_A = -(720 + 300) \times \frac{1.175^2}{2} - (2590 - 720) \times \frac{6.925^2}{2} =$$

$$= -765 - 110 = -865 \text{ kgm.}$$

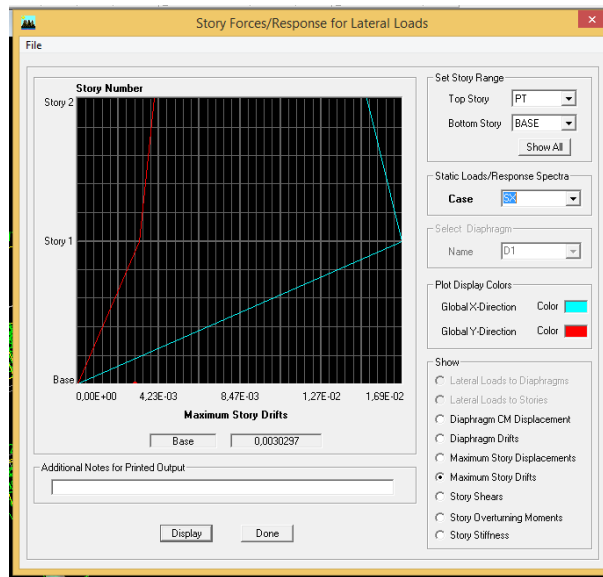
Anexo 14: Hoja de cálculo estructural del módulo 5. Fuente: Biblioteca de archivos planimétricos de COPRED



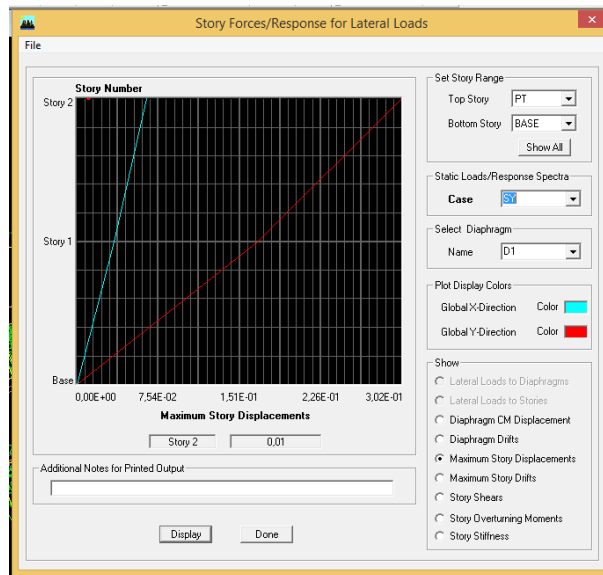
Anexo 15: Gráfico de deriva máxima dirección X del módulo 1



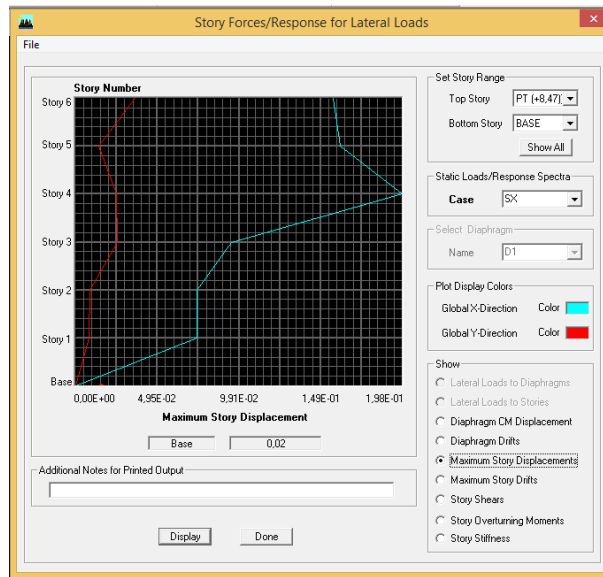
Anexo 16: Gráfico de deriva máxima dirección Y del módulo 1



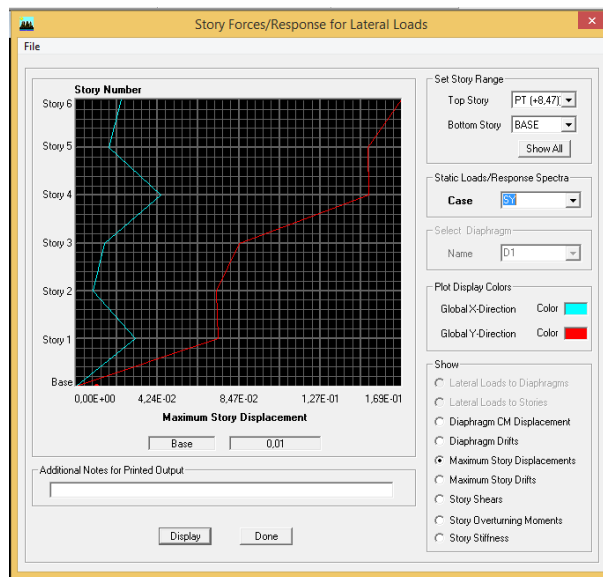
Anexo 17: Gráfico de deriva máxima dirección X del módulo 2



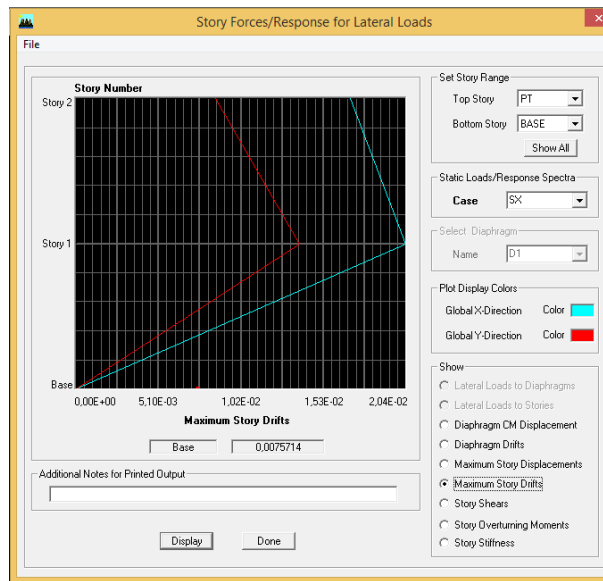
Anexo 18: Gráfico de deriva máxima dirección Y del módulo 2



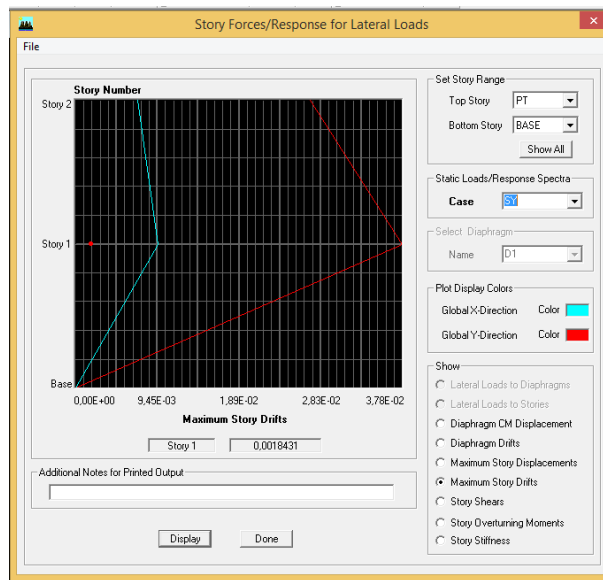
Anexo 19: Gráfico de desplazamiento máximo dirección X del módulo 3



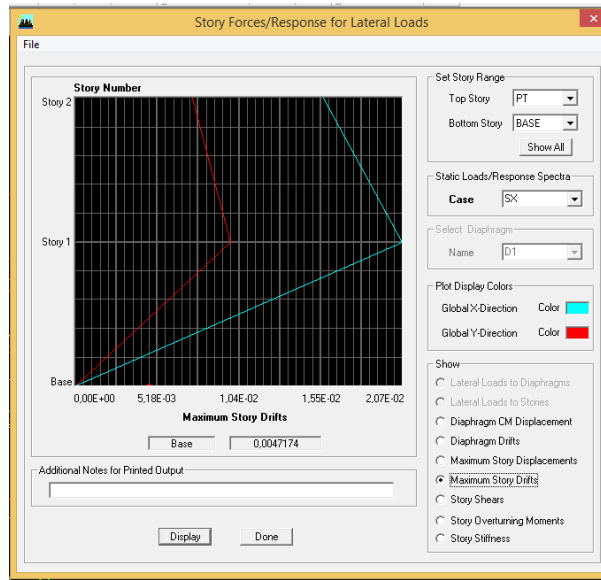
Anexo 20: Gráfico de desplazamiento máximo dirección Y del módulo 3



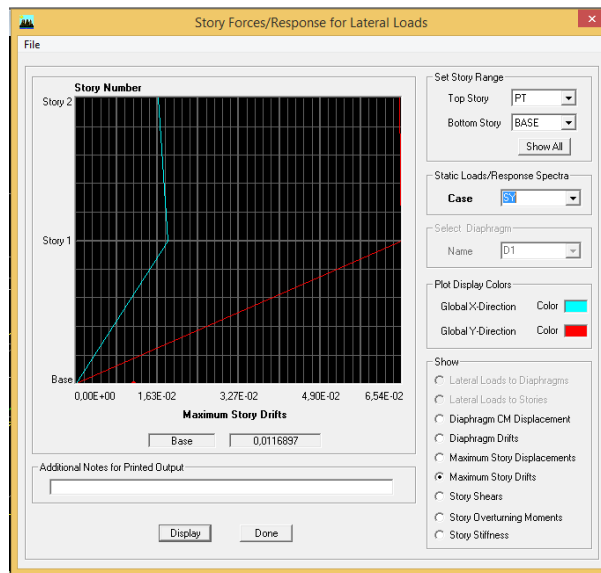
Anexo 21: Gráfico de deriva máxima dirección X del módulo 4



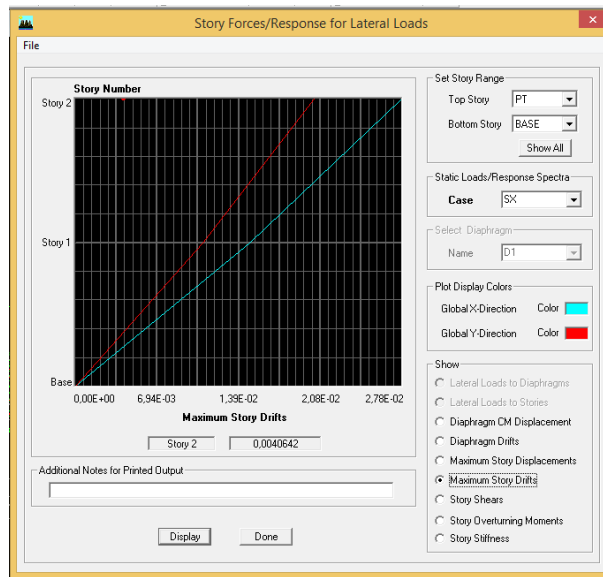
Anexo 22: Gráfico de deriva máxima dirección Y del módulo 4



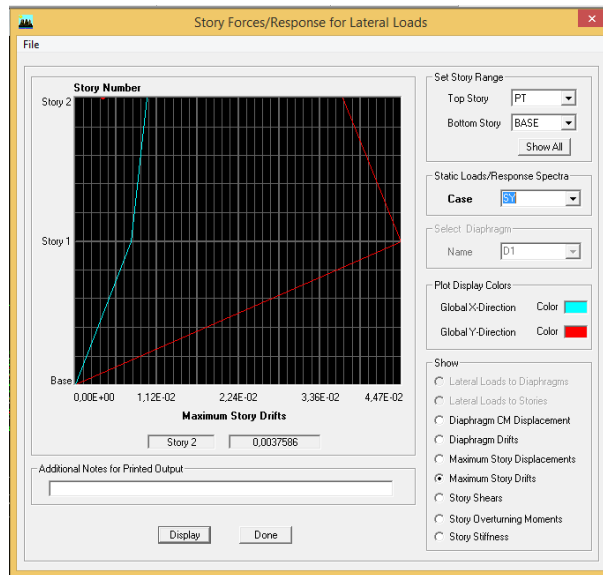
Anexo 23: Gráfico de deriva máxima dirección X del módulo 5



Anexo 24: Gráfico de deriva máxima dirección Y del módulo 5



Anexo 25: Gráfico de deriva máxima dirección X del módulo 6



Anexo 26: Gráfico de deriva máxima dirección Y del módulo 6