

Universidad de Oriente
Núcleo Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**PROYECTO ESTRUCTURAL MODELO PARA REHABILITACION DE
OFICINAS EN CAMPO RESIDENCIAL TURPIAL
DE PDVSA GAS ANACO**

Realizado por:

Jiménez Hernández, Orlando José

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como
Requisito para optar al Título de:
Ingeniero Civil**

Cantaura, Octubre de 2016

Universidad de Oriente
Núcleo Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**PROYECTO ESTRUCTURAL MODELO PARA REHABILITACION DE
OFICINAS EN CAMPO RESIDENCIAL TURPIAL
DE PDVSA GAS ANACO**

Realizado por:

Jiménez Hernández, Orlando José

Asesores:

Prof. Martínez Jhonatan

Tutor Académico

Arq. Echenique Jheancermhis

Tutor Externo

Cantaura, Octubre de 2016

Universidad de Oriente
Núcleo Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería Civil



**PROYECTO ESTRUCTURAL MODELO PARA REHABILITACION DE
OFICINAS EN CAMPO RESIDENCIAL TURPIAL
DE PDVSA GAS ANACO**

CALIFICACIÓN

El Jurado hace constar que asignó a esta tesis la clasificación de:

APROBADO

Ing. Martínez, Jhonatan
Tutor Académico

Prof. González, Anabel
Jurado Principal

Prof. González, Jossmen
Jurado Principal

Cantaura, Octubre de 2016

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado:

“Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



DEDICATORIA

A mi Dios, por darme la vida, la salud y la voluntad necesaria para emprender mis estudios.

A mis Padres Orlando Jiménez y María Hernández por ser tan especiales y únicos. Gracias por todos los valores que siempre con amor me han brindado y especialmente por confiar en mí.

A mis Hermanos Orlando Ysael y José Leonardo por ser tan especiales y únicos.

A todos mis docentes por empeño y dedicación a lo largo de mis estudios y por el apoyo que me dieron durante la realización de este trabajo.

A todos aquellos que saben de mi cariño y afecto.

Orlando José Jiménez Hernández

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor académico Ing. Jhonatán Martínez que con su paciencia, dedicación y apoyo guio en todo momento en el desarrollo de este trabajo.

A mi tutor industrial Arq. Jheancermhis Echenique y a la Ing. Zulgenubees Carrillo quienes aportaron datos significativos y siempre estuvieron dispuestas a orientarme durante las pasantías en la empresa PDVSA Gas Anaco.

A el Ing. Ángel Velásquez por su apoyo y colaboración incondicional.

Orlando José Jiménez Hernández

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO ESTRUCTURAL MODELO PARA REHABILITACION DE
OFICINAS EN CAMPO RESIDENCIAL TURPIAL
DE PDVSA GAS ANACO**

Autor: Orlando J. Jiménez H.
Tutor Académico: Prof. Jhonatan Martínez
Año: 2016

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad la elaboración de un proyecto estructural modelo para rehabilitación de oficinas en campo residencial turpial de PDVSA Gas Anaco. Aplicada una estructura metodológica conjunta con un tipo de investigación proyecto factible, cuyo diseño fue de campo; utilizando para ello diversas técnicas de recolección de datos entre las que se pueden citar la revisión bibliográfica, entrevistas no estructuradas y observación directa. Con el propósito de obtener los datos precisos fue necesario diagnosticar la situación actual para realizar la elaboración de la planialtimetría, donde se logró conocer las condiciones actuales de las estructuras, el análisis dinámico y estático de toda la instalación, presentando así alternativas de rehabilitación, diseñando los planos de ingeniería de detalles y el informe técnico formal para lograr el alcance, logrando así la factibilidad de dicha propuesta en estudio.

Palabras claves: Rehabilitación, Estructura, Patologías estructurales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I	19
EL PROBLEMA	19
1.1. Planteamiento del Problema	19
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo General	22
1.2.2. Objetivos Específicos	22
1.3. Generalidades de la Empresa PDVSA Gas Anaco	23
1.3.1. Descripción de la Empresa.....	23
1.3.2. Ubicación Geográfica de la Empresa	23
1.3.3. Misión de la Empresa	24
1.3.4. Visión de la Empresa.....	24
1.3.5. Servicios Generales PDVSA Gas Anaco.....	24
1.3.6. Misión Servicios Generales	25
1.3.7. Visión Servicios Generales.....	25

1.3.8. Estructura Organizativa del Departamento de Servicios Generales de PDVSA Gas Anaco.....	26
CAPÍTULO II.....	27
MARCO TEÓRICO.....	27
2.1. Antecedentes	27
2.2. Bases Teóricas.....	29
2.2.1. Definición de Estructura	29
2.2.2. Clasificación de las Estructuras.....	30
2.2.3. Método de Diseño.	48
2.2.4. Criterios de Diseño	49
2.2.5 Método de los Estados Límites para Diseño y Revisión de los Elementos Estructurales.	49
2.2.6. Diseño para los Estados Limites	54
2.2.7. Método de Análisis Estructural	55
2.2.8. Estados Límites.....	56
2.2.9. Acciones.....	56
2.2.10. Combinaciones de Cargas	58
2.2.11. Sistema Resistente a Sismos.....	60
2.2.12. Método de Análisis Sísmicos.....	60
2.2.13. Clasificación de los Métodos de Análisis Sísmicos	60
2.2.14. Espectros de Respuesta y de Diseño.....	61
2.2.16. Formas Espectrales.....	67
2.2.17. Efecto P- Δ	68

2.2.18. Diseño de Análisis Eólico.....	68
2.2.19. Verificación Derivas Laterales por Viento.....	79
2.2.20. Valor Límite.....	80
2.2.21. Coeficiente Sísmico.....	81
2.2.22. Fundación.....	82
2.2.23. Rehabilitación Estructural.....	86
2.2.24. Patología Estructural del Concreto.....	86
2.2.25. Patología Metálica.....	89
CAPITULO III.....	92
MARCO METODOLÓGICO.....	92
3.1 Tipo De Investigación.....	92
3.2 Nivel de la Investigación.....	93
3.3 Población y Muestra.....	94
3.4 Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos.....	95
3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos.....	95
✓ Técnicas de Análisis de Datos.....	96
CAPÍTULO IV.....	97
ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	97
4.1 Identificación de las Patologías presentes en las Instalaciones de las Casas Huésped y Oficinas ubicadas en el Campo Residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.....	97
4.1.1 Evaluaciones Patológicas pertenecientes a las Instalaciones.....	97

4.2 Levantamiento Planialtimétrico de las Estructuras en Estudio (Casas Huésped y Oficinas) ubicadas en el Campo Residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.	99
4.3 Calculo Estático y Dinámico de la Estructura en Estudio empleando el software ETABS 2015.....	101
4.3.1. Espectro de Diseño para las Casas (1, 2 y 3)	101
4.3.2. Análisis Eólico para las Casas (1, 2 y 3)	104
4.3.3 Análisis de carga	108
4.3.4. Verificación de Derivas de Viento, Sísmica de la Estructura Externa de la casa 1, 2 y 3, Valor Límite y Coeficiente Sísmico ..	109
4.3.5 Procedimientos de Modelado	113
4.3.6. Diseño de los elementos metálicos de las casa 1, 2 y 3 ...	126
4.3.7 Configuración de Fundaciones aisladas en SAFE	132
4.4 Presentación de Alternativa de Rehabilitación Estructural de las Instalaciones del Campo Residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco	139
CAPITULO V	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
5.1. Conclusiones.....	141
5.2. Recomendaciones.....	142
BIBLIOGRAFIA.....	143
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de Diseño para las estructuras de acero.....	40
Tabla 2: Niveles de Diseño para las estructuras de acero-concreto	41
Tabla 3: Relación ancho/espesor para elementos comprimidos no rigidizados.....	42
Tabla 4: Valores de A_o según zona sísmica.....	62
Tabla 5: Forma espectral y factor de corrección ϕ	63
Tabla 6: Niveles de Diseño.....	64
Tabla 7: Valor de Factor de Reducción de Respuesta (R) según tipo de estructura.....	65
Tabla 8: Factor de magnificación promedio (β), máximo periodo (T^*) y el exponente que define la rama descendente del espectro (p).....	65
Tabla 9: Factor de importancia eólica.....	70
Tabla 10: Velocidad Básica del viento.....	72
Tabla 11: Factor de respuesta ante ráfaga.....	75
Tabla 12: Factor de respuesta ante ráfaga.....	76
Tabla 13: Coeficiente de empuje y succión c_p para las fachadas.....	77
Tabla 14: Coeficiente de empuje y succión c_p para techos.....	78
Tabla 15: Coeficiente de empuje y succión c_p el techo.....	79
Tabla 17. Flechas máximas recomendadas debidas a la acciones variables y de viento (CSA, 1989).....	80
Tabla 18. Valores límites	81
Tabla 16: Zonificación en estudio.....	102
Tabla 17: Coeficiente de empuje y succión c_p para las fachadas de las casas (1 y 2,3).....	106
Tabla 18: Coeficiente de empuje y succión c_p para el techo para la casa (1 y 2,3).....	107

Tabla 19: Coeficiente de empuje y succión (C_p) para las fachadas para la casa (1 y 2, 3) 107

Tabla 20: Coeficiente de empuje y succión c_p para el techo de la casa (1 y 2, 3)..... 107

Tabla 21: Cargas permanentes de la casa (1, 2 y 3) 109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica de PDVSA Gas Anaco.....	23
Figura 2: Organigrama del Departamento de Servicios Generales de PDVSA Gas Anaco.....	26
Figura 3: Estructuras tipo pórtico a y b.	31
Figura 4: Sistemas duales.	31
Figura 5: Pórticos arriostrados con diagonales concéntricas.....	32
Figura 6: Pórticos arriostrados con diagonales excéntricas.....	33
Figura 7: Estructura tipo péndulo invertido.	33
Figura 8: Pórticos de secciones mixtas acero-concreto.....	34
Figura 9: Sistema arriostrado mixto de acero-concreto.	35
Figura 10: Planta de muro estructural de concreto con miembros de borde de sección mixta.	35
Figura 11: Sistema arriostrado mixto con diagonales excéntricas.	36
Figura 12: Estructuración con conexiones rígidas.	44
Figura 13: Estructuración con conexiones flexibles.	45
Figura 14: Otros tipos de conexiones flexibles.....	46
Figura 15: Estructuración de conexiones semi-rígidas.	47
Figura 16: Curva típica M- θ para conexiones pernadas.....	48
Figura 17: Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería.....	62
Figura 18: Espectro de respuesta y diseño.....	67
Figura 19: Velocidad básica del viento en el mapa de Venezuela.....	73
Figura 20: Zapata aislada.	82
Figura 21: Carga excéntrica.....	84
Figura 22: Plano de corte de una zapata aislada.....	85
Figura 23: Área de punzonado.....	86
Figura 24: Dimensiones de la casa 1 (Muestra 6-18).	100
Figura 25: Dimensiones de Fachada Casa 1 (Muestra 6-18).	100

Figura 26: Dimensiones de Lateral derecho Casa 1 (Muestra 6-18).....	101
Figura 27: Espectro de Diseño de las casas 1, 2 y 3.	104
Figura 28: Configuración del modelo.	113
Figura 29: Inicialización del modelo..	114
Figura 30: Introducción de dimensiones al modelo.	115
Figura 31: Definición del material para creación del modelo.	116
Figura 32: Propiedades del material a utilizar para creación del modelo....	116
Figura 33: Introducción de dimensiones de los perfiles.	117
Figura 34: Dibujo de los elementos en el software..	118
Figura 35: Introducción del modelo de espectro sísmico.	119
Figura 36: Selección de los datos del espectro sísmico.	120
Figura 37: Introducción de cargas CP, CVT, CPP, W y S.....	121
Figura 38: Combinaciones de cargas agregadas al software.	122
Figura 39: Selección de apoyos.....	123
Figura 40: Introducción de cargas distribuidas.	124
Figura 41: Configuración de cargas distribuidas en los elementos.	124
Figura 42: Estructura final del modelo.	126
Figura 43: Dimensiones de la estructura de techo de la casa 1.....	126
Figura 44: Dimensiones de la estructura de techo de la casa 2 y 3.....	129
Figura 45: Especificación del concreto con resistencia de 2500 Kgr/cm ² de zapatas aisladas.	133
Figura 46: Especificación del pedestal de zapatas aisladas.	134
Figura 47: Módulo de Balasto.	134
Figura 48: Combinaciones de Carga de zapatas aisladas.....	135
Figura 49: Especificación de la altura del pedestal de zapatas aisladas. ...	136
Figura 50: Diagrama de suelo para la carga QSERVICIO-W fundaciones aisladas.	137
Figura 51: Diagrama de suelo para la carga QSERVICIO-S fundaciones aisladas.	137

Figura 52: Diagrama de suelo para la carga S fundaciones aisladas. 138

Figura 53: Verificación de punzonado fundaciones aisladas. Fuente: 138

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación, en rasgos generales se genera por descuido de mantenimiento en alguna construcción, para su ejecución se deben seguir una serie de estudios entre ellos patológicos, es la ciencia que estudia los problemas que aparecen en una edificación o en parte de ella una vez ejecutada la obra, sus procesos y también las posibles soluciones.

Por su parte las lesiones no son más que la manifestación de los problemas constructivos o el síntoma final de un proceso patológico, las lesiones en una edificación pueden ser de tipo, físicas, químicas o mecánicas y las causas pueden ser innumerables, desde ineficiencias en el diseño, errores constructivos, mala selección de los materiales de construcción, falta de inspección y falta de mantenimientos entre otros.

El Campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, presenta una serie de lesiones en algunas casas huésped que fueron destinadas a casa de oficinas donde se evidencian diferentes procesos patológicos que se han dado en las estructura. Por tal razón es necesario conocer la raíz de los problemas que aqueja a dichas edificaciones y de tal manera, diseñar un modelo estructural de reemplazo de techo que sirva como propuesta para la rehabilitación de cada una de las estructuras que ameriten su rehabilitación.

Dicha investigación se pretende Formular una propuesta de rehabilitación y mejoras a esta estructura, de tal manera queda dividido en cinco capítulos, desarrollados de la siguiente manera:

Capítulo I. El problema: se describe el planteamiento del problema, el objetivo general y específico, justificación e importancia, delimitación, el alcance de la investigación y generalidades de la empresa como ubicación,

misión, visión, las cuales fueron replanteadas o propuestas, describiéndose de igual forma los puestos de trabajo y las actividades que se realizan en la organización.

Capítulo II. Marco teórico: constituido por los antecedentes de la investigación que sirvieron de referencia para el desarrollo del proyecto, también se planteó el basamento teórico necesarios para la comprensión de este trabajo.

Capítulo III. Marco metodológico: se presenta la metodología utilizada para el logro de los objetivos planteados, especificándose el tipo y diseño de la investigación, así como también la población, muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, las técnicas de análisis de datos y el procedimiento metodológico que describe cada etapa.

Capítulo IV. Análisis de resultados: contiene el desarrollo de los objetivos específicos planteados.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones: este capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones arrojadas luego del desarrollo del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Es habitual que el uso para el que se proyectó un inmueble no sea el mismo a lo largo de toda su vida útil, con los años las necesidades han cambiado, en un principio tenían como finalidad ser viviendas, debido a las necesidades de tiempo atrás, pero hoy son necesarias estas proyecciones para verificar en que será usado dicho inmueble. Es frecuente que se remodelen edificaciones para cambiar de uso y dotar de un sistema de climatización o simplemente rehabilitar su estructura. Muchas de éstas edificaciones han sufrido cambios por algún efecto natural sobre su estructura, también se dan casos en los que la calidad de los materiales empleados en la construcción no fueron óptimos y originando deterioros muy prematuros.

Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima (PDVSA) Gas Anaco, se concibe como la filial de Petróleos de Venezuela, S. A., se dedica a la exploración y explotación de gas no asociado, así como a la extracción y fraccionamiento de Líquidos del Gas Natural (LGN), al transporte, distribución y comercialización del Metano. Dada su importancia, esta industria está presente en casi todo el país y cuenta con instalaciones de oficinas, residenciales, recreacionales y educativas. Estas instalaciones han venido presentado fallas, lo que ha originado la inhabitabilidad de las mismas, adicionalmente el personal que ocupa dichas instalaciones, ha tenido que ser trasladado a otras edificaciones generando hacinamiento en los espacios donde han sido reubicados.

En años anteriores, y debido a la creciente necesidad de ampliar su capacidad de los espacios de trabajo, se utilizaron viviendas para la instalación de diferentes oficinas en el campo residencial Turpial, ubicado en las instalaciones de PDVSA Gas Anaco, adecuando las mismas como oficinas. La mayoría de las edificaciones en el campo residencial se encuentran en condiciones de rehabilitación; existen viviendas que funcionaban como casas de huésped y fueron destinadas a oficina con el propósito de solventar la problemática de espacio para el personal que labora en la empresa.

No obstante en la actualidad dichas edificaciones se encuentran en condiciones de rehabilitación. Estas casas de oficina tienen una cubierta de techo soportadas por cerramientos verticales portantes, con láminas de asbesto, en las cuales se observa irrupción de polillas y fracturas causadas por infiltración lo cual por su actividad no pueden sufrir intervenciones o modificaciones. Cabe destacar que el material de asbesto puede originar diversas enfermedades tales como: Alergias, Cáncer, Problemas Respiratorios, entre otro por lo que se requiere el reemplazo del mismo.

La Gerencia de Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional (SIHO), responsable de la seguridad del trabajador, informo a la Gerencia de Servicios Generales dicha problemática, especificando que el personal no puede permanecer en las instalaciones antes mencionadas por el deterioro de las mismas, provocando la movilización del personal hacia otras edificaciones. Por tal motivo la Gerencia de Servicios Generales en pro de solucionar tal problemática, está promoviendo estrategias para la recuperación de estas instalaciones y a su vez descentralizar al personal.

Con el “Proyecto Estructural modelo para la rehabilitación de oficinas en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco”. Se propone elaborar un

sistema estructural independiente de la vivienda actual, construido con material liviano el cual consiste en sustituir o reemplazar los techos existentes si necesidad de utilizar los cerramientos verticales (auto-portantes) y por su tiempo de construcción necesita una rehabilitación. Agilizando el tiempo de ejecución para obtener una respuesta satisfactoria y eficaz. Con esta estrategia de construcción se rehabilitarían 3 casas entre huésped y de oficinas.

El alcance del estudio examina únicamente el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, por lo que se requiere la elaboración de un proyecto, que contemple el estudio de la rehabilitación de las oficinas. Es importante destacar que nunca se había realizado una evaluación de este tipo a dichas instalaciones.

En el proyecto de rehabilitación a las oficinas ubicadas en el campo residencial antes mencionado, se respetará su diseño original y su espacio físico. Como su construcción data más de 30 años, se justifica su rehabilitación, por el deterioro de sus ambientes, del mobiliario, su decoración, la falta del cumplimiento de las normas actuales según requerimientos oficiales.

De esta manera se contribuye con un gran avance en términos de estudios de infraestructura en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, para lograr sus objetivos en un tiempo determinado en oficinas totalmente rehabilitadas y garantizar a las personas que laboran en ese lugar un ambiente óptimo y de confort laboral. Se puede decir que dicho estudio es un tema novedoso y será de gran aporte tanto para la empresa como para la Universidad de Oriente.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Elaborar un proyecto estructural modelo, para la rehabilitación de oficinas en campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar las patologías presentes en las instalaciones de las casas de oficinas ubicadas en el campo residencial turpial de PDVSA Gas Anaco.
- ✓ Realizar un Levantamiento planialtimétrico de las estructuras en estudio (casas huésped y oficinas) ubicadas en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.
- ✓ Calcular estática y dinámicamente la estructura en estudio empleando el software ETABS 2015.
- ✓ Presentar alternativa de rehabilitación estructural de las instalaciones del campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.
- ✓ Efectuar los planos e ingeniería de detalles correspondientes, empleando el software AutoCAD 2015.

1.3. Generalidades de la Empresa PDVSA Gas Anaco

1.3.1. Descripción de la Empresa

PDVSA Gas, es una empresa filial de Petróleos de Venezuela, cuyo accionista es el estado venezolano. Las actividades realizadas por esta organización engloban todo lo referente a la exploración, producción, transporte, procesamientos, distribución y comercialización del gas natural y sus derivados de manera rentable, segura y eficiente con calidad de sus productos y servicios, en armonía con el medio ambiente y la sociedad, propiciando un clima organizacional favorable para los trabajadores y promoviendo la incorporación del sector privado en el desarrollo de la industria gasífera. Esta empresa dispone de oficinas gerenciales y comerciales a lo largo del territorio nacional, donde mantiene operaciones.

1.3.2. Ubicación Geográfica de la Empresa

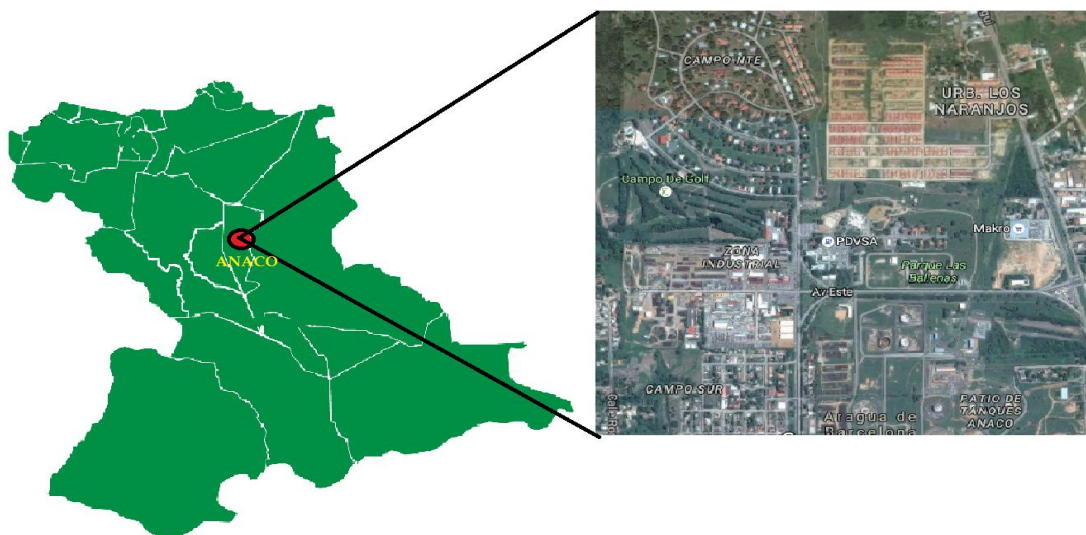


Figura 1: Ubicación Geográfica de PDVSA Gas Anaco. Fuente: Google Maps (2016)

1.3.3. Misión de la Empresa

Máxima la explotación de reservas de gas eficiente y rentablemente, en armonía con el medio ambiente y promoviendo el crecimiento socioeconómico del país.

1.3.4. Visión de la Empresa

Ser reconocidos como líder de creación de valor en el negocio de explotación, producción, transporte, procesamiento, distribución y comercialización de gas natural y sus derivados, a través del aprovechamiento óptimo de sus yacimientos, la eficiencia e introducción oportuna de nuevas tecnologías; con gente de primera preparada y motivada, preservando su integridad y la de los activos, en total armonía con el medio ambiente y el entorno.

1.3.5. Servicios Generales PDVSA Gas Anaco

Este departamento tiene como objetivo general suministrar servicios especializados en los negocios petroleros de Exploración y Producción, tales como: operación y mantenimiento de taladros, registros eléctricos, sísmica, fluidos de perforación, cementación y estimulación, además de otros servicios conexos, dirigidos a empresas, con altos estándares de calidad, seguridad, cultura ambiental, competitividad, sustentabilidad e innovación, para promover la consolidación de la soberanía tecnológica, incrementando el Valor Agregado Nacional (VAN), aplicando principios éticos y morales que satisfagan las necesidades humanas de nuestro pueblo, potenciando el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social de la nación.

La Gerencia de Servicios Generales de PDVSA Producción Gas Anaco, Se encuentra ubicada en la entrada principal de Campo Norte, edificio N° 7, Anaco Estado Anzoátegui.

1.3.6. Misión Servicios Generales

Trabajar eficientemente en los procesos medulares de logística, para proveer al negocio del GAS de servicios de calidad, costos razonables y en el tiempo requerido por el cliente, teniendo como norte ser una empresa modelo de alto desempeño, con tecnología de punta dando fiel cumplimiento de las normas, procedimientos y regulaciones emanadas de los entes gubernamentales. Ejecutado por personal capacitado, orientado a la creación de valor, mediante la interacción continua entre el cliente, proveedores y las organizaciones sociales.

1.3.7. Visión Servicios Generales

Ser reconocida a corto plazo como una organización suplidora de servicios de máxima calidad, de manera óptima y segura, a través de la aplicación de los conceptos y lineamientos de gestión de la calidad que permitan contar con una infraestructura no industrial de alta confiabilidad, con un equipo de elevado nivel de pericia, de rápida capacidad de respuesta, anclados en tecnología de punta y potenciado con un personal capacitado, motivado y proactivo, con grandes valores éticos, morales y sociales, además de un compromiso permanente, en la búsqueda de la excelencia, para satisfacer las exigencias de nuestros clientes y de nuestro entorno social.

1.3.8. Estructura Organizativa del Departamento de Servicios Generales de PDVSA Gas Anaco

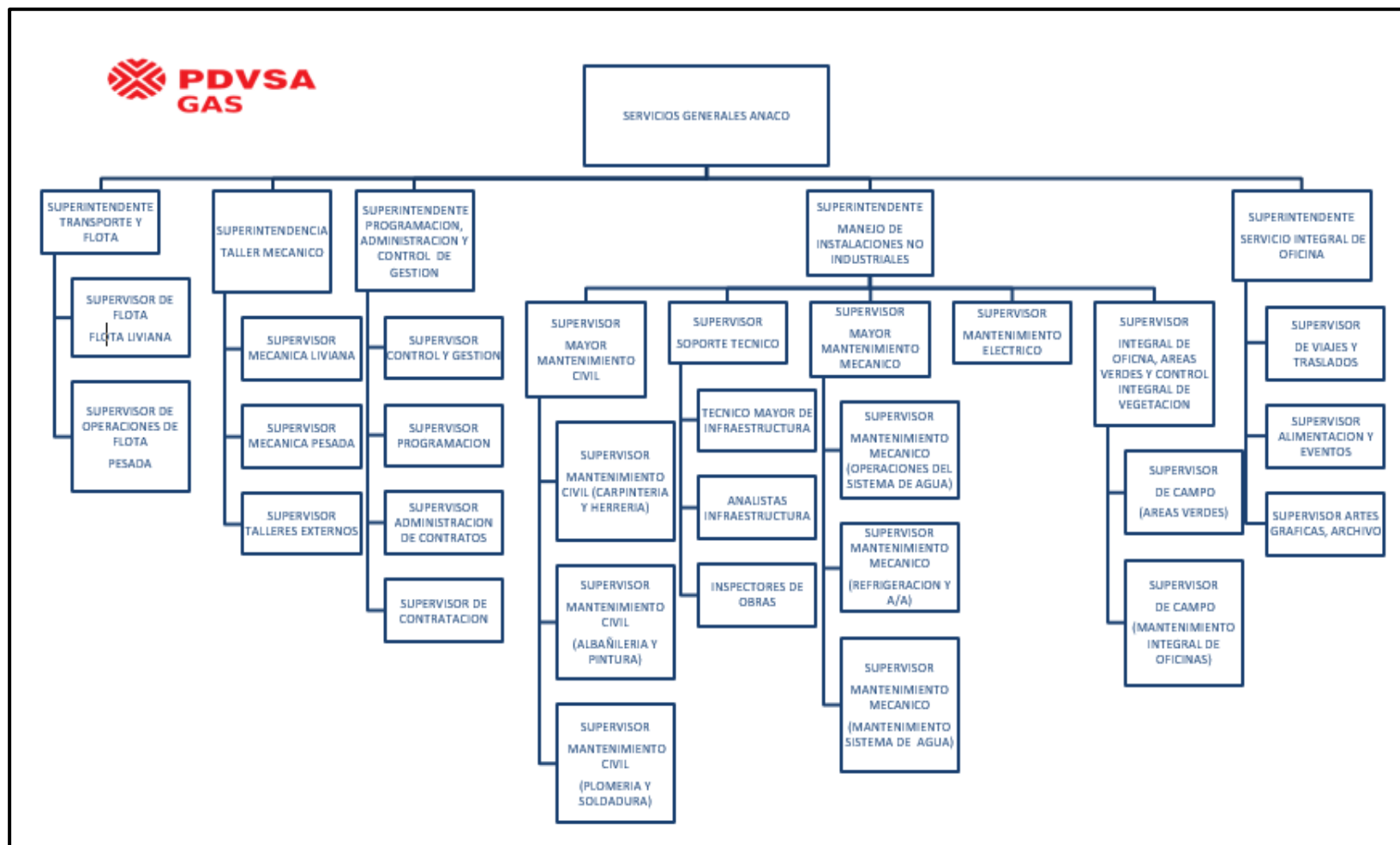


Figura 2: Organigrama del Departamento de Servicios Generales de PDVSA Gas Anaco

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Esta parte corresponde a los aspectos y fundamentos teóricos que se emplearon durante el desarrollo del estudio. De igual manera, se hace mención a trabajos de grado que han sido elaborados con anterioridad y tratan sobre la misma temática abordada por esta investigación.

2.1. Antecedentes

Con el fin de lograr los objetivos propuestos en este trabajo de grado, será necesario considerar un conjunto de fundamentos teóricos razonados en investigaciones y estudios previos y los cuales servirán como base para brindar la orientación metodológica correspondiente al presente proyecto en desarrollo.

Anadón Arquitectos y Asociados S.L.P (2014), despliegan un proyecto básico y de ejecución de rehabilitación de edificios, en él, manifiestan cuales son los pasos a seguir para el proceso de los cálculos estructurales, establecen en primer orden la determinación de situaciones de dimensionado; segundo, el establecimiento de las acciones; tercero, el análisis estructural; y cuarto el dimensionado. Cabe destacar que dicho proyecto aporta fundamentales conocimientos a la investigación en cuanto a los métodos a utilizar para la comprobación de estados límites para resistencia y estabilidad de la estructura, y el estado límite para la aptitud de servicio.

Ruiz (2013), presentó un proyecto donde se manifestaron distintos métodos en los cuales los sistemas estructurales pueden ser empleados,

hizo mención sobre en qué consistían, y que es utilizado normalmente para la rehabilitación de muros exteriores en fachadas principales y muros de carga, continuándolos con dos pórticos paralelos a los anteriores muros, de vigas de cuelgue y pilares de concreto armado, ubicados en las paredes delimitadoras de los pasillos de planta. En el desarrollo del proyecto se dio a conocer las normas vigentes aplicables sobre construcción o rehabilitación, lo cual será de mucha ayuda para el desarrollo del presente trabajo de grado, el uso de los distintos métodos de rehabilitación estructural, y el uso de planes de acción para la elaboración de los diferentes mecanismos que serán usados para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Castillo y Palencia (2012), incluyo en el proyecto el abordaje de análisis sobre diseños estructurales basados en tres tipos de viviendas, la utilización de un sistema que resulte más económico y de buena capacidad estructural, llevándose a cabo pre-dimensionamientos y, análisis de precios unitarios con el objetivo de determinar una solución idónea. En este sentido el proyecto aportará al estudio en desarrollo, conocimientos previos a donde se desarrollan niveles muy diversos de información sobre la solución técnica constructiva de la obra, las características de los materiales, los daños presentes y los cálculos estructurales que justifiquen las soluciones propuestas.

Del mismo modo Sánchez y Sánchez (2012), incluyeron el abordaje de rehabilitación y refuerzos de estructuras. Inicialmente se presentó la situación actual en el proceso de rehabilitación de edificios de viviendas del Conjunto Residencial el Coral en el casco central de la Ciudad de Coro Estado Falcón.

Las intervenciones presentadas tienen como objetivo la búsqueda por mejorar las condiciones de seguridad, habitabilidad y confortabilidad existentes, adecuándose a las exigencias actuales de las viviendas,

incorporando nuevos servicios y dotaciones. El estudio recopila y analiza los proyectos de rehabilitación ejecutados en edificios de viviendas en urbanismos modernos, constituidos por muros de carga de fábrica de ladrillos forjados, compuestos en su mayoría por bovedillas y viguetas de madera o metálicas con cubiertas planas transitables.

Dicho proyecto manifestado en conferencia aportará al proyecto en desarrollo conocimientos previos a estudios de rehabilitación de edificaciones objeto de intervención estructural, donde se desarrollan niveles muy diversos de información sobre la resolución técnico constructivo de la obra, las características de los materiales, los daños presentes y los cálculos estructurales que justifiquen las soluciones propuestas, así como también la identificación de las patologías que pudiesen estar presentes en edificaciones.

2.2. Bases Teóricas

Para profundizar en el tema y tener mayor conocimiento o aclarar las dudas que puedan surgir en cuanto a términos desconocidos, se presentan algunas definiciones que el investigador resaltó como importantes. Introduciendo a continuación en el basamento teórico.

2.2.1. Definición de Estructura

Figueira & Yajure (2016) exponen que:

“Una estructura es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles” (pág.45).

Las estructuras son de suma importancia puesto que permite elaborar edificaciones de diferente magnitud, haciendo que las mismas sean eficientes, seguras y adecuadas para el uso al cual sean destinadas.

2.2.2. Clasificación de las Estructuras

Las estructuras se clasifican según:

- El tipo estructural.
- El nivel de diseño.
- El tipo de construcción.

Para aplicar los criterios de diseño es necesario clasificar las estructuras y para las diferentes etapas del proyecto como la ejecución, el montaje y la inspección es de gran importancia para cumplir con las exigencias previstas.

2.2.2.1. Tipos Estructurales de Acero

Fratelli, M (2003) clasifica los tipos estructuras de acero de acuerdo a las exigencias de la norma de Edificaciones Sismoresistentes. Norma Covenin Mindur 1756-98. Donde cada tipo puede contener a su vez varios subtipos, y en cada dirección principal, la edificación puede tener un tipo estructural diferente y son los siguientes:

- **Tipo pórtico:** Son los pórticos rígidos o pórticos de momento, clasificados como de Tipo I, capaces de resistir la totalidad de las acciones sísmicas y gravitacionales mediante deformaciones debidas a flexión como principal sollicitaciones de sus vigas y columnas. En esta clasificación es condición obligatoria que los ejes de columnas se mantengan continuos hasta sus fundaciones (Ver figura 3 a).

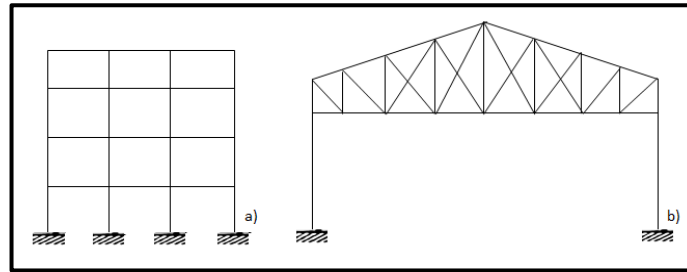


Figura 3: Estructuras tipo pórtico a y b. Fuente: Fratelli (2003)

Esta clasificación comprende asimismo los pórticos con vigas de celosías, como se muestran en la figura 3 b).

- **Sistemas duales.** Corresponde a las clasificaciones de **Tipo II** y resulta de la combinación de las estructuras tipo I y tipo III o tipo III a), teniendo ambas el mismo nivel de diseño. Estas estructuras deben estar conectadas de modo tal que garantice la resistencia conjunta a las acciones gravitacionales y sísmicas. Los pórticos deben estar en capacidad de resistir por si solos el 25% de acciones sísmicas. Ver figura 4 a) y b)

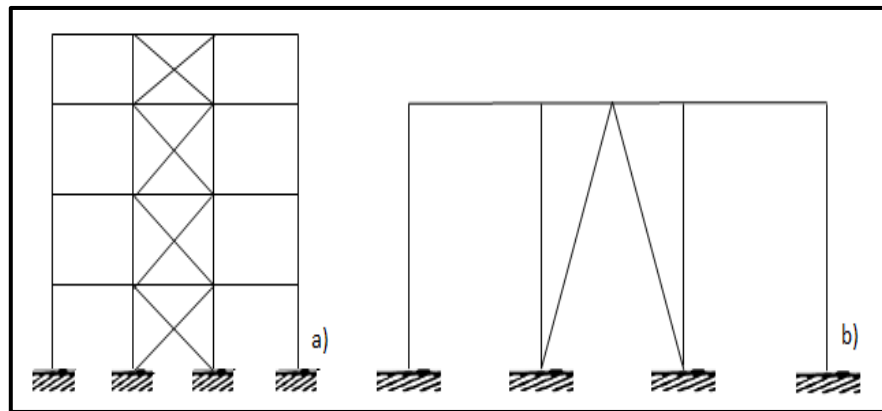


Figura 4: Sistemas duales. Fuente: Fratelli (2003)

- **Sistemas arriostrados con diagonales concéntricas.** Son las estructuras **Tipo III** en acero, con arriostamiento concéntricos que se cruzan en su punto medio (cruces de San Andrés), en A

o en V, como se indican en la figura 5 en un mismo tramo, o en tramos separados simétricamente ubicados.

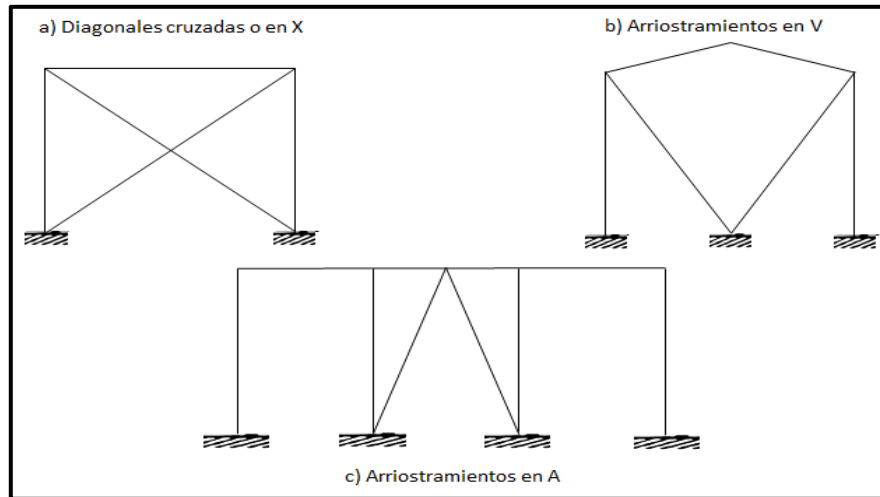


Figura 5: Pórticos arriostrados con diagonales concéntricas. Fuente: Fratelli (2003)

En este tipo de estructuras todos los miembros están solicitados principalmente a esfuerzos axiales. No se permiten los arriostramientos en K, que imponen fuertes flexiones en las columnas de los pórticos, como se indican en la figura 5.

- **Sistema arriostrado con diagonales excéntricas.** Las diagonales excéntricas son las que se vinculan a vigas dúctiles conocidas como vigas eslabón, capaces de absorber y disipar la energía del sistema, y vigas colectoras, las vigas eslabón, o eslabones pueden ubicarse en el centro de la viga, entre las dos conexiones de las diagonales, o adyacentes a una columna, entre la conexión de la diagonal y la cara de la columna. Estas estructuras son las del Tipo III.

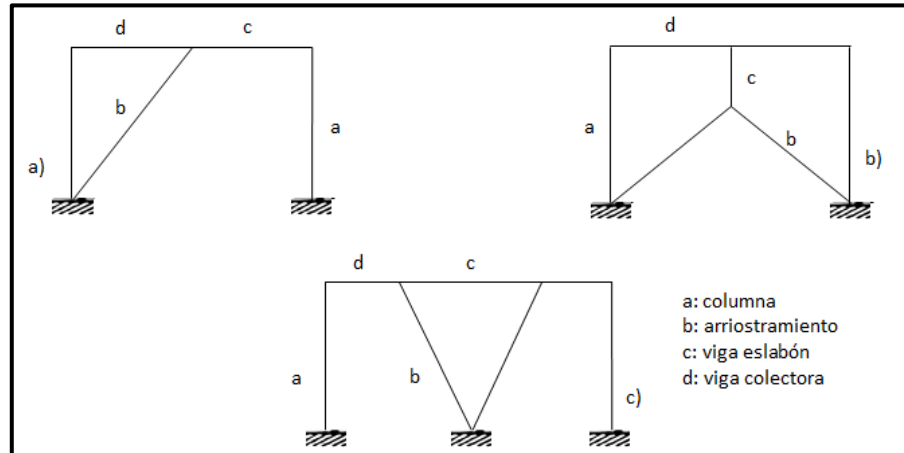


Figura 6: Pórticos arriostrados con diagonales excéntricas. Fuente: Fratelli (2003)

La figura 6 muestra diferentes configuraciones de pórticos arriostrados con diagonales excéntricas.

- **Estructuras tipo péndulo invertido.** Son las estructuras **Tipo IV**, que se hallan sustentadas por una única columna, una fila de columna o columnas que soportan grandes masas. Estos sistemas tienen una baja capacidad de respuesta inelástica. Las estructuras con diafragma extremadamente flexibles, que no tienen capacidad de distribuir correctamente las fuerzas sísmicas entre los diversos miembros verticales, también se asimilan a este tipo estructural.(pág. 71)

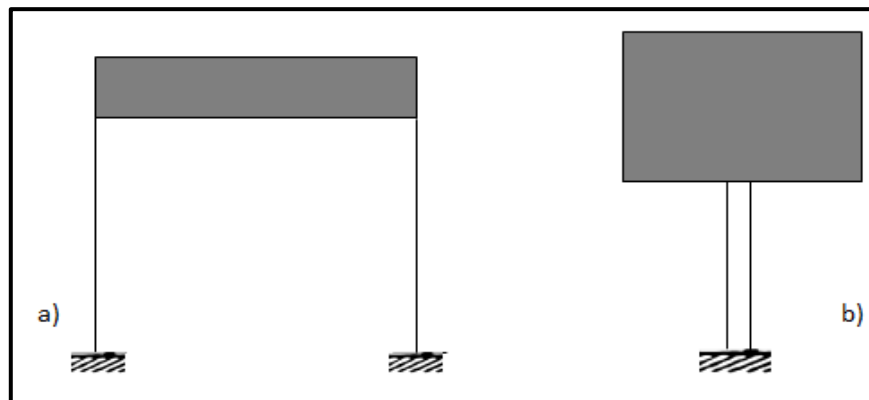


Figura 7: Estructura tipo péndulo invertido. Fuente: Fratelli (2003)

La clasificación de estas estructuras en acero es de gran importancia ya que cada una de estas se le realiza procedimientos diferentes o se toman para una construcción en específico lo que afectaría a la elaboración del análisis y cálculo de la misma.

2.2.2.2. Tipos Estructurales Mixtos de Acero-Concreto

Según (*ibídem*) los tipos estructurales mixtos en acero y concreto son:

- **Tipo pórticos mixto a-c.** Son estructuras aporricadas del **Tipo I** pero con columnas de concreto o de sección mixta y vigas de acero o de sección mixta, o bien pórticos con columnas de acero y vigas de sección mixta a-c. ver la figura 8.

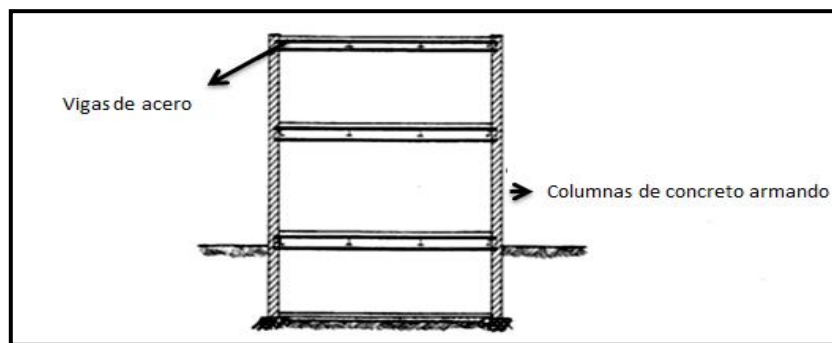


Figura 8: Pórticos de secciones mixtas acero-concreto. Fuente: Fratelli (2003)

- **Sistemas arriostrados mixtos a-c con diagonales concéntricas.** Son estructuras **Tipo II** aporricadas, similares a los sistemas arriostrados de acero detallados en el **Sistemas arriostrados con diagonales concéntricas**, pero con la columnas de concreto o mixtas de a-c y vigas y diagonales concéntricas de acero o mixta de a-c. Ver la figura 9.

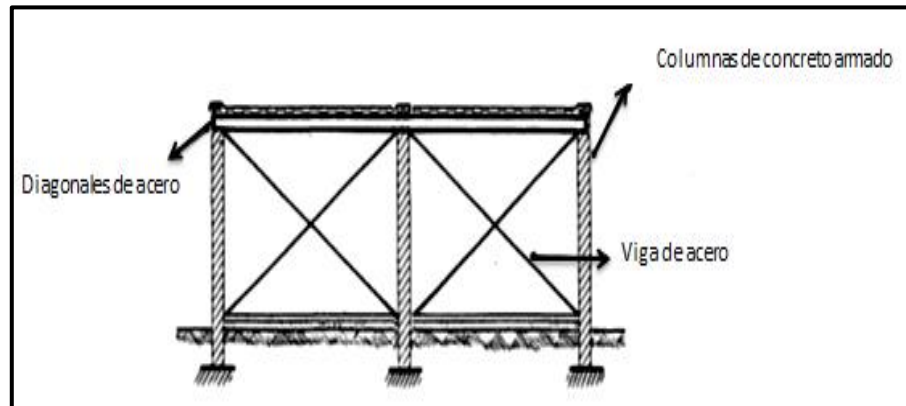


Figura 9: Sistema arriostrado mixto de acero-concreto. Fuente: Fratelli (2003)

- **Muros estructurales de concretos armados con miembros de borde de sección mixta.** Este tipo de muros corresponde al **Tipo II** y ofrece rigidez en su plan, por lo cual resulta apto para dar estabilidad lateral a los edificios de alturas sobre elevada. La figura 10 muestra la planta de un muro con estas características, donde los miembros de borde son núcleos de concreto confinados con un perfil de acero ahogado en la masa cementicia.

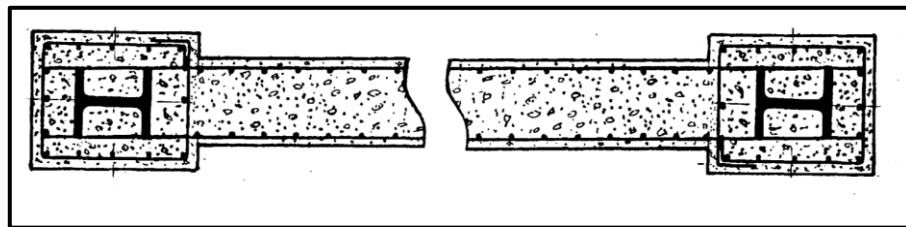


Figura 10: Planta de muro estructural de concreto con miembros de borde de sección mixta.

Fuente: Fratelli (2003)

- **Sistemas arriostrados mixtos con diagonales excéntricas.** Son estructuras **Tipo III a)** similares al caso 2.5.1.d) pero formadas por pórticos con columnas de concreto armado o de sección mixta a-c y vigas de acero o de sección mixta a-c y diagonales excéntricas de acero. Ver la figura 11.

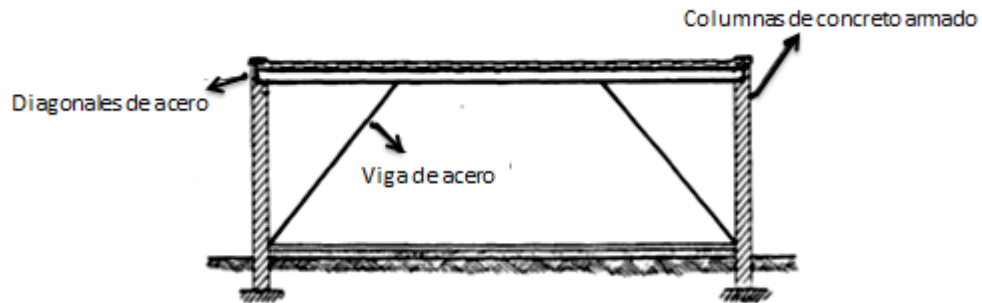


Figura 11: Sistema arriostrado mixto con diagonales excéntricas. Fuente: Fratelli (2003)

- **Muros estructurales de concreto reforzados con planchas de acero y miembros de borde de sección mixta.** Este caso corresponde a estructuras **Tipo III a)** donde las planchas de acero de grandes dimensiones pueden ser de perfil ondulado, o lisa y reforzada para incrementar su rigidez. Estas planchas pueden quedar ahogadas en la masa cementicia, o colocarse exteriormente, con barras internas de conexión, formando un esqueleto, para darle mayor estabilidad al conjunto, con el fin de servir de encofrado permanente a los muros de conjunto de gran resistencia estructural.
- **Estructuras mixtas tipo péndulo invertido.** Son pórticos **Tipo IV** con columnas de concreto o de sección mixta y vigas de acero o de sección mixta, con características resistentes a la indicada en las **Estructuras tipo péndulo invertido.** (p. 74)

Las estructuras en acero y concreto tienen características y comportamientos y diseños diferentes en comparación a estructuras de acero netamente. Es importante tomar en consideración esta clasificación para que los elementos constructivos actúen de manera adecuada a la hora de diseñar una edificación seleccionando el tipo que mejor se adapte a las solicitaciones que se exija la construcción.

2.2.2.3. El Nivel de Diseño

(*ibídem*) contempla 3 niveles de diseño de los miembros y conexiones de la estructura diferentes de fabricación, montaje, construcción e inspección que aseguren la calidad, resistencia, ductilidad y estabilidad del conjunto.

Nivel de Diseño 1

En este nivel los pórticos deben ser capaces de soportar limitadas deformaciones inelásticas bajo cargas gravitacionales y sísmicas. Las conexiones viga-columna deben ser del tipo rígido o semi rígido realizada con pernos de alta resistencia o soldadura. Se debe cumplir, además:

- Las juntas de viga-columna y todas las conexiones resistentes a fuerzas sísmicas deben tener una capacidad de rotación mínima de 0,01 radianes. Los resultados experimentales consistirán en menos dos ensayos bajo cargas cíclicas.
- La demanda por fuerza cortante en estas conexiones deben satisfacer la combinación de carga $(1,2+ \gamma CV)$ más el corte debido a los momentos M_u en cada extremo de la viga.
- El nivel de diseño 1 se puede aplicar a los pórticos de acero arriostrados con diagonales concéntricas solamente para cubiertas y edificios de no más de dos entresijos. Deben satisfacer además la demanda de las combinaciones de carga dadas en ecuación 2.2 (IX y X).
- Los arriostramientos tendrán una relación máxima de esbeltez de $KL/r \leq 6040/ \bar{F}_y$ y su resistencia a compresión axial no excederá de $0,8 \phi_c N_t$. Si estos arriostramientos son perfiles angulares, la relación ancho-espesor de sus lados no excederá de $436/ \bar{F}_y$.

Nivel de Diseño 2

Este nivel de diseño debe cumplir con todas las exigencias del ND1 además de ciertas condiciones adicionales tales como:

- Las juntas de vigas-columnas y todas las conexiones resistentes a fuerzas sísmicas deben tener una capacidad de rotación mínima de 0,02 radianes. Los resultados experimentales consistirán al menos dos ensayos bajos cargas cíclicas.
- Las vigas y columnas deben cumplir con los valores límites λ_p dados en la tabla 2.
- Se deben colocar soportes laterales en los puntos de aplicación de las fuerzas concéntricas

Nivel de Diseño 3

Este nivel de diseño supone que la estructura puede soportar una significativa incursión en el dominio inelástico, especialmente en las zonas donde se localizan las roturas plásticas de las vigas, pero con limitadas deformaciones inelásticas de las columnas y conexiones. El ND3 exige cumplir con las condiciones de los niveles anteriores, además de las que se indican a continuación:

- La capacidad de rotación inelástica no será menor que 0,03 radianes.
- Las vigas deben cumplir con las condiciones de λ_{pd} establecidas en la tabla 3 y tener soportes laterales en las alas a distancias no mayores de $176400r_y/F_y$
- En el caso de pórticos con arriostramientos concéntricos, se exige para estas secciones plásticas y esbeltez no mayor a:

$\frac{KL}{r} \leq \frac{8370}{F_y}$ Además, la capacidad resistente teórica de estos arriostramientos a carga axial no será mayor a $\phi_c N_t$.

- Los arriostramientos deben ser capaces de resistir a sus diagonales traccionadas entre un 30 y un 70% de la fuerza total horizontal debido al sismo o al viento.
- Las exigencias para los pórticos con vigas celosía limitaran sus dimensiones a longitudes entre columnas no mayores a 20m y su altura máxima será de 1,8m.

La tabla 1 da los niveles de diseño para las estructuras de acero, y la Tabla 2 para los sistemas estructurales mixtos acero-concreto. En estructuras mixtas, el concreto a usar tendrá una resistencia mínima de 200 Kg/cm², y en zona sísmica no se emplearán concretos con resistencia mayor de 560 Kg/cm² para peso normal ni de 280 Kg/cm² para concreto. (p. 76).

Nivel de diseño	I Pórticos	II Sistemas duales	III Pórticos arriostrados	IIIa) Pórticos arriostrados	IV Pórticos
1 AE	Est. tipo pórtico	Sist. duales=a)+b) Sist. duales=a)+b)*	Sist. arriostrados con diagonales concéntricas	Sist. arriostrados con diagonales excéntricas **	Est. tipo péndulo invertido
	Est. tipo pórtico con vigas de celosía *				
2 AI	Est. tipo pórtico		-Sist. arriostrados con diagonales concéntricas	Sist. arriostrados con diagonales excéntricas ***	Est. tipo péndulo invertido
3 AC	Est. tipo pórtico		Sist. arriostrados con diagonales concéntricas		Est. tipo péndulo invertido

*Para edificaciones de altura no mayor a 30 m **Fuente:** Fratelli (2003)

**Con conexiones viga-columna Tipo I

***Con conexiones viga-columna Tipo 2 flexibles

****Limites a estructuras para cubiertas y edificaciones con un máximo de dos pisos

AE: acero especiales AI: aceros intermedios AC: acero común

Tabla 1: Niveles de Diseño para las estructuras de acero.

Fuente: Fratelli (2003)

Nivel de diseño	I Pórticos	II Pórticos arriostrados	II Muros	III a) Pórticos arriostrados	III a) Muros	IV Pórticos
1 AE	Est. tipo pórtico mixto acero-concreto	Sist. arriostramiento mixto con diagonales concéntricas	Muros estructurales de concretos armados con miembros de borde de sección mixta	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas*	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas	Est. mixtas tipo péndulo invertido
	Est. tipo pórtico mixto acero-concreto	Sist. arriostramiento mixto con diagonales concéntricas	Muros estructurales de concretos armados con miembros de borde de sección mixta	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas*	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas	Est. mixtas tipo péndulo invertido
2 AI	Est. tipo pórtico mixto acero-concreto	Sist. arriostramiento mixto con diagonales concéntricas	Muros estructurales de concretos armados con miembros de borde de sección mixta	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas*	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas	Est. mixtas tipo péndulo invertido
3 AC	Est. tipo pórtico mixto acero-concreto	Sist. arriostramiento mixto con diagonales concéntricas	Muros estructurales de concretos armados con miembros de borde de sección mixta	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas*	Sist. arriostrados mixtos con diagonales excéntricas	Est. mixtas tipo péndulo invertido

*Limitado a edificaciones de un máximo de 30 m de altura. Si la construcción tiene más de 4 entresijos se incorporan los efectos no lineales de las conexiones y del cambio de geometría.

Tabla 2: Niveles de Diseño para las estructuras de acero-concreto

Fuente: Fratelli (2003)

VALORES LIMITES				
Elemento	Relación Ancho/ espesor	Sección plástica λ_{pd}	Sección compacta λ_{pd}	Sección no compacta λ_{pd}
Compresión por flexión: Alas de vigas doble T y de canales	b/t	$436 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$	$545 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$	$1180 \frac{\overline{F}_y - F_r}{F_y - F_r}$ (a)
Alas de vigas híbridas doble T y Vigas soldadas	b/t	$436 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$	$545 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$	$1360 \frac{\overline{F}_y - F_r}{k_c}$ (a)
Alas comprimidas salientes en secciones armadas	b/t			$914 \frac{\overline{F}_y}{F_y - k_c}$ (b)
Compresión Axial: Lados de ángulos dobles adosados, alas de canales, ángulos o planchas salientes de vigas	b/t		$436 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$	$797 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$
Alas de ángulos simples o dobles con separadores	b/t		$436 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$	$637 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$
Elementos no rigidizados Alas de perfiles T	b/t			$1086 \frac{\overline{F}_y}{F_y}$

Tabla 3: Relación ancho/espesor para elementos comprimidos no rigidizados

Fuente: Fratelli (2003)

(a) Fr es el esfuerzo residual de compresión de en el ala

Fr=700kg/cm² en perfiles laminados en caliente

Fr=1160kg/cm² en perfiles soldados

$$Kc = 4 / \overline{h/t_w} \text{ entre los límites: } 0,35 \leq Kc \leq 0,763$$

Cada caso tiene sus requisitos para asegurar la capacidad de soportar ciertas deformaciones inelástica asegurando la ductilidad e integración de las estructuras. Estos niveles son asignado de manera única para cada estructura cabe destacar que una vez asignados dichos niveles se puede calcular el factor de reducción R que se usa en el análisis sísmico.

2.2.2.4. Los Tipos de Construcción

(*ibídem*) Básicamente hay tres tipos diferentes de construcción, cada uno de los cuales tiene sus hipótesis de diseño referidas a las dimensiones de los miembros y a la resistencia de sus conexiones, que son:

- **Tipo 1: Estructuración con Conexiones Rígidas**

Estas conexiones se conocen por uniones de momento y son las usadas para materializar los empotramientos elásticos o nodos de los pórticos rígidos (sistemas de **Estructuras tipo pórtico** y **Estructuras tipo pórtico mixto acero-concreto**), capaces de transmitir el 100% de los momentos flectores, las fuerzas cortantes y axiales entre las vigas y las columnas del sistema.

Estas uniones mantienen inalteradas de los ángulos iniciales que forman los miembros entre sí, antes y después de la deformación, por lo cual no se produce ninguna rotación relativa entre ellos cuando se aplican las cargas exteriores.

Las conexiones rígidas se pueden lograr mediante uniones empernadas como muestra la figura 12 a), o con soldaduras de las alas y el alma de la viga a ala de la columna, como el esquema b). Para hacer más resistente la unión, el alma de la columna debe reforzarse mediante rigidizadores que siguen la línea de las alas de la viga y diagonales en ambas caras.

Por lo tanto, los extremos de la viga se consideran perfectamente empotrados a la columna y los momentos flectores resultantes son los indicados en el respectivo diagrama bajo cargas gravitacionales uniformemente distribuida en la luz de la viga.

Las estructuras con conexiones rígidas pueden diseñarse mediante métodos elásticos o plásticos de acuerdo a las respectivas exigencias normativas.

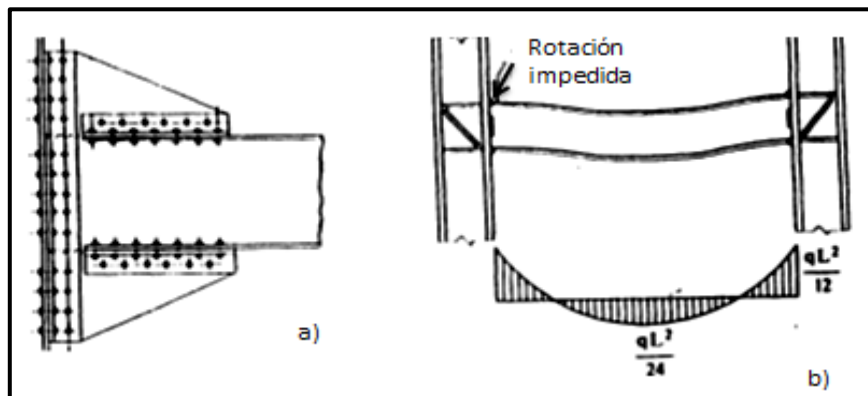


Figura 12: Estructuración con conexiones rígidas. Fuente: Fratelli (2003)

- **Tipo 2: Estructuración con Conexiones Flexibles**

Son las conexiones de corte que se indican en las figuras 13 y 14. Estas uniones pueden materializarse mediante ángulos del asiento en contacto con el ala inferior de la viga, y ángulos de

sujeción en el ala superior, unidos con cordones de soldaduras de filete a la viga y a la columna respectivamente. Ver figura 13 a). Las deformaciones luego de flexada la viga se muestra en el esquema b), con rotación libre en los extremos.

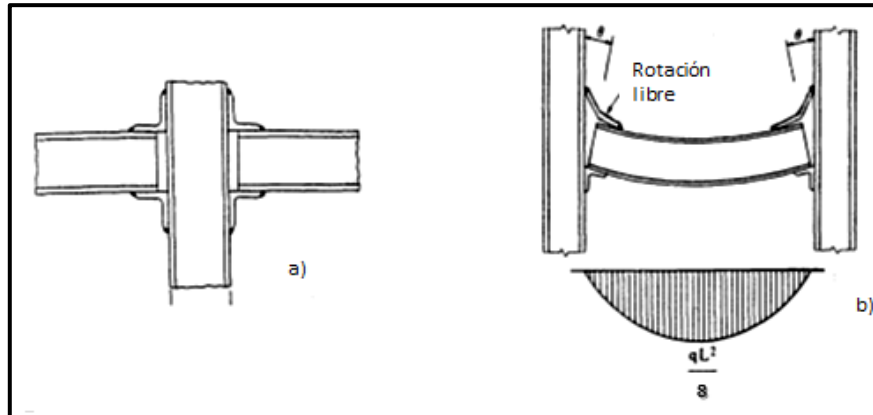


Figura 13: Estructuración con conexiones flexibles. Fuente: Fratelli (2003)

Por lo tanto, el diagrama de momentos flectores corresponde al de una viga simplemente apoyada en sus extremos, bajo carga uniformemente distribuida en su luz. Luego de producida la flexión, los ángulos de sujeción se deforman como muestra la figura, quedando unidos a la estructura solo por los cordones de soldadura.

El ángulo superior de sujeción también puede conectarse mediante pernos, con lo que se logra algo más de restricción a la rotación, como se ve en la figura 14 a). Otra forma de lograr uniones flexibles o de corte, es conectar el alma de la viga al ala de la columna mediante ángulos dobles como en el esquema b) que luego de flexada la viga deforma como muestra el esquema c).

Si bien se acepta que además del corte, estas conexiones pueden resistir hasta un 10% de los momentos flectores correspondiente al caso de empotramiento perfecto de la figura 12, no se los toma en cuenta en el análisis y se supone la viga con extremos libres de girar bajo las cargas actuantes.

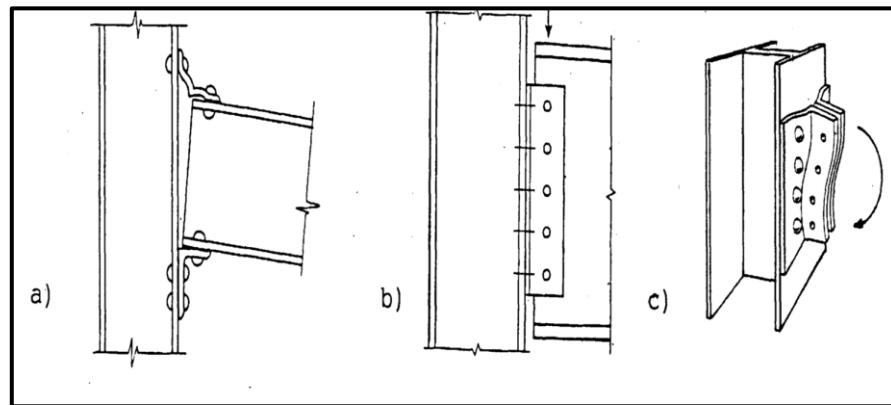


Figura 14: Otros tipos de conexiones flexibles. Fuente: Fratelli (2003)

- **Tipo 3: Estructuración con Conexiones Semi Rígidas.**

Una situación intermedia entre los tipos de construcción 1 y 2 corresponde a las conexiones semi rígidas, que otorgan un grado de restricción de aproximadamente un 75% del caso de empotramiento perfecto de la figura 12. Estas conexiones pueden materializarse mediante ángulos empernados conectando las alas y el alma de las vigas a la columna, como muestra el esquema a) de la figura 15.

Si bien el comportamiento de estas uniones es generalmente complejo, se pueden aplicar hipótesis simplificadas y considerar que los ángulos que conectan las alas de las vigas resisten los momentos flectores de magnitud controlada, mientras que los ángulos en el alma resisten el corte.

Otro tipo de unión semi rígida es la del esquema c) de la figura, con conexiones de asiento en contacto con el ala inferior de la viga, y plancha o vigas T soldadas al ala superior y a la columna. El diagrama de momento flectores correspondiente a las conexiones semi rígidas indica que la magnitud de la flexión disminuye en los extremos y se incrementa en el centro de luz bajo cargas uniformemente distribuidas. (p 79)

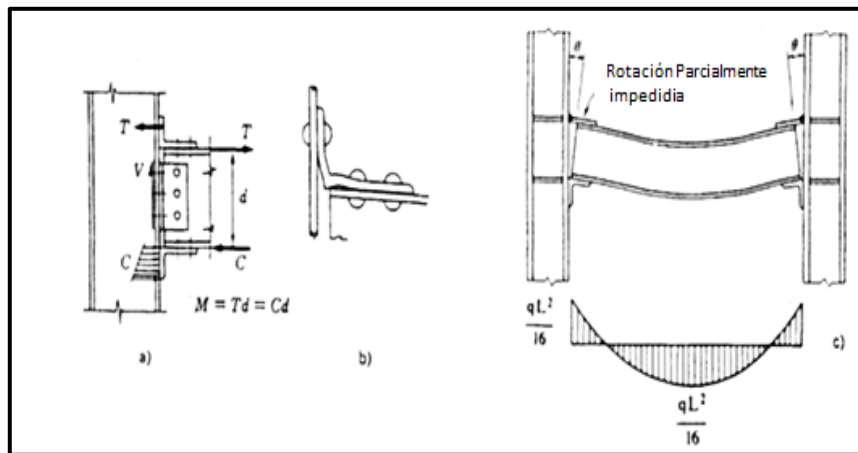


Figura 15: Estructuración de conexiones semi-rígidas. Fuente: Fratelli (2003)

Analizando el conjunto de conexiones mencionadas, la figura 16 detalla las curvas M- Θ para cada caso en particular.

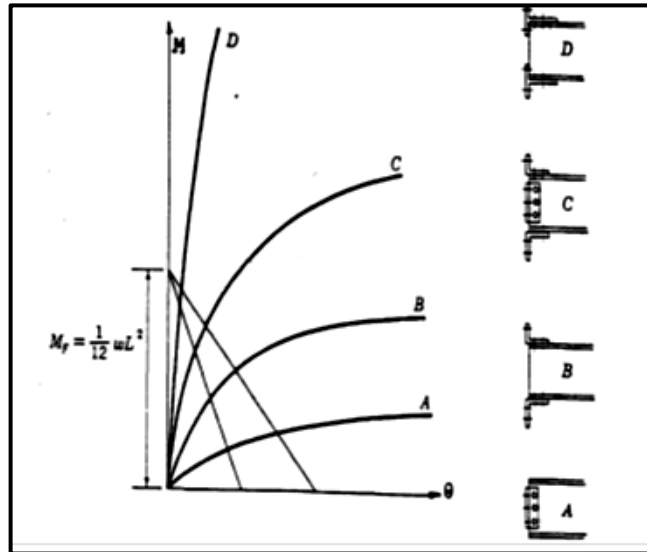


Figura 16: Curva típica M- Θ para conexiones pernadas. Fuente: Fratelli (2003)

2.2.3. Método de Diseño.

Según Gonzalez (1994), señala que:

Las disposiciones generales de diseño de las normas venezolanas corresponden al llamado “diseño a la rotura”. Este método requiere que las cargas de servicio o las solicitaciones correspondientes se incrementen mediante factores de mayor porcentaje de cargas o de solicitación especificado para obtener la “resistencia requerida” y que se reduzcan las resistencias nominales calculadas por medio de factores de minoración de resistencia especificados Φ definiendo la llamada resistencia de diseño. (pág. 43).

Para hacer uso del método de diseño a la rotura, se debe cumplir con todas las recomendaciones de materiales, constructivas y estructurales, que podrían ser utilizados en la ejecución de la rehabilitación de la estructura. Conviene remarcar que las fórmulas planteadas son válidas sólo cuando se emplean materiales descritos en la norma.

2.2.4. Criterios de Diseño

El criterio de diseño estructural consiste en seleccionar las secciones óptimas de los miembros, con sus correspondientes uniones y conexiones, entre un conjunto de alternativas para cada caso en particular. Para ello se pueden emplear métodos que tomen en consideración el comportamiento de las estructuras en rango puramente elástico, o métodos que permitan la incursión de algunas secciones del sistema en rango inelástico.

2.2.5 Método de los Estados Límites para Diseño y Revisión de los Elementos Estructurales.

Con el método de estados límites nos permite diseñar o revisar estructuras suficientemente seguras y puede ahorrar material según el tipo de estructura. El objetivo del análisis y diseño según la teoría de los estados límites, es mantener la estructura alejada de la probabilidad de superar la frontera de utilidad, asegurando, tanto en forma local como global, la estabilidad, la resistencia y la rigidez de sus miembros, para cualquier combinación prevista de las solicitaciones que se pueden presentar durante la vida útil de la edificación.

$$\begin{aligned} \lambda < \lambda_r \quad \text{COMPACTO} & \therefore \phi_{as} = 1,00 \\ \lambda > \lambda_r \quad \text{ESBELTO} & \therefore \phi_{as} = \phi_a \cdot \phi_s \end{aligned}$$

Para perfiles circulares se utiliza:

$$\lambda = \frac{d}{t} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\lambda_r = 0,31 \frac{E}{F_y} \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

λ : Relación ancho/espesor

λ_r : Parámetro de esbeltez local

E : Modulo de elasticidad del acero

F_y : Resistencia del acero utilizado

d : Diámetro del perfil circular

Para perfiles rectangulares se utiliza:

$$\lambda = \frac{d - 3tf}{tw} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\lambda_r = 1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

λ : Relación ancho/espesor

λ_r : Parámetro de esbeltez local

E : Modulo de elasticidad del acero

F_y : Resistencia del acero utilizado

d : Altura del perfil cuadrado

tf : Espesor del ala

tw : Espesor del alma

- **Resistencia a Compresión del Perfil**

Para verificar la resistencia a compresión de un elemento es necesario aplicar las siguientes ecuaciones:

✓ **Límite de Esbeltez**

En este paso se debe verificar el límite de esbeltez, si es mayor a 200 él es esbelto y por lo tanto no será apropiado. Para revisión el factor de longitud efectiva (K) es igual a 1.

$$\frac{KL}{r_{min}} \leq 200 \quad (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

L : Longitud del elemento

K : Factor de longitud efectiva (Para elementos empotrado-empotrado es igual a 1)

r_{min} : Radio de giro mínimo

✓ **Estado de Trabajo en Pandeo Flexional (λ_c)**

El estado de trabajo define el dominio elástico e inelástico donde se encuentra el elemento estructural de acuerdo a las siguientes condiciones:

Si $\lambda_c > 1,5$ El perfl se encuentra en el dominio elástico

Si $\lambda_c < 1,5$ El perfl se encuentra en el dominio inelastico

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

λ_c : Parámetro de esbeltez

r : Radio de giro

✓ **Esfuerzo a Compresión en Pandeo Flexional (F_{cr}) en (KgF/cm^2)**

El esfuerzo a compresión en pandeo flexional la ecuación (F_{cr}) varía de acuerdo al dominio. En el caso del dominio elástico se utiliza:

$$F_{cr} = F_y \frac{0,877}{\lambda_{cr}^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

Para el caso del dominio inelástico es:

$$F_{cr} = F_y 0,658\lambda_{cr}^2 \quad (\text{Ec. 9})$$

✓ **Resistencia a Compresión en Pandeo Flexional en (KgF/cm^2)**

Para el cálculo de factor (ϕ_{Nt}) es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$\phi_{Nt} = \phi * A * F_c \quad (\text{Ec. 10})$$

Dónde:

ϕ_{Nt} : Factor de minoración de la resistencia teórica

A: Área de la sección transversal del perfil

ϕ : 0,90

• **Resistencia a Flexión**

En valor de factor de forma (α) es diferente según sea el caso, para perfiles circulares el valor será $\alpha=1,27$ y para los rectangulares es $\alpha=1,25$. Para el cálculo de la resistencia por flexión se emplea la siguiente ecuación:

$$\phi M_n = \phi * F_y * Z \quad (\text{Ec. 11})$$

$$Z = \alpha * S$$

Dónde:

Z: Módulo plástico de sección

S: Módulo de sección

$$\phi = 0,90$$

✓ **Verificación de Resistencia a Tensión**

Para esta resistencia solo se realizara la verificación de esbeltez que será la longitud efectiva (L) entre el radio de giro (r) el cual tiene que ser menor o igual a 300 y luego constatar la resistencia por cedencia (ϕP_n) para $\phi = 0,90$ con la siguiente ecuación:

$$\phi P_n = \phi * A * F_y \quad (\text{Ec. 12})$$

• **Verificación de Resistencia a Flexocompresión**

En esta verificación es necesario realizar el caculo de la fuerza a compresión actuante (N_u) entre el valor de la resistencia a compresión minorada del perfil (ϕ_{Nt}) para saber que ecuación se debe utilizar dependiendo de las siguientes condiciones:

$$\frac{N_u}{\phi_{Nt}} > 0,20 \text{ se utiliza } \rightarrow \frac{N_u}{\phi_{Nt}} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$\frac{N_u}{\phi_{Nt}} < 0,20 \text{ se utiliza } \rightarrow \frac{N_u}{2 * \phi_{Nt}} + \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \quad (\text{Ec. 14})$$

Cabe destacar que si el resultado obtenido en la verificación de resistencia a flexocompresión es mayor que 1,00 el perfil falla.

○ **Diseño de Elementos**

○ Área de tensión

▪ Área Requerida (cm^2)

$$A = \frac{P_u}{\phi \cdot F_y} \quad \phi = 0,90$$

Se elige el perfil en función al área. P_u = fuerza a tensión actuante.

- **Diseño de Elementos a Compresión**

- Área Requerida (cm^2)

$$A = \frac{Nu}{\phi \cdot Fy} \quad \phi = 0,90$$

- Radio de Giro (cm)

$$r = \frac{K \cdot L}{200} \quad K = 1,20$$

Para diseño de elementos empotrados, donde L es la longitud del elemento, Se elige un perfil en función del área y del radio de giro.

- Diseño de Vigas

Módulo de Sección

$$Sx = \frac{Mu}{\phi \cdot Fy \cdot \alpha}$$

$$\phi = 0,09$$

Mu= momento actuante, en KgF·cm

Se utiliza la ecuación de resistencia a flexocompresion al final del obseno a compresión y flexión en las columnas.

2.2.6. Diseño para los Estados Limites

El estado limite es la situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural, no es apta para satisfacer la función prevista. Este nos permite diseñar estructuras suficientemente seguras y puede ahorrar material según el tipo de estructura, en especial cuando las cargas vivas son pequeñas comparadas con las cargas permanentes.

El objetivo del análisis y diseño según la teoría de los estados límites, es mantener la estructura alejada de la probabilidad de superar la frontera de utilidad, asegurando, tanto en forma local como global, la estabilidad, la resistencia y la rigidez de sus miembros, para cualquier combinación prevista de las solicitaciones que se pueden presentar durante la vida útil de la edificación.

Además, la estructura debe tener suficiente capacidad de absorción y disipación de energía para asegurar un comportamiento dúctil del sistema durante la más desfavorable posibilidad de acción de las cargas exteriores actuantes, en un tiempo aleatorio. Ello exige no solo el fiel cumplimiento de las exigencias de las mencionadas normas, sino también la óptima calidad de los materiales empleados, una correcta fabricación y ensamblaje de los miembros y adecuada inspección y mantenimiento preventivo, para lograr los resultados deseados. Para ello se consideran básicamente en el diseño:

- ✓ El estado límite de agotamiento resistente
- ✓ El estado límite de servicio

2.2.7. Método de Análisis Estructural

García (1990), Expone que:

“Método de Análisis Estructural: Las cargas mayoradas de servicio multiplicadas por los apropiados factores de carga. En el método de diseño a las roturas, se emplea el análisis estructural elástico para obtener los momentos flectores, las fuerzas de corte, las reacciones, etc. Los momentos flectores y las fuerzas de corte aproximados dan, en general, valores razonablemente conservadores para las condiciones que se especifican, cuando los miembros que trabajan a flexión son partes de un pórtico u otra construcción continua. (pág. 65).

Dicho método se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones

que actúan sobre una estructura resistente, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria. Igualmente el análisis dinámico estudia el comportamiento dinámico de dichas estructuras y la aparición de posibles vibraciones perniciosas para la estructura.

2.2.8. Estados Límites

COVENIN-MINDUR 1.-8. (2006), Define como “estado límite” “la situación más allá de la cual una estructura, miembro o componente estructural queda inútil para su uso previsto, sea por su falla resistente, deformaciones y vibraciones excesivas, inestabilidad, deterioro, colapso o cualquier otra causa.” (pág. 12).

En este sentido (*ibídem*), expone que:

Estado Límite de Agotamiento: se alcanza este estado cuando se agota la resistencia de la estructura o de alguno de sus miembros. Estado Límite de Servicio: se alcanza este estado cuando las deformaciones, vibraciones, agrietamiento, o deterioro afectan el funcionamiento previsto de la estructura pero no a su capacidad resistente. Estado Límite de Tenacidad: se alcanza cuando la disipación de energía es incapaz de mantener un comportamiento histérico estable. Estado Límite de Estabilidad: se alcanza cuando el comportamiento de la estructura o de una parte importante de ella se afecta significativamente ante nuevos incrementos de las acciones y que podrían conducirla al colapso o desplome. (pag. 12).

2.2.9. Acciones

Según la norma COVENIN-MINDUR (2002-88), Las Acciones: “Son fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los elementos de una edificación”. (pág. 03).

✓ Clasificación de las Acciones

(ibídem.) Clasifican las acciones de la siguiente manera:

“Acciones Accidentales: Son acciones que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia solo durante lapsos breves de tiempo, como las acciones debidas al sismo, al viento, etc. Acciones Extraordinarias: Son las acciones que normalmente no se consideran entre las que actúan en la vida útil de una edificación y que, sin embargo, pueden presentarse en casos excepcionales y causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, etc. Acciones Permanentes: Son las que actúan continuamente sobre la edificación y cuya magnitud puede considerarse invariable en el tiempo, como las cargas debidas al peso propio de los componentes estructurales y no estructurales: pavimentos, rellenos, paredes, tabiques, frisos, instalaciones fijas, etc. Igualmente, los empujes estáticos de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos por el efecto de pretensión, los debidos a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, las acciones reológicas de temperaturas permanentes, etc. Acciones Reológicas: Son las debidas a las deformaciones que experimentan los materiales en el transcurso del tiempo por efectos de la retracción, la fluencia y otras causas. COVENIN MINDUR 2002-88. Acciones Térmicas: Son las producidas por las deformaciones que originan los cambios de temperatura. Acciones Variables: Son aquellas que actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y que se deben a una ocupación y uso habitual, como las cargas de personas, objetos, vehículos, ascensores, maquinaria, grúas móviles, sus efectos de impacto, así como las acciones variables de temperatura y reológicas, y los empujes de líquidos y tierras que tengan un carácter variable” (Pág. 3).

COVENIN, establece los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos que estas normas rigen. En esta norma señalan las estructuras así como sus fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los elementos de una edificación, permitiendo a la investigación determinar a qué tipo de clasificación pertenece.

2.2.10. Combinaciones de Cargas

Las combinaciones están establecidas por la norma COVENIN 1618-98 con la finalidad que sus miembros, juntas y conexiones tengan la resistencia, la rigidez, la estabilidad y la tenacidad exigida para los estados límites establecidos. Las acciones de carga pueden actuar en diferentes combinaciones como se muestran a continuación:

- I. $1,4CP$
- II. $1,2CP+1,6CV+(0,5 CV_t)$
- III. $1,2CP+1,6CV+(0,5CV \text{ o } 0,8W)$
- IV. $1,2+1,3W+0,5CV+(0,5cv_t)$
- V. $0,9CP\pm 1,3W$
- VI. $1,2CP+\gamma CV\pm S$

Dónde:

- ✓ **CP:** acciones permanentes (cargas muertas) debida al peso propio de la estructura de acero, losas, placas, paredes, cerramientos, sobre piso, cielorraso, aislaciones, y todas las partes del edificio adheridas a ellos en formar permanente y con carácter invariable en el tiempo.
- ✓ **CV:** acciones variables gravitacionales (cargas vivas) por su uso ocupacional de personas, objetos móviles, equipamiento desplazables, vehículos, incluyendo impactos por choques o colisiones.
- ✓ **CV_t:** acciones variables sobre techo y cubiertas (excluyendo el agua pluvial empozada).
- ✓ **H:** acciones debidas a empujes laterales de tierra, granos o agua subterránea.
- ✓ **F:** acciones debidas a fluidos donde se conoce su variación en la altura, peso unitario y presión que ejercen.

- ✓ **T:** acciones reológicas o térmicas, asentamientos diferentes o sus combinaciones.
- ✓ **P:** cargas debidas al empozamiento de aguas pluviales.
- ✓ **W:** acciones del viento.
- ✓ **S:** acción del sismo.

La demanda sobre los miembros estructurales, sus conexiones y sus juntas, se definirá por la más desfavorable combinación de las cargas factorizada según se indica a continuación. El signo \pm indica que las cargas pueden actuar independientemente en uno u otro sentido en forma aleatoria. El efecto más desfavorable puede corresponder a una combinación donde no actúe la totalidad de las acciones consideradas.

También se debe investigar las cargas de menor magnitud pero que actúan en un número elevado de ciclos (más de 20.000) y que pueden ocasionar fatiga.

En la Norma de Edificaciones Sismoresistentes. Norma Covenin Mindur 1756-98, γ representa la fracción de la carga total variable que corresponde a la función a que se destina el área. Según el caso, γ varía entre 0,25 y 1.

El factor de mayoración de la Carga Variable CV en las combinaciones (III), (IV) y (VI) será igual a 1.0 en los garajes, las áreas destinadas a concentraciones públicas, y en todas aquellas áreas donde la carga variable sea mayor que 500 kgf/m² o en todos los casos en que el porcentaje de las acciones variables sea mayor del 25 %. En la combinación (VI), el factor γ corresponde al porcentaje de la acción variable de servicio con el cual se ha calculado el peso total de la edificación.

2.2.11. Sistema Resistente a Sismos

El sistema de resistencia sísmica debe garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y horizontales. Parte del sistema estructural que se suministra a la edificación, la resistencia, rigidez y ductibilidad necesaria. (Covenin-Mindur-Funvisis Rev. 2001), establece: "Ductibilidad, capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en dominio inelástico, sin pérdida apreciable en su capacidad resistente" (p. 4)

2.2.12. Método de Análisis Sísmicos

(ibídem.) Señala que:

"El Método de Análisis Dinámico Espacial de Superposición Modal con Tres Grados de Libertad por Nivel. Tiene como objeto evaluar la respuesta dinámica y constituye una alternativa de uso general para el análisis de todas las estructuras tipificadas en las normas vigentes para análisis de sismorresistencias, excepto para aquellas que tienen diafragmas flexibles. En este método se consideran como coordenadas de respuesta modal los desplazamientos horizontales y la rotación de cada nivel." (pág. 103).

2.2.13. Clasificación de los Métodos de Análisis Sísmicos

Según las normas Covenin-Mindur-Funvisis 1756-98 (2001), Edificaciones Sismorresistentes, señalan que:

Análisis Estático

- El Método Estático Equivalente tiene como objeto la determinación de fuerzas laterales aplicadas en cada nivel del edificio para, conjuntamente con los momentos torsores del Método de Torsión

Estático Equivalente, determinar las solicitaciones de diseño en los diversos elementos resistentes.

- Método de Torsión Estática Equivalente: En cada nivel y en cada dirección se incorporan los efectos de los momentos torsores indicados, añadidos a las fuerzas cortantes aplicadas en los centros de rigidez. La incorporación de torsión estática adicionalmente a las fuerzas cortantes es necesaria para tomar en cuenta: a) las amplificaciones dinámicas de las excentricidades estáticas; b) los llamados efectos accidentales que incluyen incertidumbres en las posiciones de centros de masa y de rigidez (variaciones aleatorias de su posición), excitación rotacional en la base de la edificación, efectos inelásticos asimétricos y de la tabiquería, etc.

2.2.14. Espectros de Respuesta y de Diseño

(ibídem.) Define:

“Espectros de Respuesta: representa la respuesta máxima de osciladores de un grado de libertad y un mismo amortiguamiento, expresados en función del período y sometidos a una historia de aceleraciones dada. Espectro de Diseño: espectro que incorpora el factor de reducción de respuesta correspondiente a sismo adoptados” (pág. 5)

- **Zonificación Sísmica**

La zonificación sísmica describe un valor máximo asignado de aceleración, asociado a un valor prefijado de probabilidad de excedencia de los movimientos telúricos. Con esto se puede saber los riesgos sísmicos de cada región para establecer el espectro de diseño. La Norma venezolana COVENIN 1756-01 “Edificaciones Sismorresistentes” establece ocho (8)

zonas sísmicas en todo el país, donde muestra en la figura 16 el mapa de Venezuela con distintos colores identificando cada zona.

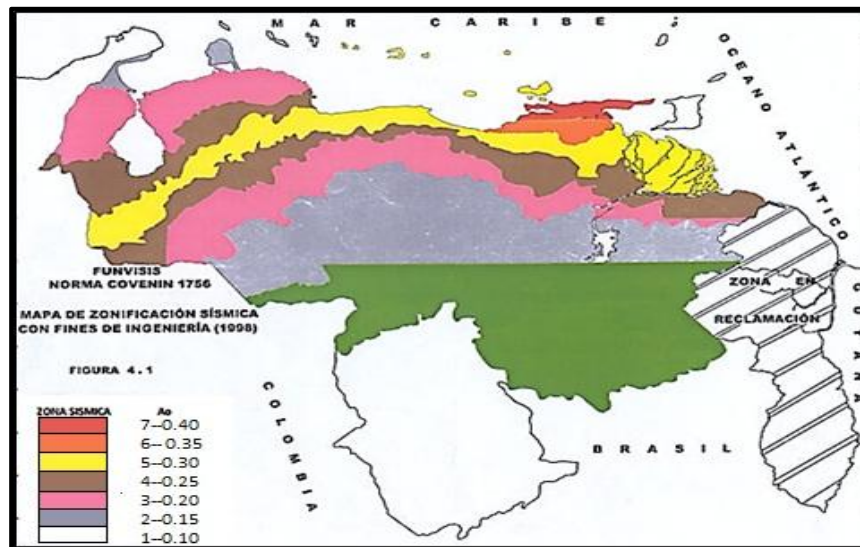


Figura 17: Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería. Fuente: Norma Covenin 1756-01

- **Movimientos de Diseño**

Los parámetros que caracterizan los movimientos de diseño dependen de las condiciones geotécnicas locales, el coeficiente de aceleración horizontal y el coeficiente de aceleración vertical, el cual se tomará como 0,7 veces el valor A_0 .

ZONAS SÍSMICAS	PELIGRO SÍSMICO	A_0
7		0.40
6	Elevado	0.35
5		0.30
4		0.25
3	Intermedio	0.20
2		0.15
1	Bajo	0.10
0		--

Tabla 4: Valores de A_0 según zona sísmica. Fuente: Norma Covenin 1756-01

- **Forma Espectral Tipificada del Suelo**

La Norma venezolana COVENIN 1756-01 “Edificaciones sismorresistentes” considera 4 formas espectrales tipificadas (S1, S2, S3 y S4) y un factor de corrección para el coeficiente de aceleración horizontal (ϕ).

Material	Vsp (m/s)	H (m)	Zonas Sísmicas 1 a 4		Zonas Sísmicas 5 a 7	
			Forma espectra I	Φ	Forma Espectral	Φ
Roca sana/ fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizadas y suelos muy duros o muy densos	>500	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes medio denso	170-250	≤ 50	S3	0,70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0,70	S3	0.75
		≤ 50	S3	0,70	S2	0.90
blandos/sueltos	<170	>15	S3 ^(a)	0,70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígidos	-	H ₁	S2 ^(c)	0,65	S2	0,70

a) Si $A_o \leq 0.15$ úsese S4.
b) El espesor de los estratos blandos o sueltos ($V_s < 170$ m/s) debe ser mayor que $0.1H$.
c) Si $H_1 \geq 2.25H$ y $A_o \leq 0.20$ úsese S3.

Tabla 5: Forma espectral y factor de corrección ϕ .

Fuente: Norma Covenin 1756-01

- **Clasificación de la Edificación según su Uso.**

Existen 4 grupos según el uso de la edificación, reflejado en Norma, A, B1, B2 y C, que a su vez indica el factor de importancia α . En el caso de que la clasificación sea no tipificable se tomará en cuenta su importancia y el riesgo asociado, número de personas o población expuesta, pérdidas directas e indirectas, así como el eventual impacto ambiental.

- **Clasificación según Nivel de Diseño.**

Los niveles de diseño son asumidos en función del uso de la edificación y la zona sísmica donde se ubica la construcción y se selecciona de acuerdo a los grupos A, B1 y B2 como muestra la tabla 6.

GRUPO	ZONA SÍSMICA		
	1 y 2	3 y 4	5, 6 y 7
A: B1	ND2	ND3	ND3
	ND3		
B2	ND1(*)	ND2(*)	ND3
	ND2		
	ND3	ND3	ND2(**)

(*)Valido para edificaciones de hasta 10 pisos ó 30m de altura

(**)Valido para edificaciones de hasta 2 pisos u 8m de altura

Tabla 6: Niveles de Diseño.

Fuente: Norma Covenin 1756-01

- **Clasificación según Sistema Estructural**

Existen 4 tipos de sistemas estructurales resistentes a sismos definidos en la norma venezolana que en función de los elementos estructurales que deban soportar las acciones sísmicas y cargas verticales.

- **Factor de Reducción de Respuesta R**

Este se basa en la premisa de que un sistema estructural bien detallado es capaz de sostener grandes deformaciones sin llegar a colapsar. Los valores máximos de este factor para estructuras de acero y niveles de diseño se dan según como se indica en la Tabla 7

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE ACERO				
	TIPO DE ESTRUCTURAS				
	I	II	III	IIIa	V
ND1	6.0	5.0	4.0	6.0	2.0
ND2	4.5	4.0	-	-	1.5
ND3	2.5	2.25	2.0	-	1.25

Tabla 7: Valor de Factor de Reducción de Respuesta (R) según tipo de estructura.

Fuente: Norma Covenin 1756-01

- **Factor de Magnificación Promedio (β), Máximo Periodo (T^*) y el Exponente que define la Rama Descendente del Espectro (p).**

Los valores de β , T^* y p se encuentran tabulados de acuerdo a la a cada formal espectral que presente la estructura. Ver tabla 8

FORMA ESPECTRAL	T^* (seg)	β	p
S1	0.4	2.4	1.0
S2	0.7	2.6	1.0
S3	1.0	2.8	1.0
S4	1.3	3.0	0.8

Tabla 8: Factor de magnificación promedio (β), máximo periodo (T^*) y el exponente que define la rama descendente del espectro (p).

Fuente: Norma Covenin 1756-01

En función del periodo T queda definida la ordenada del espectro de diseño A_d como lo muestran las ecuaciones en la forma siguiente:

$$T < T^+ \quad A_d = \frac{\alpha \varphi A_o \left(1 + \frac{T}{T^+}\right)^{\beta-1}}{1 + \frac{T}{T^+} \frac{c}{R-1}} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$T^+ \leq T \leq T^* \quad Ad = \frac{\alpha \varphi \beta A_o}{R} \quad \text{E.c. (2)}$$

$$T < T^* \quad Ad = \frac{\alpha \varphi \beta A_o}{R} \left(\frac{T^*}{T} \right)^P \quad \text{E.c. (3)}$$

Dónde:

Ad= Ordenada del espectro de diseño, expresada como una fracción de la aceleración de gravedad.

α = Factor de importancia.

Ao= Coeficiente de aceleración Horizontal.

φ = Factor de corrección del coeficiente de aceleración horizontal.

β = Factor de magnificación promedio.

To= 0,25T* Periodo a partir del cual los espectros normalizados tienen un valor constante (seg).

T*= Máximo periodo en el intervalo donde los espectros normalizados tienen un valor constante.

T⁺ ≥ To= Periodo característicos de variación de respuesta dúctil (seg).

$$C = \sqrt[4]{R/\beta}$$

R= Factor de reducción de respuesta.

P= Exponente que define la rama descendente del espectro.

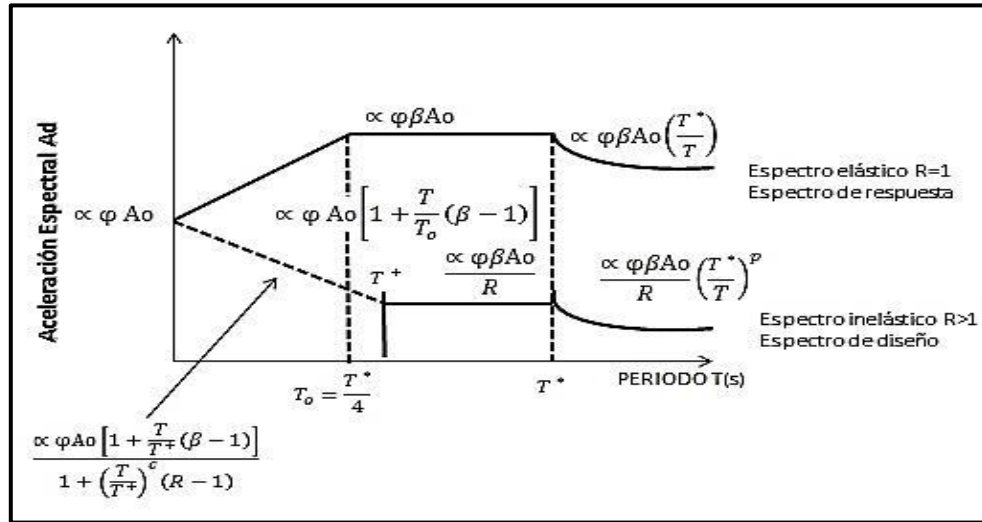


Figura 18: Espectro de respuesta y diseño. Fuente: Autor

En relación a lo anterior, los espectros de respuesta solo describen los efectos sísmicos de una estructura midiendo la intensidad del movimiento de terreno. Sin embargo los de diseño, se encarga de medir la actividad sísmica de la región, las condiciones locales de la respuesta del suelo, y las características de la estructura (periodo de vibración).

2.2.16. Formas Espectrales

Las formas espectrales se encargan de tipificar la forma de los espectros de respuesta en formas espectrales normalizadas considerando las condiciones del terreno de fundación. La norma (Covenin 1756-01, 2001) "Edificaciones Sismorresistentes" considera cuatro formas espectrales tipificadas (Espectral S-1, Forma Espectral S-2, Forma Espectral S-3, Forma Espectral S-4), las mismas se encuentran definidas según su perfil geotécnico, en función del tipo de material, la velocidad promedio de onda de corte (V_{sp}) y la profundidad (H) a la cual se consigue el material.

2.2.17. Efecto P- Δ

Covenin-Mindur (2002-88) expresa que efectos de carga gravitatorias es: “el efecto producido por las cargas axiales y los desplazamiento laterales sobre los momentos flectores en los miembros”. (p. 5)

En el diseño de estructuras sismo-resistentes debe verificarse la importancia que pueden tener los efectos de carga gravitatorias actuando sobre la posición deformada de la estructura. Mediante el cálculo del parámetro de estabilidad global de la estructura se puede evaluar y para determinar la amplificación de las solicitaciones y de los desplazamientos de diseño.

2.2.18. Diseño de Análisis Eólico.

- **Clasificación de las Construcciones según el Uso y las Características de Respuesta ante la Acción del Viento.**

Para clasificar la construcción según el uso la norma establece cuatro grupos en función del grado de seguridad aconsejable para la misma. Estos grupos son los siguientes:

Grupo A

Construcciones cuyas falla pueda ocasionar cuantiosas pérdidas humanas o económicas, o que contienen instalaciones esenciales cuyo funcionamiento es vital en condiciones de emergencia, tales como, aunque no limitadas a:

- ✓ Hospitales, puesto de emergencia o centros de salud en general.
- ✓ estaciones de bomberos o de policía e instalaciones militares.
- ✓ Centrales eléctricas y de telecomunicaciones.
- ✓ Torres de transmisión y antenas.

- ✓ Estaciones de bombeo y depósitos de agua.
- ✓ Tanques elevados y chimeneas.
- ✓ Redes de distribución de agua, gas, electricidad, etc.
- ✓ Edificaciones gubernamentales o municipales de importancia.
- ✓ Institutos educacionales en general.
- ✓ Depósitos de materiales tóxicos o explosivos y centros que utilicen materiales radioactivos.
- ✓ Edificaciones que contienen objetos de valor excepcional, tales como museos y bibliotecas.
- ✓ Monumentos y templos de valor histórico.

También se incluyen en este Grupo las construcciones cuyo uso principal implique aglomeraciones de más de 300 personas con cierta frecuencia, tales como: auditorios cines, teatros, estadios, etc.

Grupo B

Pertencen a este grupo las construcciones de uso público o privado tales como, aunque no limitada a:

- ✓ Viviendas unifamiliares y bifamiliares en general.
- ✓ Edificios destinados a viviendas, oficinas, comercios y actividades similares.
- ✓ Plantas e instalaciones industriales.
- ✓ Almacenes y depósitos en general.

También abarca en este grupo toda construcción cuyo colapso pueda poner en peligro las de este Grupo o las del Grupo A.

Grupo C

Este grupo comprende las construcciones no clasificables en los Grupos anteriores, no destinadas a su uso como habitación o al uso público,

y cuyo colapso no pueda causar daños a las construcciones de los dos primeros Grupos.

- **Factor de Importancia Eólica**

Este valor se establece para que las acciones sean consistentes con la seguridad deseada permitiendo ajustar la velocidad básica del viento. Para poder obtener este valor es necesario poseer el grupo al que pertenece la construcción y ubicarla en la tabla 9.

GRUPO	A
A	1.15
B	1.00
C	0.90

Tabla 9: Factor de importancia eólica.

Fuente: Covenin Mindur 2003-89

- **Clasificación según las Características de Respuestas**

Atendiendo a la naturaleza de los principales efectos que el viento puede ocasionar en las construcciones, estas se clasifican según las características de la geometría expuesta a la acción del viento en los siguiente Tipos:

TIPO I

Este tipo comprende las construcciones cerradas poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, y aquellas cerradas en general cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o cuyo período natural de vibración sea menor o igual a 1 segundo. Están comprendidas en este Tipo las construcciones con cubierta destinada a naves industriales, teatros, auditorios, depósitos, etc., y otras construcciones cerradas destinadas a su uso similar. También se incluyen las cubiertas estructurales rígidas, o sea

aquellas capaces de resistir las acciones debidas al viento sin variar sustancialmente su geometría.

TIPO II

Se incluyen dentro de este Tipo las construcciones abiertas cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o que tengan un periodo natural de vibración menor o igual 1 segundo, tales como las torres o antenas atirantadas y en voladizo, los tanques elevados, los parapetos y las vallas.

TIPO III

Pertenecen a este Tipo aquellas construcciones especialmente sensibles a las ráfagas de corta duración las cuales favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes. Comprende las construcciones definidas en tipo I y II cuya relación de esbeltez sea mayor a 5 o cuyo período natural de vibración sea mayor a 1 segundo, o las que su geometría sean propensas a fuertes vibraciones.

TIPO IV

Se tipifican en este grupo las construcciones que representan problemas aerodinámicos particulares, tales como las cubiertas colgantes excluidas del Tipo I, las formas aerodinámicas inestables, las construcciones flexibles con varios periodos de vibración próximos entre sí, etc.

- **Velocidad del Viento**

La velocidad del viento está asociada un periodo de retorno de 50 años y utiliza como velocidad básica el tiempo patrón de recorrido del viento involucrando tiempo, distancia y condiciones topográficas. De acuerdo a la figura 18 se puede obtener el valor de la velocidad del viento en Km/h de cada región del país o por la tabla10.

Velocidad Básica del viento, V, en Km/h			
Localidad	V	Localidad	V
ANZOATEGUI		LARA	
Barcelona	85	Barquisimeto	100
APURE		MERIDA	
Guasdualito	87	Mérida	70
San Fernando	85		
ARAGUA		MONAGAS	
Colonia Tovar	70	Maturín	102
Maracay	72		
BOLIVAR		NUEVA ESPARTA	
Ciudad Bolívar	77	Porlamar	70
Sta. Elena de Uarién	74		
Tumeremo	80		
CARABOBO		PORTUGUESA	
Morón	70	Acarigua	70
Puerto Cabello	70	Guanare	70
DISTRITO FEDERAL		SUCRE	
Caracas	78	Cumaná	79
La Orchila	76	Güiria	83
Miquetía	93		
FALCON		TACHIRA	
Coro	75	Colón	70
		La Grita	70
		San Antonio	83
GUARICO		TERRITORIO FEDERAL	
Carrizal	73	AMAZONAS	
		Puerto Ayacucho	83
		ZULIA	
		La Cañada	103
		Maracaibo	96
		Mene Grande	81

Tabla 10: Velocidad Básica del viento. Fuente: Covenin Mindur 2003-89

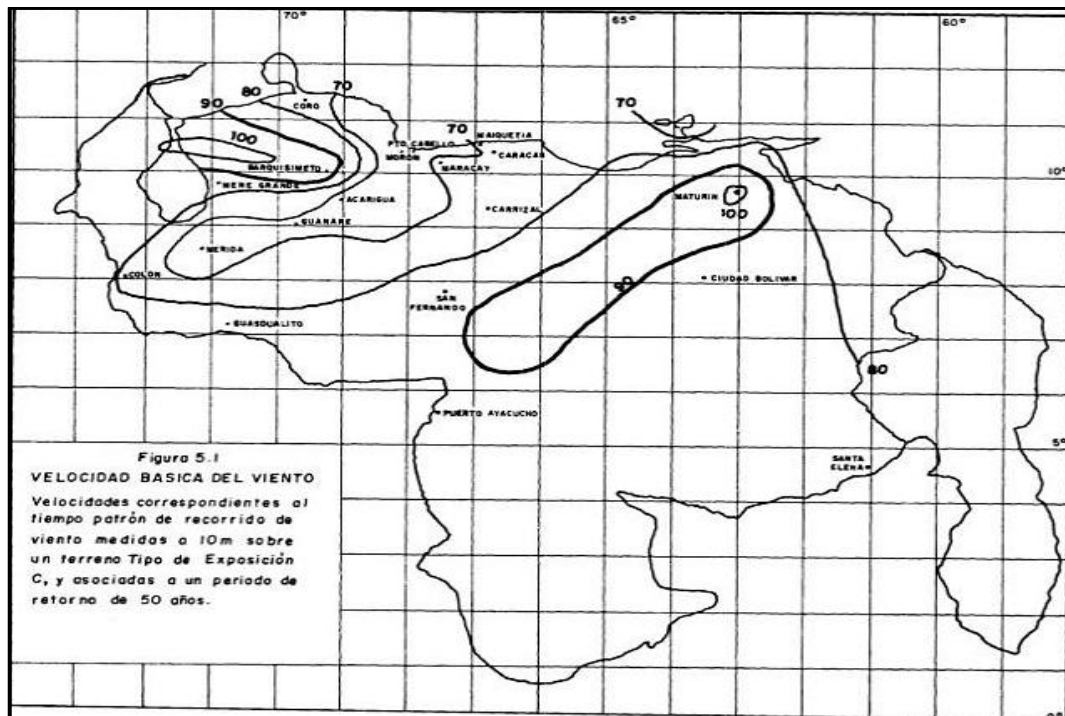


Figura 19: Velocidad básica del viento en el mapa de Venezuela. Fuente: Covenin Mindur 2003-89

- **Tipo de Exposición**

El Tipo de Exposición para el sitio donde se identificará la construcción se seleccionará tomando en cuenta las características de las irregularidades en la superficie del terreno. Estos se clasifican de acuerdo con las características generales que se describen a continuación:

TIPO DE EXPOSICION A

Este tipo corresponde a grandes criterios urbanos donde al menos un 50% de las construcciones tiene alturas superiores a 20 metros. Se atribuyen este Tipo a las áreas en las cuales prevalecen esas características en la dirección desde donde sopla el viento, por lo menos en una distancia que sea el mayor valor entre 800 metros o 10 veces la altura de la construcción en estudio.

Se tomarán en cuenta los posibles efectos de canalización o incrementos en la presión dinámica cuando la construcción en estudio esté ubicada detrás de construcciones adyacentes.

TIPO DE EXPOSICION B

Este Tipo incluye a las áreas urbanas, suburbanas, boscosas u otros terrenos con numerosas obstrucciones que tengan las dimensiones usuales de viviendas unifamiliares con una altura promedio no superior a 10 metros. Se clasifican en este Tipo en las áreas en la cuales se presentan estas características en la dirección desde donde sopla el viento, por lo menos en una distancia que sea el mayor valor entre 500 metros y 10 veces la altura de la construcción en estudio.

TIPO DE EXPOSICION C

Este Tipo corresponde a las planicies, los campos abiertos, las sabanas y terrenos abiertos con obstrucciones dispersas cuya altura en general no sobre pasa de 10 metros.

TIPO DE EXPOSICION D

Se clasifican en este Tipo las áreas planas del litoral que no tengan obstrucciones y que estén expuestas a vientos que soplan a grandes masas de agua. Comprenden este Tipo las áreas con las características descritas y ubicadas con relación a la costa a una distancia que sea el mayor valor entre 500 metros y 10 veces la altura de la construcción en estudio.

Acciones en Sistemas Resistentes al Viento

En el caso de estructuras de un solo piso y similares se incluirá el efecto de las acciones internas y se verificaran las siguientes formulas:

$$\text{Barlovento} \rightarrow P_z = q_z * G_h * C_p - q_h * G C P_i$$

$$\text{Sotavento} \rightarrow P_h = q_h * G_h * C_p - q_h * G C P_i$$

Altura h o z SOBRE EL TERRENO Metros	TIPO DE EXPOSICIÓN			
	A	B	C	D
0 a 4.50	2.359	1.651	1.320	1.154
5	2.299	1.627	1.309	1.148
6	2.202	1.588	1.292	1.139
7	2.124	1.557	1.278	1.131

Tabla 11: Factor de respuesta ante ráfaga.

Fuente: Covenin Mindur 2003-89

- **Factor de Respuesta ante Ráfaga**

De acuerdo al tipo de exposición y a la altura de ambas estructuras se toma el valor de G_h que se ubica en la tabla 12.

Altura h o z SOBRE EL TERRENO Metros	TIPO DE EXPOSICIÓN			
	A	B	C	D
	0 a 4.50	2.359	1.651	1.320
5	2.299	1.627	1.309	1.148
6	2.202	1.588	1.292	1.139
7	2.124	1.557	1.278	1.131
8	2.060	1.530	1.266	1.125
9	2.006	1.503	1.256	1.119
10	1.959	1.478	1.247	1.114
11	1.918	1.470	1.239	1.110
12	1.882	1.454	1.232	1.106
13	1.849	1.440	1.225	1.102
14	1.820	1.427	1.219	1.099
15	1.793	1.415	1.213	1.096

Tabla 12: Factor de respuesta ante ráfaga.

Fuente: Covenin Mindur 2003-89

- **Coefficiente de Permeabilidad**

El coeficiente de permeabilidad de empuje o succión externa que sirve para la determinación de las acciones producidas por el viento sobre los componentes o cerramientos de las construcciones clasificadas como Tipo I y Tipo III cerradas; representado por el producto del factor de respuestas ante ráfagas y el coeficiente de empuje o succión interna.

- **Coefficiente de Empuje Cp**

Transversal a la cumbrera

Para la fachada los valores del coeficiente de empuje y succión (Cp) es necesario calcular la relación L/b para poder entrar a la tabla 13 y obtener el valor correspondiente.

COEFICIENTE DE EMPUJE Y SUCCIÓN		
CP		
PARA LAS FACHADAS		
FACHADAS	Relación L/b	Cp
Barlovento	Todas	0.8
	0 a 1	-0.5
Sotavento	2 y 3	-0.3
	≥ 4	-0.2
Laterales	Todas	-0.7

Tabla 13: Coeficiente de empuje y succión cp para las fachadas.

Fuente: Covenin Mindur 2003-89

Para el coeficiente de empuje y succión (Cp) del techo se calcula en base a la relación L/b que al igual que para el coeficiente (cp) de la fachada es necesario entrar a la tabla 14 para seleccionar el valor que le corresponde.

COEFICIENTE DE EMPUJE Y SUCCIÓN C_p PARA LOS TECHOS									
DERECCION DEL VIENTO	RELACIÓN L/b	SUPERFICIE A BARLOVENTO							SUPERFICIE A SOTAVENTO
		ÁNGULO θ							
		0°	10° ♦	20°	30°	40°	50°	$\geq 60^\circ$	
Normal	≥ 3		0.2						
			0.9	0.2	0.3	0.4			
A la Cumbrera	2	-0.7					0.5	0.018	-0.7
Paralelo A la Cumbrera	1		-0.9	-0.75	-0.2	0.3			
		≤ 0.7		-0.9	-0.9	-0.35	0.2		
	TODAS					-0.7			

♦ Los valores de estas columnas son aplicables para los ángulos comprendidos entre 10° y 15° , ambos inclusive. Para $L/h \geq 3$ se utilizarán los 2 valores indicados.

Tabla 14: Coeficiente de empuje y succión c_p para techos.

Fuente: Covenin Mindur 2003-89

Paralelo a la cumbrera

Para las fachadas los valores del coeficiente de empuje y succión (C_p) es necesario calcular la relación L/b para esta se utilizara la siguiente tabla 15 y obtener los valores correspondiente. En el caso techo utiliza la tabla 14.

COEFICIENTE DE EMPUJE Y SUCCIÓN		
CP		
PARA LAS FACHADAS		
FACHADAS	Relación L/b	Cp
Barlovento	Todas	0.8
	0 a 1	-0.5
Sotavento	2 y 3	-0.3
	≥ 4	-0.2
Laterales	Todas	-0.7

Tabla 15: Coeficiente de empuje y succión cp el techo.

Fuente: Covenin Mindur 2003-89

- **Presión Dinámica**

$$\text{Barlovento} \rightarrow qz = 0,0048 * Kz * \alpha * V^2$$

$$\text{Sotavento} \rightarrow qh = 0,0048 * Kh * \alpha * V^2 \quad Kz = 2,58 \frac{4,50}{zg}^2 \beta$$

2.2.19. Verificación Derivas Laterales por Viento

En la verificación de los desplazamientos totales laterales de viento es necesario emplear el parámetro establecidos en la normas COVENIN (1618-98) de Estructuras de Acero para Edificaciones. Calculando la flecha recomendada de acuerdo a la edificación, tipo de flecha y Tipo de acción (variable o de viento) dependiendo del tipo de miembro, entrando en la tabla (17) tomando en cuenta como el valor de L la altura mínima o la más desfavorable de la edificación. Una vez establecido el valor de la flecha recomendada se toma el valor de la carga de viento máxima tanto para el eje X como el eje Y, dicho valor debe ser menor para que pueda cumplir con la verificación.

Tabla 16. Flechas máximas recomendadas debidas a la acciones variables y de viento (CSA, 1989)

Edificación	Tipo de Flecha	Tipo de Acción	Tipo de Miembro	Flecha Recomendada
INDUSTRIAL	VERTICAL	Variable	Tramo de miembro en pisos y techos que soportan acabados susceptibles de agrietarse	L/360
		Variable	Tramo de miembro en pisos t techos que soportan acabados no susceptibles de agrietarse	L/300
		Viento	Pisos (Desplazamiento total debido a todos los efectos)	L/400
OTROS EDIFICIOS	LATERAL	Viento	Pisos (desplazamiento relativo entre dos pisos consecutivos) con revestimiento metálicos y tabiques sin precauciones especiales para permitir deformaciones en la estructura	L/500
		Viento	El mismo caso anterior, pero en pisos con precauciones especiales para permitir deformaciones de la estructura	L/400

Fuente: COVENIN (1618-98)

2.2.20. Valor Límite

La verificación de valores límite permite garantizar no tan solo que la edificación resista los efectos de las acciones sísmicas, sino también limitar los daños en los elementos no estructurales excesivos con la ecuación 48. Para poder obtener dicho valor es necesario calcular los desplazamientos laterales totales i , este valor Los límites establecidos para los desplazamientos están fundamentalmente orientados a reducir los daños excesivos dicho valor debe ser menor a los establecidos a tabla 18

estableciendo el valor límite de acuerdo a el tipo y disposición de los elementos no estructurales y al grupo que pertenece la edificación.

$$\frac{\delta_i}{h_i - h_{i-1}} \quad (\text{Ec. 52})$$

Dónde:

δ_i =Diferencia de los desplazamientos laterales totales

$h_i - h_{i-1}$ = Separación en pisos o niveles consecutivos

Tabla 17. Valores límites

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

Fuente: COVENIN (1756-1)

2.2.21. Coeficiente Sísmico

De acuerdo a la norma COVENIN (1756-98) de Edificaciones Sismoresistente, estable que el coeficiente sísmico se verificara con la fuerza cortante a nivel de base entre el peso total de la edificación que no debe ser menor que el valor de $(\alpha A_o)/R$.

Dónde:

α =Factor de importancia

A_o =Coeficiente de la aceleración horizontal para cada zona

R =Factor de reducción

V_o =Fuerza cortante a nivel de base.

W =Peso total de la edificación por encima del nivel base.

2.2.22. Fundación

La fundación es aquella parte de la estructura que transmite las cargas aplicadas al terreno que lo sustenta. Si un estrato de suelo para soportar la estructura está ubicado a poca profundidad. La estructura pudiera ser fundada por fundaciones directas o superficiales. En caso contrario que los estratos competentes ubiquen a grandes profundidades se deberá dar soporte con fundaciones profundas.

- **Fundaciones Aisladas**

Es el tipo de fundación superficial que posee características sencillas y económicas en comparación con otros tipos de cimentaciones y sirven para soportar columnas individuales. Sus dimensiones en planta son generalmente iguales (Zapatas cuadradas) o casi iguales (Zapatas rectangulares).

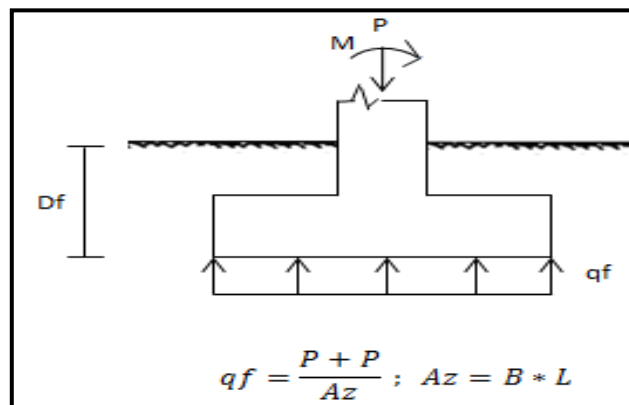


Figura 20: Zapata aislada. Fuente: Autor (2016)

Dónde:

P =Carga de la superestructura

P_p =peso propio de la zapata

M =Momento actuante de la superestructura

B =Ancho de la zapata

D_f =Profundidad de fundación

q_f =Presión de contacto

Carga excéntrica

$$\frac{P}{B_x * B_y} \left(1 + \frac{6ex}{B_x} + \frac{6ey}{B_y} \right)$$

(Momentos absorbidos por la zapata)

$$q_s \leq q_{adm}$$

$$P = C_p + C_v + (W \text{ o } S) \text{ carga de servicio}$$

Para considerar la sobrecarga debido al peso del suelo sobre la zapata se afecta la carga (P) por los siguientes factores:

- ✓ 1,15 si $D_f \leq 1,50\text{m}$
- ✓ 1,20 si $1,50\text{m} < D_f \leq 3\text{m}$
- ✓ 1,30 si $3,00\text{m} < D_f \leq 5\text{m}$

Estados límites de resistencia para las zapatas aisladas se toman en cuenta lo siguiente elementos:

Aplastamiento: $\Phi R_n = \Phi 0,85 * F'_c * A_x \frac{\bar{A}_z}{A_1} \leq P_u$

$$\frac{\bar{A}_z}{A_1} \leq 2$$

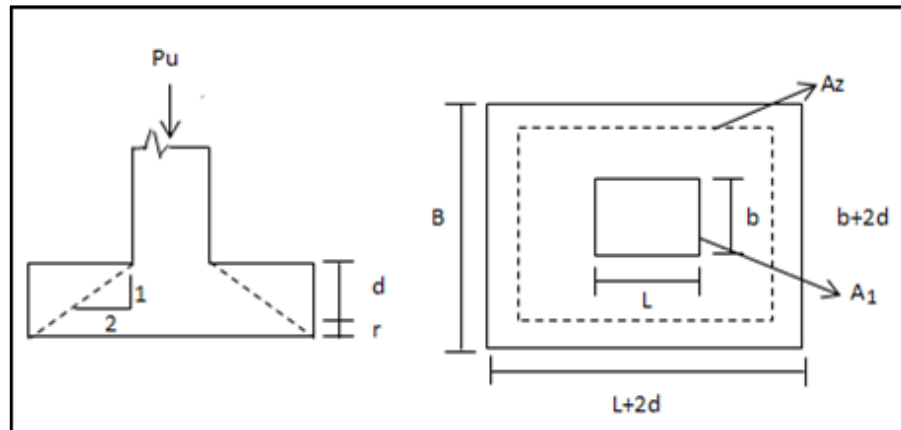


Figura 21: Carga excéntrica. Fuente: Autor (2016)

Dónde:

$$\Phi = 0,65$$

$$A_1 = b \cdot L$$

$$A_2 = (L+2d)(b+2d)$$

$$A_{s_{\min}} = 0,005 \cdot A_1 \text{ (mínimo 4 barras)}$$

Corte:

$$\Phi V_n = \Phi 0,53 \cdot \overline{F}'c \cdot B \cdot d \geq V_u$$

Dónde:

$$e = 0,75 \quad V_u = q_s \cdot B \cdot \frac{B \cdot L}{2} - d$$

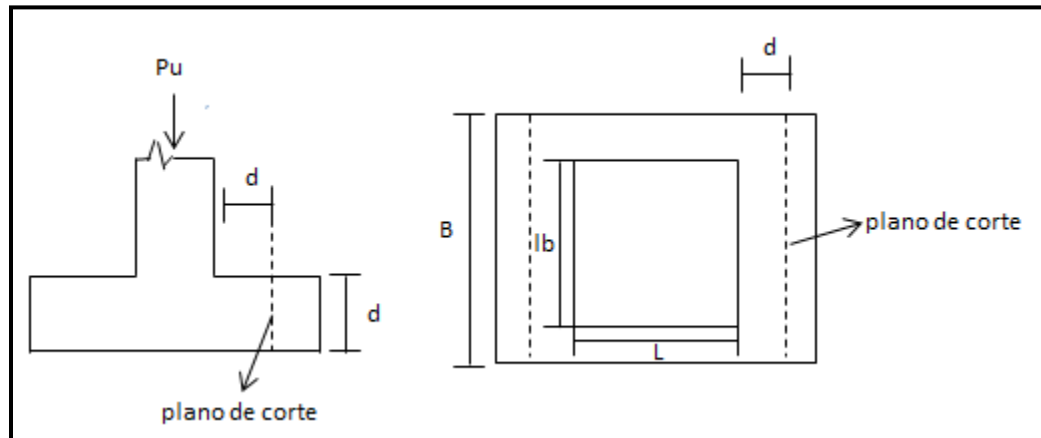


Figura 22: Plano de corte de una zapata aislada. Fuente: Autor (2016)

- Punzonado

$$\Phi V_n = \Phi 1,06 * \overline{F}'c * b_o * d \geq V_u$$

$$V_u = q_s B^2$$

Dónde:

$$\Phi = 0,75$$

$$B^2 = (C+d)^2$$

b_o = perímetro de punzonado

$$b_o = 2b + 2L + 4d$$

$$SL = b + L$$

$$b_o = 2b + 2L + 4(d + L)$$

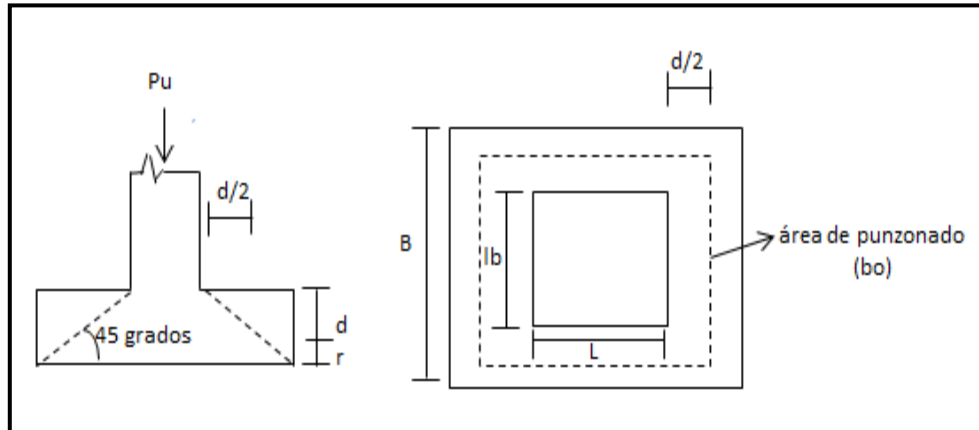


Figura 23: Área de punzonado. Fuente: Autor (2016)

2.2.23. Rehabilitación Estructural

Lazo & Garcia, (1999) expresa que:

“Para el reforzamiento de estructuras existentes se requiere mejorar las condiciones de resistencia y rigidez para las solicitaciones de diseño. Esta intervención está muy ligada a las reparaciones en caso de estructuras antiguas con daños por algún evento (como terremotos) o deterioros por el uso prolongado de la estructura” (pág. 25).

Los autores definen la rehabilitación estructural como una necesidad que tiene las edificaciones después de un lapso de tiempo, lo que ocasiona un desgaste estructural o por el simple hecho de eventos naturales que puedan perjudicar la arquitectura.

2.2.24. Patología Estructural del Concreto

Según Leyton, Juan, & Reyes (2014), la patología estructural puede definirse como: “el estudio sistemático de los procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y sus remedios. El alcance de la patología del concreto” (pág. 08).

- Agrietamiento

El concreto es un material sensible a la formación de agrietamientos internos, haciendo que su capacidad de deformación a tracción sea mínima, produciendo una rotura con poca tensión y es donde las grietas aparecen, sabiendo que la grieta es la separación del concreto en una o más elementos producida por una fractura o rotura.

En su mayoría de las grietas del concreto ocurren prácticamente por un diseño y las prácticas de construcciones inadecuadas, el agrietamiento de edificio tienen distintas causas como:

Tipos de grietas	Definición
Grietas estructurales	Las grietas estructurales se generan a partir de los análisis y diseño con defectos, manifestándose en las zonas de cortante de momento o torsión máximos; si la estructura no posee restricciones suficientes para aliviar la concentración de esfuerzos en esas zonas, entonces dichas grietas pueden convertirse en una falla catastrófica de no tomarse las medidas adecuadas.
Grietas por asentamiento	Se generan por una falta de sustentación del suelo de apoyo o por un mal diseño de la estructura de cimentación, lo cual ocasiona un movimiento no uniforme de la edificación en su nivel de desplante.
Grietas térmicas	Se deben a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la construcción, se puede minimizar su efecto mediante un buen aislamiento. Finalmente, las grietas de fraguado, causadas por el proceso químico de endurecimiento del concreto pueden evitarse mediante aditivos especiales o reforzando el elemento estructural.
Grietas por fraguado	Se forman en la superficie del concreto fresco inmediatamente después de su vaciado (vertido, colado) y mientras permanece en estado plástico. Estas grietas aparecen fundamentalmente en las superficies horizontales. Raramente afectan la resistencia o la durabilidad de los pisos de concreto y los pavimentos. El desarrollo de estas grietas puede ser minimizado si se toman medidas apropiadas antes y durante el vaciado y el acabado o terminación del concreto.

- Erosion

La erosion, según S. Arango (2013) es la perdida de material superficial o la desintegracion progresiva del concreto provocada por la accion abrasiva o cavitatoria de los gases, fluidos o solidos en movimiento.

La erosion produce cambios en el relieve del concreto, en ocasiones con tanta intensidad que se puede llegar a exponer el area de acero de la estructura, cabe destacar, que existe una serie de factores que determinan que la velocidad sea mayor en el proceso de erosion; estos procesos causantes de la erosion pueden ser el viento, las corrientes de agua, los cambios de temperatura o hasta la accion de seres vivos.

- Filtracion

Según S Arango (2013) es el movimiento del agua u otros fluidos a traves de poros o espacios pequeño existentes en la estructura de concreto.

Según S. Arango (2013), se genera cuando los cristales de sales usualmente de color blanco, se depositan en la superficie de los ladrillos, tejas, pisos, ceramicos y concreto. Algunas sales solubles que se presenten en agua pueden ser transportadas por capilaridad a traves de los materiales porosos y ser depositadas en su superficies cuando se evapora el agua.

2.2.25. Patología Metálica.

Para, (*ibídem*) exponen que: “Aunque las estructuras metálicas tienen una reciente implantación apoyada en una fuente tecnológica, tambien son susceptibles de sufrir lesiones que ponen en peligro tanto la integridad constructiva como la seguridad del edificio” (pág. 25).

Estos procesos patológicos pueden derivarse de causas propias de la naturaleza del material, especialmente su debilidad al ataque químico ambiental y la solución constructiva adoptada en proyecto y ejecución, Debido a este motivo, es necesario analizar las patologías sirviéndose de las técnicas de inspección adecuadas. Solo de esta manera podrá intervenir correctamente para realizar su reparación, siendo igualmente necesario establecer las medidas de prevención pertinentes.

Principales problemas patológicos en estructuras metálicas se pueden resumir en corrosión y deformabilidad. Que pueden ser muchas veces detectadas en una primera inspección a simple vista, debiendo en una segunda instancia verificar la gravedad de la patología.

- Corrosión

Afecta especialmente a elementos ocultos, exteriores o de difícil acceso, próximos a caños de bajada o instalaciones sanitarias (presentan fugas, condensaciones, etc.) o con escaso revestimiento protector contra condensaciones, filtraciones, humedad capilar o lluvia. Se puede detectar si la estructura se encuentra corroída a simple vista o quitando algunos elementos, ya que por ejemplo en estructuras revocadas las estructuras corroídas provocan el desprendimiento del mismo, dejando al descubierto un principio de corrosión.

Una vez detectada esta se debería verificar que tan avanzado se encuentra, siendo las zonas más comprometidas donde suele aparecer los apoyos, cerramientos exteriores y en entresijos con sanitarios. Los tipos de corrosión más frecuentes son la de aireación diferencial y la de par galvánico, que aparecen en la zona de las uniones. Produciéndose corrosión por condensación superficial en la barra. En perfiles laminados se debe

inspeccionar el alma del mismo, cuando se trata de cubiertas o entresijos se debe cuidadosamente cortar una sección de la bovedilla, o los ladrillos que conforma el cerramiento.

Deformabilidad Las primeras lesiones observables aparezcan primero en cerramientos, y no directamente en la estructura como cabría suponer.

La deformabilidad y flexibilidad se expresan en:

- Exceso de flecha
- Exceso de vibración
- Pandeo local de alas comprimidas de perfiles

Las lesiones mecánicas que afectan a las cubiertas metálicas pueden ser de dos tipos: de flecha o de tensión excesiva. Su origen está en la inadecuación de la estructura frente a un estado límite; bien por un incremento de las cargas que puede soportar o por la disminución de la resistencia de la estructura. En general, las lesiones comienzan en las zonas más rígidas del edificio, donde son más visibles, como sucede en los cerramientos y pilares.

Las uniones constituyen uno de los puntos más delicados a tener en cuenta en la estructura, debiendo identificarse el tipo de unión, ya que los defectos varían según el tipo de unión. **Roblonado/Atornillado** El problema más importante es la corrosión por aireación diferencial que puede surgir en los encuentros, causando una pérdida de sección útil en los roblones o tornillos. Los procesos patológicos mecánicos son consecuencia de una sección de cálculo insuficiente o de una ejecución no uniforme. Las patologías químicas son causadas por incompatibilidad de aceros o con el material de aportación.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se indica toda la información con respecto al tipo y diseño de la investigación, las técnicas utilizadas para la recolección de toda la información, población, muestra y el procedimiento metodológico empleado durante el desarrollo de toda la investigación.

3.1 Tipo De Investigación

El tipo de investigación se refiere al alcance que puede tener una investigación científica. En el presente proyecto, el modelo adoptado corresponde al tipo descriptivo, debido a la manera de indagar e interpretar la problemática planteada. Respecto a esta modalidad, Malhotra (2004) señala que:

“Las investigaciones descriptivas se definen como clasificación principales de los diseños de investigación, pero sus objetivos no son absolutos. Un proyecto dado de investigación de mercados puede incluir más de un tipo de diseño de investigación y por lo tanto servir a distintos propósitos” (p.86).

Cabe destacar que en las investigaciones descriptivas se trata de obtener información acerca de un fenómeno o proceso en estudio. Para el caso de este trabajo, se pretenderá recabar la mayor información posible respecto a las fallas estructurales existentes en las instalaciones de oficinas residenciales ubicadas en el campo residencial turpial de PDVSA gas Anaco, con la finalidad de conocer los orígenes de la situación problemática, sus consecuencias y plantear los correctivos necesarios para brindar respuesta a este foco crítico.

3.2 Nivel de la Investigación

Para Gómez (2006), señala que: “En un diseño de investigación se observa un fenómeno que debe ser analizado; su función es el reconocimiento e identificación de problemas. Desestima las estadísticas y los modelos matemáticos, se contrapone al estudio cuantitativo de los hechos. Tratándose o no de una investigación cualitativa” (pág. 24).

Al hablar del diseño de la investigación, se debe hacer referencia a la manera en que será estructurado el trabajo para mostrar cómo todas las partes principales del proyecto permiten el logro del objetivo principal.

Por lo tanto, este trabajo de investigación se considerará dentro de las características de un diseño de campo. Gómez, (2006), manifiesta del diseño de campo:

Una vez construido el marco conceptual, se decidirá el enfoque que habría de adoptarse para la investigación (cuantitativa, cualitativa o mixta) y se definirá el alcance inicial del estudio, donde el investigador debe concebir la manera práctica y concreta de responder a las preguntas que se ha planteado, y cumplir sus objetivos. (pág. 85).

En este sentido, se puede constatar que el diseño de campo es un proceso sistemático, riguroso y racional de recolección, tratamiento, análisis y presentación de datos, basado en una estrategia de recolección directa de la realidad de las informaciones necesarias para la investigación. Es así como los datos para recabar la información serán tomados directamente de la situación a observar, además del personal que labora en las instalaciones de oficinas residenciales ubicadas en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, y departamentos con los cuales guarda relación directa.

3.3 Población y Muestra

Quesada & Garcia (2003), Definen a la población como: “cualquier colección finita o infinita de individuos o elementos distintos, perfectamente identificables sin ambigüedad” (pág. 52), Según lo expuesto, se define a la población como un elemento indispensable debido a su importante participación en la obtención de conclusiones válidas.

A su vez Quesada & García (opc. Cit) definen la muestra como “el tamaño n a un subconjunto de n elementos de la población” (pág. 52). La muestra es un subconjunto extraído de la población, la cual aporta información indispensable para el estudio.

Cabe considerar que la población estuvo compuesta por un universo relativamente pequeño, constituido por doscientos cincuenta (250) Casas huésped, distribuidas entre oficinas, Town House, Apartamentos y Casas huésped. Sin embargo, a fin de obtener información más certera y específica, la muestra estuvo conformada por tres (3) casas de oficina, las cuales están plenamente involucradas con el proceso de investigación, y en consecuencia, fueron las más idóneas para aportar los datos necesarios para conocer la situación en la que se encuentran dichas estructuras en el campo residencial El Turpial de PDVSA Gas, Anaco.

Destacando que la muestra corresponde a un tipo de muestreo aleatorio simple en donde toda la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionados. La selección de la muestra puede realizarse a través de cualquier mecanismo probabilístico en el que todos los elementos tengan las mismas opciones de salir.

3.4 Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos es lo que utiliza el investigador para llevar a cabo el proceso de indagación, los cuales son indispensables para recolectar la información necesaria para sustentar su investigación. A continuación, se mencionan los recursos que se emplearán para detallar el funcionamiento en las oficinas ubicadas en las oficinas ubicadas en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.

3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos

✓ Observación Directa

Rodríguez (2005) menciona que la observación directa es la técnica “en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación.” (p. 98).

Considerando lo antes mencionado, la observación permitió percibir la situación y estado actual de las casa de oficina en estudio.

✓ Revisión Documental

La revisión documental es definida por Hurtado (2007) como “un proceso mediante el cual el investigador recopila, analiza, selecciona y extrae información de diversas fuentes, acerca un tema en particular, con el propósito de llegar al conocimiento y comprensión más profundo del mismo” (p.89). Esta práctica se empleó con el fin de recolectar información teórica que sirva de soporte informativo para sustentar debidamente lo desarrollado en el proyecto.

✓ **Entrevista No Estructurada**

Esta técnica es definida por Mondy y Noe (2005) como: “aquella en la que el entrevistador plantea preguntas abiertas y perspicaces. Este tipo de entrevistas es integral y el entrevistador motiva al solicitante a ser el que más hable” (p. 183).

El objetivo de esta técnica fue conocer en detalle la información relevante relacionada con el objeto en estudio y las opiniones de los entrevistados, así como su punto de vista acerca del estado actual de las casas de oficina en lo que respecta su infraestructura, por lo que esta técnica es muy ventajosa porque suministra al investigador información importante directamente del lugar donde se produce el problema.

✓ **Técnicas de Análisis de Datos**

Luego de recopilar y organizar toda la información que se obtuvo a través de los distintos métodos de recolección, se procedió al proceso de análisis de la misma con la ayuda de las técnicas mencionadas anteriormente.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de los objetivos específicos planteados, para dar una solución viable a la problemática que presentan las instalaciones que fueron destinadas casa de oficina. Se analizaron todas las etapas significativas que integraron las estructuras existentes evaluando y detallando a través de diversos métodos, técnicas y normas para obtener cada uno de los resultados.

4.1 Identificación de las Patologías presentes en las Instalaciones de las Casas Huésped y Oficinas ubicadas en el Campo Residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.

4.1.1 Evaluaciones Patológicas pertenecientes a las Instalaciones

En esta sección, se llevó a cabo un estudio en las instalaciones de las casas huésped y oficinas ubicadas en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, para identificar las diferentes patologías presentes en las edificaciones, especificando cada una de ellas, donde se obtuvo la información necesaria para la realización de este análisis se pudo contar con actores presentes en las estructuras de dicho campo residencial. Los instrumentos utilizados para la recolección de los datos necesarios fueron:

- La Observación Directa.
- La Entrevista no Estructurada.

Estos permitieron detectar los inconvenientes presentes en las distintas actividades que se desarrollan en torno a la organización.

Las lesiones observadas fueron agrupadas, a fin de obtener puntos críticos para ser estudiados integralmente. Esto favoreció para corroborar las lesiones que afectan con mayor intensidad los elementos constructivos del inmueble. Dicho estudio se dividió en dos partes, la primera parte se encargó de realizar el diagnóstico de las estructuras, el cual se basó en conocer los daños y factores a los que se deben las lesiones.

La seguridad de una estructura respecto a las acciones a las que está sometida sólo se pudo garantizar si existe un coeficiente de seguridad aceptable, mientras que la durabilidad frente a las acciones ambientales es tolerable si la protección física y química de la que dispone es suficiente para la vida útil restante prevista. Los motivos que llevaron a realizar una inspección en las estructuras, son muy variados y se debieron tomar en cuenta para la planificación del trabajo; pero en cualquier caso, el trabajo de inspección exigía seguir un proceso ordenado que permitiera ir avanzando.

Dicha investigación se llevó a cabo en 3 casas huésped perteneciente a las instalaciones del campo residencial Turpial, siendo estas los números: P-26, 2-30 Y 6-18, Mediante las evaluaciones se determinó que las edificaciones poseen las siguientes patologías:

En cada una de las casas en estudios se apreciaron fisuras admisibles en un nivel 0.1 señalando que en este nivel no existe un nivel de corrosión, a su vez se observó el techo de asbesto con el que cuentan las propiedades, notándose el deterioro en la parte externa de la casa, desconociéndose cuál es el estado del techo en la parte interna de la propiedad, solo se podría decir que está en pésimas condiciones según informes redactados por estudios anteriores. Las viviendas cuentan con una parte de losa de techo con un espesor de 20 cm la cual presenta filtraciones y la otra parte presenta una cubierta de techo de láminas de asbesto.

Haciendo énfasis de lo antes mencionado, cabe destacar que el cambio de techo de la propiedad debería realizarse de manera inmediata ya que el asbesto es un material nocivo para la salud, logrando así ser uno de los materiales menos usados para la construcción o remodelación de viviendas a si también el reemplazo de la losa de techo, ya que puede llegar al colapso o impedir el proceso de rehabilitación, debido a que sin su reemplazo las problemática que ha venido presentando la estructura continuaría . Así como también el refuerzo de las paredes, ya que no cuentan con ningún sistema de estructura de pilares que ayuden a mantener de pie la propiedad, ocasionando así corrosiones en sus muros que a largo plazo pueden colapsar.

Además cabe destacar que las estructuras no poseen un estudio de suelos, por lo tanto se utilizó una capacidad de soporte de $1\text{kg}/\text{cm}^2$ valor especificado en la norma COVENIN 2002 criterios de acciones mínimas para el proyecto de edificaciones.

4.2 Levantamiento Planialtimétrico de las Estructuras en Estudio (Casas Huésped y Oficinas) ubicadas en el Campo Residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.

Con la documentación planimétrica se tiene un sistema más idóneo para recuperar de una forma comprensible toda la estructura arquitectónica de alguna edificación. De aquí se deduce la importancia que tiene la obtención de una documentación de calidad, básica para su posterior estudio y análisis. Una documentación incompleta, o de poco rigor, impedirá una comprensión científica del proceso constructivo y visión arquitectónica del edificio, en suma del conocimiento de la historia estructural del mismo. Por ello, este tipo de documentación es absolutamente necesario y previo a cualquier tipo de intervención de carácter arquitectónico, restaurador, etc.

Con el levantamiento planialtimetrico se obtuvo la siguiente información:

Dimensiones de las estructuras existentes (casa P-26, 2-30 y 6-18)

CASA 6-18

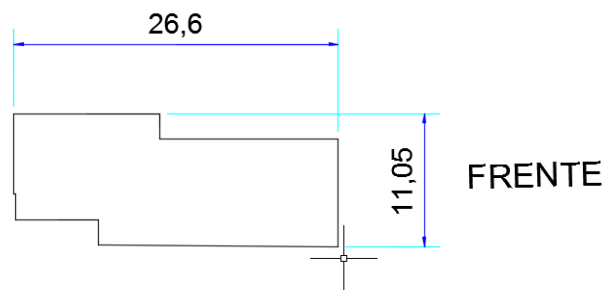


Figura 24: Dimensiones de la casa 1 (Muestra 6-18). Fuente: Autor (2016)



Figura 25: Dimensiones de Fachada Casa 1 (Muestra 6-18). Fuente: Autor (2016)



Figura 26: Dimensiones de Lateral derecho Casa 1 (Muestra 6-18). Fuente: Autor (2016)

4.3 Calculo Estático y Dinámico de la Estructura en Estudio empleando el software ETABS 2015

Para poder realizar el cálculo estático y dinámico en el programa ETABS fue necesario realizar el espectro de diseño, análisis eólico y combinaciones de carga que mediante los resultados obtenidos serán cargados al programa para elabora la verificación pertinente.

4.3.1. Espectro de Diseño para las Casas (1, 2 y 3)

El espectro de diseño de las tres estructuras se hizo siguiendo los requisitos de la norma venezolana Covenin Mindur 1756-98 de Edificaciones Sismoresistentes. Teniendo en cuenta las alturas de las estructuras y su ubicación. Antes de proceder al diseño estructural como tal, fue necesario hacer algunos cálculos preliminares y clasificaciones de acuerdo a lo establecido en la Norma COVENIN 1756-01, los cuales se muestran a continuación.

- **Zonificación Sísmica**

Debido a que existen ocho (8) zonas que vienen definidas según su ubicación geográfica, Las estructuras se ubican en el municipio Anaco, por lo

tanto se establece como zona 4, En la tabla 16 se expone las zonificaciones establecidas por la norma y que fueron empleados en el proyecto.

ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE VENEZUELA	
ESTADO	MUNICIPIOS
ANZOATEGUI	Zona 4: Municipios: San José de Guanipa, Simón Rodríguez, Aragua, Santa Ana, Anaco, San Juan Cajigal, Francisco del Carmen Carvajal, Manuel Ezequiel Bruzual, Área del municipio Pedro María Freites, al Sur de la Carretera La Encrucijada-La Ceiba-El Tejero.

Tabla 18: Zonificación en estudio.

Fuente: Norma Covenin 1756-01

- **Movimientos de Diseño**

El coeficiente de aceleración horizontal A_0 depende de la zona sísmica, el cual corresponde a 0,25 por ser zona 4 según se especifica en la tabla 4.

- **Forma Espectral Tipificada del Suelo**

Considerando que existen 4 formas espectrales tipificadas (S1, S2, S3 y S4) y un factor de corrección para el coeficiente de aceleración horizontal (ϕ). Ambas estructuras poseen forma espectral S3 y un coeficiente de aceleración $\phi=0,70$ obtenidos de la tabla 5.

- **Clasificación de la Edificación según su uso**

Debido a que la rehabilitación a maquinario será de tipo oficina pertenece al grupo B2 definido por un factor de importancia $\alpha=1$.

- **Clasificación según Nivel de Diseño**

Las instalaciones en estudio, perteneciente al Grupo B2 y la Zona Sísmica 4, según Tabla 6 corresponde al Nivel de Diseño 2.

- **Clasificación según Sistema Estructural**

En vista que la proyección de la estructuras pretende que sea capaz de resistir la totalidad de las acciones sísmicas mediante sus vigas y columnas, a través de pórticos, se definió como Tipo III.

- **Factor de Reducción de Respuesta R**

Como el proyecto está conformado por estructuras de acero, el Nivel de Diseño 2 y su tipo de estructura es Tipo III, el factor R será igual a 6 según como se indica en la Tabla 7.

- **Factor de magnificación promedio (β), máximo periodo (T^*) y el exponente que define la rama descendente del espectro (p).**

Los valores de β , T^* y p son ubicados en la tabla 8 De acuerdo a la forma espectral que en los dos casos son S3 por lo tanto $\beta= 2.8$, $T^*=1,00$ y $p= 1$.

- **Espectro de diseño**

Para la determinación del espectro de diseño se tomó en consideración la forma espectral, el factor corrección, factor de magnificación promedio y factor de importancia antes mencionados. Obteniéndose como resultado el gráfico de la Figura 27

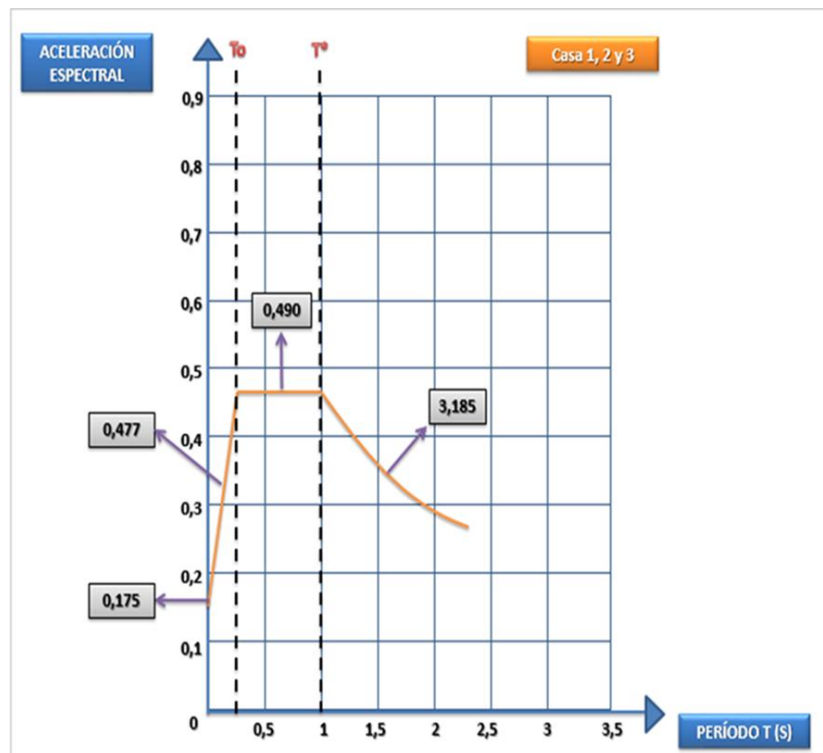


Figura 27: Espectro de Diseño de las casas 1, 2 y 3. Fuente: Autor (2016)

4.3.2. Análisis Eólico para las Casas (1, 2 y 3)

El análisis eólico de las estructuras se hizo siguiendo la norma venezolana Covenin Mindur 2003-89 de Acciones del Viento sobre las Construcciones. Teniendo en cuenta las alturas de las estructuras y su uso. Para proceder al análisis fue necesario hacer algunos cálculos preliminares y clasificaciones de acuerdo a lo establecido en la norma, los cuales se muestran a continuación.

- **Clasificación de las Construcciones según el Uso y las Características de Respuesta ante la Acción del Viento**

Para las estructuras se clasifican en el grupo B debido a que son instalaciones de oficina cuyo funcionamiento son edificaciones de uso

público o privado de baja ocupación y como es destinada a una rehabilitación estructural al momento de fallar puede ocasionar pérdidas humanas.

- **Factor de importancia eólica**

Este valor se constituye para que las acciones sean equilibradas con la seguridad deseada permitiendo ajustar la velocidad básica del viento. De acuerdo a la clasificación se tomó el valor de $\alpha = 1$.

- **Clasificación según las características de respuestas**

- **Esbeltez de las Casas**

$$\text{Esbeltez casa 1} = \frac{20m}{4,5m} = 4,59$$

$$\text{Esbeltez casa 2,3} = \frac{13m}{4,35m} = 2,98$$

Las instalaciones pertenecen al tipo 1 ya que en la esbeltez de ambas poseen valores menores a 5.

- **Velocidad del viento (Anaco)**

De acuerdo a la figura 4.3 la ciudad de Anaco se encuentra en la zona donde la velocidad del viento es 90 Km/h.

- **Tipo de exposición**

Tomando en cuenta las características de las irregularidades en la superficie del terreno de la zona donde se ubica la estructura esta se ubica en el tipo de exposición B que incluye áreas urbanas, suburbanas, boscosas u otros terrenos con numerosas obstrucciones que tengan dimensiones usuales de viviendas unifamiliares con altura promedio no superior a los 10 metros.

- **Acciones en sistemas resistentes al viento**

En el caso de estructuras de un solo piso y similares se incluirá el efecto de las acciones internas y se verificaran las siguientes formulas:

$$\text{Barlovento} \rightarrow P_z = q_z * G_h * C_p - q_h * G_{Cp_i}$$

$$\text{Sotavento} \rightarrow P_h = q_h * G_h * C_p - q_h * G_{Cp_i}$$

- **Factor de respuesta ante ráfaga**

Para ambas estructuras se tomó el valor de $G_h = 1.651$ por tener como tipo de exposición B y altura por debajo de los 4,50m..

- **Coefficiente de permeabilidad**

El coeficiente de permeabilidad que se utiliza para ambas estructuras es $G_{Cp_i} = \pm 0,25$

- **Coefficiente de empuje C_p**

A. Transversal a la cumbrera

Para la casa 2 y 3 se obtuvo el valor de esbeltez 2,98 y para el galpón 1 4,59 por lo que los valores de acuerdo a la tabla 17 Son los siguientes:

Casa 1		Casa 2, 3	
Barlovento	0,8	Barlovento	0,8
Sotavento	-0,5	Sotavento	-0,3
Laterales	-0,7	Laterales	-0,7

(*)Valor obtenido mediante interpolación en relación a los datos de la tabla 12.

Tabla 19: Coeficiente de empuje y succión c_p para las fachadas de las casas (1 y 2,3).

Fuente: Autor (2016)

El coeficiente de empuje y succión (C_p) del techo para la casa 1 se obtuvo el valor de 3,44 y su respectivo ángulo 10° para la casa 2 y 3 es 5,29 y su ángulo 10° por lo que los valores de acuerdo a la tabla 18 Son los siguientes:

Casa 1		Casa 2, 3	
Barlovento	02	Barlovento	02
Barlovento	-07	Barlovento	09
Sotavento	-0,7	Sotavento	-0,7

(*)Valor obtenido mediante interpolación en relación a los datos de la tabla 3.

Tabla 20: Coeficiente de empuje y succión c_p para el techo para la casa (1 y 2,3)

Fuente: Autor (2016)

B. Paralelo a la cumbrera

Para la fachada los valores del coeficiente de empuje y succión (C_p) que para la casa 1 se obtuvo el valor de 1 y para la casa 2 y 3 es 0,58 por lo que los valores de acuerdo a la tabla 4.13. Son los siguientes:

Casa 1		Casa 2,3	
Barlovento	0,8	Barlovento	0,8
Sotavento	-0,3	Sotavento	-0,5
Laterales	-0.7	Laterales	-0,7

(*)Valor obtenido mediante interpolación en relación a los datos de la tabla 3.

Tabla 21: Coeficiente de empuje y succión (C_p) para las fachadas para la casa (1 y 2, 3)

Fuente: Autor (2016)

El coeficiente de empuje y succión (C_p) el techo de ambos galpones son los siguientes:

CASA 1		CASA 2	
Barlovento	-0,7	Barlovento	-0,7
Sotavento	-0,7	Sotavento	-0,7

(*)Valor obtenido mediante interpolación en relación a los datos de la tabla 3.

Tabla 22: Coeficiente de empuje y succión c_p para el techo de la casa (1 y 2, 3)

Fuente: Autor

- **Presión dinámica**

$$\text{Barlovento} \rightarrow qz = 0,0048 * 0,363 * 1 * 90^2 = 14,11344$$

$$\text{Se utiliza para } Z \leq 4,5 \quad \beta = 4,5$$

$$Zg = 370m$$

$$Kz = 2,58 \frac{4,50}{370m}^{2,4,5} = 0,36$$

$$Kh = -0,363$$

$$\text{Sotavento} \rightarrow qh = 0,0048 * Kh * \alpha * V^2$$

$$\text{Sotavento} \rightarrow qh = 0,0048 * 0,363 * 1 * 90^2 = 14,11344$$

Una vez hecho todo el procedimiento para obtener los datos del análisis eólico se procedió a elaborar las tablas (Ver anexos) para las casas 1, 2 y 3 de acciones sobre el sistema resistente al viento transversal a la cumbrera y paralelo a la cumbrera, donde se indica la altura z ó h a la cual se ha calculado el factor k , lo que permite diferenciar, tanto en la columna denominada “ q ” como las siguientes, las acciones q_z de las acciones q_h . Los signos positivos o negativos denotan empujes o succiones, respectivamente.

Ya que los valores obtenidos en las tablas son menores a 30kgf/m^2 y la norma establece que la acción del viento en condiciones de servicio para los sistemas resistentes al viento no será menor a 30kgf/m^2 se tomara este valor como la carga de viento para la casa 1, 2 y 3.

4.3.3 Análisis de carga

Para el cálculo estructural de las instalaciones en el programa ETABS, es necesario considerar tanto los efectos de las cargas de gravedad permanente y variable, como las cargas accidentales de sismo y viento, tomándose en cuenta para el análisis. La distribución de las cargas

permanentes y variables en las estructuras se realizó por cargas distribuidas para el techo de ambas y como área tributaria para la carga de viento W en las columnas.

CARGAS PERMANENTES	
Elementos constructivos	Peso por unidad de área (Kgf/m²)
Herrajes y elementos de fijación	15
LUMETEX	4,60
TOTAL	19,60

Tabla 23: Cargas permanentes de la casa (1, 2 y 3)

Fuente: Autor (2016)

4.3.4. Verificación de Derivas de Viento, Sísmica de la Estructura Externa de la casa 1, 2 y 3, Valor Límite y Coeficiente Sísmico

Verificación deriva por viento (Casa 1)

De acuerdo a la tabla 18 para la revisión de ambas estructuras (1, 2 y 3) se utilizara la flecha recomendada L/400, porque se va a permitir que la estructura se desplace lateralmente.

$$Flecha\ Recomendada = \frac{3200mm}{400} = 8mm$$

$$\begin{array}{cc} X_{\text{máx}} & Y_{\text{máx}} \\ 10,223mm & 17,721mm \end{array}$$

Ambos valores de las derivas máximas por viento cumplen porque son menores que el valor de la Flecha Recomendada

- **Verificación deriva lateral por sismo (Casa 1)**

$$\begin{array}{cc} \Delta ei X & \Delta ei Y \\ 8 > 10,223mm & 8 > 17,721mm \end{array}$$

Con los valores máximos de las derivas por sismo se pudo calcular mediante la ecuación 51. Con el factor de reducción R=1

$$\Delta ix = 0.8 * 1 * 17,295mm = 13,8360mm \text{ (Ec. 51)}$$

$$\Delta i_y = 0.8 * 1 * 2,933mm = 2,3464mm \quad (\text{Ec. 51})$$

$$\begin{array}{cc} \Delta i_x & \Delta i_y \\ 13,2624mm & 3,5184mm \end{array}$$

- **Valores límites (Casa 1)**

El valor límite no debe exceder en ningún nivel los valores dados en la tabla 18. Como la estructura pertenece al Grupo A no debe exceder el valor 0,012.

$$\delta_{i_x} = 13,2624mm$$

$$\delta_{i_y} = 3,5184mm$$

$$h_i - h_{i-1} = 3200mm$$

$$X = \frac{13,2624mm}{3200mm} = 0,0041 < 0,018$$

$$Y = \frac{3,5184mm}{3200mm} = 0,0010 < 0,018$$

- **Calculo Coeficiente Sísmico (Casa 1)**

De acuerdo a la norma Covenin 1756-98 (Rev. 2001) de Edificaciones Sismoresistente estable que el coeficiente sísmico está definido como V_o/W no será menor que $(\alpha A_o)/R$. Para la casa 1 los datos de α , A_o , R , V_o y W son los siguientes:

$$\alpha=1,00$$

$$A_o=4 \approx 0,25$$

$$R=1$$

$$V_{o(Sx)} = V_{o(Sy)} = 0,90648 \text{Ton}$$

Para calcular la carga (W) es el resultado del producto de la Carga Permanente $C_p = 195 \text{Kg/m}^2$ por la dimensión de la casa $225,83 \text{m}^2$.

$$W = 19,60 \text{Kg/m}^2 * 292,5 \text{m}^2 = 5733 \text{Kg} \approx 5,733000 \text{Ton}$$

$$\frac{\alpha A_o}{R} = \frac{1,00 * 0,25}{1} = 0,25$$

$$\frac{V_o_{Sx}}{W} = \frac{V_o_{Sy}}{W} = \frac{0,9064 \text{Ton}}{5,733000 \text{Ton}} = 0,15 < 0,25 \text{ CUMPLE}$$

- **Verificación deriva por viento (Casa 2 y 3)**

De acuerdo a la tabla 18 para la revisión de las estructuras (1, 2 y 3) se utilizara la flecha recomendada $L/400$, porque se va a permitir que la estructura se desplace lateralmente. En este galpón la longitud (L) posee el valor de 3200mm.

$$\text{Flecha Recomendada} = \frac{3200 \text{mm}}{400} = 8 \text{mm}$$

$$\begin{array}{cc} \mathbf{X}_{\text{máx}} & \mathbf{Y}_{\text{máx}} \\ 2,910 \text{mm} & 0,361 \text{mm} \end{array}$$

Ambos valores de las derivas máximas por viento cumplen porque son menores que el valor de la Flecha Recomendada

- **Verificación deriva lateral por sismo (Casa 2 y 3)**

$$\begin{array}{cc} \Delta e_i \mathbf{X} & \Delta e_i \mathbf{Y} \\ 10,061 \text{mm} & 0,0488 \text{mm} \end{array}$$

Con los valores máximos de las derivas por sismo se pudo calcular mediante la ecuación 51. Con el factor de reducción $R=1$

$$\Delta i_x = 0,8 * 1 * 0,853 \text{mm} = 0,6824 \text{mm}$$

$$\Delta i_y = 0,8 * 1 * 0,033 \text{mm} = 0,0264 \text{mm}$$

$$\begin{array}{cc} \Delta ix & \Delta iy \\ 0,6824mm & 0,0264mm \end{array}$$

- **Valores límites (casa 2 y 3)**

El valor límite no debe exceder en ningún nivel los valores dados en la tabla 18. Como la estructura pertenece al Grupo B2 no debe exceder el valor 0,018.

$$\delta_{ix} = 0,6824mm$$

$$\delta_{iy} = 0,0264mm$$

$$h_i - h_{i-1} = 2800mm$$

$$X = \frac{0,6824mm}{3200mm} = 0,00021 < 0,018$$

$$Y = \frac{0,0264mm}{3200mm} = 0,00000825 < 0,018$$

- **Calculo Coeficiente Sísmico (Casa 2 y 3)**

De acuerdo a la norma Covenin 1756-98 (Rev. 2001) de Edificaciones Sismoresistente estable que el coeficiente sísmico está definido como V_o/W no será menor que $(\alpha A_o)/R$. Para el galpón 1 los datos de α , A_o , R , V_o y W son los siguientes:

$$\alpha=1,00$$

$$A_o=4 \approx 0,25$$

$$R=1$$

$$V_{o(Sx)} = V_{o(Sy)} = V_o = 1,754116 \text{Ton}$$

Para calcular la carga (W) es el resultado del producto de la Carga Permanente $C_p = 195 \text{Kg/m}^2$ por la dimensión de la casa $96,57 \text{m}^2$.

$$W = 19,60 \text{Kg/m}^2 * 232 \text{m}^2 = 4547,2 \text{Kg} \approx 4,547200 \text{Ton}$$

$$\frac{\alpha A_o}{R} = \frac{1,00 * 0,25}{1} = 0,25$$

$$\frac{V_o_{Sx}}{W} = \frac{V_o_{Sy}}{W} = \frac{1,754116\text{Ton}}{4,547200\text{ Ton}} = 0,38 < 0,25 \text{ NO CUMPLE}$$

Por lo tanto, En el programa la aceleración de la gravedad fue corregida por $9.89 \times 0.38 = 11,3796$ que es el coeficiente sísmico.

4.3.5 Procedimientos de Modelado

Para el cálculo estático y dinámico de las estructuras se utilizó el software ETABS 2015 V15.2.2., en el cual se introdujeron datos específicos según los criterios establecidos por las normas Venezolanas para lograr la simulación del comportamiento de dichas estructuras.

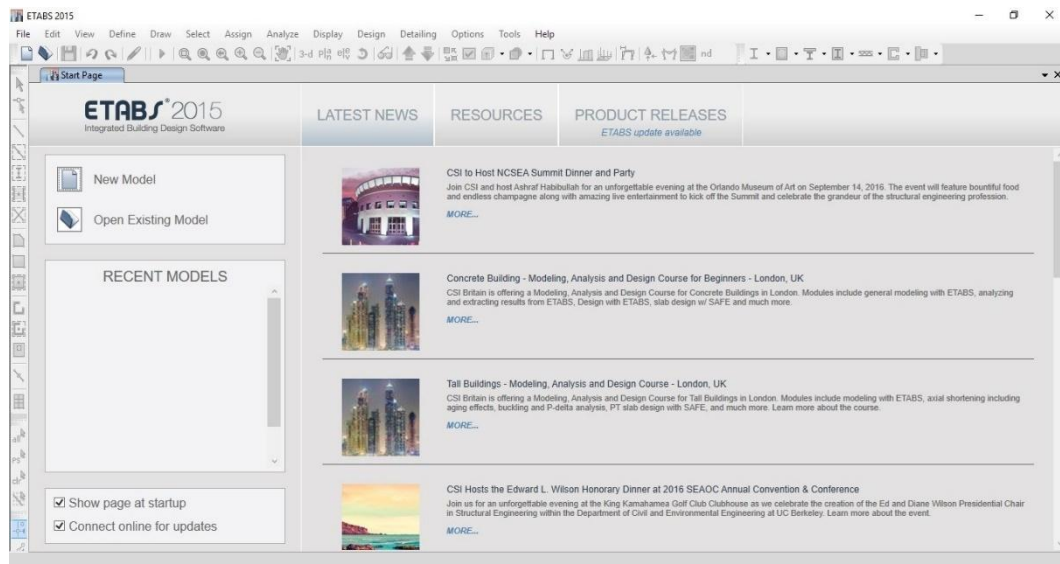


Figura 28: Configuración del modelo. Fuente: Autor (2016).

Paso 1: Una vez ingresado al programa, se procedió a la creación del proyecto donde permitió seleccionar el sistema unidades (Metric SI) y las normas AISC 14, AISC 360-10, ACI 318-11 como se muestra en la siguiente figura.

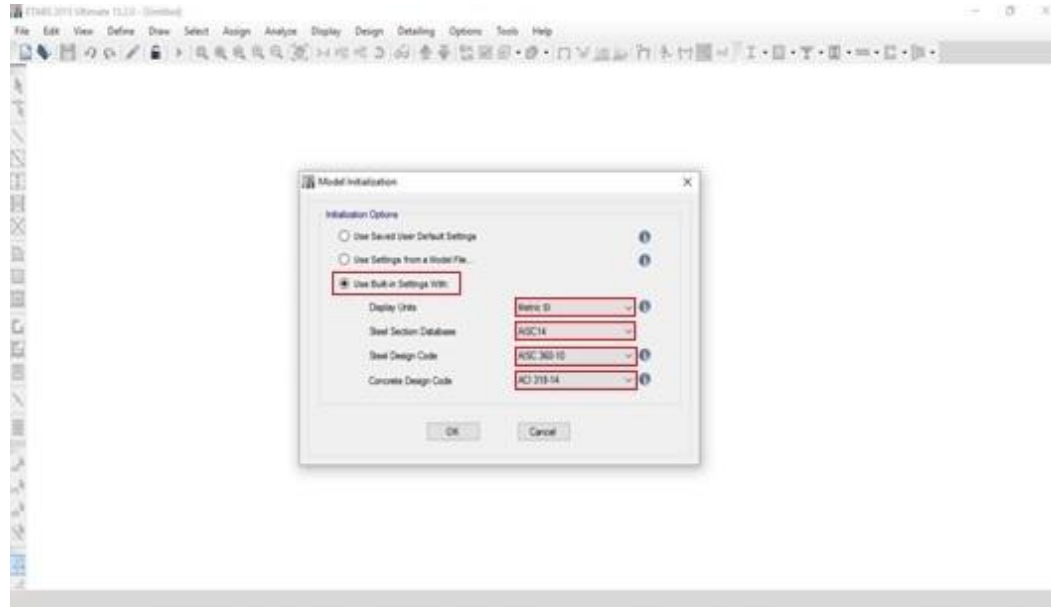


Figura 29: Inicialización del modelo. Fuente: Autor (2016).

Paso 2: Consecutivamente se estableció espaciado de Cuadrícula tanto para el eje X como para el eje Y y la forma de definición de información del piso como se observa en el siguiente cuadro.

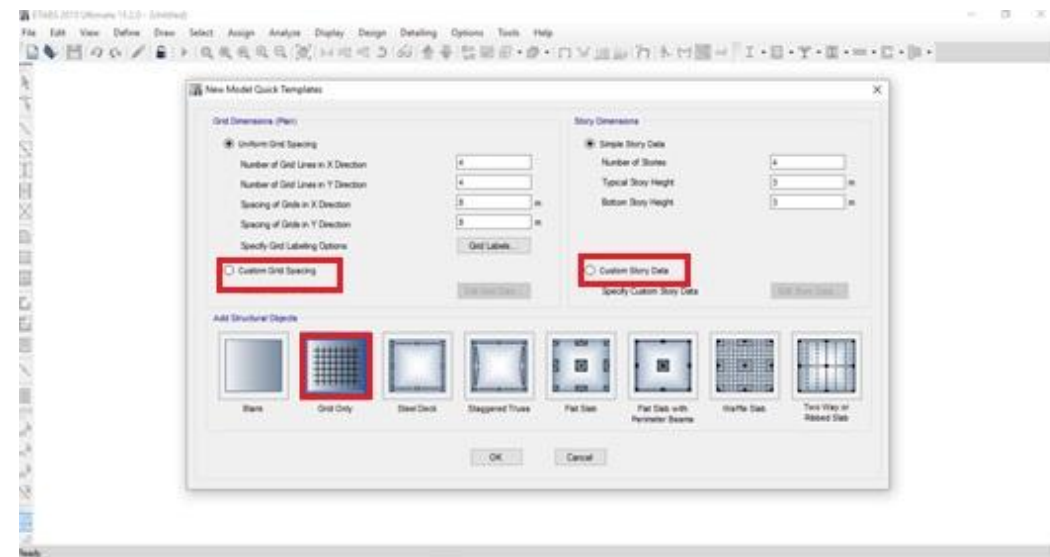


Figura 30: Introducción de dimensiones al modelo. Fuente: Autor (2016).

Paso 3: Creación de Material a Utilizarse

Luego de realizar la configuración del programa, se procedió a ingresar los materiales utilizados en el modelaje de la estructura, el material del perfil ingresado con especificaciones de Acero A500 con módulo de elasticidad $2,1E+10$, como se muestra en la siguiente figura.

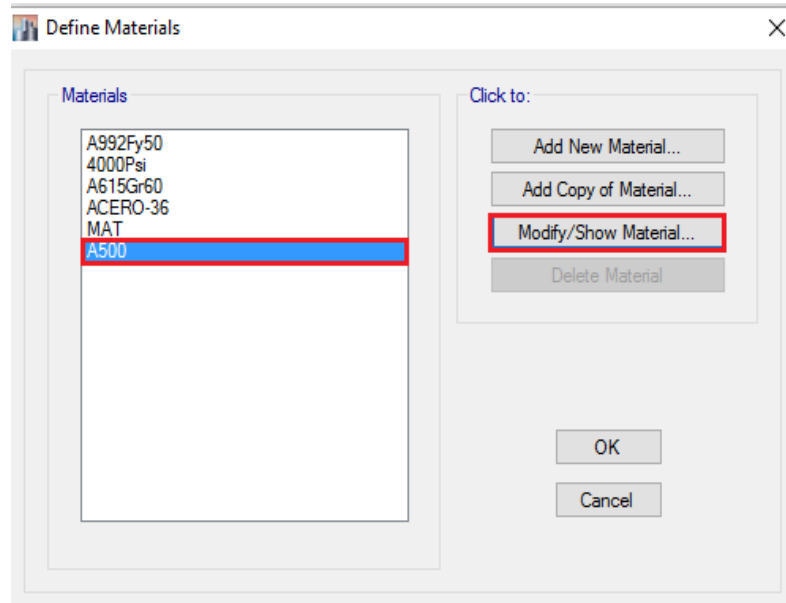


Figura 31: Definición del material para creación del modelo. Fuente: Autor (2016).

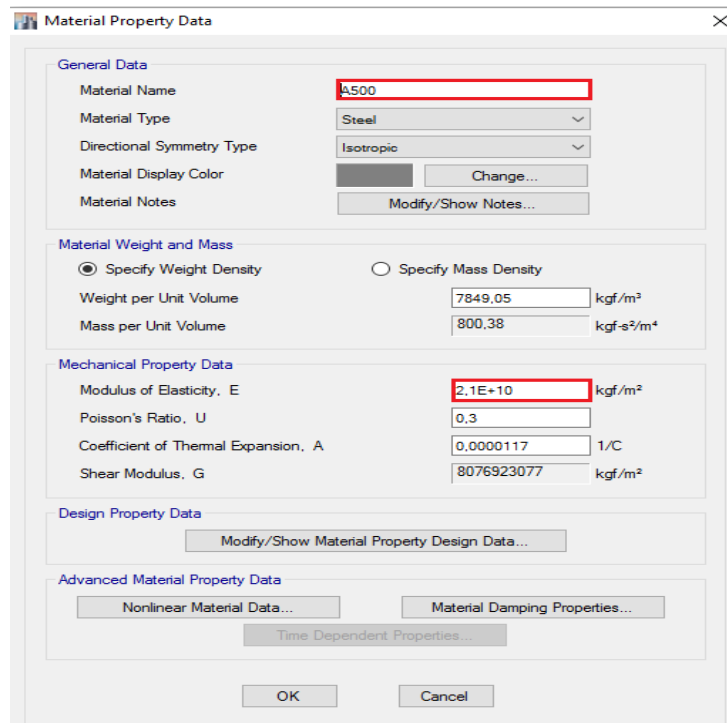


Figura 32: Propiedades del material a utilizar para creación del modelo. Fuente: Autor (2016).

Paso 4: Creación de secciones tipo Frame.

Para definir columnas y vigas en el sistema se ingresaron dimensiones de perfil según ASTM A500, cuadrado para columnas y rectangulares para vigas como se especifica en la siguiente figura.

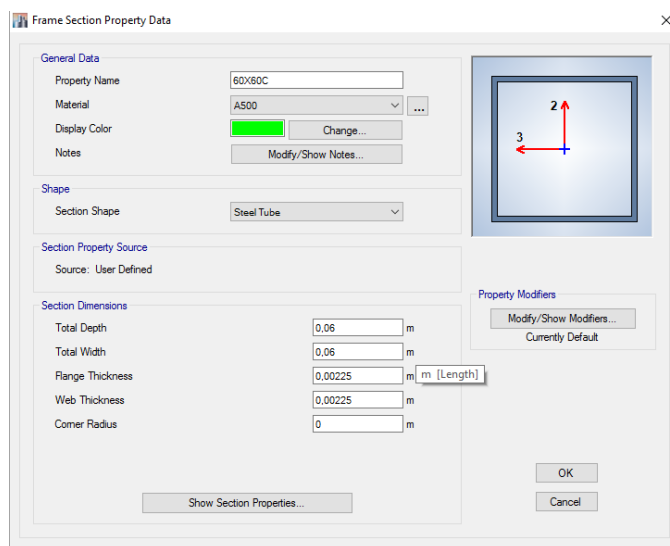


Figura 33: Introducción de dimensiones de los perfiles. Fuente: Autor (2016).

Para la estructura 1 se utilizó columnas cuadradas de 110mm x110mm con espesor de 3,40 y vigas rectangulares 160mm x65mm con espesor de 3,40.

En el caso de la estructura 2 posee en las columnas un perfil cuadrado de 260mm x 260mm de espesor 9,00 mm. Para las vigas se utilizó el mismo perfil que la estructura 1.

Paso 5: Definición de las secciones de los elementos tipo área (techo).

Se ingresó el tipo material en este caso Lumex el cual será utilizado en la cubierta de techo de la estructura.

Para dibujar ambas estructuras, fue necesario seleccionar el icono de Draw Beam el cual se encuentra en la barra derecha de la pantalla y en el

cuadro inferior derecho llamado Properties of Object se seleccionó la propiedad del perfil a dibujar. Ver figura 34.

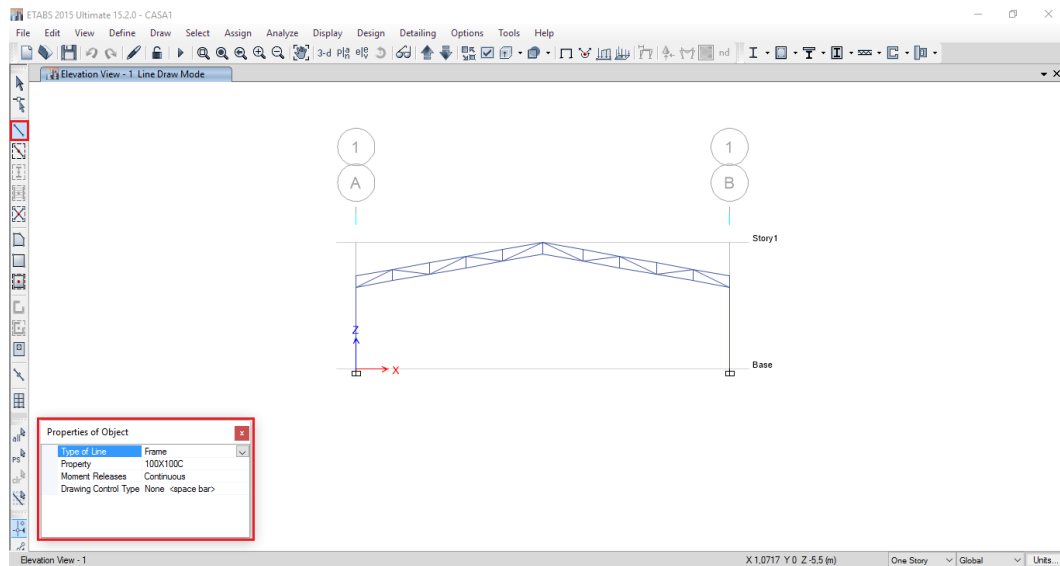


Figura 34: Dibujo de los elementos en el software. Fuente: Autor (2016).

- **Introducción de Espectro sísmico**

Para introducir los espectros sísmicos previamente calculados se utilizó el comando Define>Fuctions>Response Spectrum luego en la ventana arrojada se marcó la opción Choose Fuction Type to Add y se procedió a elegir la norma venezolana Covenin 1756-2:2001. Como se muestra en la figura 32.

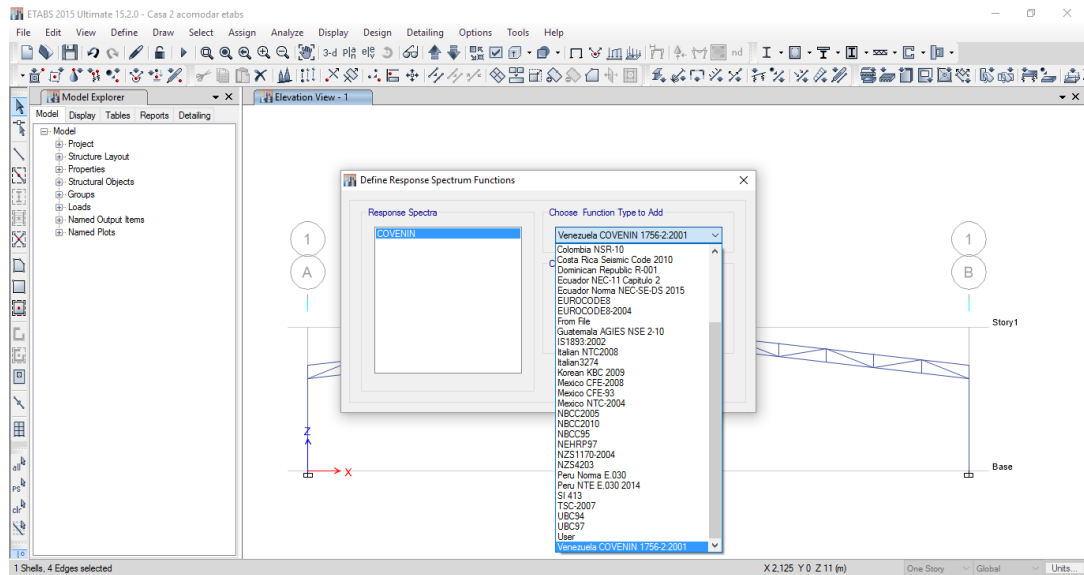


Figura 35: Introducción del modelo de espectro sísmico. Fuente: Autor (2016).

Luego se modificaron los valores en Modify/ Show Spectrum con Zona 4, Forma Espectral 3 Factor de Corrección 0.70 Clasificación Según el Uso B2 y el Factor de Respuesta $R=1$ para ambas casas como se muestra en la figura 36.

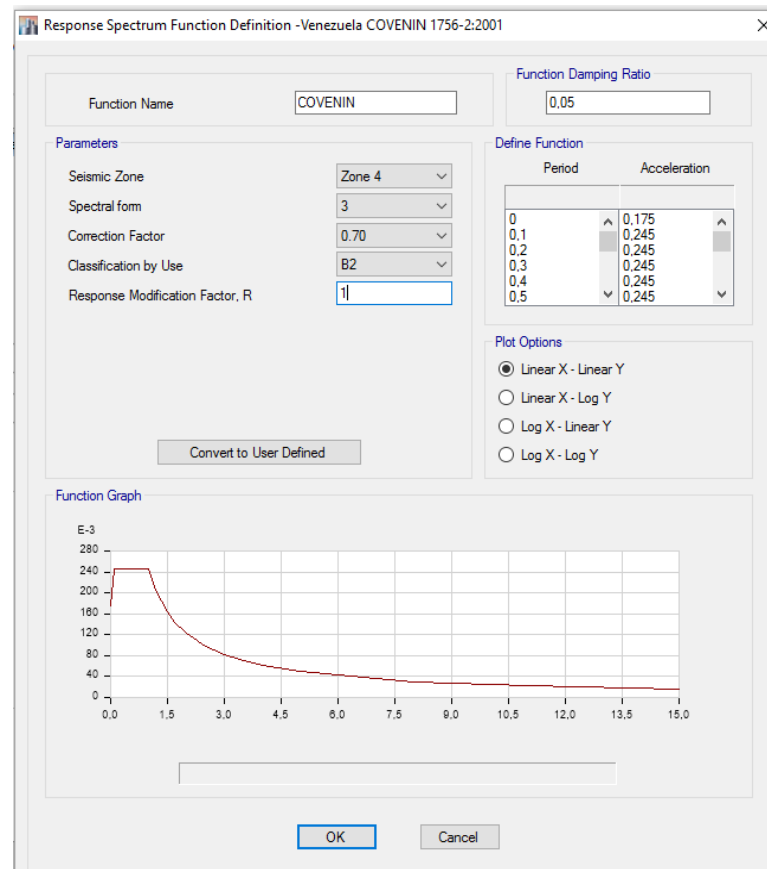


Figura 36: Selección de los datos del espectro sísmico. Fuente: Autor (2016).

- **Introducción de carga y Combinaciones de carga**

Load Patterns esta opción se definió cargas gravitacionales y laterales. Las cargas gravitacionales pueden aplicarse a objetos punto, línea y área.

Los objetos puntos pueden soportar fuerzas o momentos concentrados. Los objetos barra pueden tener aplicadas un sin número de cargas puntuales (Fuerza o Momento), o cargas distribuida (uniforme o trapezoidales). Los objetos área pueden tener cargas uniformes.

La generación de cargas estáticas laterales ya sea de terremotos (Seismic) o debido a la acción del viento (Wind), se aplican a través de

numerosos códigos internacionales, también está la posibilidad de generar un patrón de cargas laterales definidas por el usuario.

Las cargas CP, CPP, S y W, en ambas casas se introdujeron a través de la barra de herramientas Define>Load Patterns, arrojando la siguiente ventana.

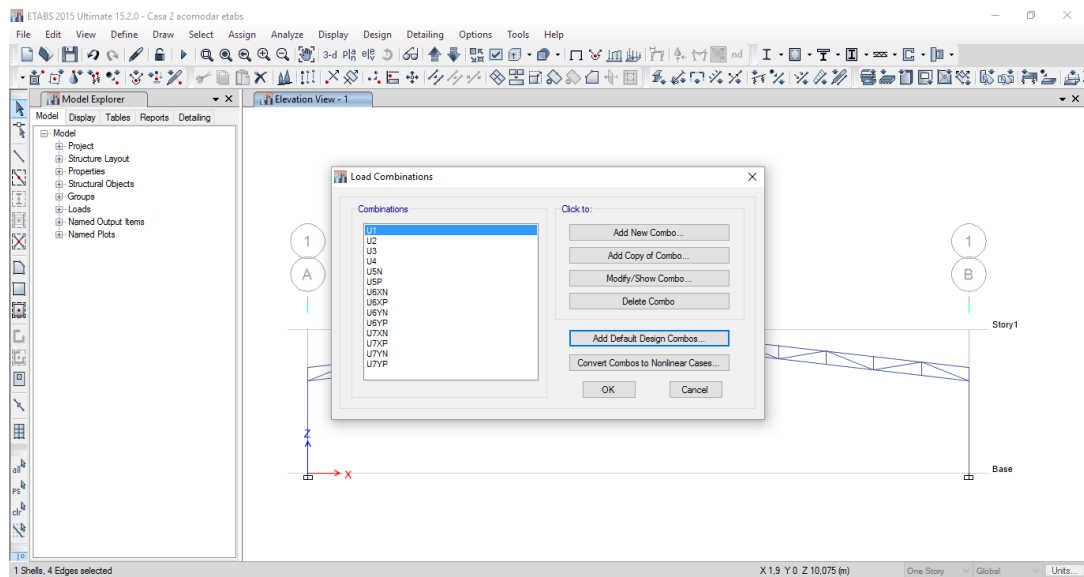


Figura 37: Introducción de cargas CP, CVT, CPP, W y S. Fuente: Autor (2016)..

Load Combinations Con esta opción se generó múltiples combinaciones de cargas aplicado a los resultados de cada objeto en el modelo. Se encuentra en la barra de herramientas Define>Load Combinations, apareciendo una ventana donde se agregaron las ecuaciones correspondientes presionando la cuadrícula Add New Combo para cada una de las combinaciones, como se muestra en la figura 38.

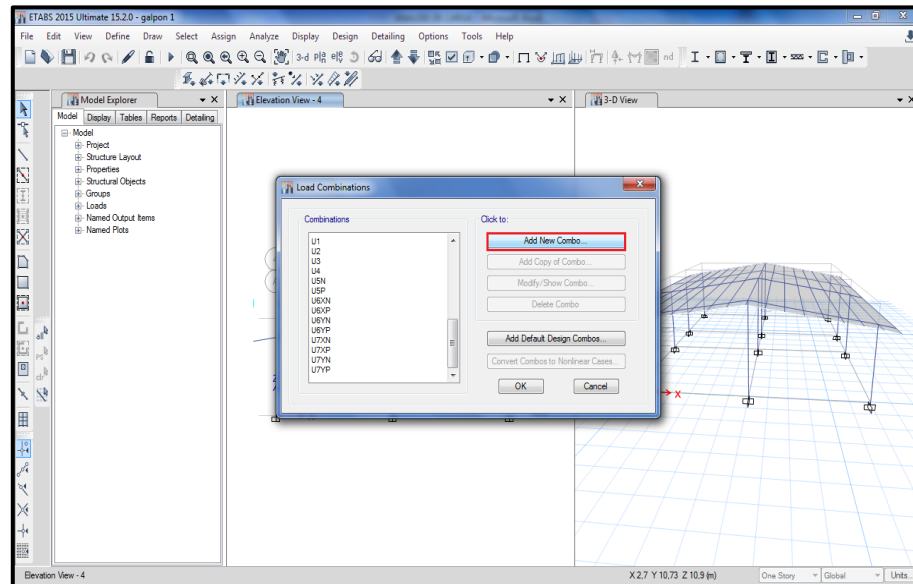


Figura 38: Combinaciones de cargas agregadas al software. Fuente: Autor (2016)..

- **Asignación de apoyo, carga distribuida y carga uniforme en las estructuras**

Se asignaron los apoyos, sombreando toda la estructura seguidamente de ubicar Define>Join> Restraints seleccionando en Fast Restraints el empotramiento. Ver figura 39.

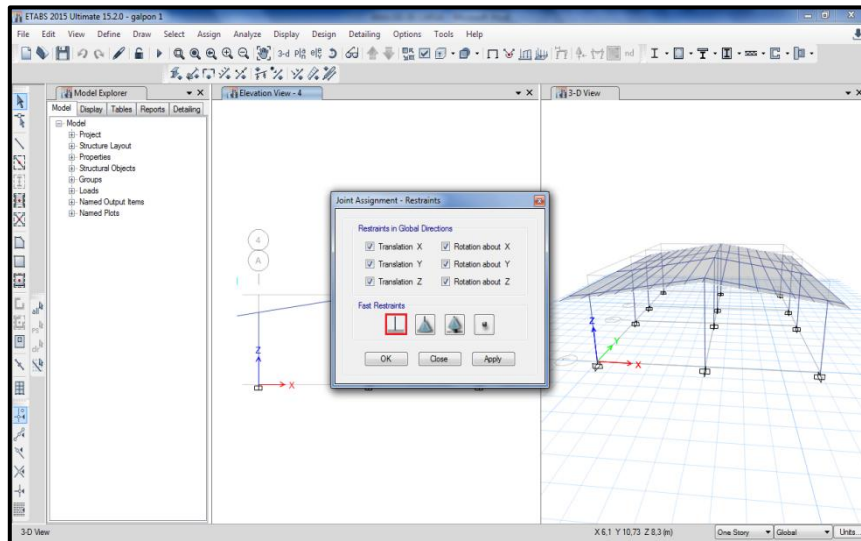


Figura 39: Selección de apoyos. Fuente: Autor (2016)..

Para las cargas distribuidas se procedió a seleccionar las barras transversal y paralelo a la cumbrera de la estructura y dirigirse a la barra de herramientas Assing> Frame Load mostrando una ventana donde se introdujo la carga de viento (W) 30 Kg/m por el área tributaria de cada columna. Este procedimiento se repitió varias veces para poder asignarle su respectiva carga W a cada columna.

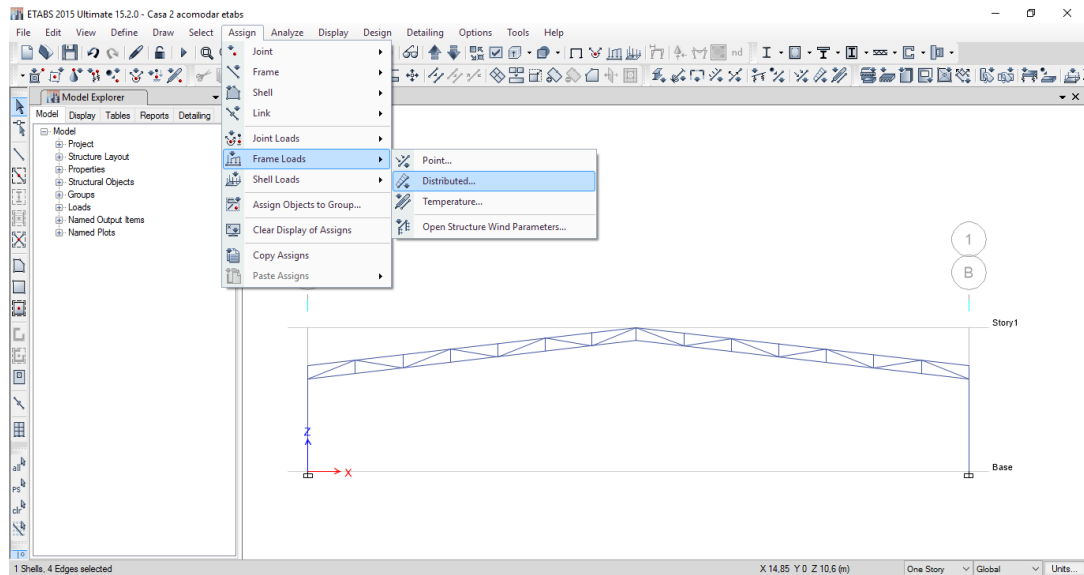


Figura 40: Introducción de cargas distribuidas. Fuente: Autor (2016).

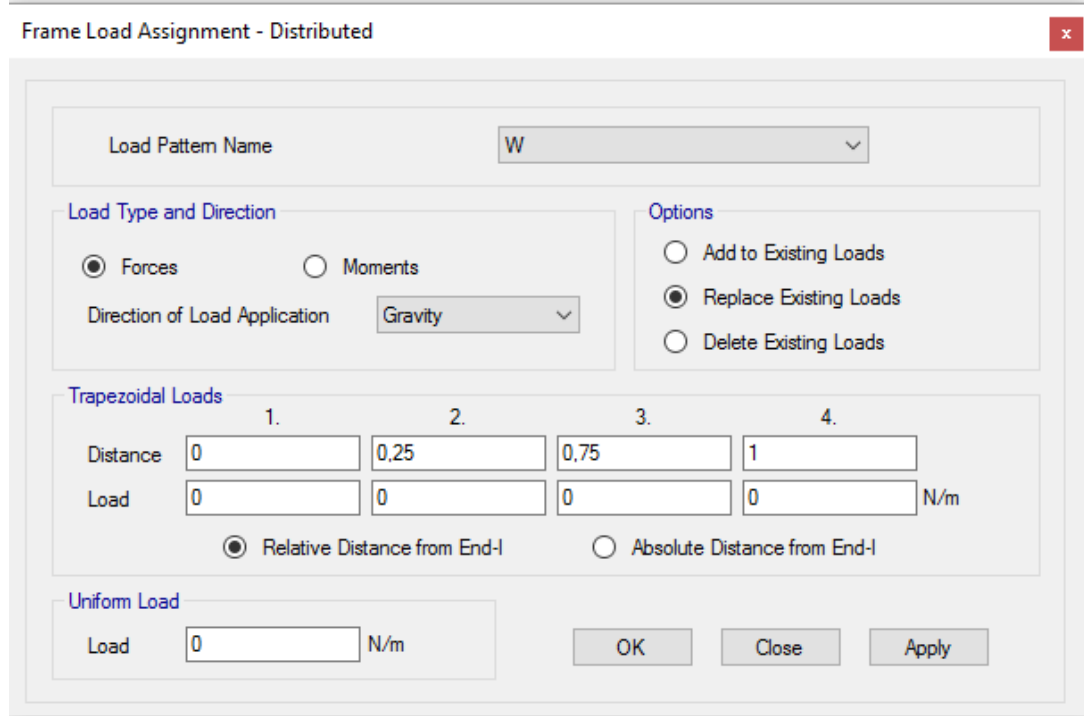


Figura 41: Configuración de cargas distribuidas en los elementos. Fuente: Autor (2016).

En el caso de las cargas uniformes se procede a seleccionar el Slab o techo y dirigirse a la barra de herramientas Assing> Shell Load mostrando

una ventana donde se a asigno las cargas (CP, CVT y W). Como se muestran en la figura 39.

- **Corrida del programa ETABS en las casas 1, 2 y 3.**

Una vez finalizado el proceso de introducción de datos en todos los elementos que integran las estructuras, se dio inicio a la simulación y así saber el comportamiento del mismo. Al dar en la opción Run Analysis el programa verifico en ambos galpones las derivas de viento W, derivas sísmicas Sx y Sy y la carga CP simulando la deformación de cada una de estas en el icono Show Deformed Shape. Para verificar la resistencia del material se seleccionó el icono Steel Frame Design>Display Design Info arrojaron fallas en los elementos que conforma el sistema estructural tanto por capacidad de carga como por esbeltez indicando que presenta errores en los elementos que integran las estructuras existentes.

Paso 6: se procedió la elaboración de la estructura utilizando el comando draw beam, una vez lista se realizó el análisis correspondiente de los elementos de la estructura (fuerza axial, momento y torsión).

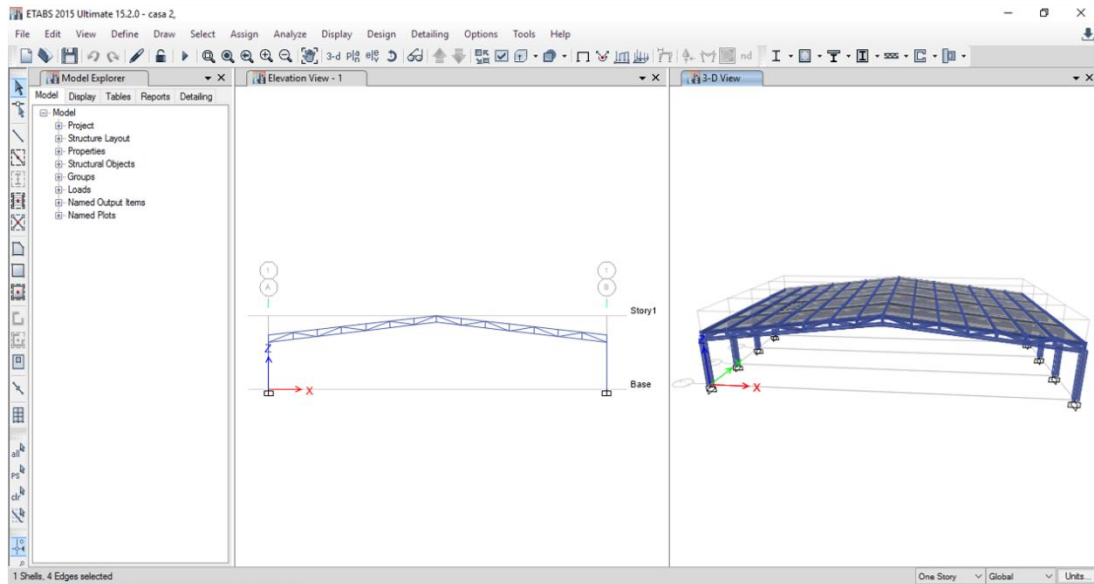


Figura 42: Estructura final del modelo. Fuente: Autor (2016).

4.3.6. Diseño de los elementos metálicos de las casa 1, 2 y 3

- Diseño de estructura de techo de la casa 1.

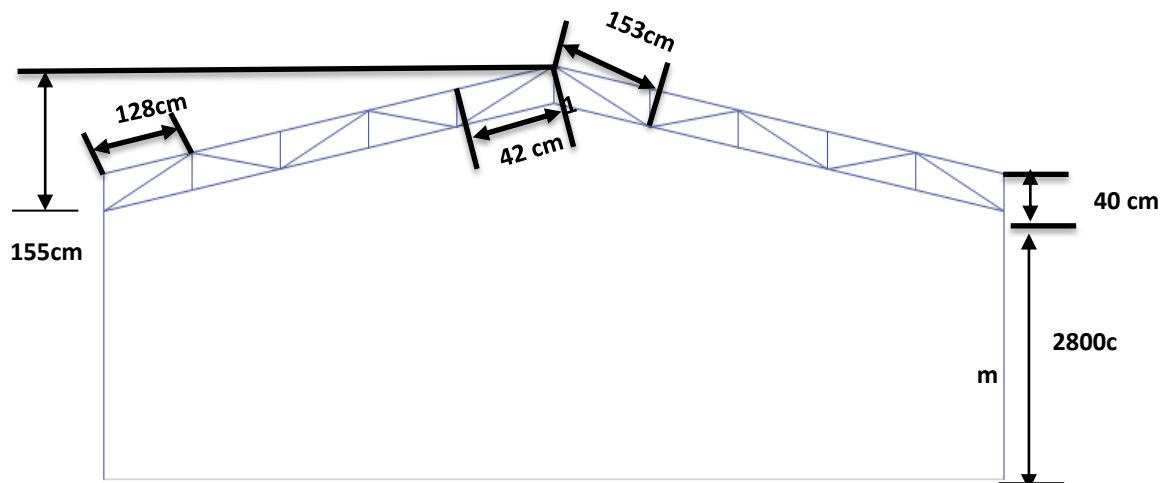


Figura 43: Dimensiones de la estructura de techo de la casa 1. Fuente: Autor (2016)

- ✓ Diseño de Columnas
 - Diseño a compresión
- $Un = 5700 \text{ KgF}$

$$M_{ux} = 641,84 \text{ KgF}$$

$$M_{uy} = 503,87 \text{ KgF}$$

$$M_r = \sqrt{503,87^2 + 641,84^2} = 815,99 \text{ KgF} \cdot m$$

Eco
60xx60

- Area

$$A = \frac{P}{\phi \cdot F_y} = \frac{5700}{0,90 (3515)} = 1,80 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 0,90$$

- Radio de Giro

$$L = 2,85 \text{ cm} \quad K = 1,20$$

$$r = \frac{R \cdot L}{200} = \frac{1,20 (285)}{200} = 1,71 \text{ cm}$$

- Diseño a Flexión

$$S_x = \frac{M_u}{\phi \cdot F_y \cdot \alpha} = \frac{815,99 \times 10^2}{0,90 (3515)} = 25,79 \text{ cm}^3$$

$$\alpha = 1,25 \quad \phi = 0,90$$

Usar Eco 100x100 ¡Controla!

- Verificación a Flexocompresión

Del cálculo anterior tenemos que:

$$\phi N_t = 24683,78 \text{ KgF}$$

$$\phi M_n = 1384,82 \text{ KgF} \cdot m$$

$$\frac{N_u}{\phi N_t} = \frac{5700}{24683,78} = 0,23 > 0,20$$

$$\frac{N_u}{\phi N_t} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{\phi N_t} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1$$

$$\frac{5700}{24683,78} + \frac{8}{9} \frac{641,84}{1384,82} + \frac{503,87}{1384,82} = 0,965 < 1$$

- ✓ Diseño de los elementos de la cercha a compresión

Un= 5000 KgF

- Área del Perfil

$$A = \frac{P}{\phi \cdot Fy} = \frac{5000}{0,90 (3515)} = 1,58 \text{ cm}^2$$

- Radio de Giro

$$K= 1,20 \quad L=142 \text{ cm}$$

$$r = \frac{K \cdot L}{200} = \frac{1,20 (142)}{200} = 0,852 \text{ cm}$$

- ✓ Diseño de elementos a tensión

- Área

$$A = \frac{Pu}{\phi \cdot Fy} = \frac{13700}{0,90 (3515)} = 4,33 \text{ cm}^2 \quad \text{Eco. } 80 \times 40$$

- Diseño de estructura de techo de la casa 2 y 3.

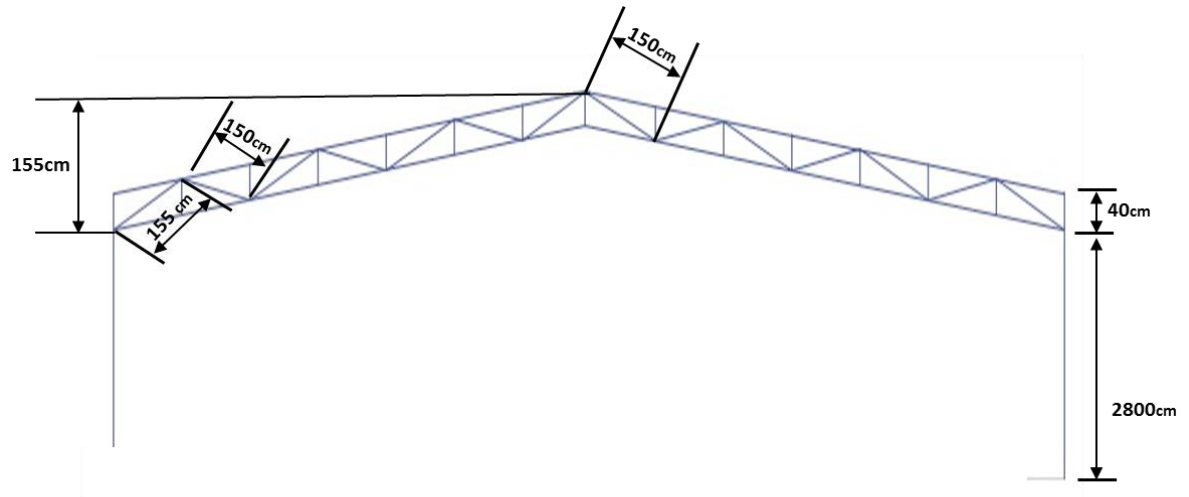


Figura 44: Dimensiones de la estructura de techo de la casa 2 y 3. Fuente: Autor (2016)

- ✓ Diseño de Columnas

- Diseño a compresión

$$U_n = 7200 \text{ KgF}$$

$$M_{ux} = 19000 \text{ KgF}$$

$$M_{uy} = 968 \text{ KgF}$$

$$M_r = \sqrt{19000^2 + 968^2} = 19024,64 \text{ KgF} * m$$

- Diseño por Flexión

$$S_x = \frac{M_u}{\phi \cdot F_y \cdot \alpha} = \frac{19024,64 \times 10^2}{0,90 (3515)(1,25)} = 481,1 \text{ cm}^3$$

$$\alpha = 1,25 \quad \phi = 0,90$$

Eco. 220x220

- Capacidad a Compresión.

- Estado de Trabajo

$$K = 1,00 \quad L = 280 \text{ cm}$$

$$\lambda_c = \frac{K \cdot L}{r \cdot \pi} \cdot \frac{\overline{Fy}}{E} = \frac{1,00 \cdot 280}{8,52 \cdot \pi} \cdot \frac{3515}{2,1 \times 10^6} = 0,428 < 1,5$$

Dominio Inelástico

- Esfuerzo a compresión en PF – Dominio Inelástico

$$F_{cr} = Fy \cdot 0,658 \lambda_c^2 = 3515 \cdot 0,658^{0,428^2} = 3255,57 \text{ KgF/cm}^2$$

- Resistencia a compresión en PF

$$\phi N_t = \phi \cdot A \cdot F_{cr} = 0,90 \cdot 73,18 \cdot 3255,57 = 214418,35 \text{ KgF}$$

- Verificación de resistencia a flexión.

$$\phi M_n = \phi \cdot Fy \cdot \alpha \cdot S_x = 0,90 \cdot 3515 \cdot 1,25 \cdot 483,39$$

$$= 1911505,33 \text{ KgF} \cdot m \approx 19115,05 \text{ KgF} \cdot cm$$

$$\phi: 0,90 \quad \alpha = 1,25$$

- Verificación a Flexocompresión.

$$\frac{Nu}{2 \cdot \phi N_t} = \frac{7200}{214418,35} = 0,036 < 0,20$$

$$\frac{Nu}{2 \cdot \phi N_t} + \left(\frac{Mux}{\phi Mnx} + \frac{Muy}{\phi Mny} \right) \leq 1,00$$

$$\frac{72000}{2(214418,35)} + \frac{19000}{19115,05} + \frac{968}{19115,05} = 1,06 > 1,00$$

Falla

Usar en cambio Eco 260x260

- **Diseño del cordón inferior de la casa 2 y 3**

- Diseño por tensión
 - Área requerida

$$A = \frac{Pu}{\phi \cdot Fy} = \frac{51100}{(0,90)(3515)} = 16,15 \text{ cm}^2$$

Eco 180x65

- Diseño por flexión

$$Sx = \frac{Mu}{\phi \cdot Fy \cdot \alpha} = \frac{1200 \times 10^2}{(0,90)(3515)(1,25)} = 30,35 \text{ cm}^3$$

$\phi: 0,90$ $\alpha = 1,25$ Eco 180x65 Apropriado

- **Diseño de Montantes y Diagonales**

- Diseño por compresión

$$Nu = 20000 \text{ KgF}$$

Usar Eco120x60

- Área

$$A = \frac{P}{\phi \cdot Fy} = \frac{20000}{(0,90)(3515)} = 6,32 \text{ cm}^2$$
- Radio de Giro

$$L = 155 \text{ cm} \quad K = 1,20$$

$$r = \frac{K \cdot L}{200} = \frac{(1,20)(155)}{200} = 0,93 \text{ cm}$$

- Diseño por Tensión

$$Pu = 19000 \text{ KgF}$$

- Área requerida

$$A = \frac{Pu}{\phi \cdot Fy} = \frac{19000}{(0,90)(3515)} = 6,01 \text{ cm}^2$$

Usar Eco 120x60

4.3.7 Configuración de Fundaciones aisladas en SAFE

Una vez que se generó el cálculo estático y dinámico de las estructuras, se crearon las zapatas en el programa ETABS, que luego se importó en el programa SAFE donde se procedió al diseño de las zapatas. Seguidamente se definió el material en este caso concreto de 250 kg/cm^2 , utilizando esta cantidad como un valor estándar.

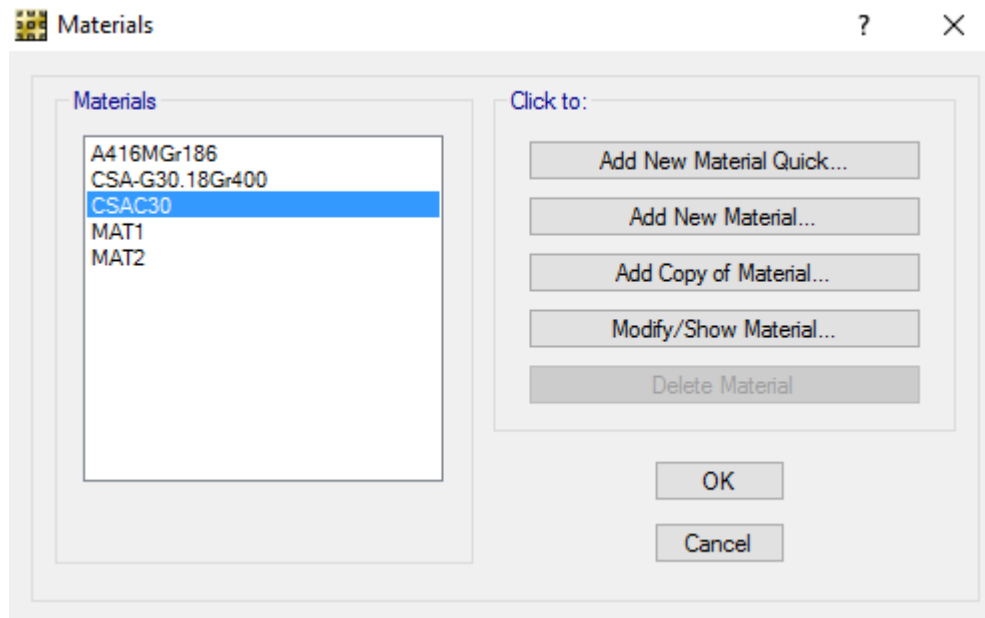


Figura 45: Especificación del concreto con resistencia de 250 Kgr/cm² de zapatas aisladas.

Fuente: Autor (2016).

Se agregaron especificaciones del pedestal en este caso posee 40 cm X 40 cm, creando así una nueva posesión en la que se ajustaron a las dimensiones del modelo anteriormente definido como se observa en la siguiente figura.

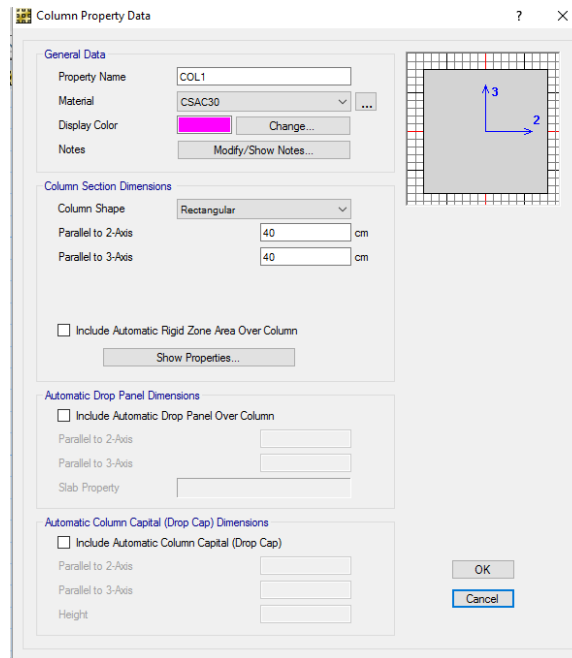


Figura 46: Especificación del pedestal de zapatas aisladas. Fuente: Autor (2016).

Para las propiedades del suelo se estableció el subgrade modulus con el valor $1 \times 10^3 \text{kg/cm}^3$ asociada a la rigidez del terreno como se muestra en la siguiente figura.

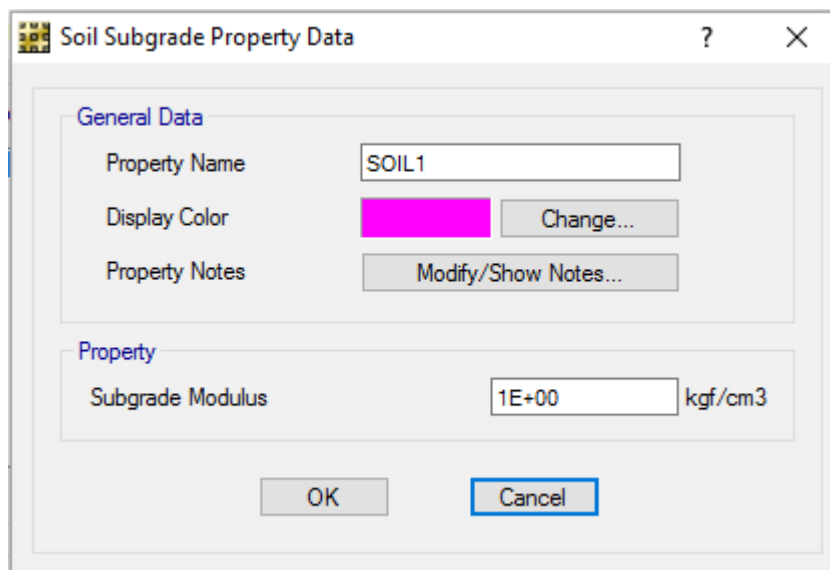


Figura 47: Módulo de Balasto. Fuente: Autor (2016).

Con esta opción se generó 3 combinaciones de cargas S, Qservicio+s y Qservicio+w, para cada una de las combinaciones, como se muestra en la figura.

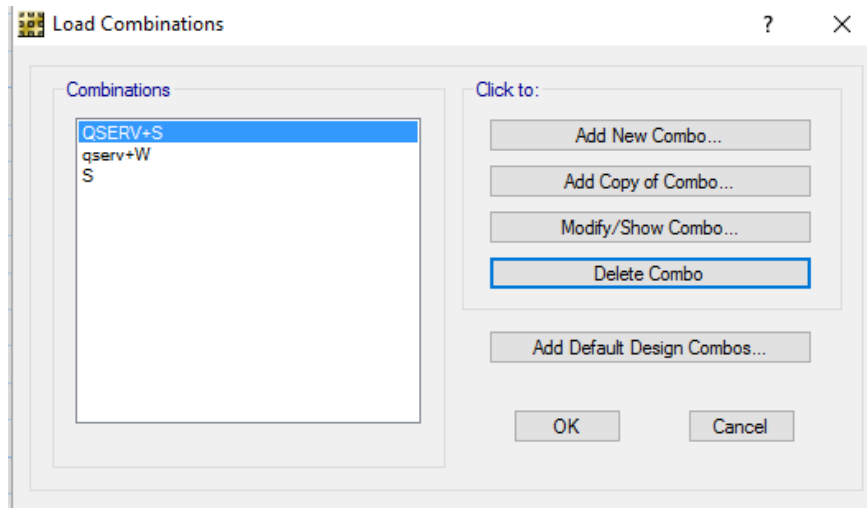


Figura 48: Combinaciones de Carga de zapatas aisladas. Fuente: Autor (2016).

En el comando Draw column se especificó la altura del pedestal 120 cm, Para colocarle área tributaria a calcular de losa de fundación se marcó Strip Layer se procedió a seleccionar la letra A para dibujar en el eje X y B en el eje Y como se observa en la figura 46.

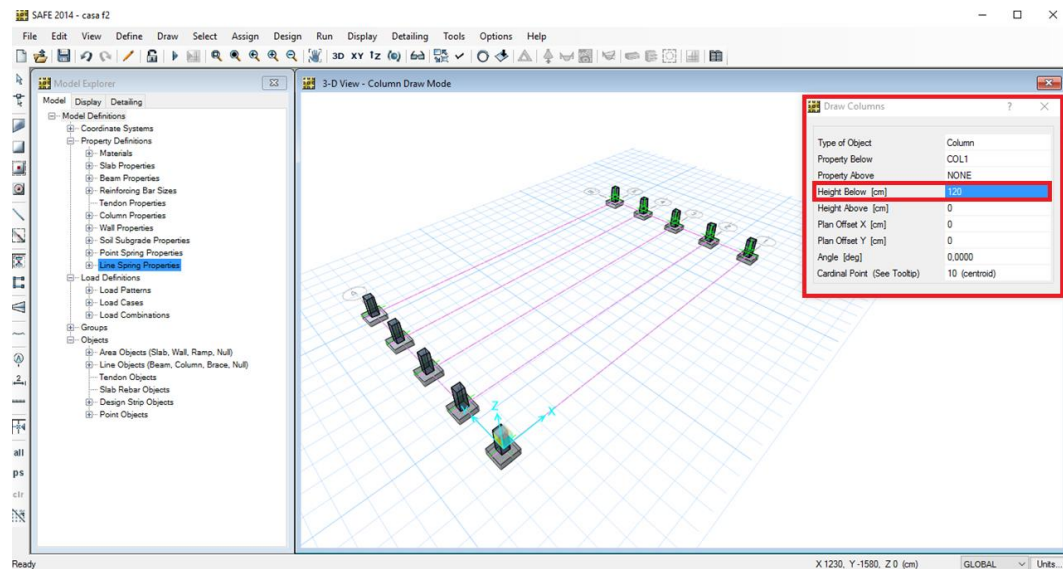


Figura 49: Especificación de la altura del pedestal de zapatas aisladas. Fuente: Autor (2016).

- **Corrida del programa SAFE**

Una vez diseñado el modelo estructural se derivó a seleccionar Run Analisis & Desing para verificar el compromiso y las restricciones generadas por las combinaciones de carga tanto para las Zapatas Aisladas, como para la Losa de Fundación. Este programa creo reportes para la Zapata aisladas y Losa de Fundación donde especifica la definición del modelo, asignaciones del modelo, cargas asignadas y análisis de resultado. (Ver anexos)

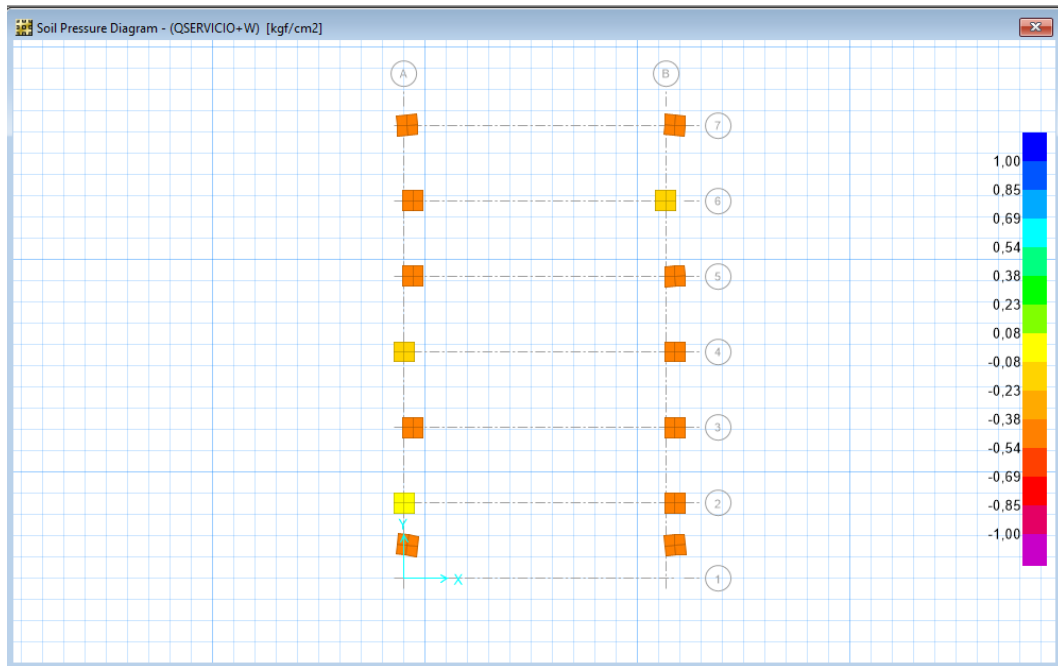


Figura 50: Diagrama de suelo para la carga QSERVICIO-W fundaciones aisladas.
Fuente: Autor (2016).

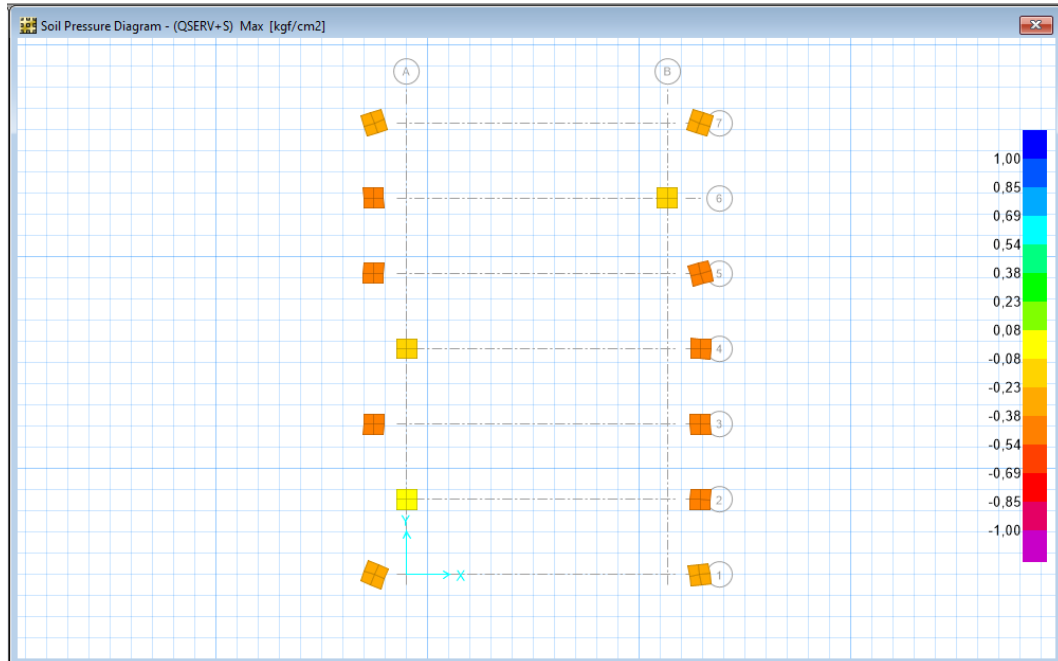


Figura 51: Diagrama de suelo para la carga QSERVICIO-S fundaciones aisladas.
Fuente: Autor (2016).

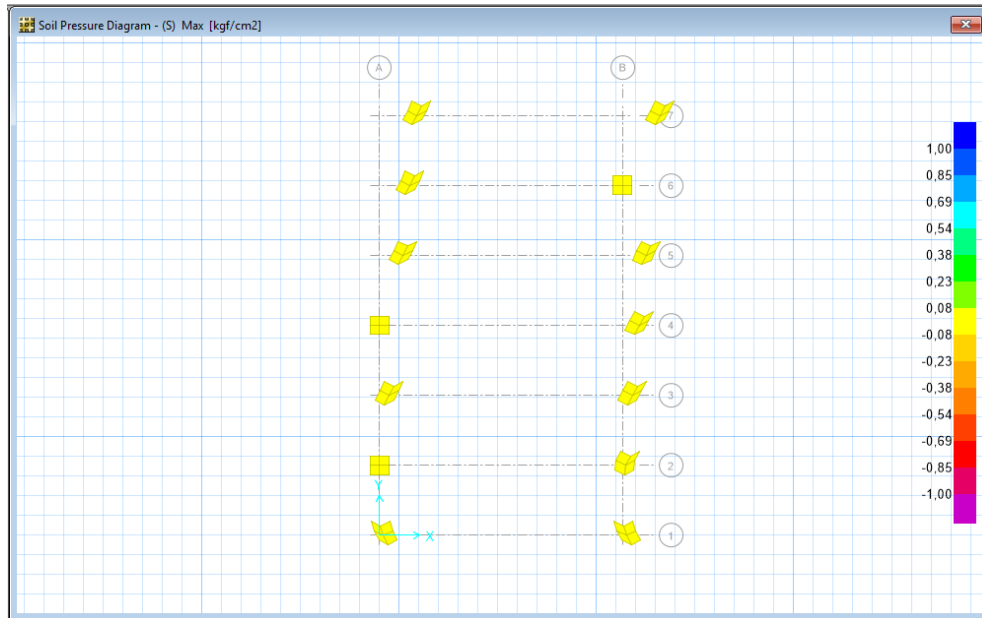


Figura 52: Diagrama de suelo para la carga S fundaciones aisladas. Fuente: Autor (2016).

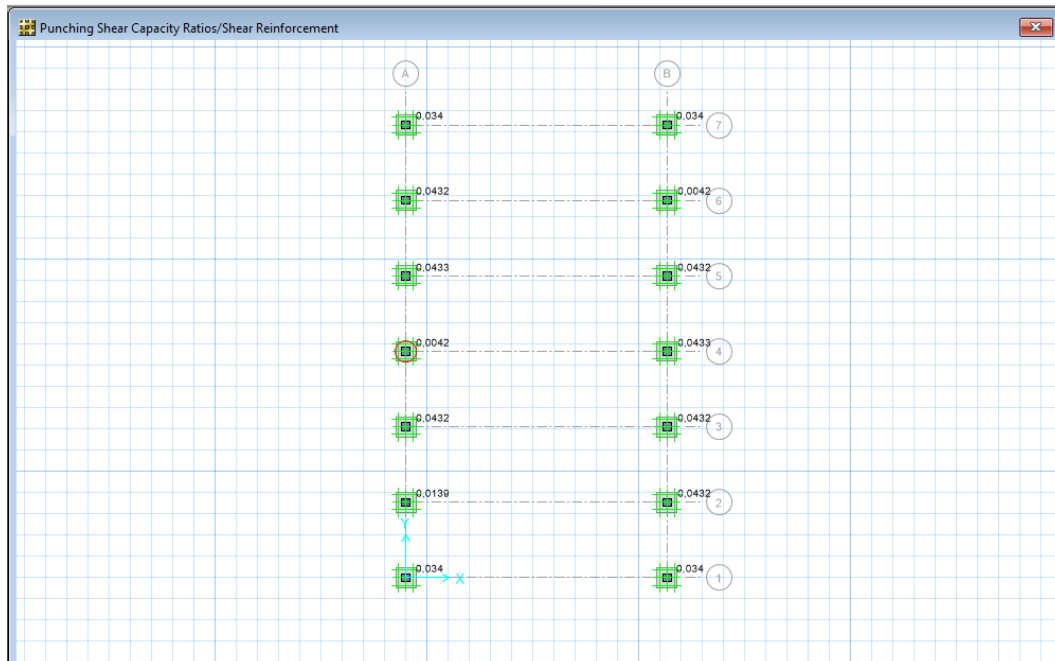


Figura 53: Verificación de punzonado fundaciones aisladas. Fuente: Autor (2016)..

4.4 Presentación de Alternativa de Rehabilitación Estructural de las Instalaciones del Campo Residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco

El diseño estructural se realizó de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse. el diseño estructural obtiene un rendimiento equilibrado entre la parte rígida y plástica de los elementos.

En la elaboración de esta propuesta hacia una alternativa de rehabilitación, se dio a conocer que si es factible la exo- estructura, ya que la intervención de albañilería directa seria en un periodo más largo de tiempo y un costo más elevado.

Cabe destacar que con dicho estudio se determinó que la construcción de la exo-estructura es la alternativa más viable para la rehabilitación estructural a menor costo y tiempo para que estas sean rehabilitadas inmediatamente, pudiéndose ejecutar dicho proyecto a futuro. Este sentido se constituyó la alternativa de rehabilitación de las instalaciones del campo residencial turpial de PDVSA Gas Anaco.

4.6 Planos e Ingeniería de Detalles correspondientes, empleando el Software AutoCAD 2015

En la época actual nos encontramos colmados con nuevos sistemas constructivos, materiales, programas de tecnología que nos facilitan muchos aspectos inmersos en el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, al tratar a cada proyecto como lo que fue creado "una idea personal" se cae en cuenta de que es factible ofrecer la solución más sensata para la satisfacción del usuario.

Al momento de realizar el estudio se desarrolló la ingeniería básica tomándose en consideración todas las características físicas de las edificaciones existentes en el campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, en donde fueron plasmadas en el software Autocad 2015, logrando así los siguientes planos: plano de planta de techo, plano de planta de fundación y pórticos, plano de planta de vigado de techo así como también el plano de demolición donde se especifica que la estructura debe ser rehabilitada y ser removidos algunos elementos que lo conforman.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La búsqueda de información sobre el comportamiento de estructuras de casas-oficinas permitió tener un amplio conocimiento acerca de este tipo de instalaciones, con lo cual se pudo determinar las fallas de la misma así como sus patologías correspondientes y proponer soluciones ante la problemática que aqueja la propiedad del campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco.
- Se realizó un levantamiento planialtimétrico objeto de estudio para conocer información de la estructura, y obtener una visión más amplia de la situación actual de las estructuras existentes.
- Se evaluó estática y dinámicamente cada una de la exoestructuras diseñadas de las estructuras existentes en el programa ETABS, para su estudio fue absolutamente necesario darle fiel cumplimiento a una serie de criterios y acciones especificadas en las normas al momento diseñar una obra.
- Se propone un modelo de rehabilitación estructural de techo para edificaciones del campo residencial Turpial de PDVSA Gas Anaco, en donde se pretende que durante la construcción de esta estructura externa, la casa no sea modificada, únicamente tendría el reemplazo de su techo.
- Con la elaboración de los planos e ingeniería de detalles presentados de la estructura existente con el software Autocad 2015 se pudo especificar cada detalle en las instalaciones actuales además de los

elementos que serán removidos y modificados al aplicar esta propuesta.

5.2. Recomendaciones

- Emplear la propuesta con la finalidad de darle solución a la problemática que presenta la empresa, de esta manera lograr brindarles a los trabajadores un espacio digno de trabajo y evitar así el conglomerado dentro de otras casas de oficina.
- Acordar el cambio de techo en las casas estudiadas, ya que bajo las especificaciones descritas en este proyecto si cumplen las normas venezolanas y reúne las condiciones requeridas, que se necesitan para el desarrollo de la misma.
- Al momento de elaborar las modificaciones en las instalaciones existentes, es de vital importancia y absolutamente necesario contar con una inspección seria, responsable, capaz de hacer cumplir las normas y especificaciones existentes en el campo de la construcción de obras civiles.
- Respetar los medios de diseño contemplados en los planos y especificaciones del proyecto al momento de diseñar el modelado estructural, con el fin de evitar en un futuro, fallas técnicas o lesiones originadas por errores constructivos durante la ejecución del reforzamiento

BIBLIOGRAFÍA

- Arnal, E., & Eudio, O. (1976). *Diseño Antisismico de Edificaciones*. Caracas, Venezuela: Primera Edicion. Ediciones de la Universidad Central de Venezuela.
- Arnal, E., & Eudio, O. (1976). *Diseño Antisismico de Edificios. Primera Edicion*. Caracas: Ediciones de la Universidad Central de Venezuela.
- Bozzo, L., & Alex., B. (2000). *Diseño Sismorresistente de edificios*. Barcelona - España: REVERTE.
- Castillo, M., & Palencia, C. (2012). *Prediseño estructural de viviendas unifamiliares de interes social con el sistema tradicional de concreto armado y con el sistema estructural de acero*. Maracaibo, (Venezuela).
- Chang, R. y Niedzwiecki, M. (1994). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad*. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A.
- Covenin-Mindur, 1.-8. (2006). *Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones, Análisis y Diseño*.
- Covenin-Mindur, 2.-8. (2002). *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*. Venezuela.
- (s.f.). *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones. Covenin-Mindur 2002-88*.
- (2001). *Edificaciones Sismorresistentes. Covenin-Mindur-Funvisis 1756-98* .
- Epelboim, S., & Arnal, E. (2003). *Manual para el Proyecto de Estructuras de Concreto Armado para Edificaciones (Aplicacion de la Norma Edificaciones Sismorresistentes. Covenin-Mindur-Funvisis 1756-98) Tercera edicion*. Caracas: Minfra.
- (s.f.). *Estructura de Concreto Armado para Edificaciones. Analisis y Diseño. Covenin-Mindur 1753-85*.
- Fratelli, M. (1985). *Muros, Suelos y Fundaciones. 1ra edicion*. . Caracas: Ediciones de la Universidad Central de Venezuela.

- Fratelli, M. (2003). *Diseño Sismorresistente Actualización 1756-98*. Caracas: Segunda Edición. Ediciones de la Universidad Central de Venezuela.
- Fratelli, M. (2003). *Diseño Sismorresistente. Actualización 1756-98. 2da edición*. Caracas: Ediciones de la Universidad Central de Venezuela.
- García, & A. (1990). *Proyecto de Estructura e Instalaciones para la sede del cuerpo de bomberos de CORPOVEN, S.A. Monagas*. Barcelona: Universidad de Oriente.
- Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Córdoba - Argentina: Editorial Brujas
- Gonzalez, M. (1994). *Edificio de Aulas-Talleres y Oficinas para la sección Educación y Entretenimiento-Recursos Humanos*. Barcelona: Universidad de Oriente.
- Gonzalez, O., Touza, M., & Pedras, X. (2008). *PATOLOGIA DA MADEIRA ESTRUTURAL*. Galicia: CIS Madeira.
- Hurtado, J. (2007). *El proyecto de investigación: metodología de la investigación holística*. Caracas: Quirón.
- Leyton, A., Galvis, J., Reyes, I., Sarria, P., & Chamorro, D. (2014). *PATOLOGIAS DE LAS ESTRUCTURAS DEL CONCRETO Y ESTRUCTURAS METALICAS*. Santiago de Cali.
- Leyton, A., Juan, G., & Reyes, I. (2014). *Patologías de las estructuras del Concreto y Estructuras Metalicas*. Santiago de Cali.
- Lopez, L. (1990). *Intslaciones Sanitarias en los Edificios*. . Maracay: Edición de Prueba.
- Malhotra, N. (2004). *Investigación de Mercados (4a. ed.)* México: Pearson Education.
- Martinez, J. (2004). *"Proyecto estructural y sanitario de la ampliación de la escuela de formación de oficiales de la fuerza armada de cooperación y academia militar de Venezuela en fuerte tiuna distrito capital"*. Barcelona - Venezuela.

- Mondy, W. y Noe, R. (2005). *Administración de recursos humanos* (9a. ed.). México: Pearson Education.
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la investigación*. Mexico: Quintana.
- Ruiz, J. (2013). *proyecto de rehabilitacion y adaptacion al c.t.e. de edificio de fomento*. merida (Venezuela).
- Sainz de Vicuña, J. M. (2003). *El plan estratégico en la práctica*. Madrid: ESIC.
- Sanchez y Sanchez. (2012). Proyecto básico y de ejecución de rehabilitación de edificios de viviendas del conjunto residencial Coral de la Ciudad de Coro estado Falcon (Venezuela).
- Torres, C., & Díaz, C. (2010). *Técnicas de Intervención para la recuperación de los sistemas constructivos en los edificios de viviendas en el Centro Histórico de Barcelona*. Barcelona (España).
- Turbio., S. d. (2002). *Detallado de Elementos de Concreto Armado. Cuaderno informativo Nº 6*. Caracas: Siderurgica del Turbio.
- Zorita, H. (2004). *Manual didáctico de Estructuras II*. Colombia: California Editores.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

TÍTULO	PROYECTO ESTRUCTURAL MODELO PARA REHABILITACION DE OFICINAS EN CAMPO RESIDENCIAL TURPIAL DE PDVSA GAS ANACO
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Jiménez Hernández, Orlando José.	CVLAC: V 19.984.228 E MAIL: dnalroj@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

Rehabilitación.

Estructura.

Patologías estructurales.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUB ÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

RESUMEN (ABSTRACT):

La presente investigación tiene como finalidad la elaboración de un proyecto estructural modelo para rehabilitación de oficinas en campo residencial turpial de PDVSA Gas Anaco. Aplicada una estructura metodológica conjunta con un tipo de investigación proyecto factible, cuyo diseño fue de campo; utilizando para ello diversas técnicas de recolección de datos entre las que se pueden citar la revisión bibliográfica, entrevistas no estructuradas y observación directa. Con el propósito de obtener los datos precisos fue necesario diagnosticar la situación actual para realizar la elaboración de la planialtimetría, donde se logró conocer las condiciones actuales de las estructuras, el análisis dinámico y estático de toda la instalación, presentando así alternativas de rehabilitación, diseñando los planos de ingeniería de detalles y el informe técnico formal para lograr el alcance, logrando así la factibilidad de dicha propuesta en estudio.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS (X)	TU	JU
Martínez Guerra, Jhonatan Alex	CVLAC:	V- 15.376.400			
	E_MAIL	ingmartinezgj@gmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS (X)	TU	JU
Echenique Rojas, Jheancermhis Del Valle	CVLAC:	V- 14.693.862			
	E_MAIL	carmen017@gmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU (X)	JU
González Hernández, Anabel Yoedelin	CVLAC:	V – 16.573.233			
	E_MAIL	anabelyoedelin@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU (X)
González Velásquez, Jossmen Jesús	CVLAC:	V – 17.786.429			
	E_MAIL	jossmeng@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU (X)

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2016	10	05
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. PROYECTO ESTRUCTURAL MODELO PARA REHABILITACION DE OFICINAS EN CAMPO RESIDENCIAL TURPIAL DE PDVSA GAS ANACO.doc.	Aplicación/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I
J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y
z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL:

(OPCIONAL).

TEMPORAL:

(OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN: Universidad de Oriente / Extensión Cantaura



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda "SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009".

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR Martínez

FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNDELL
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Teléf: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo”

Jiménez H. Orlando J.

AUTOR

Prof. Martínez Jhonatan

TUTOR

Prof. González Anabel

JURADO

Prof. González Jossmen

JURADO

Prof. Loaiza Ramón

POR LA COMISIÓN DE TRABAJO DE GRADO