



INFORME EJECUTIVO

COLEGIO LOS PINOS SEDE A DE LA LOCALIDAD 3 IDENTIFICADO CON EL CPF 307

CONTRATO N° 416 DE 2018 CUYO OBJETO ES "ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA EL COLEGIO LOS PINOS SEDE A DE LA LOCALIDAD 3 IDENTIFICADO CON EL CPF 307"

**CLIENTE: INSTITUTO DISTRITAL DE GESTION DE
RIESGOS Y CAMBIO CLIMATICO - IDIGER**

BOGOTA D.C.

**NOVIEMBRE DE 2019
VERSIÓN 01**



TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	4
2	DESCRIPCION DEL ESTUDIO	5
2.1	EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	5
2.1.1	INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	5
2.1.2	EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.....	5
2.1.2.1	ESTUDIO PATOLOGICO.....	5
2.1.2.2	EVALUACION DE LA ESTRUCTURA.....	6
2.2	INTERVENCION DE LA ESTRUCTURA.....	6
3	ACTIVIDADES REALIZADAS	7
3.1	FASE I.....	7
3.2	FASE II.....	7
4	RESULTADOS	8
4.1	INFORMACION PRELIMINAR.....	8
4.1.1	PLANOS Y MEMORIAS HISTORICAS.....	8
4.1.2	LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO.....	9
4.1.3	LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL.....	11
4.1.3.1	Cimentación:.....	11
4.1.3.1	Sistema estructural.....	11
4.1.3.2	Elementos de cubierta.....	12
4.2	EVALUACION DE LA ESTRUCTURA.....	13
4.2.1	ENSAYOS PATOLOGICOS.....	13
4.2.1.1	Apiques.....	13
4.2.1.2	Regatas.....	14
4.2.1.3	Extracción de núcleos - carbonatación.....	15
4.2.1.4	Extracción de núcleos - resistencia a la compresión.....	16
4.2.1.5	Levantamiento topográfico - verticalidad.....	17
4.2.2	MODELACION DE LA ESTRUCTURA.....	17
4.2.2.1	MODELOS.....	18
4.2.3	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ESTRUCTURA.....	19
4.2.3.1	RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 1.....	20
4.2.3.1	RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 2.....	23
4.2.3.2	RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 3.....	26
4.2.3.3	RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 4.....	29
4.2.3.4	VERTICALIDAD.....	32
4.2.4	ANALISIS GEOTECNICO.....	33
4.3	INTERVENCION DE LA ESTRUCTURA.....	34
4.3.1	EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO.....	34
4.3.1.1	PARAMETROS A EVALUAR.....	34
4.3.1.2	DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS.....	35
4.3.2	SELECCION DE LA ALTERNATIVA.....	38
4.3.3	DISEÑO DE REFORZAMIENTO.....	39
4.4	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.....	41
4.4.1	LEVANTAMIENTO ELECTRICO E HIDRAULICO.....	41
4.4.2	PLAN DE GESTION SOCIAL.....	43
4.4.3	PRESUPUESTO.....	43
4.4.3.1	PROGRAMACION DE OBRA.....	43
4.4.4	TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION.....	44
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de ensayos realizados	13
Tabla 2.	Ficha de apiques de cimentación	14
Tabla 3.	Ficha de regata y coincidencia con planos históricos.....	15
Tabla 4.	Ficha de medición de carbonatación en núcleos	16
Tabla 5.	Características de los materiales para análisis de vulnerabilidad	17
Tabla 6.	Resumen de índices de sobrefuerzo	22
Tabla 7.	Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil	22
Tabla 8.	Resumen de índices de sobrefuerzo	25
Tabla 9.	Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil	25
Tabla 10.	Resumen de índices de sobrefuerzo	28
Tabla 11.	Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil	28
Tabla 12.	Resumen de índices de sobrefuerzo	31
Tabla 13.	Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil	31
Tabla 14.	Análisis de verticalidad	33
Tabla 15.	Valores de la evaluación de las alternativas	38

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.	Planos estructurales. Año 1998	8
Imagen 2.	Planos estructurales. Año 1998	9
Imagen 3.	Fachada principal – I.E.D. LOS PINOS	9
Imagen 4.	Identificación de las edificaciones. I.E.D. Los Pinos Sede A	10
Imagen 5.	Planta arquitectónica – Cubierta.....	10
Imagen 6.	Verificación de la cimentación existente Vs Planos históricos.	11
Imagen 7.	Sistema estructural. I.E.D. Los Pinos Sede A.	12
Imagen 8.	Losa aligerada Piso 2.....	12
Imagen 9.	Cubiertas. I.E.D. Los Pinos Sede A.	12
Imagen 10.	Análisis de verticalidad – Colegio Los Pinos.....	17
Imagen 11.	Avalúos de carga. Colegio los pinos.	18
Imagen 12.	Imágenes de los modelos estructurales	19
Imagen 13.	Recalce de columnas en concreto.....	35
Imagen 14.	Recalce de vigas en concreto.....	35
Imagen 15.	Recalce de columnas por medio de platinas.....	36
Imagen 16.	Diagonales concéntricas en acero.....	36
Imagen 17.	Recalce de columnas en concreto.....	37
Imagen 18.	Recalce de vigas en concreto.....	37
Imagen 19.	Diagonales concéntricas en acero.....	37
Imagen 20.	Detalles de refuerzo de elementos existentes	39
Imagen 21.	Detalles de procesos constructivos.....	40
Imagen 22.	Levantamiento eléctrico	42
Imagen 23.	Levantamiento hidráulico.....	42



1 INTRODUCCIÓN

Recientemente el país se ha visto sometido a una serie de movimientos sísmicos que además de producir lamentablemente, víctimas humanas y daños en edificaciones, revivió la necesidad de revisar toda la problemática de la construcción sismo resistente y de las obligaciones y responsabilidades que al respecto tiene el Estado, los profesionales de la ingeniería, la arquitectura y la construcción; sin dejar de lado a las instituciones financieras y las compañías de seguros.

Las normas sismo resistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de las normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida. Ninguna norma explícitamente exige la verificación de la protección de la propiedad, aunque recientemente hay tendencias en esa dirección en algunos países.

El proyecto ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA EL COLEGIO LOS PINOS SEDE A DE LA LOCALIDAD 3 IDENTIFICADO CON EL CPF 307, por su disposición y según las normativas vigentes (NSR-10), es una estructura de especial importancia por las funciones que presta a la comunidad. Debido a que es una estructura construida antes de la vigencia de la actual normativa sismo resistente, se crea la necesidad de estudiar y evaluar su vulnerabilidad física y funcional.

Por tanto, en el presente informe se establecen las condiciones actuales de la edificación, una descripción del estudio, las actividades realizadas, los procedimientos y resultados de cada una de las etapas del estudio y los resultados, conclusiones y recomendaciones generales del reforzamiento estructural que garantice el grado de seguridad establecido por la NSR10 para edificaciones construidas antes de la vigencia de la norma.



2 DESCRIPCION DEL ESTUDIO

El estudio de Vulnerabilidad Sísmica y Reforzamiento Estructural debe cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo A.10 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10 "Evaluación e Intervención de Edificaciones Construidas antes de la Vigencia de la Presente Versión del Reglamento".

2.1 EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA

En la aplicación del Capítulo A.10 deben seguirse las siguientes fases:

2.1.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

Debe verificarse que la intervención esté cubierta por el alcance de la norma, en esta se recopila y estudia la información existente acerca del diseño geotécnico y estructural, así como del proceso de construcción de la edificación original y sus posteriores modificaciones se realizan exploraciones en la edificación, todo esto de acuerdo con A.10.2.

En la exploración de campo se determina la calidad del diseño de la estructura original y su sistema de cimentación y de la construcción de la misma y el estado de mantenimiento y conservación.

Además, en esta etapa se ejecuta el estudio de suelos para el análisis de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural.

2.1.2 EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

2.1.2.1 ESTUDIO PATOLOGICO

Se efectuó una evaluación de la edificación con el fin de establecer posibles patologías presentes (físicas, químicas y mecánicas), el objeto general del levantamiento patológico, tiene como finalidad determinar las lesiones y plantear la hipótesis de la o las patologías presentes. Se formuló un esquema de los ensayos de laboratorio necesarios para el análisis de las hipótesis con el fin de determinar la causa real de la patología encontrada.

Se efectuaron toma de muestras, ensayos de campo y laboratorio representativos y suficientes (toma de núcleos de concreto, regatas de inspección del acero de refuerzo y recubrimiento en vigas y columnas, ensayo de esclerómetro en elementos estructurales en concreto, ensayos de carbonatación en elementos expuestos, entre otros) para el análisis de las lesiones y para determinar las características de los elementos estructurales y sus materiales, necesarios para realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación.



2.1.2.2 **EVALUACION DE LA ESTRUCTURA**

Se realizó el Análisis de vulnerabilidad sísmica y diseño del reforzamiento estructural con base en la arquitectura actual.

Se efectúa un análisis elástico de la estructura y de su sistema de cimentación para las solicitaciones equivalentes definidas, por medio de modelo matemático en software especializado (ETABS). En este análisis se determinan las solicitaciones, relación entre demanda y capacidad, (índices de sobreesfuerzo y flexibilidad).

La resistencia existente de la estructura se determinó utilizando los requisitos del capítulo A.10. de la NSR-10, se obtuvo una resistencia efectiva de la estructura, a partir de la resistencia existente, afectándola por dos coeficientes de reducción de resistencia obtenidos de los resultados de la calificación.

Debe determinaron índices de sobreesfuerzo para los elementos y los índices de flexibilidad según el espectro determinado por la NSR-10.

2.2 **INTERVENCION DE LA ESTRUCTURA**

El Colegio Los Pinos Sede A pertenece al grupo de uso III por ser un centro educativo. Por lo tanto, se debe realizar una intervención que según un análisis de la propuesta evaluada sea el de menor impacto y además debe cumplir lo establecido en la NSR-10 en su capítulo **A.10.9 – REHABILITACIÓN SÍSMICA:**

"A.10.9.2.1 – Intervención de edificaciones indispensables y de atención a la comunidad— El diseño de las edificaciones pertenecientes a los grupos de uso **III** y **IV**, tal como los define A.2.5, independientemente de la época de construcción de la edificación, debe cumplir los requisitos establecidos en A.10.4.2.1, con el fin de lograr un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva, y de acuerdo con los criterios y requisitos del presente Reglamento, de tal manera que la edificación una vez intervenida quede con un índice de sobreesfuerzo y un índice de flexibilidad menores que la unidad. La intervención de los elementos no estructurales puede limitarse a elementos de fachada y columnas cortas o cautivas y a aquellos que se encuentren en mal estado y representen un peligro para la vida ante la ocurrencia de un sismo en el futuro."



3 ACTIVIDADES REALIZADAS

Las actividades realizadas se resumen en las siguientes:

3.1 FASE I

INFORMACION PRELIMINAR

- Búsqueda y recolección de la información histórica de la estructura, planos, memorias, estudios de suelos, etc.
- Levantamiento arquitectónico (Mediciones y registro fotográfico, elaboración de planos)
- Levantamiento estructural (Mediciones y registro fotográfico, elaboración de planos)
- Estudio de suelos (Ejecución de perforaciones, toma de muestras, ensayos de laboratorio, informe y recomendaciones)

EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

- Ensayos patológicos (Inspección detallada de lesiones, ejecución de ensayos destructivos, no destructivos y levantamiento topográfico, informe de los resultados obtenidos)
- Modelación de la estructura (análisis dinámico con las sollicitaciones equivalentes y las características de los elementos estructurales y de materiales encontrado en el estudio patológico y el levantamiento estructural).
- Análisis y elaboración del informe de Vulnerabilidad sísmica de la estructura (Determinación de los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad, conclusiones y recomendación de la alternativa de reforzamiento adecuada).

INTERVENCION DE LA ESTRUCTURA

- Diseño de reforzamiento de alternativa seleccionada (Se debe realizar de tal manera que la edificación una vez intervenida quede con un índice de sobreesfuerzo y un índice de flexibilidad menores que la unidad)

3.2 FASE II

PRESUPUESTO

- Presupuesto, programación, cantidades de obra y especificaciones de construcción del reforzamiento propuesto.
- Elaboración de memorias de cantidades
- Análisis de precios unitarios

TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION

- Entregan todos los productos, planos y memorias necesarios para el trámite de la licencia de construcción, respuesta al acta de observaciones y correcciones, así como los documentos solicitados por la curaduría urbana para la expedición de la misma.



4 RESULTADOS

4.1 INFORMACION PRELIMINAR

Según lo exigido por la NSR-10 en su capítulo A.10: "Debe recopilarse y estudiarse la información existente acerca del diseño geotécnico y estructural, así como del proceso de construcción de la edificación original y sus posteriores modificaciones y deben hacerse exploraciones en la edificación, todo esto de acuerdo con A.10.2."

Además de esto se debe calificar y verificar la información de la estructura en la actualidad, para lo cual la NSR10.

Para ejecutar de manera correcta la calificación de la estructura actual, se realizó levantamiento arquitectónico, levantamiento estructural y estudio de suelos de la edificación.

4.1.1 PLANOS Y MEMORIAS HISTORICAS

Se realizó la investigación documental acerca del diseño geotécnico y estructural, así como del proceso de construcción de la edificación original, se encontraron digitalizados alrededor de 53 planos que contenían información arquitectónica, estructural, eléctrica e hidrosanitaria del colegio Los Pinos.

Adicional a estos se encontró el ESTUDIO DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA Y DISEÑOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL BARRIO LOS LACHES EN LOCALIDAD DE SANTA FE DE BOGOTÁ D.C, en el que se identificaron daños a la estructura del colegio Los Pinos, a causa de erosiones y deslizamientos.

Este estudio también contiene información sobre el diseño de obras de mitigación y complementarias, tales como la continuación de un muro de contención existente junto al colegio, el cual esta cimentado sobre caisson unidos por una viga de amarre. A continuación, se muestran algunos planos arquitectónicos y estructurales del diseño original del colegio Los Pinos:

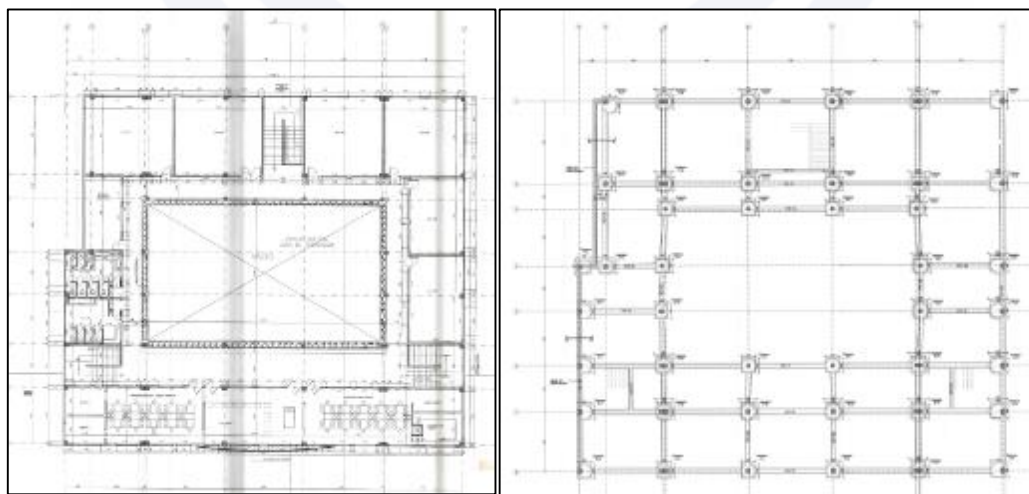


Imagen 1. Planos estructurales. Año 1998

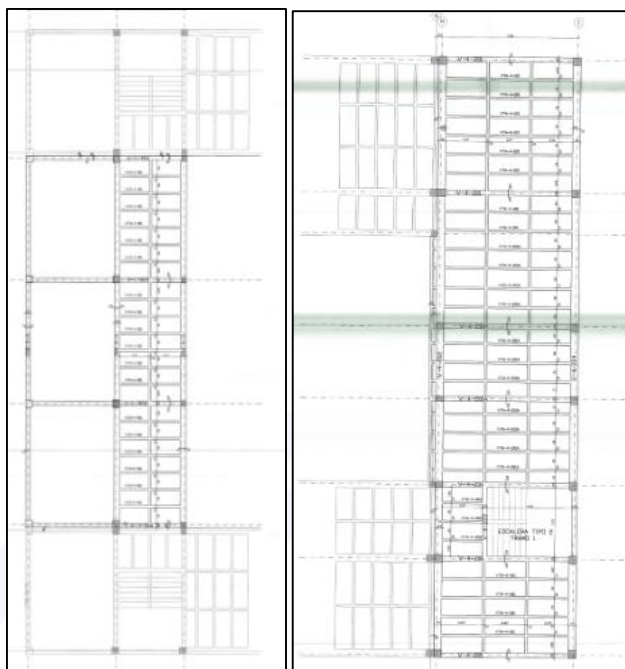


Imagen 2. Planos estructurales. Año 1998

4.1.2 LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO

Esta edificación corresponde a una estructura de baja complejidad, la edificación posee tres (3) niveles, desarrollándose alrededor de un patio ubicado en el centro y a su alrededor los espacios de aulas, oficinas, laboratorios y demás espacios necesarios en este tipo de edificaciones.



Imagen 3. Fachada principal – I.E.D. LOS PINOS

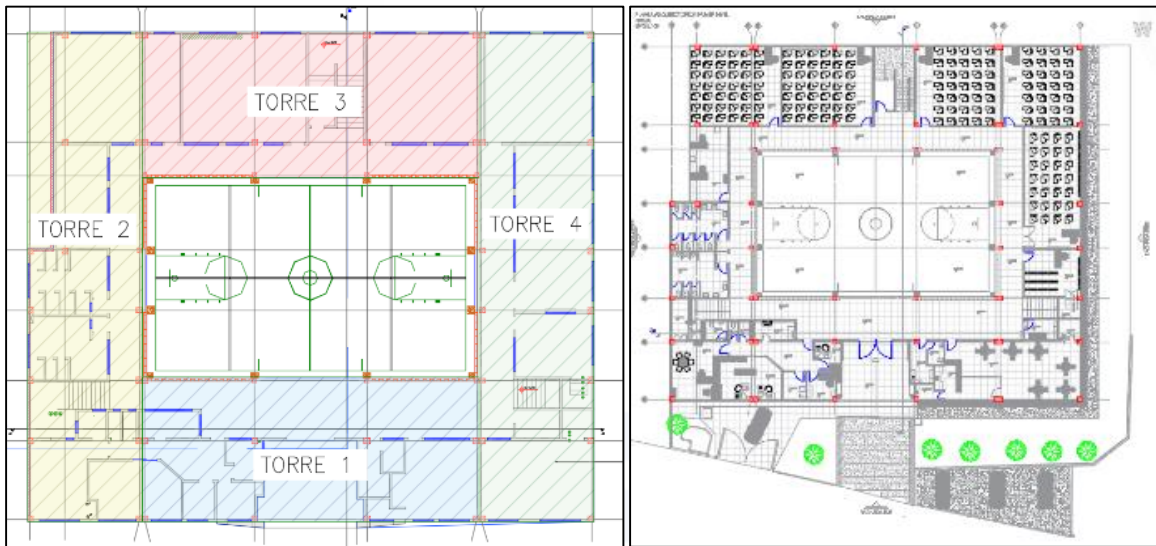


Imagen 4. Identificación de las edificaciones. I.E.D. Los Pinos Sede A

Las cubiertas de todas las torres son de tipo canaleta 90, con pendiente a un agua. Sobre las escaleras de las torres 2 y 4 y en una porción de la fachada principal se encuentran cubiertas en concreto, sobre la cubierta en losa de concreto de la torre 2 se encuentran ubicados tanques plásticos para almacenamiento de agua.

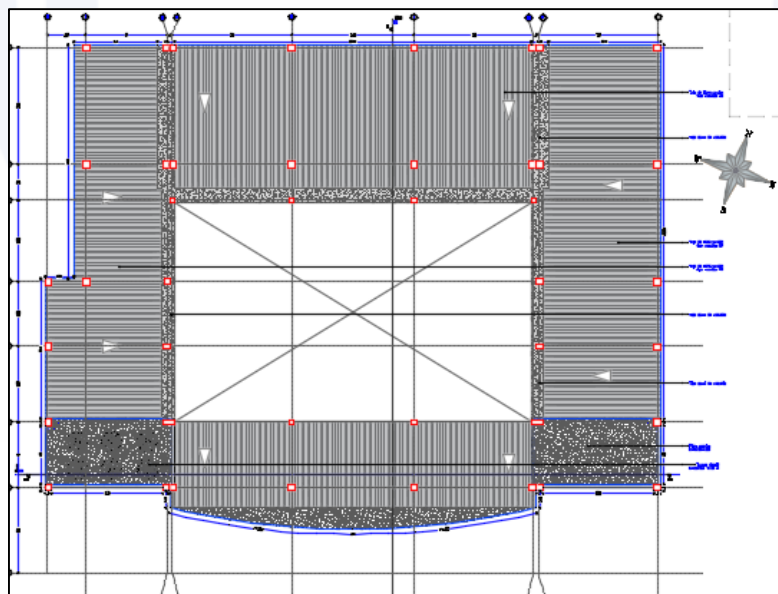


Imagen 5. Planta arquitectónica – Cubierta



4.1.3 LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL

4.1.3.1 **Cimentación:**

Para la identificación del sistema de cimentación se realizó una identificación de los planos estructurales históricos y se efectuaron cuatro (4) apiques de auscultación los cuales buscaron la verificación de los encontrado en los planos.

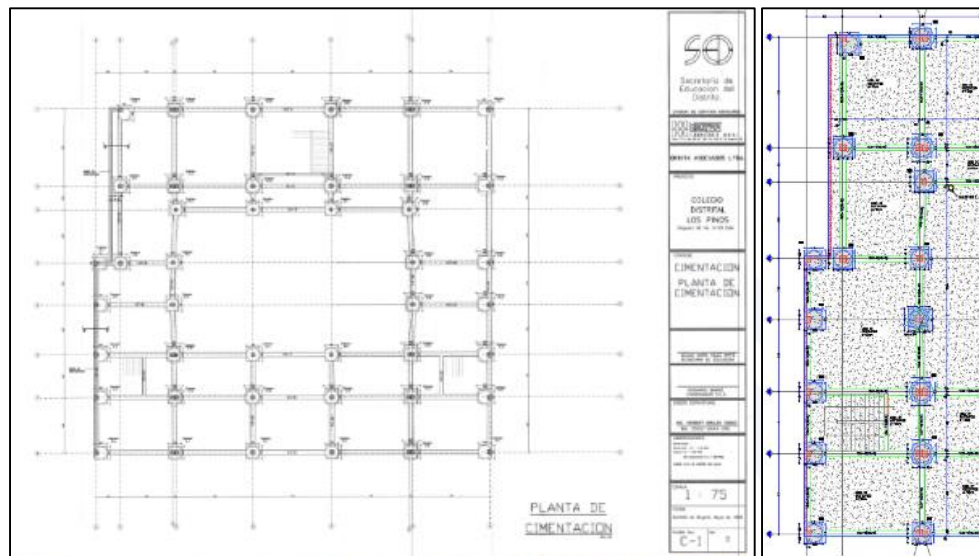


Imagen 6. Verificación de la cimentación existente Vs Planos históricos.

El Colegio los Pinos cuenta con un sistema de cimentación profunda tipo CAISSON, los planos de diseño estructural concuerdan con lo encontrado in situ de manera aproximada. En la torre 2 además se encuentra un muro de contención, acorde a la topografía del terreno. Por otra parte, la cimentación actual fue construida en el año de 1998 y no se evidencian fisuras, hormigqueo, vacíos ni agrietamientos, en los elementos de cimentación. En la estructura se evidencian lesiones generadas por posibles asentamientos de la Torre 4.

4.1.3.1 **Sistema estructural**

Con la exploración directa en campo, la consulta en planos históricos y la auscultación de los elementos de concreto se pudo determinar que la edificación posee un sistema estructural de pórticos de concreto resistente a momentos.

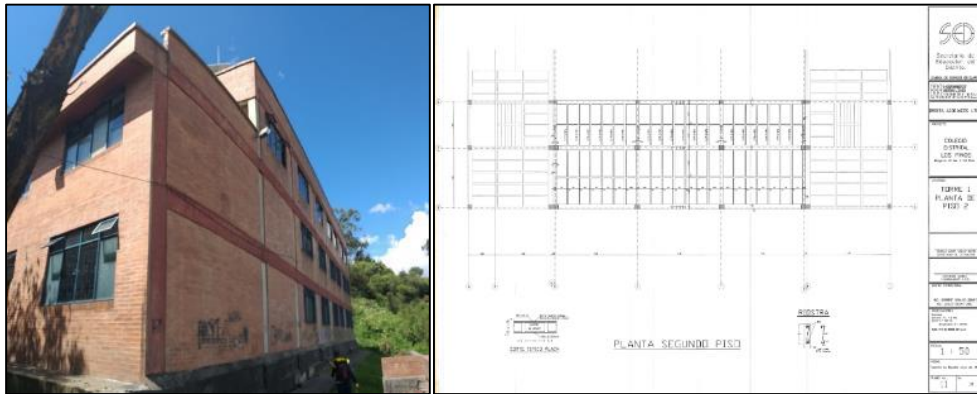


Imagen 7. Sistema estructural. I.E.D. Los Pinos Sede A.

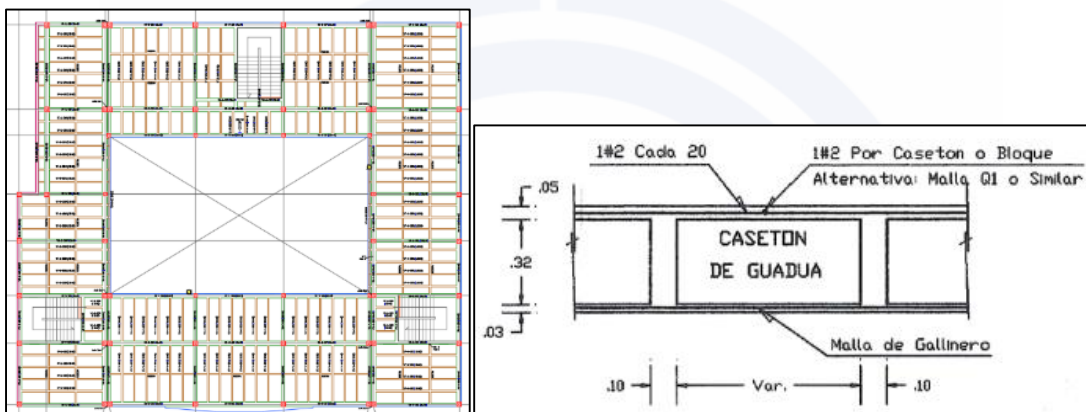


Imagen 8. Losa aligerada Piso 2

4.1.3.2 Elementos de cubierta

Las vigas de nivel cubierta se encuentran de 35cm de altura, la cubierta está conformada por teja tipo canaleta 90 que vierten a las diferentes vigas canal ubicadas en el patio interior y una sobre la fachada principal.



Imagen 9. Cubiertas. I.E.D. Los Pinos Sede A.



4.2 EVALUACION DE LA ESTRUCTURA

4.2.1 ENSAYOS PATOLOGICOS

Se realizaron los ensayos patológicos necesarios para caracterizar los materiales presentes en la edificación, los elementos estructurales, el acero de refuerzo y su distribución, así como otros ensayos necesarios para plantear la hipótesis de la patología presente en la edificación.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Perforación de apiques de 1m x 1m x 1.5m	4
2	Regatas para detección de refuerzo	12
3	Detección de refuerzo usando Ferroskan	10
4	Extracción de núcleos de concreto: diámetros 2, 3, 4 y 6 pulgadas.	13
5	Profundidad de carbonatación	12
6	Estimación de la resistencia al concreto con esclerómetro.	15
7	Análisis de verticalidad y nivelación	1
8	Levantamiento topográfico	1
9	Control de fisuras	5

Tabla 1. *Resumen de ensayos realizados*

Con los resultados del informe de patología en cuanto a hipótesis de la patología presente y caracterización de los materiales que componen la estructura se realiza un análisis de vulnerabilidad donde se determinan la calidad de los diseños, el estado actual de la estructura y se verifican la rigidez y resistencia de la edificación ante las solicitaciones exigidas por la NSR10.

A partir del análisis de Vulnerabilidad se realiza el reforzamiento de la estructura para que luego de reforzada cumpla con los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad menores a la unidad según lo exige el capítulo A.10 de la NSR10 para este tipo de edificación.

4.2.1.1 Apiques

Se verifico, por medio de los apiques para la inspección visual de la cimentación, que esta coincide con los detalles encontrados en planos históricos de la edificación, es decir una losa maciza de cimentación y caissons.



	REPORTE DE APIQUE DE CIMENTACIÓN							
PROYECTO	PY615 - I.E.D. Los Pinos Sede A							
REALIZÓ	J.O							
FECHA	1/02/2019							
IDENTIFICACIÓN	APIQUE 1							
LOCALIZACIÓN								
REGISTRO FOTOGRÁFICO								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">IDENTIFICACION REFUERZO LONGITUDINAL</th> </tr> <tr> <th colspan="2">SECCION TRANSVERSAL ELEMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>		IDENTIFICACION REFUERZO LONGITUDINAL		SECCION TRANSVERSAL ELEMENTO			
IDENTIFICACION REFUERZO LONGITUDINAL								
SECCION TRANSVERSAL ELEMENTO								
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>							
DESCRIPCION								
<p>Se encueNtra dado de aproximadamente 1.4cm de ancho, y altura de 1.0m, bajo columan de eje G-08. Se encuentra viga de cimentacion de 40cm de ancho y altura de aproximadamente 50cm.</p>								

Tabla 2. Ficha de apiques de cimentación

4.2.1.2 Regatas

De las regatas realizadas a los diferentes elementos estructurales, se pudo determinar que el acero de refuerzo de los elementos estructurales coincide con lo encontrado en los detalles de planos históricos de la edificación. esto es también confirmado por los resultados de la detección de acero de refuerzo por medio de Ferroskan. De la inspección visual del acero se pudo determinar que



es de tipo corrugado, y se encuentra en buenas condiciones, sin signos de corrosión.

		REPORTE DE REGATAS				
PROYECTO	PY 615 - VUL REF IE LOS PINOS - IDIGER (080119)					
REALIZÓ	JO					
FECHA	FEBRERO DE 2019					
IDENTIFICACIÓN	RV-3(E-F)-P1					
DATOS						
Elemento:	VIGA			Seccion:	Ancho de viga 40cm	
Recubrimiento:	Pañete:	2.5 cm		Concreto:	1.5 cm	
Ref. Longitudinal	Cantidad:	4 inferiores		Ref. Transversal	Distancia:	17.0 cm
	Diametro #:	4			Diametro #:	3
Tipo de refuerzo:		Corrugado			Corrugado	
OBSERVACIONES						
Viga de 40cm de ancho, tiene ref long 4#4 corrugados en la parte inferior, estribos #3 cada 17cm corrugados						
REGISTRO FOTOGRÁFICO						
COINCIDENCIA PLANOS HISTORICOS						
V-2-207						
40 X 40						
SDN : 1						
REF LOGITUDINAL	ACEPTACION		REF TRANSVERSAL	ACEPTACION		

Tabla 3. Ficha de regata y coincidencia con planos históricos

4.2.1.3 Extracción de núcleos – carbonatación.

Durante la extracción de núcleos de concreto de los diferentes elementos estructurales, se realizó la prueba para verificar el avance del frente de carbonatación, estos resultados indicaron que en dos (2) de los trece (13) núcleos evaluados se presentó un frente carbonatado, siendo el mayor de 18mm.





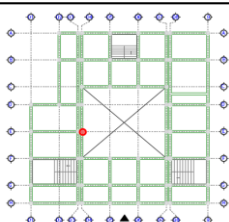

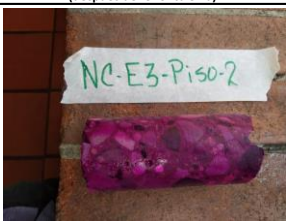
 Consultoría y Construcciones Civiles Ltda.	REPORTE DE ENSAYO CARBONATACION EN NUCLEOS DE CONCRETO	
LOCALIZACION	Columna Eje G5 - PISO 2	
REALIZÓ	JORGE OLARTE	
FECHA	feb-19	
IDENTIFICACIÓN	NC-E3-P2	
UBICACIÓN		
		
REGISTRO FOTOGRAFICO		
(antes de fenofltaína)	(despues de fenofltaína)	
		
CARBONATACION		
Carbonatación:	No: <input checked="" type="checkbox"/>	Esesor Pañete <input type="checkbox"/>
	Si: <input type="checkbox"/>	Esesor Rec Concreto <input type="checkbox"/>
	Profundidad <u>0</u> mm	
Ensayo de laboratorio:		
Resistencia a la Compresión:	<input checked="" type="checkbox"/>	Modulo de elasticidad: _____
Velocidad de Pulso ultrasonico:	_____	Densidad Absorcion y contenido de vacios permeables: _____
CRITERIO ACEPTACION		
No presenta avance de frente de carbonatación.		
ACEPTABLE		

Tabla 4. *Ficha de medición de carbonatación en núcleos*

En base a los resultados se requiere realizar acciones preventivas al recubrimiento de los elementos estructurales para evitar el avance de esta patología.

4.2.1.4 **Extracción de núcleos – resistencia a la compresión**

Los núcleos extraídos fueron sometidos a ensayo de resistencia a la compresión, de los resultados de laboratorio se obtuvo un valor de resistencia a la compresión del concreto existente.



MATERIAL	CARACTERISTICAS	OBERVACIONES
CONCRETO CIMENTACION	$f'_c = 32.3\text{MPa}$	Según resultados Informe de patologia
CONCRETO COLUMNAS	$f'_c = 21\text{MPa}$	Según resultados Informe de patologia
CONCRETO VIGAS	$f'_c = 26.2\text{MPa}$	Según resultados Informe de patologia
ACERO DE REFUERZO VIGAS, COLUMNAS Y CIMENTACION	$f_y = 420\text{MPa}$	Según planos historicos

Tabla 5. Características de los materiales para análisis de vulnerabilidad

Para los análisis de vulnerabilidad de las estructuras se recomendó: reducir en un 90% lo encontrado en el ensayo de núcleos de concreto, es decir, usar 32.3MPa para los elementos de cimentación y de 26.2MPa para vigas y columnas.

4.2.1.5 Levantamiento topográfico - verticalidad

La verificación topográfica de verticalidad en las aristas de la fachada de la edificación demostró que, en el Eje I, Fachada exterior de la torre 4, existe un desplazamiento entre los vértices superior e inferior de hasta 8cm, lo que evidencia un asentamiento diferencial que afecto solo a esta torre. El control de esta verticalidad luego de 50 días no mostro diferencias, al igual que lo encontrado en el control de fisurómetros, por lo que se determina que en la actualidad no se siguen presentando asentamientos en la estructura.

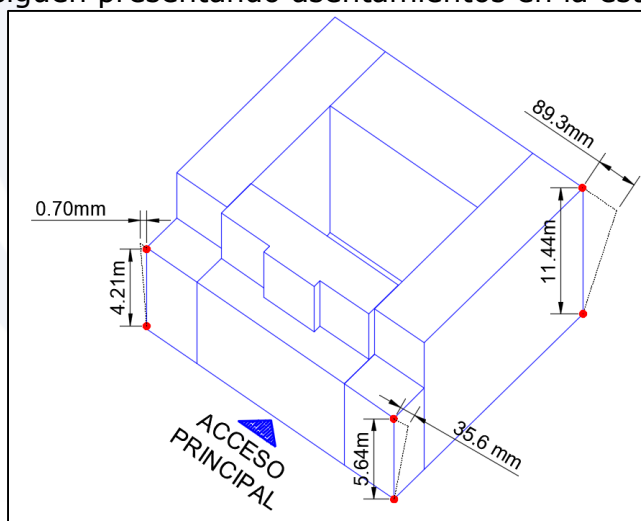


Imagen 10. Analisis de verticalidad – Colegio Los Pinos

4.2.2 MODELACION DE LA ESTRUCTURA

Se determinaron las solicitaciones equivalentes de la estructura, de acuerdo a lo estipulado en la NSR10 y a lo encontrado en los levantamientos arquitectónicos y estructurales. Se realizaron avalúos para cada nivel, carga que se aplica en el modelo estructural realizado a través del programa ETABS



A continuación, se observan algunos de los avalúos de carga desarrollados para los modelos de las estructuras bajo análisis.

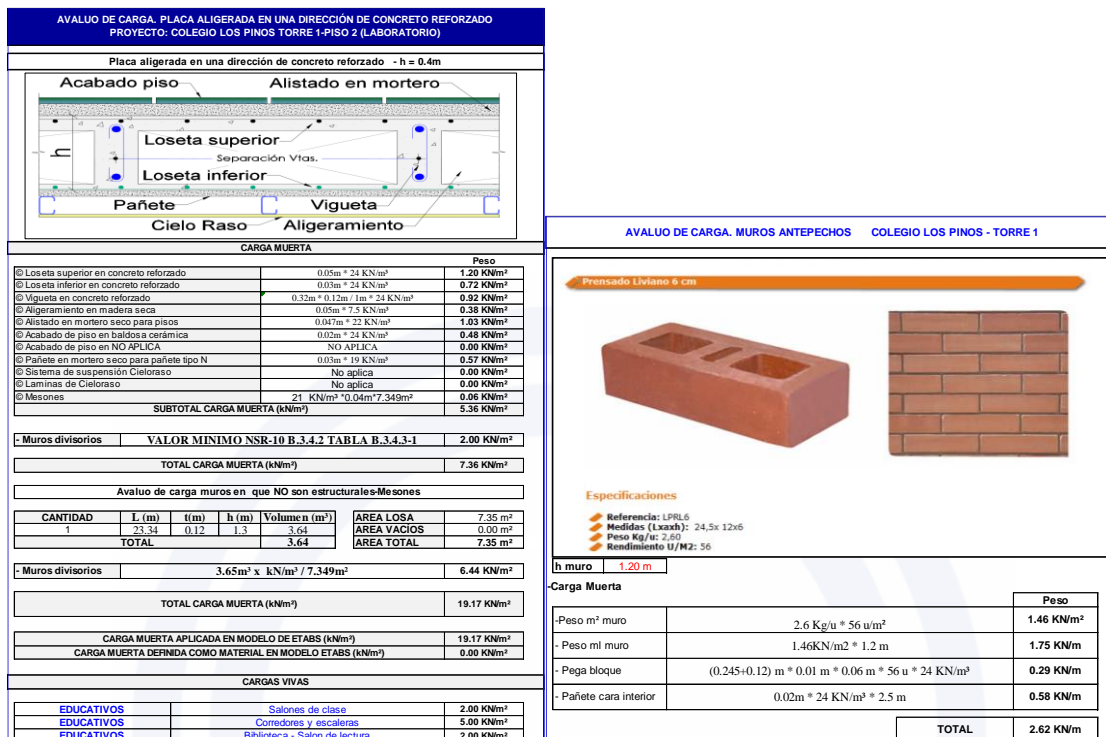


Imagen 11. Avalúos de carga. Colegio los pinos.

4.2.2.1 MODELOS

Para el estudio de Vulnerabilidad de esta estructura se consideró la utilización de un modelo tridimensional de análisis dinámico elástico espectral, el cual, tiene en cuenta la distribución de las masas y la rigidez de la estructura. De dicho análisis se determinan las solicitaciones sobre la estructura a partir de la aplicación de las acciones externas combinadas de acuerdo a las combinaciones de carga definidas en el Titulo B de la NSR-10.

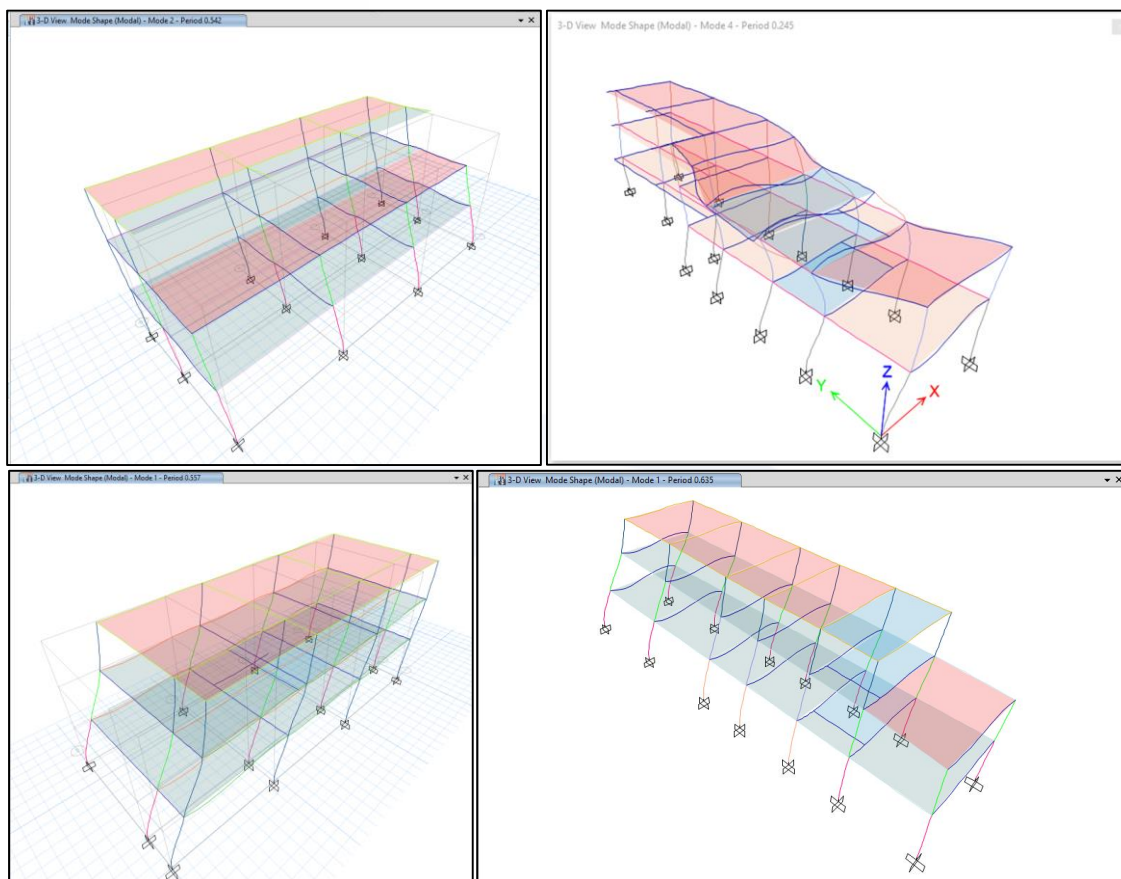


Imagen 12. Imágenes de los modelos estructurales

4.2.3 ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ESTRUCTURA

Deben determinarse unas sollicitaciones equivalentes de acuerdo con los requisitos de la NSR10, luego se lleva a cabo el análisis elástico de la estructura y de su sistema de cimentación para las sollicitaciones equivalentes determinadas.

Se determina la resistencia existente de la estructura utilizando los requisitos de la NSR10, con esto se obtiene una resistencia efectiva de la estructura, a partir de la resistencia existente, afectándola por dos coeficientes de reducción de resistencia obtenidos de los resultados de la calificación de la estructura.

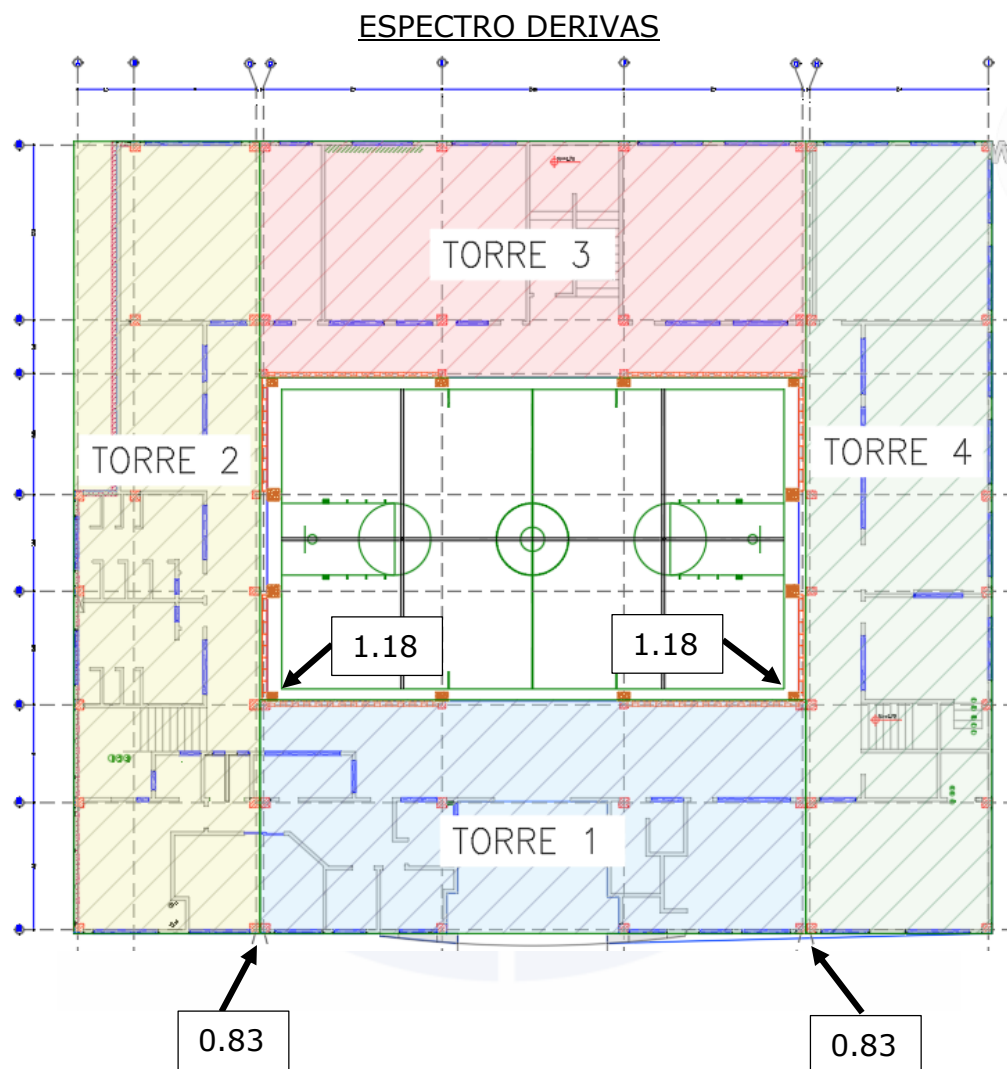
Luego se determinan índices de sobreesfuerzo e índices de flexibilidad, Según los parámetros establecidos en el capítulo A.10 de la NSR10.



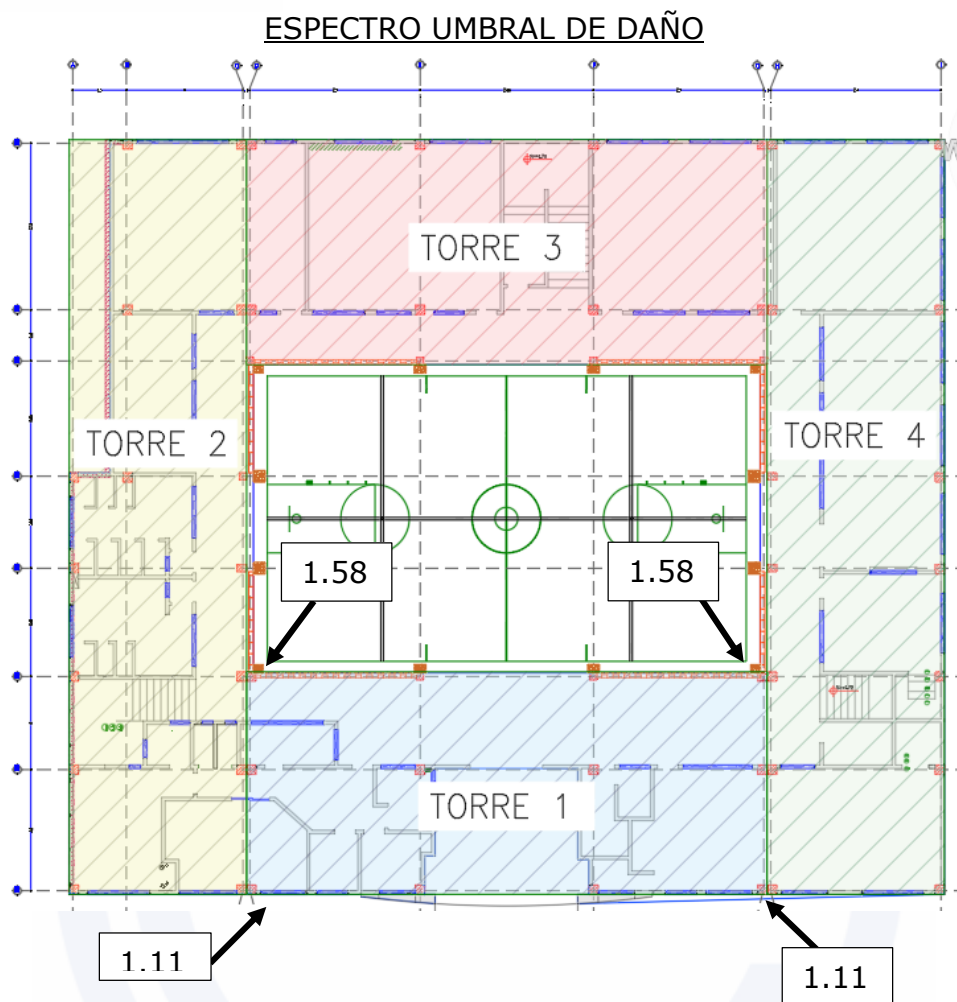
4.2.3.1 RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 1

4.2.3.1.1 Índices de flexibilidad – Torre 1

Se determinan los desplazamientos máximos de la edificación y se comparan con el máximo permitido, de esta relación se evalúa el índice, que según la NSR10 debe ser menor a la unidad, por el grupo de uso de la edificación se debe chequear para el espectro de derivas y para el espectro umbral de daño.



Los índices de flexibilidad para el espectro derivas son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.



Los índices de flexibilidad para el espectro umbral de daño son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.

4.2.3.1.2 Índices De Sobre Esfuerzo – Torre 1

Este índice relaciona las solicitaciones de la edificación y la capacidad de los elementos estructurales de resistir dichas solicitaciones, este índice debe ser menor a la unidad y se evalúa para las cargas verticales o de servicio, así como para las cargas horizontales o dinámicas que se presentan en un evento de sismo, según los parámetros de la NSR10.



	Índice de sobre esfuerzo	MOMENTOS POSITIVOS	MOMENTOS NEGATIVOS	CORTANTE	FLEXO COMPRESION
CARGAS VERTICALES	0.0- 1.0	95%	89%	98%	97%
	1.0 - 2.0	5%	9%	2%	3%
	2.0 - 3.0	0%	1%	0%	0%
	3.0 - 10.0	0%	1%	0%	0%
CARGAS VERTICALES Y SISMO	0.0- 1.0	58%	71%	98%	38%
	1.0 - 2.0	37%	25%	2%	44%
	2.0 - 3.0	5%	3%	0%	3%
	3.0 - 10.0	0%	1%	0%	16%

Tabla 6. *Resumen de índices de sobreesfuerzo*

Lo anterior indica que se deben reforzar las vigas y columnas que presentan índices mayores a la unidad, de manera que se cumplan con Los requisitos mínimos de resistencia según los parámetros de la NSR10.

4.2.3.1.3 Jerarquía Columnas – Torre 1

La NSR10 exige el cumplimiento de la relación columna fuerte/viga débil que garantiza un sistema de falla adecuado, por lo tanto, esta relación se verifica para todas las columnas de la estructura.

NIVEL	CANTIDAD	% CUMPLE
PISO 1	6 de 12	50%
PISO 2	4 de 12	33%
PISO 3	0 de 8	0%

Tabla 7. *Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil*

Por los resultados encontrados, las columnas deben ser reforzadas de manera que se cumpla la relación columna fuerte/viga débil.

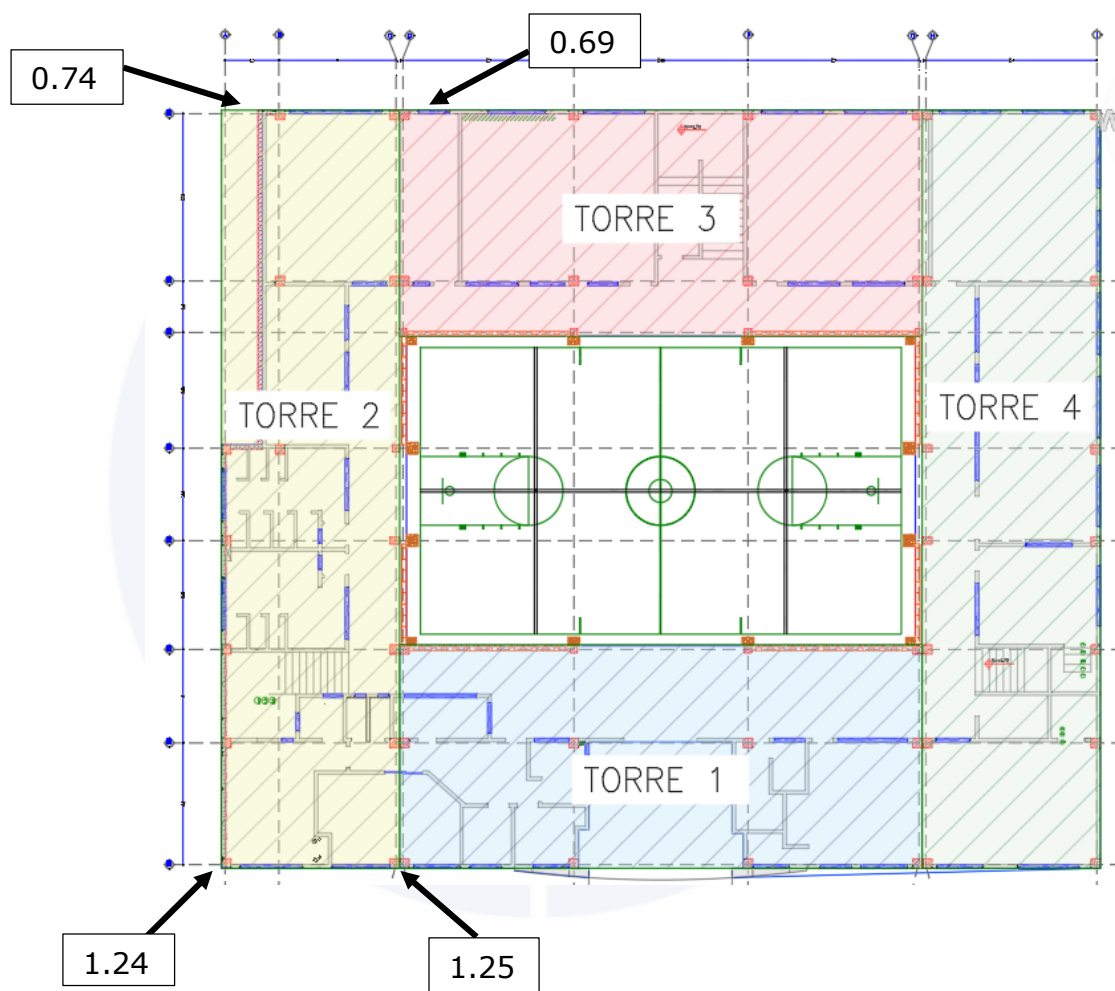


4.2.3.1 RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 2

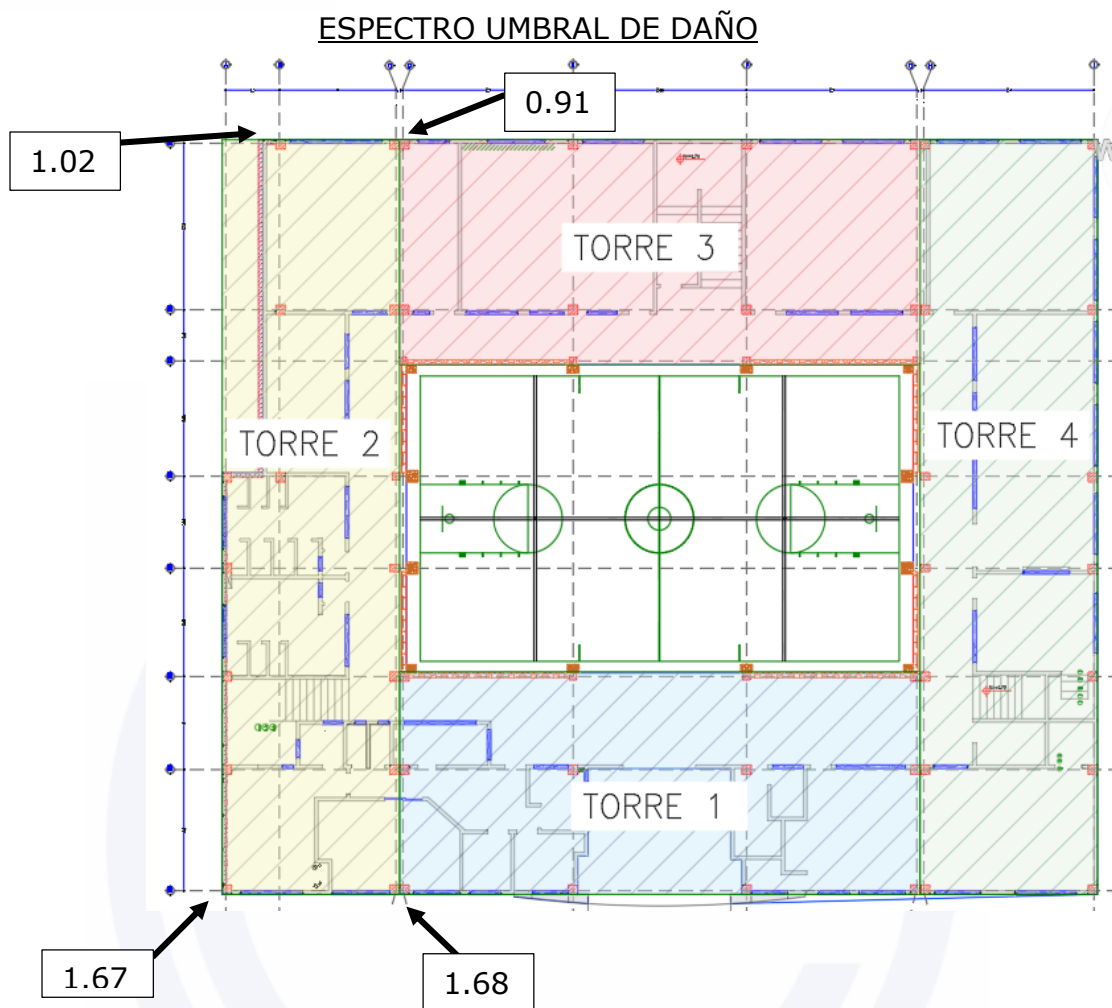
4.2.3.1.1 Índices De Flexibilidad – Torre 2

Se determinan los desplazamientos máximos de la edificación y se comparan con el máximo permitido, de esta relación se evalúa el índice, que según la NSR10 debe ser menor a la unidad, por el grupo de uso de la edificación se debe chequear para el espectro de derivas y para el espectro umbral de daño.

ESPECTRO DERIVAS



Los índices de flexibilidad para el espectro derivas son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.



Los índices de flexibilidad para el espectro umbral de daño son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.

4.2.3.1.2 Índices De Sobre Esfuerzo – Torre 2

Este índice relaciona las solicitaciones de la edificación y la capacidad de los elementos estructurales de resistir dichas solicitaciones, este índice debe ser menor a la unidad y se evalúa para las cargas verticales o de servicio, así como para las cargas horizontales o dinámicas que se presentan en un evento de sismo, según los paramentos de la NSR10.



Índice de sobre esfuerzo		MOMENTOS POSITIVOS	MOMENTOS NEGATIVOS	CORTANTE	FLEXO COMPRESION
CARGAS VERTICALES	0.0-1.0	94%	97%	100%	100%
	1.0 - 2.0	5%	3%	0%	0%
	2.0 - 3.0	1%	0%	0%	0%
	3.0 - 10.0	0%	0%	0%	0%
CARGAS VERTICALES Y SISMO	0.0-1.0	72%	77%	100%	67%
	1.0 - 2.0	18%	21%	0%	21%
	2.0 - 3.0	7%	2%	0%	5%
	3.0 - 10.0	3%	0%	0%	7%

Tabla 8. Resumen de índices de sobreesfuerzo

Lo anterior indica que se deben reforzar las vigas y columnas que presentan índices mayores a la unidad, de manera que se cumplan con Los requisitos mínimos de resistencia según los parámetros de la NSR10.

4.2.3.1.3 Jerarquía Columnas – Torre 2

La NSR10 exige el cumplimiento de la relación columna fuerte/viga débil que garantiza un sistema de falla adecuado, por lo tanto, esta relación se verifica para todas las columnas de la estructura.

NIVEL	CANTIDAD	% CUMPLE
PISO 2	2	13.3
PISO 3	2	13.3
CUBIERTA	1	6.7

Tabla 9. Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil

Por los resultados encontrados, las columnas deben ser reforzadas para que se cumpla la relación columna fuerte/viga débil.

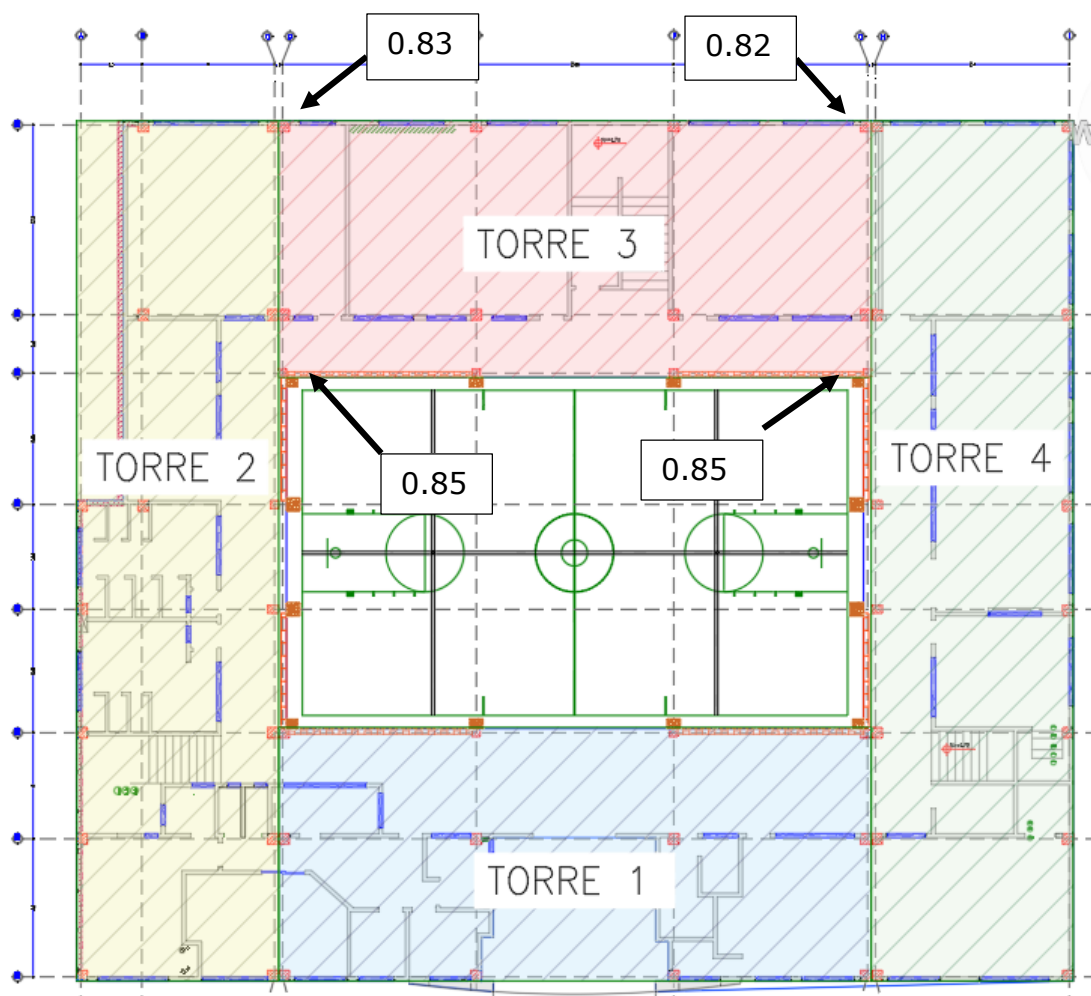


4.2.3.2 RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 3

4.2.3.2.1 Índices De Flexibilidad - Torre 3

Se determinan los desplazamientos máximos de la edificación y se comparan con el máximo permitido, de esta relación se evalúa el índice, que según la NSR10 debe ser menor a la unidad, por el grupo de uso de la edificación se debe chequear para el espectro de derivas y para el espectro umbral de daño.

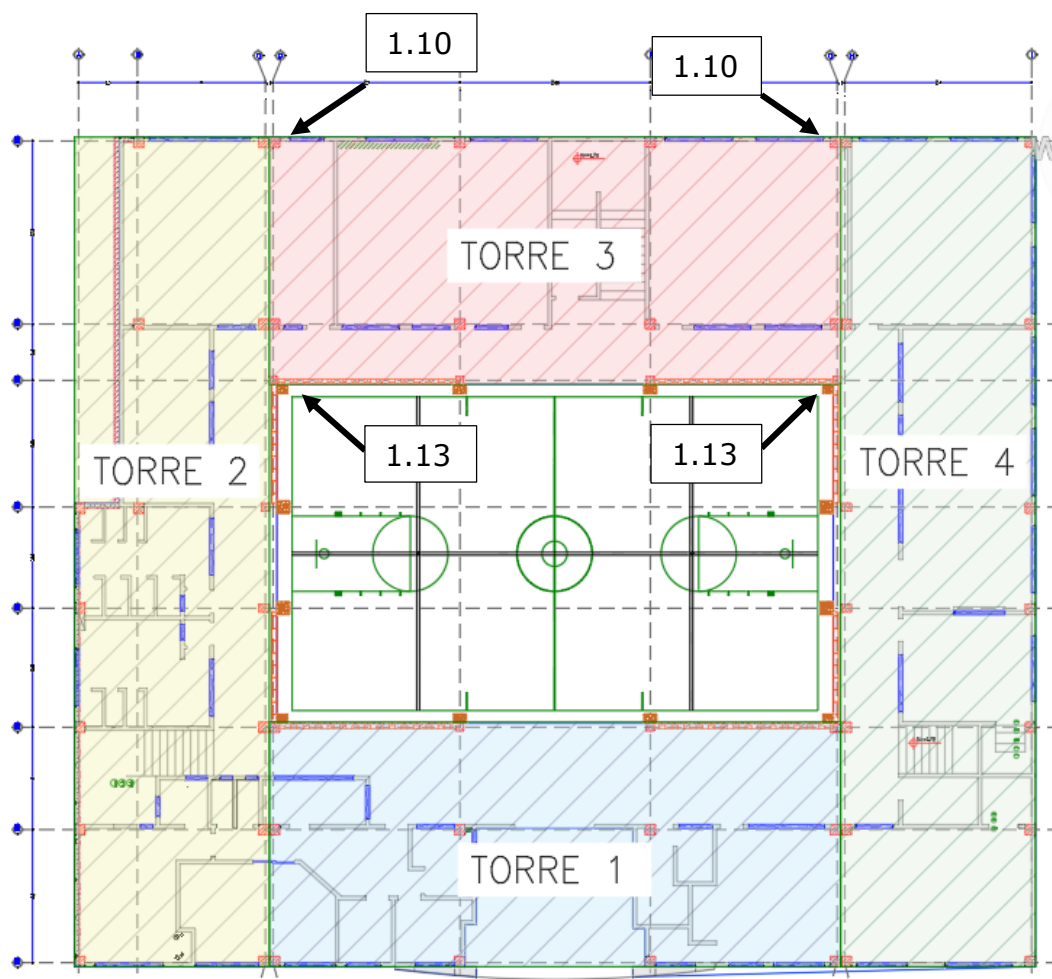
ESPECTRO DERIVAS



Los índices de flexibilidad para el espectro derivas son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.



ESPECTRO UMBRAL DE DAÑO



Los índices de flexibilidad para el espectro umbral de daño son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.

4.2.3.2.2 Índices De Sobre Esfuerzo – Torre 3

Este índice relaciona las solicitaciones de la edificación y la capacidad de los elementos estructurales de resistir dichas solicitaciones, este índice debe ser menor a la unidad y se evalúa para las cargas verticales o de servicio, así como para las cargas horizontales o dinámicas que se presentan en un evento de sismo, según los parámetros de la NSR10.



	Índice de sobre esfuerzo	MOMENTOS POSITIVOS	MOMENTOS NEGATIVOS	CORTANTE	FLEXO COMPRESION
CARGAS VERTICALES	0.0-1.0	91%	80%	100%	100%
	1.0 - 2.0	8%	14%	0%	0%
	2.0 - 3.0	1%	3%	0%	0%
	3.0 - 10.0	0%	2%	0%	0%
CARGAS VERTICALES Y SISMO	0.0-1.0	72%	80%	99%	65%
	1.0 - 2.0	25%	16%	1%	25%
	2.0 - 3.0	3%	2%	0%	10%
	3.0 - 10.0	0%	2%	0%	0%

Tabla 10. *Resumen de índices de sobreesfuerzo*

Lo anterior indica que se deben reforzar las vigas y columnas que presentan índices mayores a la unidad, de manera que se cumplan con Los requisitos mínimos de resistencia según los parámetros de la NSR10.

4.2.3.2.3 JERARQUIA COLUMNAS

La NSR10 exige el cumplimiento de la relación columna fuerte/viga débil que garantiza un sistema de falla adecuado, por lo tanto, esta relación se verifica para todas las columnas de la estructura.

NIVEL	CANT	% CUMPLE
PISO 1	6 de 12	50%
PISO 2	5 de 12	42%
PISO 3	6 de 12	50%

Tabla 11. *Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil*

Por los resultados encontrados, las columnas deben ser reforzadas para que se cumpla la relación columna fuerte/viga débil.

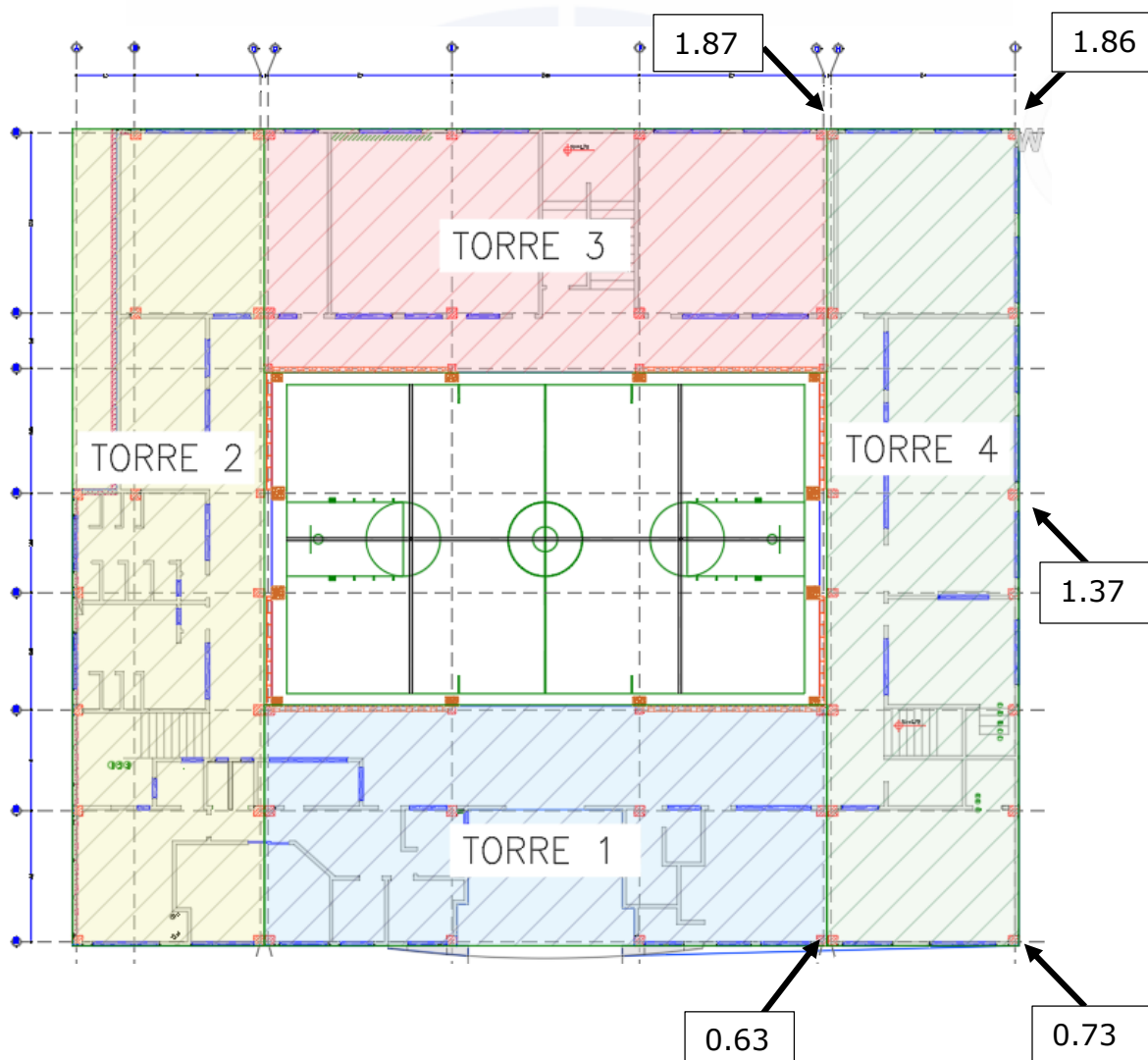


4.2.3.3 RESUMEN ANALISIS VULNERABILIDAD TORRE 4

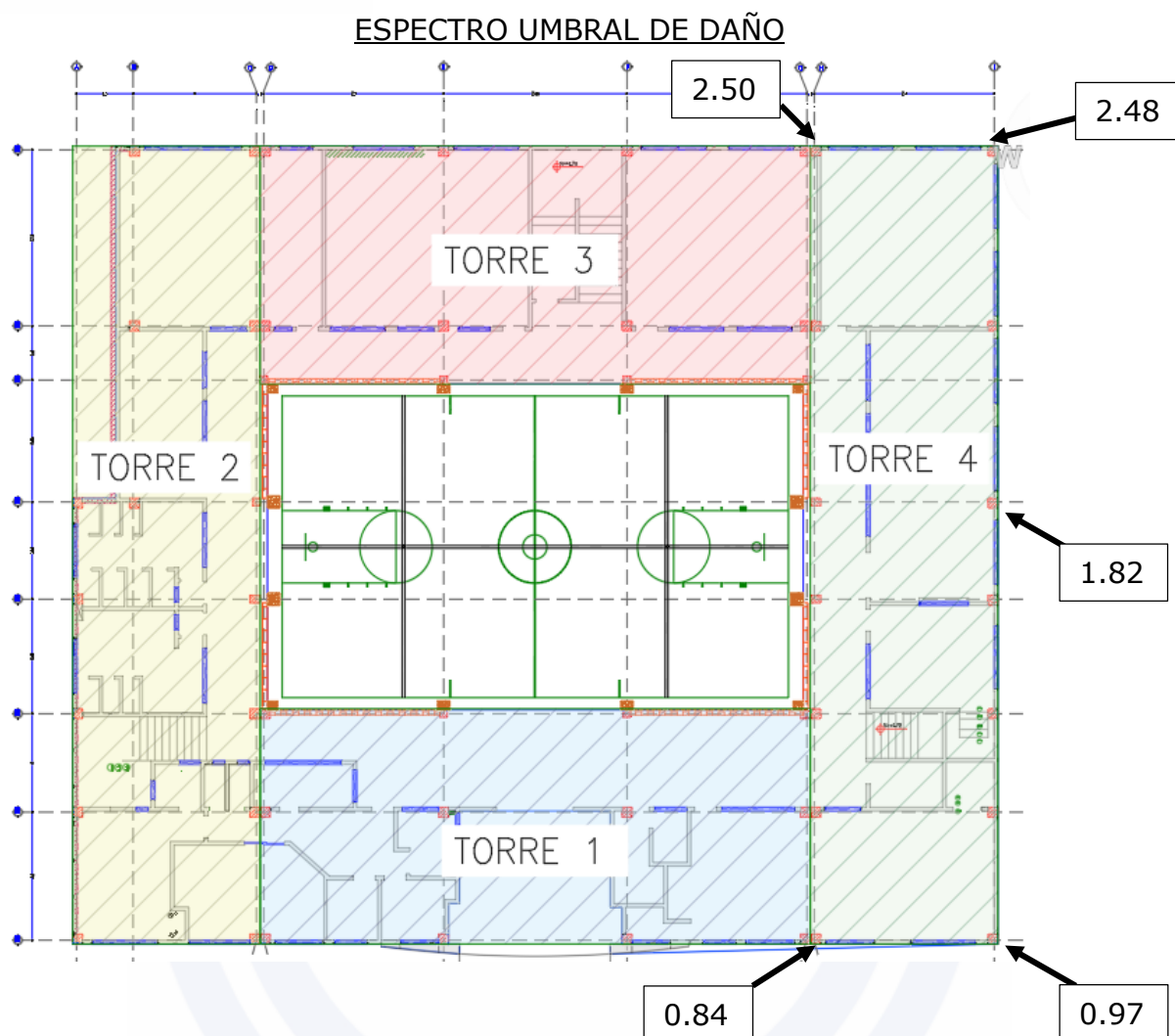
4.2.3.3.1 Índices De Flexibilidad - Torre 4

Se determinan los desplazamientos máximos de la edificación y se comparan con el máximo permitido, de esta relación se evalúa el índice, que según la NSR10 debe ser menor a la unidad, por el grupo de uso de la edificación se debe chequear para el espectro de derivas y para el espectro umbral de daño.

ESPECTRO DERIVAS



Los índices de flexibilidad para el espectro derivas son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.



Los índices de flexibilidad para el espectro umbral de daño son mayores a la unidad, por lo tanto, es necesario aumentar la rigidez de la estructura.

4.2.3.3.2 *Índices De Sobre Esfuerzo – Torre 4*

Este índice relaciona las solicitaciones de la edificación y la capacidad de los elementos estructurales de resistir dichas solicitaciones, este índice debe ser menor a la unidad y se evalúa para las cargas verticales o de servicio, así como para las cargas horizontales o dinámicas que se presentan en un evento de sismo, según los paramentos de la NSR10.



	Índice de sobre esfuerzo	MOMENTOS POSITIVOS	MOMENTOS NEGATIVOS	CORTANTE	FLEXO COMPRESION
CARGAS VERTICALES	0.0-1.0	91%	80%	100%	100%
	1.0 - 2.0	8%	14%	0%	0%
	2.0 - 3.0	1%	3%	0%	0%
	3.0 - 10.0	0%	2%	0%	0%
CARGAS VERTICALES Y SISMO	0.0-1.0	72%	80%	99%	65%
	1.0 - 2.0	25%	16%	1%	25%
	2.0 - 3.0	3%	2%	0%	10%
	3.0 - 10.0	0%	2%	0%	0%

Tabla 12. *Resumen de índices de sobreesfuerzo*

Lo anterior indica que se deben reforzar las vigas y columnas que presentan índices mayores a la unidad, de manera que se cumplan con Los requisitos mínimos de resistencia según los parámetros de la NSR10.

4.2.3.3.3 Jerarquía Columnas – Torre 4

La NSR10 exige el cumplimiento de la relación columna fuerte/viga débil que garantiza un sistema de falla adecuado, por lo tanto, esta relación se verifica para todas las columnas de la estructura.

NIVEL	CANT	% CUMPLE
PISO 1	5 de 14	36%
PISO 2	2 de 14	14%
PISO 3	3 de 12	25%

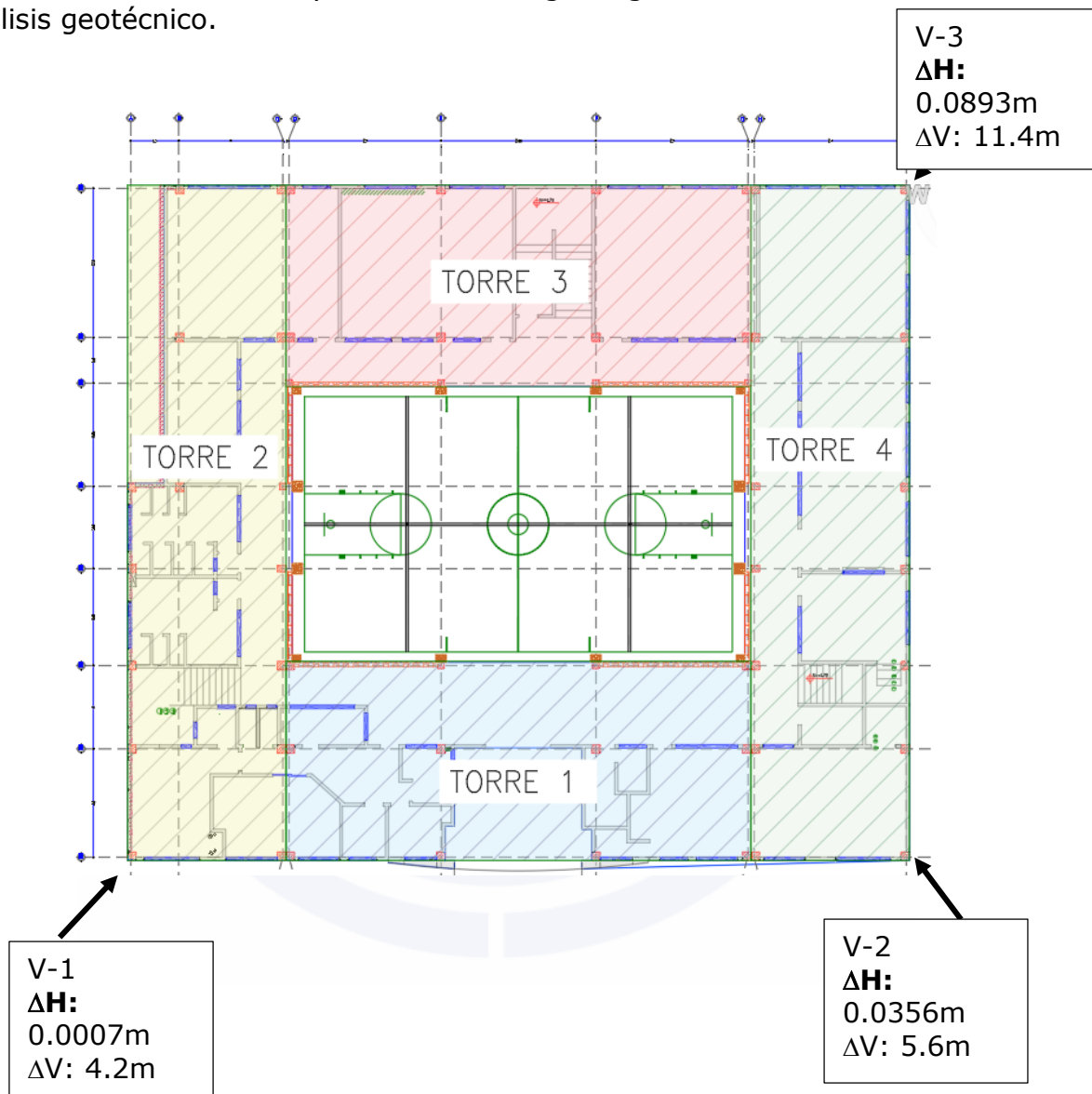
Tabla 13. *Resumen cumplimiento Columna fuerte/viga débil*

Por los resultados encontrados, las columnas deben ser reforzadas para que se cumpla la relación columna fuerte/viga débil.



4.2.3.4 VERTICALIDAD

En el estudio topográfico se midió la verticalidad de las aristas de la edificación, dejando en evidencia el asentamiento sobre el Eje I de la torre 4, según los análisis geotécnicos y las lesiones encontradas esto es consistente con un asentamiento diferencial y se debe corregir según las recomendaciones del análisis geotécnico.



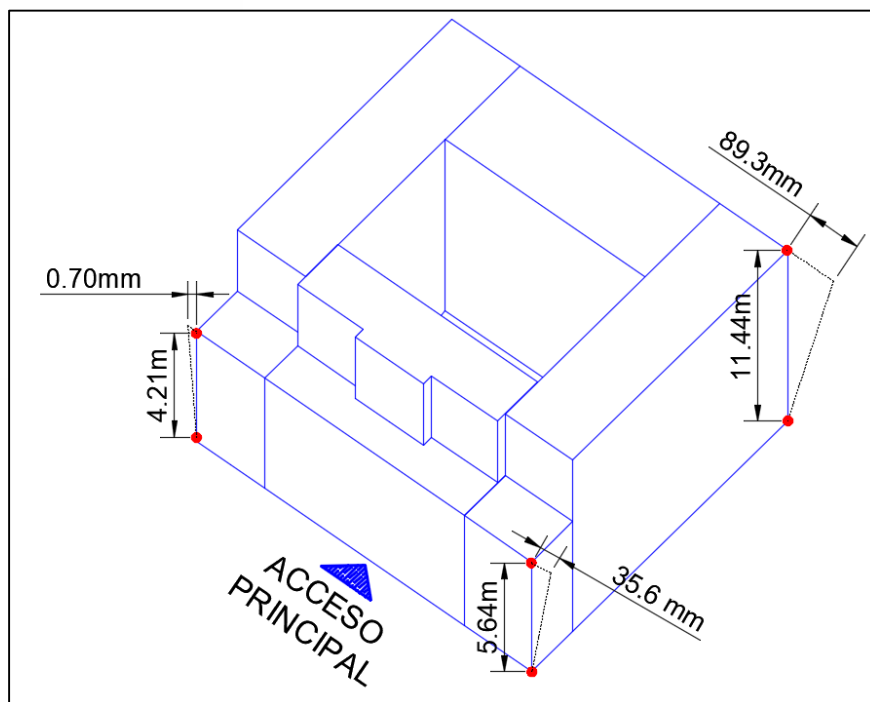


Tabla 14. Analisis de verticalidad

4.2.4 ANALISIS GEOTECNICO

La verificación de la cimentación existente de los módulos 1, 2 y 3 dieron como resultado que la cimentación existente es suficiente para resistir y transferir de manera adecuada las cargas de la estructura, es necesario que se realicen las obras de mitigación por remoción de masa propuestas en "Estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa y diseños de medidas de mitigación en el barrio los Laches en localidad de Santa Fe de Bogotá D.C" elaborado por el consorcio GEOJAM-LACHES 2017 en el año 2018, en cuanto al asentamiento encontrado en el módulo 4 este debe ser mitigado y analizado en el reforzamiento estructural según lo descrito en el estudio geotécnico:

"Del análisis cuantitativo de los asentamientos y de la patología encontrada se puede inferir que el eje I de la torre 4 puede que sus caissons no estén cimentados sobre la roca, lo cual genero un asentamiento adicional, para subsanar y reforzar este eje se propone realizar un par de pilotes paralelos al caisson que garanticen que los esfuerzos de la estructura sean transmitidos directamente a la roca, lo cual mitigara asentamientos."



4.3 INTERVENCION DE LA ESTRUCTURA

Para la intervención de la estructura se analizaron tres (3) escenarios diferentes, por medio de los cuales se cumplan los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad menores a la unidad, tal como lo exige la NSR10 para este tipo de edificaciones, estas alternativas se evaluaron y se escogió la mejor de las tres como alternativa de reforzamiento del Colegio Los pinos Sede A.

4.3.1 EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO

Se evalúan diferentes alternativas de reforzamiento para conseguir que todos los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad de la estructura sean menores a la unidad, para esto se evaluaron tres (3) parámetros con calificación de 1 a 10 de modo tal que la alternativa más favorable sea la del menor valor obtenido.

4.3.1.1 PARAMETROS A EVALUAR

Magnitud De La Intervención: Hace referencia a la cantidad de elementos existentes a intervenir en cada una de las alternativas, así como de la construcción de elementos nuevos, donde se considerará como la mejor alternativa aquella que requiera la menor intervención de elementos existentes y la menos construcción de elementos nuevos.

Tiempo De Ejecución: Hace referencia al tiempo de ejecución que pueda llevar la realización de las intervenciones del reforzamiento estructural en cada una de las alternativas. Se tomará como la mejor alternativa ante este criterio aquella cuyo tiempo de ejecución sea menor

Impacto sobre el proyecto arquitectónico: Se refiere a la afectación que tendrán los elementos recalzados o nuevos dentro de la estructura actual, es decir la afectación sobre espacios, ventanas, puertas, iluminación y demás. Se considerará como la mejor alternativa aquella que tenga una menor influencia dentro del componente arquitectónico actual

4.3.1.2 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

4.3.1.2.1 Alternativa 1

Recalce de columnas en concreto, recalce de vigas en concreto, posible creación de muros de concreto.

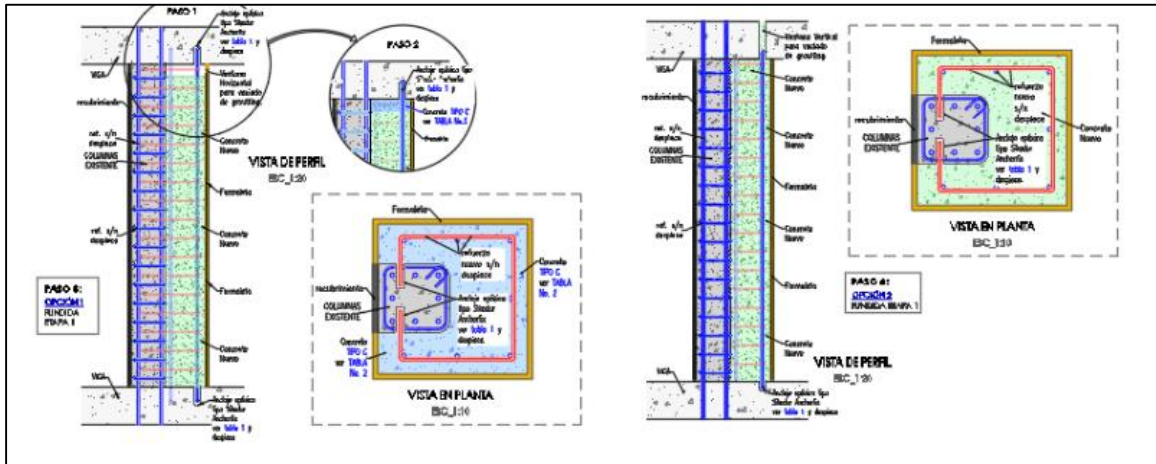


Imagen 13. Recalce de columnas en concreto

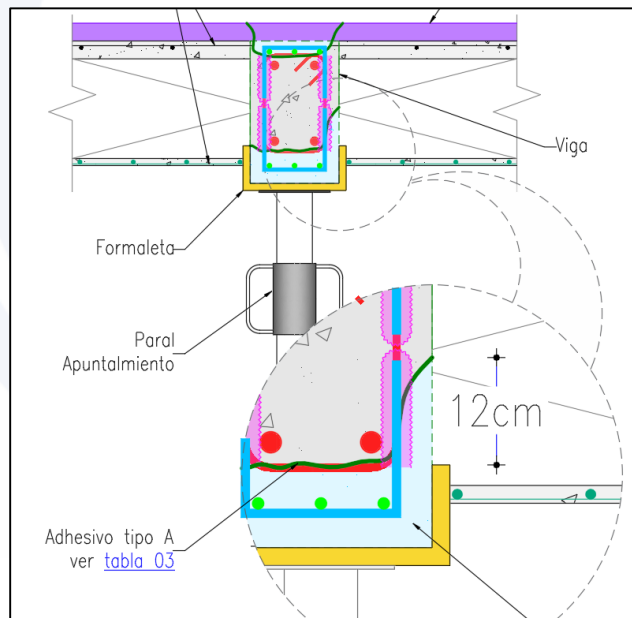


Imagen 14. Recalce de vigas en concreto



4.3.1.2.2 *Alternativa 2*

Reforzamiento de columnas y vigas por medio de platinas, creación de pórticos arriostrados con diagonales concéntricas en acero.

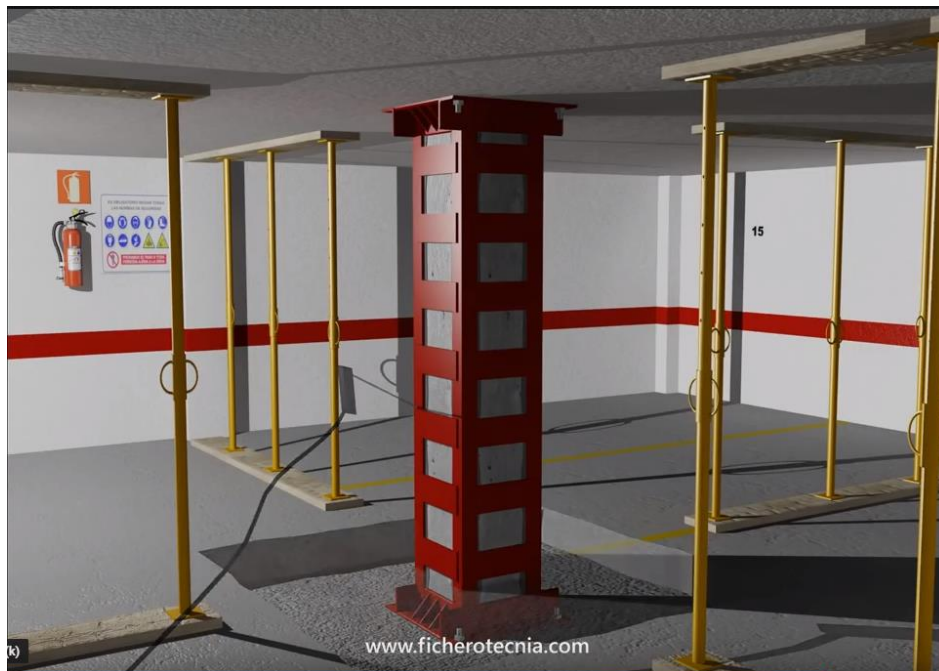


Imagen 15. Recalce de columnas por medio de platinas



Imagen 16. Diagonales concéntricas en acero



4.3.1.2.3 Alternativa 3

Recalce de columnas en concreto, recalce de vigas en concreto, creación de pórticos arriostrados concéntricamente con diagonales en acero.

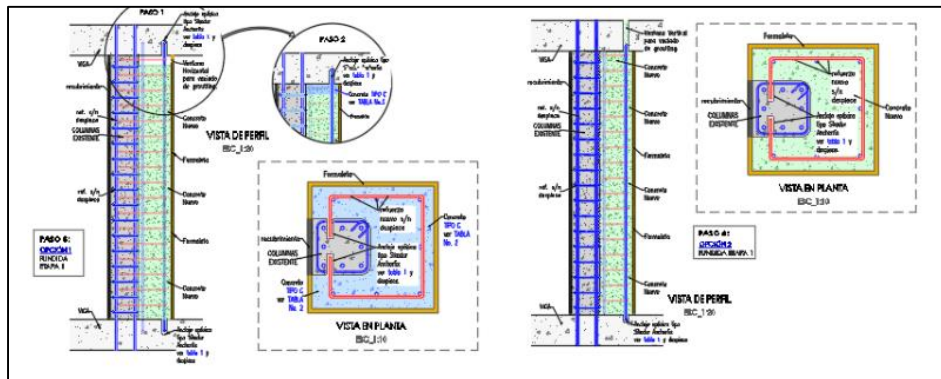


Imagen 17. Recalce de columnas en concreto

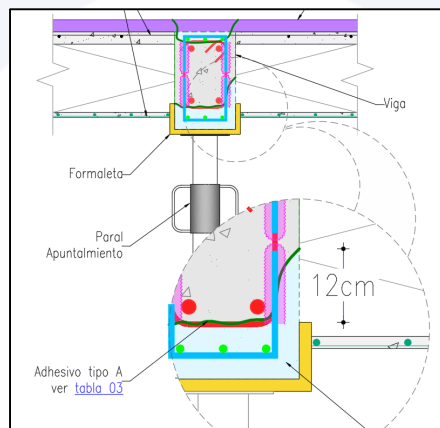


Imagen 18. Recalce de vigas en concreto



Imagen 19. Diagonales concéntricas en acero



4.3.2 SELECCION DE LA ALTERNATIVA

Se selecciona el menor valor de afectación para reforzamiento, siendo el menor el de ALTERNATIVA 1, que hace referencia al recalce de las vigas y columnas en concreto existentes, con posible adición de muros de concreto reforzado que garanticen la resistencia y rigidez de la edificación ante las cargas sísmicas como la mejor alternativa.

FACTOR	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
FMI	7	9	9
FTE	9	7	7
FIA	7	10	9
TOTAL	23	26	25
	MENOR IMPACTO		

Tabla 15. Valores de la evaluación de las alternativas



4.3.3 DISEÑO DE REFORZAMIENTO

El Estudio de Reforzamiento sismo resistente del COLEGIO LOS PINOS SEDE A, contempla la realización de un modelo matemático teórico para proponer una alternativa de reforzamiento sismo resistente que cumpla con los lineamientos de la NSR-10, ante solicitaciones sísmicas y de cargas gravitacionales.

Se refuerza la edificación mediante el recalce de las columnas existentes, las cuales tienen refuerzo insuficiente para las cargas gravitacionales y sísmicas que soportan; los elementos verticales del sistema no cumplen con la relación columna fuerte/viga débil que garantiza el mecanismo de falla adecuado, se requiere que sean intervenidos para aumentar su resistencia y garantizar un buen comportamiento ante un evento sísmico y ante la acción de las cargas gravitacionales.

Se requiere además recalzar las vigas de carga y de rigidez que no poseen acero suficiente para cumplir con los índices de sobreesfuerzo. Cumpliendo así con los índices de flexibilidad y sobreesfuerzo según la NSR-10.

En este diseño se presentan las limitantes del diseño, los avalúos de carga, el modelo de reforzamiento, el cálculo de desplazamientos, el diseño de los recalces y las memorias de cálculo de los elementos no estructurales para cada uno de módulos que componen el Colegio Los Pinos Sede A y además se realizó el diseño del refuerzo de cimentación para el módulo 4 según las recomendaciones del estudio geotécnico.

Se realizaron planos de reforzamiento estructural, detalles, despieces y los procesos constructivos necesarios para la intervención de la estructura.

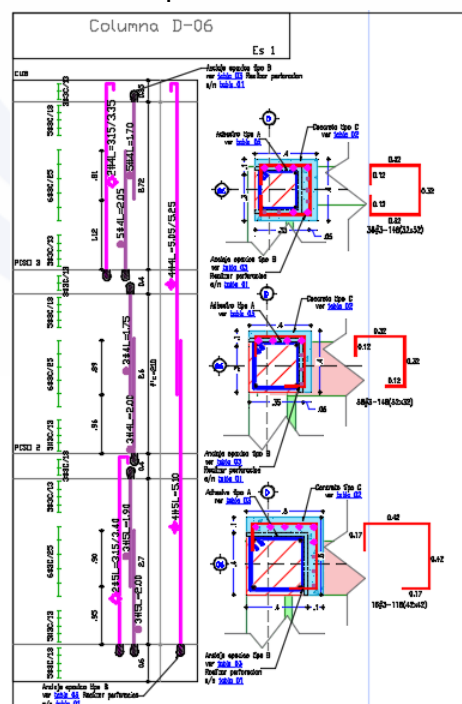


Imagen 20. Detalles de reforzo de elementos existentes

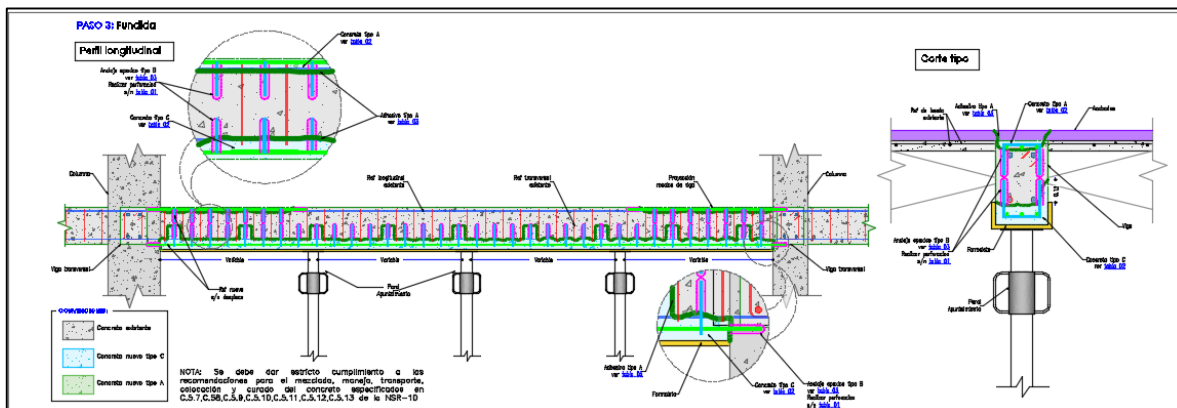


Imagen 21. Detalles de procesos constructivos

4.3.3.1 Obras de mitigación – Remoción en masa

En el desarrollo de los informes de patología, informe geotécnico y diseño del reforzamiento estructural, se recomienda que antes de realizar las obras de reforzamiento estructural, deben estar ejecutadas las obras de mitigación del riesgo de remoción en masa propuestas en “Estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa y diseños de medidas de mitigación en el barrio los Laches en localidad de Santa Fe de Bogotá D.C” elaborado por el consorcio GEOJAM-LACHES 2017 en el año 2018. Estas obras deben ser ejecutadas antes de realizar cualquier reforzamiento a la estructura o cimentación existentes.



4.4 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Para el correcto desarrollo de aspectos técnicos del proyecto, se adelantaron además otros estudios como planos de levantamiento eléctrico e hidráulico y con el fin de dar claridad a las cantidades de obra en el presupuesto del reforzamiento, Se realizan presupuesto, programación y especificaciones de obra, en este se contemplaron, las cantidades de obra para el reforzamiento como demoliciones, intervención y posterior reposición de elementos de concreto y de acabados.

Se realiza un análisis de precios unitarios con sus respectivas cotizaciones de las cuales se obtiene el presupuesto detallado, en este se presentan las memorias de cantidades y especificaciones técnicas de construcción

Además de un plan de gestión social con las medidas y estrategias que garanticen la participación de la comunidad, la difusión de información sobre el proyecto, y la resolución de quejas y conflictos que puedan surgir en el desarrollo de las obras.

4.4.1 LEVANTAMIENTO ELECTRICO E HIDRAULICO

En desarrollo de las actividades relacionadas con la determinación de las cantidades en el análisis de presupuestos para el reforzamiento escogido, se ejecutaron levantamientos hidráulicos y eléctricos de la edificación.

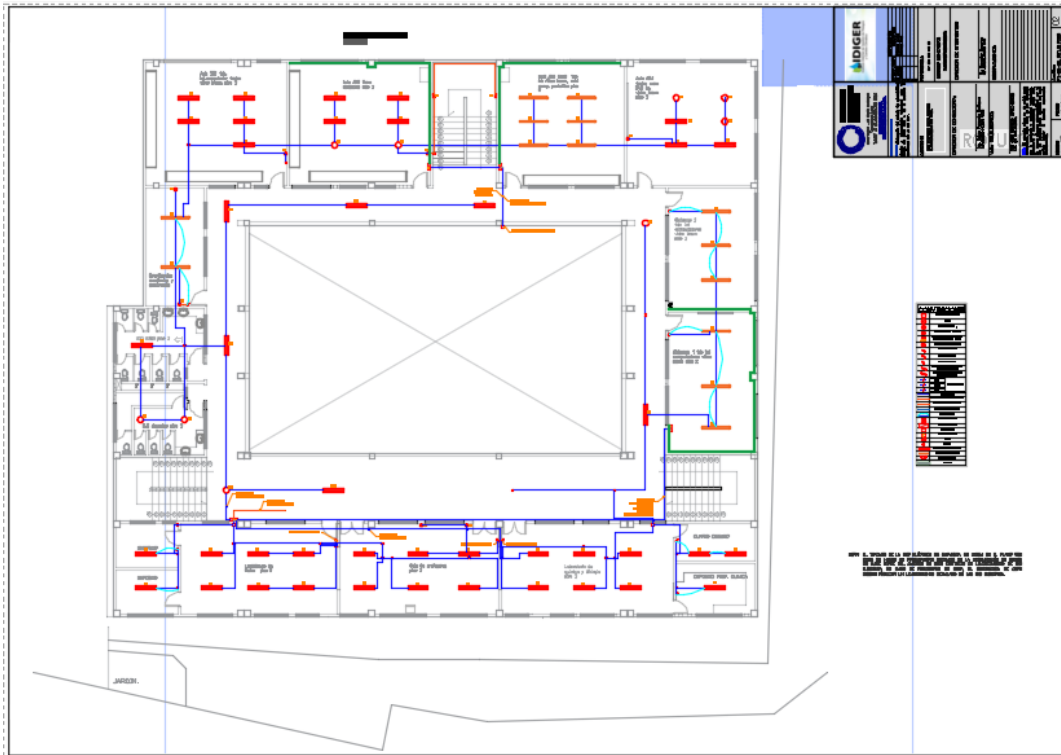


Imagen 22. Levantamiento eléctrico

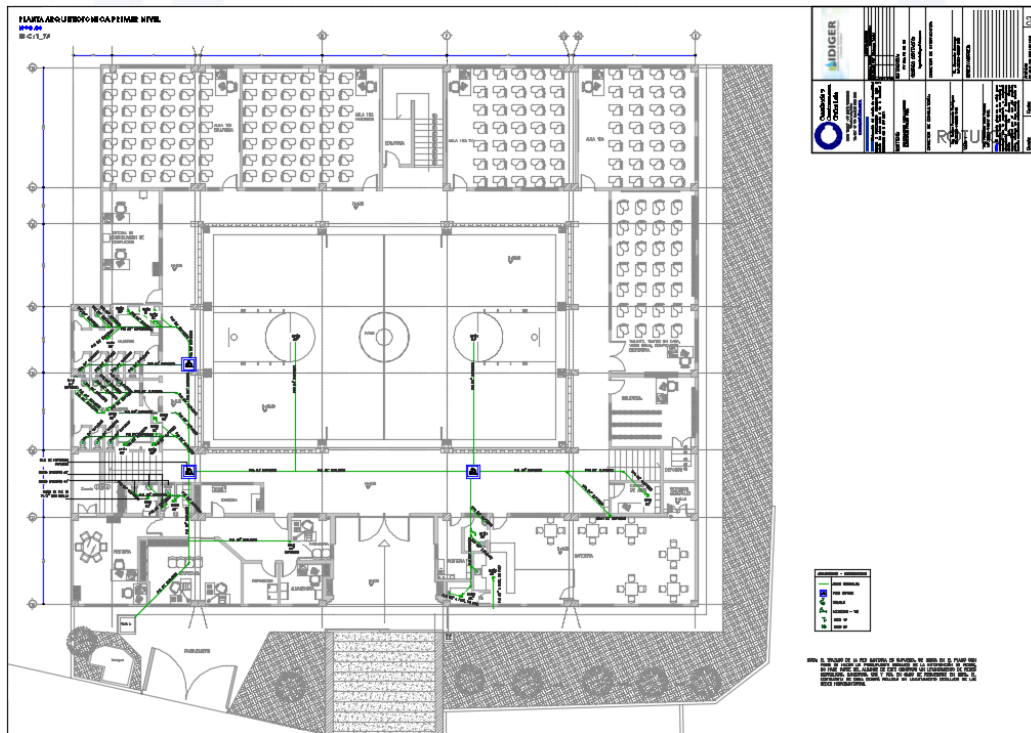


Imagen 23. Levantamiento hidráulico



4.4.2 PLAN DE GESTION SOCIAL

Se debe diseñar un Plan de Gestión Social que contenga medidas y estrategias que garanticen la participación de la comunidad, la difusión de información sobre el proyecto, y la resolución de quejas y conflictos que puedan surgir en el desarrollo de las obras.

Para esto se deben desarrollar los siguientes objetivos:

- Identificar la población beneficiada de manera directa e indirecta con el proyecto.
- Identificar los impactos sociales que pueden generarse con la ejecución de las obras.
- Determinar medidas de información, divulgación y participación de la comunidad del área de influencia directa, con el fin de mitigar los impactos sociales del proyecto.

El plan de gestión social desarrollado se entrega en su versión final, luego de la reunión realizada el día 25 de noviembre de 2019, donde se estableció el escenario de ejecución de las obras, que se hará por torres de manera continua, es decir se ejecutará el reforzamiento de una torre hasta su finalización y luego se procederá con la siguiente torre.

4.4.3 PRESUPUESTO

Con el reforzamiento escogido se realizó el presupuesto de obra, por análisis de precios unitarios, este análisis se desarrolló teniendo en cuenta todas las especificaciones contenidas en el anexo técnico del proyecto, como lo son:

- Presupuesto detallado de obra
- Presupuesto resumido por capítulos con participación porcentual en el total del presupuesto
- Cartilla de especificaciones técnicas de construcción
- Análisis de precios unitarios para cada ítem del presupuesto.
- Listado de materiales básicos.

Se anexan al presupuesto las cotizaciones correspondientes a los análisis de precios unitarios propuestos.

4.4.3.1 PROGRAMACION DE OBRA

Se desarrolló una programación de obra según lo indicado por la entidad, de manera que el reforzamiento será por torres y de manera continua, es decir se reforzara en primera instancia una de las torres y hasta su completa finalización no se procede al reforzamiento de la siguiente torre. En este escenario se prevén aproximadamente 20 meses para la ejecución de las obras de reforzamiento del Colegio Los Pinos Sede A.



4.4.4 **TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION**

A la fecha del presente informe ejecutivo, se encuentra a la espera de la entrega de la licencia ejecutoriada, ya se efectuaron todos los pagos y solo se esperan los términos de tiempo administrativo para la entrega de la licencia ejecutoriada.





5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ejecutaron las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto Análisis de Vulnerabilidad y reforzamiento del Colegio Los pinos Sede A. Los productos principales de este estudio fueron:
 - Levantamiento arquitectónico.
 - Levantamiento estructural.
 - Informe de Patología.
 - Estudio de vulnerabilidad.
 - Estudio de suelos (informe con recomendaciones del tipo de cimentación y anexos con los resultados de laboratorio).
 - Diseño definitivo del reforzamiento estructural para radicación en DADEP y en curaduría.
 - Estudios complementarios (Presupuesto, Programación y Especificaciones de Obra)
 - Obtención de la licencia de construcción ejecutoriada
- Se realizó un registro de lesiones suficiente para realizar un análisis detallado de las patologías presentes en la edificación, donde se evidenció que las torres 1, 2 y 3 no presentan lesiones que afecten el funcionamiento de la estructura
- Las lesiones encontradas afectan solamente a elementos no estructurales y se encuentran localizadas en la torre 4 de la edificación, se pudo establecer que estas lesiones fueron generadas por un asentamiento diferencial ocurrido sobre el eje I de la torre 4, esta patología debe ser corregida según las recomendaciones del estudio geotécnico: "se puede inferir que en el eje I de la torre 4 puede que sus caissons no estén cimentados sobre la roca, lo cual genero un asentamiento adicional, para subsanar y reforzar este eje se propone realizar un par de pilotes paralelos al caisson que garanticen que los esfuerzos de la estructura sean transmitidos directamente a la roca, lo cual mitigara asentamientos." además de realizar las obras de realicen las obras de mitigación del riesgo de remoción en masa propuestas en "Estudio detallado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa y diseños de medidas de mitigación en el barrio los Laches en localidad de Santa Fe de Bogotá D.C" elaborado por el consorcio GEOJAM-LACHES 2017 en el año 2018.
- Atendiendo a los índices de flexibilidad, los índices de sobreesfuerzo y la verificación de la relación columna fuerte/viga débil de las estructuras que componen el Colegio los Pinos Sede A, se requiere realizar el reforzamiento estructural. El diseño debe llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos que para este tipo de modificación establece el capítulo A.10 de la NSR10.



- Se realizó el diseño de la alternativa de reforzamiento escogida, atendiendo al cumplimiento de los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad menores a la unidad, según lo establece la NSR10 en su capítulo A.10 para las edificaciones construidas antes de la vigencia de la norma. Este diseño se ve reflejado en planos y memorias, las cuales se presentaron ante la curaduría Urbana, obteniendo la Licencia de Construcción del reforzamiento propuesto.
- Se realizaron los estudios complementarios correspondientes a presupuestos, programación de obras, levantamientos complementarios y plan de gestión social. Estos estudios se encuentran en concordancia con las especificaciones del anexo técnico del proyecto.

Fernando Ortiz Fuentes Profesional Responsable	Nelson Fernando Rodríguez Vásquez Director de consultoría
Ing. J. Alexander Camargo S. Interventoría	