

**Estudio patológico y de vulnerabilidad sísmica del edificio de oficinas ADS Pharma en la
ciudad de Bogotá**

I.C Wilson Alberto Carranza Trujillo

Trabajo Profesional Integrado I – TPI

Universidad Santo Tomas

Especialización Patología de la Construcción

Bogotá

2022

Contenido

Introducción	8
1. Planteamiento del problema y justificación	9
1.1 Descripción del problema.....	9
1.2 Justificación.....	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4 Alcances y limitaciones.....	12
2. Marco Referencial.....	13
2.1 Marco Conceptual	13
2.1.1 Ensayos sobre el material	16
2.1.2 Ensayos destructivos.....	16
2.1.3 Ensayos no destructivos.....	16
2.1.4 Lesiones de origen físico-mecánico	19
2.1.5 Cambios térmicos e incendios	20
2.2 Marco Legal	20
2.3 Marco Histórico.....	21
3. Metodología	23
3.1 Descripción del paciente.	23
3.2 Inspección del Paciente	24
3.3 Datos de entrada.	25
3.4 Historia Clínica	26

3.4.1 Estudio de la Estructura	26
3.4.2 Información del Paciente	26
3.4.3 Especificaciones constructivas.	27
3.4.4 Patologías específicas	27
3.4.5 Datos generales del entorno.....	37
3.4.6 Revisión de cimentación.....	37
3.5 Ensayos no destructivos	40
4. Vulnerabilidad sísmica.....	42
4.1 Caracterización de Suelo	42
4.2 Sismicidad	46
4.3 Matriz de vulnerabilidad sísmica	47
4.4 Revisión de Diseños	49
4.4.1 Avalúo de Cargas.....	49
5. Presupuesto Patológico	58
5.1 Presupuesta de Intervención.....	60
6. Conclusiones	61
Referencias.....	63
Apéndices.....	64

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Localización ADS PHARMA, Barrio Morato Localidad 11 de Suba.</i>	27
Figura 2. <i>Soldadura no uniforme Viga perforada</i>	28
Figura 3. <i>Viga perforada</i>	29
Figura 4. <i>Conexión de vigueta</i>	29
Figura 5. <i>Empalme de columnas</i>	30
Figura 6. <i>Empalme de columna A</i>	30
Figura 7. <i>Empalme de columna B</i>	30
Figura 8. <i>Conexiones resistentes</i>	31
Figura 9 <i>Mínima tensión de instalación de los pernos</i>	31
Figura 10. <i>Cambios en la estructura</i>	32
Figura 11. <i>Ficha de inspección A</i>	33
Figura 12. <i>Ficha de inspección B</i>	34
Figura 13. <i>Ficha de inspección C</i>	35
Figura 14. <i>Zapatas</i>	38
Figura 15. <i>Vigas de amarre A</i>	38
Figura 16. <i>Vigas amarre</i>	39
Figura 17. <i>Fractura de vértices de pedestales en concreto.</i>	40
Figura 18. <i>Soldaduras en placa bases de columna rechazadas, Para ser reprocesadas.</i>	41
Figura 19. <i>Procesos de soldadura en placas extremo de vigas reprocesadas y validadas</i>	41
Figura 20. <i>Mapa actualizado de zonificación geotécnica</i>	43
Figura 21. <i>Esquema geotécnico típico de una sección este- oeste entre Cl13 a Cl 127 aprox ...</i>	44
Figura 22. <i>Índice de Riesgo Total (por Sismo) RT</i>	45

Figura 23. <i>Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y de A_v</i>	46
Figura 24. <i>Evaluación de cargas (capítulo B-NSR-10)</i>	50
Figura 25. <i>Cargas vivas mínimas en cubiertas</i>	51
Figura 26. <i>Factores de reducción de R_o</i>	52
Figura 27. <i>Cargas Reales bajantes a cimentación</i>	53
Figura 28. <i>Ejes secciones y perfiles columnaS HEA240</i>	56
Figura 29. <i>Vigas principales IPE 240</i>	57
Figura 30. <i>Viguetas de entrepiso IPE 180</i>	57
Figura 31. <i>Riostras IPE 120</i>	58
Figura 32. <i>Presupuesto patológico</i>	59
Figura 33. <i>Presupuesto y cantidades de obra</i>	60

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Marco Legal</i>	20
Tabla 2. <i>Procedimiento metodológico</i>	24
Tabla 3. <i>Parámetros climáticos promedio de Aeropuerto Internacional El Dorado, Bogotá</i> <i>(1987-2020)</i>	36

Lista de Apéndices

Apéndice A. Modelamiento.....	64
--------------------------------------	-----------

Introducción

En el campo de las estructuras en metal se pueden presentar falencias de aplicabilidad de la normatividad vigente tanto en el diseño, en el cálculo y en la ejecución de montajes, lo cual llama la atención ya que se podría desconocer la responsabilidad social en función de un bien colectivo, como principio de servir y cumplir a cabalidad los conceptos y desarrollos en la configuración del empleo de materiales metálicos y su posterior ensamblaje.

En razón a lo anteriormente citado, este trabajo presenta el seguimiento de una obra ejecutada en el barrio Morato de la ciudad de Bogotá D.C., capital de la República de Colombia, más específicamente la estructura metálica para las oficinas ADS Pharma, en donde se ejecutó este procedimiento y en donde afortunadamente se cumplió al llamado por parte de los dueños del proyecto para el seguimiento y control respectivos. Allí se evidencia las falencias en los cálculos, el diseño, las especificaciones de materiales y los procesos constructivos, que permiten enseñar las lesiones y anomalías que se determinaron y que pudieron corregirse de forma idónea para finalizar acertadamente el proyecto.

Es de vital importancia tener la claridad sobre los tipos de falencias y los tipos de patologías, con tan solo la inspección visual detallada de la estructura en mención y así determinar las patologías tanto primarias como secundarias y su respectiva concepción para encontrar soluciones propias ante problemáticas como estas.

De la misma manera, se hace necesario señalar que el tener amplio conocimiento de los cálculos existentes para realizar una evaluación del diseño y de la verdadera interpretación de la concepción estructural con énfasis en estructura metálica, permite generar una total auscultación del proceso constructivo en que se haya avanzado, como también favorece el desarrollo de

ensayos no destructivos que confirmen la calidad tanto de las soldaduras como de las conexiones entre los elementos garantizando así un proceso seguro y de durabilidad.

El presente trabajo de investigación detalla toda la información relacionada con la identificación de las patologías estructurales más recurrentes que se presentan en el uso y montaje de las estructuras metálicas. Este documento se estructura en cuatro capítulos: 1o. En dónde se presenta el planteamiento del problema seguido de la justificación, los objetivos: general y específicos y los alcances y limitaciones. En el 2do capítulo se desarrolla el marco referencial, allí se encuentra el marco conceptual con un glosario técnico con los términos más relevantes para esta investigación, el marco legal y el marco histórico.

En el 3er apartado se realiza un análisis comparativo del modelamiento existente y el generado desde esta investigación y por último en el capítulo 4to se presentan las conclusiones de la investigación y las recomendaciones para la intervención o el mantenimiento óptimo de las estructuras en ADS Pharma.

A través de esta investigación se pretende identificar si la estructura cumple y se desarrolla bajo los parámetros y normatividad sismo resistente de la NRS-10 Título F y las especificaciones del concreto de acuerdo con pruebas y ensayos, confirmando las especificaciones de diseño.

1. Planteamiento del problema y justificación

1.1 Descripción del problema

Para analizar una estructura metálica es de vital importancia la revisión del diseño, al respecto se consideró, por parte del grupo ADS Pharma, el llamado de verificación ante las inconsistencias técnicas del montaje y, dando cuenta de que el diseñador no cumplía con el Marco

Legal dictado por la normatividad colombiana, se consideró pertinente tomar modelamientos existentes y auscultación del montaje que se desarrolla, lo que implicó realizar un estudio de patología que permitiera detectar las causas e identificar el tipo de daño presente en la estructura.

ADS Pharma es una oficina y un establecimiento de acopio farmacéutico de uso industrial, en donde es indispensable la adecuada circulación del personal y contar con condiciones estructurales seguras, que garanticen un comportamiento adecuado ante la ocurrencia de cualquier eventualidad. No obstante, la salud y el bienestar de sus funcionarios pueden verse seriamente comprometidos ante un acontecimiento de daños severos e incluso es posible el colapso de la estructura como consecuencia de su condición patológica.

Esta condición patológica lleva, en primera medida, a que se revise el diseño bajo las prestaciones determinadas por el diseñador, se examinará además su condición de desarrollo ante eventos sísmicos y las condiciones del conocimiento estructural a que haya lugar, del mismo modo que el proceso constructivo que se está llevando a cabo y las falencias, como cálculo, que desencadenan en patologías y conllevan a un proceso de rehabilitación que disminuye tanto la vida útil del proyecto como su vida de servicio. En este proceso es fundamental la inspección visual que permite apreciar en detalle las lesiones primarias relevantes para la estructura y su adecuada funcionalidad.

1.2 Justificación

A través de esta investigación se pretende identificar si la estructura cumple y se desarrolla bajo los parámetros y normatividad sismo resistente de la NRS-10 Título F y las especificaciones del concreto de acuerdo con pruebas y ensayos, confirmando las especificaciones de diseño.

Esta investigación cobra relevancia en la medida que la empresa ADS Pharma requiere con urgencia que desaparezca cualquier riesgo inminente en la ampliación de su sede, no solo para evitar un desastre social y económico, sino porque siendo esta empresa una líder de la producción y distribución de medicamentos no puede parar sus procesos comerciales y menos aún en los tiempos actuales de pandemia, cuando la población local y nacional requiere de un buen abastecimiento de los mismos.

Con esta investigación se verá beneficiada la empresa ADS Pharma, pues con el diagnóstico elaborado por el equipo investigativo se comprueban sus sospechas del mal manejo que se está llevando en la obra, además con el levantamiento de las recomendaciones se espera poder corregir oportunamente las falencias y errores hasta ahora detectados, de manera que sea posible concluir la obra de ampliación de forma correcta respetando la normativa colombiana sobre las obras con carácter antisísmico.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar una intervención general del diseño en los procesos de ejecución, fabricación y montaje de la estructura metálica del Proyecto ADS Pharma, para determinar la patología que presenta la estructura y ofrecer las alternativas necesarias.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar revisión a los diseños, cálculos estructurales y especificaciones de materiales presentados por el contratista previo a la ejecución.

Realizar revisión a los procesos de fabricación y montaje en las que se encuentre en estos momentos el proyecto.

Evaluar las condiciones de cada proceso a través de un diagnóstico de las posibles causas de problemas o el no cumplimiento del diseño estructural.

Proponer soluciones a problemas o alternativas de solución a los inconvenientes o riesgos estructurales detectados.

Recomendar los procesos alternativos de evaluación estructural que sean requeridos para los procesos en ejecución.

1.4 Alcances y limitaciones

El alcance del diagnóstico es determinar las patologías que presenta la estructura del edificio ADS PHARMA de Bogotá -Colombia conforme a la metodología vista en el transcurso de la especialización y así presentar a los interesados las respectivas propuestas de intervención, verificando la vulnerabilidad sísmica y su comparación con los diseños y su proceso en el montaje.

Es necesario reconocer el aval de los encargados de la obra, quienes ofrecen toda la autonomía al equipo investigador a la hora de analizar y evaluar la estructura, en la toma de ensayos y a todo aquello a lo que hubiera lugar para generar un concepto, un diagnóstico certero. A la vez que facilitaron toda la información en cuanto al diseño y a los planos entregados por el ingeniero diseñador, los propietarios en una inspección visual notaron una serie de errores constructivos en el desarrollo de la misma y con el propósito de corroborar, asumieron convalidar conceptos técnicos y procesos idóneos para garantizar la durabilidad de la estructura, donde se logra reafirmar que sí es necesario contar con un grupo interdisciplinario para impedir un gran conflicto.

Adicionalmente, se puede mencionar que esta investigación llega hasta el trabajo conjunto de diagnóstico de la estructura y la entrega de recomendaciones, pero en ningún momento se busca realizar intervención de ningún tipo.

Entre las limitaciones se puede decir que el diagnóstico se llevó a cabo para revisar el avance de la cimentación y la disposición en puntos de difícil acceso e increíblemente de la carencia de un estudio de suelos, conllevó a un atraso en el análisis de capacidad portante y lógicamente el cronograma de obra, lo que aumentó el trabajo inicialmente pactado.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Conceptual

A continuación se desarrollan los términos clave para el desarrollo y sustento de esta investigación.

En cualquier tipo de construcción es fundamental, no solo su diseño, sino la escogencia y la utilización del material adecuado, según su uso y la ubicación del proyecto, por ejemplo.

En este orden de ideas: El acero es uno de los materiales de mayor uso en las construcciones “tanto en las estructuras existentes, como en aquellas que son empleadas como labores de refuerzo, ya sea utilizando presillas, platabandas o cartelas, o en los elementos armados” (Rehabilitación de estructuras existentes, s.f, p. 157). Así mismo, existen diversos tipos de acero: el acero laminado en caliente; que puede ser soldable y que no resiste los avatares de la corrosión, y el acero especial; que resulta apto para las construcciones soldadas y el acero autopatinable que tiene una mayor resistencia a la corrosión.

Patología y rehabilitación de estructuras *Evaluación estructural*.

Dicha evaluación tiene como propósito, tanto la comprobación de la estructura como de su funcionalidad, como la seguridad de la misma, generalmente se realiza a través de comprobaciones numéricas partiendo de un modelo realista que fije el comportamiento de la estructura considerando las cargas que se cree que actuarán.

Cuando se tiene acceso a la documentación del proyecto como la memoria y/o los planos se procede a la verificación “in situ” de la estructura real y la documentación disponible y así elaborar un diagnóstico del estado de la misma. Sin embargo, cuando no se tiene acceso a la información del Proyecto, la debida caracterización del mismo puede complejizarse, pues sería necesario llevar a cabo estudios y ensayos que favorezcan la obtención de toda la información requerida para la debida evaluación tanto del estado actual de la estructura como de las medidas a tomar frente a la misma.

De otra parte, es conveniente señalar que los trabajos de campo y de gabinete se pueden efectuarse paralelamente, buscando identificar el estado de los elementos de mayor responsabilidad, así como los esfuerzos y las tensiones, entre otros. (Patología y rehabilitación de las estructuras, s.f, p. 7)

Respecto a la evaluación de la gravedad de las lesiones que pueda tener una estructura, se puede seguir la siguiente metodología: Inspección visual, cuyos propósitos son:

La Identificación del esquema estructural con los elementos principales y secundarios, cuando no haya información de la misma, realizando un plano de detalle con las dimensiones reales y las piezas correspondientes. Realizando una primera estimación de los daños, así como la situación, tipología y extensión a fin de identificar los daños concretos y poder recogerlos sobre un plano. Detectar el posible deterioro debido a la corrosión atmosférica, las laminaciones y la pérdida de material, entre otros. (Academia Ignova, s.f, p.8)

Según Academia Ignova (s.f) determinar el estado de la cimentación, favorece la toma inmediata de decisiones respecto a la seguridad de la estructura, estableciendo si es necesario realizar inspecciones necesarias de campo, siendo estas más avanzadas o específicas y si es necesario un trabajo complementario que implique apertura de catas, limpieza local, analizar el acceso para trabajos consecutivos, apeos o zona de acopios, esto cuando las piezas estén unidas a través de roblones y por ello resulte necesario corroborar su estado.

Respecto a los pasos durante la inspección, Academia Ignova (s,f) sugiere: Primero, establecer las zonas de riesgo de la estructura. Segundo, determinar el tipo de acero utilizado y lo posible su edad de fabricación y el respectivo sistema constructivo de manera que logre determinar la capacidad de la estructura.

Tercero, determinar la forma y las dimensiones de los elementos, su sistema constructivo, las características de las uniones, las cargas, y las luces a salvar, con el fin de lograr posteriormente un análisis mecánico. Cuarto, la determinación de las eventuales deformaciones como flechas, giros, aplastamientos o pandeos y, por último, el respectivo examen visual que permite detectar ciertos aspectos como las oxidaciones, la rotura de uniones y cualquier otra irregularidad. (Academia Ignova s,f)

Con base a lo anterior, se reconoce la programación de los ensayos oportunos para evaluar el estado de la estructura y las posibles medidas de reparación, ya sean ensayos sobre el material, extracción de probetas, ensayos sobre los elementos “in situ” y ensayos estructurales. (Academia Ignova,. S.f)

2.1.1 Ensayos sobre el material

Generalmente, no es usual la ejecución de probetas en elementos metálicos, ya que solo se utilizan de ser estrictamente necesario, conociendo los parámetros relacionados con las propiedades mecánicas del acero: límite elástico, tensión de rotura y/o deformación. (Academia Ingnova,. S.f)

2.1.2 Ensayos destructivos

En algunos proyectos pueden hallarse situaciones tan complejas que ameriten la toma algunas muestras de la propia estructura, especialmente de zonas de soldadura. “Para determinar la resistencia se pueden realizar ensayos de doble tracción, análisis químico de dureza de impacto micro y macroscópicos, y eventualmente ensayos hidrostáticos” (Academia Ingnova (s,f.) Cuando se infiere que existen sospechas de rotura frágil frecuente en las estructuras metálicas; para desarrollar esta actividad, el ensayo de resiliencia resulta ser crucial, cuyo examen tiene lugar en un laboratorio mediante ensayos con probetas en el péndulo Charpy. Así mismo, si existen fisuras en los cordones de los elementos soldados se puede ensayar la metalografía del material, la química del material base y del de aportación en un laboratorio.(Academia Ingnova, s.f)

2.1.3 Ensayos no destructivos

Este tipo de ensayos se lleva a cabo para detectar discontinuidades en el material sin tener que dañarlo. Existen varios tipos de ensayos no obstante todo ellos deben ser realizados por personal capacitado e idóneo. Es así que se tiene en cuenta según (Academia Ingnova, s.f):

“El ensayo mediante partículas magnéticas, se magnetiza la pieza con el propósito de analizar los metales ferromagnéticos que existen en su composición, este proceso puede ser

aplicado antes o después de soldar. El ensayo con líquidos penetrantes que consiste en bañar las piezas con algunos líquidos especiales que penetran en las grietas por capilaridad, permitiendo localizar discontinuidades en la superficie por diferencia de coloración”.

Así mismo, se tiene en cuenta el ensayo con inspección radiográfica en donde se utilizan rayos x y rayos gamma para detectar discontinuidades en el interior de los metales ya sean sólidos o soldados. Para calcular la profundidad de las discontinuidades se toman dos radiografías desde posiciones ligeramente diferentes. El ensayo de ultrasonido que recurre a haces de ondas sonoras de alta frecuencia para determinar la profundidad y posición de la discontinuidad en la soldadura y calcular así su reacción.

El ensayo de carga de servicio que aplica esfuerzos mayores que los normales pero inferiores a la resistencia elástica del material, permite determinar si una estructura soldada puede soportar una carga de trabajo sin sufrir una falla o deformación permanente. Entre los ensayos realizados sobre elementos “*in situ*”, se destaca la inspección por ultrasonidos, debido a su amplio campo de aplicación especialmente en lo referente a las uniones. En muchas ocasiones, los líquidos penetrantes no pueden aplicarse debido a la protección existente sobre las superficies, lo mismo puede suceder con el uso de las radiografías. No obstante, una inspección visual cuidadosa y detallada, en la que se realicen mediciones de espesores de cordones, puede evitar la utilización de ensayos de valores más elevados.

Levantamientos de daños y diagnóstico.

Una vez detectadas las zonas que presentan daños se procede a registrarlas mediante planos y fotografías, con el objetivo de dejar evidencia del grado y tipo de afectación de la estructura, tanto si se trata de un estudio que busque la rehabilitación, o bien el peritaje.

Determinación de la metodología de intervención.

Con los datos del levantamiento de lesiones se efectúa el análisis de la capacidad mecánica residual de la estructura, que ayudará a plantear el tipo de intervención adecuada en cada caso.

Así se define el método para contrarrestar las causas y rehabilitar la estructura en línea con las necesidades del proyecto (generalmente la adición de cargas). A partir de lo cual se pueden diseñar los refuerzos necesarios y la determinación de los parámetros para el control de calidad de las obras de reparación. (Academia Ingnova, s.f)

Lesiones:

Existen lesiones de origen biológico y de origen químico. Las primeras tienen incidencia en el nivel de resistencia mecánica del acero, aunque es escasa la evidencia de organismos que puedan alimentarse del metal en las edificaciones, sí hay señal de bacterias, algas microscópicas y hongos que pueden intensificar y acelerar la corrosión en las estructuras de acero. Por su parte, dentro de las lesiones de origen químico, la corrosión en las estructuras es la principal y es la más frecuente, especialmente en los proyectos de ingeniería civil ya que están expuestos al aire libre, cuando esto sucede se debe compensar con el debido mantenimiento.

Los procesos de corrosión a simple vista son un indicativo del estado de la estructura, también tienen relación con su seguridad. Las dificultades “más graves suelen encontrarse en las uniones, los empotramientos y en las zonas ocultas en donde la falta de limpieza y la humedad ambiental aceleran tales procesos” Academia Ingnova, (s.f). Por otro lado, es importante tener en cuenta la clasificación de la corrosión se encuentra que existen dos tipos, la corrosión química y la electroquímica:

La corrosión química implica “las reacciones químicas en el medio ambiente en estado gaseoso o líquido que no sea electrolito” Academia Ingnova (s.f). Mientras la corrosión

electroquímica hace referencia a corrientes de electricidad entre dos partes del metal que lleva a una de estas a actuar como ánodo y a la otra como cátodo, en dónde se genera una sección de sacrificio que hace que la estructura se corroya. Así mismo, es preciso tener en cuenta la corrosión en las cerrajerías, ya que un aumento en las dimensiones de la pieza metálica que se empuja en el muro de fábrica o sillar puede ocasionar un incremento de las tensiones en estos puntos, produciendo la rotura del material del muro. (Academia Ingnova, s.f)

2.1.4 Lesiones de origen físico-mecánico

Regularmente, muchas de estas lesiones tienen su origen en causas distintas a lo físico-mecánico, sin embargo estas son importantes pues comprometen la resistencia de una estructura. Las siguientes lesiones son las más frecuentes: Rotura por fatiga que es ocasionada por la repetición cíclica de las cargas y la otra lesión es el desgarro laminar que hace referencia a una deformación en la dirección principal del laminado y que frecuentemente se visualiza en las estructuras que han sido soldadas.

Deformaciones generales de la estructura: dichas deformaciones se dan por errores presentados en los procesos de cálculo, en la ejecución, el mantenimiento de la estructura o por un indebido dimensionamiento de diferentes los elementos. (Academia Ingnova, s.f)

En uniones soldadas: en los pórticos se pueden presentar fracturas ya sean parciales o completas en la zona de contacto de la soldadura con el ala de la viga y del pilar. En los pórticos arriostrados la lesión aparece en la conexión entre las riostras y las vigas y/o columnas, mientras en los pórticos en celosía se puede presentar pandeo en los elementos de las diagonales respectivamente. (Academia Ingnova, s.f)

En uniones atornilladas: lo más frecuente es el cizallamiento por cortante o aplastamiento de pernos o tornillos al igual que el desgarramiento de las placas de conexión por sección insuficiente. Respecto a la incompatibilidad de materiales, se observa que casi siempre se ha hecho uso del acero como un refuerzo a los sistemas de construcción que también emplean otros materiales cuyo nivel de dilatación y/o rigidez podría desencadenar inconvenientes de no ser resuelto de forma oportuna el contacto entre el acero y el material a reforzar.

2.1.5 Cambios térmicos e incendios

El contacto entre el fuego y el acero modifica la plasticidad del mismo y rompe el equilibrio de las tensiones de trabajo previstas, lo que origina una pérdida de la estabilidad estructural. La temperatura a partir de la cual aparece dicha plasticidad es relativamente baja para el caso del acero y se alcanza con relativa facilidad debido a su elevada conductividad térmica. Así, por ejemplo, para una temperatura de 250°C se da una modificación de la resistencia y el límite elástico, mientras a una temperatura de 538°C la estructura no podría soportar la carga de diseño, también es preciso mencionar que una estructura metálica fluye a los pocos minutos al alcanzar la temperatura crítica de 750°C. (Academia Ingnova, s.f)

2.2 Marco Legal

El Marco Legal de esta investigación se detalla en la tabla 1

Tabla 1. Marco Legal

Normatividad			Descripción	Argumentación
NSR-10	Titulo	F	Normatividad Colombiana para estructuras en Acero.	Calculo, Fabricación, Montaje y control dse calidad.
Capitulo F-2.25				

Normatividad	Descripción	Argumentación
Norma Técnica Colombiana, NTC 5832	Prácticas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en Acero. Edificios - Puentes.	Inspección de la estructura en acero, fabricación, preparación de los materiales, ajuste de piezas, método de montaje y anclajes de apoyo.
ASTM A-572	Evaluación y Control de Calidad.	Aplicación e interpretación. Metalografía de los perfiles.
ACI 224.1R-93	Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón	Resume las causas de fisuras de las estructuras de hormigón.
ACI 318	Evaluación y Control de Calidad.	Resistencia del concreto en cimentación.
ACI 562	Evaluación y Control de Calidad.	Procedimiento y Rehabilitación.

Nota. basada en la Normatividad Colombiana de Construcciones

2.3 Marco Histórico

Según el Portal Construmática, el uso de hierro en la construcción se remonta a los tiempos de la Antigua Grecia, allí se han encontrado algunos templos en donde ya se utilizaban vigas de hierro forjado, posteriormente, en la Edad Media se emplearon elementos de hierro en la construcción de las naves laterales de las catedrales, pero en verdad, comienza a usarse el hierro como elemento estructural tan solo en el Siglo XVIII, así por ejemplo en 1706 se fabricaron las columnas de fundición de hierro para la construcción de la Cámara de los Comunes en Londres-Inglaterra. (Construmática, s,f)

Posteriormente, en el siglo XIX el hierro con que se construyera la Torre Eiffel de París Francia da origen a una nueva arquitectura, protagonista a partir de la Revolución Industrial, en

1836 aparece el perfil "doble T" que reemplazó a la madera y así revoluciona la industria de la construcción creando las bases de la fabricación de piezas en serie.

Existen tres grandes obras que dan cuenta de dicha revolución: El Palacio de Cristal, de Joseph Paxton, construida en Londres en el año 1851; “esta obra representa un hito al resolver estructuralmente y mediante procesos de prefabricación el armado y desarmado, y establece una relación novedosa entre los medios técnicos y los fines expresivos del edificio”. Construmática (s,f)

En esa Exposición de París de 1889, el ingeniero Ch. Duter presenta su diseño la Calerie des Machine, un edificio que descubre las ventajas plásticas del metal con una estructura ligera y mínima que permite alcanzar grandes luces con una transparencia nunca lograda antes Construmática (s.f)

La otra obra construida a partir del hierro es la Torre Eiffel ubicada en Paris en Francia.

El mismo Portal señala cómo en la construcción el metal antecede al hormigón, y que Todas las estructuras metálicas requieren de cimentaciones de hormigón, y usualmente se ejecutan losas, forjados, en este material. Actualmente el uso del acero se asocia a edificios con características singulares ya sea por su diseño como por la magnitud de luces a cubrir, de altura o en construcciones deportivas (estadios) o plantas industriales Construmática (s,f).

Estas estructuras cumplen con los mismos condicionantes que las estructuras de hormigón, es decir, que deben estar diseñadas para resistir acciones verticales y horizontales. En el caso de estructuras de nudos rígidos, las soluciones generales a fin de resistir las cargas horizontales serán las mismas que para Estructuras de Hormigón Armado, pero si se trata de estructuras articuladas, tal el caso normal en estructuras metálicas, se hace necesario rigidizar la estructura a través de

triangulaciones (llamadas cruces de San Andrés), o empleando pantallas adicionales de hormigón armado. (Construmática, s,f)

Las barras de las estructuras metálicas trabajan debido a diferentes esfuerzos de compresión y flexión con el objetivo de rigidizar la estructura, se procede a la triangulación reservando las pantallas para los núcleos interiores pertenecientes a cajas de escaleras y ascensores. La importancia de las acciones horizontales aumenta con la altura de la construcción, ya que se originan fundamentalmente por la acción del viento. Las estructuras metálicas se realizan con la utilización de barras, elaboradas industrialmente y cuyos perfiles responden a diferentes tipos, por ejemplo: perfil T, perfil doble T, de sección redonda, o cuadrada, existen piezas metálicas especiales, de diferentes tipos que sirven como medio de unión de los perfiles.

Con los elementos mencionados, combinados y en disposiciones determinadas de acuerdo con el caso específico, existe una variada gama de posibilidades de diseño y uso de estructuras metálicas. (Construmática, s,f)

3. Metodología

3.1 Descripción del paciente.

La estructura del edificio ADS PHARMA será denominada y considerada un paciente en análisis, para lo cual se recurre a una metodología de investigación basada en un proceso de auscultación, posterior a ello se levanta el diagnóstico, las intervenciones sugeridas y la recomendación por parte del manual de mantenimiento que garantice la durabilidad de la estructura. Trabajo que se discrimina como se muestra en la tabla 1

Tabla 2. *Procedimiento metodológico*

Procedimiento metodológico	
Item	Descripción
1. INFORMACIÓN	Se confirma autorización del paciente para realizar su evaluación patológica y a su vez se entrega la información existente.
2. INSPECCIÓN DE CAMPO	Se verifica estado del paciente, sus elementos estructurales, planos en obra, toma de registro fotográfico, lectura de bitácora y ensayos de laboratorio realizados.
3.FICHAS	Se tipifican las lesiones, su clasificación, localización, causa y determinación.
4. DIAGNOSTICO	1. Se realiza inspección de soldaduras por tintas penetrantes. 2. Análisis de vulnerabilidad sísmica. 3. Informe con los resultados obtenidos.
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.	Propuesta conforme a las conclusiones del estudio patológico.

3.2 Inspección del Paciente

El proyecto de ampliación de las oficinas de ADS PHARMA se encuentra en proceso de ejecución, en condiciones que ameritan una evaluación y una revisión general, partiendo de la verificación de los diseños base de la construcción, dadas las evidencias encontradas en obra dicha ampliación está basada en estructura metálica.

Con la revisión de los diseños de entrada desde el marco normativo de toda estructura lo establecido en la Norma Colombiana de Construcciones Sismo-Resistentes NSR-10, junto con todas sus adendas y actualizaciones [que es de estricto cumplimiento en el territorio nacional] Normatividad que establece como principio general responsabilidades claras y concluyentes como lo son: el diseñador estructural y el constructor responsable, quienes deben corresponder con los

perfiles allí especificados, se halla que definitivamente sí hay falencias en el proyecto de ampliación.

El perfil del diseñador de acuerdo con la NSR-10 corresponde a un Ingeniero Civil facultado con experiencia y/o formación especializada en estructuras.

Diseñador estructural — Es el ingeniero civil, facultado para ese fin, bajo cuya responsabilidad se realiza el diseño y los planos estructurales de la edificación, y quien los firma o rotula.

A-127

Tomado de la NSR-10 A.13 Definiciones y Nomenclatura (2010)

En este caso, las memorias de cálculo del proyecto en revisión están siendo generadas por un Ingeniero Mecánico, quien ante la ley colombiana no está facultado para realizar, firmar y/o asumir la responsabilidad de los diseños. Por esta razón, el diseñador contempla diseños por fatiga que no son competentes con este tipo de estructuras ya que no están bajo cargas cíclicas. Así que este paciente presenta errores en el montaje, en las uniones entre los elementos y deficientes cordones de soldaduras con presencia notoria de porosidad a la sola inspección visual, además son preocupantes los desalineamientos y una falencia total de procedimientos constructivos de esta edificación metálica.

3.3 Datos de entrada.

Este paciente es abordado desde la inspección visual de la estructura y con la entrega de información de los diseños y los planos guía de la obra. En la inspección se observan ya una serie de lesiones y una inadecuada interpretación de la normatividad, ante esto se decidió ampliar la inspección de campo referenciando en fichas de inspección, clasificando la anomalía, llevando a cabo revisión de estudios de suelos y con grupo de trabajo investigativo se llevará corrimiento de software estructural para su chequeo con las solicitudes correspondientes.

3.4 Historia Clínica

3.4.1 Estudio de la Estructura

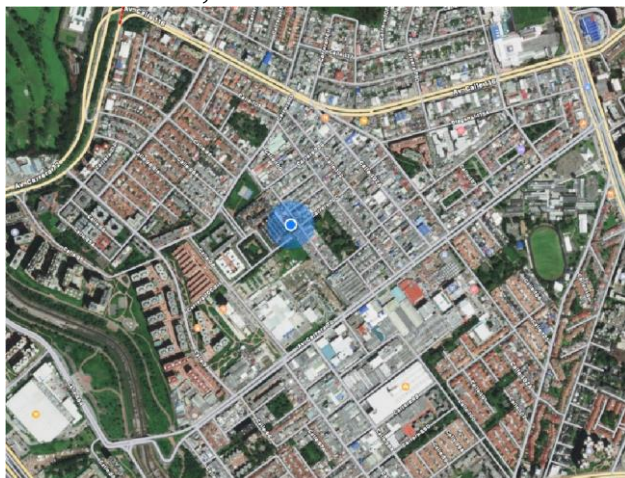
La responsable del estudio de la revisión de la estructura del edificio ADS PHARMA es la firma Civiltech Tecnología en obras civiles, siendo el grupo investigador los encargados de realizar la auscultación de la misma, llevando a cabo el procedimiento, la programación y enfoque de un diagnóstico que cumpla con el propósito de plantear las recomendaciones necesarias para desarrollar una estructura eficiente y segura con base a los parámetros normativos sismos resistentes.

3.4.2 Información del Paciente

Conforme a la Licencia de construcción otorgada e, este proyecto se enmarca en la ampliación de oficinas ADS PHARMA, ubicada en la localidad de 11 de Suba, una de las 21 localidades de la ciudad de Bogotá- capital de Colombia, de uso comercial, ubicada en la calle 102 A # 70-79 Barrio Morato, cuenta con la generación de oficinas y almacenamiento para distribución a puntos de comercio.

Se inició intervención para obra en julio de 2020, con un sistema constructivo de pórticos resistentes a momento con los lineamientos de la NRS-10, desde el punto científico humanista ADS PHARMA es una entidad colombiana dedicada a desarrollar, producir y comercializar medicamentos de vital importancia, ante la situación de pandemia es fundamental su operación y de manera especial lo es una operación lejos de cualquier riesgo para sus funcionarios, máxime la coyuntura epidemiológica actual que requiere del funcionamiento permanente de su sede y de su personal.

Figura 1. *Localización ADS PHARMA, Barrio Morato Localidad 11 de Suba.*



3.4.3 Especificaciones constructivas.

La edificación se encuentra en proceso de obra más específicamente en la fase de montaje, su altura de desarrollo es de 10 metros con la conformación a tres niveles, se observa cimentación con zapatas y vigas de confinamiento, columnas y vigas en perfiles con unión perneada y soldadas. Al verificar información en planos de los detalles de uniones y dimensiones de pernos se halla carencia y especificaciones técnicas en los mismos, adicionalmente se carece de los detalles de la cimentación, como también de la resistencia del concreto empleado, no existe informe de ensayos de laboratorio y los procedimientos de montaje son deficientes y sin programación de obra.

3.4.4 Patologías específicas

El proyecto de ampliación de ADS PHARMA es un paciente pediátrico en cuyo proceso constructivo desde ya se visualiza una serie de procedimientos que llevan a sus dueños a dudar de la experiencia del equipo encargado de su ejecución. En el proceso de auscultación se determinó carencia en las especificaciones técnicas del proyecto y su desarrollo constructivo, por lo cual es preciso partir de considerar que las conexiones del sistema estructural son tan importantes como

cada uno de los elementos estructurales, en relación a ello la NSR-10 especifica su diseño de acuerdo con la solicitación a la que esté exigida la conexión, dado que en las memorias de cálculo no se especifican los reales , que indicaran las consideraciones del diseñador en cuanto al comportamiento deseado de las conexiones, se puede concluir a partir de lo encontrado en obra.

Las siguientes figuras son la evidencia de las falencias encontradas a través de las diferentes técnicas empeladas.

Conexiones a cortante simple: estas conexiones son típicas en las conexiones de viguetas de entrepiso a vigas de carga principales y así han sido encontradas en obra. Se encuentran conexiones soldadas en obra que no fueron realizadas bajo procedimiento de soldadura calificada, como se puede evidenciar en las figuras 2, 3, y 4. Así, por ejemplo, la figura 2 presenta una soldadura no uniforme con irregularidades excesivas, porosidades y discontinuidades en los cordones. En la figura 3 se observa una viga perforada para conexión apernada, sin pernos ni platina de conexión, por lo cual fue reemplazada por soldadura con porosidades y fallas en el cordón, mientras que la figura 4 señala Conexión de vigueta con platina sin diseño ni soporte para procedimiento de soldadura.

Figura 2. *Soldadura no uniforme Viga perforada*



Figura 3. *Viga perforada***Figura 4.** *Conexión de vigueta*

Adicionalmente, los empalmes de la columna deben cumplir con lo especificado en la NSR-10 F.3.6.2.6.4. Dentro del documento de memoria de cálculo entregado no se encontró base de diseño de las conexiones de empalme de columnas y, dado que estas forman parte del sistema de resistencia sísmica, su sistema de conexión y empalme debe cumplir con lo allí especificado.

En la estudiada obra, se evidencian diferentes procedimientos sin soporte técnico alguno y con evidencias de falla. Así, por ejemplo, como lo muestra la figura 5 el empalme de las columnas con cubre placa en el alma y aletas sin soldadura ni preparación de junta para proceso de soldadura, mientras en las figuras 6 y 7 se observan empalmes de columna mediante proceso de soldadura sin soporte de diseño y el procedimiento de soldadura presenta porosidades y fallas en el cuerpo de los cordones.

Figura 5. *Empalme de columnas***Figura 6.** *Empalme de columna A***Figura 7.** *Empalme de columna B*

Conexión viga – columna en el sistema SRS

Las conexiones viga-columna del sistema de resistencia sísmica deben cumplir con las provisiones sísmicas del Título F de la NSR-10. El soporte técnico aportado en las memorias de cálculo no corresponde con estas especificaciones, por lo tanto no es válido este diseño.

Figura 8. *Conexiones resistentes*



A manera de conclusión se puede mencionar que todos los pernos existentes en obra no corresponden con lo que especifica la norma

NSR-10 Título F que se muestra en la tabla 3

Figura 9 *Mínima tensión de instalación de los pernos*

Tabla F.2.10.3-1
Mínima Tensión de Instalación de los Pernos, kilonewtons*
Pernos con diámetro en pulgadas

Tamaño del perno mm (pulgadas)	Grupo A Pernos ASTM A325, ASTM F1852	Grupo B Pernos ASTM A490, ASTM F2280
12.7 (1/2")	53	67
15.9 (5/8")	84	107
19.1 (3/4")	125	156
22.2 (7/8")	173	218
25.4 (1")	227	285
28.6 (1 1/8")	249	356
31.8 (1 1/4")	316	454
34.9 (1 3/8")	378	536
38.1 (1 1/2")	458	658

* Igual a 0.70 veces la resistencia mínima a tensión de los pernos, redondeada al kN más cercano, como se establece en las especificaciones ASTM para pernos A325 y A490 con roscas UNC.

Nota: Tomado de norma NRS10 titulo f

Adicional a los problemas de diseño, se encuentra en obra que el constructor cambió las condiciones en diferentes puntos de la estructura, como se visualiza en la figura 9.

Figura 10. *Cambios en la estructura*



Después de hacer el registro de las evidencias de las diversas anomalías se presentan las correspondientes fichas de inspección en las tablas 4, 5, 6 y 7

Figura 11. Ficha de inspección A

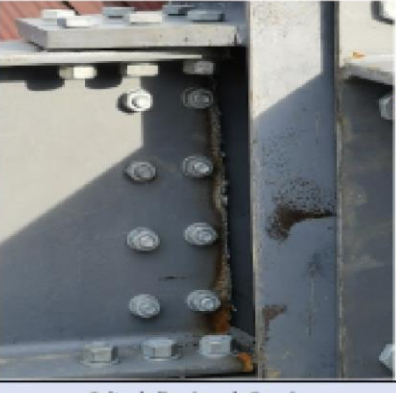
FICHA DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA.																																																																																																																				
PACIENTE	EDIFICIO ADS PHARMA																																																																																																																			
UBICACIÓN	BOGOTÁ -Barrio Morato Calle 102 A # 70-79.																																																																																																																			
USO	Equipamiento Oficinas- Almacén.																																																																																																																			
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PACIENTE	Desarrollo de fabricación y Montaje de estructura metálica, se desarrolla inspección de Materiales, proceso en secciones y verificación de soldaduras.																																																																																																																			
 																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="15">TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES (CAUSAS)</th> </tr> <tr> <th colspan="15">Señale con una (X) las</th> </tr> <tr> <th colspan="10">DIRECTAS</th> <th colspan="5">INDIRECTAS</th> </tr> <tr> <th colspan="5">MATERIALES</th> <th colspan="5">FABRICACIÓN</th> <th colspan="5">PROYECTO</th> </tr> <tr> <td>Rotura frágil</td> <td>Rotura por fatiga</td> <td>Desgarro laminar</td> <td>Deformación</td> <td>Contaminación</td> <td>Sismos</td> <td>Empuje</td> <td>Rozamientos</td> <td>Sobrecargas</td> <td>Proceso de Fabricación</td> <td>Pérdida Capacidad</td> <td>Fuera de Tolerancia</td> <td>Incompatibilidad Mat.</td> <td>No conforme a Planos</td> <td>Montaje no conforme</td> <td>Hipotesis en Fase Cons.</td> <td>Mal diseño de Uniones</td> <td>Corrosión</td> <td>Limpieza de Escoria</td> <td>Mal Proyecto</td> <td>Mal diseño constructivo</td> <td>Falta detalle adecuado</td> <td>Diseño Constructivo</td> <td>Ausencia Cal. Soldadores</td> <td>Planos incompletos</td> <td>Intervención Inaprop.</td> <td>Malos Materiales</td> <td>Falta de Mantenimiento</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES (CAUSAS)															Señale con una (X) las															DIRECTAS										INDIRECTAS					MATERIALES					FABRICACIÓN					PROYECTO					Rotura frágil	Rotura por fatiga	Desgarro laminar	Deformación	Contaminación	Sismos	Empuje	Rozamientos	Sobrecargas	Proceso de Fabricación	Pérdida Capacidad	Fuera de Tolerancia	Incompatibilidad Mat.	No conforme a Planos	Montaje no conforme	Hipotesis en Fase Cons.	Mal diseño de Uniones	Corrosión	Limpieza de Escoria	Mal Proyecto	Mal diseño constructivo	Falta detalle adecuado	Diseño Constructivo	Ausencia Cal. Soldadores	Planos incompletos	Intervención Inaprop.	Malos Materiales	Falta de Mantenimiento																											
TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES (CAUSAS)																																																																																																																				
Señale con una (X) las																																																																																																																				
DIRECTAS										INDIRECTAS																																																																																																										
MATERIALES					FABRICACIÓN					PROYECTO																																																																																																										
Rotura frágil	Rotura por fatiga	Desgarro laminar	Deformación	Contaminación	Sismos	Empuje	Rozamientos	Sobrecargas	Proceso de Fabricación	Pérdida Capacidad	Fuera de Tolerancia	Incompatibilidad Mat.	No conforme a Planos	Montaje no conforme	Hipotesis en Fase Cons.	Mal diseño de Uniones	Corrosión	Limpieza de Escoria	Mal Proyecto	Mal diseño constructivo	Falta detalle adecuado	Diseño Constructivo	Ausencia Cal. Soldadores	Planos incompletos	Intervención Inaprop.	Malos Materiales	Falta de Mantenimiento																																																																																									
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN O ANOMALÍA. (marque con una (x) la calificación de la lesión)																																																																																																																				
Se encontró fallas en el procedimiento de armado dado que las placas no presentaban biselés ni las juntas estaban preparadas para dicho procedimiento. Se solicitó inmediatamente al fabricante detener este proceso hasta no realizar los biselés correspondientes en el alma de las vigas de modo que facilitara la penetración de los procesos de soldadura en la junta alma-patin superior e inferior. La lesión mal procedimiento en el desarrollo de los cordones de soldadura sin cumplir conforme a los diseños.																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calificación de la Lesión</th> </tr> <tr> <th>Estado</th> <th>Afectación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy leve</td> <td>0% - 20%</td> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>20% - 40%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>40% - 60%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>60% - 80%</td> </tr> <tr> <td>Muy grave</td> <td>80% - 100%</td> </tr> </tbody> </table>		Calificación de la Lesión		Estado	Afectación	Muy leve	0% - 20%	Leve	20% - 40%	Severo	40% - 60%	Grave	60% - 80%	Muy grave	80% - 100%																																																																																																					
Calificación de la Lesión																																																																																																																				
Estado	Afectación																																																																																																																			
Muy leve	0% - 20%																																																																																																																			
Leve	20% - 40%																																																																																																																			
Severo	40% - 60%																																																																																																																			
Grave	60% - 80%																																																																																																																			
Muy grave	80% - 100%																																																																																																																			
Localización del Proyecto.	Esquema de Procedimiento																																																																																																																			
 																																																																																																																				
DIAGNOSTICO																																																																																																																				
Todos los procesos de soldadura que se realicen en obra o taller deberán ser inspeccionados y evaluados como correspondan antes de ser recibida por parte de la obra alguna parte de estructura que vincule este tipo de procesos.																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">INTERVENCIÓN</th> <th rowspan="2">PROCEDIMIENTO</th> </tr> <tr> <th>Eliminación de la causa</th> <th>Reparación del efecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El contratista deberá realizar el retiro de las platinas de las conexiones viga-columna que hayan sido perforadas con proceso de fusión (cortecorte) para adecuación de agujeros. Se debe hacer registro de esos cambios y llevarlos en bitácora de obra.</td> <td>Intervenir conforme a los resultados entregados e iniciar reprocesos y nuevo control de las mismas.</td> <td>Las pruebas para los procesos de soldaduras de placa bases y fabricación de vigas celulares deberá hacerse mediante proceso de pruebas de ultrasonido.</td> </tr> </tbody> </table>		INTERVENCIÓN		PROCEDIMIENTO	Eliminación de la causa	Reparación del efecto	El contratista deberá realizar el retiro de las platinas de las conexiones viga-columna que hayan sido perforadas con proceso de fusión (cortecorte) para adecuación de agujeros. Se debe hacer registro de esos cambios y llevarlos en bitácora de obra.	Intervenir conforme a los resultados entregados e iniciar reprocesos y nuevo control de las mismas.	Las pruebas para los procesos de soldaduras de placa bases y fabricación de vigas celulares deberá hacerse mediante proceso de pruebas de ultrasonido.																																																																																																											
INTERVENCIÓN		PROCEDIMIENTO																																																																																																																		
Eliminación de la causa	Reparación del efecto																																																																																																																			
El contratista deberá realizar el retiro de las platinas de las conexiones viga-columna que hayan sido perforadas con proceso de fusión (cortecorte) para adecuación de agujeros. Se debe hacer registro de esos cambios y llevarlos en bitácora de obra.	Intervenir conforme a los resultados entregados e iniciar reprocesos y nuevo control de las mismas.	Las pruebas para los procesos de soldaduras de placa bases y fabricación de vigas celulares deberá hacerse mediante proceso de pruebas de ultrasonido.																																																																																																																		
Autorizó	IC. ESP ESTRUCTURAS ISAIAS CAICEDO.	Elaboró																																																																																																																		
Fallas en el cuerpo de la Soldadura.		Falta de limpieza de Escoria.																																																																																																																		
ING. WILSON A. CARRANZA T.		FICHA No 1																																																																																																																		

Figura 12. Ficha de inspección B

FICHA DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA.																																				
PACIENTE	EDIFICIO ADS PHARMA									TIPIFICACION DE LAS LESIONES (CAUSAS)																										
UBICACIÓN	BOGOTÁ -Barrio Morato Calle 102 A # 70-79									Señale con una (X) las																										
USO	Equipamiento Oficinas- Almacen.									DIRECTAS INDIRECTAS																										
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PACIENTE	Desarrollo de fabricación y Montaje de estructura metálica, se desarrolla inspección de Materiales,proceso en secciones y verificación de soldaduras.									MATERIALES			FABRICACIÓN				MONTAJE				PROYECTO															
										Rotura frágil	Rotura por Fatiga	Desgarro laminar	Oxidación	Contaminación	Sismos	Empuje	Rozamientos	Sobrecargas	Proceso de Fabricación	Pérdida Capacidad	Fuera de Tolerancia	Incompatibilidad Mat.	No conforme a Planos	Montaje no conforme	Hipotesis en Fase Cons.	Mal diseño de Uniones	Corrosión	Limpieza de Escoria	Mal Proyecto	Mal diseño constructivo	Falta detalle adecuado	Diseño Constructivo	Ausencia Cal. Soldaduras	Planos incompletos	Intervención Inaprop.	Malos Materiales
 																																				
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN O ANOMALÍA. (marque con una (x) la calificación de la lesión)																																				
Empalme de columna mediante proceso de soldadura sin soporte de diseño; el procedimiento de soldadura presenta porosidades y fallas en el cuerpo de los cordones. Calificación de la Lesión <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estado</th> <th>Afectación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy leve</td> <td>0% - 20%</td> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>20% - 40%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>40% - 60%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>60% - 80%</td> </tr> <tr> <td>Muy grave</td> <td>80% - 100%</td> </tr> </tbody> </table>																									Estado	Afectación	Muy leve	0% - 20%	Leve	20% - 40%	Severo	40% - 60%	Grave	60% - 80%	Muy grave	80% - 100%
Estado	Afectación																																			
Muy leve	0% - 20%																																			
Leve	20% - 40%																																			
Severo	40% - 60%																																			
Grave	60% - 80%																																			
Muy grave	80% - 100%																																			
DIAGNOSTICO																																				
Todos los procesos de soldadura que se realicen en obra o taller deberán ser inspeccionados y evaluados como correspondan antes de ser recibida por parte de la obra alguna parte de estructura que vincule este tipo de procesos.																																				
INTERVENCIÓN																																				
Eliminación de la causa										Reparación del efecto										PROCEDIMIENTO																
El contratista deberá realizar las conexiones viga-columna de acuerdo a la normatividad, luego de este procedimiento se verificará con el ensayo no destructivo.										Intervenir conforme a los resultados entregados e iniciar reprocesos y nuevo control de las mismas.										Las pruebas para los procesos de soldaduras de placa bases y fabricación de vigas celulares deberá hacerse mediante proceso de pruebas de ultrasonido.																
Autorizó										IC. ESP ESTRUCTURAS ISAIAS CAICEDO.										Elaboró					ING. WILSON A. CARRANZA T.											
Procedimiento de Soldadura con porosidad.										Empalme de Columna Junta Mal Diseño.										FICHA No 3																

Figura 13. Ficha de inspección C

FICHA DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA.																																																																																											
PACIENTE	EDIFICIO ADS PHARMA																																																																																										
UBICACIÓN	BOGOTÁ -Barrio Morato Calle 102 A # 70-79																																																																																										
USO	Equipamiento Oficinas- Almacen.																																																																																										
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PACIENTE	Desarrollo de fabricación y Montaje de estructura metálica, se desarrolla inspección de Materiales, proceso en secciones y verificación de soldaduras.																																																																																										
TIPIFICACIÓN DE LAS LESIONES (CAUSAS)																																																																																											
Señale con una (X) las																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="12">DIRECTAS</th> <th colspan="5">INDIRECTAS</th> </tr> <tr> <th colspan="4">MATERIALES</th> <th colspan="4">EJECUCION</th> <th colspan="4">MONTAJE</th> <th colspan="5">PROYECTO</th> </tr> <tr> <th>Rotura frágil</th> <th>Rotura por Fatiga</th> <th>Desgarro laminar</th> <th>Oxidación</th> <th>Contaminación</th> <th>Sismos</th> <th>Empuje</th> <th>Rozamientos</th> <th>Sobrecargas</th> <th>Proceso de Constructivo</th> <th>Pérdida Capacidad</th> <th>Fuera de Tolerancia</th> <th>Incompatibilidad Mat.</th> <th>No conforme a Planos</th> <th>Montaje no conforme</th> <th>Hipotesis en Fase Cons.</th> <th>Mal diseño de Uniones</th> <th>Corrosión</th> <th>Limpieza de Escoria</th> <th>Mal Proyecto</th> <th>Mal diseño constructivo</th> <th>Falta detalle adecuado</th> <th>Diseño Constructivo</th> <th>Ausencia Cal. Soldaduras</th> <th>Planos incompletos</th> <th>Intervención Inaprop.</th> <th>Malos Materiales</th> <th>Falta de Mantenimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		DIRECTAS												INDIRECTAS					MATERIALES				EJECUCION				MONTAJE				PROYECTO					Rotura frágil	Rotura por Fatiga	Desgarro laminar	Oxidación	Contaminación	Sismos	Empuje	Rozamientos	Sobrecargas	Proceso de Constructivo	Pérdida Capacidad	Fuera de Tolerancia	Incompatibilidad Mat.	No conforme a Planos	Montaje no conforme	Hipotesis en Fase Cons.	Mal diseño de Uniones	Corrosión	Limpieza de Escoria	Mal Proyecto	Mal diseño constructivo	Falta detalle adecuado	Diseño Constructivo	Ausencia Cal. Soldaduras	Planos incompletos	Intervención Inaprop.	Malos Materiales	Falta de Mantenimiento																												
DIRECTAS												INDIRECTAS																																																																															
MATERIALES				EJECUCION				MONTAJE				PROYECTO																																																																															
Rotura frágil	Rotura por Fatiga	Desgarro laminar	Oxidación	Contaminación	Sismos	Empuje	Rozamientos	Sobrecargas	Proceso de Constructivo	Pérdida Capacidad	Fuera de Tolerancia	Incompatibilidad Mat.	No conforme a Planos	Montaje no conforme	Hipotesis en Fase Cons.	Mal diseño de Uniones	Corrosión	Limpieza de Escoria	Mal Proyecto	Mal diseño constructivo	Falta detalle adecuado	Diseño Constructivo	Ausencia Cal. Soldaduras	Planos incompletos	Intervención Inaprop.	Malos Materiales	Falta de Mantenimiento																																																																
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN O ANOMALÍA. (marque con una (x) la calificación de la lesión)																																																																																											
Mejoramiento de suelo consistió de aplicación de recebo-cemento en una capa de 0.30m y fundido de concreto ciclopeo en una capa de 0.40m, lo que no puede ser considerado como la capacidad portante final del suelo de fundación y a su vez las dimensiones de las zapatas y vigas de amarre no corresponde con las consignadas en las memorias de calculo.																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calificación de la Lesión</th> </tr> <tr> <th>Estado</th> <th>Afectación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy leve</td> <td>0% - 20%</td> </tr> <tr> <td>Leve</td> <td>20% - 40%</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>40% - 60%</td> </tr> <tr> <td>Grave</td> <td>60% - 80%</td> </tr> <tr> <td>Muy grave</td> <td>80% - 100%</td> </tr> </tbody> </table>		Calificación de la Lesión		Estado	Afectación	Muy leve	0% - 20%	Leve	20% - 40%	Severo	40% - 60%	Grave	60% - 80%	Muy grave	80% - 100%																																																																												
Calificación de la Lesión																																																																																											
Estado	Afectación																																																																																										
Muy leve	0% - 20%																																																																																										
Leve	20% - 40%																																																																																										
Severo	40% - 60%																																																																																										
Grave	60% - 80%																																																																																										
Muy grave	80% - 100%																																																																																										
DIAGNOSTICO																																																																																											
Se verifica los diseños para determinar lo ejecutado en obra y se establece ensayo para saber su resistyencia a compresión.																																																																																											
INTERVENCIÓN																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eliminación de la causa</th> <th>Reparación del efecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El contratista deberá cumplir con los cambios que se requieran para optimizar y solucionar los impases para la durabilidad de la estructura.</td> <td>Intervenir conforme a los parametros y recomendaciones entregadas en el resultado patológico.</td> </tr> </tbody> </table>		Eliminación de la causa	Reparación del efecto	El contratista deberá cumplir con los cambios que se requieran para optimizar y solucionar los impases para la durabilidad de la estructura.	Intervenir conforme a los parametros y recomendaciones entregadas en el resultado patológico.																																																																																						
Eliminación de la causa	Reparación del efecto																																																																																										
El contratista deberá cumplir con los cambios que se requieran para optimizar y solucionar los impases para la durabilidad de la estructura.	Intervenir conforme a los parametros y recomendaciones entregadas en el resultado patológico.																																																																																										
PROCEDIMIENTO																																																																																											
Las pruebas se establecen referenciado y localizando en plano conforme a lo estipulado por el estructural para su intervención proceso de pruebas de ultrasonido.																																																																																											
<table border="1"> <tr> <td>Autorizó</td> <td>IC. ESP ESTRUCTURAS ISAIAS CAICEDO.</td> <td>Elaboró</td> <td>ING. WILSON A. CARRANZA T.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FICHA No 4</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		Autorizó	IC. ESP ESTRUCTURAS ISAIAS CAICEDO.	Elaboró	ING. WILSON A. CARRANZA T.	FICHA No 4																																																																																					
Autorizó	IC. ESP ESTRUCTURAS ISAIAS CAICEDO.	Elaboró	ING. WILSON A. CARRANZA T.																																																																																								
FICHA No 4																																																																																											

Sobre los datos del entorno estos se ubican en la tabla 7.

Tabla 3. *Parámetros climáticos promedio de Aeropuerto Internacional El Dorado, Bogotá (1987-2020).*

Temp	mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual Temp
máx. abs. (°C)		24,9	24,8	24,9	23,2	23,5	23,1	22,4	23,6	23,3	23,6	24,0	23,2	24,9
Temperatura máx. media (°C)		19,8	19,9	19,8	19,5	19,2	18,7	18,2	18,6	19,0	19,1	19,3	19,5	19,2
Temperatura media (°C)		13,4	13,0	13,8	14,0	14,0	13,8	13,3	13,3	13,3	13,4	13,4	13,1	13,1
Temperatura mín. media (°C)		5,6	6,5	7,6	8,6	8,7	8,3	7,7	7,3	7,1	7,7	7,9	6,3	7,4
Temperatura mín. abs. (°C)		3,0	6,4	3,2	0,0	0,7	1,0	0,4	-1,5	-0,2	0,5	-3,0	-6,0	-6,4
Precipitación total (mm)		29,0	44,0	66,0	101,0	93,0	54,0	43,0	46,0	72,0	106,0	90,0	52,0	796,0
Días de precipitaciones (=)		8,0	11,0	14,0	18,0	20,0	28,0	17,0	16,0	16,0	18,0	17,0	12,0	185,0
Horas de sol		187,0	150,0	144,0	110,0	112,0	112,0	137,0	138,0	121,0	121,0	132,0	166,0	1629,0
Humedad relativa		79,0	80,0	81,0	82,0	81,0	79,0	77,0	77,0	79,0	82,0	83,0	81,0	80,0

Nota: Tomado del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2021).

3.4.5 Datos generales del entorno

El paciente se encuentra a una altitud de 2640 metros sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 19.1°C, la precipitación de su entorno es constante obteniendo un promedio anual de 185 días de precipitaciones por año y un anual promedio de 110mm, siendo noviembre el mes con mayor periodo de lluvia siendo la humedad relativa promedio de 80% anual.

3.4.6 Revisión de cimentación

De acuerdo con los diseños de cimentación el uso de la edificación no corresponde a diseños estructurales. Para el diseño de la cimentación fue considerada una capacidad portante del suelo igual a 15 ton/m², sin ningún fundamento técnico ya que solo se hace referencia a una recomendación externa insuficientemente justificada, careciendo de validez el que a un suelo de las características presentes en el lugar del proyecto pueda serle concedidas características como las expuestas anteriormente.

De acuerdo con el estudio de suelo realizado al predio adyacente al proyecto, la capacidad portante para diseño debe ser adoptada como 5.7 ton/m², de acuerdo con indagaciones realizadas al propietario del proyecto, durante el proceso constructivo fue realizado un mejoramiento de suelo, consistente en una aplicación de recebo-cemento en una capa de 30 cm y fundido de concreto ciclópeo en una capa de 40 cm. Dicho mejoramiento de suelo, bajo ninguna condición puede ser considerado como la capacidad portante final del suelo de fundación de la estructura. Si bien le aporta estabilidad, no conforma un estrato portante para la cimentación dado que su espesor es menor que la capa de suelo del sustrato inferior a dicho mejoramiento.

Adicional, las dimensiones de las zapatas y de las vigas de amarre no corresponden con las consignadas en las memorias de cálculo de la cimentación, muestra de ello son las evidencias que se observan en las figuras 10, 11 y 12.

Figura 14. *Zapatas*



Figura 15. *Vigas de amarre A*

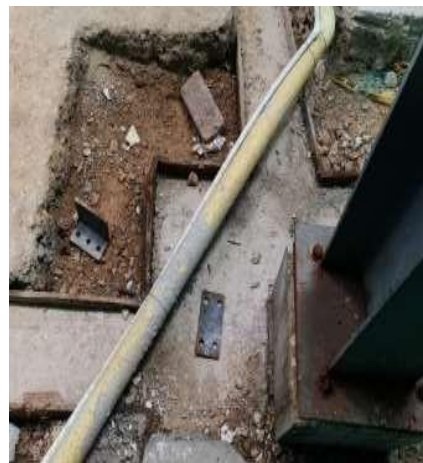


Figura 16. Vigas amarre

Como se puede observar en las figuras anteriores, el tamaño de la excavación no corresponde con el tamaño de las zapatas, ya que las dimensiones son inferiores a las consignadas en las memorias de cálculo del a tamaño de las zapatas y las dimensiones son inferiores a las consignadas en las memorias de cálculo de la cimentación, lo que conlleva a que los asentamientos de la estructura sean mayores ya que el área de contacto sea inferior a la sección base de los diseños.

De otra parte, a viga de amarre presenta menor dimensión a la consignada en los documentos de diseño, lo cual implica una menor capacidad de manejo de esfuerzos diferenciales entre zapatas que ocasiona a su vez asentamientos diferenciales entre zapatas que conducirían a daños en elementos no estructurales y esfuerzos no contemplados en los diseños en conexiones viga- columna.

A pesar de que existen pruebas de los concretos manejados en obra, los resultados de los mismos no corresponden a la resistencia de los concretos halados en la obra, dado que la cohesión entre los componentes es baja y el desgaste y desprendimiento de partículas se evidencia ante bajos esfuerzos.

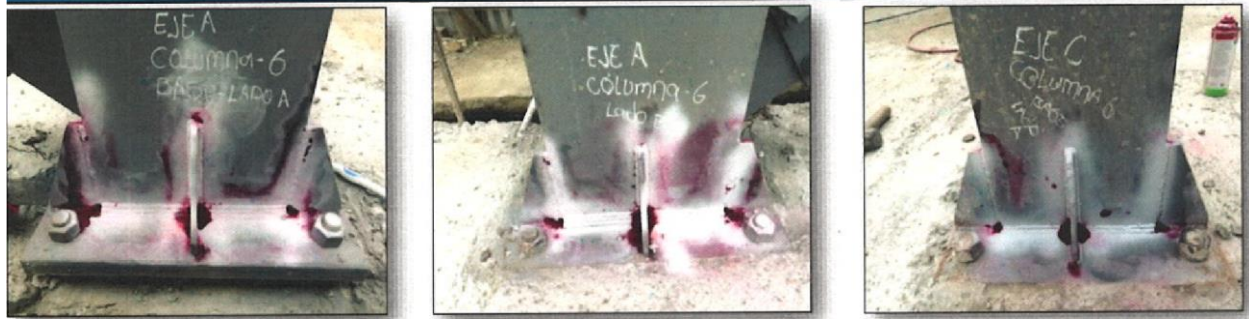
Figura 17. *Fractura de vértices de pedestales en concreto.*



3.5 Ensayos no destructivos

En la revisión en campo de los elementos montados fueron detectados errores en los procedimientos de fabricación que inducen a equivocaciones en montaje tales como corte térmico por exceder la longitud del elemento, procedimiento sin limpieza de escoria de corte y falta de ajuste en pernos; procesos de soldadura sin procedimiento con fallas en el cuerpo de la misma, holguras de elementos que exceden las tolerancias de fabricación y empalme de elementos en tramos fuera de procedimiento sin cumplir con la norma de fabricación Icontec 5832.

Esta inspección se realizó a soldaduras a filete ubicadas en base de columnas, catelas de conexión, platinas extremo en conexión a momento de vigas a columna entre otras. Los resultados de las pruebas de acuerdo con el informe presentado por esta entidad mostraron rechazo en las soldaduras aplicadas en las placas extremo de las vigas celulares o ICR, requiriendo realizar reproceso

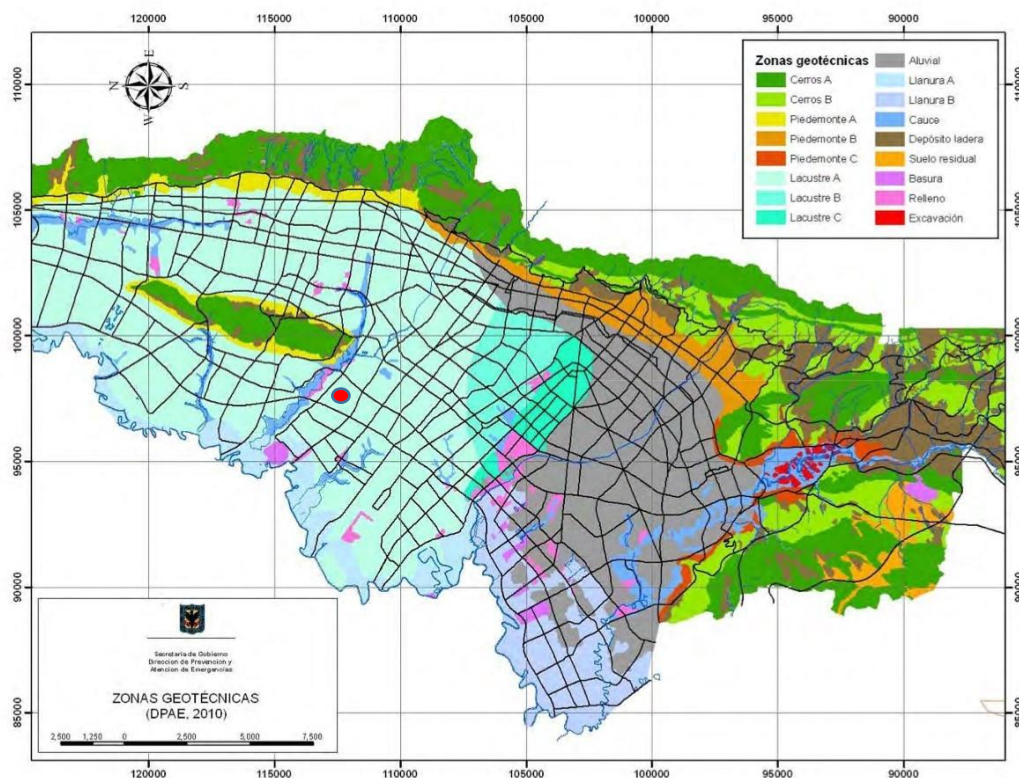
Figura 18. Soldaduras en placa bases de columna rechazadas, Para ser reprocesadas.**Figura 19.** Procesos de soldadura en placas extremo de vigas reprocesadas y validadas

Se evidenciaron falencias en soldaduras y montaje, como factor primordial se realiza análisis en diseños, pues es de anotar el riesgo que presenta como tal el desarrollo de la misma; por ello desarrollamos análisis de vulnerabilidad para corroborar el cumplimiento conforme a la norma, o se establecerá la decisión más acertada para cumplir con los parámetros de seguridad y servicio que se requiere.

4. Vulnerabilidad sísmica

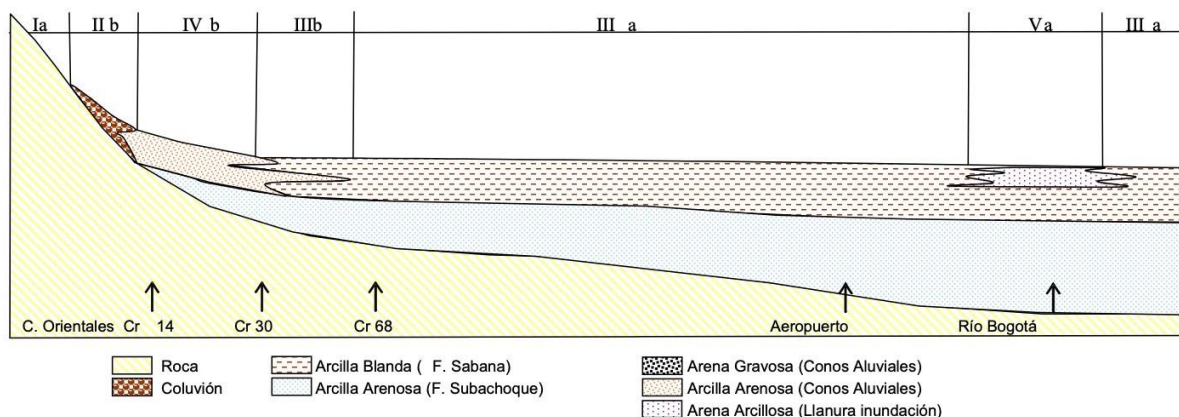
4.1 Caracterización de Suelo

La ciudad de Bogotá está inmersa en una condición de amenaza sísmica por el movimiento constante de las placas tectónicas ubicada y es clasificada como zona de amenaza intermedia a raíz del choque de las placas de nazca y la suramericana, principalmente del sistema de falla frontal de la cordillera oriental y en menor proporción por las fallas de honda e Ibagué. Gracias al estudio de microzonificación se agrupan en cinco tipos de zonas definiendo parámetros de diseño para lograr garantizar la sismo resistencia de las construcciones; nuestro paciente ubicado en la ciudad de Bogotá específicamente en la localidad de suba en el tipo de depósitos fluviales lacustre de terraza baja como se evidencia en el gráfico geotécnico de la ciudad en mención, siendo un suelo reciente de edad cuaternaria caracterizándose por poseer una humedad media y densidad blanda.

Figura 20. Mapa actualizado de zonificación geotécnica**Figura 4.15. Mapa actualizado de zonificación geotécnica**

Nota. Tomado de FOPAE. (2010). Mapa actualizado de zonificación geotécnica. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. Tomada de: https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Zonificacion_Respuesta_SismicaFOPAE2010.pdf

Como se puede determinar la zona de clasificación es lacustre A siendo blando geológicamente de terraza alta lacustre y geomorfológicamente planicie de composición de arcillas limosas muy blandas siendo suelos de muy baja a media capacidad portante y a su vez muy compresibles espesores de 20 a 50m, en el gráfico perfil III a.

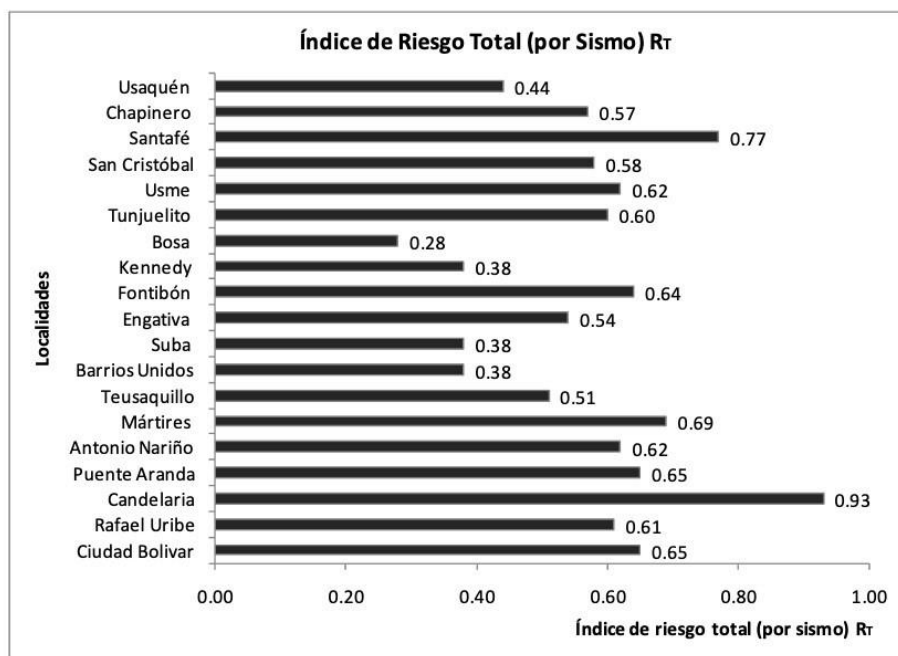
Figura 21. Esquema geotécnico típico de una sección este- oeste entre Cl13 a Cl 127 aprox**Figura 4.17.** Esquema geotécnico típico de una sección este – oeste entre Cl 13 a Cl 127 aprox.

Nota. Tomado de FOPAE. (2010). Esquema geotécnico típico de una sección este- oeste entre Cl13 a Cl 127 aprox. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. Tomada de: https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Zonificacion_Respuesta_Sismica-FOPAE2010.pdf

ADS PHARMA, edificio en desarrollo de estructura metálica ubicado en la UPZ 25, correspondiente al barrio morato de la localidad de Suba (conformado en el año de 1958), se encuentra ubicado en una zona donde se registró relleno sellando una extensión de cuerpo hídrico superficial; ante esto se evidencia el comportamiento del suelo que holísticamente presenta el riesgo del sistema a una amenaza y deberá ser analizado integral y multidisciplinario incorporando factores de exposiciones físicas, fragilidad socioeconómicas y falta de resiliencia. Es interesante tener esta perspectiva para verificar variables que están acompañando la afectación física de cualquier tipo de estructura, En resumen, estudio realizado para la ciudad de Bogotá contemplaron tres factores: En primer lugar el análisis de amenazas sísmicas con escenarios de daño; segundo, características sociales y económicas; tercero, análisis por localidad y unidades de planeamiento zonal. Ante ello miramos los resultados obtenidos para la localidad de suba con el escenario más

crítico y el riesgo total (RT) del ejercicio para fortalecer la intervención de nuestro paciente. siendo el resultado 0,28 por sismo como se aprecia en el gráfico.

Figura 22. Índice de Riesgo Total (por Sismo) RT



Nota. Tomado de: Andrei, Acosta & Díaz, Fernando., (2012). Evaluación holística del riesgo sísmico de la ciudad de Bogotá. Resultados por localidades., Acosta. A. et al., (2012). Como se cito en (Carreño, 2006). Bogotá.

Según el riesgo total, expresado como función del riesgo físico y del factor de impacto, podemos evidenciar que suba obtendría 0,28 ante un evento sísmico de escenario de daños a una magnitud de 7,4 periodo de retorno de 500 años, lo cual confirma la gestión de riesgo requiere de un sistema de control y monitoreo como también de políticas públicas, para que se intervengan en forma correctiva, por ello analizamos nuestra estructura y *la actuación en su entorno*.

4.2 Sismicidad

La amenaza sísmica se define en cuanto la probabilidad que la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo supere o iguale un nivel de referencia. La aceleración pico efectiva (A_a) corresponda a las aceleraciones horizontales del sismo de diseño contempladas en las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente (NSR10), como porcentaje de la aceleración de la gravedad terrestre ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Conforme al mapa de amenaza sísmica ejecutado por el servicio geológico colombiano y definido en la NSR10 como amenaza intermedia con valor de aceleración menor o igual a $0,20g$, enunciado en la tabla A.2.3-1.

Figura 23. Nivel de amenaza sísmica según valores de A_a y de A_v

Mayor valor entre A_a y A_v	Asociado en mapas de las figuras A.2.3-2 y A.2.3-3 a Región N°	Amenaza Sísmica
0.50	10	Alta
0.45	9	Alta
0.40	8	Alta
0.35	7	Alta
0.30	6	Alta
0.25	5	Alta
0.20	4	Intermedia
0.15	3	Intermedia
0.10	2	Baja
0.05	1	Baja

Nota. Tomado de: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. (2010). Zona de amenaza sísmica baja. Bogotá.
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

4.3 Matriz de vulnerabilidad sísmica

A continuación se expone la matriz con los factores que inciden en la estructura ADS PHARMA, en su entorno su grado de afectación conforme a las etapas de vulnerabilidad y clasificación del nivel de riesgo.

MATRIZ DE VULNERABILIDAD								
Estructura	Suelos	Materiales	Sismo	Agrietamiento	Proceso remoción Masa	Inundación	Calificación	Color
Ampliación Oficinas ADS PHARMA: Edificación en fase de montaje con Zapatas y vigas de confinamiento, columnas y vigas en perfiles con unión remada y soldada. En planos se evidencia carencia técnica en especificaciones de uniones y dimensiones de pernos. Las conexiones viga-columna del sistema de resistencia sísmica debe cumplir con las provisiones sísmicas del título F de la NSR-10. 	Zona de Clasificación lacustre A siendo blando, geologicamente de terraza alta lacustre y geomorfológicamente planicie de composición de arcillas limosas muy blandas siendo suelo de muy baja capacidad portante. Capacidad del proyecto 5 T/m²	HE240A- IPE240 - STEEL.	La amenaza sísmica se define en cuanto la probabilidad que la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo supere o iguale un nivel de referencia. Conforme al mapa de amenaza sísmica el proyecto corresponde amenaza intermedia con valor de aceleración menor o igual a 0,20g.	Presencia de fractura de vertices de pedestales en concreto, como también fisura reflejada por los anclajes muy cercanos al borde, no cumple con dimensiones establecido en planos. 	Es estructura ubicada en Bogotá, no esta expuesta a movimientos de remoción en masa extremadamente remota de ocurrencia. (D)	Posibilidad de inundación es remota ya que su localización corresponde a la UPZ25 Barrio Morato; Con presencia de canalización de aguas lluvias y en el perímetro cercano canal salitre y humedal cordoba. garantizando baja probabilidad de ocurrencia. (C).	Su valoración de severidad grave tipo 4 con probabilidad posible 4 clasificandola en categoria 2 riesgo Alto	Riesgo en afectación de vidas humanas evidente; Con el nuevo modelamiento se determina que no cumple para efectos sísmicos, se debe intervenir de inmediato.
Empalme de columnas con cubre placa en el alma y aletas sin soldadura ni preparación de junta para proceso de soldadura. 		HE240A- STEEL.	Las fuentes sísmicas que pueden afectar a Bogotá son: El choque de las placas de Nazca y suramericana; la falla del piedemonte llanero. Los tres sismos que han causado daños severos están 1785, 1827 y 1917 y cuatro han causado daños intermedios 1743, 1826, 1928 y 1967. Probabilidad de ocurrencia moderado con categoría B.					
Empalme de columnas mediante proceso de soldadura sin soporte de diseño presentando porosidades y fallas en el cuerpo de los cordones. 		HE240A- STEEL.						
La viga de amarre presenta menor dimensión a la consignada en los documentos de diseño, lo cual conlleva a una menor capacidad de manejo de esfuerzos diferenciales entre zapatas que ocasiona a su vez asentamientos que conducirían a daños en elementos no estructurales y esfuerzos no contemplados en diseños en conexiones viga- columna. 		CONCRETO DE 3000PSI						

4.4 Revisión de Diseños

Para la revisión de los diseños nos dimos a la tarea de realizar el ejercicio de la estructura planteada por el constructor con sus perfiles, geometría y dimensiones, pero bajo las solicitaciones que corresponden y evaluando su comportamiento según la NSR-10.

El sistema estructural de PORTICOS RESISTENTES A MOMENTO no debe considerar sistemas de arrojamiento excéntrico como se presenta en las memorias de cálculo, dado que esto conlleva a consideraciones especiales de diseño según NSR-10 F.3.6.3. Consideraciones tales como sistema de conexión riostra-viga y riostra-columna no son presentadas en las memorias de cálculo y su respectivo vínculo y sistema de transmisión de esfuerzos. Todo esto cobra suma importancia si se comprende que forman parte del sistema de resistencia sísmica de la estructura.

4.4.1 Avalúo de Cargas.

Considerando las cargas mínimas establecidas en la norma tenemos las siguientes condiciones:

Figura 24. Evaluación de cargas (capítulo B-NSR-10)

EVALUACIÓN DE CARGAS (CAPITULO B-NSR-10)		
CARGA MUERTA		
CARGAS DE ENTREPISO		
Steel Deck de 2" Cal. 22	7,57 Kg/m ²	0,076 KN/m ²
Concreto de 3000PSI e=0,12m	220,8 Kg/m ²	2,208 KN/m ²
Acabado de Piso	60 Kg/m ²	0,600KN/m ²
Divisiones y particiones livianas	100Kg/m ²	1,00KN/m ²
Cieloraso Liviano	13Kg/m ²	0,130KN/m ²
Iluminación y Accesorios	12Kg/m ²	0,12KN/m ²
Peso Propio (Evaluado por Software)	0Kg/m ²	0,000KN/m ²
	413,37Kg/m²	4,134KN/m²
CARGAS DE CUBIERTA		
Steel Deck de 2" Cal.22	7,57Kg/m ²	0,076KN/m ²
Concreto de 3000PSI e=0,12m	220,8Kg/m ²	2,208KN/m ²
Impermeabilización con Mortero	16,63Kg/m ²	0,166KN/m ²
Cielo Raso Liviano	13Kg/m ²	0,130KN/m ²
Iluminación y Accesorios	12Kg/m ²	0,12KN/m ²
Peso Propio (Evaluado por Software)	0Kg/m ²	0,000KN/m ²
	270Kg/m²	2,700KN/m²
CARGAS VIVAS		
Carga viva de cubierta	200Kg/m ²	1,00Kn/m ²
Carga viva de Almacén Entre piso 2	300Kg/m ²	2,00KN/m ²
Carga viva de oficinas Entre piso 1	200Kg/m ²	5,00KN/m ²
CARGA DE GRANIZO		
Carga de Granizo	100Kg/m ²	1,00KN/m ²

Los diseños ejecutados contienen una consideración de carga muerta que no tiene en cuenta todos los factores que inciden en la estructura. Las acciones sísmicas dependen directamente de la carga muerta considerada por lo tanto los efectos de estas ya son reducidos, luego tampoco corresponden con el diseño.

Las cargas vivas fueron adoptadas para áreas habitacionales, siendo el uso para oficinas y almacén de tipo liviano, luego no corresponde con la NSR-10. La carga viva de cubierta no fue considerada dentro de diseño dado que no se especifica en ningún ítem y que debió corresponder como lo muestra la siguiente tabla.

Los diseños ejecutados contienen una consideración de carga muerta que no tiene en cuenta todos los factores que inciden en la estructura. Las acciones sísmicas dependen directamente de la

carga muerta considerada por lo tanto los efectos de estas ya son reducidos, luego tampoco corresponden con el diseño.

Las cargas vivas fueron adoptadas para áreas habitacionales, siendo el uso para oficinas y almacén de tipo liviano, luego no corresponde con la NSR-10. La carga viva de cubierta no fue considerada dentro de diseño dado que no se especifica en ningún ítem y que debió corresponder como lo muestra la siguiente tabla.

Figura 25. Cargas vivas minimas en cubiertas

Tipo de cubierta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones	5.00	500
Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.35	35
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50	50

Nota-1 — La carga viva de la cubierta no debe ser menor que el máximo valor de las cargas vivas usadas en el resto de la edificación, y cuando esta tenga uso mixto, tal carga debe ser la mayor de las cargas vivas correspondientes a los diferentes usos.

Nota. Tomado de: NSR-10

No fueron contempladas en el diseño, acciones del granizo sobre las áreas de cubierta, siendo estas establecidas en la norma NSR-10.

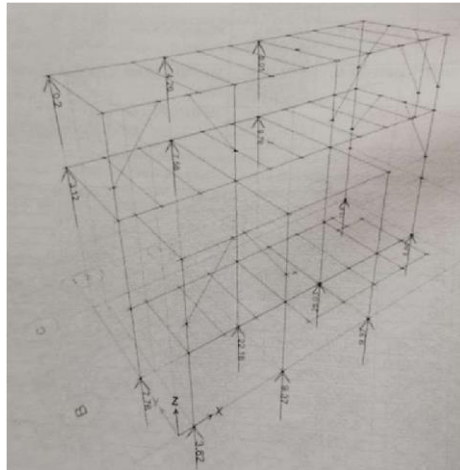
Las acciones sísmicas contemplan unas condiciones diferentes a las que corresponden al proyecto, ya que los factores de reducción de R_o no fueron tenidos en cuenta dadas todas las irregularidades presentes en el proyecto. Esto conlleva a que las fuerzas sísmicas consideradas sean aun menores, por lo tanto los resultados carecen de validez.

Figura 26. Factores de reducción de R_0

Coeficiente de Disipación de Energía (R_0)	5,0	
Coeficiente de Disipación de Energía (R)	1,594323	
Irregularidad en Altura (ϕ_a)	0,648	
Irregularidad en Planta (ϕ_p)	0,6561	
Irregularidad Ausencia de Redundancia (ϕ_r)	0,75	
Irregularidades en Altura		0,648
Piso Flexible	No	
Distribución de masas	si	0,9
Geométrica	si	0,9
Desplazamiento dentro del plano de acción	si	0,8
Piso débil	No	
Irregularidades en Planta		0,6561
Torsional	si	0,9
Retroceso en las esquinas	si	0,9
Diafragma	No	
Desplazamiento de los planos de acción	si	0,9
sistemas no paralelos	si	0,9
Ausencia de Redundancia (A.3.3.8)	Si	0,75

En las memorias de cálculo entregadas no se presentan los datos de entrada que permitan conocer las coordenadas de los nudos, secciones de los elementos analizados, condiciones de apoyo y sus características. Esto último incide muy considerablemente en el análisis del comportamiento estructural.

Las memorias de cálculo no permiten determinar si los apoyos de la estructura en la cimentación son empotrados o simplemente apoyados ya que en la página 12 Figura 6 Cargas Reales bajantes a cimentación se presentan cargas verticales únicamente, lo cual nos indica que los momentos resultantes en los apoyos fueron igualmente ignorados.

Figura 27. Cargas Reales bajantes a cimentación

Nota. Tomado de: Memoria página 12 Figura 6 Cargas Reales bajantes a cimentación

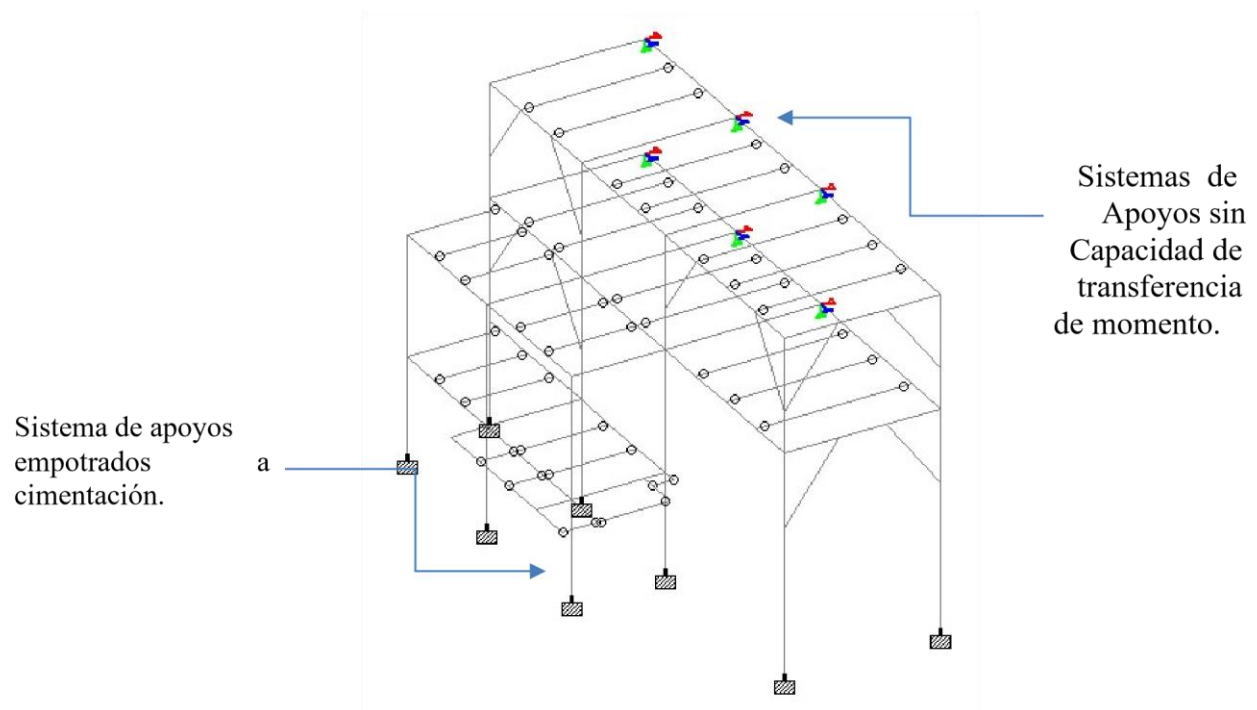
Sin embargo, en la memoria de cálculo de los sistemas de anclajes se relacionan esfuerzos completamente diferentes a los que muestran la gráfica anterior, por lo tanto no es claro cuál es el procedimiento de cálculo de las reacciones en los puntos de apoyo.

Teniendo en cuenta las condiciones de diseño para estos anclajes y las características encontradas en obra como lo evidencian las siguientes imágenes no pueden ser considerados anclajes con capacidad de resistencia a momento, por lo tanto el sistema de apoyo, analizado bajo nuestro modelo, queda configurado como apoyos fijos solo con capacidad de esfuerzos axiales en X, Y Z sin transferencia de momento.

Tipo Restricción	Cortante [V] [kN]	Tx [N.mm]	My [N.mm]	Mz [N.mm]
Rest Fija: 9	2655,05	2008192,042	-262020,084	23590,77
Rest Fija: 10	14909,23	9709098,040	-466148,527	119792,34
Rest Fija: 11	18568,79	1316568,723	-673939,528	8529190,28
Rest Fija: 12	27345,23	-822794,368	-513778,770	10490419,55
Rest Fija: 13	35841,65	10649024,585	-4730691,545	10548254,88
Rest Fija: 14	20867,82	4473415,426	-1976069,423	8381578,88



El sistema de apoyo cuenta con un cordón de soldadura en el borde del patín superior de la viga y una placa inferior de soporte muy deficiente sin soporte técnico.



Para el chequeo de las placas base, se tienen en cuenta una carga puntual de 25 ton, y hace referencia a la figura 6, anteriormente mencionada, donde solo se muestran reacciones verticales,

pero en este caso se adhiere la acción de un momento ultimo M_u de 107.392 Kg-cm, del cual no se tiene ninguna referencia, ni información de su procedencia de análisis.

DATOS		
Carga Ultima (P_u)	25000	Kg
Momento Ultimo (M_u)	107392	Kg-cm
F_y Acero (Placa Base)	5231	Kg/cm ²
Resistencia del Concreto (f_c)	267	Kg/cm ²
Área del Pedestal (A_2)	1600	cm ²

ÁREA DE LA PLACA BASE (PARCIAL)		
$A_1 =$	552.00	cm ²

DIMENSIONES N Y B DE LA PLACA		
$\Delta =$	1.325	cm
$N =$	24.82	cm
$B =$	22.24	cm

Nota. Tomado de: la memoria

Sistema de apoyos sin capacidad de transferencia de momento.

Los resultados de diseño comprobaron que la estructura no cumple con los requisitos y la relación de sobreesfuerzos excede los límites permitidos, por lo tanto, la estructura es inestable ante esfuerzos sísmicos. La totalidad de la estructura, junto con los índices de sobreesfuerzo [superiores a 1 que es el máximo permitido] dentro de los diseños y las memorias de cálculo iniciales no realizan un análisis tridimensional de la estructura sino un chequeo de los elementos con mayores esfuerzos.

Los desplazamientos de los nudos exceden los límites de derivas permitidas en la NSR-10 que corresponden al 1% de la altura de la edificación. La cimentación debe ser reforzada y debe corresponder a un diseño basado en datos de capacidad portante sustentados en un estudio de suelos competente firmado por un ingeniero idóneo y a su vez que corresponda con las reacciones resultado de un análisis completo bajo las solicitaciones que corresponden.

Los anclajes o apoyos a una estructura existente externa deben ser verificados en conjunto con la resistencia de la estructura que recibirá esos esfuerzos, por lo tanto, se deberá presentar el estudio de vulnerabilidad sísmica de la estructura que asumirá dichos esfuerzos, resultado de los anclajes a practicar en los niveles 6.565 m y 9.995 m. Finalmente, se recomienda realizar el desmonte de la estructura en condiciones seguras para acondicionar la estructura con un sistema de conexiones que cumplan con las provisiones sísmicas del título F de la Normatividad NSR-10.

A continuación, anexamos los resultados del análisis y diseño estructural del modelo conformado por nuestro equipo técnico conforme a las secciones especificadas y encontradas en obra y bajo las solicitaciones especificadas en la NSR-10.

Figura 28. Ejes secciones y perfiles columnaS HEA240

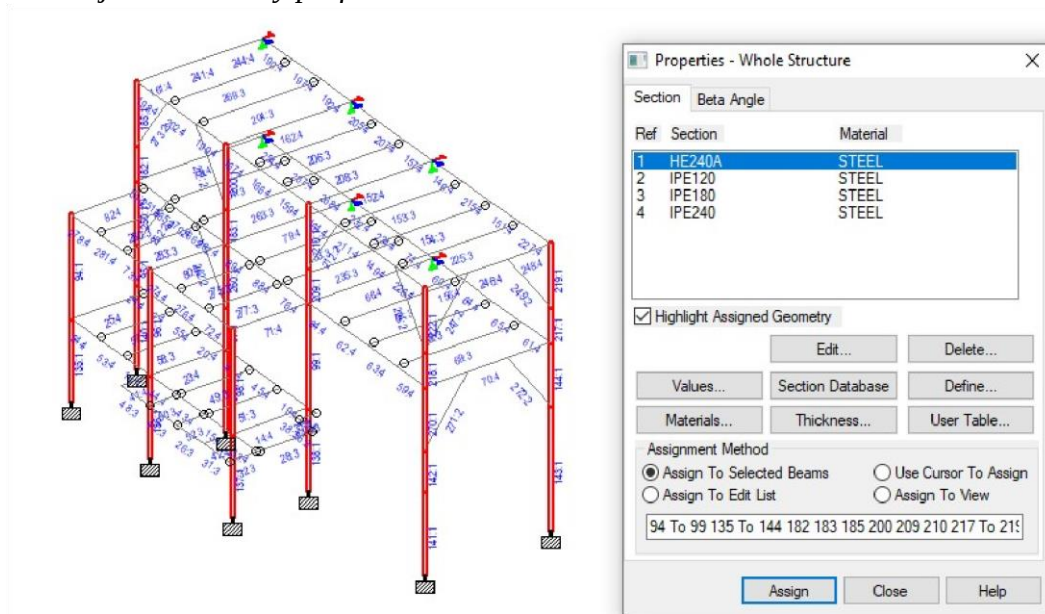


Figura 29. Vigas principales IPE 240

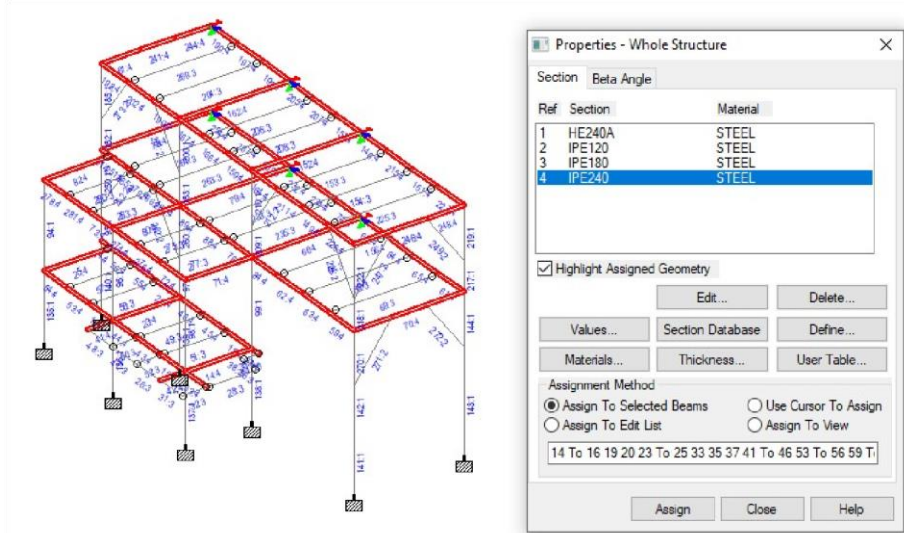


Figura 30. Viguetas de entrepiso IPE 180

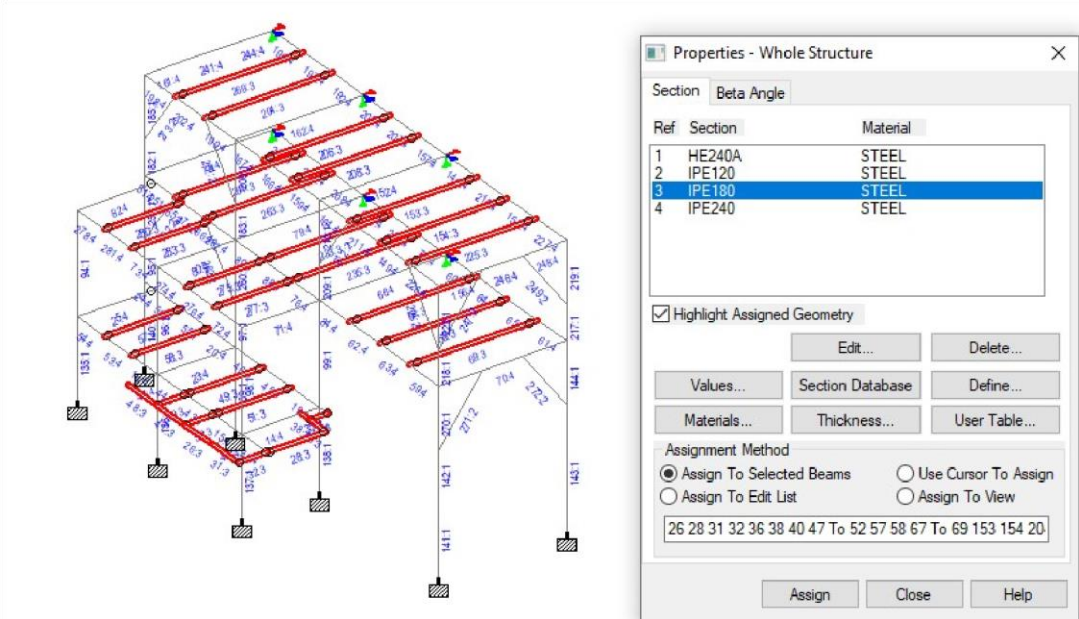
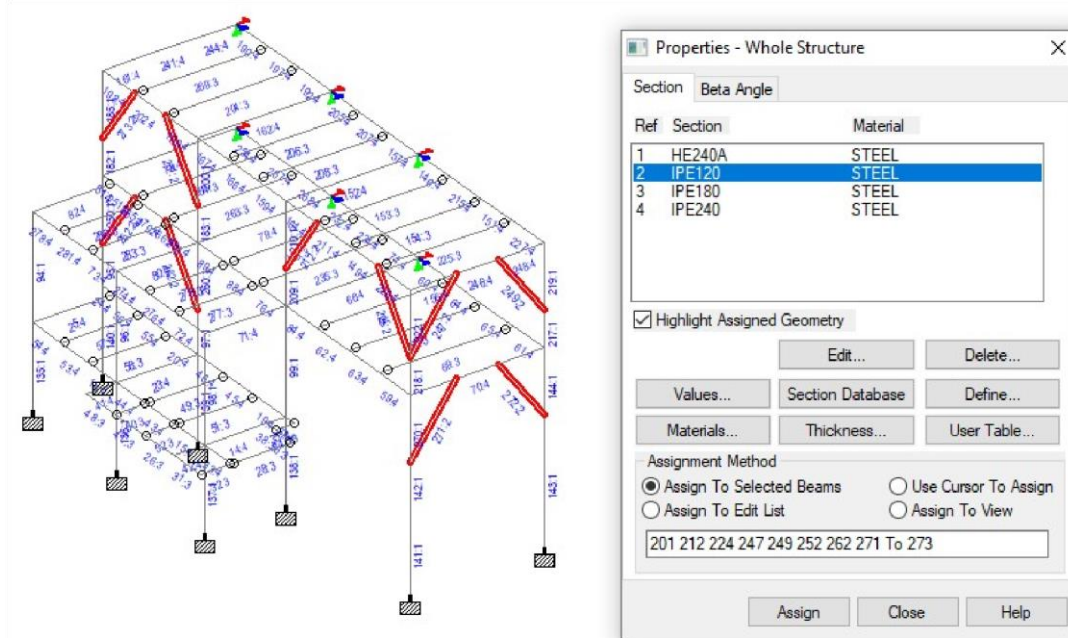


Figura 31. Riostras IPE 120

5. Presupuesto Patológico

Se discrimina la cobertura de la propuesta con los ítems a desarrollar, para así evaluar el paciente y su respectiva intervención, cumpliendo normatividad vigente y un proceso constructivo que garantice su ejecución y durabilidad en la vida útil de servicio.

Figura 32. Presupuesto patológico

PROYECTO ESTRUCTURA METÁLICA ADS PHARMA PRESUPUESTO PATOLÓGICO					
COSTOS DIRECTOS					
Item	Descripción	Und.	Cantidad	valor unitario	valor total
1,000	Inspección Visual				
1,001	INSPECCIÓN VISUAL CON: (Revisión bitacora, evaluación de proceso constructivo, conexiones, verificación de especificaciones de material y ensayos de laboratorios adelantados e informe Final de Inspección.)	M2	2.410,00	\$ 1.900,00	\$4.579.000,00
SUBTOTAL					\$4.579.000,00
2,000	MODELACIÓN ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN DE LESIONES.				
2,001	REMODELACIÓN CON : (Con los datos encontrados en los diseños existentes para evaluar las condiciones sismorresistentes y alcances según la normatividad)	M2	2.410,00	\$ 2.500,00	\$6.025.000,00
2,002	DETERMINACIÓN DE FICHAS (Discriminación de lesiones en la estructura).	M2	2.410,00	\$ 1.200,00	\$2.892.000,00
SUBTOTAL					\$8.917.000,00
3,000	ESTRUCTURA PRINCIPAL				
3,001	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (Ensayo de tintas penetrantes para evaluar cordones de soldadura en las conexiones.).	UND	12,00	\$ 275.000,00	\$3.300.000,00
3,002	CONEXIONES (Verificación en diseño e inspección de uniones perneadas.).	UND	45,00	\$ 35.000,00	\$1.575.000,00
3,003	DIAGNOSTICO (Conforme a las lesiones se presenta la intervención a seguir y sus respectivas recomendaciones. (Informe caracterizado)).	UND	1,00	\$3.500.000,00	\$3.500.000,00
SUBTOTAL					\$8.375.000,00
4,000	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA				
4,001	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA CON: (Memorias de cálculo, planos de diseño de elementos estructurales (columnas,vigas de carga, vigas de rigidez y riostras) y no estructurales (correas de cubierta, fachadas, templete y contravientos). Conexiones soldadas y apunadas segun NSR-10.).	M ²	2.410,00	\$ 6.500,00	\$ 15.665.000,00
SUBTOTAL					\$ 15.665.000,00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					\$ 37.536.000,00
COSTOS INDIRECTOS					
IMPREVISTOS				2%	\$ 750.720
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	\$ 7.131.840
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					\$ 7.882.560

5.1 Presupuesta de Intervención.

Se presenta la propuesta económica de nuestro paciente, entregando una evaluación estructural que cumpla con los parámetros de la norma sismo resistente vigente en Colombia (NRS 10) y a su vez el desmonte de la misma por el riesgo a lo que se expone personal de ADS pharma, con todos los ITEMS que se necesitan para el desarrollo total de la ampliación.

Figura 33. Presupuesto y cantidades de obra

PROYECTO ESTRUCTURA METALICA ADS PHARMA PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA					
COSTOS DIRECTOS					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1,000EXCAVACIONES					
1,001	EXCAVACIÓN MANUAL EN MATERIAL COMÚN (INCL CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL)	M3	76,50	\$ 85.040,00	\$ 6.505.560,00
SUBTOTAL					\$ 6.505.560,00
2,000ESTRUCTURA DE CIMENTACION					
2,001	RELLENO EN SUBBASE GRANULAR B-200 (Suministro, Transporte, Extendido, Humedecimiento y Compactación)	M3	16,20	\$ 123.950,00	\$ 2.007.990,00
2,002	MORTERO DE LIMPIEZA 2000 PSI E=0,05	M2	32,40	\$ 37.500,00	\$ 1.215.000,00
2,003	CONCRETO 3000 PSI PARA ZAPATAS	M3	11,80	\$ 593.311,00	\$ 7.001.069,80
2,004	CONCRETO 3000 PSI PARA PEDESTALES Y VIGAS DE AMARRE	M3	3,60	\$ 667.100,00	\$ 2.401.560,00
2,005	RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO PROVENIENTE DE LA EXCAVACIÓN (Extendido manual, Humedecimiento y Compactación)	M3	61,10	\$ 29.665,00	\$ 1.812.531,50
2,006	RELLENO PARA PLACA DE CONTRAPISO SUBBASE GRANULAR B-200 ESPESOR 30 cm COMPACTADO EN PLACA DE 5 cm (Suministro, Transporte, Extendido, Humedecimiento y Compactación)	M3	9,00	\$ 123.950,00	\$ 1.115.550,00
2,007	CONCRETO 3000 PSI PARA PLACA DE CONTRAPISO	M3	5,40	\$ 640.450,00	\$ 3.458.430,00
2,008	ACERO DE REFUERZO (Incluye Suministro, Figurado y Fijación)	KG	1.390,00	\$ 5.300,00	\$ 7.367.000,00
2,009	PLACA DE CONCRETO LAVADO FUNDIDA EN SITIO DE 3000 PSI (21 Mpa), ESPESOR DE PLACA: 10 cm CON MALLA ELECTROSOLDADA No. 6 DE 15X 15 mm	M2	27,80	\$ 120.196,00	\$ 3.341.448,80
SUBTOTAL					\$ 29.720.580,10
3,000ESTRUCTURA PRINCIPAL					
3,001	ANCLAJES ESTRUCTURALES INCLUYE PLACA BASE Y PERNOS TIPO ESPARRAGO EN ACERO ASTM A-193 GRADO B7 SEGÚN DISEÑO	UND	12,00	\$ 475.000,00	\$ 5.700.000,00
3,002	DESMONTE DE ESTRUCTURA METALICA EXISTENTE.	KG	12.190,00	\$ 1.500,00	\$ 18.285.000,00

PROYECTO ESTRUCTURA METALICA ADS PHARMA PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA					
COSTOS DIRECTOS					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3,003	ADECUACION DE ESTRUCTURA METALICA DE ACUERDO A NUEVO DISEÑO ESTRUCTURAL	KG	9.890,00	\$ 2.800,00	\$ 27.692.000,00
3,003	ESTRUCTURA METALICA NUEVA DE ACUERDO A NUEVO DISEÑO ESTRUCTURAL INCLUYE ESTRUCTURA DE CUBIERTA	KG	12.220,00	\$ 10.200,00	\$ 124.644.000,00
3,004	LAMINA COLABORANTE CALIBRE 22 DE 2" INCLUYE CONECTORES DE CORTANTE TIPO STUD DE 3"	M2	265,00	\$ 43.000,00	\$ 11.395.000,00
3,005	CONCRETO PARA PLACAS DE ENTREPISO DE 3000 PSI	M2	265,00	\$ 125.000,00	\$ 33.125.000,00
SUBTOTAL					\$ 280.282.160,20
4,000CUBIERTA					
4,001	CUBIERTA TIPO PANEL CON POLIURETANO INYECTADO DE 25 MPMPINTURA TIPO POLIESTER INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACION.	M2	76,50	\$ 195.450,00	\$ 14.951.925,00
4,002	CNAAL EN LAMINA GALVANIZADA CAL. 20 DE 1M DE DESARROLLO.	ML	15,00	\$ 105.000,00	\$ 1.575.000,00
SUBTOTAL					\$ 16.526.925,00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS					\$ 333.035.225,30
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION				10%	\$33.303.523
IMPREVISTO				2%	\$6.660.705
UTILIDAD				3%	\$9.991.057
IVA SOBRE UTILIDAD				19%	\$1.898.301
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					\$51.853.585
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					\$ 384.888.809,88

6. Conclusiones

Se determina un desarrollo constructivo con falencias técnicas que exponen a riesgos en vidas humanas en alto grado, Así mismo el destino de construir es producir la infraestructura que trae vida a la sociedad y la confianza de garantizar su durabilidad.

En el presupuesto patológico se discrimina los lineamientos necesarios para alcanzar el análisis del paciente (estructura) y su grado de valoración para así mismo generar su intervención.

Los resultados de diseño comprueban que la estructura no cumple con los requisitos y la relación de sobreesfuerzos excede los límites permitidos. Por lo tanto, la estructura es inestable

ante esfuerzos sísmicos. Encontramos que en la fase de diseño estuvo la mayor incidencia de generación de patologías del proyecto y es allí donde se puede evitar.

Se requiere con urgencia la revisión general de procesos de soldaduras para todos los elementos en obra y en fabricación, las pruebas para los procesos de soldaduras de placa bases y fabricación de vigas celulares deberá hacerse mediante proceso de pruebas de ultrasonido.

Los desplazamientos de los nudos exceden los límites de derivas permitidas en la NSR-10 que corresponden al 1% de la altura de la edificación.

La cimentación debe ser reforzada y debe corresponder a un diseño basado en datos de capacidad portante sustentados en un estudio de suelos competente firmado por un ingeniero competente y a su vez que corresponda con las reacciones resultado de un análisis completo bajo las solicitaciones que corresponden.

Los anclajes o apoyos a una estructura existente externa deben ser verificados en conjunto con la resistencia de la estructura que recibirá esos esfuerzos. Por lo tanto, se deberá presentar el estudio de vulnerabilidad sísmica de la estructura que asumirá esos esfuerzos resultados de los anclajes a practicar en los niveles 6.565 m y 9.995 m.

Referencias

Academia ignova, (s.f). *Patología y Rehabilitación de estructuras*. <https://academia.ingnova.es/>

Andrei., T. et al. (2012). Evaluación holística del riesgo sísmico de la Ciudad de Bogotá.

Construmatica, (s.f). *Estructuras Metálicas*.
https://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_Met%C3%A1licas#Generalidades

FOPAE. (2010). *Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño sismo resistente de edificaciones*.
https://www.idiger.gov.co/documents/20182/112614/Zonificacion_Respuesta_SismicaFOPAE-2010.pdf

Reglamento colombiano de construcciones sismo resistentes. Norma NRS-10. (2010). *Titulo A-Requisitos Generales de Diseño y Construcción Sismo Resistente*.
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

Apéndices

Apéndice A. Modelamiento.

DATOS DE ENTRADA

***** **

* STAAD.Pro V8i SELECTseries6 *

- * Versión 20.07.11.33
- * Proprietary Program of
- * Bentley Systems, inc.
- * Date= SEP 24, 2020
- * Time= 11:46:40 **

* USER ID: *****

1. STAAD SPACE

INPUT FILE: C:\Users\Toshiba\Desktop\ADS PHARMA\MODELO PLANOS\MODELO ADS
PHARMA OBRA.STD

2. STARTJOB INFORMATION 3. ENGINEER DATE 16-SEP-20

4. JOB NAME ESTRUCTURA AMPLIACION OFICINAS 5. JOBCLIENTADSPHAMAS.A.

6. JOB NO 01-ADS

7. END JOB INFORMATION

8. INPUT WIDTH 79

9. UNIT METER KN

10. JOINT COORDINATES

11. 1 0 2.9 0.55; 2 2.8 2.9 0; 3 0 2.9 4.7; 4 2.8 2.9 4.7; 5 0 2.9 9.05
 12. 6 2.8 2.9 9.05; 11 2.8 2.9 15.245; 13 7.45 4.35 15.245; 18 2.8 2.9 0.55
 13. 19 -1.06 2.9 9.05; 20 -1.06 2.9 4.7; 21 0 2.9 10.38; 25 -1.06 2.9 10.38
 14. 26 2.156 2.9 10.38; 27 2.156 2.9 9.05; 28 2.156 2.9 9.5; 29 2.8 2.9 9.5
 15. 30 0 2.9 7.6; 31 0 2.9 6.15; 32 2.8 2.9 7.6; 33 2.8 2.9 6.15; 34 -1.06 2.9 7.6 16. 35 -1.06 2.9
 6.15; 36 0
 2.9 3.31667; 37 0 2.9 1.93333; 38 2.8 2.9 3.31667 17. 39 2.8 2.9 1.93333; 40 2.8 6.565 13.745;
 41 2.8 6.565
 15.245
 18. 42 7.45 6.565 9.05; 43 7.45 6.565 10.615; 44 7.45 6.565 13.745
 19. 45 7.45 6.565 15.245; 46 2.8 6.565 10.615; 47 2.8 6.565 12.18
 20. 48 7.45 6.565 12.18; 49 2.8 6.565 9.05; 50 0 6.565 9.05; 53 0 6.565 4.7
 *
 *
 *
 * *
 *
 21. 55 7.45 6.565 4.7; 56 7.45 6.565 0; 57 2.8 6.565 7.6; 58 2.8 6.565 4.7
 22. 60 2.8 6.565 0; 61 2.8 6.565 0.55; 62 0 6.565 0.55; 65 2.8 6.565 6.15
 23. 69 2.8 0 15.245; 73 7.45 0 15.245; 77 2.8 0 9.05; 78 0 0 9.05; 81 0 0 4.7
 24. 86 2.8 0 4.7; 88 2.8 0 0; 90 0 0 0.55; 93 2.8 9.995 15.245; 94 7.45 9.995 9.05 25. 95 7.45
 9.995
 10.615; 97 7.45 9.995 15.245; 98 2.8 9.995 10.615

26. 99 2.8 9.995 12.18; 100 7.45 9.995 12.18; 101 2.8 9.995 9.05
 27. 102 7.45 9.995 4.7; 103 7.45 9.995 0; 104 2.8 9.995 7.6; 105 2.8 9.995 4.7 28. 107 2.8 9.995
 0; 110
 2.8 9.995 6.15; 112 2.8 7.795 0; 113 2.8 9.995 1.6
 29. 115 7.45 9.995 1.6; 116 7.45 9.995 3.1; 119 2.8 9.995 3.1; 120 2.8 7.795 4.7 30. 121 7.45
 9.995 6.15; 122 7.45 9.995 7.6; 123 2.8 7.795 9.05
 31. 124 2.8 9.995 10.65; 126 7.45 9.995 10.65; 127 7.45 7.795 15.245
 32. 128 2.8 7.795 15.245; 129 7.45 9.995 13.645; 130 2.8 9.995 13.645
 33. 133 7.45 6.565 6.15; 134 7.45 6.565 7.6; 137 4.4 9.995 0; 139 5.85 9.995 0 34. 140 4.4 9.995
 15.245; 141 5.85 9.995 15.245; 142 2.8 4.365 0

1. STAAD SPACE

INPUT FILE: C:\Users\Toshiba\Desktop\ADS PHARMA\MODELO PLANOS\MODELO ADS
 PHARMA OBRA.STD

2. STARTJOBINFORMATION

3. ENGINEER DATE 16-SEP-20

4. JOB NAME ESTRUCTURA AMPLIACION OFICINAS 5. JOBCLIENTADSPHAMAS.A.

6. JOB NO 01-ADS

7. END JOB INFORMATION

8. INPUT WIDTH 79

9. UNIT METER KN

10. JOINT COORDINATES

11. 1 0 2.9 0.55; 2 2.8 2.9 0; 3 0 2.9 4.7; 4 2.8 2.9 4.7; 5 0 2.9 9.05

12. 6 2.8 2.9 9.05; 11 2.8 2.9 15.245; 13 7.45 4.35 15.245; 18 2.8 2.9 0.55

13. 19 -1.06 2.9 9.05; 20 -1.06 2.9 4.7; 21 0 2.9 10.38; 25 -1.06 2.9 10.38

14. 26 2.156 2.9 10.38; 27 2.156 2.9 9.05; 28 2.156 2.9 9.5; 29 2.8 2.9 9.5

15. 30 0 2.9 7.6; 31 0 2.9 6.15; 32 2.8 2.9 7.6; 33 2.8 2.9 6.15; 34 -1.06 2.9 7.6 16. 35 -1.06 2.9 6.15; 36 0

2.9 3.31667; 37 0 2.9 1.93333; 38 2.8 2.9 3.31667 17. 39 2.8 2.9 1.93333; 40 2.8 6.565 13.745; 41 2.8 6.565

15.245

18. 42 7.45 6.565 9.05; 43 7.45 6.565 10.615; 44 7.45 6.565 13.745

19. 45 7.45 6.565 15.245; 46 2.8 6.565 10.615; 47 2.8 6.565 12.18

20. 48 7.45 6.565 12.18; 49 2.8 6.565 9.05; 50 0 6.565 9.05; 53 0 6.565 4.7

21. 55 7.45 6.565 4.7; 56 7.45 6.565 0; 57 2.8 6.565 7.6; 58 2.8 6.565 4.7

22. 60 2.8 6.565 0; 61 2.8 6.565 0.55; 62 0 6.565 0.55; 65 2.8 6.565 6.15

23. 69 2.8 0 15.245; 73 7.45 0 15.245; 77 2.8 0 9.05; 78 0 0 9.05; 81 0 0 4.7

24. 86 2.8 0 4.7; 88 2.8 0 0; 90 0 0 0.55; 93 2.8 9.995 15.245; 94 7.45 9.995 9.05 25. 95 7.45 9.995

10.615; 97 7.45 9.995 15.245; 98 2.8 9.995 10.615

26. 99 2.8 9.995 12.18; 100 7.45 9.995 12.18; 101 2.8 9.995 9.05

27. 102 7.45 9.995 4.7; 103 7.45 9.995 0; 104 2.8 9.995 7.6; 105 2.8 9.995 4.7

28. 107 2.8 9.995 0; 110 2.8 9.995 6.15; 112 2.8 7.795 0; 113 2.8 9.995 1.6

29. 115 7.45 9.995 1.6; 116 7.45 9.995 3.1; 119 2.8 9.995 3.1; 120 2.8 7.795 4.7 30. 121 7.45 9.995 6.15; 122 7.45 9.995 7.6; 123 2.8 7.795 9.05

31. 124 2.8 9.995 10.65; 126 7.45 9.995 10.65; 127 7.45 7.795 15.245

32. 128 2.8 7.795 15.245; 129 7.45 9.995 13.645; 130 2.8 9.995 13.645

33. 133 7.45 6.565 6.15; 134 7.45 6.565 7.6; 137 4.4 9.995 0; 139 5.85 9.995 0 34. 140 4.4 9.995 15.245; 141 5.85 9.995 15.245; 142 2.8 4.365 0

35. 143 2.8 6.565 1.6; 145 7.45 6.565 1.6; 146 7.45 6.565 3.1; 148 2.8 4.365 4.7 36. 149 2.8 6.565 3.1;

150 2.8 4.35 15.245; 151 4.4 6.55 15.245

37. 152 5.85 6.55 15.245; 153 0 6.565 6.15; 154 0 6.565 7.6; 155 0 6.565 1.93333 38. 156 2.8 6.565

1.93333; 157 0 6.565 3.31667; 158 2.8 6.565 3.31667

39. MEMBER INCIDENCES

40. 14 5 27; 15 5 30; 16 3 36; 19 6 32; 20 4 38; 23 3 4; 24 18 2; 25 1 18

41. 26 19 34; 28 21 26; 31 25 19; 32 25 21; 33 21 5; 35 27 6; 36 26 28; 37 6 29

42. 38 28 27; 40 28 29; 41 20 3; 42 19 5; 43 30 31; 44 31 3; 45 32 33; 46 33 4

43. 47 34 35; 48 35 20; 49 31 33; 50 35 31; 51 30 32; 52 34 30; 53 36 37; 54 37 1

44. 55 38 39; 56 39 18; 57 37 39; 58 36 38; 59 40 41; 60 42 43; 61 44 45; 62 46 47

45. 63 47 40; 64 43 48; 65 48 44; 66 49 42; 67 46 43; 68 47 48; 69 40 44; 70 41 45

46. 71 50 49; 72 50 154; 73 53 157; 74 42 134; 76 49 57; 78 60 56; 79 58 55

47. 80 53 58; 81 61 60; 82 62 61; 84 49 46; 88 57 65; 89 65 58; 94 1 62; 95 2 142

48. 96 3 53; 97 4 148; 98 5 50; 99 6 49; 135 1 90; 136 3 81; 137 5 78; 138 6 77

49. 139 4 86; 140 2 88; 141 69 11; 142 11 150; 143 73 13; 144 13 45; 146 94 95

50. 148 98 124; 149 99 130; 150 95 126; 151 100 129; 152 101 94; 153 98 95

51. 154 99 100; 156 93 140; 157 94 122; 159 101 104; 161 107 137; 162 105 102

52. 164 101 98; 166 104 110; 167 110 105; 182 60 112; 183 58 120; 185 112 107

53. 190 115 103; 192 102 116; 197 115 116; 198 107 113; 199 105 119; 200 120 105

54. 201 120 119; 202 113 119; 204 119 116; 205 121 102; 206 110 121; 207 122 121
55. 208 104 122; 209 49 123; 210 123 101; 211 124 99; 212 123 124; 215 126 100
56. 217 45 127; 218 41 128; 219 127 97; 222 128 93; 224 128 130; 225 130 129
57. 226 130 93; 227 129 97; 232 133 55; 233 65 133; 234 134 133; 235 57 134
58. 241 137 139; 244 139 103; 246 140 141; 247 128 140; 248 141 97; 249 127 141
59. 250 142 60; 251 143 61; 252 142 143; 254 145 56; 260 148 58; 262 148 149
60. 263 149 146; 264 143 145; 265 143 156; 266 149 158; 267 145 146; 268 146 55
61. 269 113 115; 270 150 41; 271 150 151; 272 13 152; 273 112 113; 274 153 53
62. 275 153 65; 276 154 153; 277 154 57; 278 155 62; 279 156 149; 280 155 156
63. 281 157 155; 282 158 58; 283 157 158
64. DEFINEMATERIALSTART
65. ISOTROPIC STEEL 66. E
2.05E+008
67. POISSON 0.3
68. DENSITY76.8195
69. ALPHA 1.2E-005
70. DAMP0.03
71. TYPE STEEL
72. STRENGTH FY 253200 FU 407800 RY 1.5 RT 1.2
73. ENDDEFINEMATERIAL
74. MEMBER PROPERTY EUROPEAN
75. 94 TO 99 135 TO 144 182 183 185 200 209 210 217 TO 219 222 250 260 - 76. 270 TABLE
ST HE240A

77. 201 212 224 247 249 252 262 271 TO 273 TABLE ST IPE120

78.2628313236384047TO52575867TO69153154204206208225233235-

79. 263 264 269 275 277 280 283 TABLE ST IPE180

80. 14 TO 16 19 20 23 TO 25 33 35 37 41 TO 46 53 TO 56 59 TO 66 70 TO 74 76 78 - 81. 79

TO 82 84

88 89 146 148 TO 152 156 157 159 161 162 164 166 167 190 192 197 - 82. 198 TO 199 202 205

207 211 215 226 227 232 234 241 244 246 248 251 254 265

83. 266 TO 268 274 276 278 279 281 282 TABLE ST IPE240 84. CONSTANTS

85. MATERIALSTEELALL

86. SUPPORTS

87. 42555694102103FIXEDBUTMXMY MZ88.6973777881868890FIXED

89. MEMBER RELEASE

90.28324049TO52575867TO69153154204206208225233235263264269 91.

275 277 280 283 START MX MY MZ

92.2528324049TO52575867TO6982153154204206208225233235263-

93.264269275277280283ENDMXMYMZ

94. CUT OFF MODE SHAPE 100

95. LOAD 1 LOADTYPE SE_iSM_iC T_iTLE CSX S_iSMO ELAST_iCO X 96.

*COLOMB_iANLOADX1

97. SPECTRUM SRSS X 1.31 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN SAVE 98. 0.01 0.325; 0.02

0.347;

0.03 0.368; 0.04 0.39; 0.05 0.411872; 0.15 0.628116 99. 0.2 0.736238; 0.25 0.759375; 0.3

0.759375; 0.35

0.759375; 0.4 0.759375

100. 0.45 0.759375; 0.5 0.759375; 0.55 0.759375; 0.6 0.759375; 0.65 0.759375

101. 0.7 0.759375; 0.75 0.759375; 0.8 0.75975; 0.85 0.759375; 0.9 0.75937; 0.95 - 102. 0.759375

103. 1 0.75937; 1.04 0.738462; 1.1 0.698182; 1.14 0.673684; 1.2 0.64; 1.24 0.619355 104. 1.3

0.590769;

1.34 0.573134; 1.4 0.548571; 1.46 0.526027; 1.5 0.512

105. 1.54 0.498701; 1.6 0.48; 1.65 0.465455; 1.7 0.451765; 1.75 0.438857

106. 1.8 0.426667; 1.85 0.415135; 1.9 0.404211; 1.95 0.393846; 2 0.384; 2.05 - 107. 0.374634

108. 2.1 0.365714; 2.15 0.357209; 2.2 0.349091; 2.25 0.341333; 2.3 0.333913

109. 2.35 0.326809; 2.4 0.32; 2.45 0.318; 2.5 0.3072; 2.55 0.301176; 2.6 0.295385

110. 2.65 0.289811; 2.7 0.284444; 2.75 0.279273; 2.8 0.274286; 2.85 0.269474

111. 2.9 0.264828; 2.95 0.260339; 3 0.256; 3.05 0.251803; 3.1 0.247742; 3.15 0.243

112. 3.2 0.24; 3.25 0.236308; 3.3 0.232727; 3.35 0.229254; 3.4 0.225882; 3.45 - 113. 0.222609

114. 3.5 0.219429; 3.55 0.216338; 3.6 0.213333; 3.65 0.210411; 3.7 0.207568

115. 3.75 0.2048; 3.8 0.202105; 3.85 0.199481; 3.9 0.196; 3.95 0.19443; 4 0.192 116. 4.05

0.18963; 4.15 0.18506; 4.2 0.182857; 4.25 0.180706; 4.3 0.178605

117. 4.35 0.176552; 4.4 0.174545; 4.45 0.172584; 4.5 0.170667; 4.6 0.166957

118. 4.65 0.165161; 4.7 0.163404; 4.75 0.161684; 4.8 0.16; 4.85 0.158351

119. 4.9 0.156735; 4.95 0.155152; 5 0.1536

120. SELFWEIGHTX1.05

121. SELFWEIGHTY1.05

122. SELFWEIGHTZ1.05

123. FLOOR LOAD

124. YRANGE6.46.7FLOAD-4.13XRANGE2.87.45 ZRANGE-0.115.5 GX

125. YRANGE2.92.95FLOAD-4.13XRANGE-1.062.8 ZRANGE010.38 GX 126.

YRANGE9.910FLOAD-2.5XRANGE2.87.45 ZRANGE015.5 GX 127.

YRANGE6.56510FLOAD-

2.5XRANGE02.8 ZRANGE0.559.05 GX

128. LOAD 2 LOADTYPE SEISMIC TITLE CSZ SISMO ELASTICO Z 129.

*COLOMB_IANLOADZ1

130. SPECTRUM CQC Z 1.78 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN SAVE

131. 0.01 0.325; 0.02 0.347; 0.03 0.368; 0.04 0.39; 0.05 0.411872; 0.15 0.628116 132. 0.2

0.736238; 0.25

0.759375; 0.3 0.759375; 0.35 0.759375; 0.4 0.759375 133. 0.45 0.759375; 0.5 0.759375; 0.55

0.759375; 0.6 0.759375; 0.65 0.759375 134. 0.7 759375; 0.75 0.759375; 0.8 0.75975; 0.85

0.759375; 0.9 0.75937;

0.95 - 135. 0.759375

136. 1 0.75937; 1.04 0.738462; 1.1 0.698182; 1.14 0.673684; 1.2 0.64; 1.24 0.619355 137. 1.3

0.590769;

1.34 0.573134; 1.4 0.548571; 1.46 0.526027; 1.5 0.512

138. 1.54 0.498701; 1.6 0.48; 1.65 0.465455; 1.7 0.451765; 1.75 0.438857

139. 1.8 0.426667; 1.85 0.415135; 1.9 0.404211; 1.95 0.393846; 2 0.384; 2.05 -

140. 0.374634

141. 2.1 0.365714; 2.15 0.357209; 2.2 0.349091; 2.25 0.341333; 2.3 0.333913

142. 2.35 0.326809; 2.4 0.32; 2.45 0.318; 2.5 0.3072; 2.55 0.301176; 2.6 0.295385

143. 2.65 0.289811; 2.7 0.284444; 2.75 0.279273; 2.8 0.274286; 2.85 0.269474

144. 2.9 0.264828; 2.95 0.260339; 3 0.256; 3.05 0.251803; 3.1 0.247742; 3.15 0.243 145. 3.2

0.24; 3.25

0.236308; 3.3 0.232727; 3.35 0.229254; 3.4 0.225882; 3.45 - 146. 0.222609

147. 3.5 0.219429; 3.55 0.216338; 3.6 0.213333; 3.65 0.210411; 3.7 0.207568

148. 3.75 0.2048; 3.8 0.202105; 3.85 0.199481; 3.9 0.196; 3.95 0.19443; 4 0.192

149. 4.05 0.18963; 4.15 0.18506; 4.2 0.182857; 4.25 0.180706; 4.3 0.178605

150. 4.35 0.176552; 4.4 0.174545; 4.45 0.172584; 4.5 0.170667; 4.6 0.166957

151. 4.65 0.165161; 4.7 0.163404; 4.75 0.161684; 4.8 0.16; 4.85 0.158351

152. 4.9 0.156735; 4.95 0.155152; 5 0.1536

153. SELFWEIGHTX1.05

154. SELFWEIGHTY1.05

155. SELFWEIGHTZ1.05

156. FLOOR LOAD

157. YRANGE6.46.7FLOAD-4.13XRANGE2.87.45 ZRANGE-0.115.5 GZ

158. YRANGE2.92.95FLOAD-4.13XRANGE-1.062.8 ZRANGE010.38 GZ 159.

YRANGE9.910FLOAD-2.5XRANGE2.87.45 ZRANGE015.5 GZ

160. YRANGE6.56510FLOAD-2.5XRANGE02.8 ZRANGE0.559.05 GZ 161. LOAD 3

LOADTYPE

DEAD TITLE CARGA MUERTA

162. SELFWEIGHTY-1.05

163. FLOOR LOAD

164. YRANGE6.46.7FLOAD-4.13XRANGE2.87.45 ZRANGE-0.115.5 GY

165. YRANGE2.92.95FLOAD-4.13XRANGE-1.062.8 ZRANGE010.38 GY 166.

YRANGE9.910FLOAD-2.5XRANGE2.87.45 ZRANGE3.115.5 GY 167.

YRANGE6.56510FLOAD2.5XRANGE02.8 ZRANGE0.559.05 GY 168. LOAD 4 LOADTYPE
ROOF

L_IVE T_ITLE V_IVA DE CUB_IERTA

169. FLOOR LOAD

170. YRANGE9.910FLOAD-2XRANGE2.87.45 ZRANGE015.5 GY

171. YRANGE 6.565 10 FLOAD -2 XRANGE 0 2.8 ZRANGE 0.55 9.05 GY 172. LOAD 5

LOADTYPE LIVE TITLE VIVA DE ENTREPISOS

173. FLOOR LOAD

174. YRANGE6.46.7FLOAD-3XRANGE2.87.45 ZRANGE-0.115.5 GY 175.

YRANGE2.92.95FLOAD-2XRANGE-1.062.8 ZRANGE010.38 GY

176. LOAD6LOADTYPEL_IVE T_ITLECARGAEQU_IPOSMOV_ILES 177.

LOAD7LOADTYPEWIND TITLECARGADEVIENTOT-1 178. LOAD8LOADTYPEWIND
TITLECARGADEVIENTOT-2

179. LOAD9LOADTYPEWIND TITLECARGADEVIENTOT-3

180. MEMBERLOAD

181. 94 UNI GY 0.34

182. LOAD 10 LOADTYPE W_IND T_ITLE CARGA DE V_IENTO T-4 183. LOAD 11

LOADTYPE TEMPERATURE TITLE CARGA DE TEMPERATURA 184.

TEMPERATURE LOAD

185. 94 TO 98 TEMP 30

186. LOAD12LOADTYPESNOW T_ITLECARGADEGRAN_IZO 187. FLOOR LOAD

188. YRANGE9.910FLOAD-1XRANGE2.87.45 ZRANGE3.115.5 GY

189. *H₁POTES₁SDECARGAPARADER₁VAS

190. LOAD COMB 13 QVS/VJ

CSX191. 1 1.0

192. LOAD COMB 14 QVS/VJ

CSZ193. 2 1.0

194. LOAD COMB 15 1.2 CM + 0.5 CVE + 0.2 CG + 1.0 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ

195.31.250.5120.211.020.3

196. LOAD COMB 16 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG + 1.0 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

197.31.250.5120.211.02-0.3

198. LOAD COMB 17 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG - 1.0 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ

199.31.250.5120.21-1.020.3

200. LOAD COMB 18 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG - 1.0 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

201.31.250.5120.21-1.02-0.3

202. LOAD COMB 19 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG + 0.3 QVS/VJ CSX + 1.0 QVS/VJ CSZ

203.31.250.5120.210.321.0

204. LOAD COMB 20 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG + 0.3 QVS/VJ CSX - 1.0 QVS/VJ CSZ

205.31.250.5120.210.32-1.0

206. LOAD COMB 21 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG - 0.3 QVS/VJ CSX + 1.0 QVS/VJ CSZ

207.31.250.5120.21-0.321.0

208. LOAD COMB 22 1.2 CM +0.5 CVE +0.2 CG - 0.3 QVS/VJ CSX - 1.0 QVS/VJ CSZ

209.31.250.5120.21-0.32-1.0

210. LOAD COMB 23 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG + 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ

211.31.240.5120.211.020.3

212. LOAD COMB 24 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG + 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

213.31.240.5120.211.02-0.3

214. LOAD COMB 25 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG - 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ

215.31.240.5120.21-1.020.3

216. LOAD COMB 26 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG - 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

217.31.240.5120.21-1.02-0.3

218. LOAD COMB 27 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG + 0.3 QVS/VJ CSX + 1.0 QVS/VJ CSZ

219.31.240.5120.210.321.0

220. LOAD COMB 28 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG + 0.3 QVS/VJ CSX - 1.0 QVS/VJ CSZ

221.31.240.5120.210.32-1.0

222. LOAD COMB 29 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG - 0.3 QVS/VJ CSX + 1.0 QVS/VJ CSZ

223.31.240.5120.21-0.321.0

224. LOAD COMB 30 1.2 CM +0.5 CVC +0.2 CG - 0.3 QVS/VJ CSX - 1.0 QVS/VJ CSZ

225.31.240.5120.21-0.32-1.0

226.LOADCMB310.9CM+1QVS/VJCSX +0.3QVS/VJCSZ

227.30.911.020.3

228. LOAD COMB 32 0.9 CM + 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

229.30.911.02-0.3

230. LOAD COMB 33 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ 231.30.91-1.020.3

232. LOAD COMB 34 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

233.30.91-1.02-0.3

234. LOAD COMB 35 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ 235.30.910.321.0

236. LOAD COMB 36 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ 237.30.910.32-1.0

238. LOAD COMB 37 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ 239.30.91-0.321.0

240. LOAD COMB 38 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ

241.30.91-0.32-1.0

242. LOAD COMB 39 0.9 CM + 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG

243.30.911.020.361.6

244. LOAD COMB 40 0.9 CM + 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 245.30.911.02-0.361.6

246. LOAD COMB 41 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 247.30.91-1.020.361.6

248. LOAD COMB 42 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 249.30.91-1.02-0.361.6

250. LOAD COMB 43 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG

251.30.910.321.061.6

252. LOAD COMB 44 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 253.30.910.32-1.061.6

254. LOAD COMB 45 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 255.30.91-0.321.061.6

256. LOAD COMB 46 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 257.30.91-0.32-1.061.6

258. *H_IPOTES_ISDECARGAPARADISE?ODER_IOSTRASS_ISMOAMPL_IF_ICADO 259. LOAD COMB 47 100%GO/R CSX + 30%GO/R CSZ + 0.5

AAFA260. 1 0.56 2 0.17 3 0.146

261. LOAD COMB 48 100%GO/R CSX - 30%GO/R CSZ + 0.5

AAFA262. 1 0.56 2 -0.17 3 0.146

263. LOAD COMB 49 -100%GO/R CSX + 30%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

264. 1 -0.56 2 0.17 3 0.146

265. LOAD COMB 50 -100%GO/R CSX - 30%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

266. 1 -0.56 2 -0.17 3 0.146

267. LOAD COMB 51 30%GO/R CSX + 100%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

268. 1 0.17 2 0.56 3 0.146

269. LOAD COMB 52 30%GO/R CSX - 100%GO/R CSZ + 0.5 AAFA270. 1 0.17 2 -0.56 3
0.146

271. LOAD COMB 53 -30%GO/R CSX + 100%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

227.30.911.020.3

228. LOAD COMB 32 0.9 CM + 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

229.30.911.02-0.3

230. LOAD COMB 33 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ 231.30.91-1.020.3

232. LOAD COMB 34 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ

233.30.91-1.02-0.3

234. LOAD COMB 35 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ 235.30.910.321.0

236. LOAD COMB 36 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ

237.30.910.32-1.0

238. LOAD COMB 37 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ 239.30.91-0.321.0

240. LOAD COMB 38 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ

241.30.91-0.32-1.0

242. LOAD COMB 39 0.9 CM + 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG

243.30.911.020.361.6

244. LOAD COMB 40 0.9 CM + 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 245.30.911.02-
0.361.6

246. LOAD COMB 41 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX + 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 247.30.91-
1.020.361.6

248. LOAD COMB 42 0.9 CM - 1 QVS/VJ CSX - 0.3 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 249.30.91-1.02-
0.361.6

250. LOAD COMB 43 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG
251.30.910.321.061.6

252. LOAD COMB 44 0.9 CM + 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 253.30.910.32-
1.061.6

254. LOAD COMB 45 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX + 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG 255.30.91-

0.321.061.6 256. LOAD COMB 46 0.9 CM - 0.3 QVS/VJ CSX - 1 QVS/VJ CSZ +1.6 CPG
257.30.91-0.32-1.061.6

260. *H_IPOTES_ISDECARGAPARADISE?ODER_IOSTRASS_ISMOAMPL_IF_ICADO 261. LOAD
COMB 47 100%GO/R CSX + 30%GO/R CSZ + 0.5

AAFA260. 1 0.56 2 0.17 3 0.146

261. LOAD COMB 48 100%GO/R CSX - 30%GO/R CSZ + 0.5

AAFA262. 1 0.56 2 -0.17 3 0.146

263. LOAD COMB 49 -100%GO/R CSX + 30%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

264. 1 -0.56 2 0.17 3 0.146

265. LOAD COMB 50 -100%GO/R CSX - 30%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

266. 1 -0.56 2 -0.17 3 0.146

267. LOAD COMB 51 30%GO/R CSX + 100%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

268. 1 0.17 2 0.56 3 0.146

269. LOAD COMB 52 30%GO/R CSX - 100%GO/R CSZ + 0.5

AAFA270. 1 0.17 2 -0.56 3 0.146

271. LOAD COMB 53 -30%GO/R CSX + 100%GO/R CSZ + 0.5 AAFA

272. 1 -0.17 2 0.56 3 0.146

273. LOAD COMB 54 -30%GO/R CSX - 100%GO/R CSZ + 0.5 AAFA 274. 1 -0.17 2 0.56 3 -
0.146

275. LOAD COMB 55 100%GO/R CSX + 30%GO/R CSZ - 0.5 AAFA276. 1 0.56 2 0.17 3 -
0.146

277. LOAD COMB 56 100%GO/R CSX - 30%GO/R CSZ - 0.5 AAFA278. 1 0.56 2 -0.17 3 -
0.146

279. LOAD COMB 57 -100%GO/R CSX + 30%GO/R CSZ - 0.5 AAFA 280. 1 0.56 2 0.17 3 -
0.146

281. LOAD COMB 58 -100%GO/R CSX - 30%GO/R CSZ - 0.5 AAFA282. 1 0.56 2 -0.17 3 -
0.146

283. LOAD COMB 59 30%GO/R CSX + 100%GO/R CSZ - 0.5 AAFA284. 1 -0.17 2 0.56 3 -
0.146

285. LOAD COMB 60 30%GO/R CSX - 100%GO/R CSZ - 0.5 AAFA286. 1 -0.17 2 -0.56 3 -
0.146

287. LOAD COMB 61 -30%GO/R CSX + 100%GO/R CSZ - 0.5 AAFA 288. 1 -0.17 2 0.56 3 -
0.146

289. LOAD COMB 62 -30%GO/R CSX - 100%GO/R CSZ - 0.5 AAFA290. 1 -0.17 2 -0.56 3 -
0.146

291. *HIPOTESISDEDEISE?O

292. LOAD COMB 63 1.4

CM293. 3 1.4

294. LOAD COMB 64 1.2 CM + 1.6 CVE + 0.5 CVC + 1.2 CT 295.31.251.640.5111.2

296. LOAD COMB 65 1.2 CM + 1.6 CVE + 0.5 CG + 1.2 CT 297.31.251.6120.5111.2

298. LOAD COMB 66 1.2 CM + 1.6 CVE + 1.2 CT 299.31.251.691.2

300.LOADCOMB671.2CM+1CVE+1.6CVC 301.31.251.041.6

302. LOAD COMB 68 1.2 CM + 1.6 CVC + 0.5 CWT1 303.31.241.670.5

304. LOAD COMB 69 1.2 CM + 1.6 CVC + 0.5 CWT2 305.31.241.680.5

306. LOAD COMB 70 1.2 CM + 1.6 CVC + 0.5 CWT3 307.31.241.690.5

308. LOAD COMB 71 1.2 CM + 1.6 CVC + 0.5 CWT4 309.31.241.6100.5

310.LOADCOMB721.2CM+1CVE+1.6

CG311. 3 1.2 5 1.0 12 1.6

312. LOAD COMB 73 1.2 CM + 1.6 CG + 0.5 CWT1 313.31.2121.670.5

314. LOAD COMB 74 1.2 CM + 1.6 CG + 0.5 CWT2 315.31.2121.680.5

316. LOAD COMB 75 1.2 CM + 1.6 CG + 0.5 CWT3 317.31.2121.690.5

318. LOAD COMB 76 1.2 CM + 1.6 CG + 0.5 CWT4 319.31.2121.6100.5

320. LOAD COMB 77 1.2 CM + 0.5 CVE321. 3 1.2 5 0.5

322. LOAD COMB 78 1.2 CM + 0.5 CWT1

323.31.270.5

324. LOAD COMB 79 1.2 CM + 0.5 CWT2

325.31.280.5

326. LOAD COMB 80 1.2 CM + 0.5 CWT3

327.31.290.5

328. LOAD COMB 81 1.2 CM + 0.5 CWT4

329. 3 1.2 10 0.5

330. LOAD COMB 82 1.2 CM + 1.0 CVE +

331.31.251.040.571.0

332. LOAD COMB 83 1.2 CM + 1.0 CVE +

333.31.251.040.581.0

334. LOAD COMB 84 1.2 CM + 1.0 CVE +

335.31.251.040.591.0

336. LOAD COMB 85 1.2 CM + 1.0 CVE +

337.31.251.040.5101.0

338. LOAD COMB 86 1.2 CM + 1.0 CVE +

339.31.251.0120.571.0

340. LOAD COMB 87 1.2 CM + 1.0 CVE +

341.31.251.0120.581.0

342. LOAD COMB 88 1.2 CM + 1.0 CVE +

343.31.251.0120.591.0

344. LOAD COMB 89 1.2 CM + 1.0 CVE +

345.31.251.0120.5101.0

346. LOAD COMB 90 1.2 CM + 0.5 CVE + 0.5

CWT1347. 3 1.2 5 0.5 7 0.5

348. LOAD COMB 91 1.2 CM + 0.5 CVE + 0.5

CWT2349. 3 1.2 5 0.5 8 0.5

350. LOAD COMB 92 1.2 CM + 0.5 CVE + 0.5

CWT3351. 3 1.2 5 0.5 9 0.5

352. LOAD COMB 93 1.2 CM + 0.5 CVE + 0.5

CWT4353. 3 1.2 5 0.5 10 0.5

354. LOAD COMB 94 0.9 CM + 1.0 CWT1

355.30.971.0

356. LOAD COMB 95 0.9 CM + 1.0 CWT2

357.30.981.0

358. LOAD COMB 96 0.9 CM + 1.0 CWT3

359.30.991.0

360. LOAD COMB 97 0.9 CM + 1.0 CWT4

361. 3 0.9 10 1.0

362. LOAD COMB 98 1.2 CM + 1 CVE + 1/R QVS/VJ CSX + 0.3/R QVS/VJ CSZ

363.31.251.010.2220.07

364. LOAD COMB 99 1.2 CM + 1 CVE + 1/R QVS/VJ CSX - 0.3/R QVS/VJ CSZ

365.31.251.010.2220.07

366. LOAD COMB 100 1.2 CM + 1 CVE - 1/R QVS/VJ CSX + 0.3/R QVS/VJ CSZ

367.31.251.010.2220.07

0.5 CVC + 1.0 CWT1 0.5 CVC + 1.0 CWT2 0.5 CVC + 1.0 CWT3 0.5 CVC + 1.0 CWT4 0.5

CG + 1.0 CWT1 0.5 CG + 1.0 CWT2 0.5 CG + 1.0 CWT3 0.5 CG + 1.0 CWT4

368. LOAD COMB 101 1.2 CM + 1 CVE - 1/R QVS/VJ CSX - 0.3/R QVS/VJ CSZ

369.31.251.010.222-

0.07

370. LOAD COMB 102 1.2 CM + 1 CVE + 0.3/R QVS/VJ CSX + 1/R QVS/VJ CSZ

371.31.251.010.0720.22

372. LOAD COMB 103 1.2 CM + 1 CVE + 0.3/R QVS/VJ CSX - 1/R QVS/VJ CSZ

373.31.251.010.0720.22

374. LOAD COMB 104 1.2 CM + 1 CVE - 0.3/R QVS/VJ CSX + 1/R QVS/VJ CSZ

375.31.251.010.0720.22

376. LOAD COMB 105 1.2 CM + 1 CVE - 0.3/R QVS/VJ CSX - 1/R QVS/VJ CSZ

377.31.251.010.072-

0.22

378. LOAD COMB 106 1.2 CM + 0.5 CVC + 1/R QVS/VJ CSX + 0.3/R QVS/VJ CSZ

379.31.240.510.2220.07

380. LOAD COMB 107 1.2 CM + 0.5 CVC + 1/R QVS/VJ CSX - 0.3/R QVS/VJ CSZ

381.31.240.510.222-0.07

382. LOAD COMB 108 1.2 CM + 0.5 CVC - 1/R QVS/VJ CSX + 0.3/R QVS/VJ CSZ

383.31.240.510.2220.07

384. LOAD COMB 109 1.2 CM + 0.5 CVC - 1/R QVS/VJ CSX - 0.3/R QVS/VJ CSZ385. 3 1.2

4 0.5 1

0.22 2 -0.07

386. LOAD COMB 110 1.2 CM + 0.5 CVC + 0.3/R QVS/VJ CSX + 1/R QVS/VJ CSZ

387.31.240.510.0720.22

388. LOAD COMB 111 $1.2 \text{ CM} + 0.5 \text{ CVC} + 0.3/R \text{ QVS/VJ CSX} - 1/R \text{ QVS/VJ CSZ}$

389.31.240.510.072-0.22

390. LOAD COMB 112 $1.2 \text{ CM} + 0.5 \text{ CVC} - 0.3/R \text{ QVS/VJ CSX} + 1/R \text{ QVS/VJ CSZ}$

391.31.240.510.0720.22

392. LOAD COMB 113 $1.2 \text{ CM} + 0.5 \text{ CVC} - 0.3/R \text{ QVS/VJ CSX} - 1/R \text{ QVS/VJ CSZ}$ 393. 3 1.2

4 0.5 1

0.07 2 -0.22

394. LOAD COMB 114 $0.9 \text{ CM} + 1/R \text{ QVS/VJ CSX} + 0.3/R \text{ QVS/VJ CSZ} + 1.6 \text{ CPG}$

395.30.910.2220.0761.6

396. LOAD COMB 115 $0.9 \text{ CM} + 1/R \text{ QVS/VJ CSX} - 0.3/R \text{ QVS/VJ CSZ} + 1.6 \text{ CPG}$ 397. 3 0.9

1 0.22 2 -

0.07 6 1.6

398. LOAD COMB 116 $0.9 \text{ CM} - 1/R \text{ QVS/VJ CSX} + 0.3/R \text{ QVS/VJ CSZ} + 1.6 \text{ CPG}$ 399. 3 0.9

1 -0.22 2

0.07 6 1.6

400. LOAD COMB 117 $0.9 \text{ CM} - 1/R \text{ QVS/VJ CSX} - 0.3/R \text{ QVS/VJ CSZ} + 1.6 \text{ CPG}$ 401. 3 0.9

1 -0.22 2 -

0.07 6 1.6

402. LOAD COMB 118 $0.9 \text{ CM} 0.3/R \text{ QVS/VJ CSX} + 1/R \text{ QVS/VJ CSZ} + 1.6 \text{ CPG}$

403.30.910.0720.2261.6

404. LOAD COMB 119 $0.9 \text{ CM} 0.3/R \text{ QVS/VJ CSX} - 1/R \text{ QVS/VJ CSZ} + 1.6 \text{ CPG}$

405.30.910.072- 0.2261.6

406. LOAD COMB 120 0.9 CM - 0.3/R QVS/VJ CSX + 1/R QVS/VJ CSZ + 1.6 CPG407. 3 0.9
1 -0.07 2

0.22 6 1.6

408. LOAD COMB 121 0.9 CM - 0.3/R QVS/VJ CSX - 1/R QVS/VJ CSZ + 1.6 CPG409. 3 0.9
1 -0.07 2 -

0.22 6 1.6

410. *CARGAS CIMENTACION Y TRABAJO

411. LOAD COMB 122 1.0 CM + 0.75 CV + 0.75 CG + 0.75*0.7/R CSX

412. 3 1.0 5 0.75 12 0.75 1 0.116

413. LOAD COMB 123 1.0 CM + 0.75 CV + 0.75 CG + 0.75*0.7/R CSZ

414. 3 1.0 5 0.75 12 0.75 2 0.116

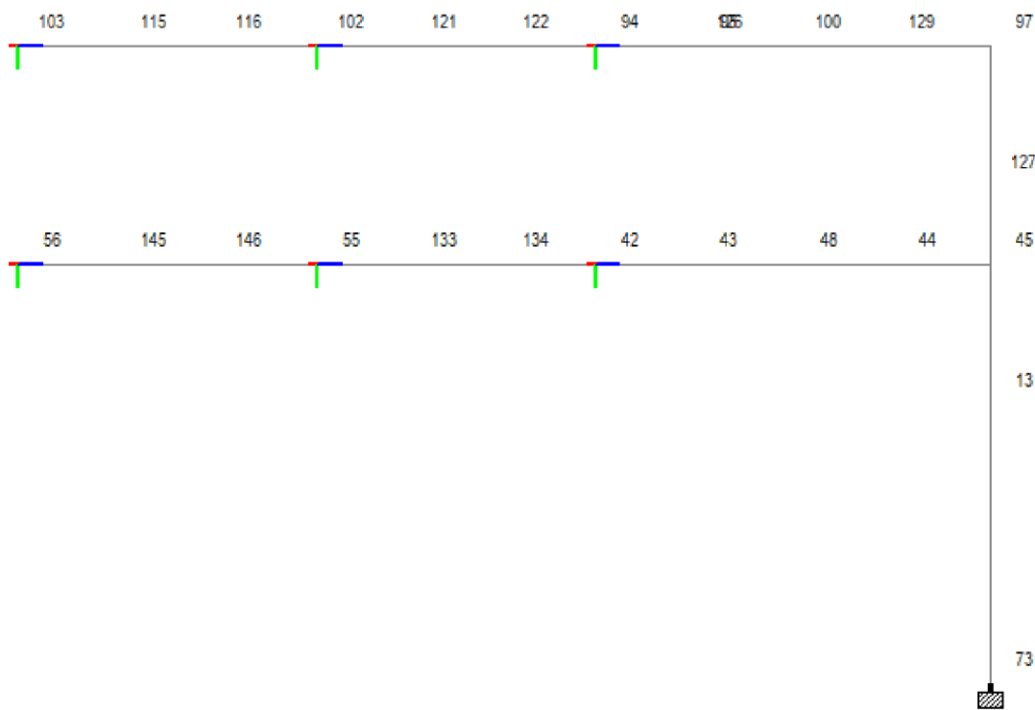
415. LOAD COMB 124 1.0 CM + 0.75 CVC + 0.75 CG + 0.75*0.7/R CSX

416. 3 1.0 4 0.75 12 0.75 1 0.116

417. LOAD COMB 125 1.0 CM + 0.75 CVC + 0.75 CG + 0.75*0.7/R CSZ 418. 3 1.0 4 0.75 12
0.75 2

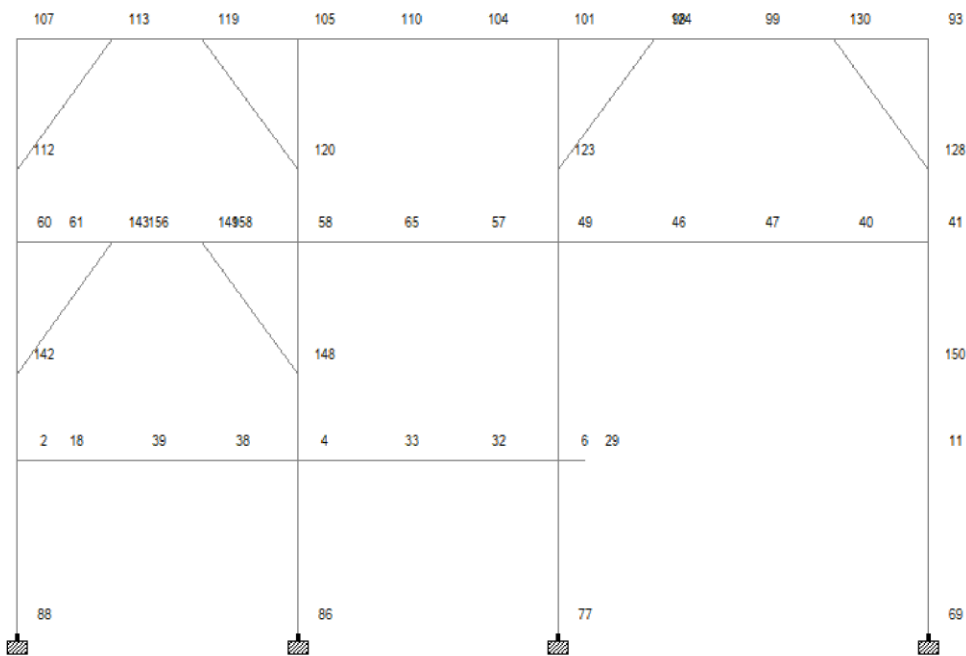
0.116

419. PDELTA 1 ANALYSIS SMALLDELTA

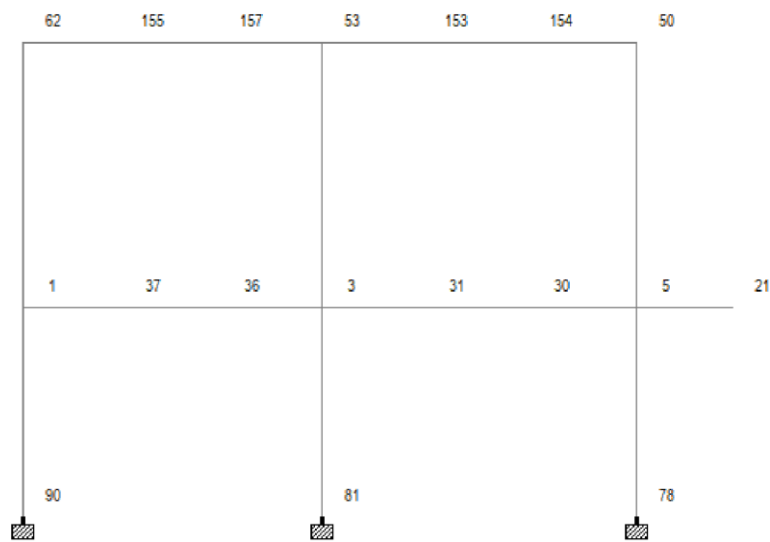


NUMERACION DE NUDOS

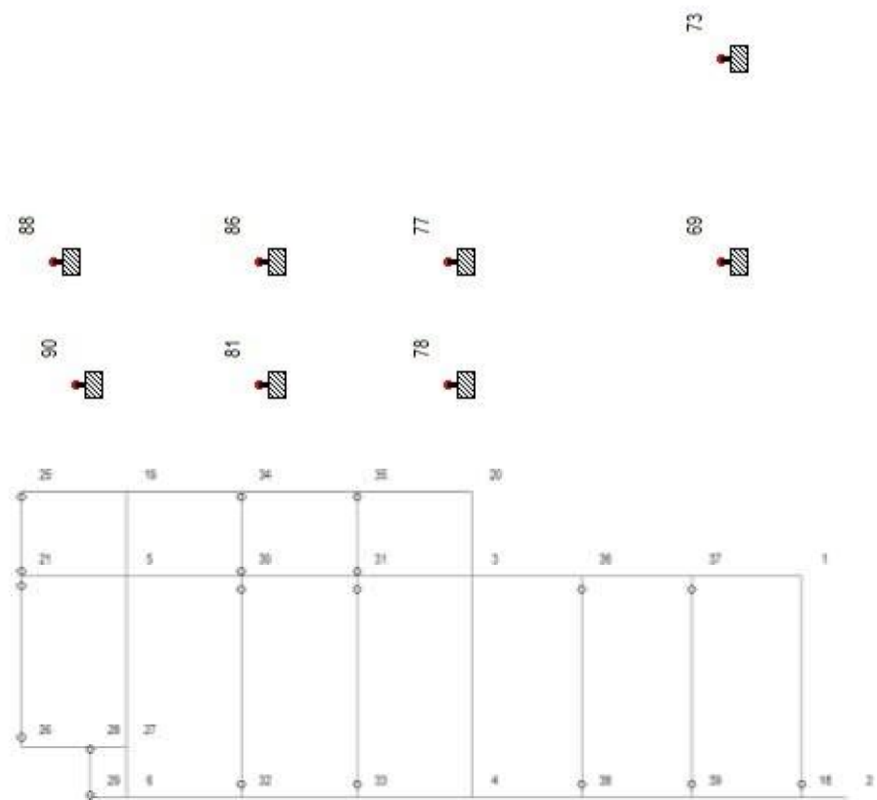
EJE A



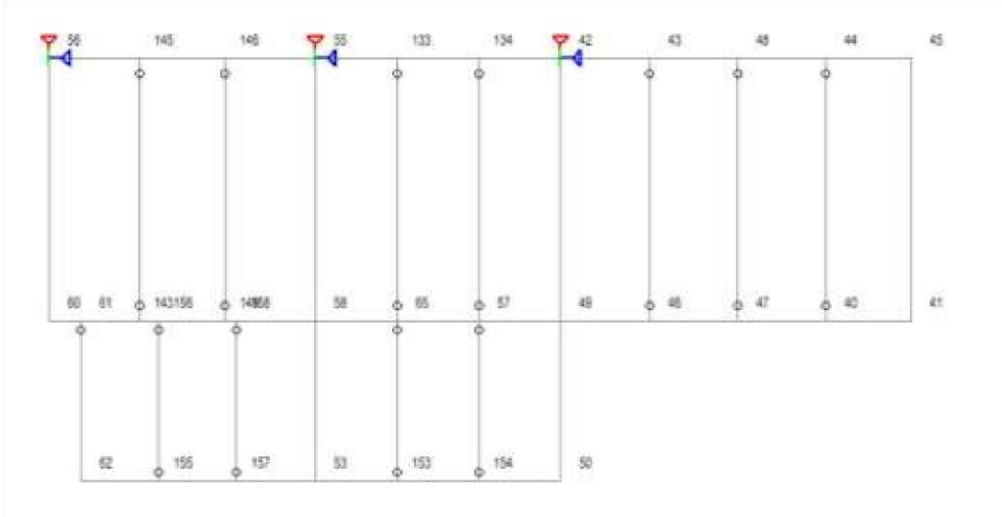
EJE B



EJE C Nivel 0



Nivel 2.90 m

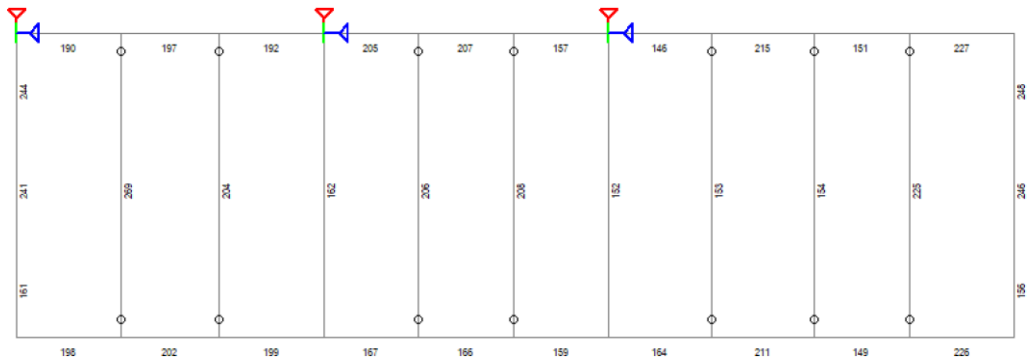


Nivel 6.565 m

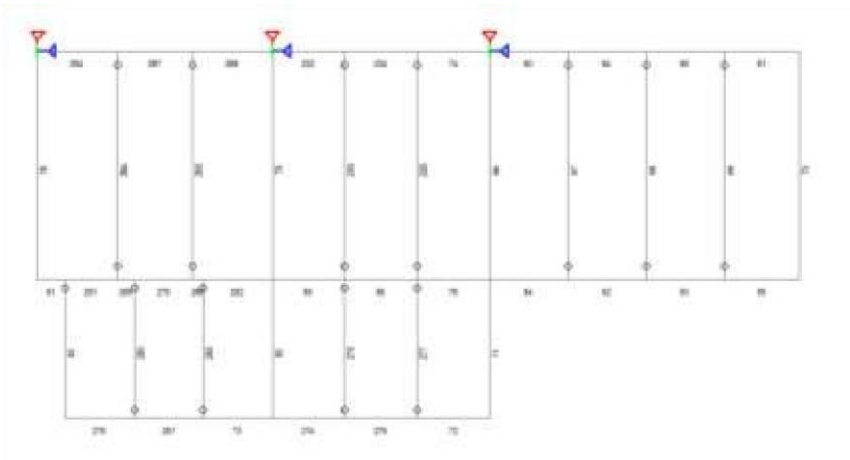


NUMERACION DE ELEMENTOS

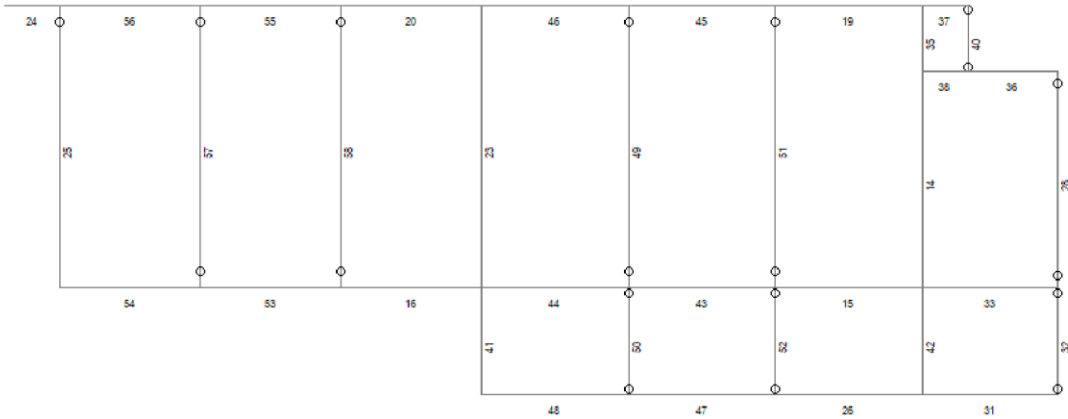
Nivel 9.995 m



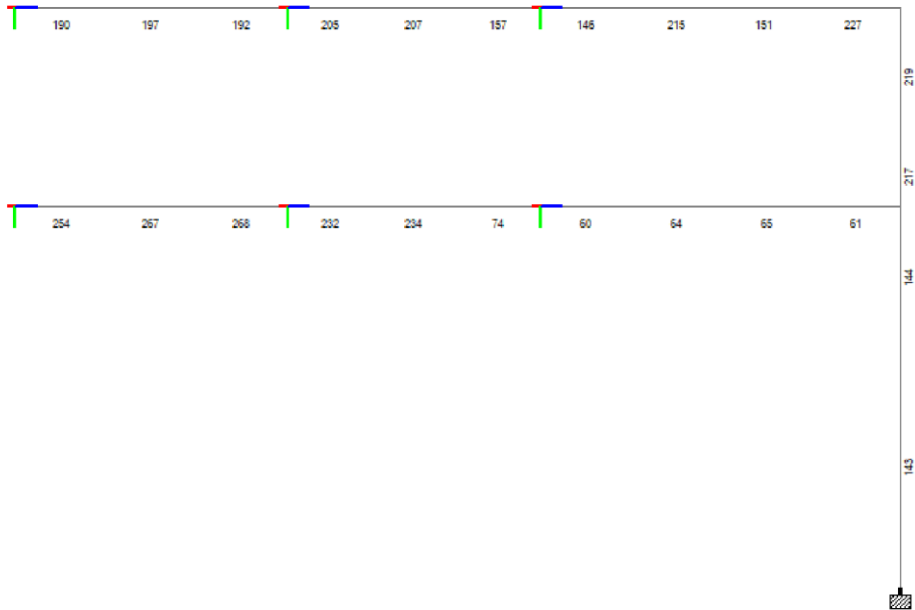
Nivel 9.995 m



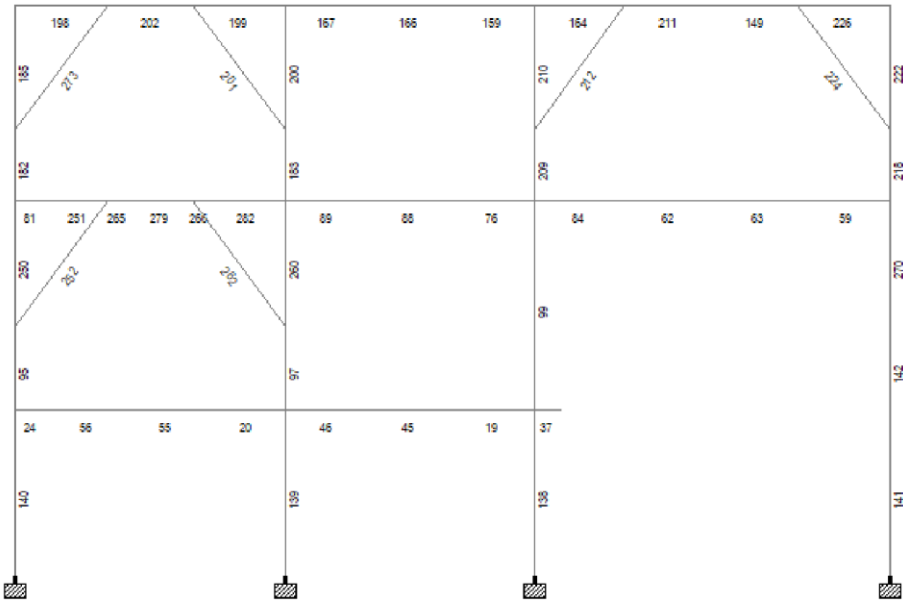
Nivel 6.565 m



Nivel 2.90 m



EJE A



EJE B

