



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**METODOLOGIA PARA EL ANALISIS ESTRUCTURAL PARA EL CAMBIO DE USO
DEL EDIFICIO DE LA BIBLIOTECA VIEJA AL EDIFICIO DE OFICINAS SEGÚN
LAS NORMAS COVENIN VENEZOLANAS**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR: - Castillo Vaamonde, Karen Alejandra.
- González Decán, José Luis.

PROFESOR GUÍA: Ing. Bonadío Pedrón, Vincenzo.

FECHA: Caracas, Octubre de 2017.

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**METODOLOGIA PARA EL ANALISIS ESTRUCTURAL PARA EL CAMBIO DE
USO DEL EDIFICIO DE LA BIBLIOTECA VIEJA AL EDIFICIO DE OFICINAS
SEGÚN LAS NORMAS COVENIN VENEZOLANAS**

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: _____

JURADO EXAMINADOR

Firma: _____ Firma: _____ Firma: _____

Nombre: _____ Nombre: _____ Nombre: _____

Realizado por:

Castillo Vaamonde, Karen Alejandra
González Decán, José Luis

Profesor guía: Ing. Bonadío Pedrón, Vincenzo

Fecha: Octubre de 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de tener la vida que he tenido.

A mis padres Econ. Johnny Castillo y Prof. Silvia Vaamonde, por su apoyo incondicional, espero y dedicación, por ser mis pilares y ejemplos a seguir, ejemplo de dedicación, constancia y dedicación.

A mi familia, por siempre estar a mi lado apoyándome y dándome aliento para seguir siempre adelante con la mejor disposición.

A mi hermana la Abg. María Alejandra Vaamonde, sin importar la distancia siempre conté con su apoyo y dedicación para salir adelante en cualquier situación, más que mi hermana mi amiga.

A mi madrina la Lic. Angela America Vaamonde, por su invaluable ayuda, dedicación y esmero, por estar allí cuando más lo necesite.

A mi novio Ing. Alejandro Lago, por su apoyo incondicional durante toda la carrera, por sus consejos, compañía, paciencia y amor que me ayudaron a superar los obstáculos que se presentaron.

A mis compañeros y colegas, entre ellos Ricardo Buitrago, Simón Franco, Omar Juresa, Fernando Ovalles, Bilal Majzoub, Claudia Esteves, Leopoldo Rey, Alejandro Fernández y Jesús Ramírez, por ser mis amigos, consejeros, brindándome apoyo y ánimo en toda situación, sin ellos tampoco habría sido posible lograrlo.

A mi tutor Ing. Vincenzo Bonadío, por ser nuestro guía y ayudarnos a superar los problemas que se nos presentaron

A el Ing. Eduardo López, por su dedicación, tiempo, espero y ayuda incondicional, por ser nuestro mentor y guía

A mi Compañero de T.E.G, por su ayuda, paciencia, apoyo y cariño.

Karen Castillo Vaamonde

El trabajo especial de grado está dedicado máximamente al Ingeniero Agrónomo Gonzalo Decán Guillén que con su inigualable inteligencia y valores estudiantiles me enseñó a nunca rendirme, siempre continuar con la frente en alto sin importar las adversidades y gracias a sus altos niveles de estudio me motivo a seguir los mismos pasos que él, Persona magnífica y extraordinario abuelo que siempre trato de mantenerme en alto y que a pesar de su pronta partida estuvo siempre presente regalándome su infinito cariño.

De mi persona, José Luis González Decán, estoy completamente agradecido primero y principal con Dios sobre todas las cosas por haberme dado la oportunidad de realizar dicho trabajo de grado, por consiguiente, agradezco a José Luis González Delgado y a la Magister Teotina Decán, Padre y Madre, por otorgarme todas las oportunidades de estudio y todo el apoyo obtenido durante mi carrera que hasta el final estuvieron conmigo, A mi hermosa compañera de estudio y tesis Karen Alejandra Castillo Vaamonde que siempre estuvo presente apoyándome en lo que necesitaba a pesar de las calamidades y que con su devoción pudimos culminar con éxito nuestro trabajo especial de grado como también a su familia por siempre estar pendiente de las cosas que podrían faltarnos, a nuestros compañeros Alejandro Lago, Claudia Esteves Volpe, Gabriel Figueras y Leopoldo Castillo que estuvieron apoyándonos como compañeros durante todo el trayecto de realización del trabajo especial de grado, Al Ingeniero Vincenzo Bonadío por darnos la oportunidad de ser nuestro tutor y ayudarnos durante todas las adversidades de nuestro trabajo especial de grado, Al Ingeniero Eduardo López que a pesar de no tener la necesidad de estar presente nos aportó su mano junto a su intelecto para resolver todas las dudas posibles que tuvimos durante la realización

de nuestro trabajo, A la Ingeniero y encantadora novia Wilnys Yineth Navas Meseron por estar presente dándome todo el apoyo posible para resolver los problemas que podríamos tener durante nuestro trabajo especial de grado, y por último y no menos importantes a todos mis compañeros de clase como Ricardo Buitrago, Diego Rosales, Alejandro Salazar, Fátima de Freitas, Anny Martínez, Simón Franco, Bilal Majzoub, Omar Juresa, Alejandro Romero, y muchísimos más que sin ellos no hubiera llegado tan lejos.

José Luis González Decán

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Objetivos de la Investigación.....	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación	7
1.4. Alcance y Limitaciones.....	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	9
2.2. Investigaciones Previas	9
2.3. Normas Venezolanas	11
2.4. Fundamentos Teóricos	12
2.4.1. Análisis Estructural	15
2.4.2. Concreto Reforzado.....	16
2.4.3. Teoría Elástica.....	16
2.4.4. Teoría Plástica.....	17
2.4.5. Análisis Sismorresistente	17
2.4.5.1. Requisitos Sismorresistentes:	21
2.4.5.1.1 Nivel de Diseño 3 (ND3):.....	22
2.4.5.1.2. Miembros Solicitados a Flexión (Vigas):.....	22
2.4.6. Análisis Dinámico:	24
2.4.7. Resistencia.....	24
2.4.8. Rigidez:	24
2.4.9. Casos de Carga:.....	24
2.4.9.1. Carga Permanente (DEAD):.....	25
2.4.9.2. Carga Variable (LIVE):.....	25
2.4.9.3. Sismo:	25
2.4.10. Frecuencia Sísmica.....	25

2.4.11. Periodo	25
2.4.12. F_y	25
2.4.13. Módulo de Elasticidad.....	26
2.4.14. Peso Específico	26
2.4.15. Factores De Seguridad	26
2.4.15.1. Φ Momento ultimo flexión en viga= 0.9	26
2.4.15.2. Φ Tensión Controlada= 0.9	26
2.4.15.3. Φ Corte y Torsión= 0.9.....	26
2.4.15.4. Φ Corte Sísmico= 0.9	26
2.4.16. Nivel de Diseño.....	26
2.4.17. Pórtico Diagonalizado	27
2.4.18. Diagrama de Interacción	27
2.4.21. Factor de Reducción de Respuesta (R)	28
2.4.22. Modos de Vibración	29
2.4.23. SAP.....	30
2.4.24. ETABS	30
2.4.24.1. Errores arrojados en el modelaje del Edificio de Biblioteca Vieja en ETABS:	30
2.4.24.1.1.(O/S #5) Error por Pandeo de Euler:	30
2.4.24.1.2. (O/S #35) Error por PMM (Relación de Capacidad):	30
2.4.24.1.3. (O/S # 45) Error en la Relación Corte-Torsión:	31
2.4.24.1.4. (O/S # 3) Falla por Corte Máximo:	32
2.4.24.1.5. (O/S # 2) Fallas por Flexión en Vigas:	32
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	33
3.1 Tipo de Investigación.....	33
3.2 Diseño de la Investigación	33
3.3 Técnicas de Recolección de Datos.....	34
3.4 Fases de la Investigación	34
CAPÍTULO IV DESARROLLO Y ANALISIS.....	35
4.1.-Combinaciones de Cargas	36

4.1.1.-Estructuras de concreto	37
4.1.2.-Estructuras de Acero y Compuestas	37
4.2.-Tabiquerías	37
4.3.-Secciones a Utilizar:	38
4.3.1.-Secciones de Columnas.....	38
4.3.2.-Secciones de Vigas	38
4.3.-Modelado Biblioteca Vieja sin modificaciones MOP 55	39
4.3.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	40
4.3.2.-Materiales Definidos.....	40
4.3.3.-Espectro de Diseño	41
4.3.4.-Período	42
4.3.5.-Caso Modal	42
4.3.6.-Corte Basal.....	43
4.3.7.-Capacidad PMM	43
4.3.7.1.-Gráficos PMM.....	43
4.3.7.2.-Fallas a Considerar:.....	45
4.3.8.-Deriva.....	45
4.4.-Modelado Biblioteca Vieja sin modificaciones MOP 67	47
4.4.1.- Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	47
4.4.2.-Materiales Definidos.....	48
4.4.3.- Espectro de Diseño	49
4.4.4.- Período	50
4.4.5.-Caso Modal	50
4.4.6.-Corte Basal.....	51
4.4.7.- Capacidad PMM	51
4.4.7.1.- Gráficos PMM.....	51
4.4.7.2.-Fallas a Considerar:.....	53
4.4.8.-Deriva.....	55
4.5.-Modelado Biblioteca Vieja sin modificaciones COVENIN 1756-2001	56
4.5.1.- Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	56

4.5.2.-Materiales Definidos.....	57
4.5.3.- Espectro de Diseño	58
4.5.4.- Período	59
4.5.5.- Caso Modal	60
4.5.6.- Corte Basal.....	60
4.5.7.-Capacidad PMM	61
4.5.7.1.-Gráficos PMM.....	61
4.5.7.2.-Fallas a Considerar:.....	63
4.5.8.-Deriva.....	64
4.6.-Modelado Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001	66
4.6.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	69
4.6.2.-Materiales Definidos.....	71
4.6.3.-Espectro de Diseño	72
4.6.4.-Período	73
4.6.5.-Caso Modal	74
4.6.6.- Corte Basal.....	74
4.6.7.- Capacidad PMM	75
4.6.7.1.- Gráficos PMM.....	75
4.6.7.2.- Fallas a Considerar:.....	77
4.6.8.-Deriva.....	79
4.7.-Modelado Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001	81
4.7.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	81
4.7.2.-Materiales Definidos.....	84
4.7.3.-Espectro de Diseño	85
4.7.4.-Período	86
4.7.5.-Caso Modal	87
4.7.6.-Corte Basal.....	87
4.7.7.-Capacidad PMM	88
4.7.7.1.-Gráficos PMM.....	88
4.7.7.2.-Fallas a Considerar:.....	90

4.7.9.-Aceros Colocados vs Aceros Requeridos en Vigas	93
4.7.9.1.-Acero a Flexión	94
4.7.9.2.-Acero a Corte	97
4.7.10.- Chequeo Viga/Columna.....	100
4.8.-Modelado Biblioteca Vieja modificada con Tabiquería y Espectro de Diseño con Ao igual a 0,05g COVENIN 1756-2001	102
4.8.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	103
4.8.3.-Espectro de Diseño	104
4.8.4.-Período	105
4.8.5.-Caso Modal	106
4.8.7.-Capacidad PMM	108
4.8.7.1.-Gráficos PMM.....	108
4.8.7.2.-Fallas a Considerar:.....	110
4.8.8.-Deriva.....	112
4.8.9.-Aceros Colocados vs Aceros Requeridos en Vigas	113
4.8.9.1.-Acero a Flexión	114
4.8.9.2.-Acero a Corte	115
4.8.10.-Chequeo Viga/Columna.....	116
4.9.-Modelado Pórtico Diagonalizado COVENIN 1756-2001.....	117
4.9.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	117
4.9.2.-Secciones Definidas	120
4.9.3.-Espectro de Diseño	120
4.9.4.-Período	122
4.9.5.-Caso Modal	122
4.9.6.-Corte Basal.....	123
4.9.7.-Capacidad PMM	124
4.9.7.1.-Gráficos PMM Columnas de Concreto	124
4.9.7.1.1-Fallas a Considerar	125
4.9.7.2.- Gráficos PM Columnas Mixtas (Acero Tubular rellenas de Concreto) ...	126
4.9.7.2.1-Fallas a Considerar	128

4.9.8.-Deriva.....	130
4.9.9.-Chequeo Vigas Acero	131
4.9.10.-Chequeo Brazos de Acero.....	132
4.10.-Modelado Auditorio Con Pórtico COVENIN 1756-2001	133
4.10.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	133
4.10.2.-Materiales Definidos.....	134
4.10.3.-Espectro de Diseño	135
4.10.4.-Período	137
4.10.5.-Caso Modal	138
4.10.6.- Corte Basal.....	139
4.10.7.- Aceros Requeridos vs Aceros Colocados en Muros	139
4.10.8.- Chequeo Vigas Concreto Techo	141
4.11.- Modelado Auditorio Sin Pórtico COVENIN 1756-2001	142
4.11.1.- Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)	142
4.11.2.-Materiales Definidos.....	143
4.11.3.- Espectro de Diseño	143
4.11.4.- Período	145
4.11.5.- Caso Modal	146
4.11.6.- Corte Basal.....	147
4.11.7.- Aceros Requeridos vs Aceros Colocados en Muros	147
4.11.8.- Chequeo Vigas Concreto Techo	149
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
1. Norma COVENIN 1756-1:2001 “EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO” (2001).	155
2. Norma Venezolana 1753-2006 “PROYECTO Y CONSTRCCION DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL” (2006).	155
3. Norma Para el Cálculo de Edificios 1955. (1955).....	155
4. Norma Provisional Para Construcciones Antisísmicas 1967. (1967).....	155
5. Especificaciones ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero (2010).....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura # 1 (Biblioteca vieja).....	3
Figura # 2 (Biblioteca vieja).....	4
Figura # 3 (Remodelación Biblioteca Vieja y Nueva)	4
Figura # 4 (Remodelación Biblioteca Vieja y Nueva)	5
Figura # 5 (Biblioteca Vieja remodelada)	5
Figura # 6 (Zonificación Norma 1955, Zonas sísmicas. p.164)	13
Figura # 7 (Zonificación COVENIN 1756:2001 Zonas Sísmicas. p.16).....	14
1. Figura # 8 (Tabla de coeficiente C. Norma 1955).....	19
Figura # 9 (Tabla de Coeficiente “C” Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas 1967. p.12).....	20
Figura # 10 (Longitudes de Confinamiento. Norma 1753)	23
Figura # 11 (Factor de Reducción “R”. COVENIN-MINDUR 1756-2001 Edificaciones Sismorresistentes. p.29).....	29
Figura # 12 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja MOP 55).....	39
Figura # 13 (Esquema de Período Biblioteca Vieja MOP 55)	42
Figura # 14 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja MOP 55).....	43
Figura # 15 (PMM Pórtico B´ Biblioteca Vieja MOP 55)	44
Figura # 16 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja MOP 55).....	44
Figura # 17 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS MOP 55).....	45
Figura # 18 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja MOP 67).....	47
Figura # 19 (Esquema de Período Biblioteca Vieja MOP 67)	50
Figura # 20 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja MOP 67).....	51
Figura # 21 (PMM Pórtico B´ Biblioteca Vieja MOP 67)	52
Figura # 22 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja MOP 67).....	52
Figura # 23.....	54
Figura # 24 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001).....	56
Figura # 25 (Esquema de Período Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001).....	59
Figura # 26 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)	61

Figura # 27 (PMM Pórtico B´ Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001).....	61
Figura # 28 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001).....	62
Figura # 29 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001).....	63
Figura # 30 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001).....	63
Figura # 31 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)	66
Figura # 32 (Columna C-1 Reforzada).....	67
Figura # 33 (Columna C-12 Reforzada).....	68
Figura # 34 (Esquema Estructura Anexada).....	69
Figura # 35 (Esquema de Período Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)	73
Figura # 36 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001).....	75
Figura # 37 (PMM Pórtico B´ Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001).....	76
Figura # 38 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001).....	76
Figura # 39 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001).....	78
Figura # 40 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)	81
Figura # 41 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001).....	82
Figura # 42 (Esquema de Período Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)	86
Figura # 43 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001).....	88
Figura # 44 (PMM Pórtico B´ Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001).....	89
Figura # 45 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001).....	89
Figura # 46 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001).....	91

Figura # 47 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001)	91
Figura # 48 (Fallas en Vigas ETABS COVENIN 1756-2001)	93
Figura # 49 (Labels Vigas ETABS COVENIN 1756-2001)	94
Figura # 50 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o=0,05g$ COVENIN 1756-2001)	102
Figura # 51 (Esquema de Período Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o 0,05g$ COVENIN 1756-2001)	105
Figura # 52 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001)	108
Figura # 53 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001)	109
Figura # 54 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o 0.05g$ COVENIN 1756-2001)	109
Figura # 55 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001).....	111
Figura # 56 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001)	111
Figura # 57 (Fallas en Vigas $A_o 0.05g$ ETABS COVENIN 1756-2001)	113
Figura # 58 (Esquema de Pórtico Diagonalizado AISC 360 y COVENIN 1756-2001)	117
Figura # 59 (Esquema de Período Pórtico Diagonalizado)	122
Figura # 60 (PMM Pórtico C Pórtico Diagonalizado COVENIN 1756-2001)	124
Figura # 61 (PMM Pórtico A Pórtico Diagonalizado AISC 360 y COVENIN 1756-2001)	126
Figura # 62 (PMM Pórtico B Pórtico Diagonalizado AISC 360 y COVENIN 1756-2001)	127
Figura # 63 (PMM Pórtico C Pórtico Diagonalizado COVENIN 1756-2001)	127
Figura # 64 (Información de Diseño de Columna ETABS AISC 360 y COVENIN 1756-2001).....	129
Figura # 65 (Esquema de Modelado Auditorio con Anexo COVENIN 1756-2001).....	133
Figura # 66 (Propiedades de Fig.58 SAP2000)	136
Figura # 67 (Esfuerzos S11 aplicados en el Muro)	137
Figura # 68 (Esquema de Período Auditorio COVENIN 1756-2001)	137

Figura # 69 (Esquema Aceros Requeridos ASt2 Horizontal SAP2000 COVENIN 1756-2001)	
.....	140
Figura # 70 (Esquema Aceros Requeridos ASt1 Vertical SAP2000 COVENIN 1756-2001)	
.....	140
Figura # 71 (Esquema de Modelado Auditorio sin Anexo COVENIN 1756-2001)	142
Figura # 72 (Propiedades de Fig.64 SAP2000)	144
Figura # 73 (Esfuerzos S11 aplicados en el Muro)	145
Figura # 74 (Esquema de Período Auditorio COVENIN 1756-2001)	145
Figura # 75 (Esquema Aceros Requeridos ASt2 Horizontal SAP2000 COVENIN 1756-2001)	
.....	148
Figura # 76 (Esquema Aceros Requeridos ASt1 Vertical SAP2000 COVENIN 1756-2001)	
.....	148

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICO # 1 (Diagrama de Interacción)	27
GRAFICO # 2 (Espectro de Diseño (R=1))	28
GRAFICO # 3 (Relación de Capacidad)	31
GRAFICO # 4 (Espectro de Diseño Equivalente a las Normas MOP 55)	41
GRAFICO # 5 (Detalle de Deriva ETABS MOP 55)	46
GRAFICO # 6 (Espectro de Diseño Equivalente a las Normas MOP 67)	49
GRAFICO # 7 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS MOP 67).....	54
GRAFICO # 8 (Detalle de Deriva ETABS MOP 67)	55
GRAFICO # 9 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)	58
GRAFICO # 10 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001).....	64
GRAFICO # 11 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001).....	64
GRAFICO # 12 (Espectro de Diseño Equivalente a las Normas COVENIN 1756-2001)...	72
GRAFICO # 13 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001).....	79
GRAFICO # 14 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001).....	79
GRAFICO # 15 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)	85
GRAFICO # 16 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001).....	92
GRAFICO # 17 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001).....	92
GRAFICO # 18 (PMM Columna 6 Piso 1 UDCon4).....	100
GRAFICO # 19 (Espectro de Diseño $A_0=0.05g$ COVENIN 1756-2001)	104
GRAFICO # 20 (Detalle de Diagrama de Interacción $A_0=0.05g$ ETABS MOP 67).....	112
GRAFICO # 21 (Detalle de Deriva ETABS $A_0=0.05g$ COVENIN 1756-2001).....	112
GRAFICO # 22 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)	120
GRAFICO # 23 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001)...	125
GRAFICO # 24 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001).....	130
GRAFICO # 25 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)	135
GRAFICO # 26 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)	143

INDICE DE TABLAS

TABLA # 1 (Secciones y Aceros Colocados de Columnas).....	38
TABLA # 2 (Secciones y Aceros Colocados de Vigas).....	39
TABLA # 3 (Porcentaje de Participación de Cargas MOP 55).....	42
TABLA # 4 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales MOP 55).....	46
TABLA # 5 (Porcentaje de Participación de Cargas MOP 67).....	50
TABLA # 6 (Resultado de Fallas Columnas PMM MOP 67).....	53
TABLA # 7 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales MOP 67).....	55
TABLA # 8 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)	60
TABLA # 9 (Corte Basal Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)	60
TABLA # 10 (Resultado de Fallas Columnas PMM COVENIN 1756-2001).....	62
TABLA # 11 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)	65
TABLA # 12 (Resultado Reacciones Columnas Techo Nuevo por Peso Propio).....	70
TABLA # 13 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)	74
TABLA # 14 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)	74
TABLA # 15 (Resultado de Fallas Columnas PMM COVENIN 1756-2001).....	77
TABLA # 16 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)	80
TABLA # 17 (Resultado Reacciones Columnas Techo Nuevo por Peso Propio).....	83
TABLA # 18 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)	87
TABLA # 19 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)	87
TABLA # 20 (Resultado de Fallas Columnas PMM COVENIN 1756-2001).....	90
TABLA # 21 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)	93
TABLA # 22 (Vigas con Fallas a Flexión COVENIN 1756-2001)	94
TABLA # 23 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Centro).....	95
TABLA # 24 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en Inicio).....	96
TABLA # 25 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en Final)	97
TABLA # 26 (Vigas con Fallas a Corte COVENIN 1756-2001).....	98
TABLA # 27 (Chequeo de Acero por Corte en Vigas en el Centro COVENIN 1756-2001)	98

TABLA # 28 (Chequeo de Acero por Corte en Vigas en el Inicio COVENIN 1756-2001)	99
TABLA # 29 (Chequeo de Acero por Corte en Vigas en el Final COVENIN 1756-2001).	99
TABLA # 30 (Viga/Columna COVENIN 1756-2001)	101
TABLA # 31 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)	106
TABLA # 32 (Corte Basal $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001).....	107
TABLA # 33 (Resultado de Fallas PMM Columnas $A_o 0.05g$ COVENIN 1756-2001) ...	110
TABLA # 34 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001).....	113
TABLA # 35 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Inicio $A_o=0.05g$).....	114
TABLA # 36 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Centro $A_o=0.05g$)	114
TABLA # 37 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Final $A_o=0.05g$).....	115
TABLA # 38 (Vigas con Fallas a Corte $A_o 0.05g$ COVENIN 1756-2001).....	115
TABLA # 39 (Viga/Columna $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001)	116
TABLA # 40 (Fuerzas Aplicadas del Techo).....	118
TABLA # 41 (Secciones Definidas Pórtico Diagonalizado).....	120
TABLA # 42 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)	122
TABLA # 43 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)	123
TABLA # 44 (Fallas de PMM Columnas de Concreto COVENIN 1756-2001)	124
TABLA # 45 (Fallas de PMM Columnas Compuestas AISC 360 y COVENIN 1756-2001)	128
TABLA # 46 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001).....	130
TABLA # 47 (Fallas Vigas de Acero ETABS AISC 360 y COVENIN 1756-2001).....	131
TABLA # 48 (Fallas Brazos de Acero ETABS AISC 360 y COVENIN 1756-2001).....	132
TABLA # 49 (Secciones del Pórtico).....	134
TABLA # 50 (Secciones de Muros).....	134
TABLA # 51 (Porcentaje de Participación de Carga SAP2000 COVENIN 1756-2001) ..	138
TABLA # 52 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)	139
TABLA # 53 (Fallas de Vigas de Concreto SAP2000 COVENIN 1756-2001)	141
TABLA # 54 (Porcentaje de Participación de Carga SAP2000 COVENIN 1756-2001) ..	146
TABLA # 55 (Corte Basal COVENIN 1756-2001).....	147

TABLA # 56 (Chequeo de acero Vigas de Concreto Techo SAP2000 COVENIN 1756-2001)
..... 149

SINOPSIS

En el presente trabajo, se fijó como objetivo definir la metodología para el análisis estructural del edificio de la Biblioteca Vieja, que cuenta con 14000 metros cuadrados, conformado por dos edificios unidos mediante juntas de dilatación, uno de ellos es la biblioteca central que tiene 6 pisos y el auditorio, ubicados en el sector de Montalbán, del Distrito Capital, con el fin de verificar si el cambio de uso es viable o no. Los instrumentos usados para el estudio fueron los programas de Diseño estructural ETABS para la biblioteca central y SAB para el auditorio. Los resultados obtenidos fueron que el edificio no pudo ser analizado con el Nivel de Diseño (ND) esperado por las deficiencias que tenía, ya que para el año en el que fue construido no se contaba con tantas exigencias por desconocimiento del comportamiento de las estructuras al momento de un sismo, razón por la cual se analizó la estructura con ND1, por otra parte se redujo la aceleración del suelo en busca de que la respuesta de la estructura mejorara. Por tal motivo se concluye que el edificio presenta fallas estructurales que se deben tomar en cuenta y se recomienda un estudio adicional que analice posibles soluciones o refuerzos estructurales que mejoren su comportamiento.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil en esencia, se ha ocupado del diseño y construcción de grandes obras de Infraestructura como edificaciones, obras hidráulicas y transporte. En la actualidad se percibe un concepto más amplio, orientado además a la gestión de sistemas urbanos y rurales, siendo capaces de tratar aspectos como la prevención de desastres, control de tráfico, manejo de recursos hídricos, manejo y disposición de desechos y todas aquellas actividades que contribuyan al bienestar de la solución, es decir, el ingeniero civil es capaz de buscar la mejor y más eficiente solución a los problemas de las comunidades.

Entre las ramas de la Ingeniería Civil tenemos la Ingeniería Estructural, que es la que se encarga del cálculo y diseño de las estructuras, cuya finalidad es la de realizar estructuras seguras, funcionales y resistentes, que sean capaces de resistir las solicitaciones de diseño. En Venezuela, los primeros indicios de la Ingeniería Estructural se ubican en el año 1838, cuando el director de la Academia militar de Matemáticas Juan Manuel Cajigal, pudo comenzar a enseñar a sus alumnos Diseño de Puentes Colgantes, lastimosamente en el año de 1841 ya no pudo continuar con esta labor. Posteriormente, con la creación del Colegio de Ingenieros de Venezuela en 1861, y la creación del Ministerio de Obras públicas en 1874, la realidad de un país en crecimiento despertó la inquietud por aprender y dar solución a los problemas estructurales que se estaban presentando en esa época.

La Ingeniería Estructural en su concepción vela también por el aprovechamiento de los recursos, actualmente en pro de la optimización de los mismos, se rehabilitan edificaciones para usos distintos a los de su diseño, como por ejemplo, un edificio de Oficinas a un edificio de Vivienda, tomando en cuenta las características sismorresistentes iniciales para verificar que el cambio sea viable o no, ya que puede ser que la edificación no sea capaz de resistir las nuevas solicitaciones, pudiendo recurrir a refuerzos que mejoren su comportamiento.

En el año 2013 España, "...inmersa en una crisis económica, implemento planes de reacondicionamiento y rehabilitación de su cartera inmobiliaria con la finalidad de racionalizar y optimizar el Patrimonio del Estado. Generando potenciales fuentes de trabajo y haciendo un mejor uso de los mismos, según el Periódico". (El Confidencial. España).

En este sentido el presente trabajo surgió la necesidad de reacondicionar un edificio existente para un uso distinto al de su diseño, por ello se propuso el análisis de La Biblioteca Vieja de la Universidad Católica Andrés Bello según las Normas Venezolanas para la Construcción de Edificaciones, con la finalidad comprobar que el cambio de uso fuera posible, verificando que la estructura con las modificaciones realizadas cumpliera con lo establecido en las Normas Actuales Sismorresistentes, de acero y concreto.

Con el pasar del tiempo las Normas para la Construcción de Edificaciones se modifican en respuesta a la evolución del hombre, su estilo de vida, comportamiento y su interacción con el medio ambiente, día tras día cambia y se adelanta, por ello en búsqueda de este desarrollo intelectual, se investiga cada vez mejor el comportamiento de las Estructuras ante la inminente acción de fuerzas externas, tales como los sismos, evolucionando favorablemente hacia la importancia de la previsión de un inminente colapso de las mismas.

La Norma COVENIN de 1947 es reemplazada por la Norma para el Cálculo de Edificaciones de 1955, en vista de los daños producidos por el sismo de El Tocuyo. Posteriormente, la Norma de 1955 da paso a la Provisional de 1967 en virtud del sismo de Caracas del mismo año. En ese momento, producto de ese suceso se fijó como objetivo desarrollar una Norma más completa, lo cual vino a concretarse en 1982 en la vigente Norma "Edificaciones Antisísmicas", COVENIN 1756 patrocinada por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), mediante una Comisión Redactora específica.

Durante los últimos años en un trabajo lento pero sostenido, con el objetivo general de reducción de los riesgos sísmicos en el país, FUNVISIS ha venido desarrollando la evaluación y mejoramiento de dicha Norma. En este sentido se puede notar que estos fines

de renovación normativa son previos a la ocurrencia del terremoto del 1967, hecho que enluto al país.

El análisis de la estructura conformada por 2 edificios, la parte de biblioteca y el auditorio, se realizara con las normas de 1955 Norma para el Cálculo de Edificios 1955 para la estructura original, posteriormente se analizaran los mismos edificios con las Normas 1753 Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural y 1756: 2001 Edificaciones Sismorresistentes y 341-16 ISC Especificaciones ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero, para la parte de acero correspondiente a la remodelación y ampliación del edificio, con la finalidad de verificar el cambio de uso y generar las recomendaciones pertinentes.

Para mejor comprensión, este estudio se conforma por cinco Capítulos:

- ❖ Capítulo I “El Problema”, se tuvo la necesidad de evaluar el comportamiento del Edificio de Biblioteca Vieja, debido a la necesidad de cambiar su uso en la actualidad, por tal motivo fue necesario verificar que esto fuera factible.
- ❖ Capítulo II “Marco Teórico”, en este segmento se habló de las normas venezolanas que se usaron para el estudio, algunos conceptos relevantes, teorías y bases teóricas que se usaron en el estudio.
- ❖ Capítulo III “Marco Metodológico”, se esquematizó la metodología seguida en el trabajo desde su inicio hasta el final.
- ❖ Capítulo IV “Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el estudio”, en este capítulo se describió de forma clara, todas las consideraciones y peculiaridades del edificio estudiado, que permitieron tomar decisiones como disminuir la aceleración del suelo y hacer el diseño con ND1, en busca de un mejor comportamiento de la estructura.
- ❖ Capítulo V “Conclusión y Recomendaciones”, en este capítulo se habló de las deficiencias que se identificaron en el edificio y se darán recomendaciones en cada caso.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Este capítulo comprende la formulación del problema objeto de estudio, sistematizando su presentación mediante un conjunto de preguntas y directrices de investigación. Seguidamente, se exponen los principales argumentos que justificaron el estudio, así como los objetivos generales y específicos, su delimitación espacial y teórica, para finalmente enumerar las limitaciones presentadas durante el desarrollo investigativo.

Desde algunos años, Venezuela se ha inmerso en una crisis económica que dificulta la adquisición del material necesario para la construcción de estructuras, lo que llevo a buscar alternativas que permitieran optimizar los recursos, una solución fue reacondicionar y rehabilitar estructuras existentes cuyas condiciones sean aptas para este proceso.

La Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) fundada en 1953, como una de las primeras dos universidades privadas del país, contaba únicamente con dos facultades Ingeniería y Derecho, posteriormente en 1956, se sumó la Facultad de Economía, luego esta tendencia de desarrollo y diversificación fue incrementándose en pro de abarcar más especialidades según el crecimiento del país, contando cada vez con una población estudiantil, docente, administrativa y obrero más grande.

La Biblioteca Central de la UCAB, fue fundada también en el año 1953 pero no se encontraba en la Universidad, posteriormente en el año 1965 se muda a la sede actual en la misma, donde presto servicio a incontables alumnos, profesores y público en general, la misma comenzó a quedarse pequeña para la demanda que tenía, razón por la cual se necesitó de un espacio más grande que diera albergue a toda la bibliografía en crecimiento y a los usuarios que gozaban de los servicios que prestaba la misma.

El director de la Nueva Biblioteca el profesor Emilio Piriz Pérez, para el diario Caracasportatil, el 4 de Agosto (Año desconocido) dijo:

“Era necesario construir otra sede debido a la falta de espacio para los libros y para los alumnos. Con cientos de jóvenes que se inscriben semestralmente en la UCAB, la demanda supera a la oferta, por lo tanto, era necesario buscar una alternativa para que la calidad educacional aumentara y que mejor forma de hacerlo que inaugurando un nuevo recinto para la promoción del conocimiento y la investigación”

A fin de solucionar el problema de espacio, se decidió construir la Biblioteca Nueva unida a la Vieja mediante juntas de dilatación, lo que permite incrementar el espacio de almacenaje de libros, oficinas y espacios de estudio. Definiendo la Biblioteca vieja como Centro Cultural, comprendido mayormente por los departamentos vinculados a las carreras humanísticas.

En este sentido, al cambiar de uso el Edificio Viejo de Biblioteca a Oficinas se requiere de un Análisis estructural, para corroborar que el comportamiento de la estructura ante las nuevas solicitaciones o un eventual sismo sea apto para su funcionamiento, según las Normas 1753 Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural y 1756: 2001 Edificaciones Sismorresistentes.

El edificio en estudio se construyó en el año 1965, con “Normas para el Cálculo de Edificios” del año 1955, en la cual no había mayor detalle de los aspectos Sismorresistentes contemplados en La Parte II CARGAS Y SOBRECARGAS (M.O.P. – ED. II- 55) en el Capítulo II. Artículo 7 “Acciones de los Movimientos Sísmicos”, ya que para la época, en el país no se había manifestado un fenómeno sísmico importante que motivara a un estudio más minucioso del comportamiento de las estructuras ante estas solicitaciones. “...los edificios, estructuras y sus partes constituyentes, situados en la zona B y C indicadas en el mapa adjunto (fig.16) serán proyectados y construidos para resistir el efecto de los movimientos sísmicos

(*)” Norma 1955, p. 164. Sabiendo que “...(*) Especial cuidado se dará al proyecto y construcción de los edificios destinados a reuniones públicas, tales como escuelas, colegios, templos, teatros, mercados, tribunas, cubierta, auditorios, etc.” Norma 1955, p.164.

Consecutivamente, las modificaciones que se le realizaron al edificio iniciaron en el año 2013 bajo los lineamientos de las normas COVENIN 1756-1:2001, COVENIN 1753-2:2001 y la Norma Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero, en las cuales se ve una diferencia marcada en el ámbito Sismorresistente, en pro de buscar mejorar el comportamiento de los edificios ante un potencial fenómeno sísmico, en este sentido, se necesitó de un análisis estructural que permitiera verificar si era posible o no el cambio de uso del edificio.



Figura # 1 (Biblioteca vieja)



Figura # 2 (Biblioteca vieja)



Figura # 3 (Remodelación Biblioteca Vieja y Nueva)



Figura # 4 (Remodelación Biblioteca Vieja y Nueva)



Figura # 5 (Biblioteca Vieja remodelada)

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Analizar el comportamiento estructural del antiguo edificio de Biblioteca Central de la Universidad Católica Andrés Bello, ante el cambio de solicitaciones para convertirlo en un edificio de Oficinas, según las Normas Venezolana COVENIN 1756-1:2001A “Edificaciones Sismorresistentes” y COVENIN 1753-1 “Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural”.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones necesarias, según las Normas Venezolanas, para realizar el análisis estructural del edificio de Biblioteca Central ubicado en Zona Sísmica 5, para el cambio de uso.
- Analizar el comportamiento de la obra según las solicitaciones determinadas por el nuevo tipo de uso, mediante el montaje de análisis dinámico
- Analizar los resultados obtenidos, comparándolos con los requisitos de las Normas Venezolanas para determinar si el nuevo cambio de uso es factible.
- Establecer las condiciones favorables para el cambio de uso según las Normas Venezolanas COVENIN 1756-1:2001A, COVENIN 1753-1:2001

1.3. Justificación

La investigación desarrollada se basó en dos aristas importantes:

- Toda estructura debe ser construida siguiendo lo especificado en las Normas COVENIN Venezolanas, que tienen las condiciones mínimas para permitir que una estructura sea segura para todos sus usuarios.
- El edificio de Biblioteca Vieja al ser construido bajo lo establecido en las Normas de 1955, tiene condiciones y características que no cumplen con lo requerido en la actualidad, razón por la cual es necesario identificar mediante el Análisis Estructural las deficiencias que tiene la estructura, con la finalidad de proponer algunas posibles soluciones.

1.4. Alcance y Delimitaciones

La investigación acometida tuvo como contexto el análisis estructural del Edificio de Biblioteca Vieja ubicado en el Distrito Capital, en el Sector de Montalbán III, para evaluar su comportamiento según las COVENIN 1756-1:2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO, COVENIN 1753-1:2001 ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES ANALISIS Y DISEÑO.

La realización de esta investigación se vio limitada por las normas Venezolanas antes mencionadas, la zona sísmica 5 de Caracas, el tipo de suelo S2, los dos edificios que comprenden la Biblioteca Vieja, el cambio de uso de Biblioteca a Oficinas, el modelaje en los programas de SAP y ETABS según las características de cada edificio

1.5. Limitaciones

En el proceso de recolección de información necesaria nos limitó la falta de algunos detalles de la remodelación en el ámbito constructivos, de los materiales usados, secciones utilizadas, entre otros. Esto se debió principalmente a que muchas decisiones se tomaron en campo por los especialistas y no se documentaron, esto impidió la exactitud del estudio de la remodelación, sin embargo se estimó toda la información necesaria con la finalidad de que fuera lo más cercana a la realidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

El Capítulo que se reseña a continuación está estructurado básicamente por los siguientes aspectos: antecedentes de la investigación, antecedentes históricos, antecedentes legales y la exposición concepción y crítica de las principales bases teóricas que orientan el objetivo de estudio, las cuales versaron sobre tópicos referente al cambio de uso de edificios.

2.2. Investigaciones Previas

Es preciso destacar que ninguna de las investigaciones consultadas por los autores, plantea el Cambio de uso de una Edificación como su objetivo. No Obstante, los estudios revisados vinculados con el objeto de estudio, aportan insumos importantes que permiten visualizar dicha integración desde otra perspectiva

- Andrea I., Alvarado Rodríguez y Franco G., Furgujuele P. (2015). “Evaluación del refuerzo ejecutado a un edificio con planta irregular afectado por el sismo de Caracas de 1967 usando la norma sísmica vigente”. Universidad Católica Andrés Bello. Tutor: Ing. Maglione Di Guida, Pedro.
 - ❖ Objetivo: “Evaluar el reforzamiento ejecutado al edificio Balmoral, ubicado en los Palos Grandes, cuya planta irregular en forma de “H” se vio afectada por el sismo de Caracas del 29 de Julio de 1967, aplicando la Norma Sísmica Vigente”
- Centeno N., Nanneri y Cuevas P., Irene. (2003). “Evaluación de los cambios fundamentales en la norma 1753-2002 “NORMA VENEZOLANA DE

ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES, ANÁLISIS Y DISEÑO” respecto a la versión 1753-1985”. Universidad Católica Andrés Bello. Tutor: Velásquez, José Manuel.

- ❖ Objetivos: “Evaluación de los cambios fundamentales en la norma 1753-2002 “Norma Venezolana de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones”
- Vergada C., Gabriel E, (2016). “Análisis de un edificio aporticado de concreto armado usando las Normas Sísmicas de Venezuela y Chile”. Universidad Católica Andrés Bello. Tutor: Ing. Malaver, Alfonso.
 - ❖ Objetivos: “Realizar un análisis comparativo de un edificio aporticado de 12 niveles usando las normas sísmicas de Venezuela y Chile en términos de fuerzas laterales, cortes basales, momentos torsores, desplazamientos y porcentaje de acero en miembros seleccionados. El edificio seleccionado para este estudio es de concreto armado destinado a vivienda y fue diseñado usando las normas sísmicas de Venezuela (COVENIN 1756-2001)”
- Silva Machado, José Rafael. (2017). “Análisis y Diseño Sísmico de las Edificaciones de 1,2 y 4 niveles, a construir en zonas sísmica, con paredes portantes hechas de poliestileno expandido, mallas de acero galvanizado electrosoldado y concreto proyectado”. Universidad Católica Andrés Bello. Tutor: Ing. José Antonio Noriega H.
 - ❖ Analizar y diseñar una edificación de paneles de poliestileno expandido, mallas de acero galvanizado electrosoldado y concreto proyectado, en una zona de alta sismicidad”

- Andrés E., Rondón Andueza. (2011). “Sistema Estructural Tipo Túnel: Análisis de su comportamiento bajo acciones Sísmicas”. Universidad Católica Andrés Bello. Tutor: Ing. José Manuel Velazquez.
 - ❖ Objetivo: “Analizar el comportamiento de las estructuras tipo túnel cuando son sometidas a cargas Sísmicas”

- Alfonso Blanco, María Efigenia y Mata García, Juan Luis. (2016). Estudio de la Respuestas Sísmicas de dos edificios con igual estructura reparados en forma distinta usando la Norma COVENIN 1756-2001”. Universidad Católica Andrés Bello. Tutor: Ing. Pedro Maglione Di Guida.
 - ❖ Objetivo: “Comparar la respuesta sísmica de los edificios Covent Garden y Cypress Garden ubicados en la 4ta av. De los Palos Grandes afectados por el sismo de Caracas dev1967, usando los espectros de la Norma Sísmica COVENIN 1756-2001 y el de Microzonificación Sísmica realizada por FUNVISIS 2009”

2.3. Normas Venezolanas

La temática objeto de estudio exige revisar la normativa que regula la Construcción de Edificaciones, para garantizar que esta cumpla con los parámetros mínimos necesarios para su habitabilidad y seguridad.

En primera instancia se consultó el Capítulo II de las Normas para el Cálculo de Edificaciones 1955 que lleva por nombre “Cargas y Sobrecargas”, en este capítulo se habla de las cargas vivas y permanentes, de las sobrecargas, de la acción sísmica y las acciones del viento sobre las estructuras, buscando así tener un mejor entendimiento del comportamiento de los mismos ante las solicitaciones.

Posteriormente, se consultaron las normas actuales Venezolanas, tal como la Norma COVENIN 1756:2001-1, EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES. Parte 1: Articulado, en la cual el principal objetivo es disminuir lo más posible los daños esperados a los edificios luego de la actividad sísmica, pues prevé la construcción de edificaciones mejor capacitadas para disipar la energía que se produce por los sismos.

De la misma manera, se contó con el uso de la Norma 1753 ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES ANALISIS Y DISEÑO, Poniendo especial cuidado al Capítulo 18, “Prescripciones especiales para el diseño de elementos estructurales de edificaciones antisísmicas”, donde señala la separación máxima de los estribos a lo largo del miembro y en la zona confinada.

Finalmente, se consultó la Norma ESPECIFICACION ANSI/AISC 360-10 PARA CONSTRUCCIONES DE ACERO, específicamente el Anexo 5, “Evaluación de estructuras Existentes”, en lo concerniente a la remodelación de la Biblioteca vieja comprendida por el pórtico diagonalizado.

2.4. Fundamentos Teóricos

Anteriormente en Venezuela, no se consideraba la posibilidad de actividad sísmica de moderada o alta intensidad, razón por la cual no se estudiaba a profundidad este fenómeno y su incidencia sobre las estructuras, para aquel entonces solo se definían tres zonas sísmicas (Fig. 1), Caracas, identificada como Zona B, se consideraba una zona de regular frecuencia sísmica.

En la Norma de 1955 la parte sismorresistente y la de Concreto estaban unidas en una única unidad, uno de los cambios más importantes es que en la actualidad se cuenta con dos Normas que establecen por separado cada aspecto, en este sentido, se definió la Norma COVENIN 1756:2001, mostrando un mayor y mejor entendimiento sobre los fenómenos sísmicos, tal es así que se definieron 8 Zonas Sísmicas (Fig.8), contempladas desde la 0 (Bajo) hasta la 7 (Elevado), Caracas actualmente se ubica como zona sísmica 5 considerada con un peligro sísmico Elevado según la Norma 1756-2001.

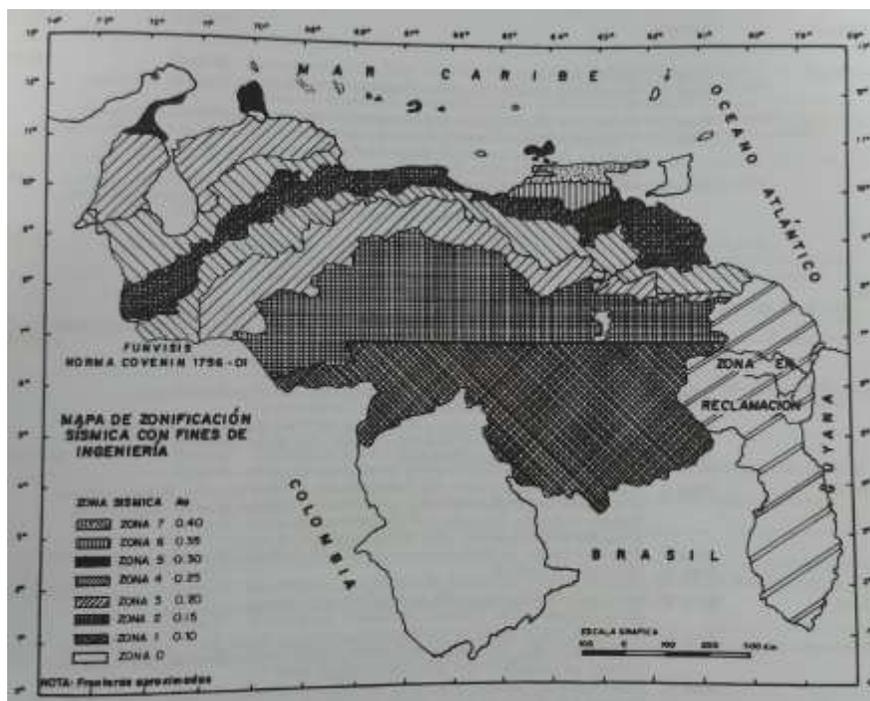


Figura # 7 (Zonificación COVENIN 1756:2001 Zonas Sísmicas. p.16)

Luego la Norma COVENIN 1753-87 “Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones Análisis y Diseño”, nos despliega distintos niveles de diseño según las características y necesidades de la edificación y como estudiar cada caso, entendiéndose por niveles de diseño al “...conjunto de prescripciones normativas asociados a un determinado factor de ductilidad, que se aplica en el diseño de los miembros del sistema resistente a sismo”

(COVENIN 1753-1987. p.8). Asimismo, en la actualidad tenemos mayor información de cómo trabajar la estructura a flexión y a corte.

Finalmente, al analizar la modificación realizada a la Biblioteca Vieja se utilizó la Norma de “Especificaciones ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero, siguiendo los lineamientos del ANEXO 5 “Evaluación de Estructuras Existentes” para estudiar el comportamiento del pórtico diagonalizado de la parte posterior del edificio.

2.4.1. Análisis Estructural

Se entiende por estructura como “... Conjunto de elementos cuya función es resistir y transmitir las cargas al suelo de apoyo” (COVENIN 1753-1987. p. 7) y estructura primaria a “...el sistema formado por elementos estructurales no removibles (pórticos, vigas, muros estructurales, etc.), destinados a resistir la totalidad de las cargas que actúan sobre la estructura” (COVENIN 1753-1987. p. 7). De este modo se puede entender que una estructura es una entidad física, concebida como la unión de un conjunto de cuerpos que interactúan entre sí para dar estabilidad al todo, manteniendo su forma, rigidez y cohesión, con el fin de recibir cargas, soportar esfuerzos y transmitirlos al suelo.

En esencia, en el presente análisis se determinará la capacidad de respuesta de una estructura ante las solicitaciones a las que se pueda ver sometida, entendiéndose por solicitaciones como las fuerzas internas aplicadas a la estructura, con el fin de lograr que el resultado sea un espacio seguro, funcional y económicamente viable. Esto se consigue estudiando la interacción de las cargas y fuerzas variables, permanentes y externas que interactúan con la misma.

En este sentido es necesario identificar los esfuerzos, tensiones y deformaciones en los miembros, ya que estos deben estar entre los rangos mínimos permitido por norma, de no

ser el caso se procede a proponer soluciones estructurales que mejoren el comportamiento de la Estructura

2.4.2. Concreto Reforzado

El concreto es un conglomerado de materiales que se obtiene al mezclar en ciertas proporciones cemento, arena, agregados, aditivos y agua, según sea los requerimientos que tenga el mismo, ya que de esas proporciones depende su resistencia. Por si solo el concreto tiene una buena resistencia a la compresión, sin embargo, no trabaja bien a la tracción ya que se agriete y posteriormente se rompa, por esta razón en búsqueda de una mejor respuesta se le agregaron refuerzos de acero, para mejorar este comportamiento.

Sin embargo estos refuerzos no se usan solo para mejorar la tracción, ya que también se colocan en la zona a compresión para mejorar la resistencia del elemento, reduciendo las deformaciones como consecuencia de la exposición a cargas en un tiempo prolongado, además de proporcionar confinamiento lateral al concreto esto indirectamente mejora el comportamiento a compresión

Cabe destacar, que los refuerzos de acero se aplican en forma de cabillas o mallas, que le dan rigidez al concreto en el comportamiento a tracción, torsión y compresión, inclusive a compresión, en elementos esbeltos mejoran el comportamiento de los mismos como por ejemplo las columnas. Aportando beneficios en su durabilidad y resistencia

2.4.3. Teoría Elástica

La teoría elástica en esencia nos habla de un rango en el que el cuerpo puede deformarse sin perder su forma original, es decir que al liberarlo de cargas este puede volver a su estado de inicio, esta teoría funciona para calcular esfuerzos y deformaciones que

presenta una estructura sometida a cargas de servicio. No obstante dicha hipótesis no puede definir la resistencia última de la estructura.

En este sentido, no se encuentra de lado de la seguridad, ya que es incapaz de determinar las cargas que provocan la rotura y así poder definir un coeficiente de seguridad para la estructura, sin embargo, se estudian los principios de esta teoría pues es la forma como trabaja el concreto ya que no es un elemento dúctil.

2.4.4. Teoría Plástica

A diferencia de la teoría Elástica, ésta estudia el rango no lineal de los materiales, donde los materiales presentan deformaciones permanentes con determinadas cargas aplicadas que superan el rango elástico, consiguiendo así definir las características que dan paso a la rotura, esta teoría también es conocida como “Diseño a la Rotura”.

Conociendo el estado de rotura del material, se pueden tomar factores de seguridad para controlar esto. Actualmente, si se diseña un elemento por esta teoría las dimensiones y cuantía de acero serán menores que al ser diseñadas por la Teoría Elástica, debido a que se necesita de mayores dimensiones y cuantía de acero para mantener el material en un rango Elástico ante un mismo esfuerzo.

2.4.5. Análisis Sismorresistente

Tiene como finalidad investigar y analizar el comportamiento estructural de las construcciones ante un sismo, buscando mejorar los diseños y prototipos, así como conseguir medidas correctivas a dichos modelos con el fin de minimizar los riesgos potenciales al colapso estructural ante estas solicitaciones.

Conforme a lo antes expuesto, a continuación se mostrara un esbozo de cómo se realizaban los análisis en las NORMAS PARA EL CALCULO DE EDIFICIOS 1955, NORMA PROVISIONAL PARA CONSTRUCCIONES ANTISISMICAS 1967, COVENIN 1756-1:2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO, COVENIN 1753-1:2006 PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL y la Norma Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero

➤ NORMAS PARA EL CALCULO DE EDIFICIOS 1955

Para este año el sismo en esencia es un fenómeno que produce fuerzas horizontales en diferentes direcciones, solo en casos como estadios, tribunas y estructuras que presenten grandes voladizos se considera la incidencia de las fuerzas verticales producidas por el sismo, bajo la figura de “sacudidas Sísmicas Verticales”, a continuación, se hará un esquema de cómo se calculaba el sismo en ambas direcciones para tener una idea más precisa.

La Fuerza sísmica se calculaba mediante la siguiente formula:

$$F = C * Q$$

F es el valor de la fuerza horizontal

C es un coeficiente dado en la Tabla Nro. 6, según la estructura en estudio

Q es la magnitud de la carga total

Sabiendo que el coeficiente C se calculara de la siguiente forma para edificaciones en conjunto:

TABLA Nº 6
VALORES DE C PARA LA ZONA B

Estructura considerada	Valor de C	Dirección de la fuerza
1) Estructura del edificio en conjunto.	0.30 <hr/> N + 4,5	En cualquier dirección; considerándose suficientemente aproximado estudiar acciones normales a las fachadas del edificio.

1. Figura # 8 (Tabla de coeficiente C. Norma 1955)

➤ NORMA PROVISIONAL PARA CONSTRUCCIONES ANTISISMICAS
1967

Luego del sismo del 67, se creó la Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas 1967, en ella a diferencia de la anterior Norma para la Construcción de Edificaciones 1955, las consideraciones sísmicas fueron aplicadas a todas las Estructuras que se construyeron a partir de ese momento, adicionalmente el coeficiente C se definió como la fuerza horizontal “T” que es aplicada en la base del edificio, el mismo para este momento no solo depende del tipo de edificación, sino también del tipo de suelo y de su uso como se muestra a continuación en la tabla 1 de la Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas 1967.

TABLA 1

Tipo de estructura	VALORES C			
	Depósitos Aluvionales (1)		Roca (2)	
	Uso del edificio		Uso del edificio	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
I	0,075	0,06	0,06	0,045
II	0,09	0,07	0,11	0,085
III	0,15	0,12	0,15	0,10

Figura # 9 (Tabla de Coeficiente “C” Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas 1967. p.12)

➤ COVENIN 1756-1:2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES
PARTE 1: ARTICULADO

Finalmente con el pasar de los años y la implementación de nuevas teorías y tecnologías, se crea la Norma COVENIN 1756-2001, para este momento el Coeficiente de Fuerza Horizontal C desaparece, actualmente hay métodos estáticos equivalentes y hay métodos dinámicos, el método que se utilizara será el de “Análisis Dinámico Espacial de Superposición Modal con tres grados de Libertad por Nivel”. Este procedimiento se basa en “...el acoplamiento de las vibraciones traslacionales y torsionales de las edificaciones y considera tres grados de libertad para cada nivel” (COVENIN 1756-2001A. p.51).

Siguiendo la respuesta dinámica del estudio de modos de vibración (N_3) se logrará a través de la siguiente igualdad $N_3=3N_1$, donde el número de modos es N_1 , este valor se consigue de las siguientes ecuaciones según sea el caso

a) Para Edificios con menos de 20 pisos:

$$N_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{T_1}{T^*} - 1.5 \right) + 3 \geq 3$$

b) Para Edificios con 20 pisos o más:

$$N_1 = \frac{2}{3} \left(\frac{T_1}{T^*} - 1.5 \right) + 4 \geq 4$$

Se chequea el corte basal V_o aplicando $V_o = \mu A_d W$, tal que en un periodo de $T=1,6T_a$, consiguiendo $\overline{V_o}$, finalmente se hace la siguiente comparación:

Si $V_o < \overline{V_o}$ se diseña con un factor igual a $V_o / \overline{V_o}$

➤ COVENIN 1753-1:2006 PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL

En esta Norma se especifican las características de los estribos, empalmes, aceros en el nodo, como debe comportarse la estructura a corte y flexión. Además de que cuenta en su Capítulo 18 con “REQUISITOS ADICIONALES PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE”, lo que nos describe cómo deben ser las especificaciones de acero y concreto para un edificio de ND1, ND2 y ND3

2.4.5.1. Requisitos Sismorresistentes:

Basados en el Capítulo 18 “Requisitos adicionales para el Diseño Sismorresistente”, se describirán a continuaciones componentes indispensables para la construcción de una edificación de tales características para un Nivel de Diseño ND3:

2.4.5.1.1 Nivel de Diseño 3 (ND3):

“...segura una adecuada secuencia de rotulas plásticas para permitir una gran disipación de energía” (Diseño y detallado de Miembros y Conexiones en Edificaciones 163. Tema 10.p.1), es el nivel de diseño cuyos requisitos y detalles son más estrictos, con el fin de ser capaz de soportar sismos de gran intensidad

2.4.5.1.2. Miembros Solicitados a Flexión (Vigas):

- La Fuerza de compresión axial no puede exceder de $0,1 A f'_c$.
- La Luz libre L_n , será por lo menos cuatro veces su altura total
- La relación Ancho/alto de la sección transversal será mayor o igual que 0,3. La altura de la viga será mayor o igual a 15 veces el diámetro de la mayor barra longitudinal de la columna donde se apoya.
- La anchura mínima es de 25 cm.
- La anchura máxima no debe exceder la anchura del miembro que le sirve de soporte medido en un plano perpendicular al eje longitudinal de la viga, más una distancia, a cada lado, no superior al 75% de la altura total de la viga.
- Cuando la anchura de la viga sea mayor que la de la columna que le sirve de apoyo, la profundidad de la columna será al menos 24 veces el diámetro de la mayor barra longitudinal de la viga fuera del núcleo.
- En cualquier sección de un miembro flexionado, el área de acero de esfuerzo mínimo en los lechos superiores e inferiores, se calculara con una de las siguientes formulas:

$$A_{s,min} = \frac{0,79\sqrt{f'c}}{f_y} b_w * d \text{ Para } f'c \geq 315 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A_{s,min} = \frac{14}{f_y} b_w * d \text{ Para } f'c < 315 \text{ kgf/cm}^2$$

- La cuantía max $\rho_{max} \leq 0.025$.
- El diseño del Refuerzo Transversal, a cada lado de la sección en donde se considere probable que ocurra la cedencia por flexión, a consecuencia de los desplazamientos laterales inelásticos en la estructura, se debe tomar en cuenta una longitud de confinamiento (L_{cf}). A continuación se muestra la tabla 18.34 de la norma donde se especifican las condiciones a tomar en cuenta:

TABLA 18.3.4 LONGITUD DE CONFINAMIENTO, L_{cf}

L_n/h	L_{cf}
≤ 4	h
$4 < L_n/h \leq 10$	$\frac{h}{6} \left(\frac{L_n}{h} + 2 \right)$
> 10	2h

En las zonas confinadas, los estribos deben ser cerrados y su separación s , no debe exceder el menor de los valores siguientes:

1. $d/4$.
2. 8 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro.
3. 24 veces el diámetro del estribo.
4. 30 cm.

En las zonas no confinadas, y a menos que el diseño por corte resulte más exigente, se colocará acero de refuerzo transversal mínimo con una separación no mayor que $0,5d$.

Figura # 10 (Longitudes de Confinamiento. Norma 1753)

2.4.6. Análisis Dinámico:

Este Análisis se hace para determinar las acciones que se producen en una estructura producto de las deformaciones y desplazamientos propios de la misma, buscando estudiar las fuerzas, desplazamientos, velocidades y momentos producto de estos agentes externos para generar factores de seguridad en las edificaciones, estando de lado de la seguridad, eficiencia, economía y trabajabilidad.

2.4.7. Resistencia

La resistencia de un elemento está dada por la capacidad que tiene de resistir cargas sin llegar a la rotura o colapso.

2.4.8. Rigidez:

En el aspecto físico está asociada a la falta de elasticidad o capacidad de movimiento, en este sentido "...la resistencia a la deformación de un miembro o estructura medida como la razón entre la fuerza aplicada (o momento) dividida por el correspondiente desplazamiento (o rotación) Stiffnes." (Norma ANSI/AISC 360-10.p.61). Finalmente se puede decir que es la capacidad que posee un elemento de resistir esfuerzos sin deformarse.

2.4.9. Casos de Carga:

Son distribuciones espaciales de fuerzas específicas, desplazamientos, temperaturas y otros efectos que actúan en las estructuras. Produciendo desplazamientos y deflexiones de las mismas. En este estudio se utilizaran las siguientes cargas:

2.4.9.1. Carga Permanente (DEAD):

Es la que se produce debido “...al peso propio de la estructura y de todos los materiales o elementos constructivos soportados por ella en forma permanente, tales como pavimentos, rellenos , paredes, frisos, instalaciones fijas, etc” (COVENIN 1753-1987. p.5)

2.4.9.2. Carga Variable (LIVE):

Es la carga que se genera “... debido a la ocupación o uso habitual de la estructura, incluyendo de los tabiques removibles y las grúas móviles” (COVENIN 1753-1987. p.5)

2.4.9.3. Sismo:

Es una carga que depende de las fuerzas sísmicas aplicadas según el Espectro de Diseño.

2.4.10. Frecuencia Sísmica

Es la cantidad de oscilaciones o movimientos que ocurren en una unidad de tiempo

2.4.11. Período

Es el tiempo que tarda una vibración estructural en realizar una oscilación o movimiento, está asociado al primer modo de vibración. El Periodo fundamental, es aquel de mayor duración por lo que introduce mayor daño a las estructuras ya que origina desplazamientos más grandes

2.4.12. Fy

Es la resistencia cedente de un material, el esfuerzo cedente es el que produce deformaciones específicas, permanentes y limitadoras en los materiales.

2.4.13. Módulo de Elasticidad

Es un parámetro que describe el comportamiento elástico de un elemento de acero o concreto, en el caso del acero se tomó constante con un valor de 2.1×10^6 kgf/cm², para el caso del concreto el módulo de elasticidad depende del f'_c y su fórmula es $15100\sqrt{f'_c}$

2.4.14. Peso Específico

Es la relación entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia determinada.

2.4.15. Factores De Seguridad

Es la relación entre la capacidad máxima y los requerimientos reales del sistema estudiado, los factores de seguridad usados son los siguientes:

2.4.15.1. Φ Momento ultimo flexión en viga= 0.9

2.4.15.2. Φ Tensión Controlada= 0.9

2.4.15.3. Φ Corte y Torsión= 0.9

2.4.15.4. Φ Corte Sísmico= 0.9

2.4.16. Nivel de Diseño

Representa "...conjunto de requisitos normativos asociados a un determinado factor de reducción de respuesta, que se aplica en el diseño de miembros del sistema resistente a sismo, tipificados en esta Norma" (COVENIN 1756-2001. p.6).

2.4.17. Pórtico Diagonalizado

Son “...Sistemas tipo celosía vertical o equivalentes, dispuestos para resistir las acciones sísmicas y en los cuales los miembros están sometidos principalmente a fuerzas axiales” (COVENIN 1756-2001. p.6)

2.4.18. Diagrama de Interacción

Son una interpretación gráfica del comportamiento de una sección de columna ante las solicitaciones aplicadas, muestra cuanto resisten a compresión pura, compresión y flexión y flexión pura. A continuación se muestra un ejemplo del diagrama de interacción:

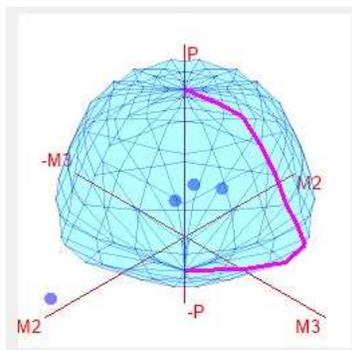


GRAFICO # 1 (Diagrama de Interacción)

2.4.19. Espectro de Respuesta

Presenta la “...Respuesta máxima de oscilaciones de un grado de libertad y un mismo coeficiente de amortiguamiento, sometidos a una historia de aceleraciones dada, expresada en función del periodo”. (COVENIN 1756-2001. p.6)

2.4.20. Espectro de Diseño

Partiendo de Acelerogramas, transforma la información en un gráfico que refleja la Aceleración del Suelo en función de la Aceleración vs un Periodo de una estructura aplicando un factor de reducción de respuesta (R)

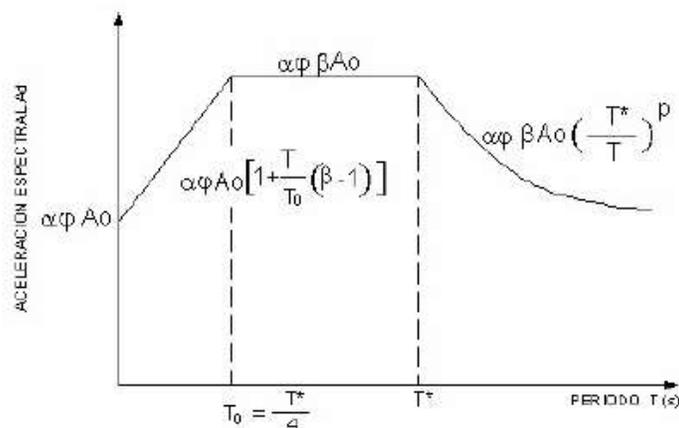


GRAFICO # 2 (Espectro de Diseño (R=1))

2.4.21. Factor de Reducción de Respuesta (R)

Es aquel "... que divide las ordenadas del espectro de respuesta elástica para obtener el espectro de diseño" (COVENIN 1756-2001^a, p.5), este factor representa la ductilidad del edificio y la redundancia de miembros que tiene una estructura. A Continuación se anexan los cuadros de los Factores de Reducción según el tipo de estructura:

FACTORES DE REDUCCIÓN R

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

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE ACERO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCION 6.3.1)				
	I ⁽¹⁾	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0 ⁽²⁾	5.0	4.0	6.0 ⁽³⁾	2.0
ND2	4.5	4.0	-	-	1.5
ND1	2.5	2.25	2.0	-	1.25

- (1) Para sistemas con columnas articuladas en su base el valor de R será multiplicado por 0.75
- (2) En pórticos con vigas de celosía se usará 5.0 limitado a edificios de no más de 30 metros de altura
- (3) En aquellos casos donde la conexión viga colectora-columna sea del Tipo PR, según la Norma COVENIN 1618-98, úsese 5.0.

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS MIXTAS ACERO-CONCRETO				
	TIPO DE ESTRUCTURA (SECCIÓN 6.3.1)				
	I	II	III	IIIa	IV
ND3	6.0	5.0	4.0	6.0 ⁽¹⁾	2.0
ND2	4.0	4.0	-	-	1.5
ND1	2.25	2.50	2.25	-	1.0

Para muros estructurales reforzados con planchas de acero y miembros de borde de sección mixta acero-concreto, úsese 5.0

Figura # 11 (Factor de Reducción “R”. COVENIN-MINDUR 1756-2001 Edificaciones Sismorresistentes. p.29)

2.4.22. Modos de Vibración.

Es un análisis que evalúa la participación de las masas en los movimientos horizontales, verticales y traslacionales, producto de la interacción de las estructuras con el sismo, según la Norma COVENIN 1756-2001 “Edificaciones Sismorresistentes Parte 1: Articulado” para mayor exactitud en el análisis estructural es recomendable que “.... El Numero de modos garantice la sumatoria de las fuerzas participativas de los primeros N

modos exceda el noventa por ciento (90%) de las masas totales del edificio, para cada una de las direcciones de análisis”

2.4.23. SAP

Representa las siglas en Alemán “Systeme Anwendungen und Produkte” que significa en español “Sistemas, Aplicaciones y Productos”, es un sistema de planificación de los recursos o Sistema ERO (Enterprise Resource Planning), en la parte estructural funciona para modelar todo tipo de estructuras y evaluar si desempeño.

2.4.24. ETABS

Sus siglas significan “Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems” lo cual significa en español (Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones), este software es capaz de modelar cualquier edificación, evaluando su comportamiento según sea el caso.

2.4.24.1. Errores arrojados en el modelaje del Edificio de Biblioteca Vieja en ETABS:

2.4.24.1.1.(O/S #5) Error por Pandeo de Euler:

El pandeo de Euler es el que se genera en las columnas cuya fuerza aplicada produce en ella pandeo, es decir, el pandeo es un estado límite que se produce por una inestabilidad elástica producto de una carga crítica.

2.4.24.1.2. (O/S #35) Error por PMM (Relación de Capacidad):

En el diagrama de interacción se pueden estudiar la acción de las combinaciones de carga específica, mediante un gráfico, en el cual

se ubica la acción de esta combinación sobre el miembro y un plano del diagrama, este gráfico muestra la relación que existe entre la carga actuante y la carga resistente del miembro estudiado que debe ser inferior a uno, de lo contrario quiere decir que dicho segmento no tiene la capacidad de soportar esta carga, viéndose comprometido su comportamiento. A continuación se muestra un ejemplo de lo antes mencionado:

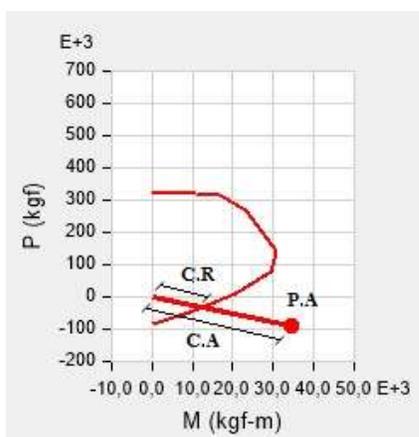


GRAFICO # 3 (Relación de Capacidad)

$$\frac{\text{Carga Actuante (C.A)}}{\text{Carga Resistente (C.R)}} \leq 1$$

2.4.24.1.3. (O/S # 45) Error en la Relación Corte-Torsión:

Consiste en que la sumatoria del corte y torsor actuante supera lo que resiste la sección por norma esto se verifica a través de la siguiente ecuación:

$$\sqrt{\left(\frac{Vu}{b * d}\right)^2 + \left(\frac{Tu * Pu}{1,7 * Aoh^2}\right)^2} > \frac{Vc}{b * d} + 2,12 * \sqrt{f'c} * (2,65 * \sqrt{f'c})$$

$$Aoh = Xo * Yo$$

$$Ph = 2 (Xo + Yo)$$

Cuando se cumple esta igualdad quiere decir que hay que aumentar la sección, pues la existente no es capaz de resistir las solicitaciones a las que se está viendo sometida.

2.4.24.1.4. (O/S # 3) Falla por Corte Máximo:

Sucede cuando el corte actuante es mayor al resistente por ende hay que aumentar la sección, se verifica de la siguiente forma:

$$Vs \leq 2,1 * \sqrt{f'c} * b * d$$

2.4.24.1.5. (O/S # 2) Fallas por Flexión en Vigas:

Según la teoría de rotura en vigas el “C” calculado es mayor al “C” de 3/8 de “d” se debe cambiar la sección

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo Cuantitativa, Descriptiva y Explicativa, en virtud de que se generaron datos o información numérica, que permiten analizar el comportamiento del Edificio de Biblioteca Vieja de la UCAB, ante el cambio de uso realizado, posteriormente se explicarán las conclusiones y recomendaciones logradas, enmarcado siempre en el aspecto Sismirresistente.

3.2 Diseño de la Investigación

- ✓ Se Revisaron y verificaron los planos estructurales y arquitectónicos del Edificio de Biblioteca Viejo UCAB
- ✓ Realizar el Modelaje en SAP 2000 versión 19.1.0 y ETABS versión 16.2 de los edificios que comprenden la Biblioteca Vieja UCAB, es decir, el Auditorio y la Biblioteca, con la información plasmada en los planos.
- ✓ Ejecutar el Estudio estructural mediante el Método de Análisis Dinámico Espacial de Superposición Modal con Tres Grados de Libertad por Nivel.
- ✓ Verificar los resultados con las NORMAS PARA EL CALCULO DE EDIFICIOS 1955, NORMA PROVISIONAL PARA CONSTRUCCIONES ANTISISMICAS 1967, COVENIN 1756-1:2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO, NORMA 1753-87 ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES ANALISIS Y DISEÑO y la Norma Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero, buscando verificar que estén dentro del margen de la seguridad.
- ✓ Finalmente generar las conclusiones y recomendaciones necesarias, para que la edificación sea apta para su uso y segura para los usuarios ante un Sismo

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos son un conjunto de herramientas que permiten obtener información necesaria, en este caso, por parte del programa utilizado, para la evaluación de la respuesta del modelo simulado. La presente evaluación hizo uso de la observación en campo y planos en físico y en digital, como técnica de recolección de datos.

En lo que a instrumentos de recolección de datos se refiere, fue utilizado para el modelado y análisis de la estructura el software de cálculo estructural ETABS y SAB.

3.4 Fases de la Investigación

Tomando en cuenta los objetivos propuestos a alcanzar, este Trabajo Especial de Grado estuvo compuesto por 5 fases, las cuales se mencionan a continuación:

- Planificación.
- Obtención del Material Necesario y Datos Adicionales.
- Elaboración del Modelo.
- Evaluación del Modelo.
- Resultados y Recomendaciones.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y ANALISIS

En este Capítulo se presentara de forma detallada el estudio de La Biblioteca Vieja UCAB, la cual está conformada por La Biblioteca, que será analizada Según las NORMAS PARA EL CALCULO DE EDIFICIOS 1955, ya que fueron las normas bajo las cuales se concibió el edificio, con la NORMA PROVISIONAL PARA CONSTRUCCIONES ANTISISMICAS 1967, debido a que el edificio se vio afectada por el sismo de 1967, la incidencia de un sismo de tal magnitud en las estructuras dio pie a cambiar la concepción que se tenía hasta ese momento del comportamiento sísmico lo que origino esta normativa provisional, en este sentido se verificara si el edificio satisface sus requerimientos, la NORMA COVENIN MINDUR (PROVISIONAL) CRITERIOS Y ACCIONES MÍNIMAS PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES, LA NORMA COVENIN 1756:2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO y NORMA 1753-87 ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES ANALISIS Y DISEÑO, con la finalidad de verificar que su comportamiento en la actualidad este del lado de la seguridad

Finalmente la Norma Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero, en vista de que este edificio tuvo una ampliación en su parte posterior lo que necesito un refuerzo estructural, en este sentido se solucionó la deficiencia con la construcción de un Pórtico Diagonalizado compuesto de tubos de acero rellenos de concreto, perfiles IPE e IPN, por tal motivo fue necesario la verificación de su comportamiento con la norma ANSI/AISC 360-10.

El otro edificio que conforma la Biblioteca Vieja UCAB es el de la Auditorio, este edificio solo se analizara con las normas actuales NORMA COVENIN 1756:2001 EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO y NORMA 1753-87 ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES ANALISIS Y

DISEÑO, este edificio en esencia no se vio sujeto a cambio de uso, la única modificación que tuvo fue que se le agregó un piso superior de oficinas, por tal motivo se verificará si actualmente esta modificación es viable o no.

Por las Características de la edificación, el estudio se realizó con los parámetros de ND1, ya que no cumple con los estándares necesarios para ser considerada una estructura de ND3, en el análisis se pudo demostrar que las vigas estudiadas por corte no cumplieron con el arriostramiento mínimo necesario, ya que contaban con una distribución uniforme en el tramo, sin llegar al nodo y ni poseer longitud de confinamiento como lo especifica la norma. En este sentido, al no haber estribos en el nodo no se hizo el estudio “Joint Shear Capacity Ration”, que representó la capacidad que tiene el nodo de resistir esfuerzos cortantes.

Otra característica peculiar del edificio, se encontró en el techo perteneciente a la biblioteca Nueva que se apoya en la Vieja, transmitiendo cargas al edificio en estudio, por tal motivo inicialmente se tomó la decisión de realizar el estudio usando un ancho tributario en el techo que fuera capaz de representar una carga definida sobre el edificio de Biblioteca Vieja, sin embargo al analizar el comportamiento de la estructura el período era sumamente elevado, teniendo como resultado algo irreal ya que el techo se encuentra simplemente apoyado, ante la actividad sísmica este no restringiría el movimiento de la Biblioteca Vieja, por tal motivo se tomó la decisión de quitar el mismo transmitiendo las cargas a la azotea en los puntos donde se ubican las columnas, consiguiendo así un resultado real del período.

4.1.-Combinaciones de Cargas

Las combinaciones de cargas utilizadas en las diferentes estructuras a analizar depende de las condiciones estructurales de cada una de ellas por ende se clasificarán de la siguiente manera:

4.1.1.-Estructuras de concreto

- $UDCon1 = 1,4 \text{ Dead}$.
- $UDCon2 = 1,2 \text{ Dead} + 1,6 \text{ Live}$.
- $UDCon3 = 1,2 \text{ Dead} + 1 \text{ Live} + 1 \text{ Sismo}$.
- $UDCon4 = 0,9 \text{ Dead} + 1 \text{ Sismo}$.

4.1.2.-Estructuras de Acero y Compuestas

- $UDStl1 = 1,4 \text{ Dead}$.
- $UDStl2 = 1,2 \text{ Dead} + 1,6 \text{ Live}$.
- $UDStl3 = 1,2 \text{ Dead} + 1 \text{ Live} + 1 \text{ Sismo}$.
- $UDStl4 = 0,9 \text{ Dead} + 1 \text{ Sismo}$.

4.2.-Tabiquerías

En Algunos Modelados al verificar que eran demasiado flexibles se consideró agregarles a ciertos casos la tabiquería, de forma tal que se asemejara a la realidad para controlar la rigidez de la estructura y así poder disminuir los esfuerzos aplicados en los componentes estructurales; Dichas tabiquerías contienen las siguientes características:

- Módulo de elasticidad= $9663 \text{ kgf} / \text{cm}^2$.
- Peso Específico= $1400 \text{ kgf} / \text{m}^3$.
- Espesor: 20 cm.

El Módulo de Elasticidad de la Tabiquería fue obtenido del trabajo especial de grado que tiene por nombre “Análisis de riesgo de viviendas informales de mampostería confinada

de bloques de arcilla” de junio del 2015, el peso específico fue calculado mediante la norma “COVENIN-MINDUR 2002-88” en la página 25.

4.3.-Secciones a Utilizar:

4.3.1.-Secciones de Columnas

En la siguiente tabla se describen las secciones y los aceros colocados de las Columnas a utilizar para el chequeo de las mismas.

MIEMBRO	DIMENSIONES		ESTRIBOS			ACERO LONGITUDINAL			
	BASE (cm)	ALTURA (cm)	ACERO			SEPARACIÓN (cm)	CANTIDAD	DIAMETRO (pulgadas)	As (cm ²)
			DIAMETRO (pulgadas)	NRO DE RAMAS	Av (cm ²)				
C-1	55	60	3/8	4	2,85	15	22	1	111,48
C-2	45	60	3/8	4	2,85	15	22	1	111,48
C-3	35	55	3/8	4	2,85	15	22	1	111,48
C-4	30	40	3/8	4	2,85	20	12	1	60,80
C-5	50	50	3/8	4	2,85	25	12	3/8	8,55
C-6	40	50	1/4	3	0,95	20	8	3/4	22,80
C-7	30	40	1/4	3	0,95	20	8	3/4	22,80
C-8	25	30	1/4	2	0,63	20	8	3/4	22,80
C-9	25	30	1/4	2	0,63	20	4	1	20,27
C-10	25	25	3/8	2	1,43	20	8	1 + 3/8	23,12
C-11	25	25	1/4	2	0,63	20	4	3/4	11,40
C-12	Ø 60		3/8	2	1,43	10	22	1	111,48

TABLA # 1 (Secciones y Aceros Colocados de Columnas)

4.3.2.-Secciones de Vigas

En la siguiente tabla se describen las secciones y aceros colocados de las Vigas a utilizar para el chequeo de las mismas.

MIEMBRO	DIMENSIONES		ESTRIBOS					ACERO LONGITUDINAL (cm ²)						IGUAL A
	BASE (cm)	ALTURA (cm)	ACERO			SEPARACIÓN (cm)	SEPARACIÓN MÍNIMA POR NORMA (cm)	ARRIBA			ABAJO			
			DIAMETRO (pulgadas)	NRO DE RAMAS	Av (cm ²)			INICIO	TRAMO	FINAL	INICIO	TRAMO	FINAL	
1-V.1 (B-C)	75	40	3/8+1/4	6	4,11	20	18,5	40,88	38,34	40,88	19,4	19,4	19,4	1-V.9 (B-C)
1-V.2 (B-C)	135	40	3/8	4	2,85	25	18,5	68,45	25,35	68,45	40,56	40,56	40,56	1-V.3 (B-C), 1-V.6 (B-C), 1-V.7 (B-C) Y 1-V.8 (B-C)
1-V.4 (B-C) (2) (95X40)	95	40	3/8	4	2,85	20	18,5	50,7	50,7	25,35	25,35	25,35	25,35	
1-V.4 (B-C) (2) (135X40)	135	40	3/8	4	2,85	25	18,5	65,91	65,91	65,91	45,63	45,63	45,63	
1-V.5 (B-C) (1,2)	135	40	3/8	4	2,85	25	18,5	65,91	65,91	65,91	45,63	45,63	45,63	
1-V.5 (B-C) (2) (95X40)	95	40	3/8	4	2,85	20	18,5	50,7	25,35	25,35	25,35	25,25	25,25	
1-V.5 (B-C) (2) (135X40)	135	40	3/8	4	2,85	25	18,5	40,56	62,91	65,91	45,63	45,63	45,63	
E-V. 4 (B-B)	15	25	1/4	2	0,63	20	11	1,42	1,42	1,42	2,54	2,54	2,54	E-V.5 (B-B) (TODOS LOS PISOS)
1-V.4 (B-B*)	15	40	1/4	2	0,63	20	18,5	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	PB-1-2-3-A-V.4 (B-B*) Y PB-1-2-3-A-V.B (4-5)
1-V.B* (4-5) (40X40)	40	40	1/4	2	0,63	25	18,5	17,7	17,7	17,7	10,14	10,14	10,14	1-2-3-V.B* (4-5) (40X40)
1-V.B* (4-5) (48X40)	48	40	1/4	2	0,63	25	18,5	15,68	15,68	15,68	9,03	9,03	9,03	1-2-3-V.B* (4-5) (48X40)
1-V.B (1-9) (1)	60	40	3/8	2	1,43	25	18,5	11,88	3,96	15,84	2,54	6,5	2,54	2-3-V.B (1-9) (9) Y 1-2-3-V.C (1-9) (1-9)
1-V.B (1-9) (2)	60	40	3/8	2	1,43	25	18,5	15,84	7,92	15,84	5,08	6,5	5,08	2-3-V.B (1-9) (3-4-5-6-7-8) Y 1-2-3-V.C (1-9) (3-4-5-6-7-8)
V.ESC	15	50	1/4	2	0,63	20	23,5	2,69	2,69	2,69	5,23	5,23	5,23	V.ESC 2-3-A
2-V.2 (B-C) (2)	120	35	3/8	4	2,85	20	16	68,45	25,35	68,45	50,7	50,7	50,7	2-3-V.3 (B-C) (2), 2-3-V.6 (B-C) (2), 2-3-V.7 (B-C) (2), 2-3-V.8
2-V.1 (B-C)	65	40	3/8	4	2,85	20	18,5	40,88	38,34	40,88	19,4	19,4	19,4	3-V.1 (B-C) Y 2-3-V.9 (B-C)
2-V.4 (B-C) (2) (75X40)	75	40	3/8	4	2,85	20	18,5	48,17	45,63	25,35	30,42	30,42	30,42	2-V.4 (B-C) (2) (75X40)
2-V.4 (B-C) (2) (105X40)	105	40	3/8	4	2,85	25	18,5	65,91	65,91	68,45	55,77	55,77	55,77	2-V.4 (B-C) (2) (105X40)
A-V.1 (B-C)	65	40	1/4	4	1,27	25	18,5	22,8	11,4	22,8	14,25	14,25	14,25	A-V.9 (B-C)
A-V.2 (B-C)	105	40	1/4	4	1,27	25	18,5	43,08	20,28	43,08	26,85	26,85	26,85	A-V.3 (B-C), A-V.6 (B-C), A-V.7 (B-C) Y A-V.8 (B-C)
A-V.4 (B-C) (2) (65X40)	65	40	3/8	4	2,85	20	18,5	31,68	31,68	20,28	30,42	30,42	30,42	
A-V.4 (B-C) (2) (105X40)	105	40	1/4	4	1,27	20	18,5	31,68	31,68	31,68	45,94	45,94	45,94	

TABLA # 2 (Secciones y Aceros Colocados de Vigas)

4.3.-Modelado Biblioteca Vieja sin modificaciones MOP 55

En el siguiente modelado se tomó en cuenta el diseño según los planos originales realizados en el año 1964.

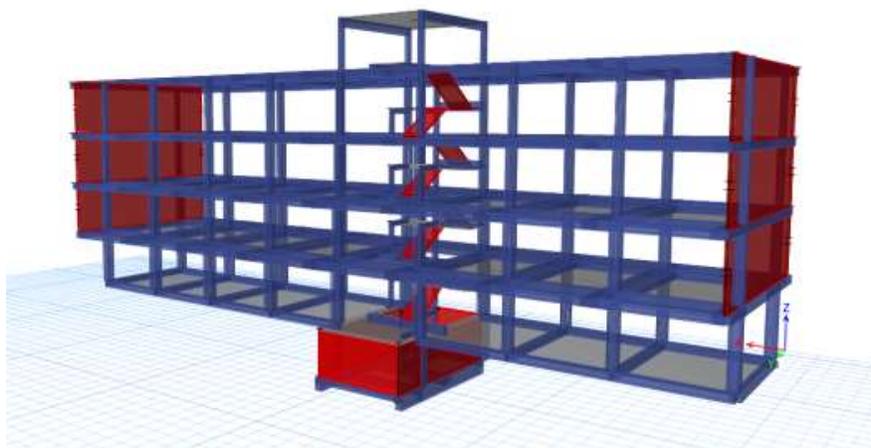


Figura # 12 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja MOP 55)

4.3.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

Tanto la carga permanente como la carga variable aplicada en cada losa fueron obtenidas de la memoria descriptiva.

UBICACION	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Sala de Maquina L1	168	4000
Sala de Maquina L2	100	700
Azotea	230	200
Piso PB, 1, 2, 3	328	600
Entrepiso	150	300
Escalera	344	500
Techo sala de Maquina	170	100

4.3.2.-Materiales Definidos

CARACTERISTICAS		ACERO		CONCRETO	MUROS DE FACHADA
		CABILLAS	ESTRIBOS		
Peso Específico	kgf/m ³	7850	7850	2500	2500
Módulo de Elasticidad	kgf/m ²	2,1x10 ⁶	2,1x10 ⁶	238751,96	218819,79
Fy	kgf/m ²	2800	2800		
F'c	kgf/m ²			250	210

4.3.3.-Espectro de Diseño

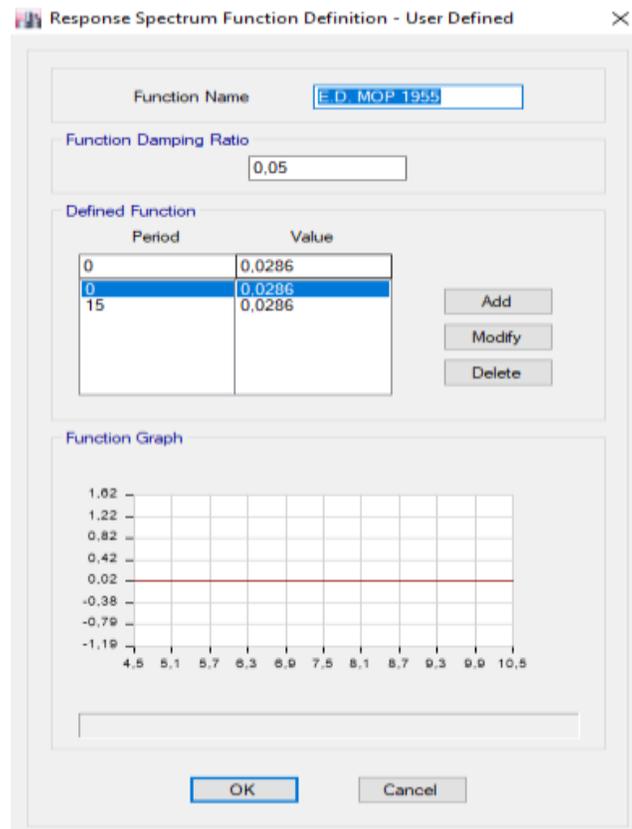


GRAFICO # 4 (Espectro de Diseño Equivalente a las Normas MOP 55)

4.3.4.-Período



Figura # 13 (Esquema de Período Biblioteca Vieja MOP 55)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,993 segundos para el modo 1.

4.3.5.-Caso Modal

El tipo de caso Modal utilizado fue el método de Eigen en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 12 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99,9	93,98
Modal	Acceleration	UY	99,6	92,96
Modal	Acceleration	UZ	28,5	7,86

TABLA # 3 (Porcentaje de Participación de Cargas MOP 55)

4.3.6.-Corte Basal

En los casos en donde la aceleración del espectro de diseño es constante en función del período no se calcula factores de corrección del corte basal, ya que el mismo no varía tampoco.

4.3.7.-Capacidad PMM

4.3.7.1.-Gráficos PMM

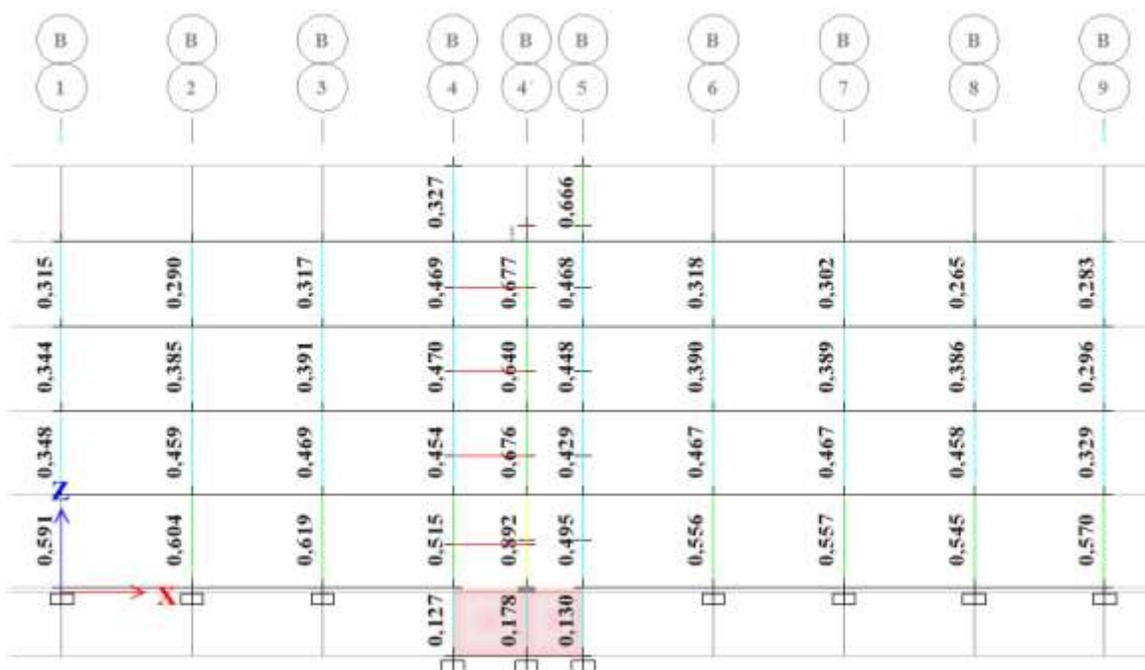


Figura # 14 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja MOP 55)

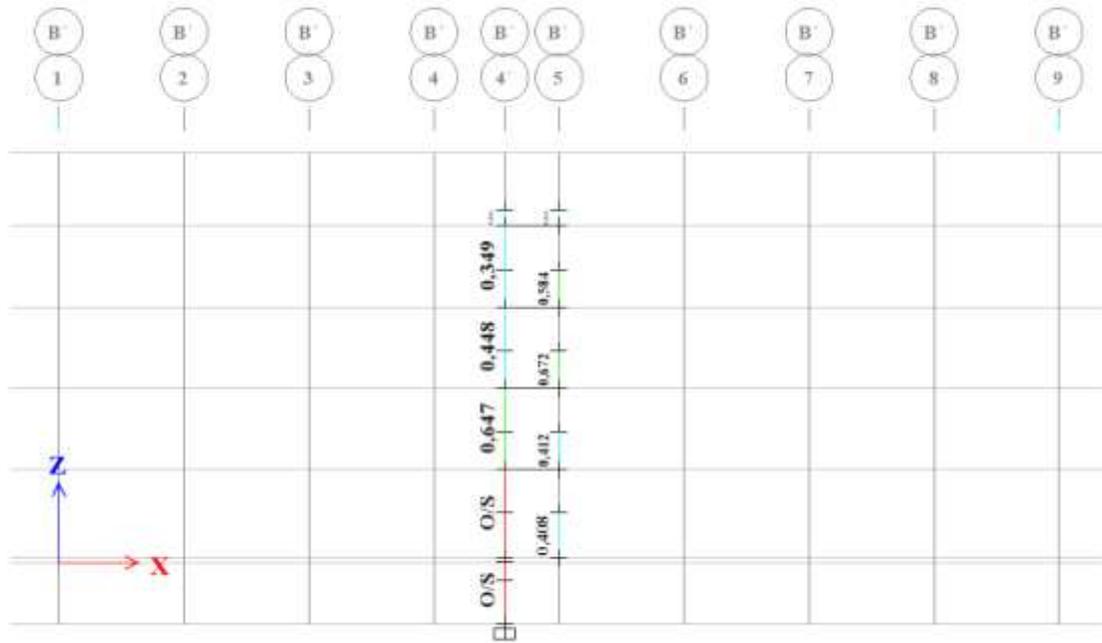


Figura # 15 (PMM Pórtico B' Biblioteca Vieja MOP 55)

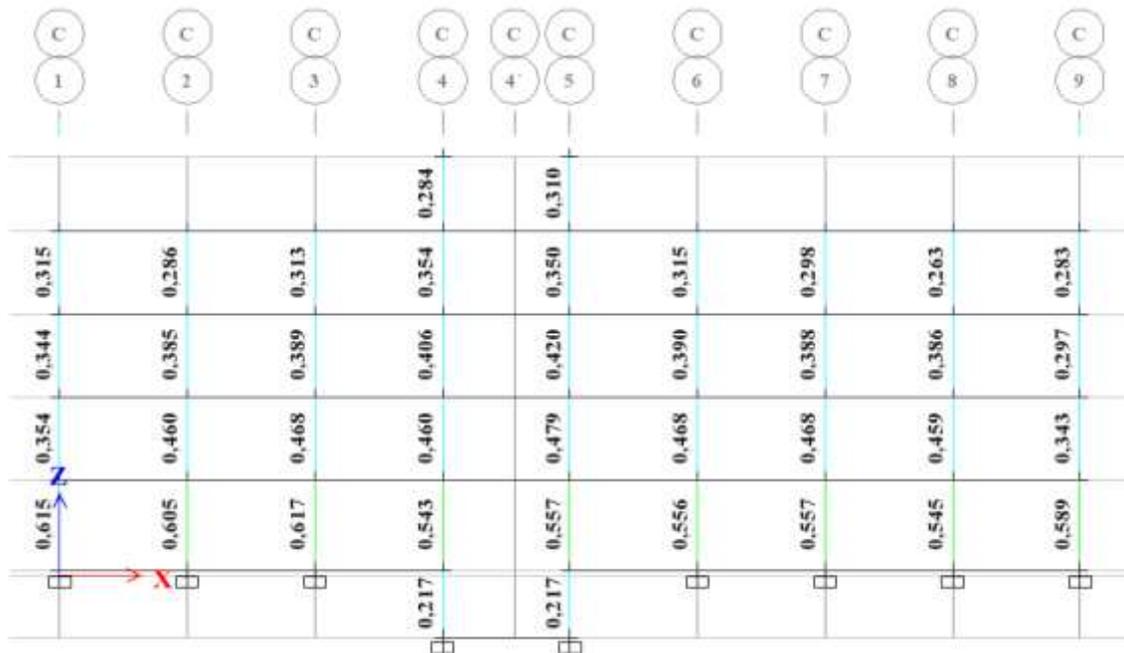


Figura # 16 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja MOP 55)

4.3.7.2.-Fallas a Considerar:

- Columna B'4'(C-10):

La falla a considerar que se especifica como O/S #5 existe por pandeo de Euler, ya que la sección es muy pequeña y esbelta para la carga axial que recibe. Dicha falla se presenta desde el Sótano hasta Piso 1 en su tope.

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-cm	Design M_{u3} kgf-cm	Minimum M_2 kgf-cm	Minimum M_3 kgf-cm	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
18315,19	80694,55	-180684,77	41648,75	41648,75	O/S #5	O/S #5

Figura # 17 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS MOP 55)

4.3.8.-Deriva

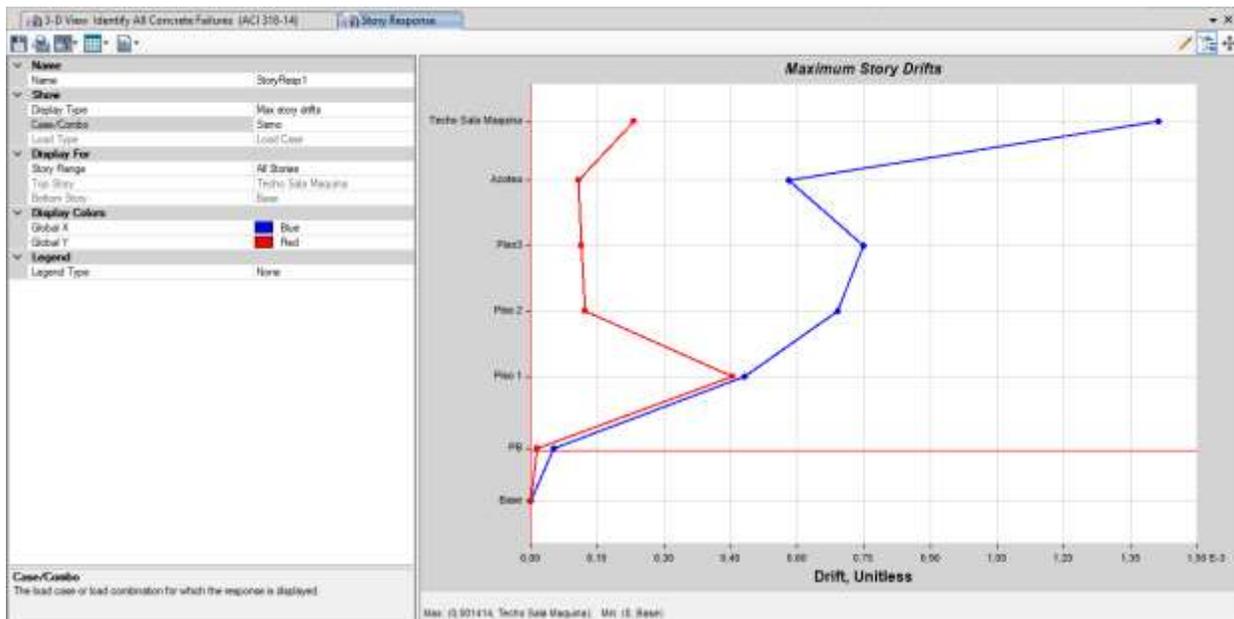


GRAFICO # 5 (Detalle de Deriva ETABS MOP 55)

Grupo Edificio	A	
R	1	
Max Drift X	0,001414	Etabs
Max Drift Y	0,000455	Etabs
Des. Lateral X	0,0011312	SI CUMPLE
Des. Lateral Y	0,000364	SI CUMPLE

TABLA # 4 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales MOP 55)

4.4.-Modelado Biblioteca Vieja sin modificaciones MOP 67

En el siguiente modelado se tomaron las mismas características de la estructura analizada anteriormente, modificando el espectro de diseño equivalente a las normas MOP 67.

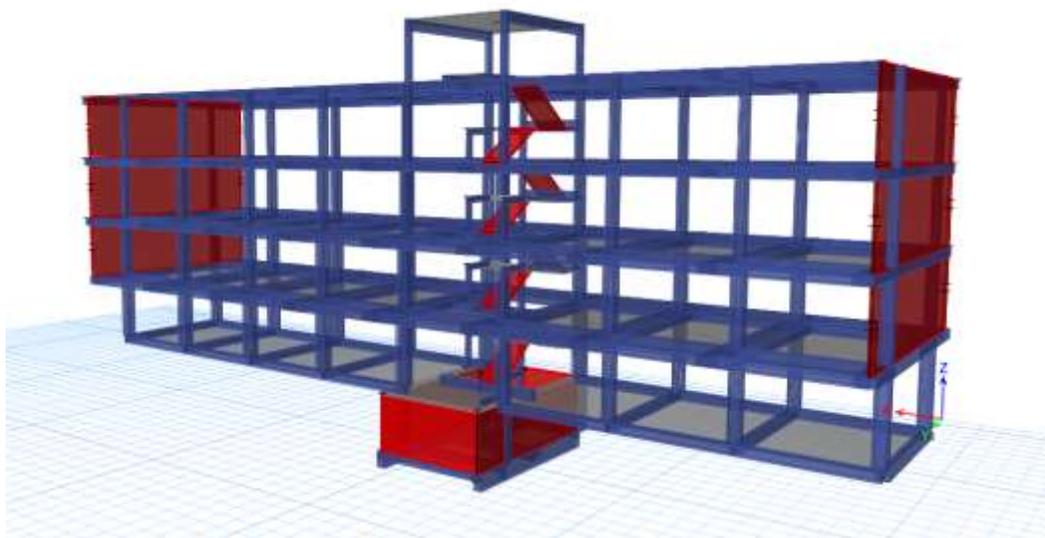


Figura # 18 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja MOP 67)

4.4.1.- Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

Las cargas Variables y permanentes fueron extraídas de la memoria descriptiva del proyecto para mayor exactitud.

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Sala de Maquina L1	168	4000
Sala de Maquina L2	100	700
Azotea	230	200
Piso PB, 1, 2, 3	328	600
Entrepiso	150	300
Escalera	344	500
Techo sala de Maquina	170	100

4.4.2.-Materiales Definidos

CARACTERISTICAS		ACERO		CONCRETO	MUROS DE FACHADA
		CABILLAS	ESTRIBOS		
Peso Específico	kgf/m ³	7850	7850	2500	2500
Módulo de Elasticidad	kgf/m ²	2,1x10 ⁶	2,1x10 ⁶	238751,96	218819,79
Fy	kgf/m ²	2800	2800		
F'c	kgf/m ²			250	210

4.4.3.- Espectro de Diseño

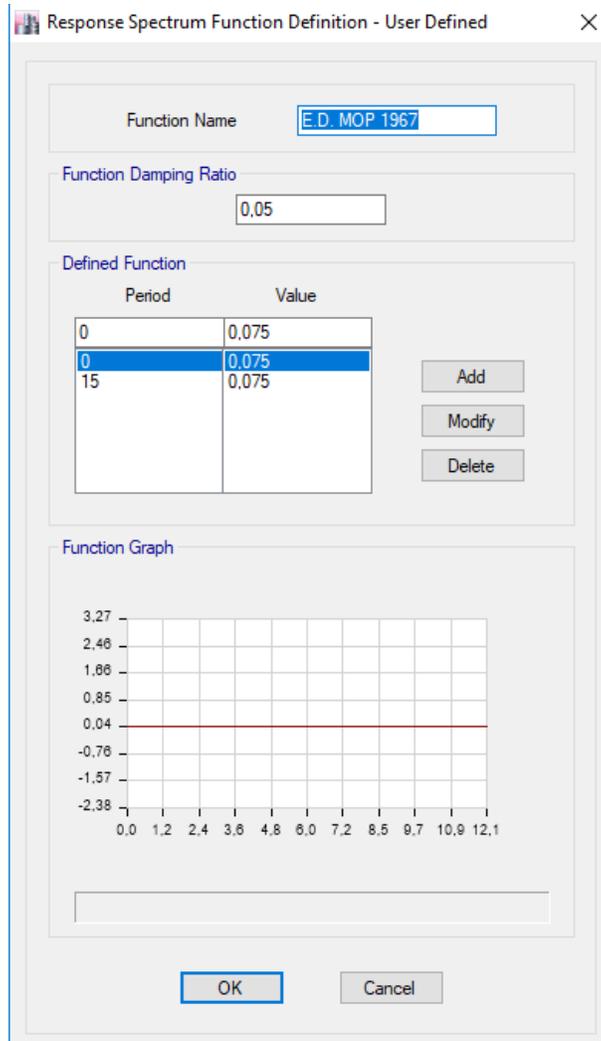


GRAFICO # 6 (Espectro de Diseño Equivalente a las Normas MOP 67)

4.4.4.- Período

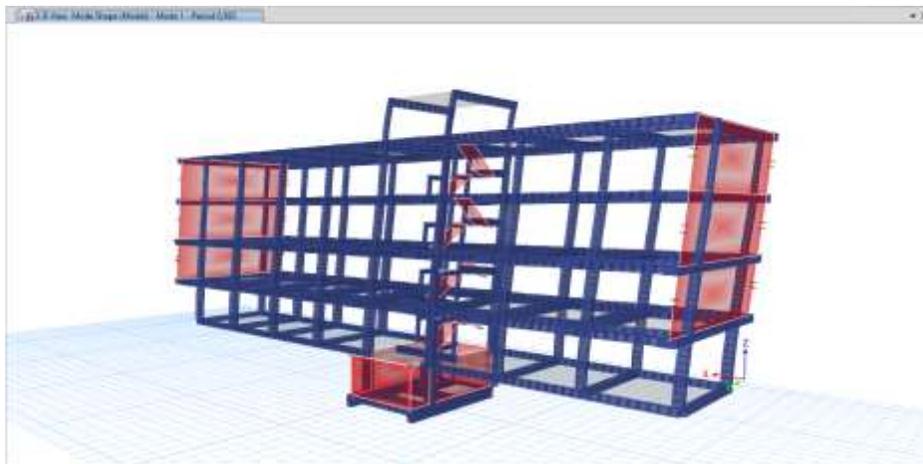


Figura # 19 (Esquema de Período Biblioteca Vieja MOP 67)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,993 segundos para el modo 1, lo que se considera un poco elevado para el edificio.

4.4.5.-Caso Modal

El tipo de caso Modal utilizado fue el método de Eigen en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 12 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99,9	93,98
Modal	Acceleration	UY	99,6	92,96
Modal	Acceleration	UZ	28,5	7,86

TABLA # 5 (Porcentaje de Participación de Cargas MOP 67)

4.4.6.-Corte Basal

En los casos en donde la aceleración del espectro de diseño es constante en función del período no se calcula factores de corrección del corte basal, ya que el mismo tampoco varía.

4.4.7.- Capacidad PMM

4.4.7.1.- Gráficos PMM

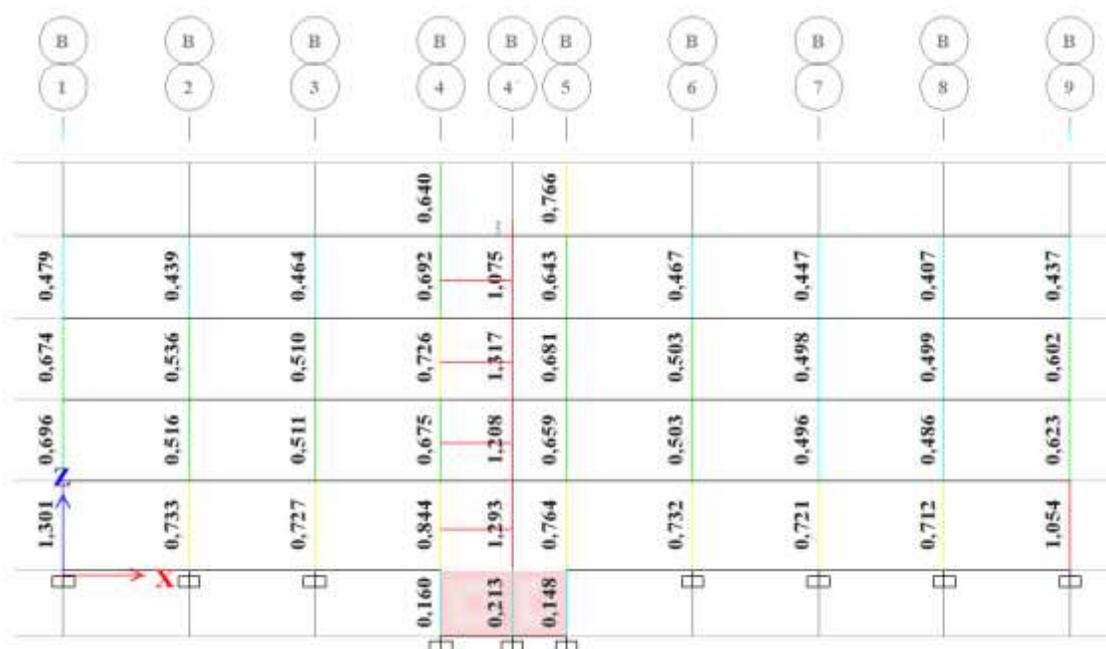


Figura # 20 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja MOP 67)

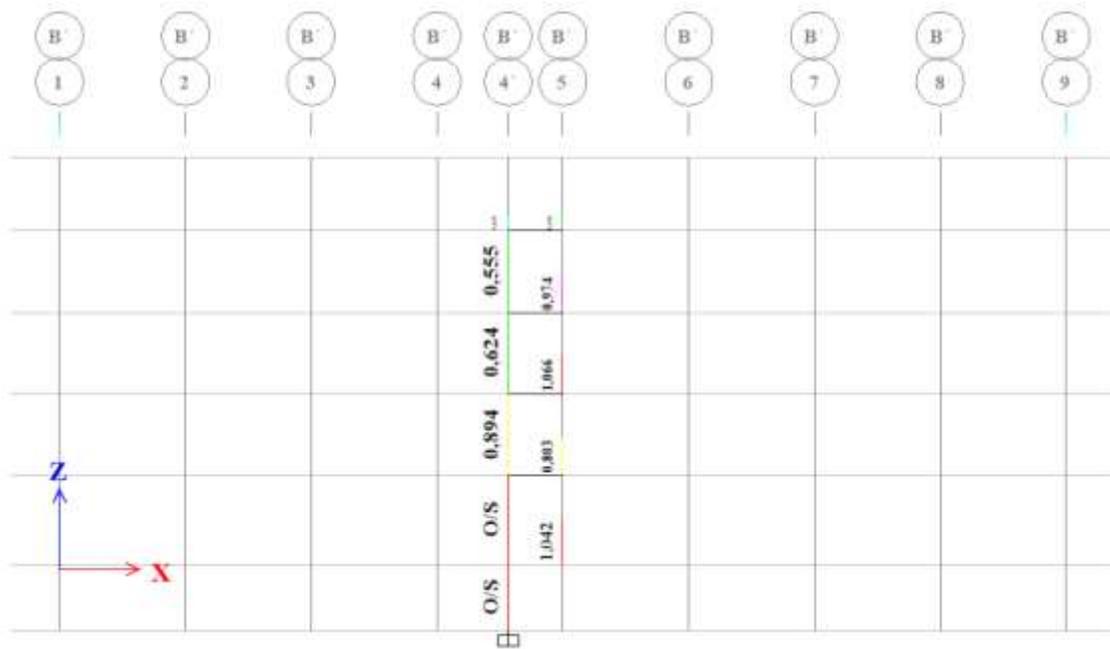


Figura # 21 (PMM Pórtico B' Biblioteca Vieja MOP 67)

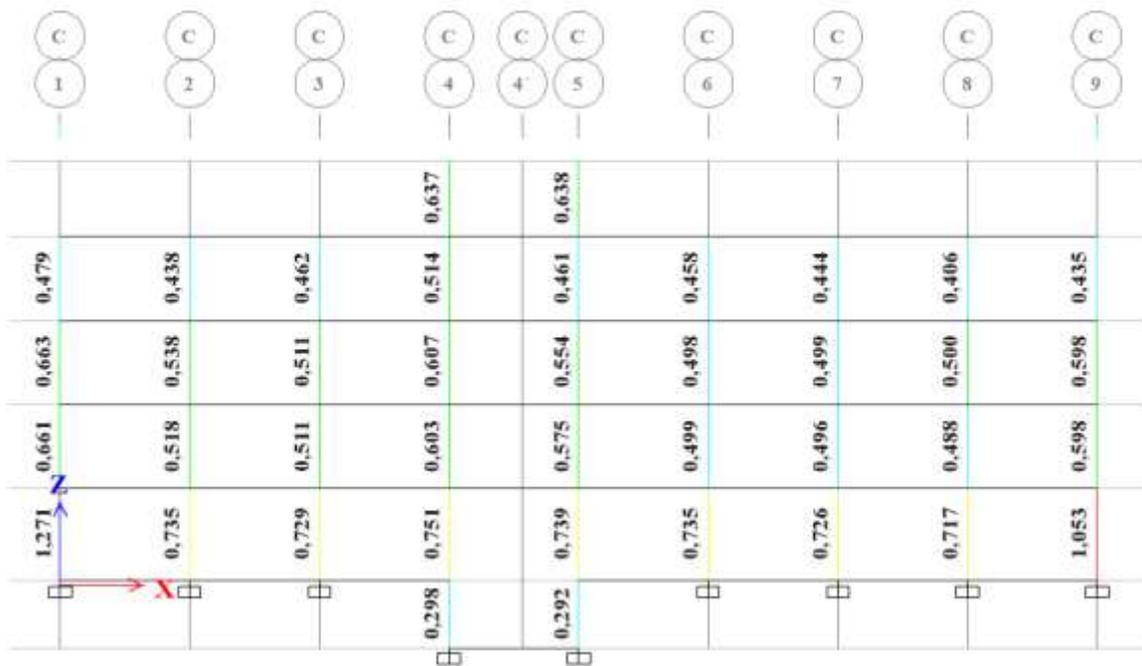


Figura # 22 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja MOP 67)

PMM Columnas de Concreto									
Label	Story	Section	Location	P	M Major	M Minor	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %	Error Etabs
				kgf	kgf-m	kgf-m			
C489	Piso 1	MACHON (E.-V.5 (B-B´)	Bottom	-636,44	-586,73	1285,54	UDCon4	1.042	O/S #35
C18	Piso 1	Columna 5	Bottom	6958,89	-16269,55	-15042,64	UDCon4	1.053	O/S #35
C17	Piso 1	Columna 5	Bottom	4665,36	-15855,02	14976,27	UDCon4	1.054	O/S #35
C116	Piso3	MACHON (E.-V.5 (B-B´)	Bottom	776,83	-1007,35	-1210,31	UDCon3	1.066	O/S #35
C47	Azotea	Columna 11	Bottom	6219,46	3131,81	-2004,11	UDCon3	1.075	O/S #35
C47	Piso3	Columna 11	Top	9414,98	-3655,95	583,49	UDCon4	1.077	O/S #35
C15	Piso 1	Columna 5	Top	2458,94	-9067,25	19056,35	UDCon4	1.079	O/S #35
C47	Piso 1	Columna 11	Top	48021,6	-2953,73	-2606,63	UDCon3	1.098	O/S #35
C16	Piso 1	Columna 5	Top	-3923,33	-8026,45	-18855,78	UDCon4	1.11	O/S #35
C47	Piso 2	Columna 11	Bottom	6467,13	-3771,98	643,02	UDCon4	1.208	O/S #35
C15	Piso 1	Columna 5	Bottom	4658,31	16016,1	-20439,36	UDCon4	1.271	O/S #35
C47	Piso 1	Columna 11	Bottom	59402,07	2888,08	-3577,04	UDCon3	1.293	O/S #35
C16	Piso 1	Columna 5	Bottom	-1723,96	15319,32	20327,68	UDCon4	1.301	O/S #35
C539	Techo Sala Maquina	Columna 11	Bottom	456,26	1448,66	3510,73	UDCon3	1.314	O/S #35
C47	Piso3	Columna 11	Bottom	5230,52	3954,85	747,53	UDCon4	1.317	O/S #35
C48	Piso 1	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	Piso 1	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5

TABLA # 6 (Resultado de Fallas Columnas PMM MOP 67)

4.4.7.2.-Fallas a Considerar:

- Columna B´4´(C-10):

Este miembro presenta una falla a considerar que se especifica como O/S #5 existe por pandeo de Euler ya que la sección es muy pequeña y esbelta, para la carga axial que recibe. Dicha falla se presenta desde el sótano hasta piso PB en su tope.

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-cm	Design M_{u3} kgf-cm	Minimum M_2 kgf-cm	Minimum M_3 kgf-cm	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
9667,13	176232,49	-190195,39	21983,04	21983,04	5,74(O/S #5)	0,476(O/S #5)

Figura # 23

(Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS MOP 67)

- Columna B4'(C-11)

En el caso de dicha columna se toma en cuenta debido a su falla por relación de capacidad PMM

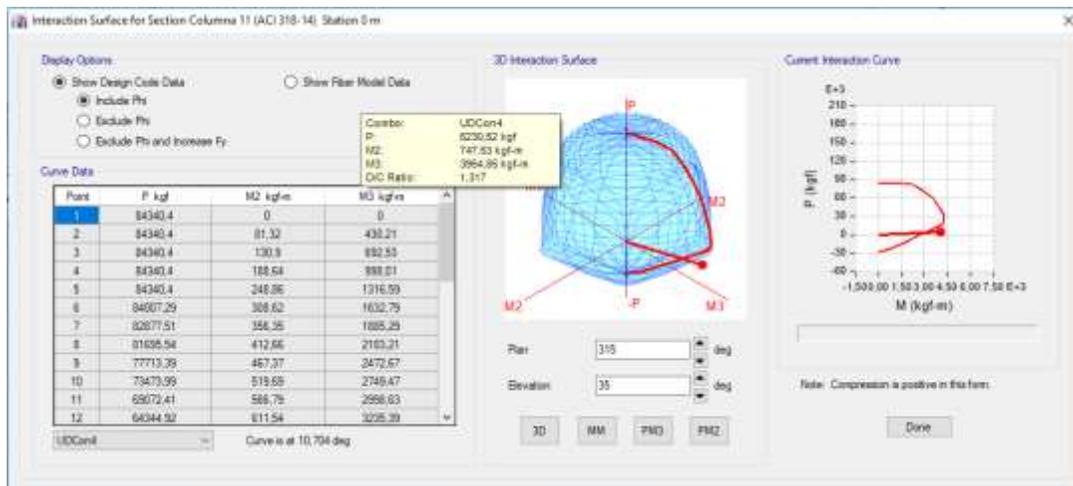


GRAFICO # 7 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS MOP 67)

4.4.8.-Deriva

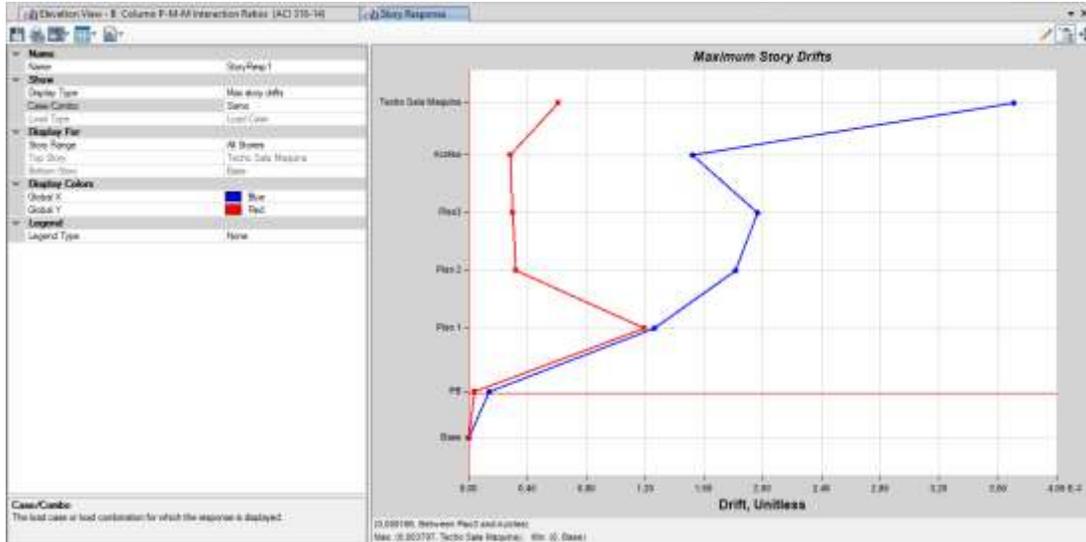


GRAFICO # 8 (Detalle de Deriva ETABS MOP 67)

Grupo Edificio	A	
R	1	
Max Drift X	0,003707	Etabs
Max Drift Y	0,001193	Etabs
Des. Lateral X	0,002966	SI CUMPLE
Des. Lateral Y	0,000954	SI CUMPLE

TABLA # 7 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales MOP 67)

4.5.-Modelado Biblioteca Vieja sin modificaciones COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se tomaron las mismas características de la estructura vistas anteriormente pero se modificó el espectro de diseño según las normas actuales COVENIN 1756-2001

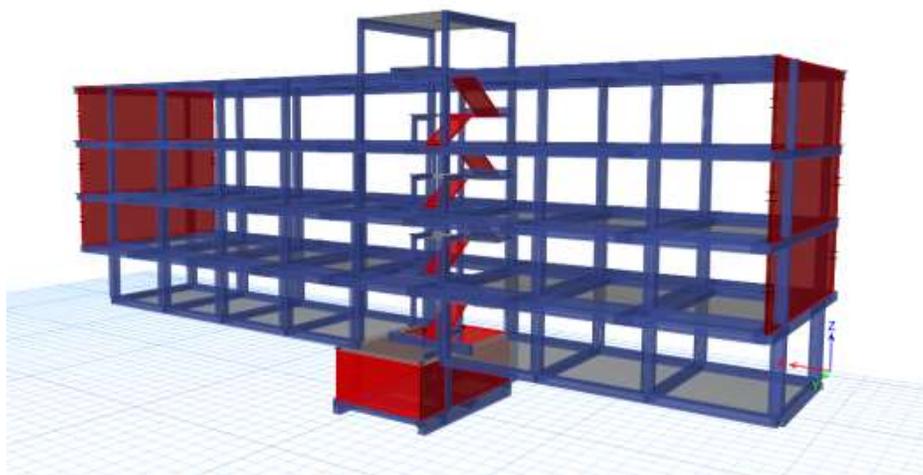


Figura # 24 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

4.5.1.- Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

Las cargas Variables y permanentes fueron extraídas de la memoria descriptiva del proyecto para mayor exactitud

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Sala de Maquina L1	168	4000
Sala de Maquina L2	100	700
Azotea	230	200
Piso PB, 1, 2, 3	328	600
Entrepiso	150	300
Escalera	344	500
Techo sala de Maquina	170	100

4.5.2.-Materiales Definidos

CARACTERISTICAS		ACERO		CONCRETO	MUROS DE FACHADA
		CABILLAS	ESTRIBOS		
Peso Específico	kgf/m ³	7850	7850	2500	2500
Módulo de Elasticidad	kgf/m ²	2,1x10 ⁶	2,1x10 ⁶	238751,96	218819,79
Fy	kgf/m ²	2800	2800		
F'c	kgf/m ²			250	210

4.5.3.- Espectro de Diseño

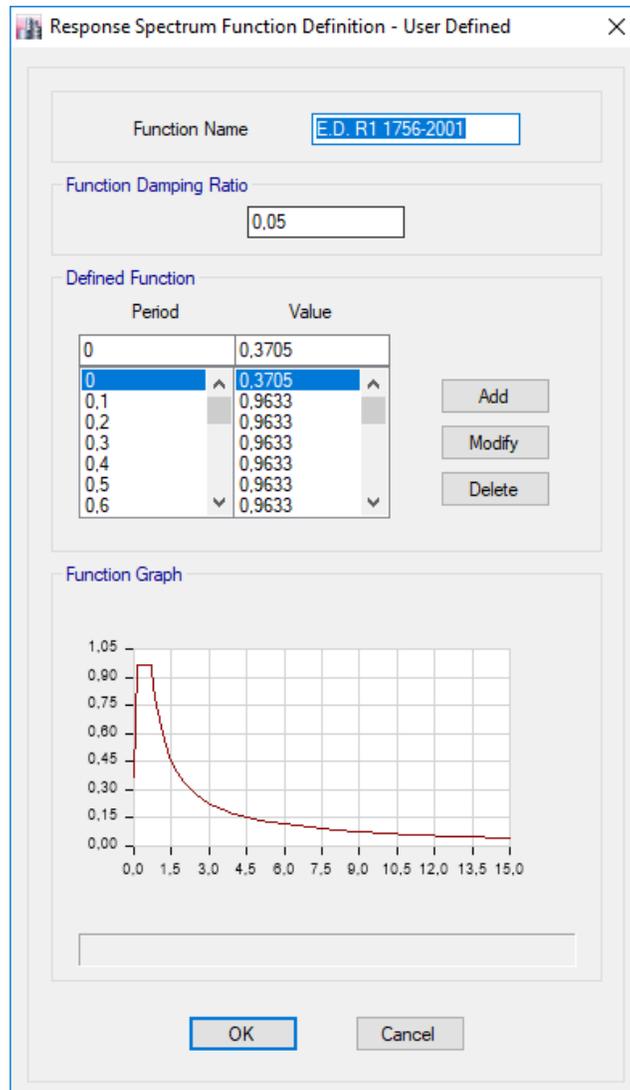


GRAFICO # 9 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,3 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S2
Factor de Corrección	0,95
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	1

4.5.4.- Período

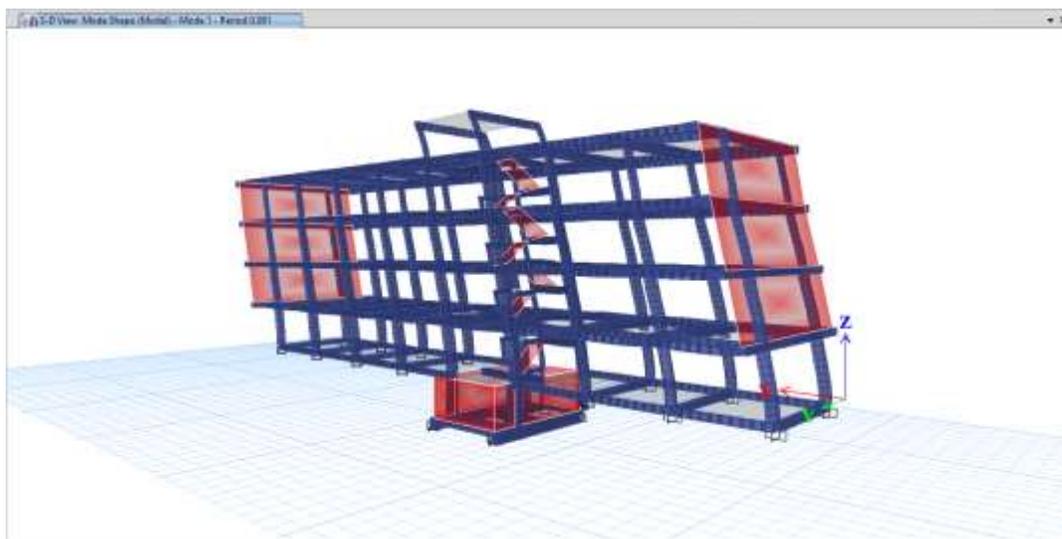


Figura # 25 (Esquema de Período Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,981 segundos para el modo 1, lo que es un poco más grande de lo esperado.

4.5.5.- Caso Modal

El tipo de caso Modal utilizado fue el método de Eigen en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 12 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99,91	93,99
Modal	Acceleration	UY	99,63	93,05
Modal	Acceleration	UZ	28,32	7,84

TABLA # 8 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)

4.5.6.- Corte Basal

Constantes				
Peso Edificio (W ton)	3219,725		Etabs	
Niveles (N)	5			
Altura Edificio (Hn)	18			
R	1			
Forma Espectral	s2		S1, S2, S3, S4	
Material Edificio	concreto		Acero o Concreto	
Tipo de Edificio	1		1, 2, 3, 4	
Factor de Importancia	A		A, B1, B2	
α	1,3			
ϕ	0,95		Tabla 5.1 Norma Sismica	
Ao	0,3			
Vo Eje X Etabs	1571,850			
Vo Eje Y Etabs	2511,000			

Coeficiente Sísmico	
Vo/W Eje X	0,488
Vo/W Eje Y	0,780
$(\alpha \cdot A_o)/R$	0,39
Si Cumple	

Vo (Calculado) min.	1976,239	
Resultados		
μ_1	0,891	Se toma el mayor
μ_2	0,820	
T	0,979	
T0	0,175	
T+	0	
Ta	0,612	
T*	0,7	
p	1	
β	2,6	
Ct	0,07	
Ad	0,689	
c	0,788	
μ Mayor	0,891	
Eje X	Eje Y	
No Cumple	Si Cumple	
Factor de Corrección Por Corte Basal		
Eje X	1,257	
Eje Y	No Necesita	

TABLA # 9 (Corte Basal Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

4.5.7.-Capacidad PMM

4.5.7.1.-Gráficos PMM

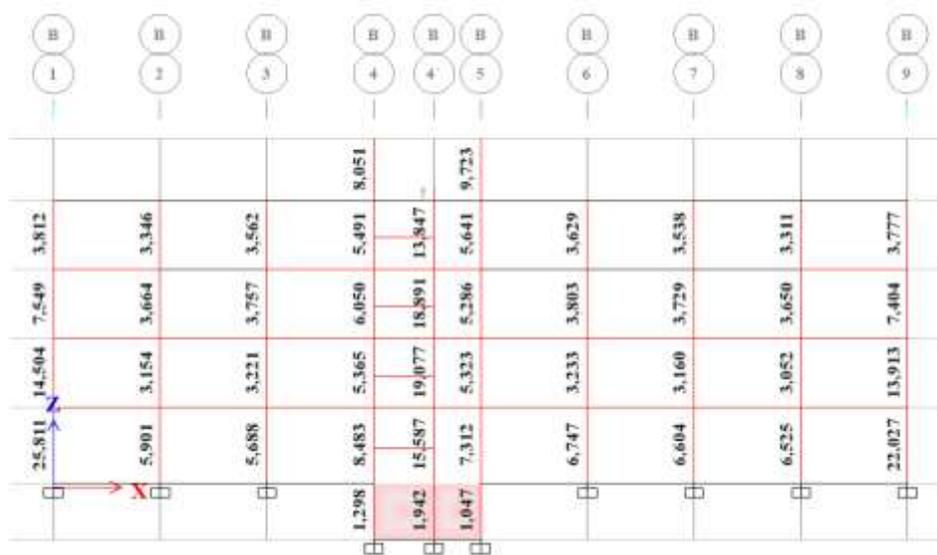


Figura # 26 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

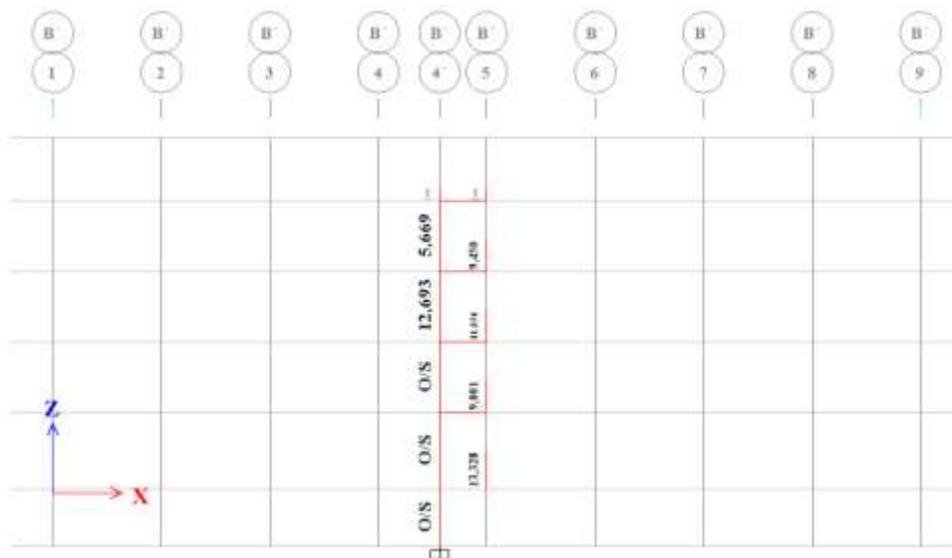


Figura # 27 (PMM Pórtico B' Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

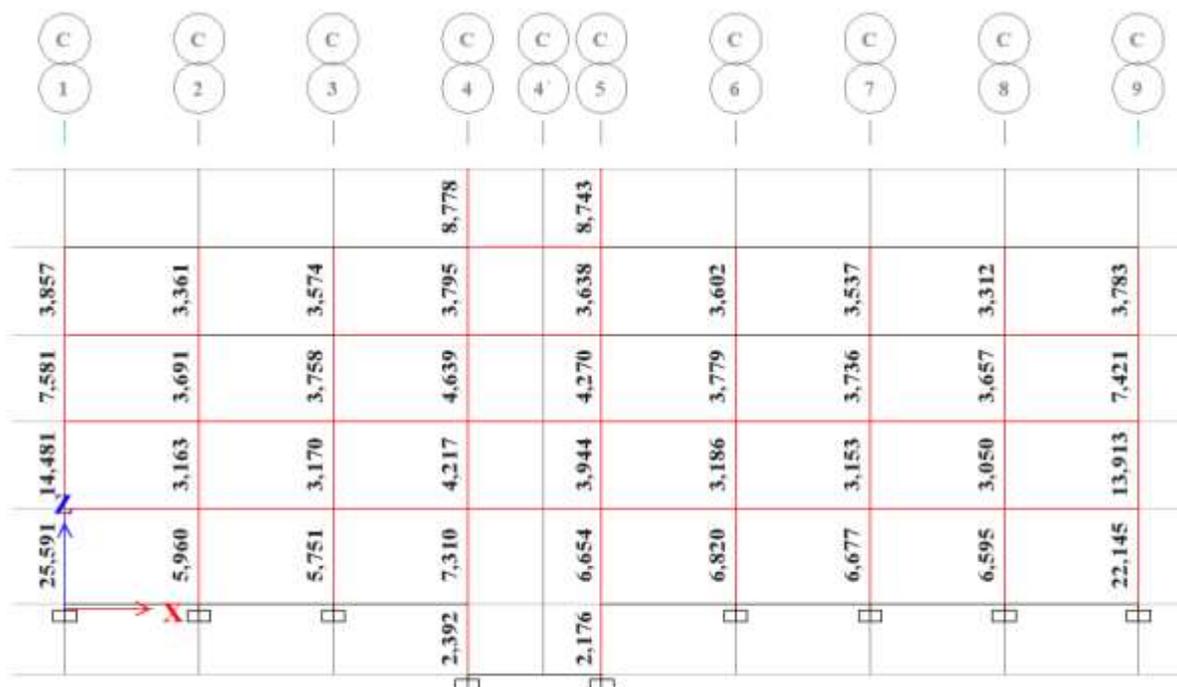


Figura # 28 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

PMM Columnas de Concreto									
Label	Story	Section	Location	P	M Major	M Minor	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %	PMM Ratio or Rebar %
				kgf	kgf-m	kgf-m			
C47	Piso3	Columna 11	Top	-6981,41	-39922,51	6335,69	UDCon4	15.118	O/S #35
C47	Piso 1	Columna 11	Bottom	214419	51204,13	-27544,17	UDCon3	15.587	O/S #35
C47	Piso3	Columna 11	Bottom	-87802,48	43630,07	4163,9	UDCon4	18.891	O/S #35
C47	Piso 2	Columna 11	Bottom	-126598,58	40806,32	4236,73	UDCon4	19.077	O/S #35
C17	Piso 1	Columna 5	Top	-947835,55	89571	-160518,46	UDCon4	19.756	O/S #35
C18	Piso 1	Columna 5	Top	-948773,76	90964,47	160911,77	UDCon4	19.791	O/S #35
C17	Piso 1	Columna 5	Bottom	-945721,72	-175791,81	182560,46	UDCon4	22.027	O/S #35
C18	Piso 1	Columna 5	Bottom	-946659,92	-179019,72	-182738,33	UDCon4	22.145	O/S #35
C15	Piso 1	Columna 5	Top	-1001983,3	-97028,9	226054,3	UDCon4	23.966	O/S #35
C16	Piso 1	Columna 5	Top	-1031784,66	-88386,18	-225655,42	UDCon4	24.261	O/S #35
C15	Piso 1	Columna 5	Bottom	-999869,46	180897,7	-250038,84	UDCon4	25.591	O/S #35
C16	Piso 1	Columna 5	Bottom	-1029670,82	174546,97	249827,37	UDCon4	25.811	O/S #35
C48	Piso 2	Columna 10	Bottom	-141389,27	-18878,1	-6813,41	UDCon3	O/S	O/S #5
C48	Piso 1	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	Piso 1	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5

TABLA # 10 (Resultado de Fallas Columnas PMM COVENIN 1756-2001)

4.5.7.2.-Fallas a Considerar:

- Columna B'4'(C-10):

La falla a considerar que se especifica como O/S #5 existe por pandeo de Euler ya que la sección es muy pequeña y esbelta, para la carga axial que recibe. Dicha falla se presenta desde el sótano hasta piso 1 y fue chequeada en 1,3096 m desde su base.

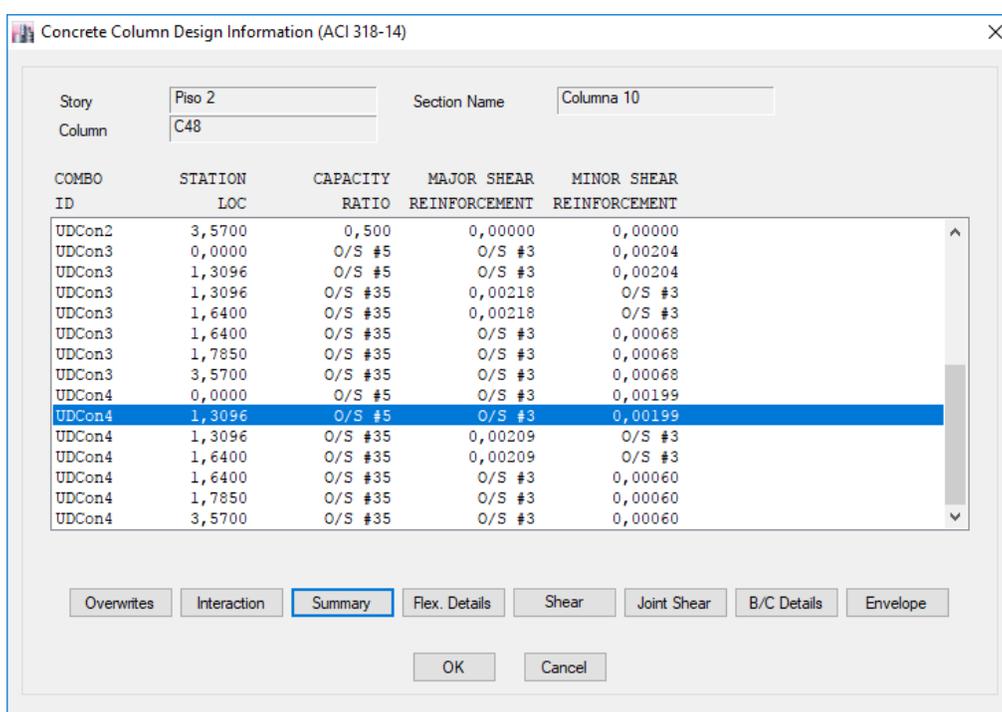


Figura # 29 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001)

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-m	Design M_{u3} kgf-m	Minimum M_2 kgf-m	Minimum M_3 kgf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
-165842,18	-6790,1	-7929,32	3771,25	3771,25	5,74(O/S #5)	2,957(O/S #5)

Figura # 30 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001)

- Columna B1(C-5)

En el caso de dicha columna se toma en cuenta debido a su falla por relación de capacidad PMM

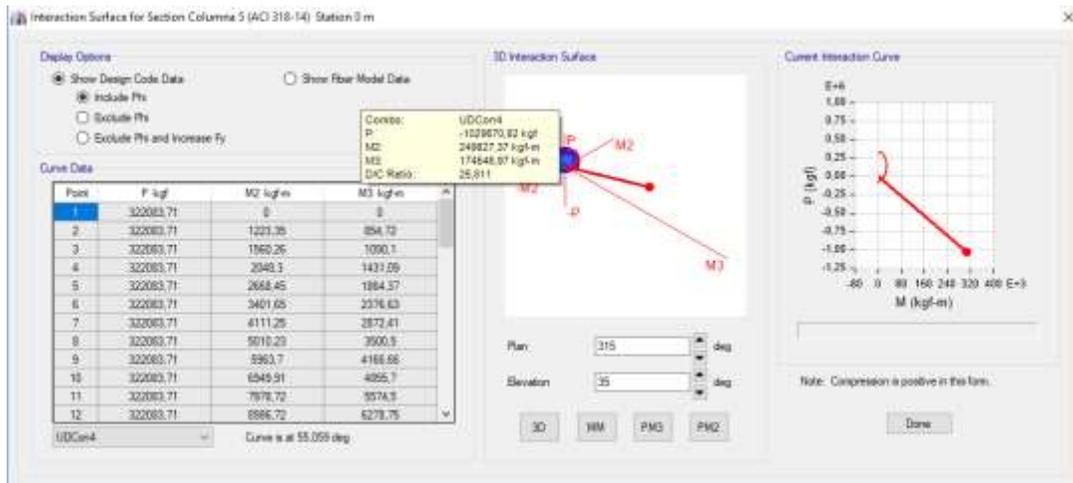


GRAFICO # 10 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001)

4.5.8.-Deriva

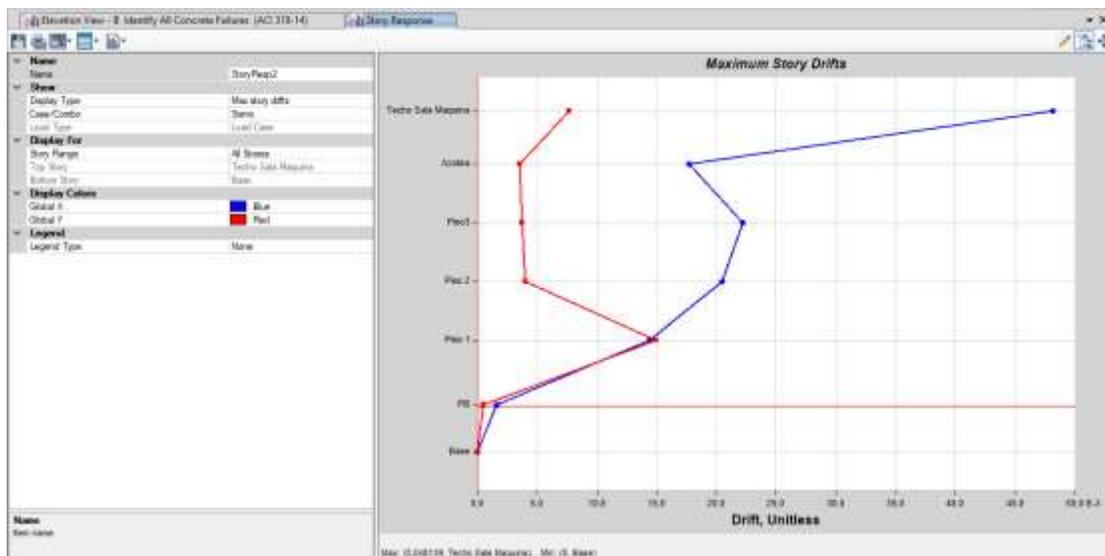


GRAFICO # 11 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001)

Grupo Edificio	A	
R	1	
Max Drift X	0,048139	Etabs
Max Drift Y	0,01496	Etabs
Des. Lateral X	0,038511	NO CUMPLE
Des. Lateral Y	0,011968	SI CUMPLE

TABLA # 11 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)

4.6.-Modelado Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se tomaron en cuenta las modificaciones aplicadas al cambio de uso tomando en cuenta el espectro de diseño según las normas actuales COVENIN 1756-2001

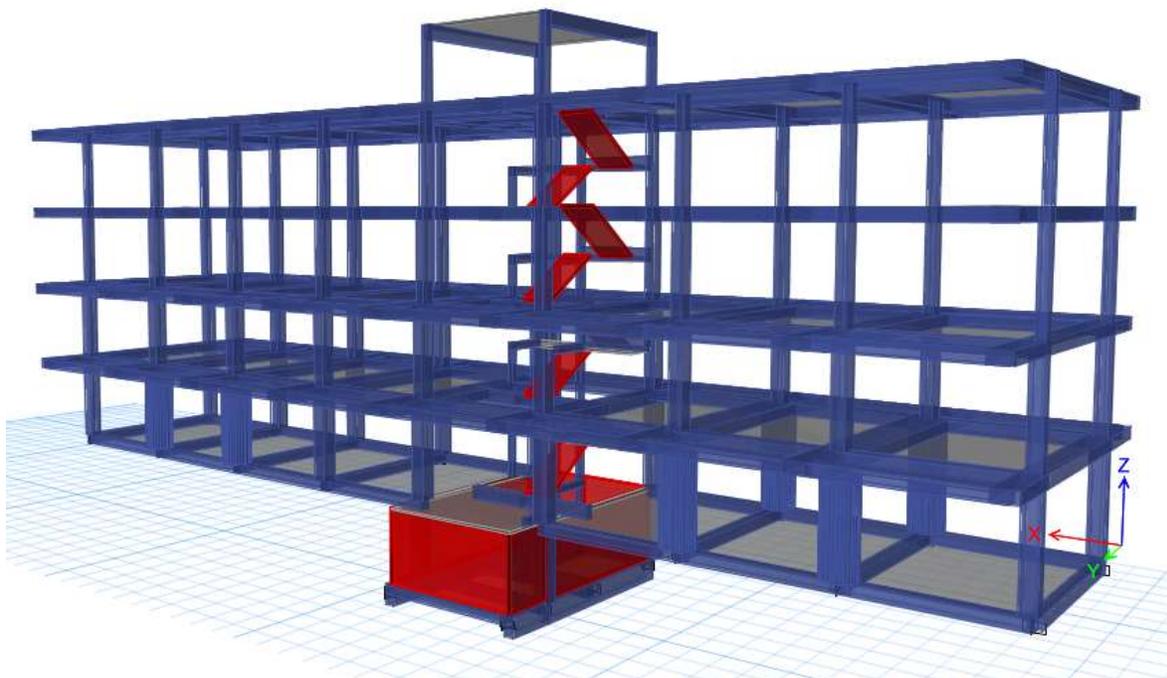


Figura # 31 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)

Las modificaciones de mayor importancia a tomar en cuenta en el modelado fueron la remoción de la losa de sala de máquinas, la remoción de los muros de fachadas este y oeste, las cargas aplicadas por la estructura del techo nuevo anexada en la azotea y los refuerzos aplicados a ciertas columnas en PB.

Las columnas en PB fueron reforzadas de la siguiente manera:

- Columnas C-1 en los ejes C7 y C8:

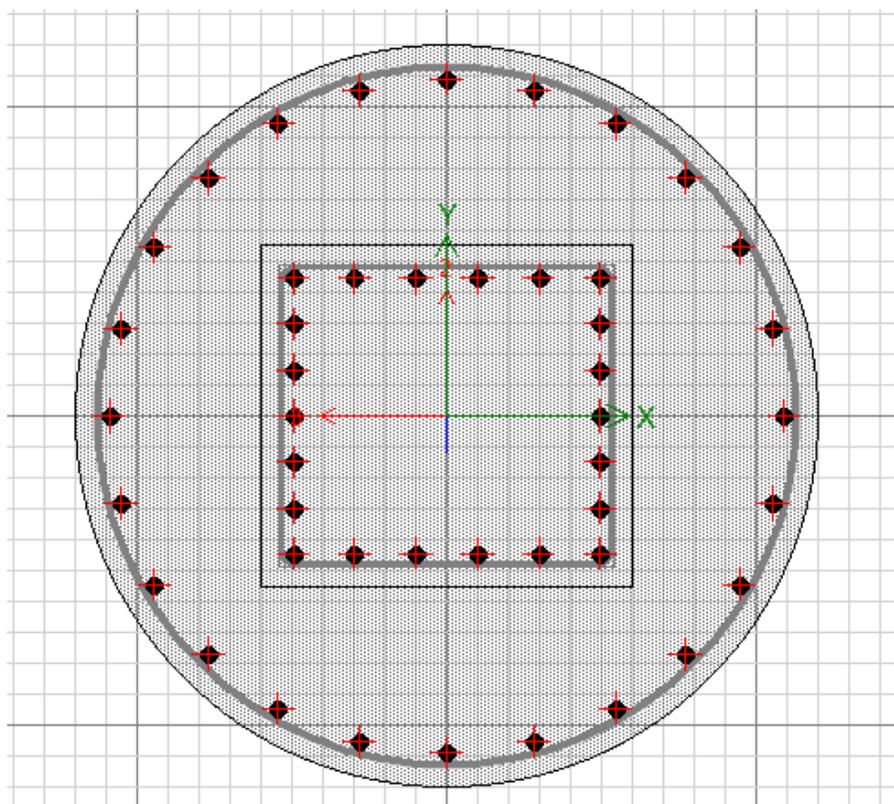


Figura # 32 (Columna C-1 Reforzada)

SECCION	DIMENSIONES		ACERO				Fy kgf/m ²
	BASE cm	ALTURA cm	CABILLA		ESTRIBOS		
			CANTIDAD	MEDIDA Pulgadas	MEDIDA	SEPARACION cm	
Cuadrada	60	55	22	1	3/8	15	2800
Circular	120		24	1	1/2	10	4200

- Columnas C-12 en los ejes B2, B3, C2 y C3:

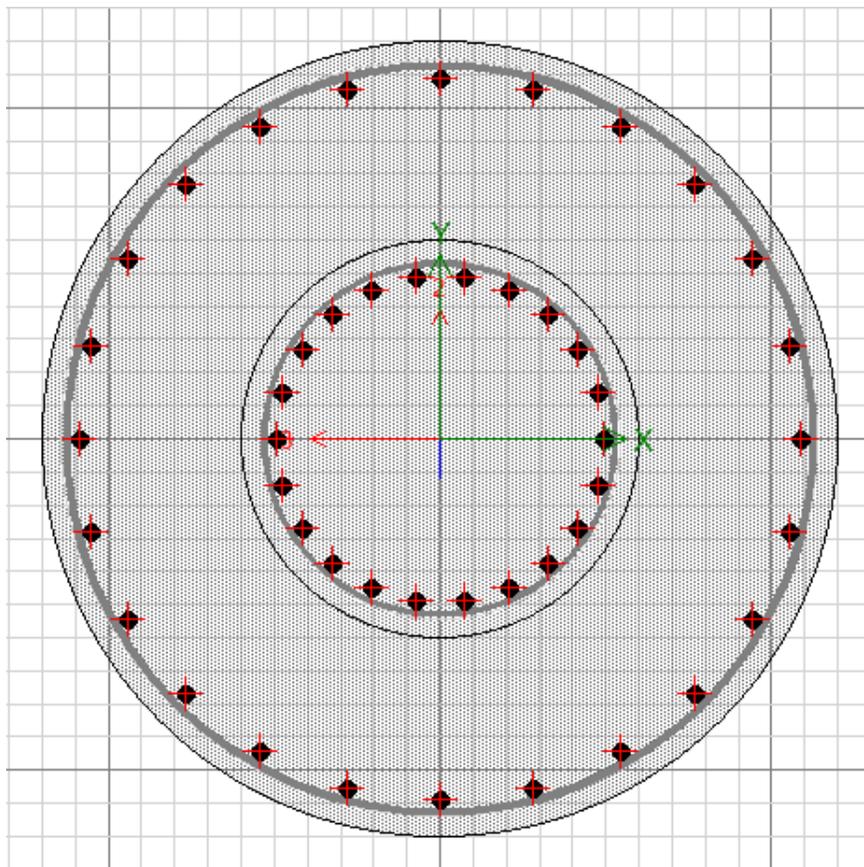


Figura # 33 (Columna C-12 Reforzada)

SECCION	DIAMETRO	ACERO				Fy
		CABILLA		ESTRIBOS		
		CANTIDAD	MEDIDA	MEDIDA	SEPARACION	
cm		Pulgadas		cm	kgf/m ²	
Circular 1	60	22	1	3/8	15	2800
Circular 2	120	24	1	1/2	10	4200

4.6.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

Los casos de cargas para este modelado se investigaron y se aplicaron según la norma “COVENIN 2002-8 Criterio y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones”. Tomando en cuenta las reacciones aplicadas por la estructura que fue anexada para sostener parte del techo de la biblioteca nueva. A continuación un gráfico de la estructura anexada:

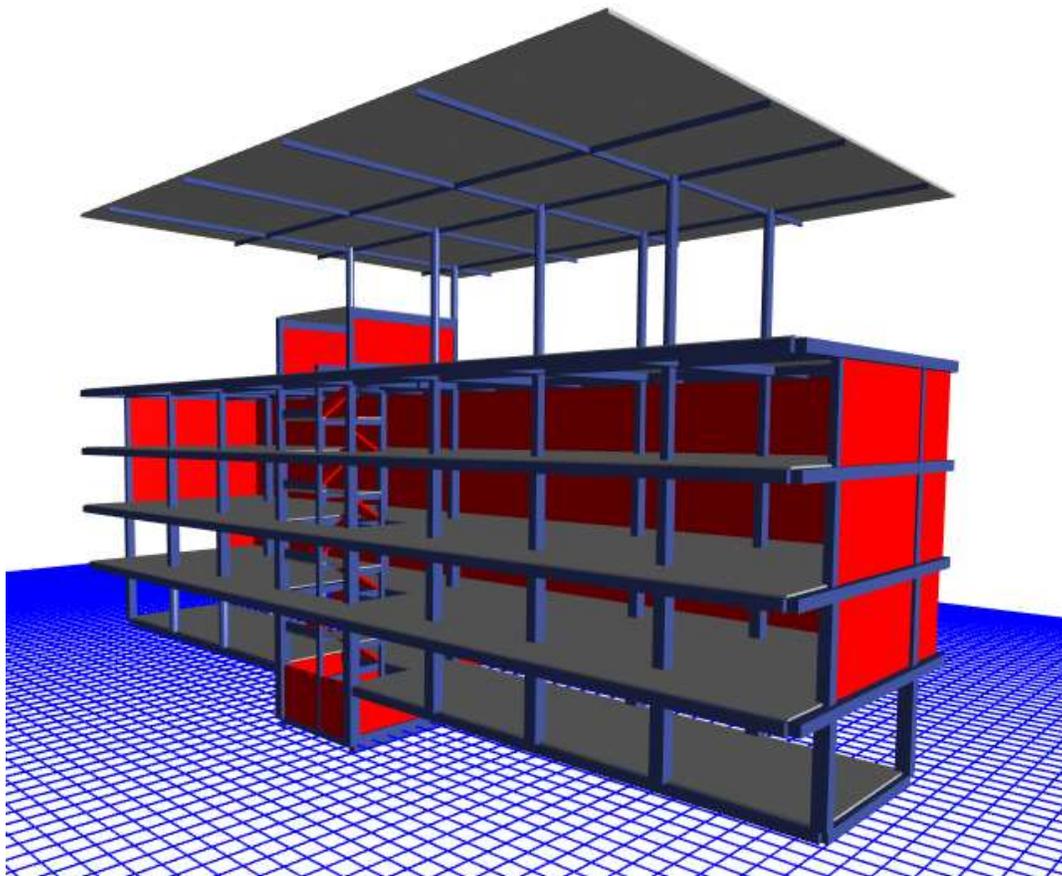


Figura # 34 (Esquema Estructura Anexada)

Los elementos a considerar en la estructura anexada en el techo son:

ELEMENTO	DIMENSIONES		Fy	f'c	PESO ESPECIFICO
	DIAMETRO	ESPESOR			
	cm	cm	kgf/m ²	kgf/m ²	kgf/m ³
Columna de acero con Concreto	40		3515	210	
Viga de Acero IPN 240			2530		
Techo Termopanel de "Grupo Isotex"		10			100

Nota: Para modelar este tipo de techo se buscó un espesor equivalente en una losa maciza que dio como resultado 0,004 m.

Dicha Estructura anexada fue retirada en el modelado por obtener falsos resultados adquiriendo períodos mayores a lo que representa la estructura original.

Reacciones de Columnas Techo Nuevo					
Story	Column	Unique Name	Load Case/Combo	Station	P
				m	kgf
Techo nuevo	C44	35	Dead	0	-1582,6
Techo nuevo	C46	36	Dead	0	-1785,5
Techo nuevo	C1	37	Dead	0	-2823,6
Techo nuevo	C2	38	Dead	0	-3060,8
Techo nuevo	C3	39	Dead	0	-2824,7
Techo nuevo	C4	256	Dead	0	-3045,3
Techo nuevo	C19	258	Dead	0	-2835,6
Techo nuevo	C20	272	Dead	0	-3061,3

TABLA # 12 (Resultado Reacciones Columnas Techo Nuevo por Peso Propio)

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Azotea	120	100
Piso PB, 1, 2, 3	270	300
Entrepiso	280	300
Escalera	130	500
Techo sala de Maquina	190	2000

4.6.2.-Materiales Definidos

CARACTERISTICAS		ACERO		CONCRETO
		CABILLAS	ESTRIBOS	
Peso Específico	kgf/m ³	7850	7850	2500
Módulo de Elasticidad	kgf/m ²	2,1x10 ⁶	2,1x10 ⁶	238751,96
F _y	kgf/m ²	2800	2800	
F _c	kgf/m ²			250

Anteriormente se tomaron en cuenta los refuerzos junto a sus tipos de materiales y secciones.

4.6.3.-Espectro de Diseño

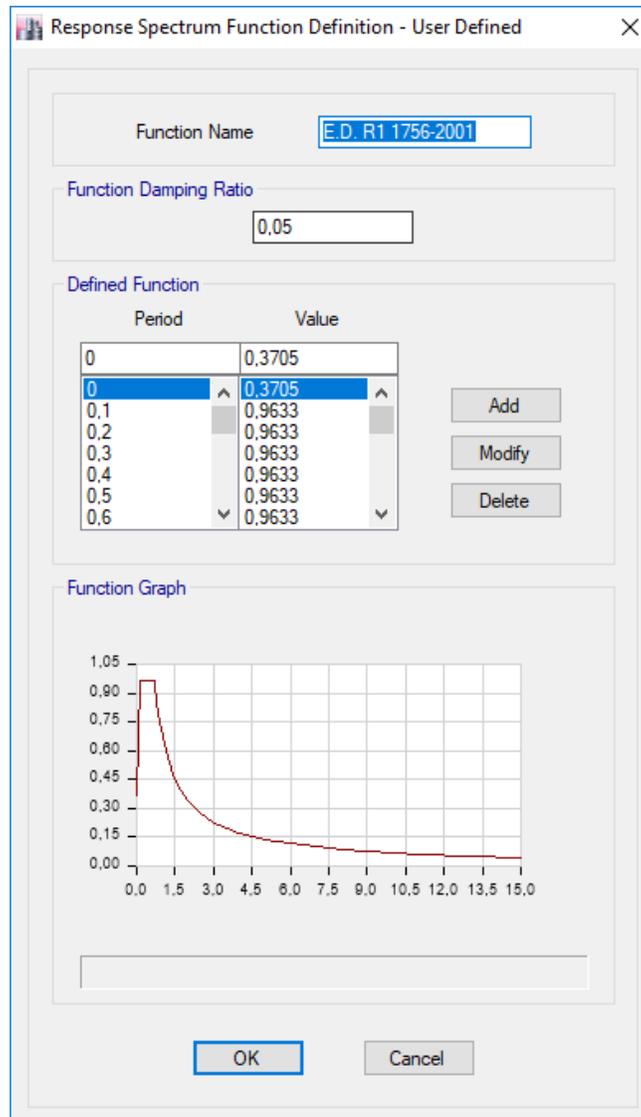


GRAFICO # 12 (Espectro de Diseño Equivalente a las Normas COVENIN 1756-2001)

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,3 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S2
Factor de Corrección	0,95
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	1

4.6.4.-Período

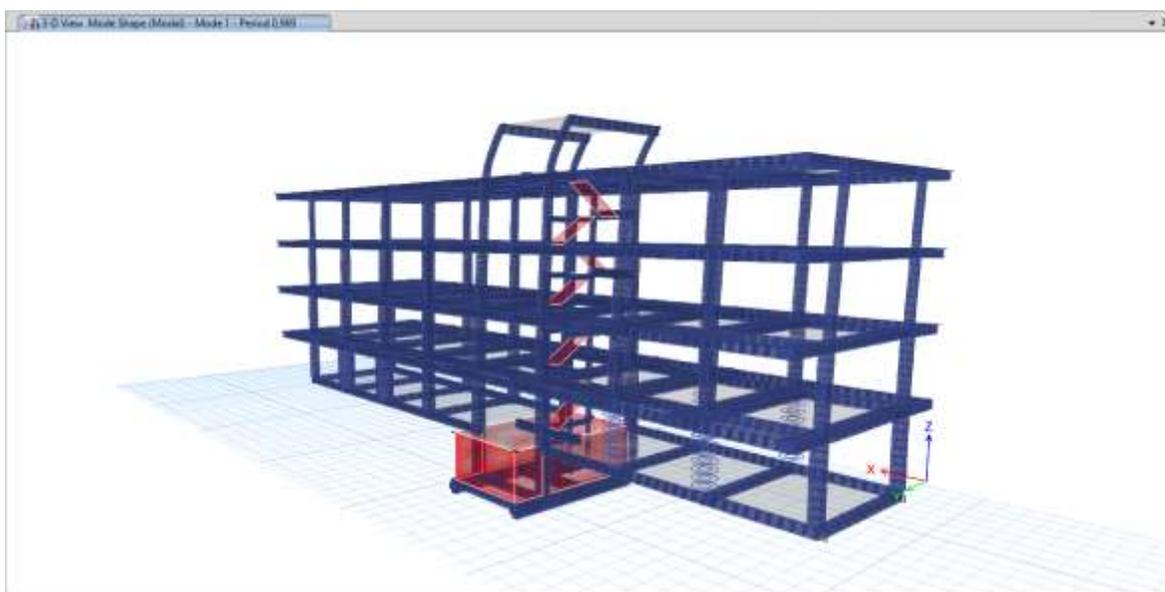


Figura # 35 (Esquema de Período Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,969 segundos para el modo 1, lo que se considera elevado para la estructura.

4.6.5.-Caso Modal

El tipo de Caso Modal utilizado fue el método de Ritz en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 12 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	100	94,32
Modal	Acceleration	UY	100	94,44
Modal	Acceleration	UZ	100	79,04

TABLA # 13 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)

4.6.6.- Corte Basal

Constantes				
Peso Edificio (W ton)	2974,536	Etabs		
Niveles (N)	5			
Altura Edificio (Hn)	18			
R	1			
Forma Espectral	s2	S1, S2, S3, S4		
Material Edificio	concreto	Acero o Concreto		
Tipo de Edificio	1	1, 2, 3, 4		
Factor de Importancia	A	A, B1, B2		
α	1,3			
ϕ	0,95	Tabla 5.1 Norma Sísmica		
Ao	0,3			
Vo Eje X Etabs	1235,040			
Vo Eje Y Etabs	1357,740			

Coeficiente Sísmico	
Vo/W Eje X	0,415
Vo/W Eje Y	0,456
$(\alpha * Ao) / R$	0,39
Si Cumple	

Vo (Calculado) mín.	1825,743
Resultados	
$\mu 1$	0,891
$\mu 2$	0,820
T	0,979
T0	0,175
T+	0
Ta	0,612
T*	0,7
p	1
β	2,6
Ct	0,07
Ad	0,689
c	0,788
μ Mayor	0,891
Eje X	Eje Y
No Cumple	No Cumple
Factor de Corrección Por Corte Basal	
Eje X	1,478
Eje Y	1,345

TABLA # 14 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)

4.6.7.- Capacidad PMM

4.6.7.1.- Gráficos PMM

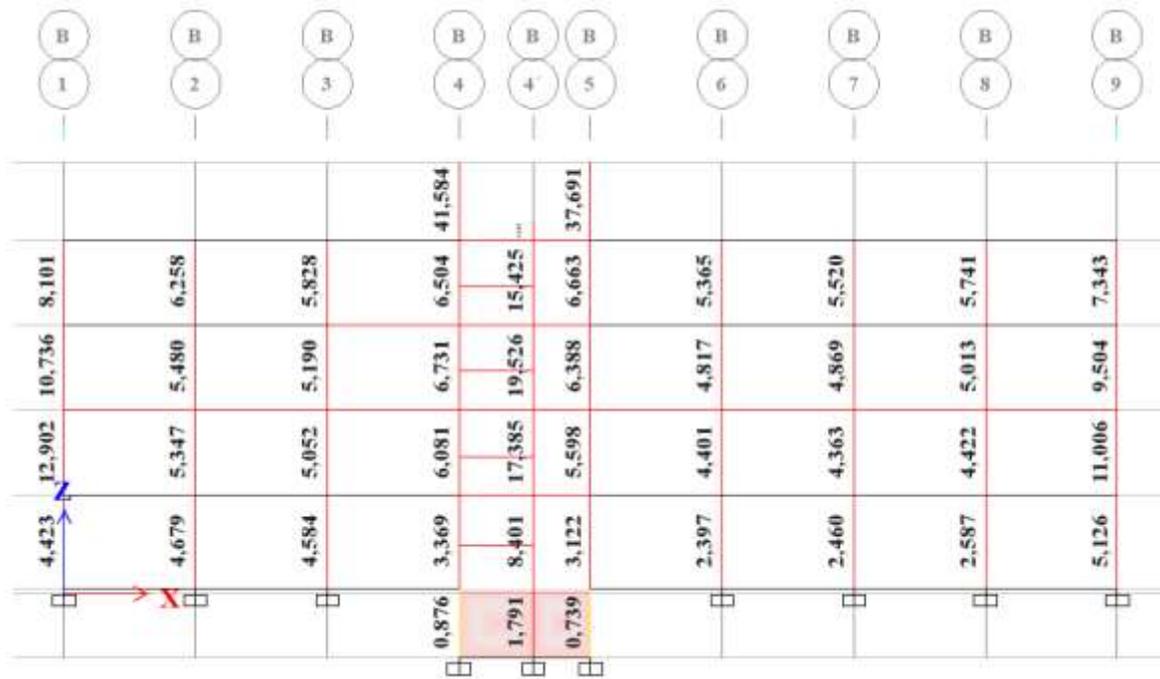


Figura # 36 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)

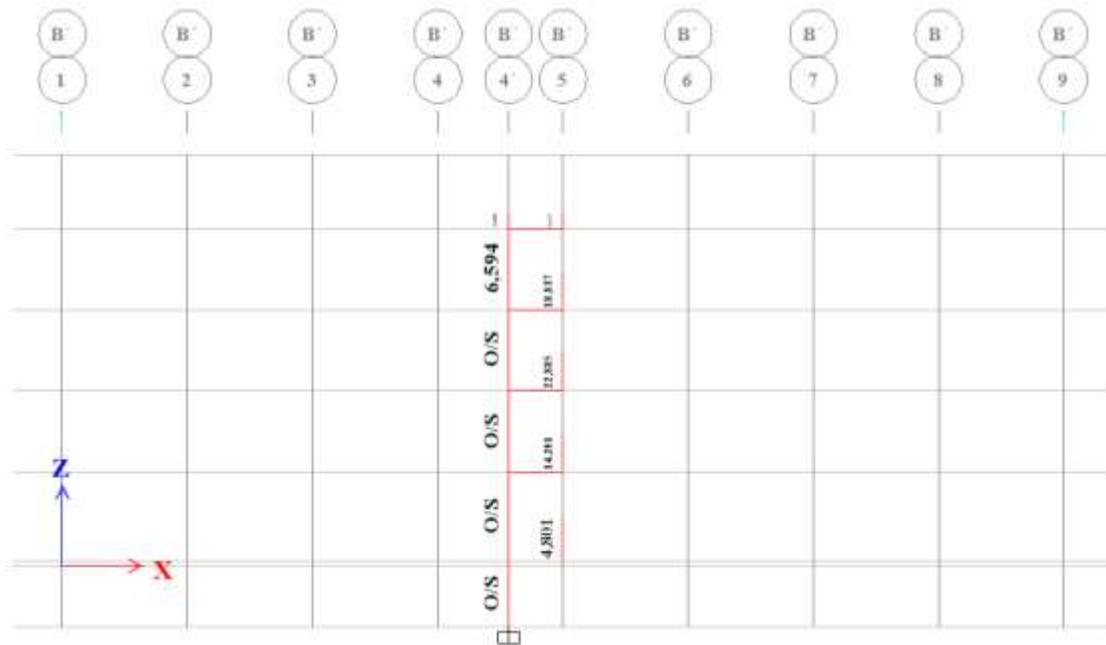


Figura # 37 (PMM Pórtico B' Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)

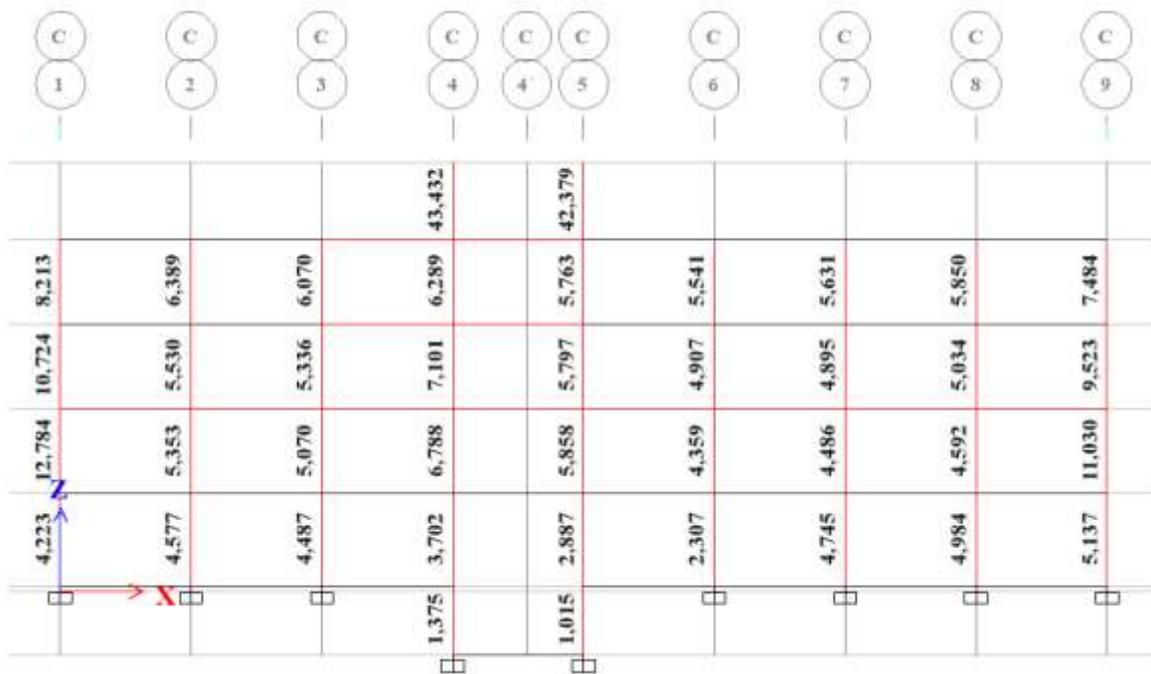


Figura # 38 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja modificada sin tabiquería COVENIN 1756-2001)

PMM Columnas de Concreto									
Label	Story	Section	Location	P	M Major	M Minor	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %	Error Etabs
				kgf	kgf-m	kgf-m			
C47	Azotea	Columna 11	Bottom	-73221,66	-34533,35	9242,25	UDCon4	15.425	O/S #35
C47	Piso3	Columna 11	Top	43663,7	-41923,84	28045,51	UDCon3	16.019	O/S #35
C47	Piso 2	Columna 11	Bottom	-159350,79	32066,41	11464,35	UDCon4	17.385	O/S #35
C116	Azotea	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Bottom	-13574,65	-9290,63	-22716,69	UDCon3	18.837	O/S #35
C47	Piso3	Columna 11	Bottom	-126051,33	41052,95	7764,12	UDCon4	19.526	O/S #35
C116	Piso3	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Bottom	-14694,59	-10141,92	-27982,76	UDCon3	22.885	O/S #35
C44	Techo Sala Maquina	Columna 9	Bottom	-9771,14	55991,8	164134,44	UDCon4	37.691	O/S #35
C43	Techo Sala Maquina	Columna 9	Bottom	-13014,79	63673,94	-180664,99	UDCon4	41.584	O/S #35
C46	Techo Sala Maquina	Columna 9	Bottom	-11675,39	-46085,11	187183,42	UDCon4	42.379	O/S #35
C45	Techo Sala Maquina	Columna 9	Bottom	-15324,45	-68578,91	188285,29	UDCon4	43.432	O/S #35
C48	Piso3	Columna 10	Bottom	-122147,66	-18192,43	-8294,65	UDCon3	O/S	O/S #5
C48	Piso 2	Columna 10	Bottom	-181962,92	-16697,87	4137,84	UDCon3	O/S	O/S #5
C48	Piso 1	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	Piso 1	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5

TABLA # 15 (Resultado de Fallas Columnas PMM COVENIN 1756-2001)

4.6.7.2.- Fallas a Considerar:

- Columna B'4'(C-10):

Dicha falla contiene las mismas características que los casos anteriores solo que ahora se presentan desde el piso número 2 y esto es debido a que la energía aplicada por el sismo se concentra en la zona central de la edificación.

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
UDCon2	1,6400	0,239	0,00000	0,00094
UDCon2	1,6400	0,187	0,00000	0,00000
UDCon2	1,7850	0,181	0,00000	0,00000
UDCon2	3,5700	0,259	0,00000	0,00000
UDCon3	0,0000	O/S #5	O/S #3	0,00256
UDCon3	1,3096	O/S #5	O/S #3	0,00256
UDCon3	1,3096	O/S #35	O/S #3	O/S #3
UDCon3	1,6400	O/S #35	O/S #3	O/S #3
UDCon3	1,6400	O/S #35	O/S #3	O/S #3
UDCon3	1,7850	O/S #35	O/S #3	O/S #3
UDCon3	3,5700	O/S #35	O/S #3	O/S #3
UDCon4	0,0000	O/S #35	O/S #3	0,00255
UDCon4	1,3096	O/S #35	O/S #3	0,00255
UDCon4	1,3096	O/S #35	O/S #3	O/S #3
UDCon4	1,6400	O/S #35	O/S #3	O/S #3

Figura # 35 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001)

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-m	Design M_{u3} kgf-m	Minimum M_2 kgf-m	Minimum M_3 kgf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
-122393,2	-6910,22	-12456,51	2783,22	2783,22	5,74(O/S #5)	3,264(O/S #5)

Figura # 39 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001)

- Columna B4'(C-11)

En el caso de dicha columna se toma en cuenta debido a falla por relación de capacidad PMM

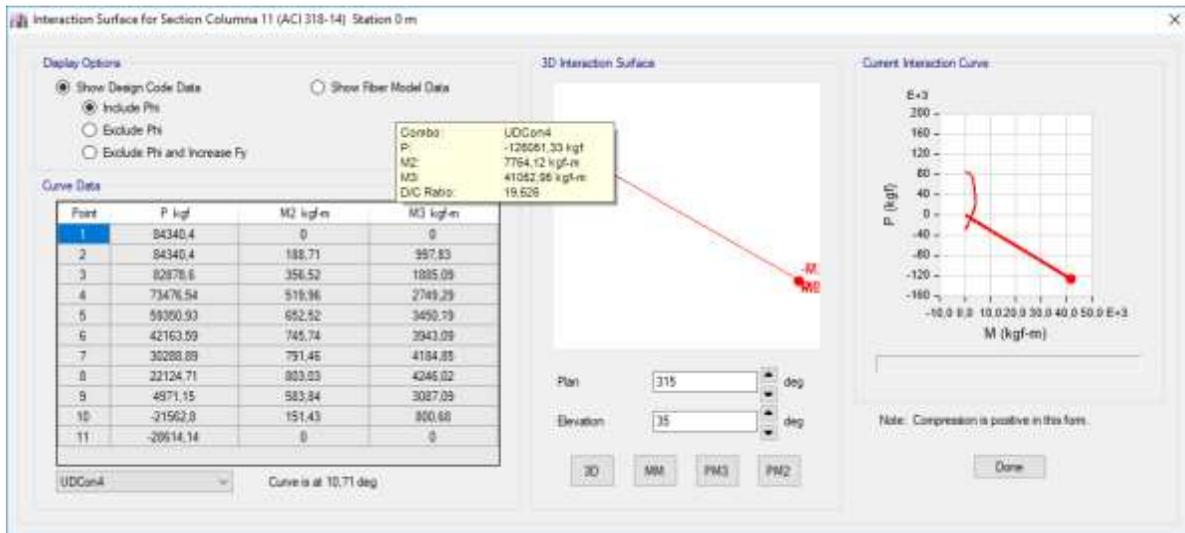


GRAFICO # 13 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001)

4.6.8.-Deriva

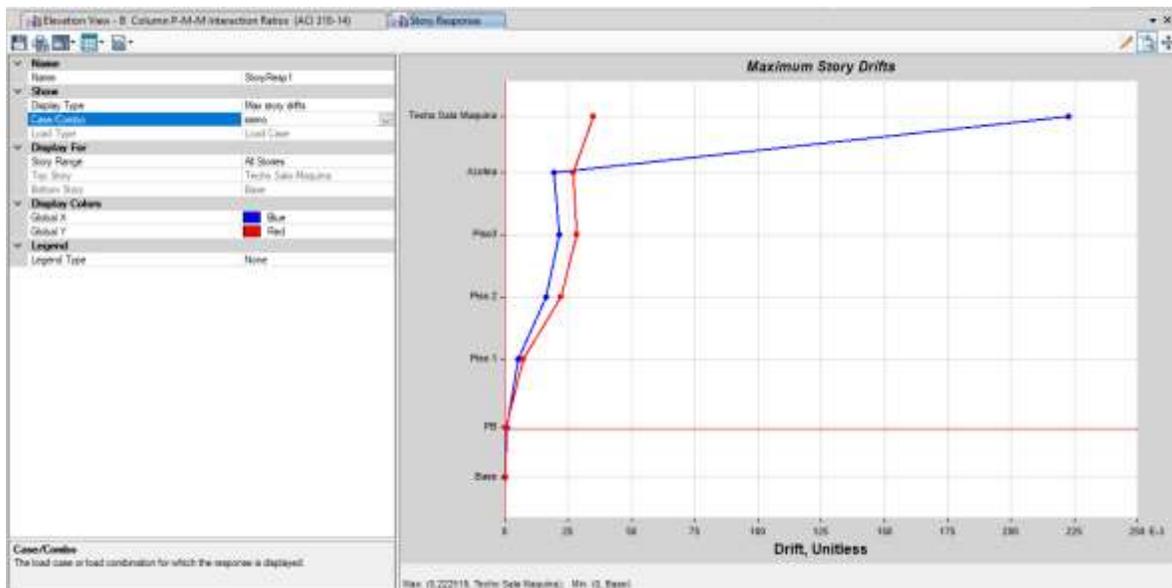


GRAFICO # 14 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001)

Grupo Edificio	A	
R	1	
Max Drift X	0,222519	Etabs
Max Drift Y	0,0351	Etabs
Des. Lateral X	0,1780	NO CUMPLE
Des. Lateral Y	0,0281	NO CUMPLE

TABLA # 16 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)

4.7.-Modelado Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se tomaron en cuenta las modificaciones aplicadas al cambio de uso tomando en cuenta el espectro de diseño según las normas actuales COVENIN 1756-2001. A diferencia del modelado anterior se le agregó las posibles tabiquerías que puede tener la edificación en toda su fachada.

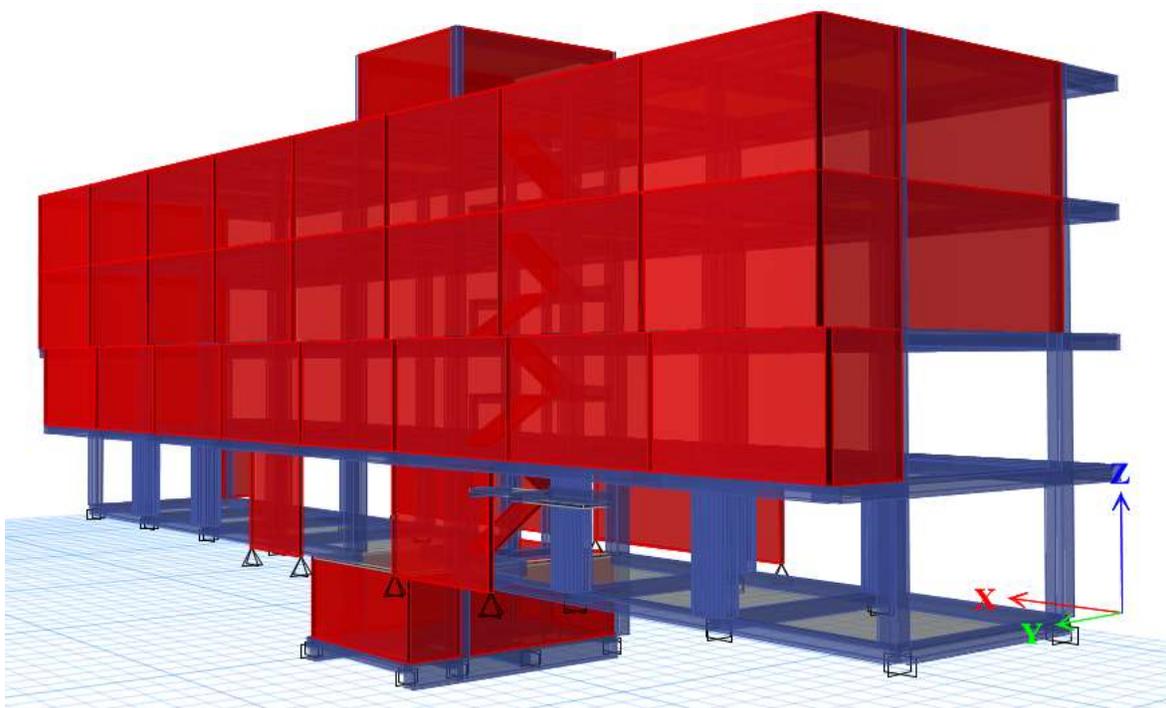


Figura # 40 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)

En este modelado también se tomaron en cuenta las modificaciones descritas en el capítulo 4.6 del desarrollo.

4.7.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

Los casos de cargas para este modelado se investigaron y se aplicaron según la norma “COVENIN 2002-8 Criterio y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones”. Tomando en cuenta las reacciones aplicadas por la estructura que fue anexada para sostener parte del techo de la biblioteca nueva. A continuación un gráfico de la estructura anexada:

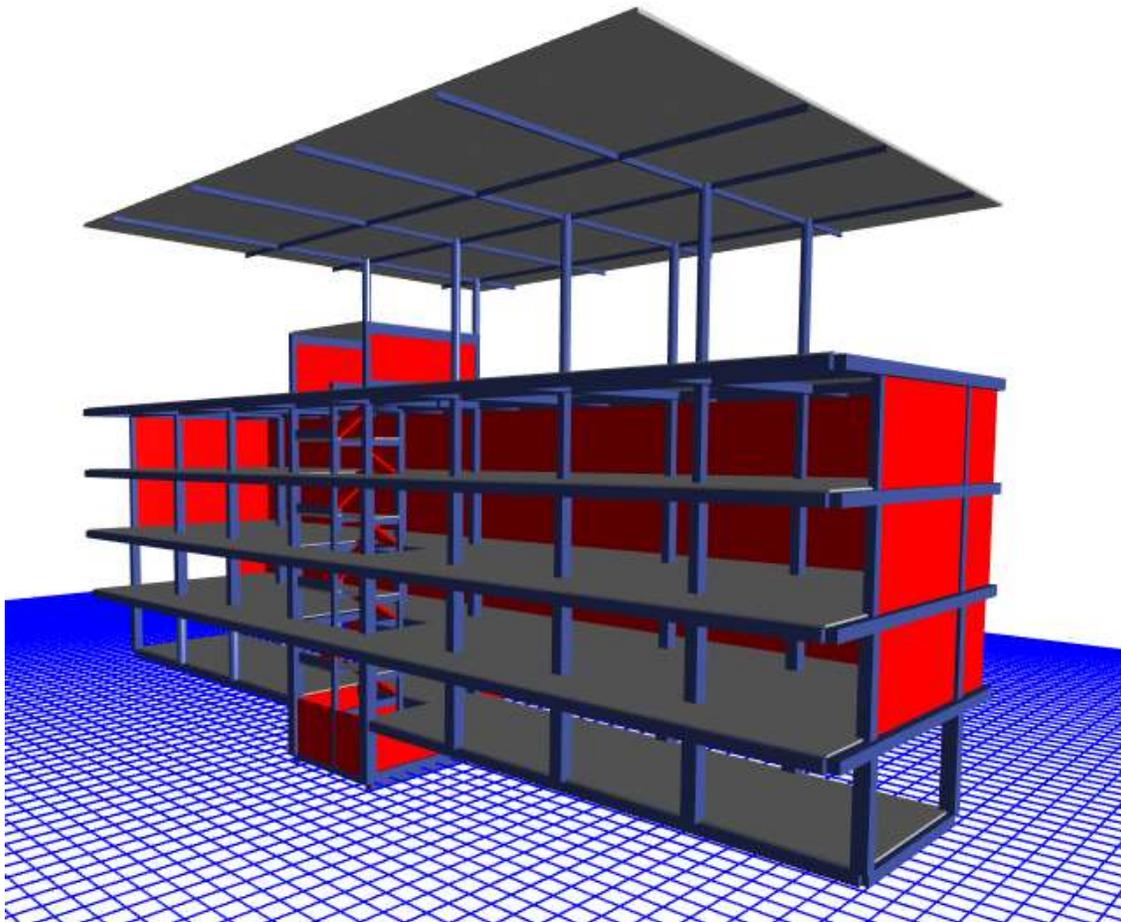


Figura # 41 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja COVENIN 1756-2001)

Los elementos a considerar en la estructura anexada en el techo fueron los siguientes:

ELEMENTO	DIMENSIONES		Fy	f'c	PESO ESPECIFICO
	DIAMETRO	ESPESOR			
	cm	cm	kgf/m ²	kgf/m ²	kgf/m ³
Columna de acero con Concreto	40		3515	210	
Viga de Acero IPN 240			2530		
Techo Termopanel de "Grupo Isotex"		10			100

Nota: Para modelar este tipo de techo se buscó un espesor equivalente en una losa maciza que dio como resultado 0,004 m.

Dicha Estructura anexada fue retirada en el modelado por obtener falsos resultados adquiriendo períodos mayores a lo que representa la estructura original, lo que se hizo fue transmitir las cargas del techo a la azotea.

Reacciones de Columnas Techo Nuevo					
Story	Column	Unique Name	Load Case/Combo	Station	P
				m	kgf
Techo nuevo	C44	35	Dead	0	-1582,6
Techo nuevo	C46	36	Dead	0	-1785,5
Techo nuevo	C1	37	Dead	0	-2823,6
Techo nuevo	C2	38	Dead	0	-3060,8
Techo nuevo	C3	39	Dead	0	-2824,7
Techo nuevo	C4	256	Dead	0	-3045,3
Techo nuevo	C19	258	Dead	0	-2835,6
Techo nuevo	C20	272	Dead	0	-3061,3

TABLA # 17 (Resultado Reacciones Columnas Techo Nuevo por Peso Propio)

En este modelado se redujeron los pesos de tabiquerías aplicados en la losa.

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Azotea	120	100
Piso PB, 1, 2, 3	165	300
Entrepiso	280	300
Escalera	130	500
Techo sala de Maquina	190	2000

4.7.2.-Materiales Definidos

CARACTERISTICAS		ACERO		CONCRETO
		CABILLAS	ESTRIBOS	
Peso Específico	kgf/m ³	7850	7850	2500
Módulo de Elasticidad	kgf/m ²	2,1x10 ⁶	2,1x10 ⁶	238751,96
Fy	kgf/m ²	2800	2800	
F'c	kgf/m ²			250

Nota: Anteriormente en el capítulo 4.6 se tomaron en cuenta los refuerzos junto a sus tipos de materiales y secciones.

4.7.3.-Espectro de Diseño

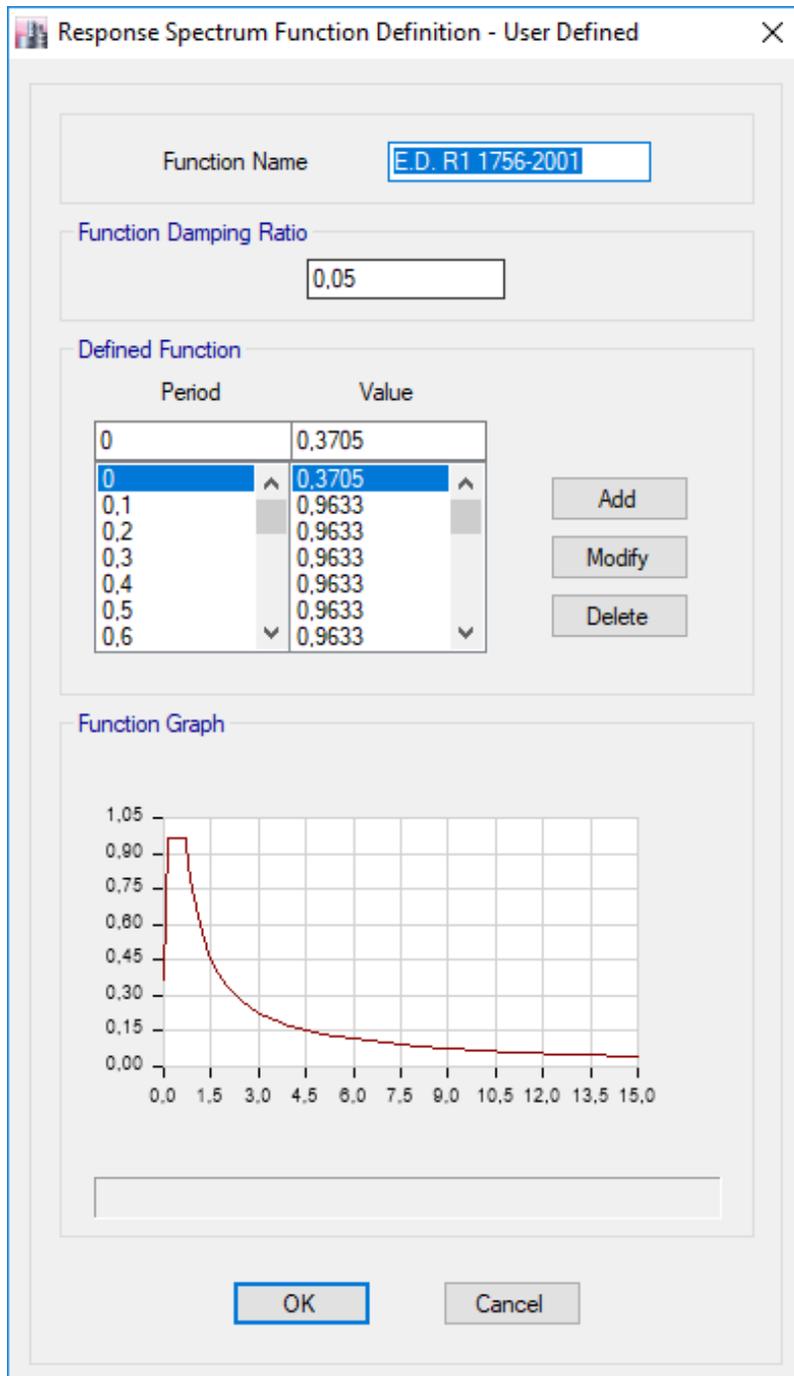


GRAFICO # 15 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,3 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S2
Factor de Corrección	0,95
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	1

4.7.4.-Período

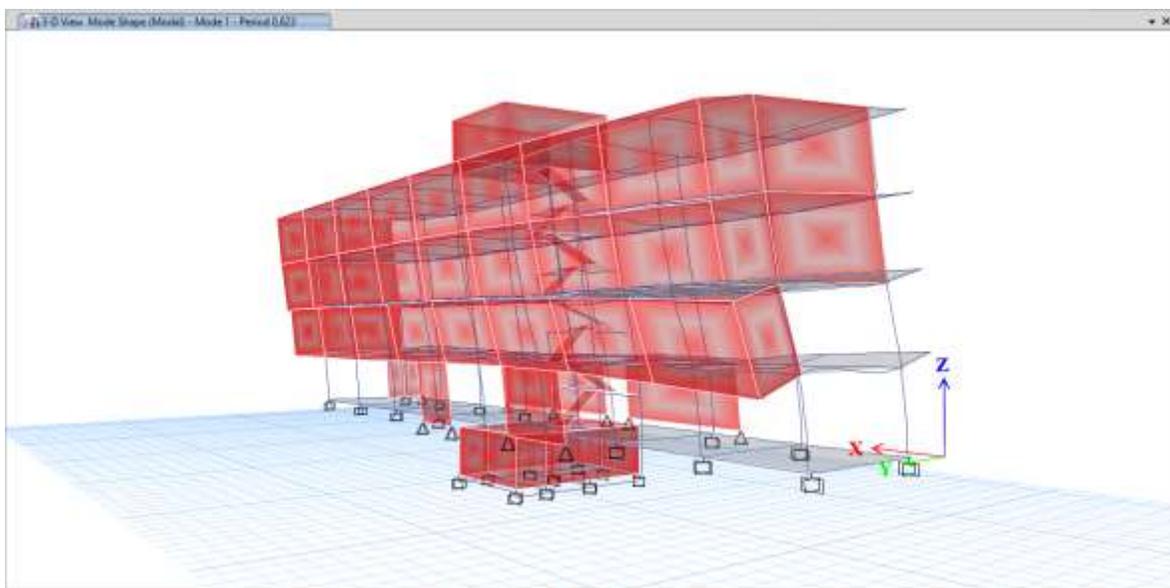


Figura # 42 (Esquema de Período Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,623 segundos para el modo 1, siendo un periodo aceptable ya que es un edificio de 6 pisos, lo que quiere decir que la estructura mejoro considerablemente su comportamiento sin el techo.

4.7.5.-Caso Modal

El tipo de Caso Modal utilizado fue el método de Eigen en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 28 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99,7	90,79
Modal	Acceleration	UY	99,89	92,48
Modal	Acceleration	UZ	66,31	28,04

TABLA # 18 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)

4.7.6.-Corte Basal

Constantes			Vo (Calculado) min.	1804,362																																							
Peso Edificio (W ton)	2939,700	Etabs	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>μ_1</td> <td>0,891</td> </tr> <tr> <td>μ_2</td> <td>0,820</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0,979</td> </tr> <tr> <td>T0</td> <td>0,175</td> </tr> <tr> <td>T+</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Ta</td> <td>0,612</td> </tr> <tr> <td>T*</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>2,6</td> </tr> <tr> <td>Ct</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>Ad</td> <td>0,689</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>0,788</td> </tr> <tr> <td>μ Mayor</td> <td>0,891</td> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>Eje Y</td> </tr> <tr> <td>No Cumple</td> <td>Si Cumple</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección Por Corte Basal</th> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>1,213</td> </tr> <tr> <td>Eje Y</td> <td>No Necesita</td> </tr> </tbody> </table>			Resultados		μ_1	0,891	μ_2	0,820	T	0,979	T0	0,175	T+	0	Ta	0,612	T*	0,7	p	1	β	2,6	Ct	0,07	Ad	0,689	c	0,788	μ Mayor	0,891	Eje X	Eje Y	No Cumple	Si Cumple	Factor de Corrección Por Corte Basal		Eje X	1,213	Eje Y	No Necesita
Resultados																																											
μ_1	0,891																																										
μ_2	0,820																																										
T	0,979																																										
T0	0,175																																										
T+	0																																										
Ta	0,612																																										
T*	0,7																																										
p	1																																										
β	2,6																																										
Ct	0,07																																										
Ad	0,689																																										
c	0,788																																										
μ Mayor	0,891																																										
Eje X	Eje Y																																										
No Cumple	Si Cumple																																										
Factor de Corrección Por Corte Basal																																											
Eje X	1,213																																										
Eje Y	No Necesita																																										
Niveles (N)	5																																										
Altura Edificio (Hn)	18																																										
R	1																																										
Forma Espectral	s2	S1, S2, S3, S4																																									
Material Edificio	concreto	Acero o Concreto																																									
Tipo de Edificio	1	1, 2, 3, 4																																									
Factor de Importancia	A	A, B1, B2																																									
α	1,3																																										
ϕ	0,95	Tabla 5.1 Norma Sísmica																																									
Ao	0,3																																										
Vo Eje X Etabs	1487,800																																										
Vo Eje Y Etabs	1845,430																																										
Coeficiente Sísmico																																											
Vo/W Eje X	0,506																																										
Vo/W Eje Y	0,628																																										
$(\alpha * Ao)/R$	0,39																																										
Si Cumple																																											

TABLA # 19 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)

4.7.7.-Capacidad PMM

4.7.7.1.-Gráficos PMM

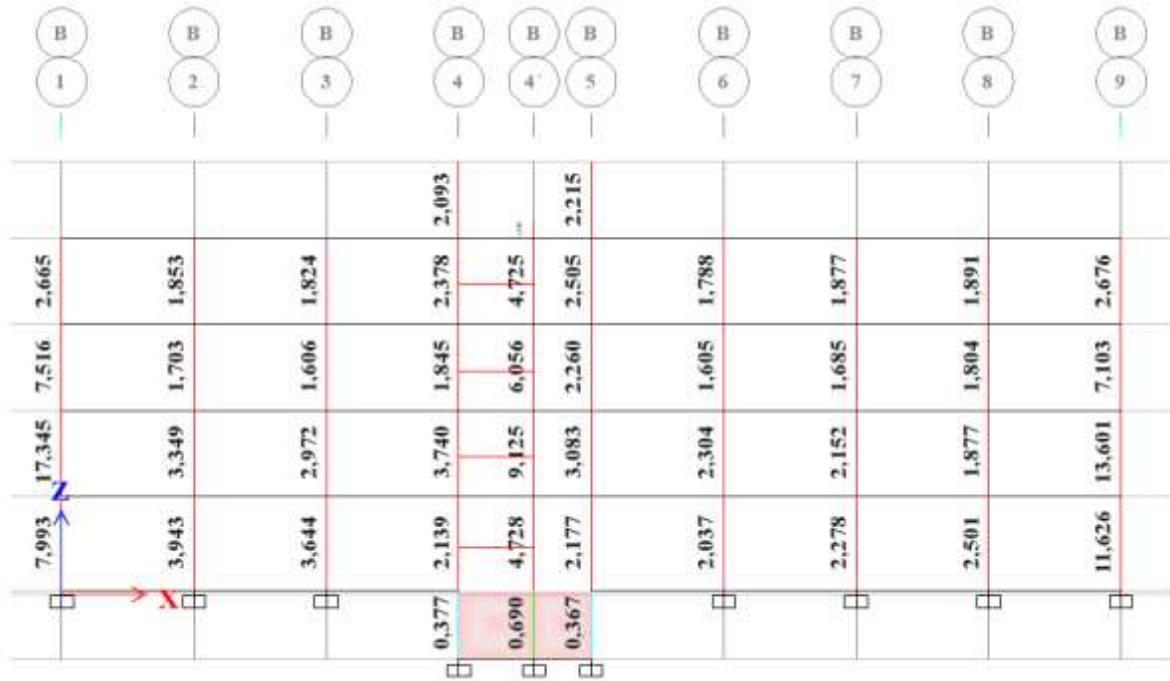


Figura # 43 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)

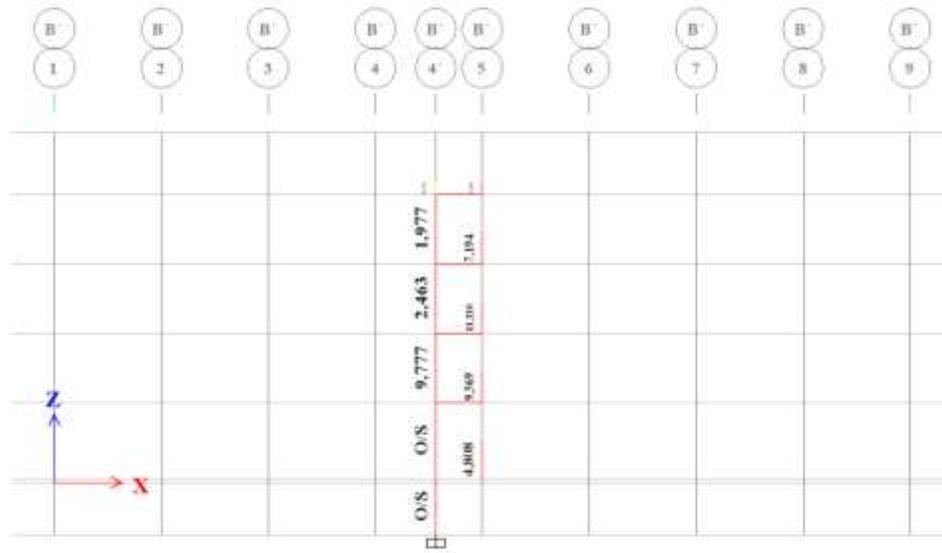


Figura # 44 (PMM Pórtico B' Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)

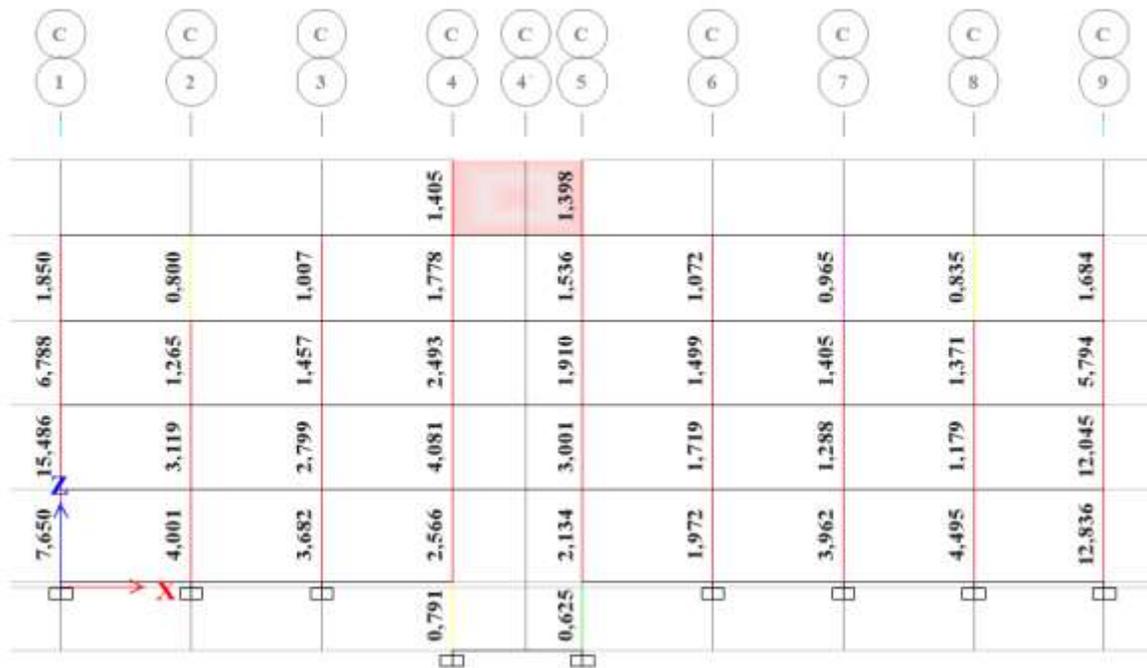


Figura # 45 (PMM Pórtico C Biblioteca Vieja modificada con tabiquería COVENIN 1756-2001)

PMM Columnas de Concreto									
Label	Story	Section	Location	P	M Major	M Minor	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %	Error Etabs
				kgf	kgf-m	kgf-m			
C18	Piso 1	Columna 5	Top	-627599,8	-25173,82	69907,95	UDCon4	11.106	O/S #35
C116	Piso3	MACHON (E.-V.5 (B-B´)	Bottom	-4859,1	-2606,91	-14178,31	UDCon3	11.210	O/S #35
C17	Piso 1	Columna 5	Bottom	-555400,59	-36473,08	95015,58	UDCon4	11.626	O/S #35
C18	Piso 2	Columna 6	Top	-418676,8	-55226,21	12267,51	UDCon4	11.785	O/S #35
C18	Piso 2	Columna 6	Bottom	-417070,3	58726,14	-10401,74	UDCon4	12.045	O/S #35
C18	Piso 1	Columna 5	Bottom	-625400,43	36852,14	102252,28	UDCon4	12.836	O/S #35
C17	Piso 2	Columna 6	Bottom	-458413,61	64398,28	37914,46	UDCon4	13.196	O/S #35
C17	Piso 2	Columna 6	Top	-460020,11	-69173,65	36686,06	UDCon4	13.601	O/S #35
C15	Piso 2	Columna 6	Bottom	-389268,34	93802,17	8573,69	UDCon4	14.414	O/S #35
C15	Piso 2	Columna 6	Top	-390874,84	-106681,58	-10480,19	UDCon4	15.486	O/S #35
C16	Piso 2	Columna 6	Bottom	-399024,72	117432,63	38888,85	UDCon4	16.455	O/S #35
C16	Piso 2	Columna 6	Top	-400631,22	-128020,25	-38358,66	UDCon4	17.345	O/S #35
C48	Piso 1	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	Piso 1	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5
C48	PB	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S #5

TABLA # 20 (Resultado de Fallas Columnas PMM COVENIN 1756-2001)

4.7.7.2.-Fallas a Considerar:

- Columna B´4´(C-10):

Dicha falla contiene las mismas características que los casos anteriores solo que ahora se presentan desde el piso número PB.

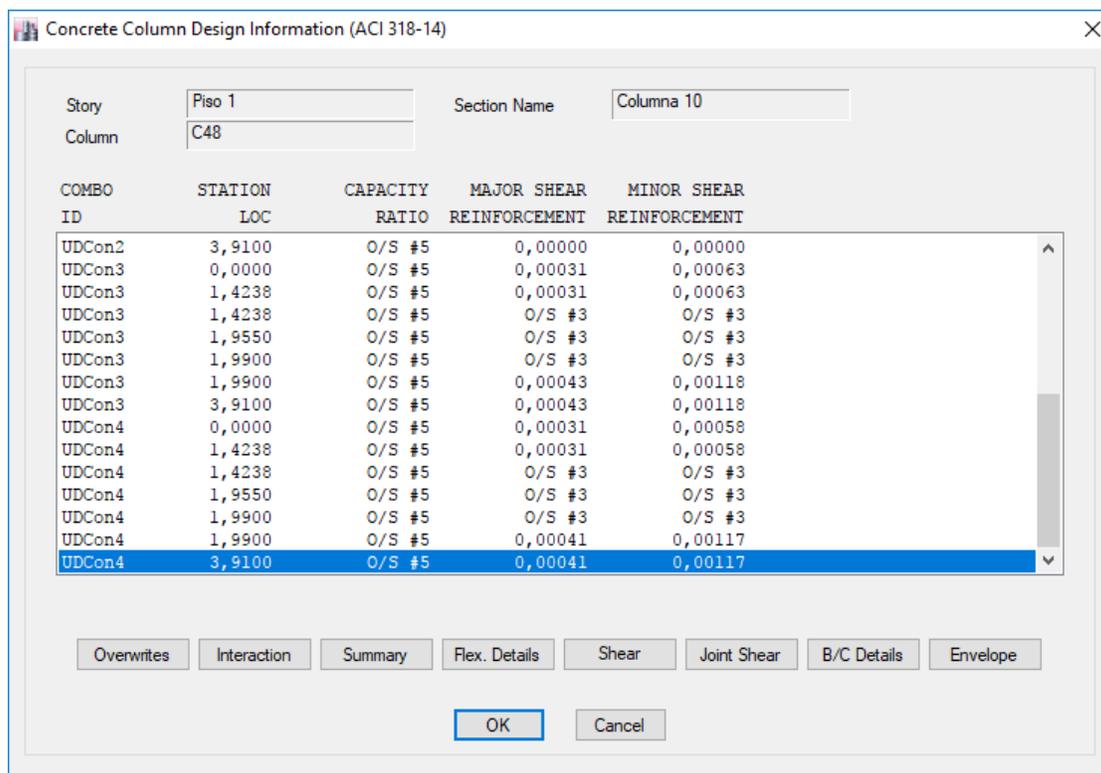


Figura # 46 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001)

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-m	Design M_{u3} kgf-m	Minimum M_2 kgf-m	Minimum M_3 kgf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
-68402,62	3508,73	2229,91	1555,48	1555,48	5,74(O/S #5)	1,237(O/S #5)

Figura # 47 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001)

- Columna B1(C-6)

En este caso la columna que se encuentra en el piso 1 se toma en cuenta debido a falla por la mayor relación de capacidad en la estructura.

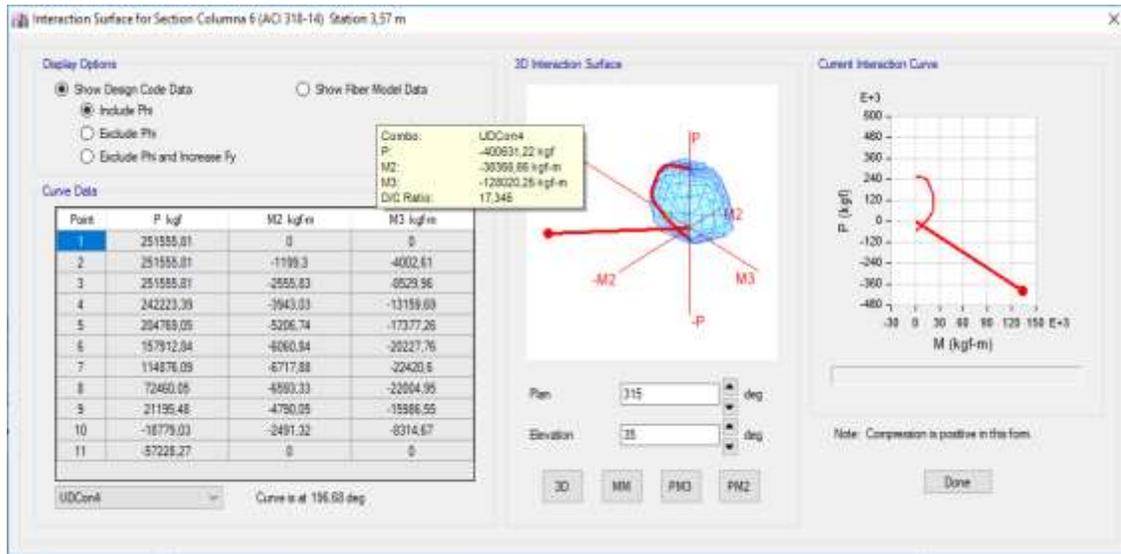


GRAFICO # 16 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001)

4.7.8.-Deriva

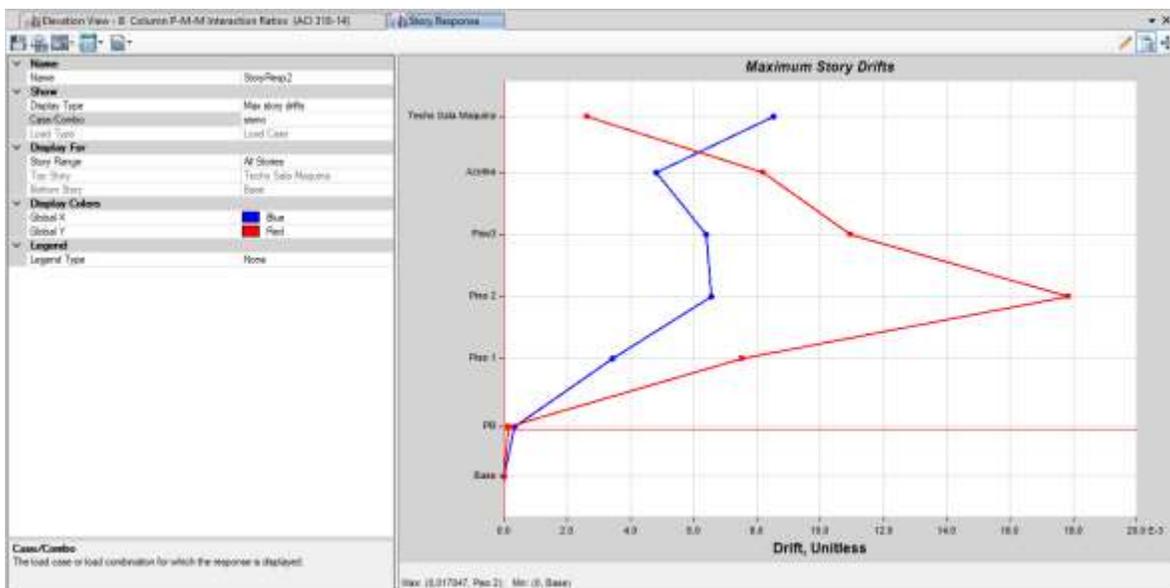


GRAFICO # 17 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001)

Grupo Edificio	A	
R	1	
Max Drift X	0,008532	Etabs
Max Drift Y	0,017847	Etabs
Des. Lateral X	0,0068	SI CUMPLE
Des. Lateral Y	0,0143	NO CUMPLE

TABLA # 21 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)

4.7.9.-Aceros Colocados vs Aceros Requeridos en Vigas

Para el Chequeo de los aceros en las vigas se consideró seleccionar una muestra del piso en donde es más desfavorable según el modelado a estudiar que en este caso fue en el Piso 1.

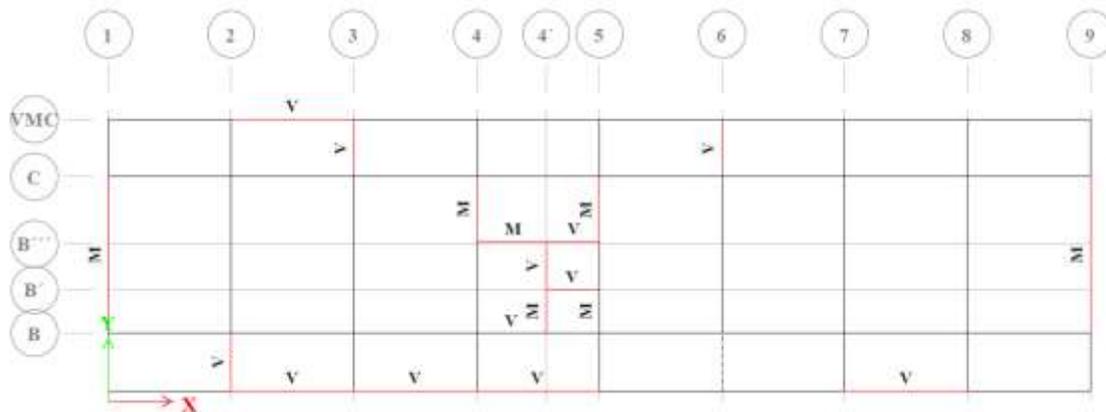


Figura # 48 (Fallas en Vigas ETABS COVENIN 1756-2001)



Figura # 49 (Labels Vigas ETABS COVENIN 1756-2001)

4.7.9.1.-Acero a Flexión

Tabla de Vigas a Flexión										
Label	Story	Section	Location	(-) Moment	(-) Combo	As Top	(+) Moment	(+) Combo	As Bot	Error Etabs
				kgf-cm		cm ²	kgf-cm		cm ²	
B81	Piso 1	1-V.1 (B-C) (2)	End-I		O/S			O/S		O/S #2
B81	Piso 1	1-V.1 (B-C) (2)	Middle	0	UDCon4	56,91	4421489,42	UDCon3	61,52	
B81	Piso 1	1-V.1 (B-C) (2)	End-J		O/S			O/S		O/S #2
B18	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 135x40	End-I		O/S			O/S		O/S #2
B18	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 135x40	Middle	0	UDCon3	151,95	6819871,94	UDCon4	140,59	
B18	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 135x40	End-J		O/S			O/S		O/S #2
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	End-I	-5960654,4	UDCon4	137,32	0	UDCon3	162,97	
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	Middle	0	UDCon3	137,32	4951443,18	UDCon4	125,67	
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	End-J		O/S		9864026,42	UDCon4	182	O/S #2
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	End-I		O/S			O/S		O/S #2
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	Middle	-3472466,95	UDCon3	61,81	0	UDCon4	56,53	
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	End-J	-6372632,27	UDCon3	99,45	4839764,01	UDCon4	78,45	
B11	Piso 1	E.-V.4'(B-B')	End-I	-756849,2	UDCon3	14,21	0	UDCon3	12,85	
B11	Piso 1	E.-V.4'(B-B')	Middle	0	UDCon3	10,34	453449,07	UDCon3	11,19	
B11	Piso 1	E.-V.4'(B-B')	End-J		O/S			O/S		O/S #2
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	End-I		O/S			O/S		O/S #2
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	Middle	0	UDCon3	3,83	201565,79	UDCon3	4,31	
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	End-J	-573912,5	UDCon3	10,93	489432,83	UDCon4	9,2	

TABLA # 22 (Vigas con Fallas a Flexión COVENIN 1756-2001)

TABLE: Concrete Beam Flexure Envelope												
Label	Story	Section	Location	(-) Moment	(-) Combo	As Top	(+) Moment	(+) Combo	As Bot	As Colocado Top	As Colocado Bottom	CHEQUEO
				kgf-cm		cm ²	kgf-cm		cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	Middle	-1261015	UDCon4	17,31	0	UDCon3	18,26	3,96	6,5	NO CUMPLE
B20	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	Middle	-1532704	UDCon4	20,57	0	UDCon4	20,86	3,96	6,5	NO CUMPLE
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	17,15	1549941,4	UDCon3	17,83	7,92	6,5	NO CUMPLE
B68	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	-1471463	UDCon3	21,91	0	UDCon4	21,86	7,92	6,5	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	17,74	1235952,7	UDCon4	18,3	7,92	6,5	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	14,35	1279056,6	UDCon3	14,98	7,92	6,5	NO CUMPLE
B79	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	-1238316	UDCon4	14,58	0	UDCon3	15,29	7,92	6,5	NO CUMPLE
B94	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon3	54,92	3358053,3	UDCon4	51,82	7,92	6,5	NO CUMPLE
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	Middle	0	UDCon3	18,22	972545,15	UDCon3	20,07	15,68	9,03	NO CUMPLE
B76	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (1)	Middle	-1402877	UDCon4	22,86	0	UDCon4	22,75	3,96	6,5	NO CUMPLE
B21	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (1)	Middle	-1387951	UDCon4	19,81	0	UDCon4	19,83	3,96	6,5	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-1529739	UDCon4	17,45	1584653,6	UDCon3	18,12	7,92	6,5	NO CUMPLE
B71	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-1507400	UDCon4	23,76	0	UDCon4	23,57	7,92	6,5	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-814251,6	UDCon3	13,82	0	UDCon3	15,54	7,92	6,5	NO CUMPLE
B73	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	13,64	1051700,9	UDCon4	13,81	7,92	6,5	NO CUMPLE
B74	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	0	UDCon3	23,5	1480123,9	UDCon3	23,38	7,92	6,5	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	17,34	1586270,9	UDCon3	18,1	7,92	6,5	NO CUMPLE
B81	Piso 1	1-V.1 (B-C) (2)	Middle	0	UDCon4	56,91	4421489,4	UDCon3	61,52	38,34	19,4	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	Middle	-5479076	UDCon4	64,2	6366415,5	UDCon3	75,87	25,35	40,56	NO CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	Middle	-4675096	UDCon4	53,98	5499612,1	UDCon3	64,46	25,35	40,56	NO CUMPLE
B18	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 135x40	Middle	0	UDCon3	151,95	6819871,9	UDCon4	140,59	65,91	45,63	NO CUMPLE
B38	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 95x40	Middle	-2362989	UDCon3	81,5	0	UDCon3	82,44	50,7	25,35	NO CUMPLE
B14	Piso 1	1-V.5 (B-C) (1,2) 135x40	Middle	-4152953	UDCon3	108,87	0	UDCon4	100,89	65,91	45,63	NO CUMPLE
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	Middle	0	UDCon3	137,32	4951443,2	UDCon4	125,67	65,91	45,63	NO CUMPLE
B23	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 95x40	Middle	0	UDCon3	41,27	1648030,3	UDCon3	47,9	50,7	25,35	NO CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	Middle	-3759799	UDCon4	42,73	4448871,1	UDCon3	51,17	25,35	40,56	NO CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	Middle	-4694545	UDCon4	54,23	5285121,1	UDCon3	61,7	25,35	40,56	NO CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	Middle	-5374990	UDCon4	62,86	5994618,4	UDCon3	70,93	25,35	40,56	NO CUMPLE
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	Middle	-3472467	UDCon3	61,81	0	UDCon4	56,53	38,34	19,4	NO CUMPLE
B11	Piso 1	E.-V.4 (B-B')	Middle	0	UDCon3	10,34	453449,07	UDCon3	11,19	1,42	2,54	NO CUMPLE
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	Middle	0	UDCon3	3,83	201565,79	UDCon3	4,31	1,42	2,54	NO CUMPLE
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4 (B'-B'')	Middle	0	UDCon4	5,9	486373,81	UDCon3	7	2,54	2,54	NO CUMPLE
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B (4'-5')	Middle	0	UDCon4	5,92	371300,22	UDCon3	6,59	2,54	2,54	NO CUMPLE
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	Middle	-593976,1	UDCon4	10,01	0	UDCon3	10,77	2,69	5,23	NO CUMPLE

TABLA # 23 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Centro)

TABLE: Concrete Beam Flexure Envelope												
Label	Story	Section	Location	(-) Moment	(-) Combo	As Top	(+) Moment	(+) Combo	As Bot	As Colocado Top	As Colocado Bottom	CHEQUEO
				kgf-cm		cm ²	kgf-cm		cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-I	-2970665,6	UDCon3	38,3	0	UDCon4	34,9	11,88	5,08	NO CUMPLE
B20	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-I	-3492161,1	UDCon3	45,43	0	UDCon4	40,3	11,88	5,08	NO CUMPLE
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-3513820,4	UDCon3	43,46	0	UDCon4	38,95	15,68	5,08	NO CUMPLE
B68	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-3269166,1	UDCon3	44,15	0	UDCon4	38,12	15,68	5,08	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-2389141,8	UDCon3	31,84	0	UDCon4	27,62	15,68	5,08	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-2910117,8	UDCon3	35,36	0	UDCon4	31,16	15,68	5,08	NO CUMPLE
B79	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-2959000,1	UDCon3	36,11	0	UDCon4	31,74	15,68	5,08	NO CUMPLE
B94	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-2710246,2	UDCon4	44,58	0	UDCon3	44,85	15,68	5,08	NO CUMPLE
B36	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 40X40	End-I	-886352,33	UDCon3	12,69	0	UDCon4	11,49	17,7	10,14	NO CUMPLE
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	End-I	-3486940,6	UDCon4	50,79	3793066,3	UDCon3	55,6	15,68	9,03	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-3603754,8	UDCon3	44,66	0	UDCon4	39,87	15,68	5,08	NO CUMPLE
B71	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-3303037	UDCon3	45,54	0	UDCon4	39,67	15,68	5,08	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-2081866,9	UDCon3	28,45	0	UDCon3	24,88	15,68	5,08	NO CUMPLE
B73	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-2360880,7	UDCon3	29,11	0	UDCon4	24,58	15,68	5,08	NO CUMPLE
B74	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-2734190	UDCon3	38,39	0	UDCon3	36,83	15,68	5,08	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-3585924,2	UDCon3	44,38	0	UDCon4	39,67	15,68	5,08	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	End-I	-15677239	UDCon3	193,27	12019997	UDCon4	150,58	68,45	40,56	NO CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	End-I	-13613621	UDCon3	169,18	10020976	UDCon4	127,25	68,45	40,56	NO CUMPLE
B38	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 95x40	End-I	-5372503	UDCon3	116,04	0	UDCon4	94,95	50,7	25,35	NO CUMPLE
B14	Piso 1	1-V.5 (B-C) (1,2) 135x40	End-I	-6449959,2	UDCon3	134,73	0	UDCon4	116,53	65,91	45,63	NO CUMPLE
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	End-I	-5960654,4	UDCon4	137,32	0	UDCon3	162,97	65,91	45,63	NO CUMPLE
B23	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 95x40	End-I	-4300795,9	UDCon3	77,91	0	UDCon3	77,92	50,7	25,35	NO CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	End-I	-10160427	UDCon3	128,88	7105827,6	UDCon4	85,95	68,45	40,56	NO CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	End-I	-11102154	UDCon3	139,87	8177884,3	UDCon4	101,22	68,45	40,56	NO CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	End-I	-13582772	UDCon3	168,82	10331657	UDCon4	130,88	68,45	40,56	NO CUMPLE
B11	Piso 1	E.-V.4 (B-B')	End-I	-756849,2	UDCon3	14,21	0	UDCon3	12,85	1,42	2,54	NO CUMPLE
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4 (B'-B''')	End-I	-220016,49	UDCon3	3,96	0	UDCon4	3,76	2,54	2,54	NO CUMPLE
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B'(4'-5)	End-I	-1382269,6	UDCon3	19,65	1284828,8	UDCon4	18,5	2,54	2,54	NO CUMPLE
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-I	-2004845,8	UDCon3	24	1826096,7	UDCon4	21,86	2,69	5,23	NO CUMPLE

TABLA # 24 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en Inicio)

TABLE: Concrete Beam Flexure Envelope

Label	Story	Section	Locatio n	(-) Moment	(-) Combo	As Top	(+) Moment	(+) Combo	As Bot	As Colocado Top	As Colocado Bottom	CHEQUEO
				kgf-cm		cm²	kgf-cm		cm²	cm²	cm²	
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-J	0	UDCon3	38,84	2634374,7	UDCon4	33,94	15,84	5,08	NO CUMPLE
B20	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-J	0	UDCon3	41,71	2950084,4	UDCon4	38,15	15,84	5,08	NO CUMPLE
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	43,48	3195828,9	UDCon4	38,98	15,84	5,08	NO CUMPLE
B68	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	37,1	2538069,5	UDCon4	34,79	15,84	5,08	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	35,29	2351521,6	UDCon4	31,53	15,84	5,08	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	35,49	2597821,2	UDCon4	31,25	15,84	5,08	NO CUMPLE
B79	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	35,66	2626458,3	UDCon4	31,67	15,84	5,08	NO CUMPLE
B94	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	61,78	4278975,1	UDCon3	64,37	15,84	5,08	NO CUMPLE
B36	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 40X40	End-J	0	UDCon3	49,96	1421519,2	UDCon3	52,01	17,7	10,14	NO CUMPLE
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	End-J	0	UDCon3	49,77	3118078,4	UDCon4	45,64	15,68	9,03	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	44,18	3273716,8	UDCon4	39,95	15,84	5,08	NO CUMPLE
B71	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	37,8	2457084	UDCon4	35,01	15,84	5,08	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	27,62	1791604,9	UDCon3	24,97	15,84	5,08	NO CUMPLE
B73	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	30,08	2082025,8	UDCon4	26	15,84	5,08	NO CUMPLE
B74	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	46	2840561,3	UDCon4	39,66	15,84	5,08	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	44,27	3271127,6	UDCon4	39,89	15,84	5,08	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	End-J	-16149799	UDCon3	198,78	11758034	UDCon4	147,53	68,45	40,56	NO CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	End-J	-14224961	UDCon3	176,32	9836138,6	UDCon4	125,1	68,45	40,56	NO CUMPLE
B38	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 95x40	End-J	0	UDCon4	80,69	3018812	UDCon3	89,15	25,35	25,35	NO CUMPLE
B14	Piso 1	1-V.5 (B-C) (1,2) 135x40	End-J	0	UDCon4	74,69	2448517	UDCon3	88,98	65,91	45,63	NO CUMPLE
B23	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 95x40	End-J	0	UDCon3	62,97	3504141,3	UDCon3	68,82	65,91	45,63	NO CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	End-J	-11822864	UDCon3	148,28	7110378,6	UDCon4	86,02	68,45	40,56	NO CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	End-J	-13635636	UDCon3	169,44	8733125,5	UDCon4	109,47	68,45	40,56	NO CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	End-J	-15409099	UDCon3	190,14	10678000	UDCon4	134,92	68,45	40,56	NO CUMPLE
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	End-J	-6372632,3	UDCon3	99,45	4839764	UDCon4	78,45	40,88	19,4	NO CUMPLE
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	End-J	-573912,5	UDCon3	10,93	489432,83	UDCon4	9,2	1,42	2,54	NO CUMPLE
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4'(B'-B''')	End-J	0	UDCon4	8,61	801981,26	UDCon3	10,95	2,54	2,54	NO CUMPLE
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B'(4'-5)	End-J	-1366154	UDCon4	19,45	1492430	UDCon3	20,94	2,54	2,54	NO CUMPLE
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-J	0	UDCon3	9,76	753198,41	UDCon3	9,34	2,69	5,23	NO CUMPLE

TABLA # 25 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en Final)

Como se puede observar en las tablas anteriores ninguna viga cumple con el acero requerido, adicionalmente muchas sufren de falla por sección como se muestra en la Tabla 21 del presente capítulo.

4.7.9.2.-Acero a Corte

Tabla de Vigas a Corte													
Label	Story	Section	Location	V	V Combo	At	T for At	T Combo At	At Torsion	T for As	T Combo As	As Torsion	Error Etabs
				kgf		cm²/cm	kgf-cm		cm²/cm	kgf-cm		cm²	
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	End-I		O/S		660512,07	UDCon3	0,1521	660512,07	UDCon3	21,36	O/S #45
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	Middle		O/S		660512,07	UDCon3	0,1521	660512,07	UDCon3	21,36	O/S #45
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	End-J		O/S		660512,07	UDCon3	0,1521	660512,07	UDCon3	21,36	O/S #45
B157	Piso 1	1-V.2 (B-C) (1)	End-I		O/S		2718775,24	UDCon3	0,1941	2718775,24	UDCon3	61,04	O/S #45
B157	Piso 1	1-V.2 (B-C) (1)	Middle		O/S		2718775,24	UDCon3	0,1941	2718775,24	UDCon3	61,04	O/S #45
B157	Piso 1	1-V.2 (B-C) (1)	End-J		O/S		2718775,24	UDCon3	0,1941	2718775,24	UDCon3	61,04	O/S #45
B167	Piso 1	1-V.3 (B-C) (3)	End-I		O/S		3348667,37	UDCon3	0,2391	3348667,37	UDCon3	75,18	O/S #45
B167	Piso 1	1-V.3 (B-C) (3)	Middle		O/S		3348667,37	UDCon3	0,2391	3348667,37	UDCon3	75,18	O/S #45
B167	Piso 1	1-V.3 (B-C) (3)	End-J		O/S		3348667,37	UDCon3	0,2391	3348667,37	UDCon3	75,18	O/S #45
B169	Piso 1	1-V.6 (B-C) (3)	End-I		O/S		2768122,73	UDCon3	0,1976	2768122,73	UDCon3	62,14	O/S #45
B169	Piso 1	1-V.6 (B-C) (3)	Middle		O/S		2768122,73	UDCon3	0,1976	2768122,73	UDCon3	62,14	O/S #45
B169	Piso 1	1-V.6 (B-C) (3)	End-J		O/S		2768122,73	UDCon3	0,1976	2768122,73	UDCon3	62,14	O/S #45
B7	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-I		O/S		484530,84	UDCon3	0,1298	484530,84	UDCon3	16,8	O/S #45
B7	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	Middle		O/S		484530,84	UDCon3	0,1298	484530,84	UDCon3	16,8	O/S #45
B7	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-J		O/S		484530,84	UDCon3	0,1298	484530,84	UDCon3	16,8	O/S #45
B104	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-I		O/S		596037,82	UDCon3	0,1597	596037,82	UDCon3	20,67	O/S #45
B104	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	Middle		O/S		596037,82	UDCon3	0,1597	596037,82	UDCon3	20,67	O/S #45
B104	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-J		O/S		596037,82	UDCon3	0,1597	596037,82	UDCon3	20,67	O/S #45
B107	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-I	2022,38	UDCon4	0	185403,82	UDCon4	0,0497	185403,82	UDCon4	6,65	
B107	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	Middle		O/S		803143,81	UDCon3	0,2152	803143,81	UDCon3	27,85	O/S #45
B107	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-J		O/S		803143,81	UDCon3	0,2152	803143,81	UDCon3	27,85	O/S #45
B108	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-I		O/S		337564,53	UDCon3	0,0927	337564,53	UDCon3	12	O/S #45
B108	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	Middle	1263,15	UDCon4	0	337564,53	UDCon3	0,0927	337564,53	UDCon3	12	
B108	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-J	1821,26	UDCon4	0	337564,53	UDCon3	0,0927	337564,53	UDCon3	12	
B109	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-I		O/S		708316,93	UDCon3	0,1898	708316,93	UDCon3	24,56	O/S #45
B109	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	Middle		O/S		708316,93	UDCon3	0,1898	708316,93	UDCon3	24,56	O/S #45
B109	Piso 1	1-VIGA MARGINAL (1-9)	End-J		O/S		708316,93	UDCon3	0,1898	708316,93	UDCon3	24,56	O/S #45
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4(B'-B'')	End-I		O/S		27820,14	UDCon4	0,041	27820,14	UDCon4	3,05	O/S #45
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4(B'-B'')	Middle		O/S		27820,14	UDCon4	0,041	27820,14	UDCon4	3,05	O/S #45
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4(B'-B'')	End-J		O/S		27820,14	UDCon4	0,041	27820,14	UDCon4	3,05	O/S #45
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B'(4'-5)	End-I		O/S		87817,2	UDCon3	0,1294	87817,2	UDCon3	9,63	O/S #45
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B'(4'-5)	Middle		O/S		87817,2	UDCon3	0,1294	87817,2	UDCon3	9,63	O/S #45
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B'(4'-5)	End-J		O/S		87817,2	UDCon3	0,1294	87817,2	UDCon3	9,63	O/S #45
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-I		O/S		500084,92	UDCon3	0,5577	500084,92	UDCon3	52,67	O/S #45
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	Middle		O/S		500084,92	UDCon3	0,5577	500084,92	UDCon3	52,67	O/S #45
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-J		O/S		371477,67	UDCon3	0,4143	371477,67	UDCon3	39,12	O/S #45

TABLA # 26 (Vigas con Fallas a Corte COVENIN 1756-2001)

Tabla de Chequeo de Acero por Corte en Vigas									
Label	Story	Section	Location	V	V Combo	At	Av Colocado	Separacion	CHEQUEO
				kgf		cm²/cm	cm²	cm	
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	12791,6	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	13034,9	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	7597,6	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	13023,5	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	9125,23	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	10611,5	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	Middle	10956,2	UDCon4	0,075	1,43	25	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	Middle	48200,7	UDCon3	0,216	4,11	25	NO CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	Middle	38183	UDCon4	0,17	4,11	25	NO CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	Middle	30519,3	UDCon4	0,17	4,11	25	NO CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	Middle	34526,2	UDCon4	0,17	4,11	25	NO CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	Middle	44887,6	UDCon3	0,173	4,11	25	NO CUMPLE

TABLA # 27 (Chequeo de Acero por Corte en Vigas en el Centro COVENIN 1756-2001)

Tabla de Chequeo Por Corte en Vigas									
Label	Story	Section	Location	V	V Combo	At	Av Colocado	Separacion	CHEQUEO
				kgf		cm ² /cm	cm ²	cm	
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	13057,12	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	13358,64	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	7948,57	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	13323,35	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	9463,78	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	10872,67	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-I	11072,69	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	End-I	59650,87	UDCon3	0,36	4,11	25	NO CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	End-I	53956,97	UDCon3	0,29	4,11	25	NO CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	End-I	45062,23	UDCon3	0,18	4,11	25	NO CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	End-I	48611,53	UDCon3	0,22	4,11	25	NO CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	End-I	54996,2	UDCon3	0,30	4,11	25	NO CUMPLE

TABLA # 28 (Chequeo de Acero por Corte en Vigas en el Inicio COVENIN 1756-2001)

Tabla de Chequeo por Corte en Vigas									
Label	Story	Section	Location	V	V Combo	At	Av Colocado	Separacion	CHEQUEO
				kgf		cm ² /cm	cm ²	cm	
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	13601,6	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	13844,9	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	8407,6	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	13833,5	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	9935,23	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	11421,5	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-J	11766,2	UDCon4	0,08	1,43	25	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	End-J	60878,7	UDCon3	0,38	4,11	25	NO CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	End-J	55295,6	UDCon3	0,31	4,11	25	NO CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	End-J	47885,9	UDCon3	0,21	4,11	25	NO CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	End-J	52067,5	UDCon3	0,27	4,11	25	NO CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	End-J	57565,6	UDCon3	0,34	4,11	25	NO CUMPLE

TABLA # 29 (Chequeo de Acero por Corte en Vigas en el Final COVENIN 1756-2001)

En este apartado se verifico el acero por corte requerido y se comparó con el acero colocado, como resultado ninguna viga cumple con el acero requerido, tomando en cuenta las vigas que no requerían torsión, adicionalmente en la Tabla 25 se pueden observar las vigas que no chequearon debido a que la fuerza cortante y por torsión combinadas no cumplen y hay que aumentar la sección.

4.7.10.- Chequeo Viga/Columna

La columna a chequear será la más desfavorable que en este caso es la Columna 6 del piso 1 con relación de capacidad de 17,345.

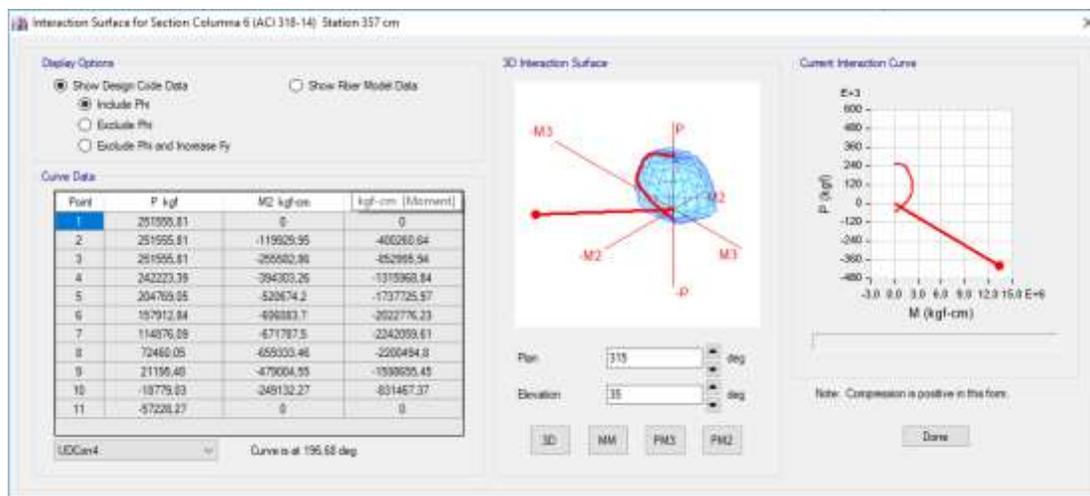


GRAFICO # 18 (PMM Columna 6 Piso 1 UDCon4)

Por el hecho de que el momento resistente no es posible calcularlo ya que la carga axial de UDCon4 es mayor al que resiste se toma la carga de UDCon2 igual a 79630 kgf. En la columna superior con la combinación UDCon2 da una carga axial de 41100 kgf.

La sección de viga que llega a dicha columna es de 70 cm ancho por 40 cm de alto y 3 cm de recubrimiento.

Constantes Viga 1		Variables	
F'c	250	a	3,650
Fy	2800	Mn	19097,24 (Kgf / m)
d	37		
B	70		
As	19,39		
BETA1	0,85		

Constantes Viga 2		Variables	
F'c	250	a	7,689
Fy	2800	Mn	37923,03 (Kgf / m)
d	37		
B	70		
As	40,85		
BETA1	0,85		

MR columna top	16400,00	Columna piso 1	(Kgf / m)
MR columna bottom	28430,00	Columna piso 2	(Kgf / m)

Column/Beam	0,79	No Cumple
-------------	------	-----------

TABLA # 30 (Viga/Columna COVENIN 1756-2001)

4.8.-Modelado Biblioteca Vieja modificada con Tabiquería y Espectro de Diseño con A_0 igual a 0,05g COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se tomaron en cuenta las modificaciones aplicadas al cambio de uso tomando en cuenta el espectro de diseño según las normas actuales COVENIN 1756-2001 pero el A_0 será igual a 0,05g.

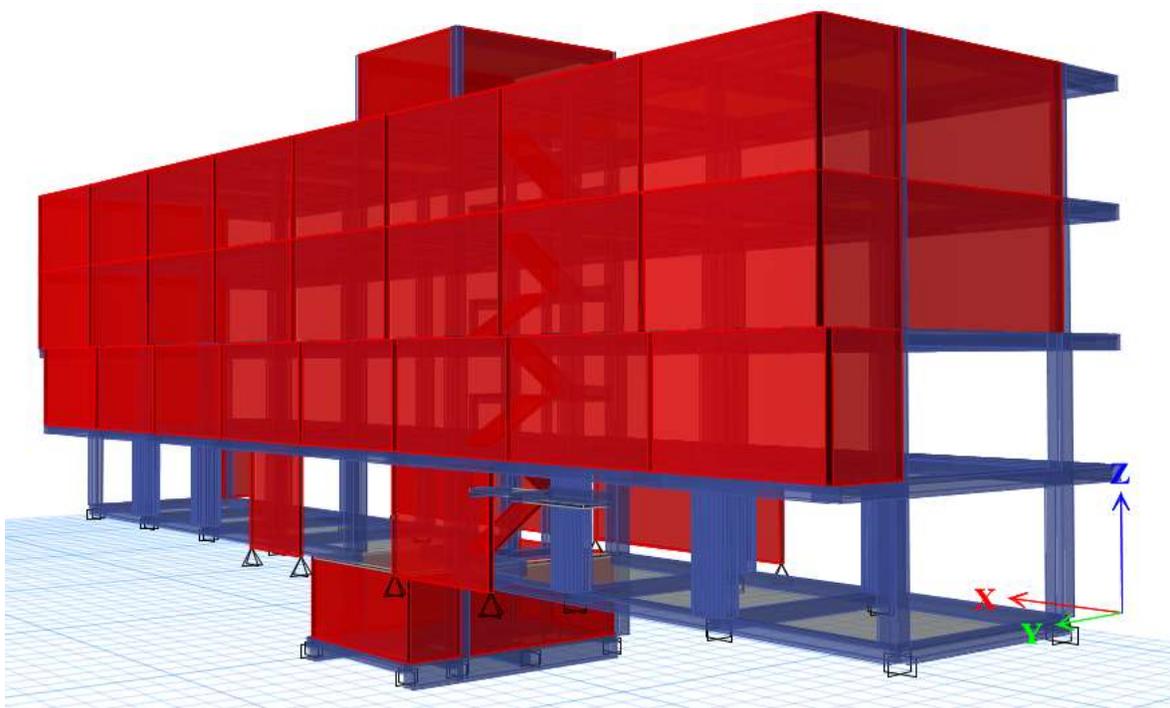


Figura # 50 (Esquema de Modelado Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_0=0,05g$ COVENIN 1756-2001)

En esto modelado también se tomaron en cuenta las modificaciones descritas en el capítulo 4.6.

4.8.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

Los casos de cargas para este modelado se investigaron y se aplicaron según la norma “COVENIN 2002-8 Criterio y acciones mínimas para el proyecto de edificaciones”. Tomando en cuenta las reacciones aplicadas por la estructura que fue anexada para sostener parte del techo de la biblioteca nueva. Las Características de la estructura anexada fueron descritas en el Capítulo 4.6.1 y 4.7.1.

En este modelado se redujeron los pesos de tabiquerías aplicados en la losa.

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Azotea	120	100
Piso PB, 1, 2, 3	165	300
Entrepiso	280	300
Escalera	130	500
Techo sala de Maquina	190	2000

4.8.2.-Materiales Definidos

CARACTERISTICAS		ACERO		CONCRETO
		CABILLAS	ESTRIBOS	
Peso Específico	kgf/m ³	7850	7850	2500
Módulo de Elasticidad	kgf/m ²	2,1x10 ⁶	2,1x10 ⁶	238751,96
Fy	kgf/m ²	2800	2800	
F'c	kgf/m ²			250

Anteriormente en el Capítulo 4.6 se tomaron en cuenta los refuerzos junto a sus tipos de materiales y secciones.

4.8.3.-Espectro de Diseño

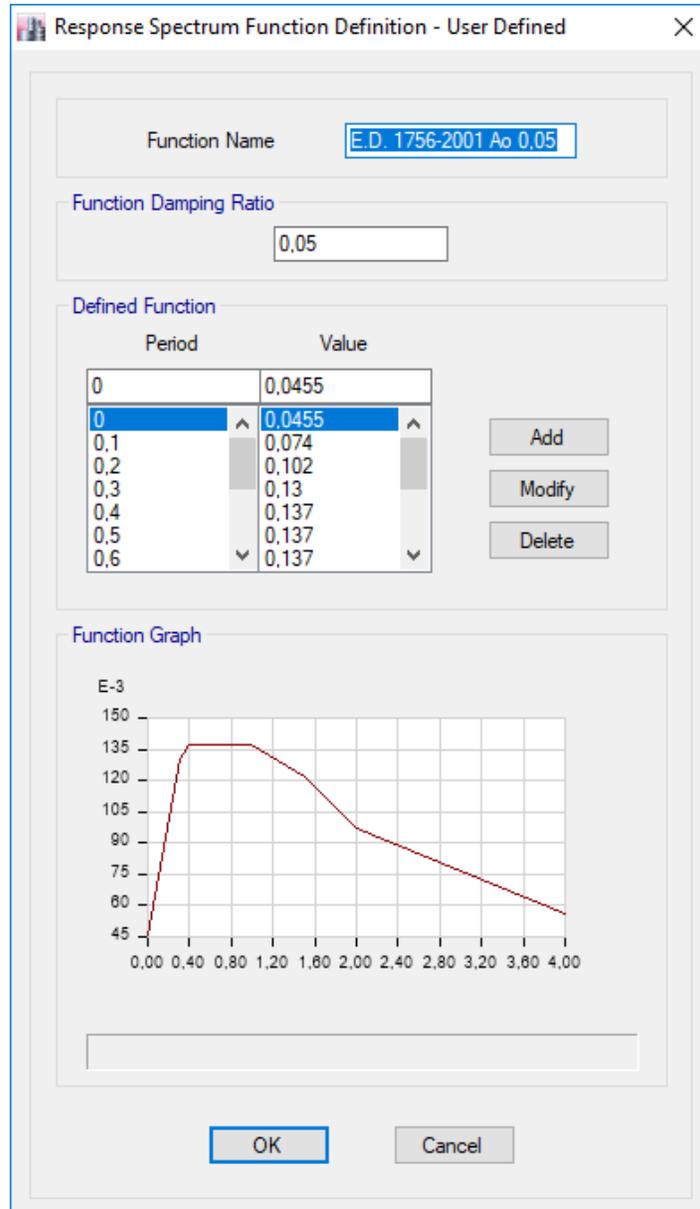


GRAFICO # 19 (Espectro de Diseño Ao=0.05g COVENIN 1756-2001)

Dicho espectro se construyó tomando en cuenta lo requerido por la norma COVENIN 1756-2001.

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,5 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S4
Factor de Corrección	0,7
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	1

4.8.4.-Período

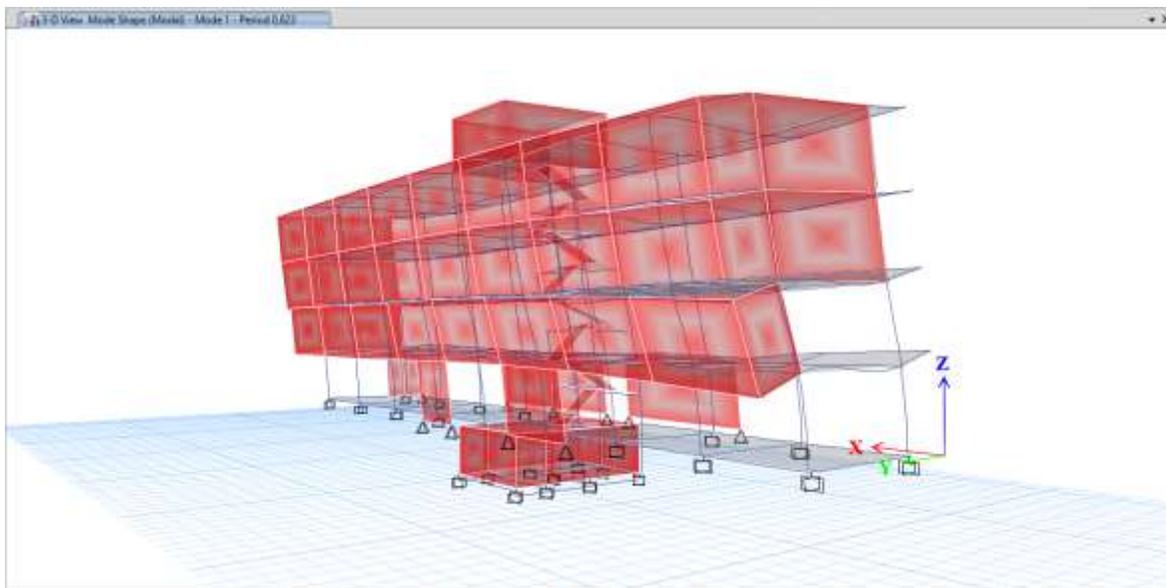


Figura # 51 (Esquema de Período Biblioteca Vieja modificada con tabiquería Ao 0,05g COVENIN 1756-2001)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,623 segundos para el modo 1, lo que se considera favorable para un edificio de 6 pisos, lo que quiere decir que las modificaciones trabajando conjuntamente con la tabiquería en el edificio favorecen su comportamiento considerablemente.

4.8.5.-Caso Modal

El tipo de Caso Modal utilizado fue el método de Eigen en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 28 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99,7	90,79
Modal	Acceleration	UY	99,89	92,48
Modal	Acceleration	UZ	66,31	28,04

TABLA # 31 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)

4.8.6.-Corte Basal

Constantes			Vo (Calculado) min.	357,499																																						
Peso Edificio (W ton)	2939,735	Etabs	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\mu 1$</td> <td>0,891</td> </tr> <tr> <td>$\mu 2$</td> <td>0,788</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0,979</td> </tr> <tr> <td>T0</td> <td>0,325</td> </tr> <tr> <td>T+</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Ta</td> <td>0,612</td> </tr> <tr> <td>T*</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Ct</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>Ad</td> <td>0,137</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>0,760</td> </tr> <tr> <td>μ Mayor</td> <td>0,891</td> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>Eje Y</td> </tr> <tr> <td>No Cumple</td> <td>No Cumple</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección Por Corte Basal</th> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>1,713</td> </tr> <tr> <td>Eje Y</td> <td>1,371</td> </tr> </tbody> </table>		Resultados		$\mu 1$	0,891	$\mu 2$	0,788	T	0,979	T0	0,325	T+	0	Ta	0,612	T*	1,3	p	0,8	β	3	Ct	0,07	Ad	0,137	c	0,760	μ Mayor	0,891	Eje X	Eje Y	No Cumple	No Cumple	Factor de Corrección Por Corte Basal		Eje X	1,713	Eje Y	1,371
Resultados																																										
$\mu 1$	0,891																																									
$\mu 2$	0,788																																									
T	0,979																																									
T0	0,325																																									
T+	0																																									
Ta	0,612																																									
T*	1,3																																									
p	0,8																																									
β	3																																									
Ct	0,07																																									
Ad	0,137																																									
c	0,760																																									
μ Mayor	0,891																																									
Eje X	Eje Y																																									
No Cumple	No Cumple																																									
Factor de Corrección Por Corte Basal																																										
Eje X	1,713																																									
Eje Y	1,371																																									
Niveles (N)	5																																									
Altura Edificio (Hn)	18																																									
R	1																																									
Forma Espectral	s4	S1, S2, S3, S4																																								
Material Edificio	concreto	Acero o Concreto																																								
Tipo de Edificio	1	1, 2, 3, 4																																								
Factor de Importancia	A	A, B1, B2																																								
α	1,3																																									
ϕ	0,7	Tabla 5.1 Norma Sismica																																								
Ao	0,05																																									
Vo Eje X Etabs	208,660																																									
Vo Eje Y Etabs	260,680																																									

Coeficiente Sísmico	
Vo/W Eje X	0,071
Vo/W Eje Y	0,089
$(\alpha * Ao) / R$	0,065
Si Cumple	

TABLA # 32 (Corte Basal Ao=0.05g COVENIN 1756-2001)

4.8.7.-Capacidad PMM

4.8.7.1.-Gráficos PMM

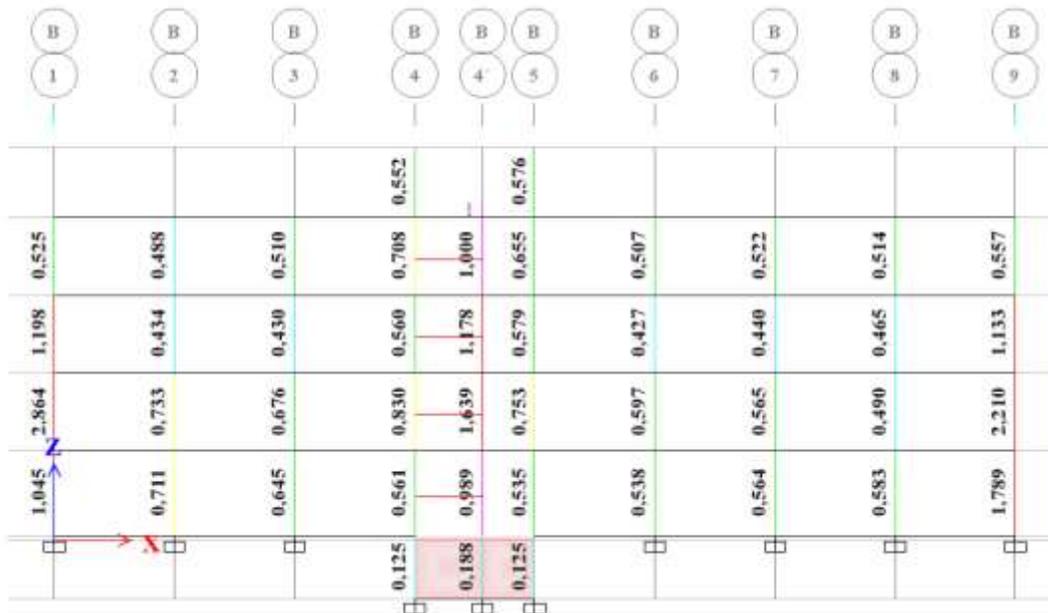


Figura # 52 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001)

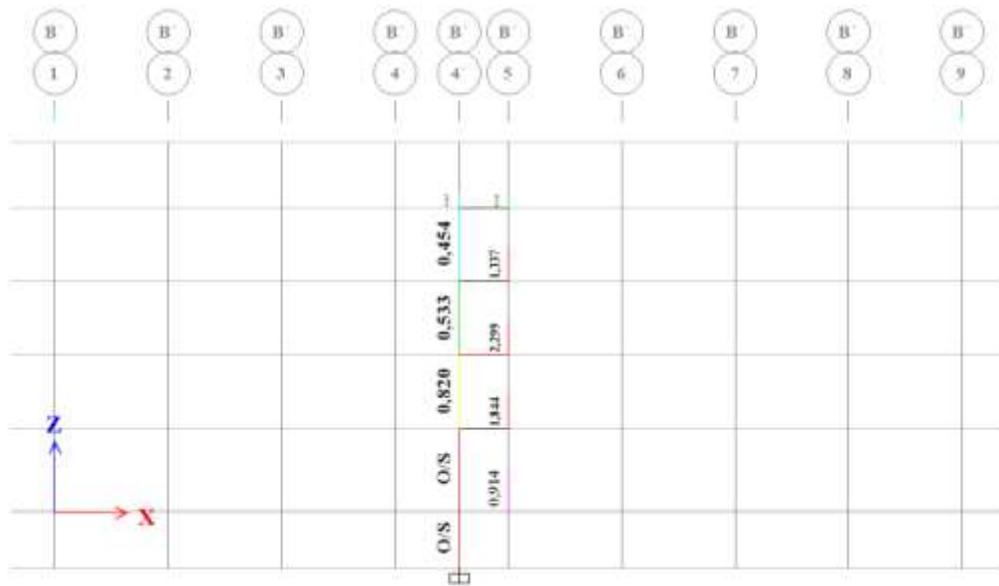


Figura # 53 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001)

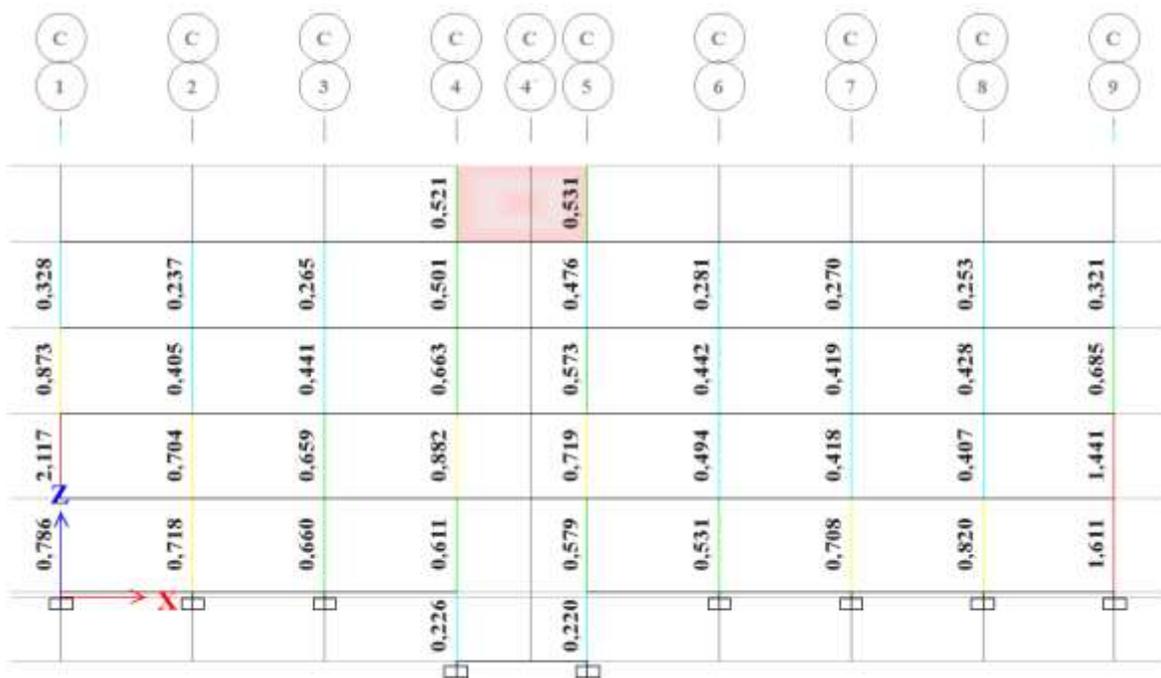


Figura # 54 (PMM Pórtico B Biblioteca Vieja modificada con tabiquería $A_o 0.05g$ COVENIN 1756-2001)

PMM Columnas de Concreto									
Label	Story	Section	Location	P kgf	M Major kgf-m	M Minor kgf-m	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %	Error Etabs
C16	Piso 1	Columna 5	Bottom	-28787,52	7033,03	12232,75	UDCon4	1.045	O/S 35
C17	Piso3	Columna 7	Bottom	-24896,39	5867,02	-2801,45	UDCon4	1.079	O/S 35
C17	Piso3	Columna 7	Top	-25860,29	-6025	3537,04	UDCon4	1.133	O/S 35
C47	Piso3	Columna 11	Bottom	16937,17	2442,77	-3497,2	UDCon3	1.178	O/S 35
C16	Piso3	Columna 7	Top	-29728,04	-6117,47	-3284,87	UDCon4	1.198	O/S 35
C116	Piso3	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Top	31,88	-97,53	1691,53	UDCon3	1.267	O/S 35
C47	Piso 2	Columna 11	Top	23828,61	-2931,26	-3560,16	UDCon3	1.273	O/S 35
C17	Piso 1	Columna 5	Top	-64507,6	4198,99	9700,15	UDCon4	1.278	O/S 35
C18	Piso 1	Columna 5	Top	-41176,43	7054,71	14095,65	UDCon4	1.279	O/S 35
C116	Azotea	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Bottom	-108,51	-473,64	-1726,79	UDCon4	1.337	O/S 35
C18	Piso 2	Columna 6	Top	-29975,74	-11022,33	1509,7	UDCon4	1.417	O/S 35
C18	Piso 2	Columna 6	Bottom	-28369,24	11650,41	-1003,88	UDCon4	1.441	O/S 35
C116	Piso 2	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Top	-1632,15	-75,81	-1925,42	UDCon4	1.541	O/S 35
C18	Piso 1	Columna 5	Bottom	-38977,06	-8320,79	20470,71	UDCon4	1.611	O/S 35
C47	Piso 2	Columna 11	Bottom	29839,89	3217,72	-5120,14	UDCon3	1.639	O/S 35
C17	Piso 1	Columna 5	Bottom	-62308,22	7261,67	19283,91	UDCon4	1.789	O/S 35
C116	Piso 2	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Bottom	-1447,65	-546,34	2263,91	UDCon4	1.844	O/S 35
C15	Piso 2	Columna 6	Bottom	-19881,81	18630,44	823,84	UDCon4	1.861	O/S 35
C17	Piso 2	Columna 6	Bottom	-58257,28	13349,54	7646,28	UDCon4	2.112	O/S 35
C15	Piso 2	Columna 6	Top	-21488,31	-21443,99	-1184,58	UDCon4	2.117	O/S 35
C17	Piso 2	Columna 6	Top	-59863,78	-14349,92	-7421,66	UDCon4	2.210	O/S 35
C116	Piso3	MACHON (E.-V.5 (B-B'))	Bottom	277,88	-534,97	-3025,15	UDCon3	2.299	O/S 35
C16	Piso 2	Columna 6	Bottom	-40386,8	24131,63	-7994,94	UDCon4	2.685	O/S 35
C16	Piso 2	Columna 6	Top	-41993,3	-26047,96	8001,59	UDCon4	2.864	O/S 35
C48	Piso 1	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S 5
C48	Piso 1	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S 5
C48	PB	Columna 10	Top	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S 5
C48	PB	Columna 10	Bottom	0	0	0	UDCon1	O/S	O/S 5

TABLA # 33 (Resultado de Fallas PMM Columnas Ao 0.05g COVENIN 1756-2001)

4.8.7.2.-Fallas a Considerar:

- Columna B'4'(C-10):

Dicha falla contiene las mismas características que los casos anteriores solo que ahora se presentan en PB.

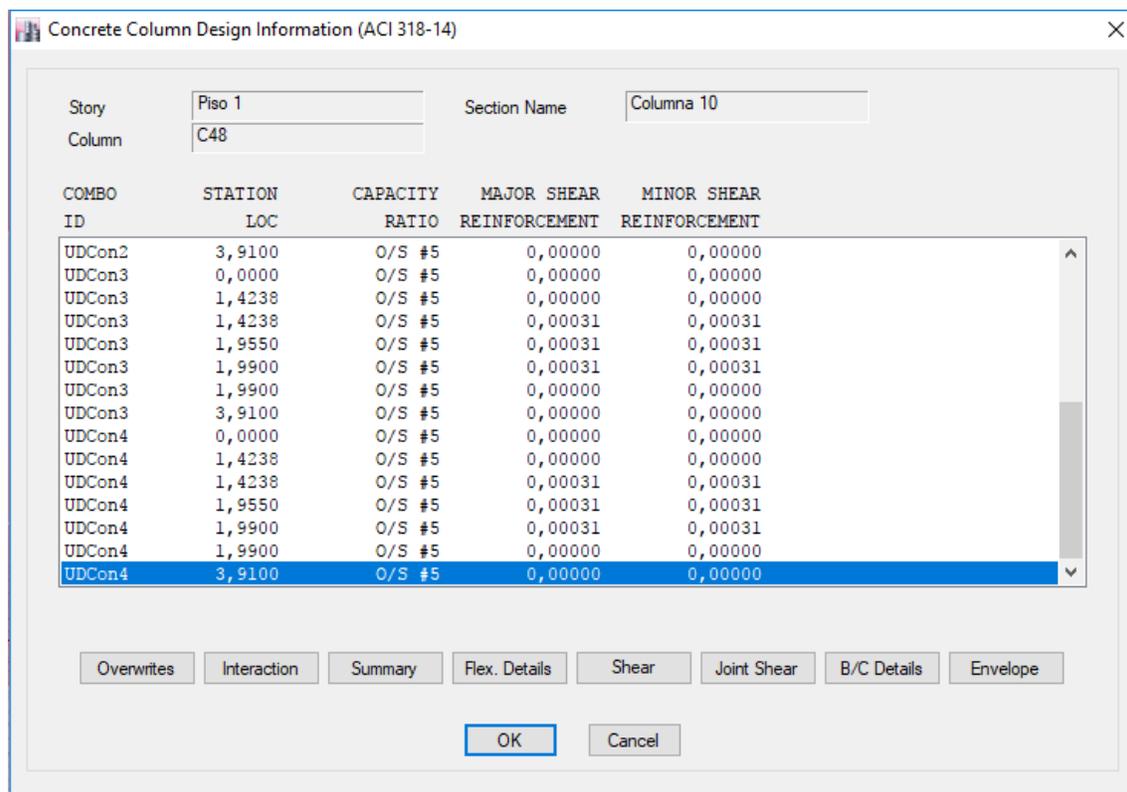


Figura # 55 (Información de Diseño de Columna ETABS COVENIN 1756-2001)

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u , M_{u2} , M_{u3}

Design P_u kgf	Design M_{u2} kgf-m	Design M_{u3} kgf-m	Minimum M_2 kgf-m	Minimum M_3 kgf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
1524,31	780,72	481,93	34,66	34,66	5,74(O/S #5)	0,163(O/S #5)

Figura # 56 (Fuerzas Axiales y Momentos de diseño ETABS COVENIN 1756-2001)

- Columna B1(C-6)

En el caso de dicha columna se toma en cuenta debido a falla por relación de capacidad PMM en el piso 1

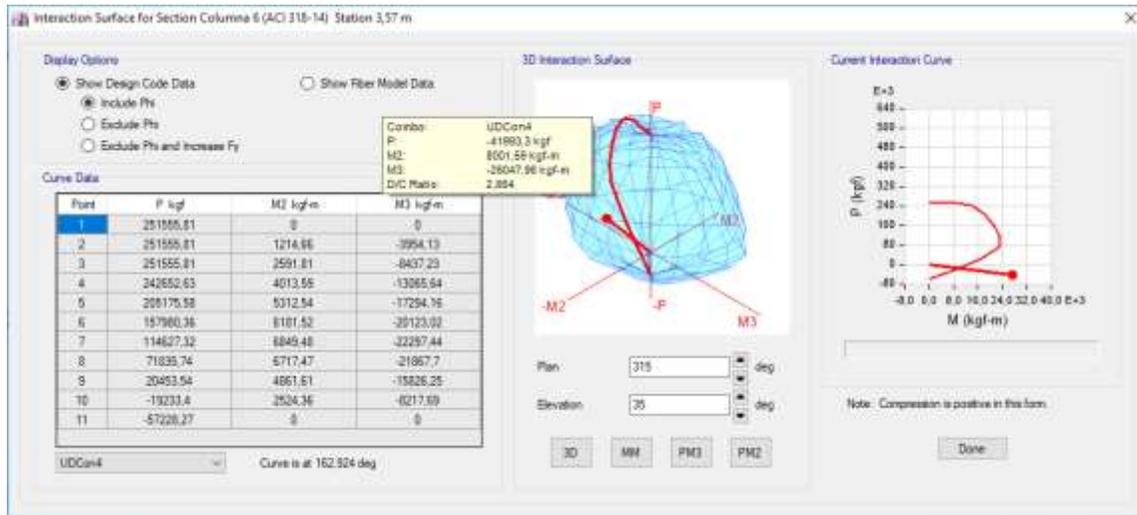


GRAFICO # 20 (Detalle de Diagrama de Interacción $A_o=0.05g$ ETABS MOP 67)

4.8.8.-Deriva

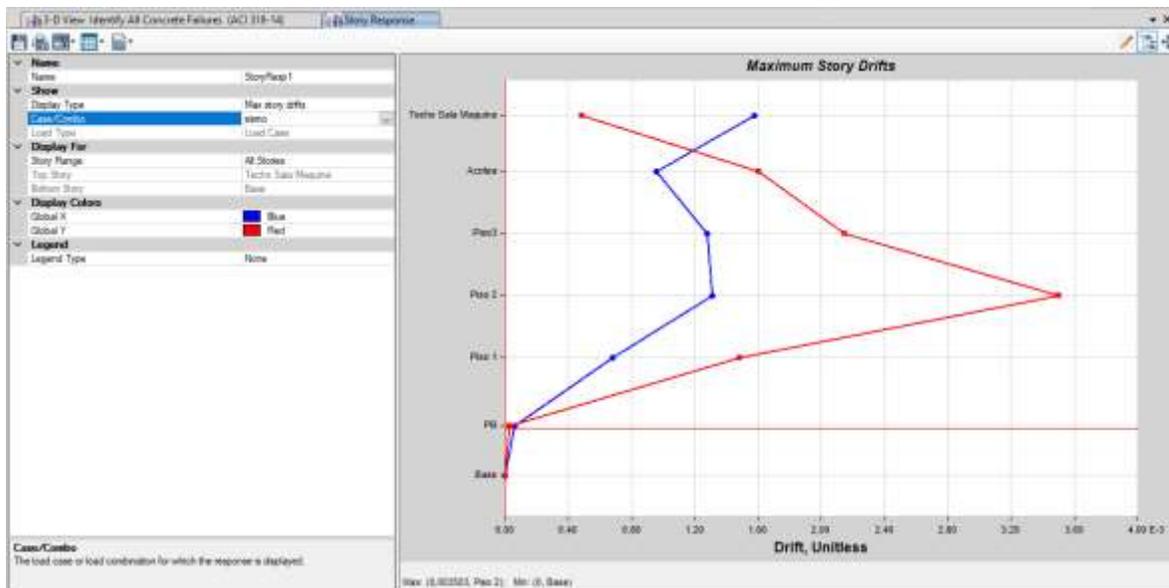


GRAFICO # 21 (Detalle de Deriva ETABS $A_o 0.05g$ COVENIN 1756-2001)

Grupo Edificio	A	
R	1	
Max Drift X	0,001575	Etabs
Max Drift Y	0,003503	Etabs
Des. Lateral X	0,0013	SI CUMPLE
Des. Lateral Y	0,0028	SI CUMPLE

TABLA # 34 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales $A_0=0.05g$ COVENIN 1756-2001)

4.8.9.-Aceros Colocados vs Aceros Requeridos en Vigas

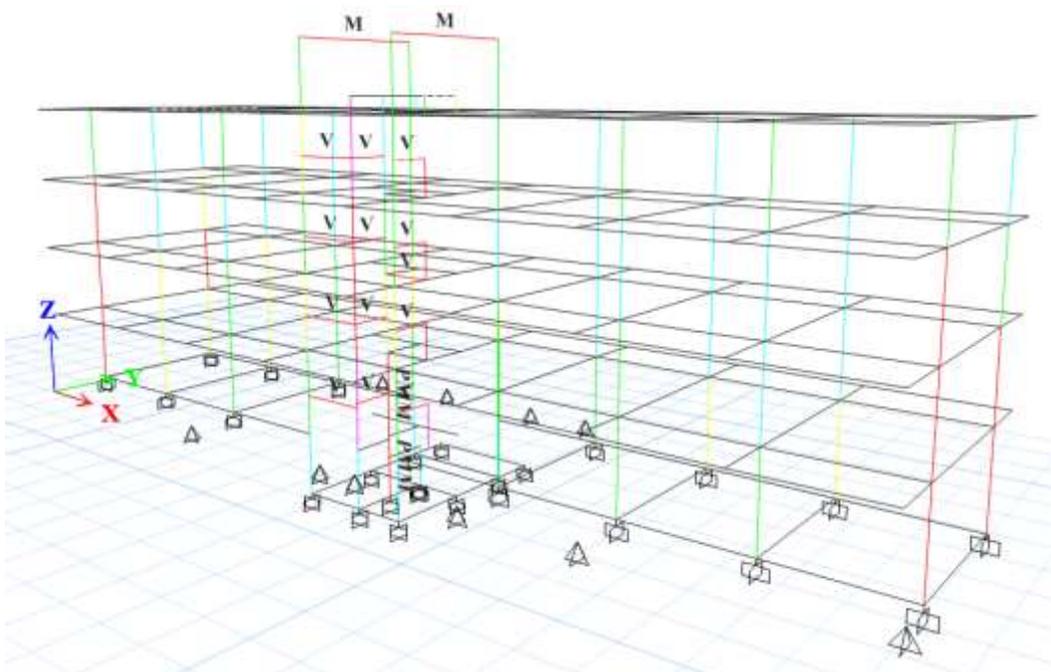


Figura # 57 (Fallas en Vigas $A_0 0.05g$ ETABS COVENIN 1756-2001)

En este caso se decidió tomar para el estudio una muestra de las vigas que se identificaron por tener una falla.

4.8.9.1.-Acero a Flexión

Chequeo Flexión en Vigas Inicio												
Label	Story	Section	Location	(-) Moment	(-) Combo	As Top	(+) Moment	(+) Combo	As Bot	As Colocado Top	As Colocado Bottom	CHEQUEO
				kgf-cm		cm²	kgf-cm		cm²	cm²	cm²	cm²
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-I	-709000,84	UDCon3	11,15	0	UDCon4	7,36	11,88	5,08	NO CUMPLE
B20	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-I	-812904,59	UDCon4	11,15	0	UDCon4	7,9	11,88	5,08	NO CUMPLE
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-797478,63	UDCon4	11,15	0	UDCon4	7,7	15,68	5,08	NO CUMPLE
B68	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-781992,98	UDCon4	11,15	0	UDCon4	7,28	15,68	5,08	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-640812,76	UDCon3	10,17	0	UDCon4	5,16	15,68	5,08	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-726207,51	UDCon3	10,76	0	UDCon4	6,06	15,68	5,08	NO CUMPLE
B79	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-I	-739461,96	UDCon3	11,13	0	UDCon4	6,24	15,68	5,08	NO CUMPLE
B94	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-543050,7	UDCon4	11,15	0	UDCon4	11,15	15,68	5,08	NO CUMPLE
B36	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 40X40	End-I	-222988,45	UDCon3	4,08	0	UDCon4	2,54	17,7	10,14	SI CUMPLE
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	End-I	-600582,12	UDCon4	8,92	0	UDCon3	12,81	15,68	9,03	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-818283,32	UDCon4	11,15	0	UDCon4	7,81	15,68	5,08	NO CUMPLE
B71	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-790822,28	UDCon4	11,15	0	UDCon4	7,24	15,68	5,08	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-531355,85	UDCon3	10,74	0	UDCon3	6,88	15,68	5,08	NO CUMPLE
B73	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-652276,67	UDCon3	8,8	257015,58	UDCon4	3,54	15,68	5,08	SI CUMPLE
B74	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-592231,13	UDCon3	10,8	0	UDCon3	8,96	15,68	5,08	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-I	-813138,5	UDCon4	11,15	0	UDCon4	7,76	15,68	5,08	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	End-I	-4977559,09	UDCon3	57,79	1639272,25	UDCon3	24,01	68,45	40,56	SI CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	End-I	-4533334,08	UDCon3	52,22	1436000,68	UDCon3	20,97	68,45	40,56	SI CUMPLE
B38	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 95x40	End-I	-1948663,62	UDCon3	35,8	0	UDCon4	17,65	50,7	25,35	SI CUMPLE
B14	Piso 1	1-V.5 (B-C) (1.2) 135x40	End-I	-2125482,52	UDCon3	35,47	0	UDCon4	22,92	65,91	45,63	SI CUMPLE
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	End-I	-460921,68	UDCon4	21,66	160538,94	UDCon3	41,88	65,91	45,63	NO CUMPLE
B23	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 95x40	End-I	-837365,59	UDCon3	21,5	0	UDCon3	21,52	50,7	25,35	SI CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	End-I	-3589898,48	UDCon3	40,68	1289243,23	UDCon3	18,79	68,45	40,56	SI CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	End-I	-3709606,39	UDCon3	42,13	1420510,72	UDCon3	20,74	68,45	40,56	SI CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	End-I	-4370162,2	UDCon3	50,19	1561196,89	UDCon3	22,84	68,45	40,56	SI CUMPLE
B11	Piso 1	E.-V.4 (B-B')	End-I	-188027,4	UDCon3	3,36	0	UDCon3	2,65	1,42	2,54	NO CUMPLE
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4 (B'-B'')	End-I	-87069,72	UDCon3	1,68	0	UDCon4	0,92	2,54	2,54	SI CUMPLE
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B' (4'-5)	End-I	-319268,78	UDCon3	4,09	0	UDCon4	2,96	2,54	2,54	NO CUMPLE
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-I	-493729,15	UDCon3	5,55	0	UDCon4	3,81	2,69	5,23	NO CUMPLE

TABLA # 35 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Inicio $A_o=0.05g$)

Chequeo Flexión en Vigas Mita												
Label	Story	Section	Location	(-) Moment	(-) Combo	As Top	(+) Moment	(+) Combo	As Bot	As Colocado Top	As Colocado Bottom	CHEQUEO
				kgf-cm		cm²	kgf-cm		cm²	cm²	cm²	cm²
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	Middle	0	UDCon4	4,27	0	UDCon3	5,28	3,96	6,5	NO CUMPLE
B20	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	Middle	-294571,58	UDCon4	5,07	0	UDCon4	5,43	3,96	6,5	NO CUMPLE
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	4,05	334837,12	UDCon3	4,88	7,92	6,5	SI CUMPLE
B68	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	-303816,24	UDCon3	5,64	0	UDCon4	5,59	7,92	6,5	SI CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	4,18	265813,14	UDCon4	4,9	7,92	6,5	SI CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon4	3,38	280720,34	UDCon3	4,17	7,92	6,5	SI CUMPLE
B79	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	-226118,05	UDCon4	3,52	289829,87	UDCon3	4,49	7,92	6,5	SI CUMPLE
B94	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	Middle	0	UDCon3	12,25	597479,05	UDCon4	11,15	7,92	6,5	NO CUMPLE
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	Middle	0	UDCon3	4,98	260263,81	UDCon3	7,56	15,68	9,03	SI CUMPLE
B76	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (1)	Middle	-281343	UDCon4	5,38	274436,59	UDCon4	5,28	3,96	6,5	NO CUMPLE
B21	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (1)	Middle	-273636,67	UDCon4	4,64	0	UDCon4	4,67	3,96	6,5	NO CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-284359,29	UDCon4	4,17	346496,18	UDCon3	5,08	7,92	6,5	SI CUMPLE
B71	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-305215,88	UDCon4	5,75	0	UDCon4	5,51	7,92	6,5	SI CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-98917,76	UDCon3	4,4	265201,32	UDCon3	6,88	7,92	6,5	NO CUMPLE
B73	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-199767,95	UDCon4	2,71	215032,97	UDCon4	2,93	7,92	6,5	SI CUMPLE
B74	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	0	UDCon3	6,53	0	UDCon3	6,76	7,92	6,5	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	Middle	-281692,52	UDCon4	4,09	343946,35	UDCon3	4,99	7,92	6,5	SI CUMPLE
B81	Piso 1	1-V.1 (B-C) (2)	Middle	0	UDCon4	12,33	935651,71	UDCon4	13,94	38,34	19,4	SI CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	Middle	-868898,96	UDCon4	12,58	1775168,96	UDCon2	25,08	25,35	40,56	SI CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	Middle	-701397,97	UDCon4	10,13	1788204,41	UDCon2	25,08	25,35	40,56	SI CUMPLE
B18	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 135x40	Middle	0	UDCon3	31,34	986018,63	UDCon4	25,08	65,91	45,63	SI CUMPLE
B38	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 95x40	Middle	-428506,39	UDCon3	18,66	826098,41	UDCon3	23,3	50,7	25,35	SI CUMPLE
B14	Piso 1	1-V.5 (B-C) (1.2) 135x40	Middle	-1183546,64	UDCon3	25,17	620429,97	UDCon3	25,04	65,91	45,63	SI CUMPLE
B24	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 135x40	Middle	0	UDCon3	29,39	528090,25	UDCon3	25,08	65,91	45,63	SI CUMPLE
B23	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 95x40	Middle	0	UDCon3	15,64	549858,37	UDCon3	18,15	50,7	25,35	SI CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	Middle	-555790,1	UDCon4	8,01	1766235,08	UDCon2	25,08	25,35	40,56	SI CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	Middle	-764218,43	UDCon4	11,05	1738554,57	UDCon2	25,08	25,35	40,56	SI CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	Middle	-893457,34	UDCon4	12,94	1735150,79	UDCon2	25,08	25,35	40,56	SI CUMPLE
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	Middle	-918046,21	UDCon3	14,46	658675,1	UDCon3	13,94	38,34	19,4	SI CUMPLE
B11	Piso 1	E.-V.4 (B-B')	Middle	0	UDCon3	2,09	109038,64	UDCon3	2,88	1,42	2,54	NO CUMPLE
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	Middle	0	UDCon3	1,12	60591,91	UDCon3	1,7	1,42	2,54	SI CUMPLE
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4 (B'-B'')	Middle	0	UDCon4	1,14	143665,77	UDCon3	2,51	2,54	2,54	SI CUMPLE
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B' (4'-5)	Middle	0	UDCon4	1,35	101371	UDCon3	2,19	2,54	2,54	SI CUMPLE
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	Middle	-99061,57	UDCon4	2,6	0	UDCon3	3,54	2,69	5,23	SI CUMPLE

TABLA # 36 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Centro $A_o=0.05g$)

Chequeo Flexión en Vigas Final												
Label	Story	Section	Location	(-) Moment kgf-cm	(-) Combo	As Top cm ²	(+) Moment kgf-cm	(+) Combo	As Bot cm ²	As Colocado Top cm ²	As Colocado Bottom cm ²	CHEQUEO cm ²
B80	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-J	0	UDCon4	11,15	398066,51	UDCon4	6,63	15,84	5,08	NO CUMPLE
B20	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (1)	End-J	0	UDCon4	11,15	493990,32	UDCon4	7,98	15,84	5,08	NO CUMPLE
B67	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	11,15	524449,74	UDCon4	7,69	15,84	5,08	NO CUMPLE
B68	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	10,35	431515,04	UDCon4	7,64	15,84	5,08	NO CUMPLE
B77	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	10,66	362384,32	UDCon4	6,3	15,84	5,08	NO CUMPLE
B78	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	10,78	406337,38	UDCon4	6,05	15,84	5,08	NO CUMPLE
B79	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	10,81	418650,62	UDCon4	6,33	15,84	5,08	NO CUMPLE
B94	Piso 1	1-2-3-V.B (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	11,4	936971,25	UDCon3	13,64	15,84	5,08	NO CUMPLE
B36	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 40X40	End-J	0	UDCon3	10,93	350010,23	UDCon3	12,97	17,7	10,14	NO CUMPLE
B47	Piso 1	1-2-3-V.B''(4-5) 48X40	End-J	0	UDCon3	11,66	533105,44	UDCon4	8,92	15,68	9,03	SI CUMPLE
B70	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	11,15	545438,77	UDCon4	8,01	15,84	5,08	NO CUMPLE
B71	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	10,4	397166,66	UDCon4	7,09	15,84	5,08	NO CUMPLE
B72	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	10,1	283374,15	UDCon3	7,15	15,84	5,08	NO CUMPLE
B73	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	-648639,73	UDCon3	8,75	293426,35	UDCon4	4,07	15,84	5,08	SI CUMPLE
B74	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon3	11,35	402557,5	UDCon4	7,9	15,84	5,08	NO CUMPLE
B75	Piso 1	1-2-3-V.C (1-9) (2)	End-J	0	UDCon4	11,15	541499,23	UDCon4	7,91	15,84	5,08	NO CUMPLE
B82	Piso 1	1-V.2 (B-C) (2)	End-J	-5416075,21	UDCon3	63,39	1421368,22	UDCon4	20,75	68,45	40,56	SI CUMPLE
B83	Piso 1	1-V.3 (B-C) (2)	End-J	-5029997,81	UDCon3	58,45	1212172,84	UDCon4	17,64	68,45	40,56	SI CUMPLE
B38	Piso 1	1-V.4 (B-C) (2) 95x40	End-J	0	UDCon4	17,65	932066,86	UDCon3	24,54	25,35	25,35	SI CUMPLE
B14	Piso 1	1-V.5 (B-C) (1,2) 135x40	End-J	0	UDCon4	15,83	767598,2	UDCon4	25,08	65,91	45,63	SI CUMPLE
B23	Piso 1	1-V.5 (B-C) (2) 95x40	End-J	0	UDCon4	17,65	895806,3	UDCon3	22,19	65,91	45,63	SI CUMPLE
B84	Piso 1	1-V.6 (B-C) (2)	End-J	-4710332,31	UDCon3	54,43	880772,58	UDCon4	12,76	68,45	40,56	SI CUMPLE
B85	Piso 1	1-V.7 (B-C) (2)	End-J	-5179343,88	UDCon3	60,35	1065045,37	UDCon4	15,47	68,45	40,56	SI CUMPLE
B86	Piso 1	1-V.8 (B-C) (2)	End-J	-5451791,35	UDCon3	63,85	1289267,59	UDCon4	18,79	68,45	40,56	SI CUMPLE
B87	Piso 1	1-V.9 (B-C) (2)	End-J	0	UDCon3	27,22	578132,59	UDCon4	13,94	40,88	19,4	SI CUMPLE
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B)	End-J	0	UDCon3	2,72	70051,73	UDCon4	1,79	1,42	2,54	NO CUMPLE
B22	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.4 (B-B'')	End-J	0	UDCon4	1,44	253809,56	UDCon3	3,12	2,54	2,54	NO CUMPLE
B32	Piso 1	P.B.-1-2-3-A-V.B (4'-5)	End-J	0	UDCon4	3,04	355778,97	UDCon3	4,51	2,54	2,54	NO CUMPLE
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-J	0	UDCon3	3,13	142150,8	UDCon3	3,03	2,69	5,23	NO CUMPLE

TABLA # 37 (Chequeo de Acero en Vigas sin Fallas en el Final $Ao=0.05g$)

4.8.9.2.-Acero a Corte

Tabla de Vigas a Corte													
Label	Story	Section	Location	V kgf	V Combo	At cm ² /cm	T for At kgf-cm	T Combo At	At Torsion cm ² /cm	T for As kgf-cm	T Combo As	As Torsion cm ²	Error Etabs
B3	Azotea	E.-V.4 (B-B')	Middle		O/S		18691,76	UDCon3	0,0406	8897,2	UDCon3	2,32	O/S #45
B3	Azotea	E.-V.4 (B-B')	End-J		O/S		18691,76	UDCon3	0,0406	18691,76	UDCon3	2,21	O/S #45
B3	Piso3	E.-V.4 (B-B')	Middle		O/S		22565,47	UDCon3	0,049	12880,02	UDCon4	2,86	O/S #45
B3	Piso3	E.-V.4 (B-B')	End-J		O/S		22565,47	UDCon3	0,049	22565,47	UDCon3	2,67	O/S #45
B3	Piso 2	E.-V.4 (B-B')	End-I		O/S		13578,66	UDCon4	0,0295	13578,66	UDCon4	1,97	O/S #45
B3	Piso 2	E.-V.4 (B-B')	Middle		O/S		32474	UDCon3	0,0705	32474	UDCon3	3,84	O/S #45
B3	Piso 2	E.-V.4 (B-B')	End-J		O/S		32474	UDCon3	0,0705	32474	UDCon3	3,84	O/S #45
B11	Piso 1	E.-V.4 (B-B')	End-I		O/S		28670,97	UDCon3	0,0623	28670,97	UDCon3	3,39	O/S #45
B4	Azotea	E.-V.5 (B-B')	End-I		O/S		8447,39	UDCon2	0,0416	8447,39	UDCon2	2,37	O/S #45
B4	Piso3	E.-V.5 (B-B')	End-I		O/S		3829,85	UDCon2	0,0412	3829,85	UDCon2	2,86	O/S #45
B4	Piso 2	E.-V.5 (B-B')	End-I		O/S		62948,78	UDCon3	0,1367	62948,78	UDCon3	7,44	O/S #45
B10	Piso 1	E.-V.5 (B-B')	End-I		O/S		7048,48	UDCon4	0	7048,48	UDCon4	0	O/S #45
B32	Piso 2	P.B.-1-2-3-A-V.B (4'-5)	End-I		O/S		28423,82	UDCon4	0	28423,82	UDCon4	0	O/S #45
B32	Piso 2	P.B.-1-2-3-A-V.B (4'-5)	Middle		O/S		28423,82	UDCon4	0	28423,82	UDCon4	0	O/S #45
B32	Piso 2	P.B.-1-2-3-A-V.B (4'-5)	End-J		O/S		28423,82	UDCon4	0	28423,82	UDCon4	0	O/S #45
B33	Azotea	VIGA ESCALERA	End-I		O/S		110255,32	UDCon3	0,123	110255,32	UDCon3	11,61	O/S #45
B33	Azotea	VIGA ESCALERA	Middle		O/S		110255,32	UDCon3	0,123	110255,32	UDCon3	11,61	O/S #45
B33	Azotea	VIGA ESCALERA	End-J		O/S		61241,16	UDCon3	0,0683	61241,16	UDCon3	6,45	O/S #45
B33	Piso3	VIGA ESCALERA	End-I		O/S		176504,38	UDCon3	0,1968	176504,38	UDCon3	18,59	O/S #45
B33	Piso3	VIGA ESCALERA	Middle		O/S		176504,38	UDCon3	0,1968	176504,38	UDCon3	18,59	O/S #45
B33	Piso3	VIGA ESCALERA	End-J		O/S		90548,73	UDCon3	0,101	90548,73	UDCon3	9,54	O/S #45
B33	Piso 2	VIGA ESCALERA	End-I		O/S		245074,91	UDCon3	0,2733	245074,91	UDCon3	25,81	O/S #45
B33	Piso 2	VIGA ESCALERA	Middle		O/S		245074,91	UDCon3	0,2733	245074,91	UDCon3	25,81	O/S #45
B33	Piso 2	VIGA ESCALERA	End-J		O/S		121691,01	UDCon3	0,1357	121691,01	UDCon3	12,82	O/S #45
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-I		O/S		129925,87	UDCon3	0,1449	129925,87	UDCon3	13,68	O/S #45
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	Middle		O/S		129925,87	UDCon3	0,1449	129925,87	UDCon3	13,68	O/S #45
B230	Piso 1	VIGA ESCALERA	End-J		O/S		97159,42	UDCon3	0,1083	97159,42	UDCon3	10,23	O/S #45

TABLA # 38 (Vigas con Fallas a Corte $Ao 0.05g$ COVENIN 1756-2001)

Para Este modelado no se chequeo acero colocado vs acero requerido en vigas sometidas a corte, ya que ninguna de las vigas exceptuando la viga de la escalera cumplen con la separación máxima de acero ($S < d/2$) por norma COVENIN 1756-2001 en el Capítulo 18. En la Tabla 37, en este sentido se puede chequear que las vigas de las escaleras no cumplen por sección y los esfuerzos a torsión son mayores a los que la sección soporta.

4.8.10.-Chequeo Viga/Columna

En este caso se puede decir que el chequeo viga columna no cumple ya que se aplicó un método diferente en el cual con los momentos resistentes de la viga se buscaron los momentos máximos resistentes de las columnas sin importar la carga aplicada y aun así no cumple.

Constantes Viga 1		Variables	
F'c	250	a	3,650
Fy	2800	Mn	19097,24 (Kgf / m)
d	37		
B	70		
As	19,39		
BETA1	0,85		

Constantes Viga 2		Variables	
F'c	250	a	7,689
Fy	2800	Mn	37923,03 (Kgf / m)
d	37		
B	70		
As	40,85		
BETA1	0,85		

MR columna top	19550,00	Columna piso 1	(Kgf / m)
MR columna bottom	35834,00	Columna piso 2	(Kgf / m)

Column/Beam	0,97	No Cumple
-------------	------	-----------

TABLA # 39 (Viga/Columna $A_o=0.05g$ COVENIN 1756-2001)

4.9.-Modelado Pórtico Diagonalizado COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se analizó el Pórtico Diagonalizado anexo a la estructura de la biblioteca vieja.

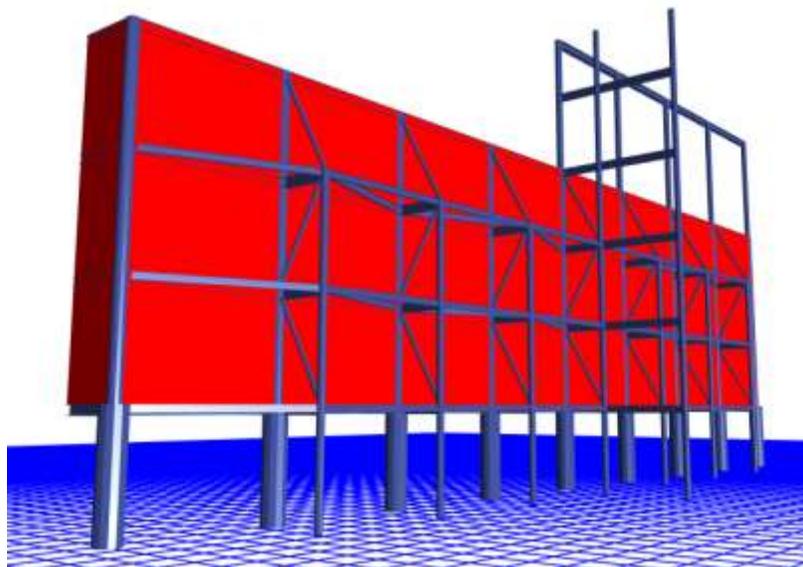


Figura # 58 (Esquema de Pórtico Diagonalizado AISC 360 y COVENIN 1756-2001)

4.9.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

En este modelado se buscaron las reacciones por carga permanente del techo y se aplicaron como carga axial sobre cada columna conectada al techo.

Cargas del Techo en las Columnas del Pórtico				
Story	Column Label	Unique Name	Load Case/Combo	FZ
				kgf
Techo nuevo	C20	274	Dead	-1003,6
Techo nuevo	C41	275	Dead	-879,31
Techo nuevo	C50	276	Dead	-933,26
Techo nuevo	C53	277	Dead	-991,54
Techo nuevo	C58	278	Dead	-222,88

TABLA # 40 (Fuerzas Aplicadas del Techo)

Los elementos a considerar en la estructura anexada en el techo son:

ELEMENTO	DIMENSIONES		Fy	f _c	PESO ESPECIFICO
	DIAMETRO	ESPESOR			
	cm	cm	kgf/m ²	kgf/m ²	kgf/m ³
Columna de acero con Concreto	40		3515	210	
Viga de Acero IPN 240			2530		
Techo Termopanel de "Grupo Isotex"		10			100

Nota: Para modelar este tipo de techo se buscó un espesor equivalente en una losa maciza que dio como resultado 0,004 m.

Dicha estructura anexada fue retirada en el modelado por obtener falsos resultados adquiriendo períodos mayores a lo que representa la estructura original.

En este modelado se redujeron los pesos de tabiquerías aplicados en la losa.

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Azotea	120	100
Piso PB, 1, 2, 3	165	300

4.9.2.-Materiales Definidos

MATERIAL		Peso Específico	Módulo de Elasticidad	Fy	F'c
		kgf/m ³	kgf/m ²	kgf/m ²	kgf/m ²
Cabillas	Acero	7850	2,1x10 ⁶	4200	
Estribos		7850	2,1x10 ⁶	4200	
Viga HEA 300		7850	2,1x10 ⁶	2500	
Viga HEA 320		7850	2,1x10 ⁶	2500	
Viga IPE 220		7850	2,1x10 ⁶	2500	
Viga IPN 240		7850	2,1x10 ⁶	2500	
Concreto Estructural	Concreto	2500	218819,79		210
API 16" 5L 1/2"	Mixtas			2090	210
ECO 10 3/4"				3515	210
ECO 12 3/4"				3515	210

4.9.2.-Secciones Definidas

MIEMBRO	DIMENSIONES						ACERO LONGITUDINAL		
	DIAMETRO Ø	BASE	ALTURA	ESPESOR	Tf	Tw	NRO DE CABILLA	DIAMETRO	ACERO TOTAL
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		PULGADAS	
API 16" 5L 1/2"	40,64			1,27					
Columna Principal	80						16	1	81,12
ECO 10 3/4"	27,31			0,9					
ECO 12 3/4"	32,39			1,1					
TUBO 5 1/2"	14,13			0,952					
HEA 300		290	300		14	8,5			
HEA 320		300	310		15,5	9			
IPE 220		110	220		9,2	5,9			
IPN 240		100	240		13,1	8,7			

TABLA # 41 (Secciones Definidas Pórtico Diagonalizado)

4.9.3.-Espectro de Diseño

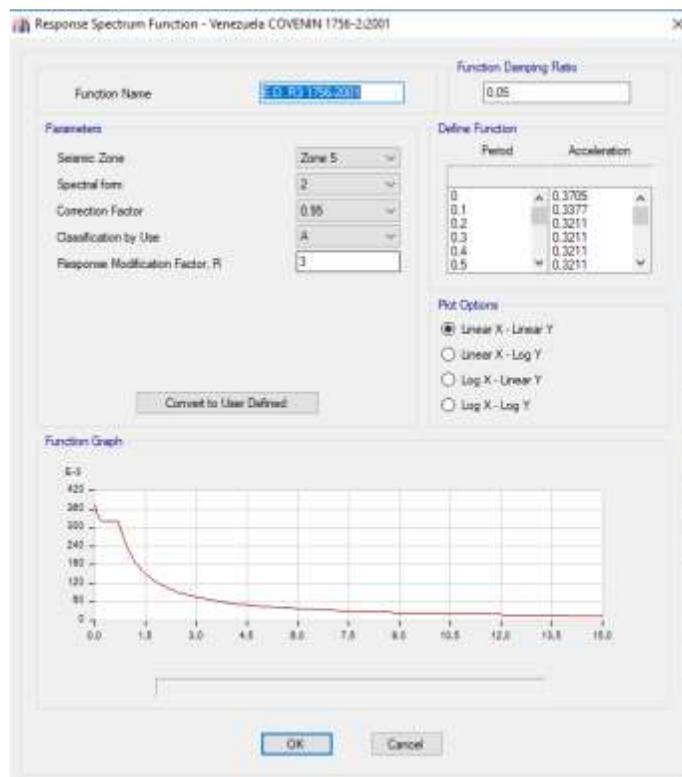


GRAFICO # 22 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)

Este espectro se construyó tomando en cuenta lo requerido por la norma COVENIN 1756-2001.

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,3 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S4
Factor de Corrección	0,95
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	3

Nota: Para este modelado se utilizó cuenta R igual a 3 especialmente por la redundancia que posee de miembros estructurales, tales como de vigas y columnas en luces cortas, aumentando el número de rotulas que se pueden disminuir el la posibilidad de colapso, pero también disminuir la ductilidad del acero.

4.9.4.-Período

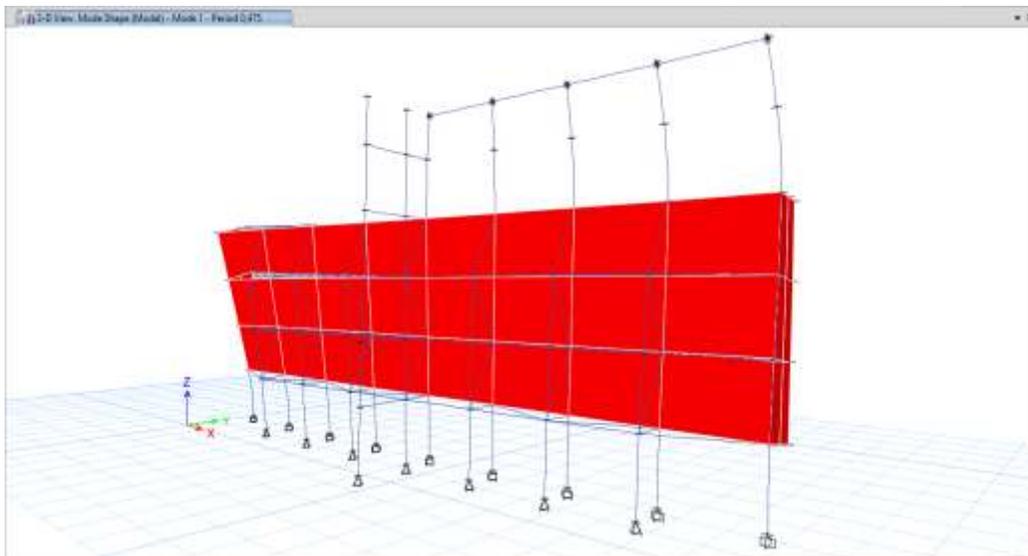


Figura # 59 (Esquema de Período Pórtico Diagonalizado)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,475 segundos para el modo 1, resultado favorable para las características de la Estructura.

4.9.5.-Caso Modal

El tipo de Caso Modal utilizado fue el método de Eigen en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 12 modos de vibración:

Porcentaje de Participación de Cargas				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99,7	95,88
Modal	Acceleration	UY	99,7	92,92
Modal	Acceleration	UZ	33,13	3,74

TABLA # 42 (Porcentaje de Participación de Cargas COVENIN 1756-2001)

4.9.6.-Corte Basal

Constantes			Vo (Calculado) min.	104,241																																							
Peso Edificio (W ton)	479,700	Etabs	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\mu 1$</td> <td>0,910</td> </tr> <tr> <td>$\mu 2$</td> <td>0,817</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0,941</td> </tr> <tr> <td>T0</td> <td>0,175</td> </tr> <tr> <td>T+</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Ta</td> <td>0,588</td> </tr> <tr> <td>T*</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>2,6</td> </tr> <tr> <td>Ct</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>Ad</td> <td>0,239</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>1,036</td> </tr> <tr> <td>μ Mayor</td> <td>0,910</td> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>Eje Y</td> </tr> <tr> <td>Si Cumple</td> <td>Si Cumple</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección Por Corte Basal</th> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>No Necesita</td> </tr> <tr> <td>Eje Y</td> <td>No Necesita</td> </tr> </tbody> </table>		Resultados		$\mu 1$	0,910	$\mu 2$	0,817	T	0,941	T0	0,175	T+	0,2	Ta	0,588	T*	0,7	p	1	β	2,6	Ct	0,08	Ad	0,239	c	1,036	μ Mayor	0,910	Eje X	Eje Y	Si Cumple	Si Cumple	Factor de Corrección Por Corte Basal		Eje X	No Necesita	Eje Y	No Necesita	Se toma el mayor
Resultados																																											
$\mu 1$	0,910																																										
$\mu 2$	0,817																																										
T	0,941																																										
T0	0,175																																										
T+	0,2																																										
Ta	0,588																																										
T*	0,7																																										
p	1																																										
β	2,6																																										
Ct	0,08																																										
Ad	0,239																																										
c	1,036																																										
μ Mayor	0,910																																										
Eje X	Eje Y																																										
Si Cumple	Si Cumple																																										
Factor de Corrección Por Corte Basal																																											
Eje X	No Necesita																																										
Eje Y	No Necesita																																										
Niveles (N)	4																																										
Altura Edificio (Hn)	14,3																																										
R	3																																										
Forma Espectral	s2	S1, S2, S3, S4																																									
Material Edificio	acero	Acero o Concreto																																									
Tipo de Edificio	1	1, 2, 3, 4																																									
Factor de Importancia	A	A, B1, B2																																									
α	1,3																																										
ϕ	0,95	Tabla 5.1 Norma Sismica																																									
Ao	0,3																																										
Vo Eje X Etabs	325,420																																										
Vo Eje Y Etabs	323,090																																										
Coeficiente Sísmico																																											
Vo/W Eje X	0,678																																										
Vo/W Eje Y	0,674																																										
$(\alpha \cdot A_o)/R$	0,13																																										
Si Cumple																																											

TABLA # 43 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)

4.9.7.-Capacidad PMM

4.9.7.1.-Gráficos PMM Columnas de Concreto

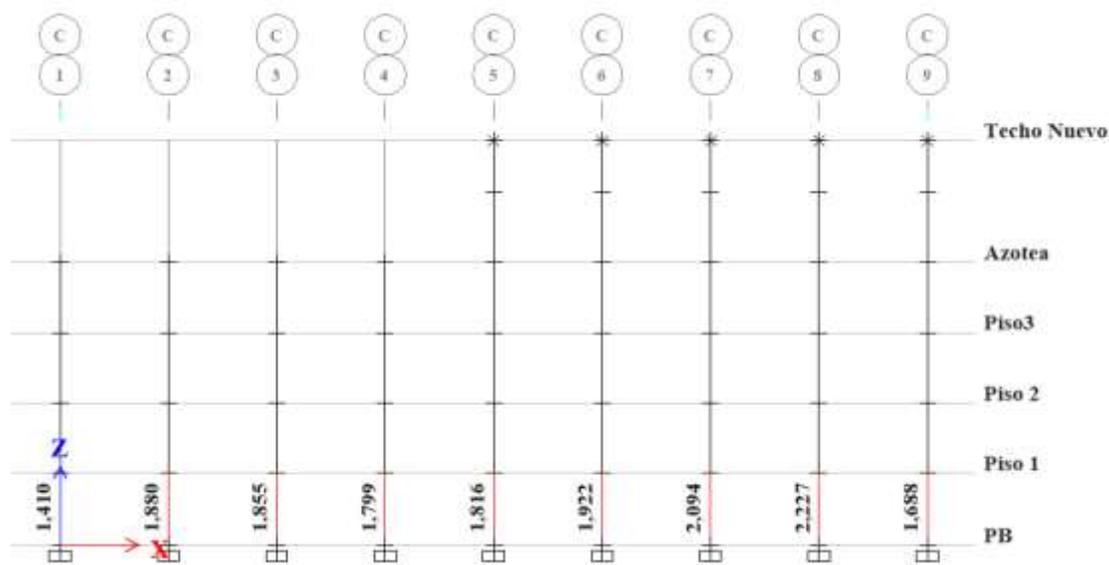


Figura # 60 (PMM Pórtico C Pórtico Diagonalizado COVENIN 1756-2001)

PMM Columnas de Concreto								
Label	Story	Section	Location	P	M Major	M Minor	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %
				kgf	kgf-m	kgf-m		
C1	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-26827,95	-77638,37	88098,02	UDCon4	1.410
C35	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-27464,42	77443,69	118713,68	UDCon4	1.688
C15	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-61146,51	-87314,09	115110,69	UDCon4	1.799
C18	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-51891,51	-87312,46	119229,93	UDCon4	1.816
C12	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-80366,15	-87249,77	116663	UDCon4	1.855
C9	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-97813,72	-86374,53	114803,27	UDCon4	1.880
C25	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-69209,75	87191,18	126817,66	UDCon4	1.922
C28	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-98188,35	86829,88	138927,4	UDCon4	2.094
C31	Piso 1	Columna Principal	Bottom	-122867,15	86411,5	146036,19	UDCon4	2.227

TABLA # 44 (Fallas de PMM Columnas de Concreto COVENIN 1756-2001)

4.9.7.1.1-Fallas a Considerar

- Columna eje C8 (Columna Principal)

En el caso de esta columna se toma en cuenta debido a la falla por relación de capacidad PMM en el piso que posee.

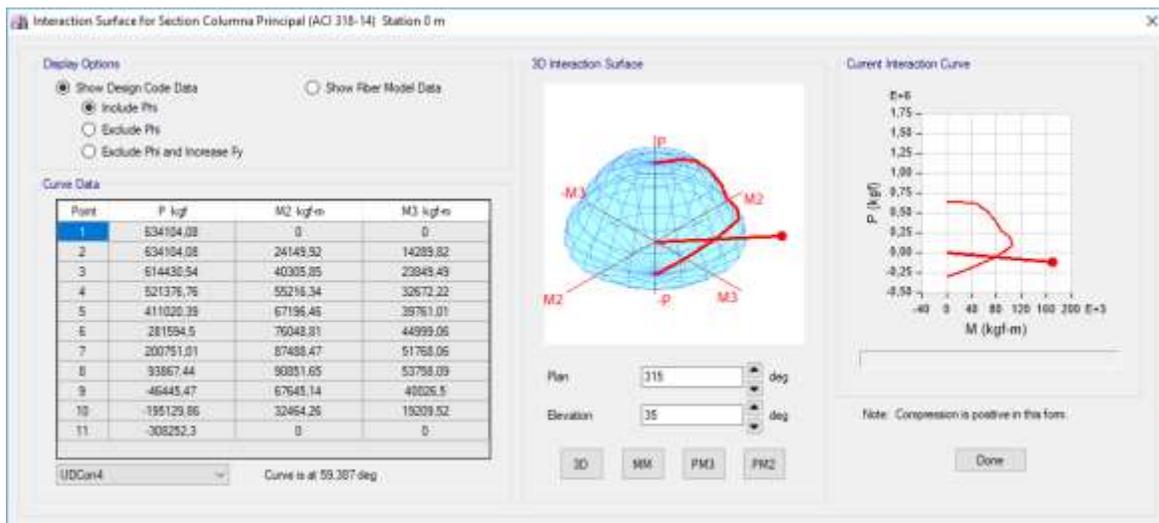


GRAFICO # 23 (Detalle de Diagrama de Interacción ETABS COVENIN 1756-2001)

4.9.7.2.- Gráficos PM Columnas Mixtas (Acero Tubular rellenas de Concreto)

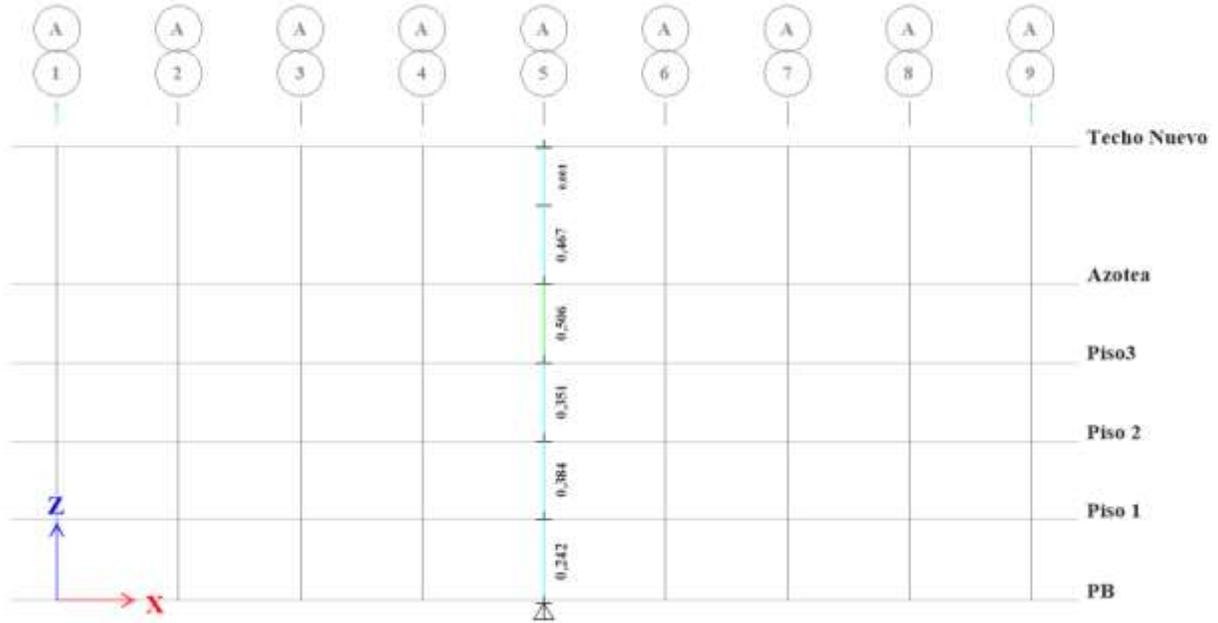


Figura # 61 (PMM Pórtico A Pórtico Diagonalizado AISC 360 y COVENIN 1756-2001)



Figura # 62 (PMM Pórtico B Pórtico Diagonalizado AISC 360 y COVENIN 1756-2001)

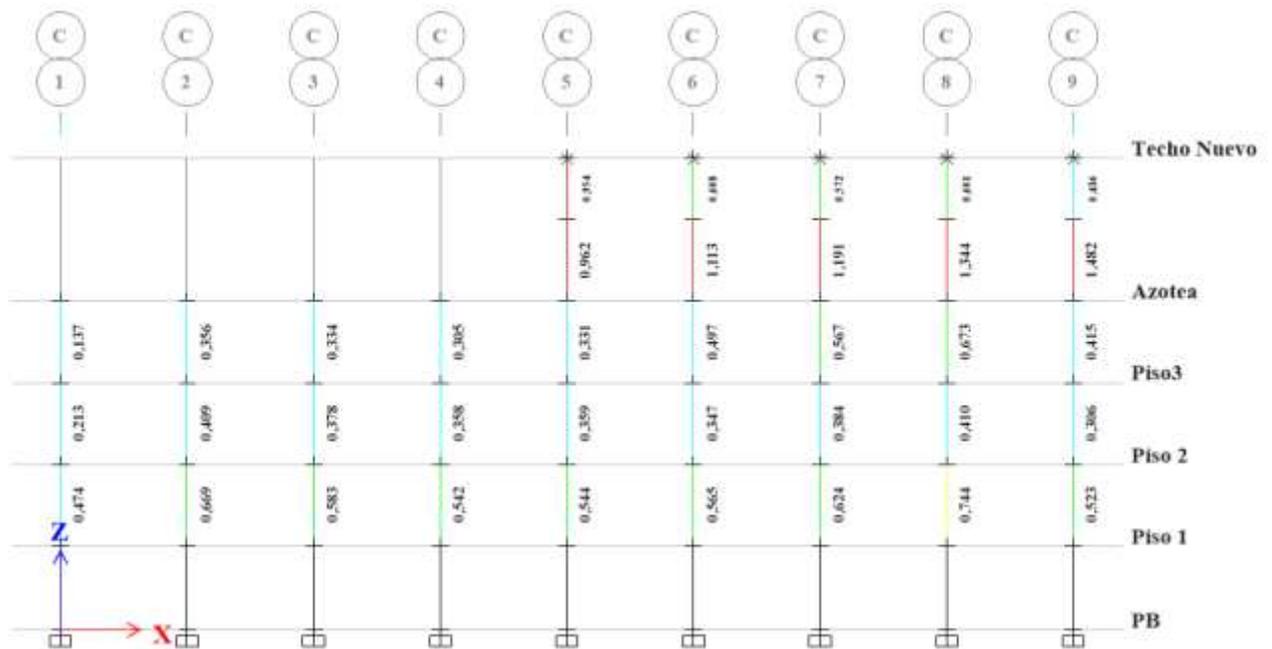


Figura # 63 (PMM Pórtico C Pórtico Diagonalizado COVENIN 1756-2001)

PM Columnas Compuestas						
Story	Label	Unique Name	Design Section	Status	Combo	Total Ratio
Techo Nuevo	C20	31	ECO 12 3/4"	No Message	UDCon3(C)	0,954
Techo Nuevo	C19	30	ECO 12 3/4"	No Message	UDCon3(C)	0,962
Techo Nuevo	C19		ECO 12 3/4"	No Message	UDCon2(T)	0,962
Piso 1	C32	56	ECO 10 3/4"	No Message	UDCon3(T)	0,986
Techo Nuevo	C40	325	ECO 12 3/4"	No Message	UDCon3(C)	1,113
Techo Nuevo	C49	327	ECO 12 3/4"	No Message	UDCon3(C)	1,191
Techo Nuevo	C51	329	ECO 12 3/4"	No Message	UDCon3(C)	1,344
Techo Nuevo	C57	331	ECO 12 3/4"	No Message	UDCon3(C)	1,482

TABLA # 45 (Fallas de PMM Columnas Compuestas AISC 360 y COVENIN 1756-2001)

4.9.7.2.1-Fallas a Considerar

- Columna eje C9 (ECO 12 3/4")

En el caso de dicha columna se toma en cuenta debido a falla por relación de capacidad PMM que posee.

Composite Column Design Information (AISC 360-10)

Story: Techo Nuevo Section Name: ECO 12 3/4"

Column: C57

COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK	MAJ-SHR RATIO	MIN-SHR RATIO
UDCon1	0,0000	0,086 (C)	= 0,005 + 0,007 + 0,074	0,001	0,004
UDCon1	0,0000	0,059 (C)	= 0,004 + 0,003 + 0,053	0,001	0,004
UDCon1	0,0000	0,036 (C)	= 0,003 + 0,001 + 0,032	0,001	0,004
UDCon2	0,0000	0,111 (C)	= 0,004 + 0,007 + 0,100	0,001	0,006
UDCon2	0,0000	0,077 (C)	= 0,003 + 0,003 + 0,071	0,001	0,006
UDCon2	0,0000	0,046 (C)	= 0,002 + 0,001 + 0,043	0,001	0,006
UDCon3	0,0000	1,482 (C)	= 0,013 + 0,558 + 0,911	0,058	0,053
UDCon3	0,0000	0,938 (C)	= 0,012 + 0,277 + 0,650	0,058	0,053
UDCon3	0,0000	0,406 (C)	= 0,011 + 0,006 + 0,389	0,058	0,053
UDCon4	0,0000	1,440 (C)	= 0,012 + 0,556 + 0,872	0,057	0,051
UDCon4	0,0000	0,909 (C)	= 0,011 + 0,276 + 0,622	0,057	0,051
UDCon4	0,0000	0,389 (C)	= 0,010 + 0,006 + 0,373	0,057	0,051

Overwrites Summary

OK Cancel

Figura # 64 (Información de Diseño de Columna ETABS AISC 360 y COVENIN 1756-2001)

4.9.8.-Deriva

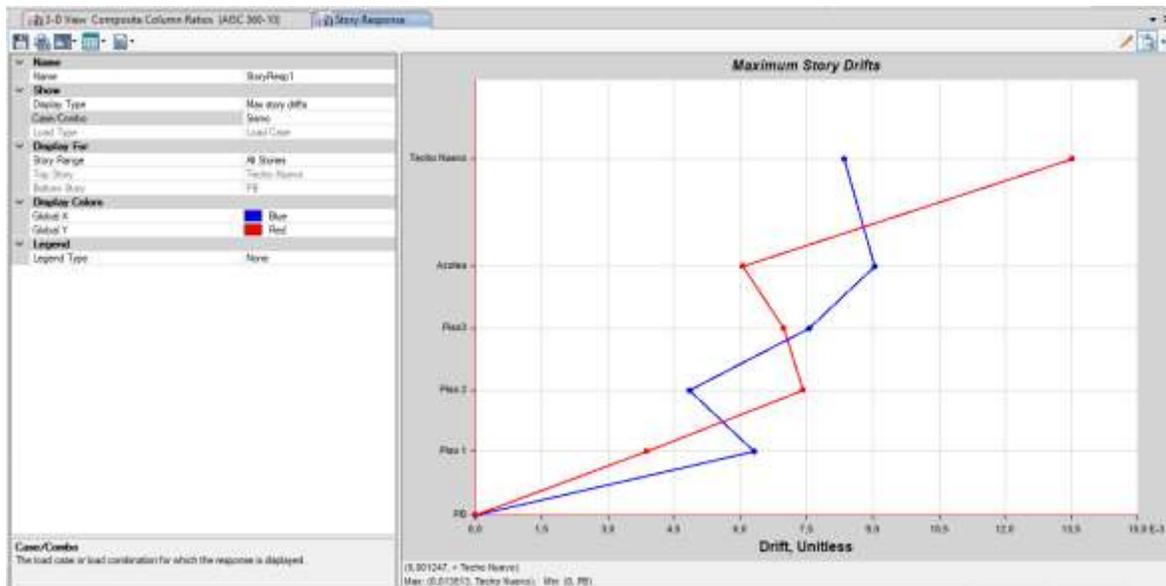


GRAFICO # 24 (Detalle de Deriva ETABS COVENIN 1756-2001)

Grupo Edificio	A	
R	3	
Max Drift X	0,013513	Etabs
Max Drift Y	0,009046	Etabs
Des. Lateral X	0,0324	NO CUMPLE
Des. Lateral Y	0,0217	NO CUMPLE

TABLA # 46 (Resultado Desplazamientos Laterales Totales COVENIN 1756-2001)

4.9.9.-Chequeo Vigas Acero

Chequeo Vigas de Acero							
Label	Story	Section	Moment Interaction Check	PMM Combo	V22 Ratio	V33 Ratio	Class
B36	Piso 2	IPN 240	1,01 = 0,868 + 0,14 + 0,003	UDStS3	0,042	0,0001455	Seismic HD
B68	Piso3	IPE 220	1,021 = 0,964 + 0,055 + 0,003	UDStS4	0,011	0,0001044	Seismic HD
B44	Azotea	IPN 240	1,038 = 0,981 + 0,052 + 0,005	UDStS3	0,021	0,001	Seismic HD
B61	Piso3	IPE 220	1,164 = 1,121 + 0,041 + 0,002	UDStS4	0,009	0	Seismic HD
B42	Piso3	IPN 240	1,221 = 1,144 + 0,074 + 0,003	UDStS3	0,027	0,0001355	Seismic HD
B39	Piso3	IPN 240	1,23 = 1,152 + 0,074 + 0,005	UDStS3	0,027	0,0002689	Seismic HD
B57	Piso3	IPE 220	1,281 = 1,227 + 0,038 + 0,016	UDStS4	0,009	0,0002686	Seismic HD
B35	Piso 2	IPN 240	1,284 = 1,172 + 0,11 + 0,002	UDStS3	0,038	0	Seismic HD
B29	Piso3	IPN 240	1,328 = 1,206 + 0,118 + 0,004	UDStS3	0,045	0,0002407	Seismic HD
B29	Piso 1	IPN 240	1,339 = 1,269 + 0,067 + 0,003	UDStS4	0,043	0,0002738	Seismic HD
B41	Piso3	IPN 240	1,343 = 1,263 + 0,074 + 0,005	UDStS3	0,027	0,0001924	Seismic HD
B40	Piso3	IPN 240	1,374 = 1,295 + 0,074 + 0,005	UDStS3	0,027	0,0001594	Seismic HD
B30	Piso 1	IPN 240	1,406 = 1,337 + 0,067 + 0,002	UDStS4	0,039	0,0001303	Seismic HD
B24	Techo Nuevo	HEA 320	1,413 = 0,016 + 0,958 + 0,439	UDStS3	0,611	0,016	Seismic MD
B38	Azotea	IPN 240	1,429 = 1,371 + 0,054 + 0,003	UDStS3	0,021	0,0003797	Seismic HD
B56	Piso3	IPE 220	1,431 = 1,248 + 0,086 + 0,097	UDStS4	0,014	0,001	Seismic HD
B30	Piso 2	IPN 240	1,477 = 1,367 + 0,109 + 0,002	UDStS3	0,038	0,0001002	Seismic HD
B43	Azotea	IPN 240	1,491 = 1,427 + 0,06 + 0,004	UDStS3	0,022	0,0003201	Seismic HD
B36	Piso3	IPN 240	1,629 = 1,48 + 0,145 + 0,004	UDStS3	0,045	0,0002465	Seismic HD
B55	Piso3	IPE 220	1,655 = 1,479 + 0,078 + 0,097	UDStS4	0,013	0,001	Seismic HD
B31	Piso 2	IPN 240	1,712 = 1,604 + 0,107 + 0,002	UDStS3	0,038	0	Seismic HD
B42	Azotea	IPN 240	1,729 = 1,671 + 0,053 + 0,004	UDStS3	0,021	0,0002453	Seismic HD
B39	Azotea	IPN 240	1,77 = 1,713 + 0,051 + 0,005	UDStS3	0,021	0,0003275	Seismic HD
B36	Piso 1	IPN 240	1,903 = 1,821 + 0,078 + 0,004	UDStS4	0,044	0,0003149	Seismic HD
B35	Piso 1	IPN 240	1,975 = 1,902 + 0,07 + 0,003	UDStS4	0,04	0,0001636	Seismic HD
B34	Piso 2	IPN 240	2,149 = 2,037 + 0,108 + 0,003	UDStS3	0,038	0,0001416	Seismic HD
B32	Piso 2	IPN 240	2,197 = 2,086 + 0,108 + 0,003	UDStS3	0,038	0,0001107	Seismic HD
B40	Azotea	IPN 240	2,233 = 2,152 + 0,063 + 0,017	UDStS3	0,021	0,001	Seismic HD
B33	Piso 2	IPN 240	2,27 = 2,159 + 0,108 + 0,002	UDStS3	0,038	0	Seismic HD
B41	Azotea	IPN 240	2,273 = 2,193 + 0,063 + 0,016	UDStS3	0,022	0,001	Seismic HD
B36	Azotea	IPN 240	2,34 = 2,224 + 0,109 + 0,007	UDStS3	0,034	0,0004006	Seismic HD
B35	Piso3	IPN 240	2,711 = 2,587 + 0,119 + 0,005	UDStS3	0,041	0,0002169	Seismic HD
B29	Azotea	IPN 240	2,798 = 2,702 + 0,088 + 0,007	UDStS3	0,036	0,0004246	Seismic HD
B30	Piso3	IPN 240	3,272 = 3,15 + 0,117 + 0,005	UDStS3	0,04	0,000228	Seismic HD
B31	Piso3	IPN 240	3,8 = 3,679 + 0,116 + 0,004	UDStS3	0,039	0,0001552	Seismic HD
B35	Azotea	IPN 240	4,029 = 3,937 + 0,086 + 0,007	UDStS3	0,03	0,0002899	Seismic HD
B34	Piso3	IPN 240	4,214 = 4,092 + 0,116 + 0,006	UDStS3	0,04	0,0002556	Seismic HD
B30	Azotea	IPN 240	4,36 = 4,254 + 0,1 + 0,007	UDStS3	0,034	0,0002545	Seismic HD
B32	Piso3	IPN 240	4,626 = 4,505 + 0,115 + 0,005	UDStS3	0,039	0,0002017	Seismic HD
B33	Piso3	IPN 240	4,712 = 4,592 + 0,115 + 0,005	UDStS3	0,039	0,000115	Seismic HD
B31	Azotea	IPN 240	5,491 = 5,4 + 0,084 + 0,007	UDStS3	0,034	0,0002605	Seismic HD
B34	Azotea	IPN 240	5,696 = 5,609 + 0,08 + 0,008	UDStS3	0,029	0,0003172	Seismic HD
B32	Azotea	IPN 240	7,717 = 7,608 + 0,097 + 0,012	UDStS3	0,03	0,0004236	Seismic HD
B33	Azotea	IPN 240	7,75 = 7,643 + 0,097 + 0,011	UDStS3	0,029	0,000384	Seismic HD

TABLA # 47 (Fallas Vigas de Acero ETABS AISC 360 y COVENIN 1756-2001)

En este caso se decidió tomar para el estudio una muestra representativa de las vigas que se identificaron por Superar el valor 1 en la interacción de momentos.

4.9.10.-Chequeo Brazos de Acero

Chequeo Brazos de Acero									
Label	Story	Section	Moment Interaction Check	PMM Combo	V22 Ratio	V33 Ratio	Class	Conn. P I-End	Conn. P J-End
								kgf	kgf
D14	Piso3	TUBO 5 1/2"	$1 = 0,958 + 0,037 + 0,019$	UDStS3	0,004	0,001	Seismic HD	-51501,57	-51369,77
D10	Piso3	TUBO 5 1/2"	$1,023 = 0,86 + 0,059 + 0,152$	UDStS3	0,005	0,008	Seismic HD	-46360,98	-46229,18
D7	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,083 = 1,019 + 0,063 + 0,012$	UDStS4	0,005	0,001	Seismic HD	58361,5	58493,3
D4	Piso3	TUBO 5 1/2"	$1,117 = 1,069 + 0,046 + 0,014$	UDStS3	0,005	0,001	Seismic HD	-57605,62	-57473,82
D5	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,145 = 1,08 + 0,064 + 0,006$	UDStS4	0,005	0,001	Seismic HD	62578,93	62710,73
D9	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,187 = 1,094 + 0,09 + 0,026$	UDStS4	0,007	0,002	Seismic HD	62654,81	62786,61
D11	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,206 = 1,137 + 0,069 + 0,005$	UDStS4	0,006	0,001	Seismic HD	63270,4	63402,2
D16	Piso3	TUBO 5 1/2"	$1,299 = 1,245 + 0,053 + 0,012$	UDStS3	0,005	0,001	Seismic HD	-67055,16	-66923,36
D3	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,382 = 1,31 + 0,071 + 0,012$	UDStS4	0,005	0,002	Seismic HD	77679,11	77810,91
D13	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,426 = 1,348 + 0,078 + 0,012$	UDStS4	0,006	0,002	Seismic HD	74746,35	74878,15
D15	Piso 2	TUBO 5 1/2"	$1,809 = 1,719 + 0,09 + 0,01$	UDStS4	0,007	0,002	Seismic HD	95818,28	95950,08

TABLA # 48 (Fallas Brazos de Acero ETABS AISC 360 y COVENIN 1756-2001)

Tabla.47

4.10.-Modelado Auditorio Con Anexo COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se analizó el auditorio de la biblioteca vieja tomando en cuenta el anexo sobre ella, destinado a ser oficinas.

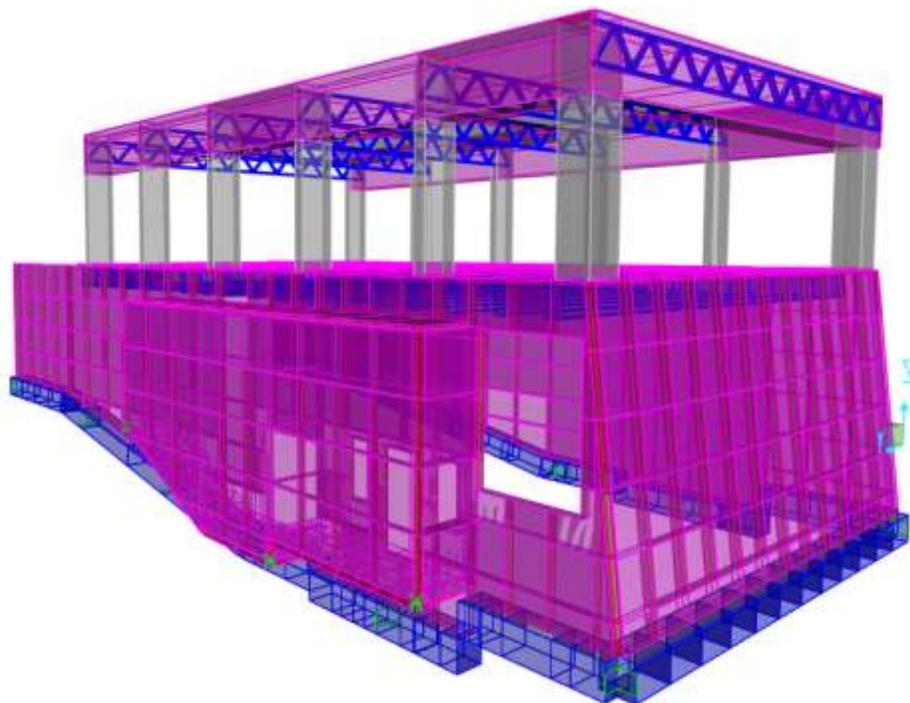


Figura # 65 (Esquema de Modelado Auditorio con Anexo COVENIN 1756-2001)

4.10.1.-Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Losa Techo P1	120	0
Losa Techo PB	270	250

4.10.2.-Materiales Definidos

MIEMBRO	DIMENSIONES			
	BASE	ALTURA	ESPESOR	SEPARACION
	cm	cm	cm	cm
C-1	60	75		
C-2-3-4-5-6	25	75		
CERCHA	5	12	0,6	1

TABLA # 49 (Secciones del Pórtico)

MURO	ESPESOR	ACERO			
		VERTICAL		HORIZONTAL	
		PULGADAS	SEPARACION	PULGADAS	SEPARACION
Tipo A	20	5/8	10	3/8	20
Tipo B	20	5/8	10	3/8	20
Tipo C	15	3/8	17	1/4	20

TABLA # 50 (Secciones de Muros)

MATERIAL		Peso Específico	Módulo de Elasticidad	Fy	F'c
		kgf/m ³	kgf/m ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
Cabillas	Acero	7850	2,1x10 ⁶	2800	
Estribos		7850	2,1x10 ⁶	2800	
Cercha		7850	2,1x10 ⁶	2530	
Concreto Estructural	Concreto	2500	218819,79		210

4.10.3.-Espectro de Diseño

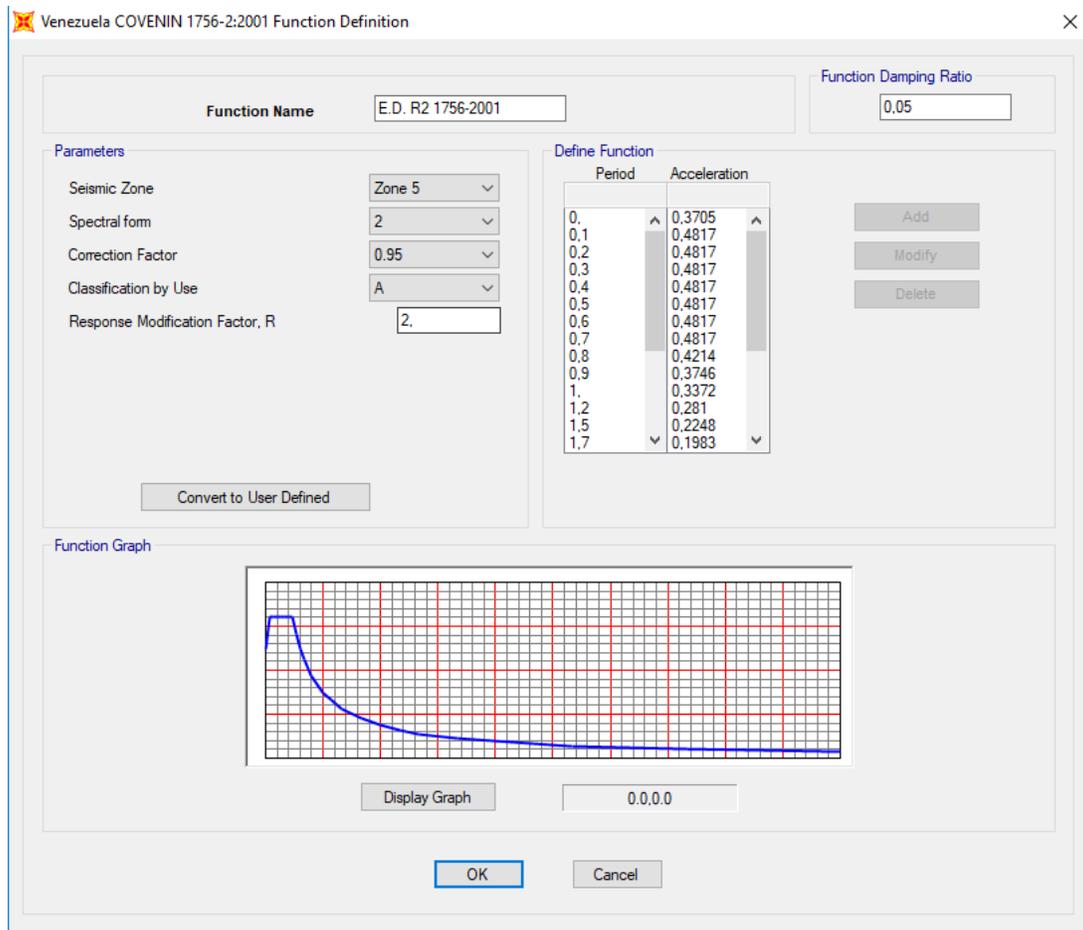


GRAFICO # 25 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)

Dicho espectro se construyó tomando en cuenta lo requerido por la norma COVENIN 1756-2001.

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,3 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S4
Factor de Corrección	0,95
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	2

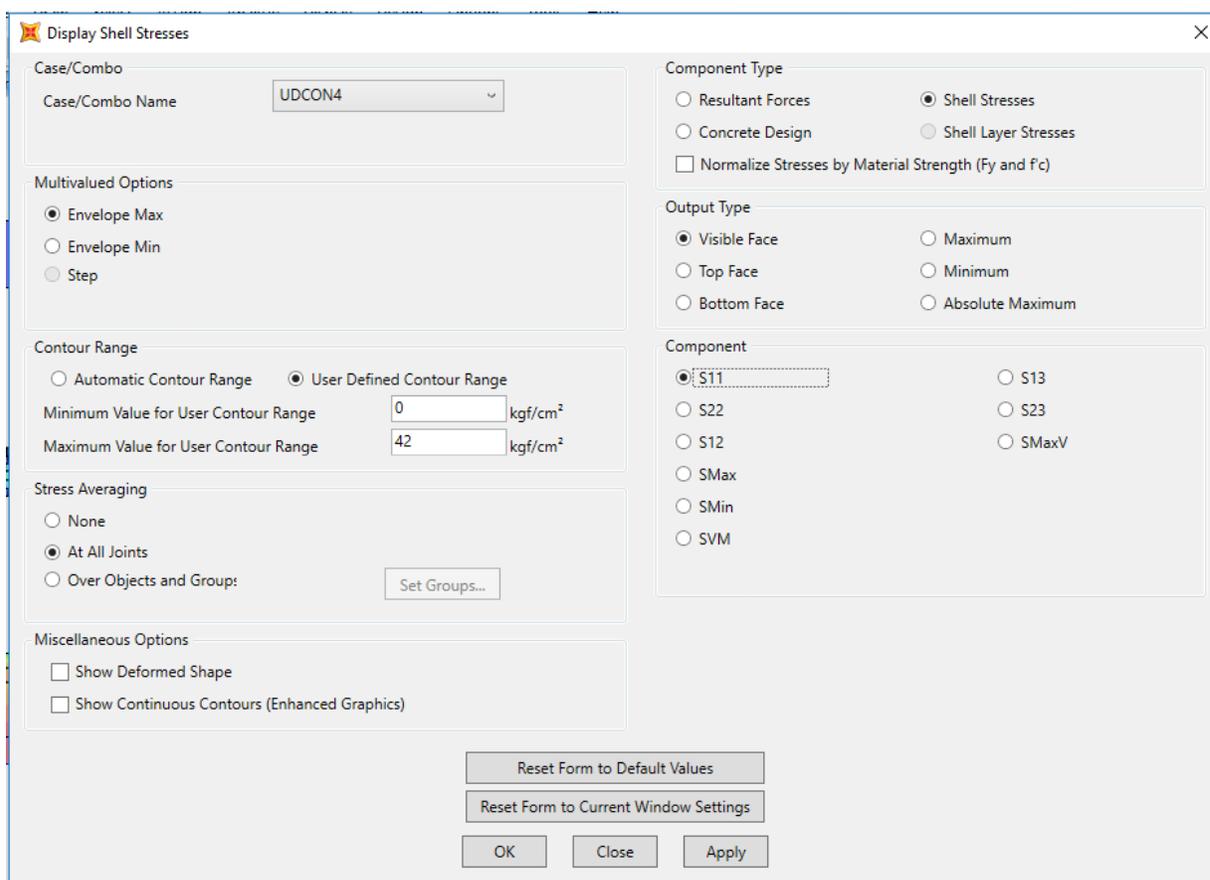


Figura # 66 (Propiedades de Fig.58 SAP2000)

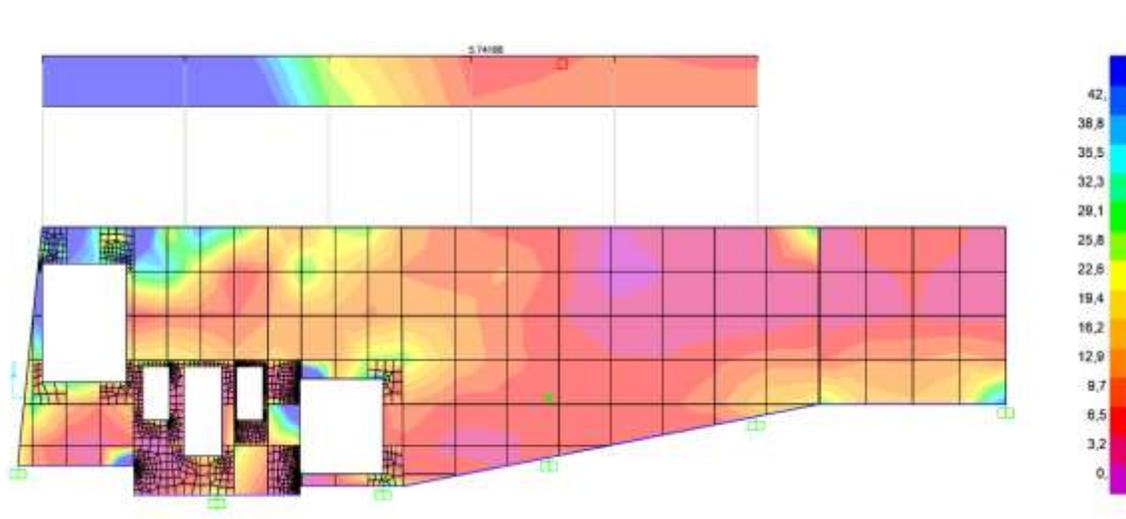


Figura # 67 (Esfuerzos S11 aplicados en el Muro)

En el grafico se muestran los esfuerzos en los muros, estos no son mayores a $0,20.f'c$ que es de 42 kgf/cm^2 , por tal motivo se estudiaran los muros sin necesidad de requerir elementos de borde y por ende poder aumentar el factor de reducción de respuesta a 2.

4.10.4.-Período

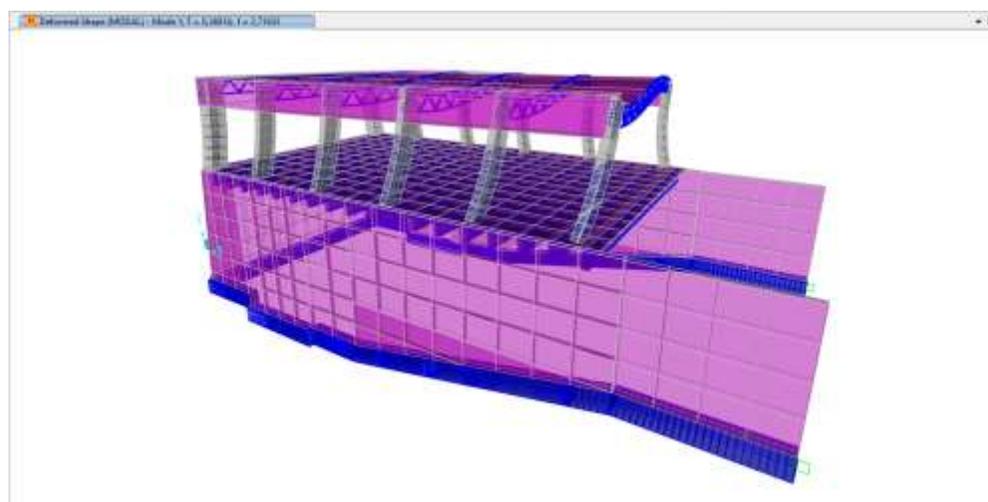


Figura # 68 (Esquema de Período Auditorio COVENIN 1756-2001)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,368 segundos para el modo 1, un poco más elevado de lo esperado.

4.10.5.-Caso Modal

El tipo de Caso Modal utilizado fue el método de Ritz en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 48 modos de vibración.

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	35	0,051527	0,003714	0,0007792	0,031	0,396	0,815	0,512	0,005913
MODAL	Mode	36	0,047794	0,235	0,006428	0,009283	0,631	0,822	0,521	0,0004955
MODAL	Mode	37	0,044961	0,011	0,005549	0,007153	0,642	0,827	0,526	0,01
MODAL	Mode	38	0,043495	0,075	0,001031	0,008166	0,716	0,828	0,536	0,005423
MODAL	Mode	39	0,041416	0,017	0,001903	0,09	0,733	0,83	0,526	0,04
MODAL	Mode	40	0,034729	0,0002308	0,00571	0,118	0,733	0,836	0,744	0,006715
MODAL	Mode	41	0,032239	0,008325	0,061	0,008318	0,742	0,897	0,753	0,018
MODAL	Mode	42	0,029868	0,042	0,0004411	0,011	0,784	0,898	0,764	0,002209
MODAL	Mode	43	0,021441	0,0078	0,012	0,075	0,791	0,909	0,838	0,011
MODAL	Mode	44	0,021009	6,501E-05	0,03	0,032	0,791	0,939	0,87	0,018
MODAL	Mode	45	0,018222	0,079	0,001734	0,003403	0,87	0,941	0,873	0,003108
MODAL	Mode	46	0,012835	0,001498	0,0001018	0,087	0,872	0,941	0,961	0,001511
MODAL	Mode	47	0,008298	0,003707	0,035	1,497E-05	0,875	0,976	0,961	0,054
MODAL	Mode	48	0,007075	0,078	0,001259	0,000276	0,954	0,977	0,961	0,002549

TABLA # 51 (Porcentaje de Participación de Carga SAP2000 COVENIN 1756-2001)

4.10.6.- Corte Basal

Constantes			Vo (Calculado) min.	301,773																																								
Peso Edificio (W ton)	650,950	Etabs	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resultados</th> <th rowspan="14">Se toma el mayor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>μ_1</td><td>0,963</td></tr> <tr><td>μ_2</td><td>0,776</td></tr> <tr><td>T</td><td>0,368</td></tr> <tr><td>T0</td><td>0,175</td></tr> <tr><td>T+</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>Ta</td><td>0,230</td></tr> <tr><td>T*</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>p</td><td>1</td></tr> <tr><td>β</td><td>2,6</td></tr> <tr><td>Ct</td><td>0,07</td></tr> <tr><td>Ad</td><td>0,482</td></tr> <tr><td>c</td><td>0,937</td></tr> <tr><td>μ_{Mayor}</td><td>0,963</td></tr> <tr> <th>Eje X</th> <th>Eje Y</th> </tr> <tr> <td>No Cumple</td> <td>No Cumple</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección Por Corte Basal</th> </tr> <tr> <th>Eje X</th> <td>2,195</td> </tr> <tr> <th>Eje Y</th> <td>2,112</td> </tr> </tbody> </table>			Resultados		Se toma el mayor	μ_1	0,963	μ_2	0,776	T	0,368	T0	0,175	T+	0,1	Ta	0,230	T*	0,7	p	1	β	2,6	Ct	0,07	Ad	0,482	c	0,937	μ_{Mayor}	0,963	Eje X	Eje Y	No Cumple	No Cumple	Factor de Corrección Por Corte Basal		Eje X	2,195	Eje Y	2,112
Resultados		Se toma el mayor																																										
μ_1	0,963																																											
μ_2	0,776																																											
T	0,368																																											
T0	0,175																																											
T+	0,1																																											
Ta	0,230																																											
T*	0,7																																											
p	1																																											
β	2,6																																											
Ct	0,07																																											
Ad	0,482																																											
c	0,937																																											
μ_{Mayor}	0,963																																											
Eje X	Eje Y																																											
No Cumple	No Cumple																																											
Factor de Corrección Por Corte Basal																																												
Eje X	2,195																																											
Eje Y	2,112																																											
Niveles (N)	2																																											
Altura Edificio (Hn)	7,66																																											
R	2																																											
Forma Espectral	s2	S1, S2, S3, S4																																										
Material Edificio	concreto	Acero o Concreto																																										
Tipo de Edificio	3	1, 2, 3, 4																																										
Factor de Importancia	A	A, B1, B2																																										
α	1,3																																											
ϕ	0,95	Tabla 5.1 Norma Sismica																																										
Ao	0,3																																											
Vo Eje X Etabs	137,500																																											
Vo Eje Y Etabs	142,900																																											

Coeficiente Sísmico	
Vo/W Eje X	0,211
Vo/W Eje Y	0,220
$(\alpha \cdot Ao)/R$	0,195
Si Cumple	

TABLA # 52 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)

4.10.7.- Aceros Requeridos vs Aceros Colocados en Muros

En este modelado se identificó el acero colocado tanto horizontal como vertical para definirlo como límite en el modelado y poder apreciar de mejor forma el acero requerido.

- Acero horizontal (3/8" cada 20 cm): 0.0355 cm²/cm.
- Acero vertical (5/8 cada 10 cm): 0.198 cm²/cm.

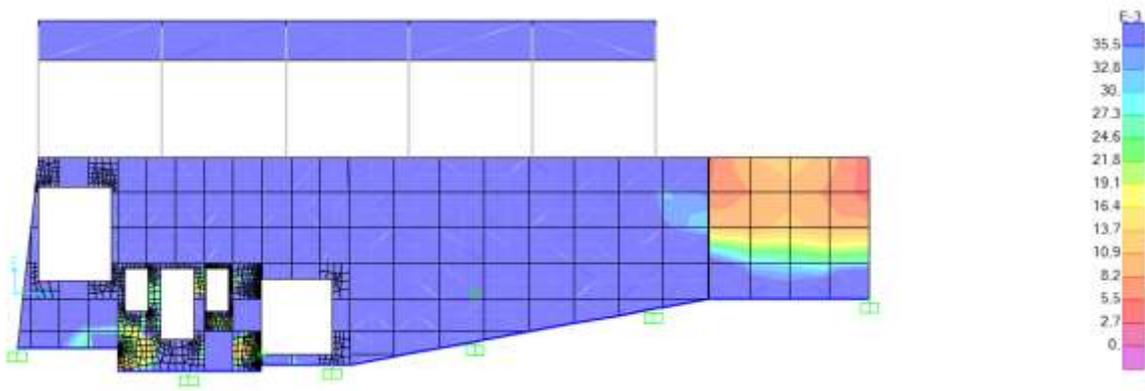


Figura # 69 (Esquema Aceros Requeridos ASt2 Horizontal SAP2000 COVENIN 1756-2001)

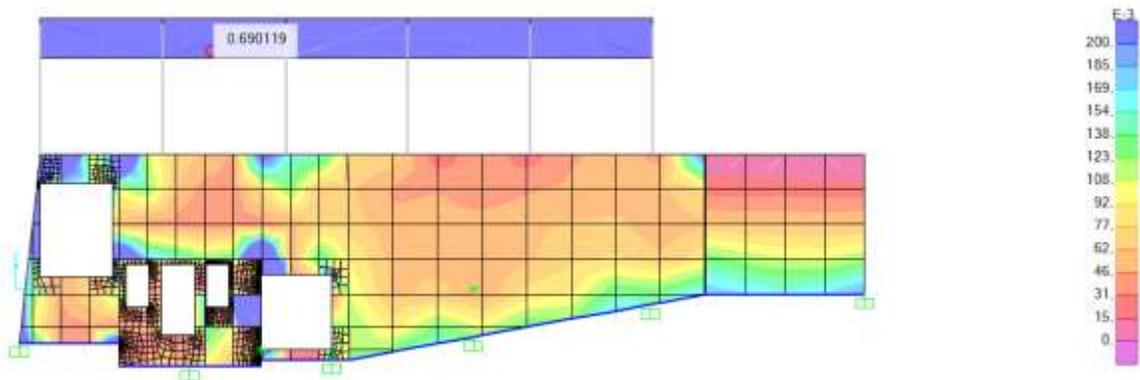


Figura # 70 (Esquema Aceros Requeridos ASt1 Vertical SAP2000 COVENIN 1756-2001)

Como se puede apreciar en el acero horizontal ninguna zona cumple con el requerido, mientras que el acero vertical tiene zonas en la que se encuentra al límite.

4.10.8.- Chequeo Vigas Concreto Techo

Chequeo de Vigas de Techo Auditorio													
Frame	DesignSect	Location	FTopCombo	FTopArea	FBotCombo	FBotArea	VCombo	VRebar	TLngCombo	TLngArea	TTmCombo	TTmRebar	Error Sap
Text	Text	cm	Text	cm2	Text	cm2	Text	cm2/cm	Text	cm2	Text	cm2/cm	Text
1	Viga Techo Auditorio	0	DCON4	0	DCON4	0	UDCON1		DCON3	12,2184	DCON3	0,0982	= "O/S #45"
1	Viga Techo Auditorio	550	DCON4	0,2429	DCON3	2,1712	DCON4	0	DCON4	0	DCON4	0	No Messages
1	Viga Techo Auditorio	550	DCON4	0,3206	DCON3	2,2575	DCON4	0	DCON4	0	DCON4	0	No Messages
1	Viga Techo Auditorio	1100	DCON4	0	DCON4	0	UDCON1		DCON3	11,7652	DCON3	0,0945	= "O/S #45"
2	Viga Techo Auditorio	0	DCON4	0	DCON4	0	UDCON2		DCON3	10,0771	DCON3	0,081	= "O/S #45"
2	Viga Techo Auditorio	550	DCON4	0	DCON3	5,2507	DCON4	0	DCON4	6,6715	DCON3	0,0099	No Messages
2	Viga Techo Auditorio	550	DCON4	0	DCON3	5,3513	DCON4	0	DCON4	6,6715	DCON3	0,0112	No Messages
2	Viga Techo Auditorio	1100	DCON4	0	DCON4	0	UDCON1		DCON3	9,7472	DCON3	0,0783	= "O/S #45"

TABLA # 53 (Fallas de Vigas de Concreto SAP2000 COVENIN 1756-2001)

En las 2 primeras vigas del techo del auditorio se puede apreciar que fallan por torsión según los esfuerzos aplicados. También hay que tomar en cuenta que los estribos colocados en las vigas son de 1/4" cada 20 cm por ende el estribo colocado no cumple con el mínimo por norma.

4.11.- Modelado Auditorio Sin Anexo COVENIN 1756-2001

En el siguiente modelado se analizó el Auditorio de la Biblioteca Vieja eliminando el anexo encima, para analizar su comportamiento su estado original.

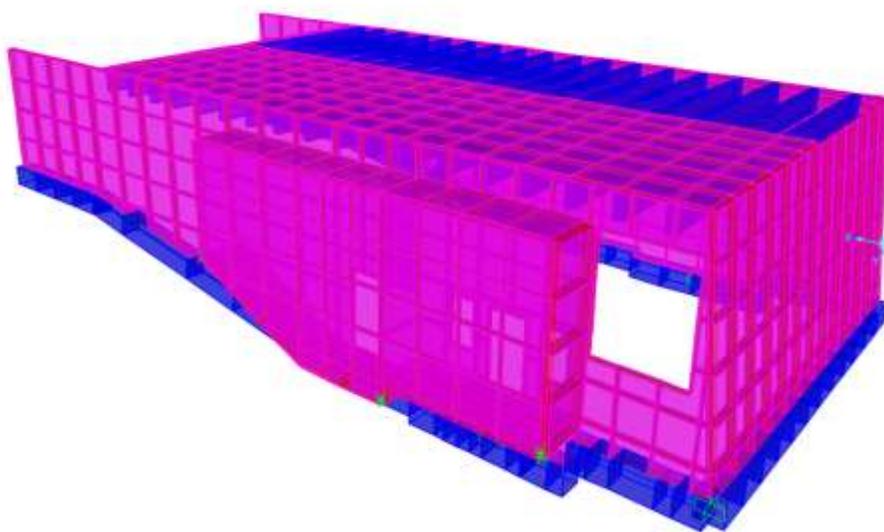


Figura # 71 (Esquema de Modelado Auditorio sin Anexo COVENIN 1756-2001)

4.11.1.- Cargas Permanentes (Dead) y Cargas Variables (Live)

TIPO	CARGAS PERMANENTES	CARGAS VARIABLE
	(kgf/m ²)	(kgf/m ²)
Losa Techo PB	130	No se Evaluó

4.11.2.-Materiales Definidos

MATERIAL		Peso Específico	Módulo de Elasticidad	Fy	F'c
		kgf/m ³	kgf/m ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
Cabillas	Acero	7850	2,1x10 ⁶	2800	
Estribos		7850	2,1x10 ⁶	2800	
Concreto Estructural	Concreto	2500	218819,79		210

Las secciones de muros a estudiar fueron definidas en el capítulo 4.10.2 en la Tabla 49.

4.11.3.- Espectro de Diseño

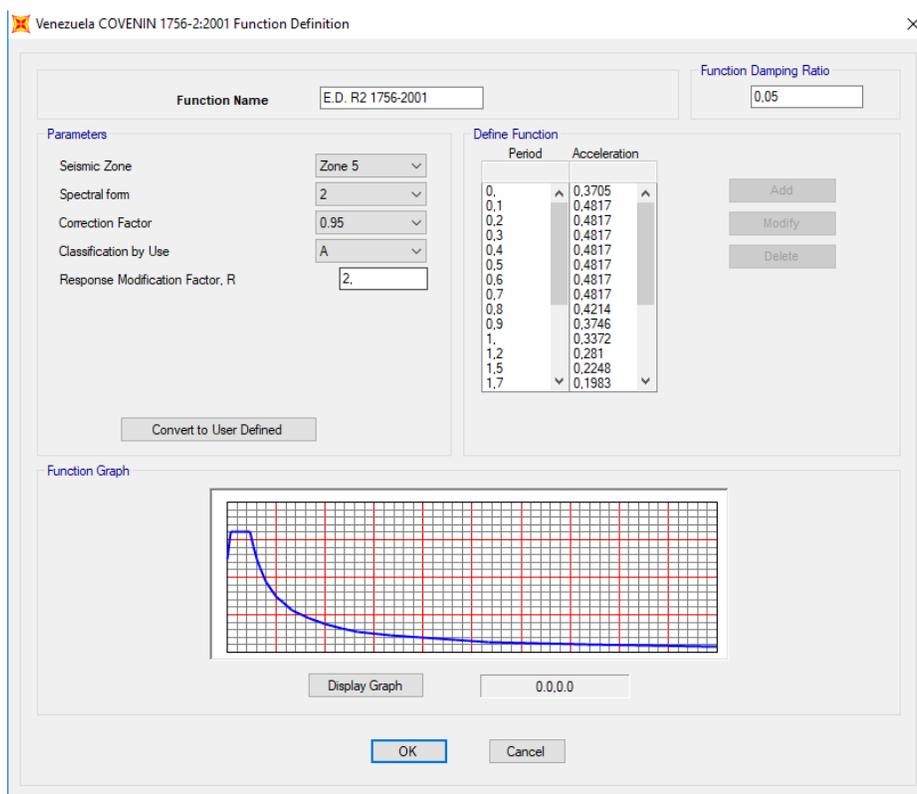


GRAFICO # 26 (Espectro de Diseño COVENIN 1756-2001)

Dicho espectro se construyó tomando en cuenta lo requerido por la norma COVENIN 1756-2001.

El espectro se realizó tomando en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	VALORES
Ao	0,3 g
Zona Sísmica	5
Forma Espectral	S4
Factor de Corrección	0,95
Clasificación por uso	A
Factor de reducción de respuesta (R)	2

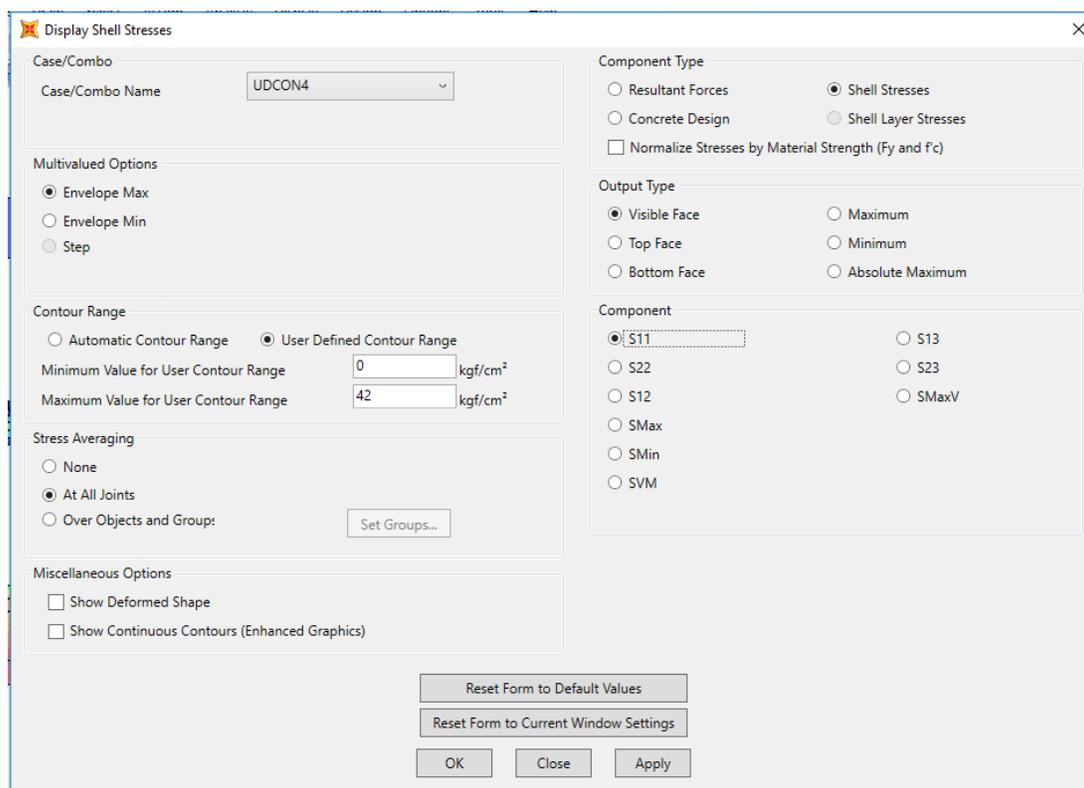


Figura # 72 (Propiedades de Fig.64 SAP2000)

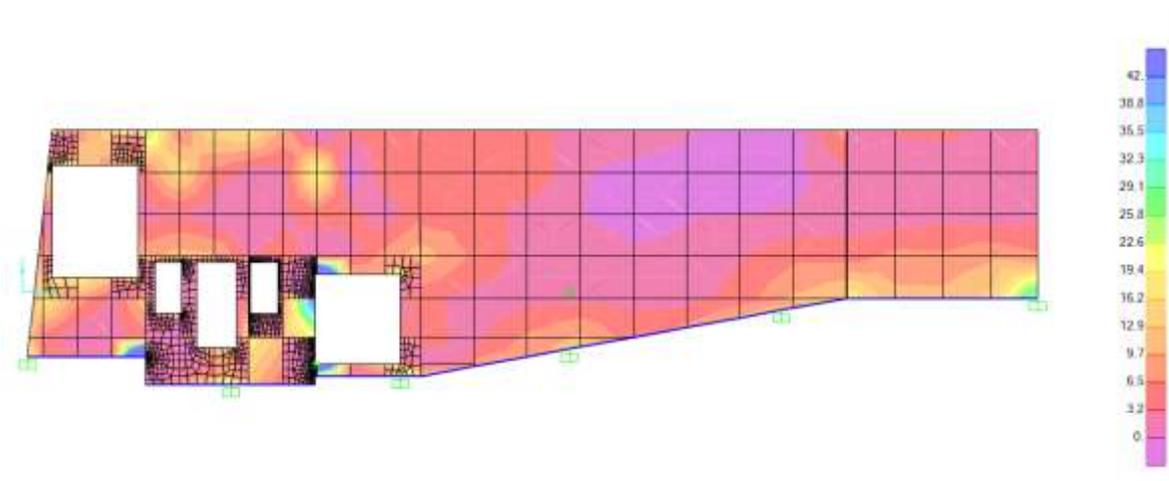


Figura # 73 (Esfuerzos S11 aplicados en el Muro)

En el grafico se puede apreciar que los esfuerzos en los muros no son mayores a $0,20.f'c$ que es de 42 kgf/cm^2 por ende se estudiaran los muros sin necesidad de requerir elementos de borde y por ende poder aumentar el factor de reducción de respuesta a 2.

4.11.4.- Período

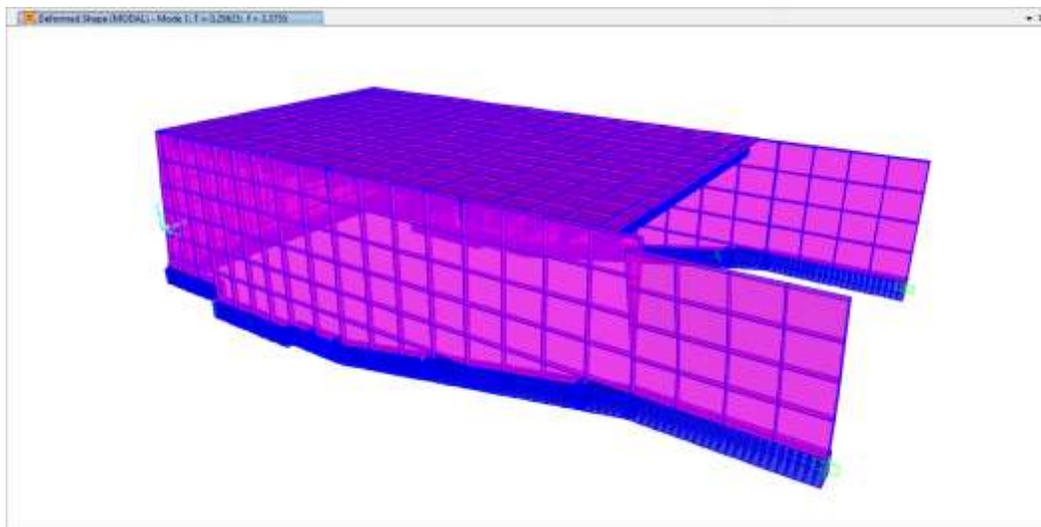


Figura # 74 (Esquema de Período Auditorio COVENIN 1756-2001)

El Período Fundamental tiene como resultado un valor de 0,296 segundos para el modo 1, lo que es un valor lógico para las características del edificio.

4.11.5.- Caso Modal

El tipo de Caso Modal utilizado fue el método de Ritz en donde se consiguieron los siguientes porcentajes de participación de cargas para un total de 32 modos de vibración.

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless	RX Unitless
MODAL	Mode	19	0,061323	0,001164	6,228E-05	0,005746	0,07678	0,67	0,31	0,0003921
MODAL	Mode	20	0,058296	0,0006964	0,003253	8,154E-05	0,07748	0,67	0,31	0,001004
MODAL	Mode	21	0,05476	0,0003346	0,01693	0,002095	0,07781	0,69	0,31	0,005995
MODAL	Mode	22	0,048628	0,0007491	0,004959	0,02065	0,07856	0,69	0,33	0,02354
MODAL	Mode	23	0,046313	0,08397	0,00168	0,01487	0,16	0,69	0,35	0,01351
MODAL	Mode	24	0,042461	0,01621	0,01621	0,0275	0,18	0,71	0,37	0,03166
MODAL	Mode	25	0,040866	0,04511	0,003036	0,0492	0,22	0,71	0,42	0,02302
MODAL	Mode	26	0,039693	0,33	3,353E-05	0,003985	0,55	0,71	0,43	0,007076
MODAL	Mode	27	0,028974	0,01195	0,13	0,01423	0,57	0,84	0,44	0,001296
MODAL	Mode	28	0,024417	0,02605	0,00895	0,0699	0,59	0,85	0,51	0,001505
MODAL	Mode	29	0,022842	0,09981	0,0003278	0,18	0,69	0,85	0,69	0,01292
MODAL	Mode	30	0,014774	0,01955	0,01058	0,24	0,71	0,86	0,93	9,66E-06
MODAL	Mode	31	0,013821	0,006819	0,09332	0,02641	0,72	0,96	0,96	0,05719
MODAL	Mode	32	0,011247	0,19	0,0002463	0,007849	0,91	0,96	0,96	0,0004686

TABLA # 54 (Porcentaje de Participación de Carga SAP2000 COVENIN 1756-2001)

4.11.6.- Corte Basal

Constantes			Vo (Calculado) min. 180,103																																							
Peso Edificio (W ton)	373,930	Etabs	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resultados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\mu 1$</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>$\mu 2$</td> <td>0,766</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>0,222</td> </tr> <tr> <td>T0</td> <td>0,175</td> </tr> <tr> <td>T+</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>Ta</td> <td>0,139</td> </tr> <tr> <td>T*</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>p</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>2,6</td> </tr> <tr> <td>Ct</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>Ad</td> <td>0,482</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>0,937</td> </tr> <tr> <td>μ Mayor</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>Eje Y</td> </tr> <tr> <td>No Cumple</td> <td>No Cumple</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Factor de Corrección Por Corte Basal</th> </tr> <tr> <td>Eje X</td> <td>1,354</td> </tr> <tr> <td>Eje Y</td> <td>1,683</td> </tr> </tbody> </table>		Resultados		$\mu 1$	1,000	$\mu 2$	0,766	T	0,222	T0	0,175	T+	0,1	Ta	0,139	T*	0,7	p	1	β	2,6	Ct	0,07	Ad	0,482	c	0,937	μ Mayor	1,000	Eje X	Eje Y	No Cumple	No Cumple	Factor de Corrección Por Corte Basal		Eje X	1,354	Eje Y	1,683
Resultados																																										
$\mu 1$	1,000																																									
$\mu 2$	0,766																																									
T	0,222																																									
T0	0,175																																									
T+	0,1																																									
Ta	0,139																																									
T*	0,7																																									
p	1																																									
β	2,6																																									
Ct	0,07																																									
Ad	0,482																																									
c	0,937																																									
μ Mayor	1,000																																									
Eje X	Eje Y																																									
No Cumple	No Cumple																																									
Factor de Corrección Por Corte Basal																																										
Eje X	1,354																																									
Eje Y	1,683																																									
Niveles (N)	1																																									
Altura Edificio (Hn)	3,9																																									
R	2																																									
Forma Espectral	s2	S1, S2, S3, S4																																								
Material Edificio	concreto	Acero o Concreto																																								
Tipo de Edificio	3	1, 2, 3, 4																																								
Factor de Importancia	A	A, B1, B2																																								
α	1,3																																									
ϕ	0,95	Tabla 5.1 Norma Sismica																																								
Ao	0,3																																									
Vo Eje X Etabs	132,980																																									
Vo Eje Y Etabs	107,000																																									
Coeficiente Sísmico																																										
Vo/W Eje X	0,356																																									
Vo/W Eje Y	0,286																																									
$(\alpha \cdot Ao)/R$	0,195																																									
Si Cumple																																										

TABLA # 55 (Corte Basal COVENIN 1756-2001)

4.11.7.- Aceros Requeridos vs Aceros Colocados en Muros

En este modelado se identificó el acero colocado tanto horizontal como vertical para ponerlo como límite en el modelado y poder apreciar de mejor forma el acero requerido.

- Acero horizontal (3/8" cada 20 cm): 0.0355 cm²/cm.
- Acero vertical (5/8 cada 10 cm): 0.198 cm²/cm.

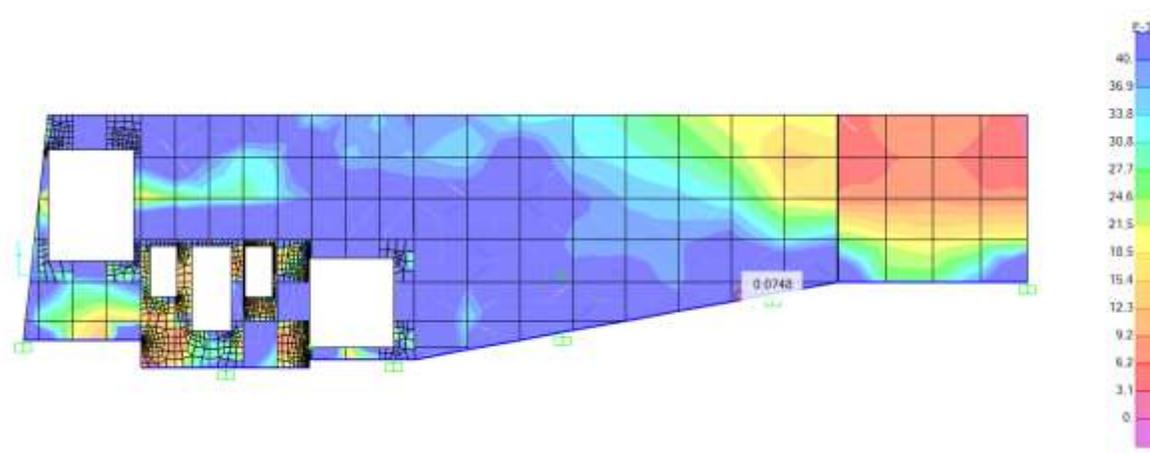


Figura # 75 (Esquema Aceros Requeridos ASt2 Horizontal SAP2000 COVENIN 1756-2001)

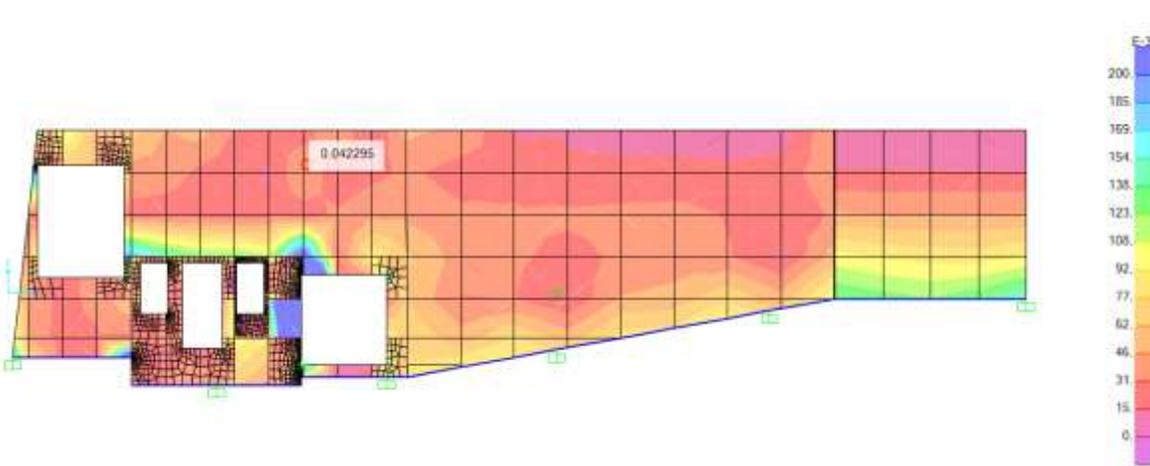


Figura # 76 (Esquema Aceros Requeridos ASt1 Vertical SAP2000 COVENIN 1756-2001)

De esta forma se puede apreciar claramente que el acero vertical en las zonas más importantes cumple, de forma contraria el acero horizontal no cumple con lo requerido. Teniendo zonas de hasta $0,07\text{cm}^2/\text{cm}$.

4.11.8.- Chequeo Vigas Concreto Techo

Acero Requerido Vigas Techo Auditorio													
Frame	DesignSect	DesignType	Location	FBotCombo	FBotArea	VCombo	VRebar	TLngCombo	TLngArea	TTrnCombo	TTrnRebar	As Bottom	As Shear
Text	Text	Text	cm	Text	cm2	Text	cm2/cm	Text	cm2	Text	cm2/cm	cm2	cm2
18	Viga Techo Auditorio	Beam	550	DCON3	5,3014	DCON4	0	DCON4	6,6715	DCON3	0,000901	23,13	1,27
18	Viga Techo Auditorio	Beam	550	DCON3	5,2986	DCON4	0	DCON4	6,6715	DCON3	0,0008565	23,13	1,27
												SI CUMPLE	NO CUMPLE

TABLA # 56 (Chequeo de acero Vigas de Concreto Techo SAP2000 COVENIN 1756-2001)

En el modelado todas las vigas chequearon pero se verifico la más desfavorable que sería la más cercana a la puerta principal. Se logró observar que el acero a flexión cumple mientras que el acero por corte no cumple por los efectos de torsión, a pesar de eso no cumple con el acero mínimo por norma según el diámetros de estribos, que debe ser de 3/8” a diferencia de los colocados en las vigas que son de 1/4”

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se realizó el estudio de El edificio de Biblioteca Vieja de la Universidad Católica Andrés Bello, inicialmente estaba conformado por dos estructuras, el edificio de biblioteca y el auditorio, posteriormente con el cambio de uso se agregó una tercera estructura en forma de Pórtico Diagonalizado con la finalidad de expandir el espacio de la estructura. Motivo por el cual surgió la necesidad de hacer un estudio que analizara el comportamiento del edificio ante este cambio de uso, ya que por motivos económicos se tomó la decisión de reacondicionarlo para aprovechar sus instalaciones.

En el auditorio se evaluó el acero requerido a flexión, ya que son muros que por sus características de diseño, este no sufrió significativamente a corte, es decir, es un muro muy largo para la altura que tiene, al realizar el estudio se consiguió que los esfuerzos en las caras son menores a $0,20f_c$, por ende no se requiere de elementos de borde. En primera oportunidad el estudio se realizó como se encuentra actualmente, con el pórtico en la parte superior, este análisis arrojó un déficit en el acero horizontal en todos los miembros, por otro lado el acero vertical funcionó en algunas zonas y en otras no, esta estructura que se colocó sobre el auditorio demandó una mayor capacidad por las cargas puntuales transmitidas desde la parte superior a la inferior, ante un sismo se puede ver comprometida la edificación original, adicionalmente es necesario considerar que esta estructura se creó en el año 1964 aproximadamente, motivo por el cual carece de los elementos adecuados que actualmente se consideran los mínimos necesarios para mantenerse del lado de la seguridad.

Las vigas que se encuentran en la parte superior cuentan con luces de 11 metros, lo que las hace vulnerables, además de que en el muro frontal se hicieron aberturas que llevan a las escaleras, sala de audio y aires acondicionados, al tener este cambio de rigidez tiene zonas en las que sufre considerablemente, pudiendo verse afectada la estructura.

Por este motivo se realizó el análisis del Auditorio sin el anexo de la parte superior, para verificar su comportamiento con las normas actuales y compararlos con los anteriores, consiguiendo un resultado favorable, disminuyendo la exigencia. En este sentido se recomienda realizar un estudio detallado de posibles refuerzos que se pudieran implementar, esto en pro de mejorar el comportamiento de la estructura, tomando como punto de partida estos resultados

En la Biblioteca Vieja se realizaron seis modelados en donde se tomaron en cuenta los planos del diseño original como también las modificaciones al ser remodelada. Se llegó a la conclusión de que cuenta con varias deficiencias estructurales desde su concepción y a pesar de que las modificaciones ayudaron a mejorar su comportamiento, continúa teniendo fallas sustanciales sabiendo esto dicha estructura se modeló con factores de reducción de respuesta (R) iguales 1, ya que no cumplieron con los requisitos mínimos del capítulo 18, cabe destacar que tomando en cuenta el factor de importancia para un Espectro de Diseño de Ao igual a 0.30g las aceleraciones aplicadas en el suelo van a ser mayores a 0,90g por ser una estructura con períodos muy cortos. En este sentido, se decidió analizar la estructura con tabiquería y reducir el Espectro de Diseño con un Ao igual a 0,05g demostrando que aun así se identificaron columnas que no cumplen con el PMM y algunas vigas no cumplieron por sección.

En primera instancia se concluye que el trabajo de quitarle los muros de fachada fue la decisión más acertada, ya que como dichos muros no llegan hasta la fundación afectaban a las columnas de Planta Baja haciendo que tanto las deformaciones y esfuerzos en dichas columnas fueran amplificadas por la rigidez que dichos muros aportaban a los miembros superiores. Otra solución pudo haber sido llevar los muros hasta la fundación, pero esto no se pudo debido a que se impediría el tránsito de personas por esas caras del auditorio y el concepto de esta remodelación es tener un espacio integrado entre la Biblioteca Vieja de la

UCAB y la Nueva, además de que para darle continuidad al muro que se encontraba del lado del auditorio habría sido necesario demoler parte del auditorio, para poder trabajar.

Segundo el edificio fue diseñado bajo el concepto de vigas planas por ende al verificarse la capacidad viga/columna se demostró que para cualquier carga axial que se le aplique a las columnas, el Momento Resistente de las Vigas será mayor que los Momentos Resistentes de las columnas, y esto resulta ser bastante peligroso ya que en el momento de un sismo puede afectar gravemente a los nodos de la estructura haciendo que se destruyan primero las columnas que las vigas y colapse el edificio, se recomienda implementar refuerzos que mejoren el comportamiento de las columnas.

Tercero en el techo fue agregada una estructura muy esbelta y flexible en donde se recomienda disminuir las longitudes equivalentes de las columnas ya que pueden generar pandeo o realizarles un refuerzo.

Cuarto los estribos colocados en las vigas exceptuando las de la escalera no cumplen con las separaciones máximas permitida por norma que serían menor a $d/4$, llegando a casos particulares en donde tienen cabillas de $1/4"$ de diámetro a cada 30 centímetros de separación. Esto puede ser muy preocupante ya que los efectos de corte pueden comprometer gravemente a la estructura.

Quinto la estructura por cómo está concebida tiene un grave problema estructural que es el tener luces muy grandes en los extremos, mientras que en la zona donde se encuentran las escaleras y los ascensores tienen luces más pequeñas, teniendo como resultado esfuerzos sísmicos más grandes en donde se encuentran las luces más cortas, comprometiendo así tanto las vigas como las columnas que soportan a las escaleras y poniendo en peligro una potencial ruta de escape.

Sexto en dicho modelado hay un caso muy particular en la columna 10 que a pesar de que se aplicara un Espectro de Diseño equivalente a las normas MOP 55, sufre de fallas por Pandeo de Euler, es decir, que tanto el acero colocado, como el tamaño de la sección es muy pequeñas y pueden generar pandeos importantes.

Por ultimo a pesar de las modificaciones que se realizaron como la eliminación de los muros de fachadas y la eliminación de las tabiquerías originales en las fachadas que causaban el efecto de columna corta, en la zona sur está afectando a la estructura como es el caso de las columnas que se encuentran tanto en PB como en Piso 1 en el eje B1, disminuyendo su rigidez y haciendo que los esfuerzos sísmicos sean mayores en la zona, además de que las columnas que se encuentran a los laterales son de secciones más pequeñas que las próximas a ellas.

Es necesario tomar en cuenta que la tabiquería a pesar de que no funciona como componentes estructurales son las que están ayudando a que la edificación se mantenga en pie a la hora de la ocurrencia de un sismo, ya que le aportan rigidez a la estructura y mejoran su comportamiento, por ende no se recomienda remover las tabiquerías de la estructura, por el contrario se pudiera estudiar la posibilidad de identificar zonas en las que con ella el edificio mejore su comportamiento.

En el caso del pórtico Diagonalizado se tomó en cuenta el aumento del factor de reducción de respuesta, por la ductilidad de la estructura y la redundancia de miembros y nodos. A pesar de ello las columnas principales de concreto no cumplen con la capacidad mínima permitida, como también hay problemas por compresión en las vigas de la losa. Cabe destacar que no se deberían quitar las tabiquerías colocadas ya que estas son las que generan las rigideces necesarias para disminuir los esfuerzos aplicados las columnas y las derivas.

Se puede concluir que esta edificación no es capaz de disipar una gran energía sísmicas, por sus deficiencias estructurales, al ser un edificio tan viejo con características que

actualmente se consideran vulnerables, como fallas en las separaciones de los estribos, ausencia de acero en los nodos, relación viga columna deficiente, problemas de rigidez, fallos por sección en corte, entre otros. Se recomienda, continuar este trabajo realizado partiendo de estos resultados, de manera que se puedan identificar posibles soluciones estructurales o refuerzos para mejorar el comportamiento del Edificio de Biblioteca Vieja y el Auditorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1. Norma COVENIN 1756-1:2001 “EDIFICACIONES SISMORRESISTENTES PARTE 1: ARTICULADO” (2001).**
- 2. Norma Venezolana 1753-2006 “PROYECTO Y CONSTRCCION DE OBRAS EN CONCRETO ESTRUCTURAL” (2006).**
- 3. Norma Para el Cálculo de Edificios 1955. (1955)**
- 4. Norma Provisional Para Construcciones Antisísmicas 1967. (1967)**
- 5. Especificaciones ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero (2010)**