

TRABAJO PROFESIONAL INTEGRADO (TPI)

**“ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA
ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL”**

CIENAGA (MAGDALENA)



PRESENTADO POR:

ING. JULIANA PULGARIN RESTREPO

ING. JUAN CARLOS JIMENEZ Q.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO

SECCIONAL MEDELLÍN

ESPECIALIZACIÓN PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Noviembre de 2016

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
JUSTIFICACIÓN	8
SOCIAL	8
ECONÓMICA.....	8
AMBIENTAL	9
ALCANCE Y METODOLOGIA	10
SELECCIÓN DEL PACIENTE.....	11
PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	11
MARCO LEGAL	12
LIMITANTES DEL ESTUDIO	13
HISTORIA CLINICA.....	14
RESPONSABLES DEL ESTUDIO	14
FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	14
AUTORIZACIÓN DEL ESTUDIO	14
DATOS GENERALES DEL PACIENTE	14
DATOS GENERALES DEL ENTORNO	19
ASPECTOS TÉCNICOS DE LA EDIFICACIÓN	25
ARQUITECTURA	25
ESTRUCTURA	25
CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	28
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LA ESTRUCTURA.....	29
PARÁMETROS GENERALES UTILIZADOS PARA LA MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA	31
DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO DE DISEÑO	35
ESPECTRO SÍMICO PARA EL UMBRAL DE DAÑO.....	37
INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO DE DISEÑO	38
INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO EN EL UMBRAL DE DAÑO	45
INDICES DE SOBRESFUERZO (RELACIÓN DEMANDA-CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS).	51

PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO.....	66
INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO DE DISEÑO CON REFORZAMIENTO	69
INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO EN EL UMBRAL DE DAÑO CON REFORZAMIENTO	76
INDICES DE SOBRESFUERZO (RELACIÓN DEMANDA-CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS) - REFORZAMIENTO.	83
DATOS ESPECIFICOS DE LAS LESIONES (PATOLOGIAS)	84
DESCRIPCIÓN Y FOTOGRAFIAS DE LAS PATOLOGIA MÁS RELEVANTES	84
ESTUDIOS REALIZADOS	95
CONCEPTUALIZACIÓN TEORICA DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS ...	96
ENSAYOS DESTRUCTIVOS	96
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DEL CONCRETO	97
DIAGNOSTICO	102
CONCLUSIONES DEL DIAGNOSTICO	104
PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN PARA LAS PATOLOGIAS	105
CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	112
RECOMENDACIONES	115

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Apéndice A-4 valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos. Fuente: NSR 10.....	35
Tabla 2. Espectro de diseño de aceleraciones. Fuente Propia.....	36
Tabla 3. Derivas de la Estructura con el Espectro de Diseño	44
Tabla 4. Derivas de la Estructura Espectro del Umbral de Daño	50
Tabla 5. Índices de sobreesfuerzo en columnas	65
Tabla 6. Derivas de la Estructura Espectro de diseño (con reforzamiento).....	75
Tabla 7. Derivas de la Estructura Espectro del Umbral de Daño (con reforzamiento)	82
Tabla 8. Lesiones, origen y agente causante.....	103

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista inferior losa aligerada nivel 2. Fuente Propia	16
Fotografía 2. Losa en Metaldeck corroída. Fuente Propia	17
Fotografía 3. Losa maciza con refuerzo expuesto. Fuente Propia	17
Fotografía 4. Vista frontal hall y escaleras. Fuente Propia.....	18
Fotografía 5. Entrada principal calle 7ª. Fuente Propia	20
Fotografía 6. Casa Colindante calle 7ª. Fuente Propia	20
Fotografía 7. Casa Esquinera calle 7ª. Fuente Propia	21
Fotografía 8. Casa Esquinera calle 8ª con carrera 1. Fuente Propia	21
Fotografía 9. Casa Colindante carrera 12. Fuente Propia	22
Fotografía 10. Acceso de ambulancias/ urgencias. Fuente Propia	22
Fotografía 11. Deterioro de las paredes y pérdida del revoque por acción del agua. Fuente Propia	84
Fotografía 12. Eflorescencias y humedad ascendente proveniente de solar vecino. Fuente Propia.....	85
Fotografía 13. Pérdida del recubrimiento del acero debido a esfuerzos mecánicos. Fuente Propia.....	85
Fotografía 14. Deterioro del cielo raso debido a falla en los elementos de soporte. Fuente Propia.....	85
Fotografía 15. Deterioro del revoque por acción del agua. Fuente Propia	86
Fotografía 16. Manchas e infiltración de agua en la losa. Fuente Propia	86
Fotografía 17. Deterioro de los elementos eléctricos debido a fallas en los mecanismos de soporte. Fuente Propia.....	87
Fotografía 18. Deterioro de las paredes e infiltración de agua proveniente de las tuberías. Fuente Propia	87
Fotografía 19. Fisuras en muros debido a esfuerzos mecánicos. Fuente Propia.....	88
Fotografía 20. Deterioro de los elementos de soporte de la cubierta debido a agentes mecánicos y físicos. Fuente Propia	88
Fotografía 21. Fisuras en los muros debido a esfuerzos y movimientos mecánicos. Fuente Propia	89
Fotografía 22. Deterioro de elementos de la fachada debido a acción del agua e intemperismo. Fuente Propia	89
Fotografía 23. Hundimiento de la calzada debido a falla en la base posiblemente por infiltración de aguas lluvias y a cargas adicionales. Fuente Propia	90
Fotografía 24. Deterioro de los andenes debido al agua y factores mecánicos. Fuente Propia.....	90

Fotografía 25. Eflorescencia e infiltración de agua. Fuente Propia	91
Fotografía 26. Deterioro de elementos de la fachada debido a acción del agua e intemperismo. Fuente Propia	91
Fotografía 27. Corrosión de los elementos de soporte o vigas de la losa en Steel Deck. Fuente Propia	92
Fotografía 28. Deterioro de la fachada perdida del revoque por acción del agua. Fuente Propia...	92
Fotografía 29. Pérdida del recubrimiento de los aceros de la losa. Fuente Propia	93
Fotografía 30. Pérdida del recubrimiento de los aceros de las viguetas de la cubierta. Fuente Propia	93
Fotografía 31. Fisuras en paredes y elementos no estructurales. Fuente Propia.....	94
Fotografía 32. Deterioro y fisuración en elementos no estructurales.....	94
Fotografía 33. Excavación para constatar el estado de la cimentación existente. Fuente Propia ...	95
Fotografía 34. Ejemplo extracción de núcleos en columnas.....	96
Fotografía 35. Ejemplo esclerometria	98
Fotografía 36. Equipo de Ultrasonido.	99
Fotografía 37. Ejemplo de núcleo con fenolftaleína	100

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Clínica del Seguro Social Ciénaga Magdalena. Fuente: Google Maps	14
Figura 2. Localización geográfica Ciénaga (magdalena).....	15
Figura 3. Sección elaborada con levantamiento arquitectónico. Fuente: Matiz y Arquitectura	19
Figura 4. Modelación Estructural Software ETABS. Fuente Propia	25
Figura 5. Planta estructural segundo nivel. Fuente Propia	26
Figura 6. Planta estructural tercer nivel. Fuente Propia	27
Figura 7. Espectro de Diseño	36
Figura 8. Espectro de Diseño	37
Figura 9. Planta localización columnas.....	38
Figura 10. Ejemplo de encamisado de columna	67
Figura 11. Modelo de la estructura reforzada con recrecimiento en columnas y construcción de muros pantalla.	68
Figura 12. Esquema de columneta de confinamiento para mampostería.....	110

INTRODUCCIÓN

El concepto de clínica es muy antiguo, sufriendo un proceso evolutivo que ha continuado a lo largo de la historia, recibiendo un importante impulso en su desarrollo inicial con los médicos griegos como Hipócrates en el siglo V antes de Cristo y luego en la Edad Media y en el Renacimiento, fundamentalmente en los asilos u hosterías, después hospitales para desposeídos, enfermos y ancianos abandonados en Holanda, Francia e Italia.

El referente histórico sobre movimientos de creación de cátedras e institutos clínicos data de los siglos XVII y XVIII en toda Europa, en donde la enfermedad se presenta al observador de acuerdo con síntomas y signos. Los unos y los otros se distinguen por su valor semántico, así como por su morfología.

Esta situación se mantuvo casi inalterable hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cambio relacionado con el rápido desarrollo tecnológico de la segunda mitad del siglo pasado. Esto conlleva a una mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico, dando lugar a un gran número de nuevas enfermedades, únicamente identificables gracias a equipos y pruebas de laboratorio sofisticados.

En la actualidad, la mayoría de los servicios de salud están representados por hospitales, clínicas y puestos de salud. Estos son manejados por el sector público y por el sector privado. Los hospitales normalmente ofrecen servicios de atención médica de emergencia, atención secundaria y terciaria, mientras que los puestos de salud ofrecen atención primaria y algunos cuidados básicos o de primeros auxilios.

Las instalaciones de la salud juegan un papel muy importante y significativo ya que disponen de personal médico y otros profesionales organizados que proporcionan al paciente el diagnóstico y tratamiento que necesitan cuando padecen alguna afección que atenta contra su bienestar.

Partiendo de lo dicho anteriormente, se evidencia la relevancia del presente estudio. Primero: para realizar un diagnóstico que nos permita conocer con mayor exactitud los posibles procesos patológicos que presenta la edificación (paciente) y realizar un conjunto de actuaciones con el fin de recuperar su funcionalidad.

Segundo por la importancia de un análisis de vulnerabilidad sísmica que permita conocer la predisposición intrínseca que tiene la clínica a sufrir daño ante la ocurrencia de un evento sísmico, lo anterior asociado directamente a las características físicas y estructurales de diseño.

Tercero porque el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 (Ley 400 de agosto de 1997, modificada ley 1229 de 2008 y Decretos reglamentarios 926 de marzo de 2010) establecen que las construcciones existentes que se clasifican como edificaciones Indispensables (edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo) deben ser revisadas estructuralmente, de tal forma que tengan las mismas garantías de funcionamiento que tendría una edificación nueva diseñada y construida con la norma actual.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio patológico a la estructura existente de la antigua clínica del seguro social en ciénaga (Magdalena), con el objeto de evaluar la susceptibilidad que poseen algunos de sus elementos estructurales ante la ocurrencia de un evento sísmico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar las patologías (fisuras, humedades, corrosión, eflorescencias, entre otros) presentes en la edificación mediante el análisis y la elaboración de ensayos destructivos y no destructivos.
- Determinar la capacidad de los elementos estructurales (columnas) y la rigidez o flexibilidad que poseen, buscando la actualización de la edificación al nuevo Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente NSR-10.
- Realizar propuestas de intervención o tratamiento a partir de los resultados del diagnóstico.

JUSTIFICACIÓN

SOCIAL

Los mayores inconvenientes que presentan la población de Ciénaga en materia de salud, tienen que ver con la accesibilidad rápida y oportuna a los servicios de salud. Primero porque no se encuentran las suficientes entidades prestadoras de dichos servicios y segundo porque los que existen no ofrecen servicios de óptima calidad y sus instalaciones se encuentran en continuo deterioro sin mantenimiento alguno. Lo que indica que existen grandes inconvenientes estructurales, que muestran deficiencias crónicas en el sistema, en cuanto a cobertura y calidad.

La realización del diagnóstico e intervención de la Clínica de Ciénaga permitirá detectar las posibles deficiencias en sus instalaciones y proponer la solución pertinente con la finalidad de ofrecer mayor y mejores servicios para que el paciente se sienta cómodo y seguro.

ECONÓMICA

La salud es generalmente entendida como un derecho individual y de toda la comunidad. Por esta razón, en muchos países las instalaciones de salud son de propiedad del estado y la operación la lleva a cabo el gobierno. En la mayoría de los casos la salud es financiada por rentas generadas principalmente de impuestos, razón por la cual los servicios de salud pública se suministran a bajo costo o sin costo y dependen de la capacidad económica de los gobiernos. En otras palabras, debido a que las instituciones de salud son creadas con inversión gubernamental, su supervivencia depende del estado de la economía y desarrollo de los gobiernos. Cualquier impacto adverso a la economía del país afectará su capacidad para ofrecer servicios de salud. De otra parte, debido a la importancia y alto costo de las instalaciones hospitalarias, un daño severo a las mismas no sólo afectará la capacidad productiva del país, sino también, las finanzas públicas debido al costo de la rehabilitación y reconstrucción. En los últimos años, muchos recursos de capital han sido invertidos en expansión de hospitales y en intervención de la vulnerabilidad; no obstante que este capital no es generador de renta y puede crear una carga adicional al gobierno al tener que encontrar recurrentemente los recursos que le permitan el manejo de las instalaciones en forma adecuada.

AMBIENTAL

El sector de la construcción debe tener en cuenta que: necesitamos más de 2 toneladas de materias primas por cada m² que construimos, la cantidad de energía asociada a la fabricación de los materiales que componen una construcción puede ascender, aproximadamente, a un tercio del consumo energético de una familia durante un periodo de 50 años, la producción de residuos de construcción y demolición supera la tonelada anual por habitante. ([http://www.construmatica.com/construpedia/Impactos Ambientales en el Sector de la Construcción](http://www.construmatica.com/construpedia/Impactos_Ambientales_en_el_Sector_de_la_Construcción))

El análisis del ciclo de vida de un edificio permite intuir con mayor facilidad las consecuencias ambientales que se derivan del impacto de la construcción, que, a grandes rasgos, pueden reducirse a lo siguiente:

- Los edificios resultantes del proceso constructivo, así como las infraestructuras necesarias para favorecer la accesibilidad, ocupan y transforman el medio en el que se disponen.
- La fabricación de materiales de construcción comporta el agotamiento de recursos no renovables a causa de la extracción ilimitada de materias primas y del consumo de recursos fósiles.
- Nuestro entorno natural se ve afectado por la emisión de contaminantes, así como por la deposición de residuos de todo tipo.
- La reducción del impacto ambiental de este sector se centra en tres aspectos: el control del consumo de recursos, la reducción de las emisiones contaminantes, y la minimización y la correcta gestión de los residuos que se generan a lo largo del proceso constructivo.

Sin embargo, para poder conseguir nuestro objetivo y contribuir al progreso sin dañar el planeta, será imprescindible:

Contar con la colaboración del conjunto de agentes que intervienen en las diferentes etapas del ciclo de vida de una obra de construcción (desde la extracción de las materias primas, hasta la demolición de un edificio etc.). Si cada uno de ellos asume la responsabilidad que le corresponde, será posible aplicar estrategias para la prevención y la minimización del impacto ambiental.

La Clínica de Ciénaga impacta desde el punto de vista ambiental, si se actualiza estructuralmente, pues se preserva la energía existente, sin necesidad de utilizar energía adicional para llevar a cabo una obra nueva. Además, no se generarían residuos producto de la demolición, los cuales tienen dos consecuencias importantes: En primer lugar, el impacto ambiental de lo que se arroja al ambiente en términos de pérdida de recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos. En segundo lugar, el costo adicional originado por el material que se pierde y la mano de obra y energía necesarias en la recolección y transporte para su disposición final. Por supuesto también significa un ahorro de los recursos financieros que se requieren para hacer una construcción desde cero.

ALCANCE Y METODOLOGIA

El presente estudio se desarrollará en las etapas que se describen a continuación con el fin de recuperar y actualizar estructuralmente los 1140 m² distribuidos en tres niveles de la antigua Clínica del Seguro Social de Ciénaga; la clínica después de la intervención prestará servicios materno-infantiles.

- Proceso de observación - Historia Clínica
Selección de la información general y específica del paciente, levantamiento arquitectónico y estructural, toma de fotografías.
Recopilación de la información con respecto a las patologías encontradas (diseño de fichas), análisis de las “posibles” causas de las diferentes lesiones.
- Diagnóstico del paciente
Toma de muestras y ensayos para establecer las causas de las lesiones, además comprobación de hipótesis, análisis de resultados y seguimiento a la edificación.
Elaboración de fichas de diagnóstico.
- Intervención
Planteamiento y selección de las propuestas de intervención que interfieran lo menos posible con el adecuado funcionamiento de la estructura, que sean técnica y económicamente viables y garanticen el cumplimiento de las normas.

Paralelo al estudio patológico se hará el estudio de vulnerabilidad sísmica y actualización estructural de la edificación; este partirá de la información recopilada en el levantamiento estructural y arquitectónico y de los resultados arrojados por el estudio de suelos. Con esta información se construye el modelo matemático, mediante un programa de análisis de elementos finitos (ETABS Versión 9.5.0) y se calculará la capacidad de las secciones críticas de los elementos principales con la ayuda de las hojas de cálculo programadas para tal fin. Esto para poder estimar los índices de sobre esfuerzo al comparar la capacidad del elemento con la demanda en el mismo, resultado del análisis estructural.

Dentro de toda la evaluación e información a obtenerse en el sitio, se ejecuta una inspección detallada y minuciosa de la Construcción con el fin de determinar su calidad y condición actual, tal y como lo establece la norma NSR-10. Con base en esto y con referencia a la tecnología de la época, la calificación de los diseños y el estado actual de la Construcción pueden calificarse como buena (según la NSR10 - A.10.4).

SELECCIÓN DEL PACIENTE

El paciente se eligió por los tres siguientes aspectos: por la accesibilidad que teníamos al paciente, por el grado de deterioro de la estructura y el más importante por la proyección social que tiene el paciente a fin de mantener las funciones críticas de la clínica de forma que pueda responder a la demanda de la comunidad en el momento que más lo necesita, por esto se hace necesario proteger a las personas, a los bienes muebles y a la función misma del servicio.

PREPARACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

La metodología que se está empleando y se empleara es la siguiente:

- Inspección preliminar del paciente
- Recopilación de la información necesaria para el estudio
- Preparación de formatos para levantamiento y recopilación de información
- Establecimiento de formas de almacenamiento y tabulación la información
- Proceso de recopilación de información en el campo
- Alcances de la exploración
- Legalización de permisos y autorizaciones al paciente
- Definición del equipo de trabajo que realizara la exploración y firmas encargadas de los ensayos
- Definición de los medios para realizar la exploración
- Establecimiento de medidas preventivas durante la exploración
- Servicios especializados para exploración
- Proceso de modelación y análisis estructural. Verificación de Índices de Sobre Esfuerzo.

MARCO LEGAL

La Clínica del Seguro Social de Ciénaga en el momento de su construcción (año 1972) no fue cobijada bajo ninguna norma, debido a que en Colombia antes de 1984 no existía una reglamentación sismoresistente que permitiera un diseño estructural de las edificaciones referentes a un marco de seguridad y funcionalidad; estas edificaciones fueron diseñadas bajo el ACI (American Concrete Institute) 318 y 317 de 1967.

En la actualidad el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 (Ley 400 de agosto de 1997, modificada ley 1229 de 2008 y Decretos reglamentarios 926 de marzo de 2010) establecen que las construcciones existentes que se clasifican como edificaciones Indispensables (edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo) deben ser revisadas estructuralmente, de tal forma que tengan las mismas garantías de funcionamiento que tendría una edificación nueva diseñada y construida con la norma actual.

La clínica es regida también por el plan de ordenamiento territorial del municipio de Ciénaga y las Normas Técnicas Colombianas para la construcción.

LIMITANTES DEL ESTUDIO

Es importante resaltar que el presente estudio es de carácter académico. No fue posible la realización de ensayos ni al acero de refuerzo, ni a las vigas y losas ya que los propietarios de la edificación no permitieron realizar ensayos adicionales a los presentados en el anexo. Los únicos elementos sometidos a estudio fueron las columnas (concreto) como se indicó en el objetivo específico número 2.

Por lo anterior, no se presentan resultados de reforzamiento para vigas ni para losas; solo se anexan propuestas de reparación para aquellas que tienen manifestaciones patológicas.

HISTORIA CLINICA

RESPONSABLES DEL ESTUDIO

Ingeniera Juliana Pulgarín Restrepo

Ingeniero Juan Carlos Jiménez Q.

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Agosto 1 2015- Noviembre 2015

AUTORIZACIÓN DEL ESTUDIO

Empresas Resismica y Matiz Arquitectura

DATOS GENERALES DEL PACIENTE

Nombre: Clínica del Seguro Social (Ciénaga)

Localización: Calle 7a con Carrera 12



Figura 1. Localización Clínica del Seguro Social Ciénaga Magdalena. Fuente: Google Maps

Localización departamento, municipio, vereda



Figura 2. Localización geográfica Ciénaga (magdalena)

Ciénaga es un municipio de Colombia que pertenece al departamento del Magdalena, localizado a orillas del mar Caribe, en el extremo nororiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta. La población se encuentra a una altitud de 3 msnm. Dista 35 km de la ciudad de Santa Marta.

El Municipio posee unos trece (13) Km de playa, y además se resalta también la gran cercanía con la Ciénaga Grande de Santa Marta declarada reserva de la biosfera por sus exuberantes paisajes y su inmensa riqueza en especímenes de flora y fauna.

Limita al norte con el Mar Caribe, y al oeste con el río Magdalena. Al occidente, el plano deltaico se mezcla con el plano lateral de inundación del río Magdalena. A lo largo del Suroeste el plano estuarino se extiende bajo los ríos Tucurín, Aracataca y Fundación, incluyendo la cuenca del caño Ciego. Al Este, existe un límite claro entre el plano estuarino y la terraza aluvial alta conocida como «Zona Bananera». Hacia el norte los límites se prolongan mar afuera, hasta el comienzo del banco continental. (http://www.cienaga-magdalena.gov.co/informacion_general.shtml#historia)

Uso: Atención hospitalaria

Fecha de Construcción: Del año 1943-1970 en el lote funcionó el Colegio de Segunda Enseñanza Instituto San Juan de Córdoba siendo propiedad del señor Francisco Elías Fandiño; en el Año 1970 se vendió al Instituto de Seguros Sociales donde en 1972 se construyó la Clínica de Ciénaga bajo el mando del secretario Carlos Caballero Elías. El instituto de Seguros Sociales funciono hasta el año 1990, de ahí en adelante han funcionado diferentes EPS. En el año 2014 se vendió la

edificación a un ente privado en el cual después del presente estudio funcionara la Clínica Materno Infantil de Ciénaga.

Sistema Constructivo: Un sistema constructivo es el conjunto de elementos, materiales, técnicas, procedimientos y equipos que son característicos para un tipo de edificación en particular. En la clínica del seguro social de ciénaga no se tiene conocimiento aún de las técnicas, procedimientos y equipos usados; lo único que se tiene por certeza es que son pórticos en concreto reforzado, cerramiento con mampostería en ladrillo de barro y cubierta en teja de asbesto cemento. Según las tipologías estructuras que se conocen a la fecha, esta edificación se podría clasificar como una estructura aporticada

Uso Actual y Previsto: Prestación de servicios de Salud orientados a la atención materno Infantil.

Importancia: La NSR10 la clasifica como una edificación indispensable, debido a que es una edificación de atención a la comunidad que debe funcionar durante y después del sismo y cuya operación no puede trasladarse rápidamente a un lugar alterno.

Sistema Estructural y Constructivo: Pórticos en Concreto Reforzado

Técnicas constructivas:

Esta edificación fue construida al principio de loa años setenta, con un sistema tradicional aporticado.

La edificación tiene diferentes tipos de losas, tales como:

- Losa aligera con bloques de concreto



Fotografía 1. Vista inferior losa aligerada nivel 2. Fuente Propia

- Losa con lamina colaborante (Metaldeck).



Fotografía 2. Losa en Metaldeck corroída. Fuente Propia

- Losas macizas de concreto.



Fotografía 3. Losa maciza con refuerzo expuesto. Fuente Propia

- Las escaleras están construidas en concreto.



Fotografía 4. Vista frontal hall y escaleras. Fuente Propia

Es necesario realizar una inspección a la totalidad de las columnas ya que algunas presentan problemas de oxidación de sus aceros y fisuras asociadas a asentamientos diferenciales.

Norma actual que lo rige: Reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente (NSR-10)

Tipo de cimentación: Zapatas Aisladas

Altura de la edificación:

11.30- Sector de 3 Niveles

7.15- Sector de 2 Niveles

Área de la edificación: 1140 m²

Número de pisos: 2 y 3 pisos

Información Existente: Se carece de información, por ello se está realizando consultas con personas del municipio.

Habitabilidad: Actualmente en la estructura no se están asegurando unas condiciones mínimas de salud y confort.

Fidelidad de los planos

Hasta el día de realización del informe no había sido posible encontrar los planos de la clínica; se realizará otra visita al Municipio de Ciénaga para seguimiento y consecución de los planos.

Constatación del estado

CIMENTACIÓN

El día que se realizó la visita se contrató un operario para la realización de un apique, además de un ingeniero geotecnista para que realizara el estudio de suelos y nos diera su criterio sobre el estado de las cimentaciones. Los resultados se anexarán en el siguiente informe.

Aplicación patológica: Pediátrica

Representación gráfica:

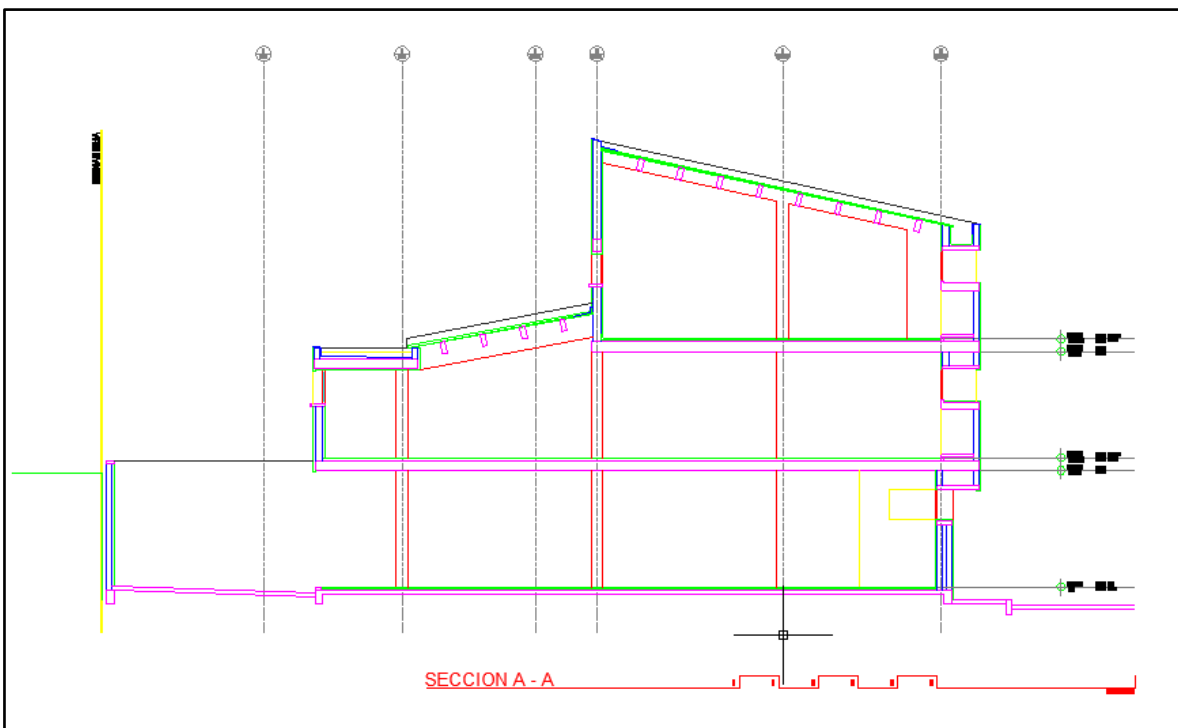


Figura 3. Sección elaborada con levantamiento arquitectónico. Fuente: Matiz y Arquitectura

DATOS GENERALES DEL ENTORNO

Edificaciones u obras vecinas: La clínica está ubicada en un sector residencial, como vecinos tiene viviendas de uno y 2 niveles.



Fotografía 5. Entrada principal calle 7ª. Fuente Propia



Fotografía 6. Casa Colindante calle 7ª. Fuente Propia



Fotografía 7. Casa Esquinera calle 7ª. Fuente Propia



Fotografía 8. Casa Esquinera calle 8ª con carrera 1. Fuente Propia



Fotografía 9. Casa Colindante carrera 12. Fuente Propia



Fotografía 10. Acceso de ambulancias/ urgencias. Fuente Propia

Temperatura: Las temperaturas máximas superan los 33.0°C entre los meses de febrero y abril, mientras que las mínimas se encuentran por debajo de los 22°C entre los meses de diciembre y enero.

Humedad relativa promedio: Debido a encontrarse en cercanías al Mar Caribe los valores de humedad relativa son altos. Sin embargo, los promedios multianuales oscilan entre 72% y 79%; el promedio más bajo de humedad relativa se presenta en el mes de marzo, lo cual coincide con la época seca que se presenta en el litoral Caribe colombiano, asimismo el valor más alto coincide con la época húmeda en el mes de octubre. *Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. CIOH*

Precipitaciones: Se observa que desde el mes de diciembre hasta el mes de abril las precipitaciones son escasas sobre el municipio de Ciénaga, debido a la época seca que se presenta durante estos meses en el Mar Caribe; luego inicia la época de transición hasta en el mes de julio, mes en el cual se presenta un leve descenso en las precipitaciones como consecuencia del veranillo de San Juan. A partir del mes de agosto hasta el mes de noviembre se presenta la época húmeda por lo cual los promedios multianuales de precipitación se incrementan de manera significativa, así como los días con precipitación, siendo el mes de octubre el más lluvioso de todo el año con un promedio de 98mm, contrastándose con el total de días de precipitación que a pesar de ser igual a los del mes de septiembre la cantidad de precipitación es mayor en octubre. *Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. CIOH*

La Velocidad del viento: Al igual que la mayoría de las ciudades sobre el Caribe colombiano el régimen de vientos sobre el municipio de Ciénaga, está determinado por las oscilaciones del sistema de alta presión de las Azores y las fluctuaciones de la Zona de Convergencia Intertropical. Para el mes de diciembre hasta el mes de abril (época seca) se presenta un descenso a latitudes medias del sistema de alta presión de Azores, lo cual incrementa la intensidad de los vientos de manera significativa observándose que los promedios de velocidad para estos primeros meses se encuentran por encima del promedio multianual. Durante los meses siguientes se observa un descenso en los promedios mensuales, registrándose las intensidades más bajas en el mes de noviembre. La velocidad media del viento anual es de 3.0 m/seg. *Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. CIOH*

Topografía: En el sistema de la Ciénaga, se han realizado varias descripciones geomorfológicas entre las que sobresalen las realizadas por Simón (1981) y Bernal y Betancur (1994). Para efectos del presente trabajo, se utilizó la descripción de González y Rendón (2002) la cual se basa en la clasificación utilizada por INGEOMINAS (1995) donde se describen las unidades y rasgos geomorfológicos de la costa Caribe colombiana a partir de la cual infieren que el complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta presenta rasgos típicos de costas bajas, los cuales definen de la siguiente manera:

1. Llanura Costera (LN)- Extensas planicies ligeramente onduladas, limitadas hacia el continente por colinas o zonas montañosas, y hacia el mar por playas o llanuras de inundación. Su génesis

está ligada a procesos fluvio-marinos de sedimentación y erosión. En este caso, conformada por los depósitos aluviales terminales de los ríos de la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (río Sevilla, río Aracataca, río Fundación y otros canales menores). El terreno es plano y homogéneo con ríos, diques artificiales, llanura y abanicos en el pie de montaña (Bernal, 1995).

2. Planicie Aluvial (PL)- Superficies planas horizontales a ligeramente inclinadas en el mismo sentido de la corriente que las formas (canales, diques, pantanos, lagunas y paleocuacales). Su génesis se asocia al depósito fluvial continuo o torrencial. Incluye el río Magdalena y su llanura de inundación.

3. Salares y zonas de inundación (SI)- Depresiones someras susceptibles a la inundación marina o aluvial, generalmente adyacentes a la línea de costa. Según Bernal (1995) estas zonas generalmente están desprovistas de vegetación y se forman costras de sal superficiales (3 mm) por capilaridad. También áreas donde se ha presentado muerte de manglar y se forman cubetas evaporíticas donde las sales forman una capa de 0.3 a 2 cm recubriendo lodos orgánicos.

4. Llanuras de manglar (LM)- Superficie cenagosa compuesta esencialmente de lodos y arenas con abundante materia orgánica que sustituye el sustrato apto para el desarrollo del manglar y otras especies halófitas.

5. Lagunas costeras (LC)- Depresiones ocupadas total o parcialmente por agua separada del mar o una barra, zona de manglar, espigas o cuerpos de cordones litorales y con comunicación directa o efímera al mar. La Ciénaga Grande de Santa Marta es la laguna de mayor área del complejo y está separada del mar por una isla barrera (Isla Salamanca) y tiene comunicación permanente con el Mar Caribe en la boca de la Barra. También pertenece a esta unidad el sistema lagunar de Pajarales, La Aguja, La Luna, Juncal y Alfandoque, las cuales no tienen intercambio con el mar (Bernal, 1995).

6. Cuerpos de dunas (CD)- Montículos formados por la acumulación de arenas transportadas por el viento, generalmente, adyacentes a la línea de costa. Se presentan en forma longitudinal principalmente y sus alturas oscilan entre pocos centímetros hasta 20 metros. Pueden estar activas o estabilizadas por vegetación.

El nivel freático y escorrentías: Los flujos de agua están dados por los desbordamientos del río Magdalena, los aportes continuos de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta y los intercambios con el Mar Caribe a través de la Boca de la Barra. La línea de costa del Golfo de Salamanca puede considerarse una costa dominada por olas, con fuerte influencia eólica, donde los vientos alisios y los vendavales juegan un papel determinante, siendo agentes sedimentarios y de erosión, respectivamente.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA EDIFICACIÓN

ARQUITECTURA (Descripción General)

En la actualidad se cuenta con espacios que no están bien definidos arquitectónicamente, y que por el cambio de disposición (pasara a ser clínica materno infantil) deberán ser reformados o redefinidos arquitectónicamente.

ESTRUCTURA (Descripción General)

La edificación está conformada estructuralmente por 7 pórticos planos de concreto reforzado de 2 y 3 niveles, columnas de 0.25x0.25m y un eje central de 0.30x0.30m. Vigas de sección transversal de 0.25x 0.25 y viguetas o nervaduras de 0.10x0.25m, el aligerante de la losa es ladrillo.

Las vigas de amarre de cubierta tienen una sección transversal de 0.30x0.40m y para soportar la teja en asbesto cemento posee unas viguetas de sección transversal de 0.10x0.30m.

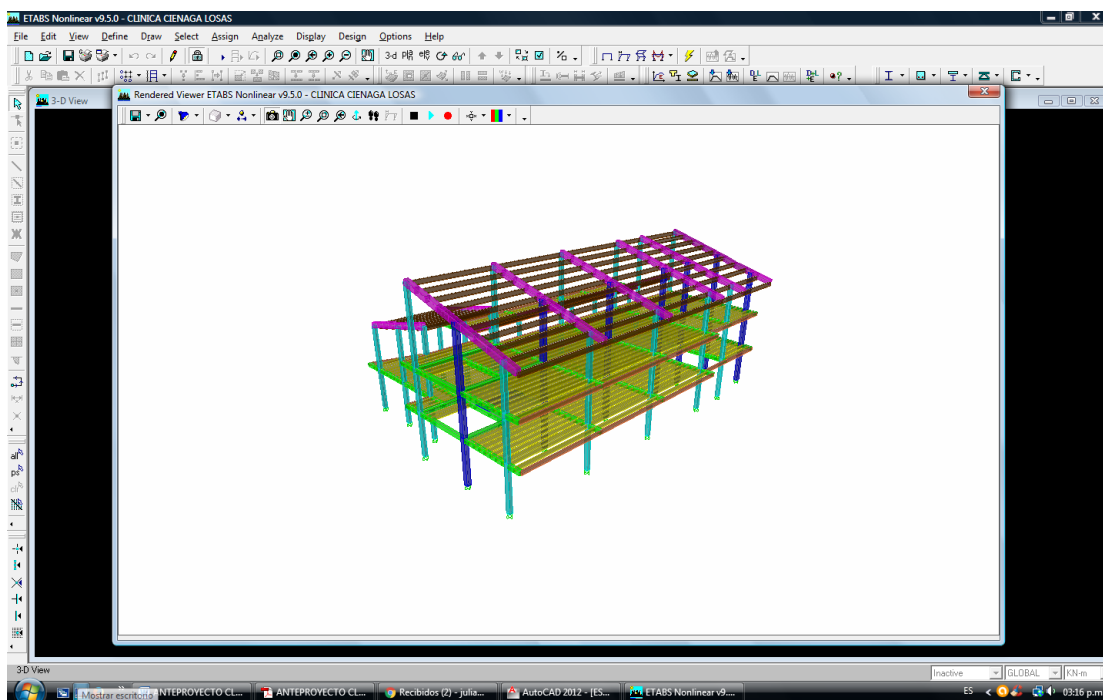


Figura 4. Modelación Estructural Software ETABS. Fuente Propia

El análisis de la estructura se efectúa desarrollando un modelo con un análisis elástico lineal con el programa de elementos finitos ETABS v.9.5. Los diferentes elementos estructurales se modelan como elementos tipo FRAME y la fuerza sísmica se evalúa usando el Método de Análisis Dinámico Elástico. Los efectos ortogonales de las fuerzas sísmicas se calculan como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los efectos producidos por el 100% de las fuerzas sísmicas actuando independientemente en las dos direcciones ortogonales X e Y.

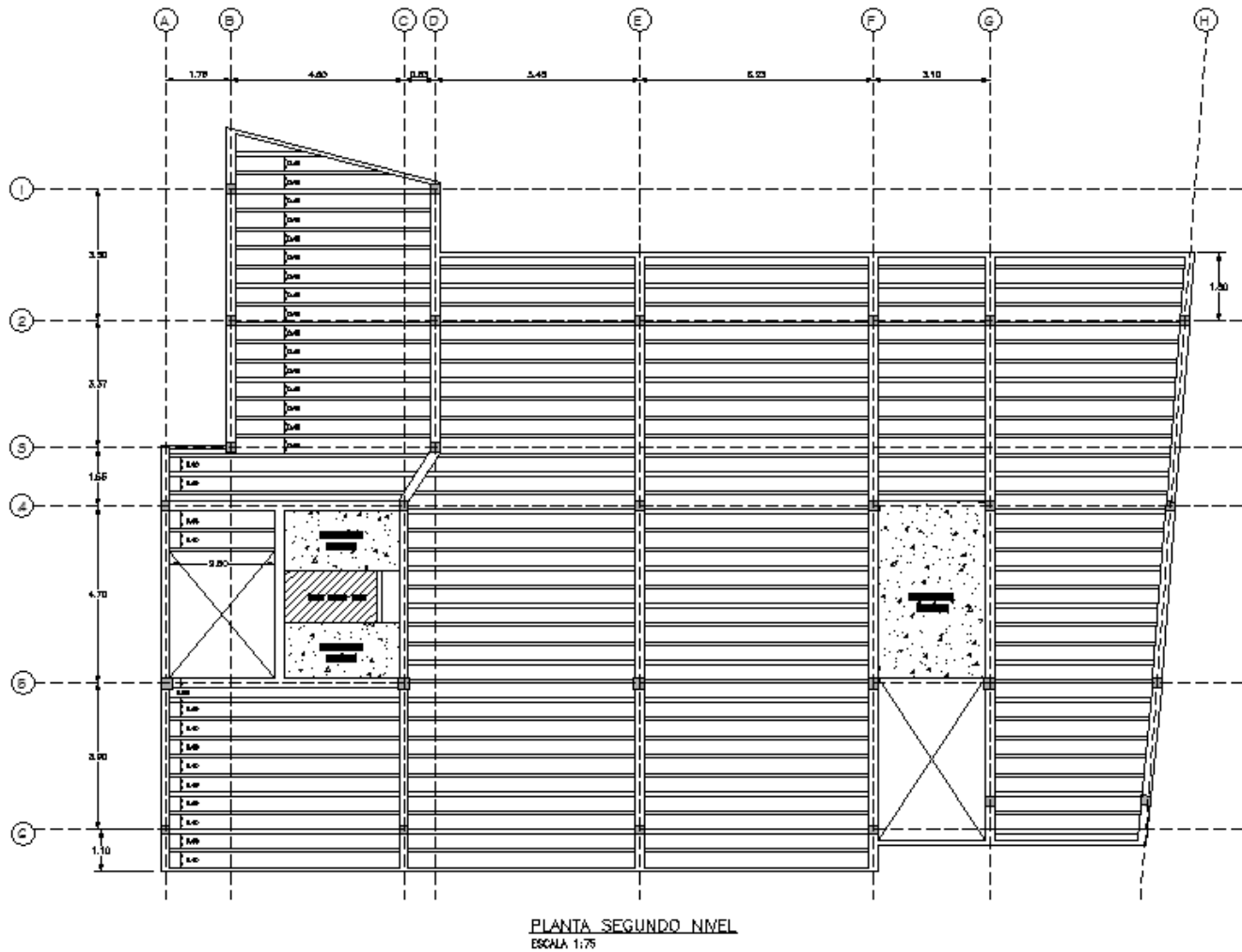
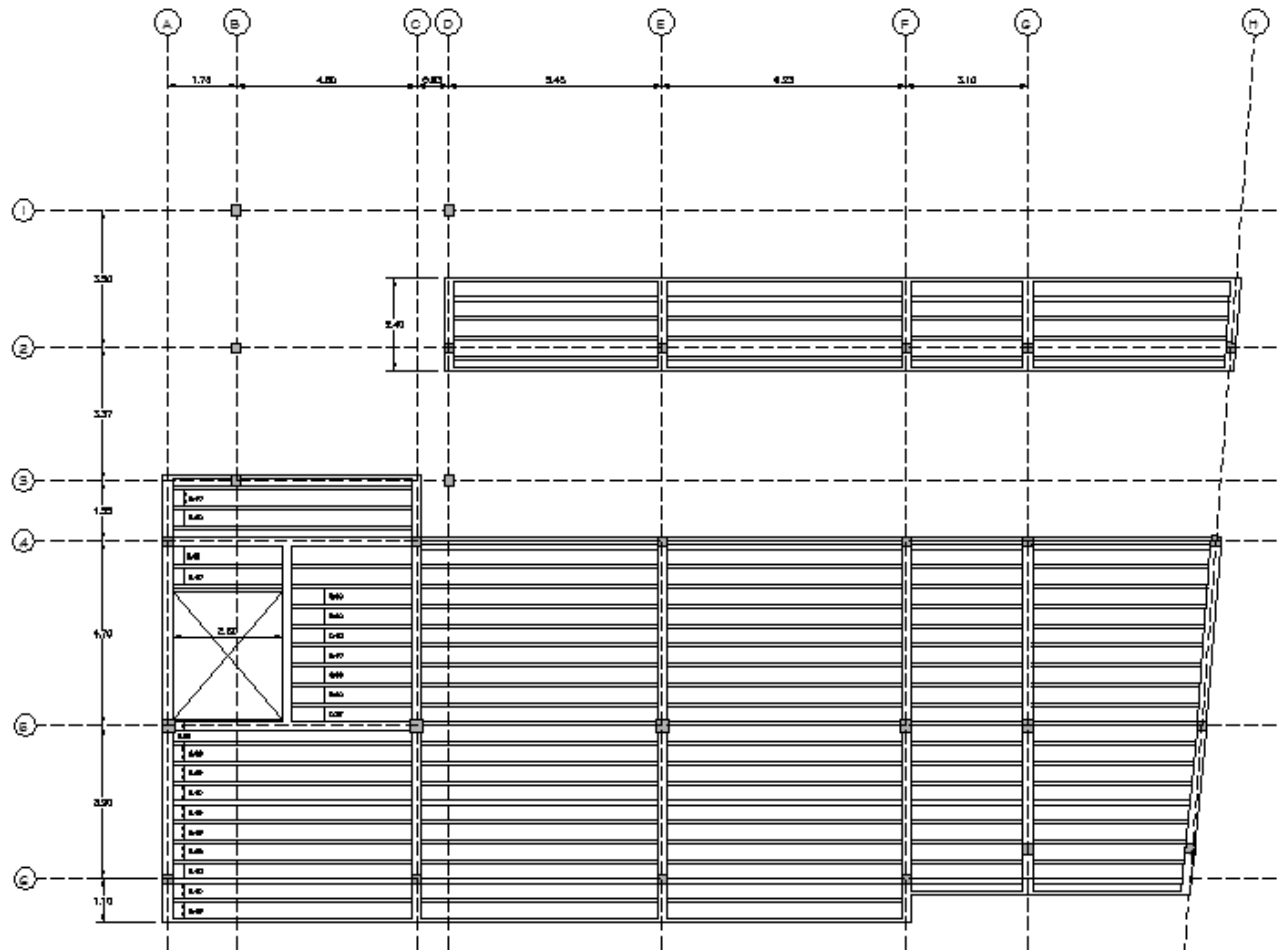


Figura 5. Planta estructural segundo nivel. Fuente Propia



PLANTA TERCER NIVEL
ESCALA 1:75

Figura 6. Planta estructural tercer nivel. Fuente Propia

CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

CALIDAD DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA ORIGINAL (A.10.2.2.1-NSR 10)

Esta calificación se define en términos de la mejor tecnología existente en la época que se construyó la edificación. Al respecto se puede utilizar información tal como: registros de interventoría la construcción y ensayos realizados especialmente para ello. Dentro de la calificación debe tenerse en cuenta el potencial de mal comportamiento de la edificación debido a distribución irregular de la masa o la rigidez, ausencia de diafragmas, anclajes, amarres y otros elementos necesarios para garantizar su buen comportamiento de ella ante las distintas solicitaciones. La calidad del diseño y la construcción de la estructura original deben calificarse como buena, regular o mala.

En la visita realizada se pudo observar la ausencia de amarres entre columnas en una de sus direcciones, es decir, la estructura posee un grupo de pórticos planos en una sola dirección sobre los cuales se apoyan las viguetas o nervaduras; es claro que de esta manera la edificación ha soportado las cargas de servicio a lo largo del tiempo pero puede encontrarse en riesgo ante la ocurrencia de un evento sísmico por la falta de rigidez en una de sus direcciones. A pesar de los expuesto la calidad del diseño y la construcción es buena, ya que en la época en que se realizó (1972, anterior al código del 84) no se poseía la normatividad, la tecnología necesaria y los elementos de juicio en la parte de análisis e instrumentación sísmica; la edificación fue construida seguramente con lo que en aquella época y con base en la experiencia estaba permitido hacer tanto en el tema de diseño como en el de construcción.

POR ESTADO DE LA ESTRUCTURA (A.10.2.2.2-NSR 10)

Debe hacerse una calificación del estado actual de la estructura de la edificación, basada en aspectos tales como: sismos que la puedan haber afectado, fisuración por cambios de temperatura, corrosión de las armaduras, asentamientos diferenciales, reformas, deflexiones excesivas, estado de elementos de unión y otros aspectos que permitan determinar su estado actual. El estado de la estructura existente debe calificarse como bueno, regular o malo.

El estado de la estructura es regular, porque como se mostrará en las fotografías la estructura posee una serie de afectaciones o lesiones que pueden generar el mal funcionamiento y posible colapso de algunos elementos de la estructura.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ESTRUCTURA

El término estructura se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantienen en pie. Esto incluye cimientos, columnas, muros portantes, vigas y diafragmas (entendidos estos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos). Las instalaciones para la prestación de servicios de salud en proyecto o ya existentes, que estén situadas en zonas expuestas a movimientos sísmicos deben contemplar normas de sismo-resistencia encaminadas a ofrecer seguridad a las personas que allí se encuentran y en segunda instancia a proteger los equipos vitales del hospital. Construir un edificio «totalmente antisísmico» sería demasiado costoso, sin embargo la sismo-resistencia es un criterio constructivo que tiene como objeto evitar que el edificio colapse, de manera que ante eventos de baja intensidad la estructura y su contenido no sufriría daños y ante terremotos muy intensos su estructura sufriría deformaciones y deterioro en forma permanente sin que se derrumbe, soportando el peso de la construcción y su contenido sin causar víctimas, aun cuando se requiera que sea finalmente demolida y luego reparada o reconstruida.

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de la ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño. La definición de la naturaleza y alcance de un estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente. La afectación o daño depende de la acción sísmica y de la capacidad sismo resistente de la estructura, de manera que la evaluación de la vulnerabilidad sísmica esta necesariamente como se definen la acción y el daño sísmico.

Existen diversos métodos para estimar la vulnerabilidad sísmica de una estructura métodos empíricos, métodos de categorización o caracterización, métodos de inspección y puntaje y métodos analíticos o teóricos.

En el presente estudio se utiliza un método analítico; con él se evalúa la resistencia estimada de la estructura a los movimientos del terreno utilizando como base modelos matemáticos de respuesta estructural e involucrando como datos las características mecánicas de la estructura. Constituye un enfoque muy completo, exigente y costoso.

El análisis de vulnerabilidad sísmica se realizó con la siguiente metodología:

Se construye el modelo matemático, mediante un programa de análisis de elementos finitos y se calcula la capacidad de las secciones críticas de los elementos principales con la ayuda de las hojas de cálculo programadas para tal fin. Esto para poder estimar los índices de sobre esfuerzo al comparar la capacidad del elemento con la demanda en el mismo, resultado del análisis estructural.

Dentro de toda la evaluación e información a obtenerse en el sitio, se ejecuta una inspección detallada y minuciosa de la Construcción con el fin de determinar su calidad y condición actual, tal y como lo establece la norma NSR-10.

Se define el espectro elástico de aceleraciones de diseño de la NSR-10, para el cálculo de la fuerza sísmica de diseño.

El cálculo de la capacidad de la estructura se hace de acuerdo con los requerimientos del NSR-10 título C.

A continuación, se hace una recopilación de las actividades que se desarrollan a lo largo del estudio de vulnerabilidad sísmica:

Información preliminar:

- Verificar correspondencia entre los planos y la Construcción. (Pendiente)
- Determinar cualitativamente la calidad de la Construcción.
- Determinar cualitativamente el estado de conservación de la estructura.
- Investigar la ocurrencia de eventos extraordinarios, en su historia (incendios, sismos, remodelaciones).

Calificación del estado de la estructura:

- Diseño y Construcción, con base en la mejor tecnología de la época (Buena, Regular o Mala).
- Estado actual de la edificación (Buena, Regular o Mala).

Análisis de la estructura existente:

- Definir los movimientos sísmicos de diseño según la NSR-10.
- Asignar el valor del Coeficiente de Capacidad de Disipación de Energía, R, según la NSR-10 (Tablas A.3 y A.10.4.2.4 (b))
- Calcular las fuerzas sísmicas y demás cargas según la NSR-10.
- Calcular las sollicitaciones equivalentes y sus combinaciones y mayoraciones, según capítulo B-2 de la NSR-10.
- Hacer el análisis estructural para determinar las tensiones y derivas máximas (índices de flexibilidad) de los diferentes elementos.
- Calcular la resistencia efectiva de cada elemento según secciones, refuerzos y capacidades mecánicas de los materiales.
- Calcular los índices de sobre esfuerzo.

Basados en el análisis estructural y apoyados en los resultados de los ensayos destructivos y no destructivos se puede ver que la estructura necesita ser reforzada para cumplir con los requerimientos del Reglamento Colombiano De Construcción Sismo Resistente del 2010. Es importante resaltar que la revisión estructural se hace teniendo en cuenta las condiciones de cargas mayoradas descritas en el Reglamento y la condición del diseño y de los materiales de la estructura existente en la Clínica del seguro social de cienaga.

PARÁMETROS GENERALES UTILIZADOS PARA LA MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA

El análisis de la estructura se hará de acuerdo con los requerimientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Tipo de estructura El sistema estructural es de pórticos en concreto reforzado.

A continuación se describen los principales criterios a utilizar en la estimación de las cargas:

Cargas Vivas

Carga viva 2.00kN/m² (200 kgf/m²)

Carga viva de cubierta 0.50 K/m² (50 Kgf/m²)

Cargas Muertas (permanentes)

Acabados 1.60 kN/m² (160 kgf/m²)

Particiones..... 1.50 kN/m² (150 kgf/m²)

Carga muerta de cubierta..... 0.13 KN/m² (13 Kg/m²)

Irregularidades

No se encuentran irregularidades en planta ni en altura.

Coefficiente de disipación de energía R'

Para el tipo de sistema estructural que se estudia y para un grado de disipación moderado de energía (DMO), se selecciona un coeficiente $R'=2.50$ para estructuras con pórticos losa – columna.

Coefficiente de importancia

Grupo de Uso I (I=1.5)

Resistencia a la compresión utilizada

Para la modelación se utiliza una resistencia a la compresión de **15 MPa**, la cual fue un promedio de los resultados entregados por el Laboratorio Contecon Urbar, esta resistencia se aplicara a todos los elementos que componen la estructura.

Material Property Data

Material Name

Display Color
Color

Type of Material
 Isotropic Orthotropic

Type of Design
Design

Analysis Property Data

Mass per unit Volume	<input type="text" value="2.401E-09"/>
Weight per unit Volume	<input type="text" value="2.356E-05"/>
Modulus of Elasticity	<input type="text" value="16774.534"/>
Poisson's Ratio	<input type="text" value="0.2"/>
Coeff of Thermal Expansion	<input type="text" value="9.900E-06"/>
Shear Modulus	<input type="text" value="6989.3892"/>

Design Property Data (ACI 318-05/IBC 2003)

Specified Conc Comp Strength, f'c	<input type="text" value="15"/>
Bending Reinf. Yield Stress, fy	<input type="text" value="280"/>
Shear Reinf. Yield Stress, fys	<input type="text" value="280"/>
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduc. Factor	<input type="text"/>

El esfuerzo a fluencia utilizado (f_y) para la modelación es de **280 MPa**, el cual fue asumido en base a lo que precisa la literatura, este tipo de acero era ampliamente utilizado en el pasado. Abundantes datos de ensayos confirman esta afirmación. (Comentario CR3.5.3.2 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente).

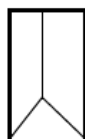
ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)



Nombre del Cliente: CABAR CONSTRUCCIONES SAS
 Código de Obra: S-4011
 Nombre de la Obra: CLINICA CIENAGA



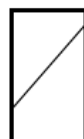
1. Conica



2. Conica y Dividida



3. Columnar



4. Transversal

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES
 Av. Circunvalar CII 110 # 10-427 Stock Caribe Bodega A-12
 PBX: 3853841
 Barranquilla

FT-LB-430131/32/35 010 - 15

RESISTENCIA ESPECIFICADA:		PROMEDIO MINIMO NSR-10 (85% Fc):
FECHA DE FUNDIDA DEL CONCRETO:		CUMPLE EL PROMEDIO MINIMO NSR-10 ?
PROMEDIO NUCLEOS		CUMPLE EL REQUISITO DE RESISTENCIA
ELEMENTOS :		MINIMA POR MUESTRA (75% f'c) ?

NUCLEO N°	Fecha de Extracción	Fecha de Ensayo	Diámetro Núcleo (cm)	Altura Sin refrentado (cm)	Altura Con refrentado (cm)	Peso Núcleo sin refrentado (g)	Densidad Geométrica (g/cm ³)	Relación h/d	Factor de Corrección	Edad de la Mezcla	Carga (t)	Carga (kN)	Carga (kN) *	RESISTENCIA				Tipo de Falla	LOCALIZACION
														Kg/cm ²	MPa	psi	%		
1	2015-09-04	2015-09-11	7.818	9.971	10.86	1085	2.27	1.389	0.947		11.30	110.81	105	223	21.89	3183		3	Núcleo No.5
2	2015-09-04	2015-09-11	7.824	13.929	14.98	1541	2.30	1.914	0.998		5.63	55.21	55	117	11.48	1669		4	Núcleo No.3
3	2015-09-04	2015-09-11	7.833	13.876	15.02	1567	2.34	1.917	0.998		5.26	51.58	51	109	10.70	1556		4	Núcleo No.2
4	2015-09-04	2015-09-11	7.822	13.961	15.13	1597	2.38	1.935	0.999		11.97	117.38	117	249	24.46	3557		4	Núcleo No.4

(*) CORRECCION POR ESBELTEZ

NSR-10 NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE	
PARAGRAFO C.5.6.5.4. "El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de f _c , y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 por ciento de f _c . Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona"	

Código FT-LB-430131/32/35 / Versión 5 / Fecha: 2014-12-09

Observaciones: Los núcleos fueron inspeccionados después del ensayo y se encontró poca adherencia entre la pasta y el agregado grueso, y sobre tamaño en las partículas

Ejecutó: **Eduardo Larios**
Laboratorista

Revisó: **Ing. Andrea Anas Landines**
Jefe Técnica Barranquilla

**Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio Contecon Urbar
 *** El presente informe afecta únicamente a las muestras referenciadas en el mismo.

--- Fin del Informe ---

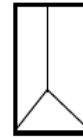
ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)



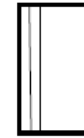
Nombre del Cliente: CABAR CONSTRUCCIONES SAS
 Código de Obra: S-4011
 Nombre de la Obra: CLINICA CIENAGA



1. Conica



2. Conica y Dividida



3. Columnar



4. Transversal

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES
 Av. Circunvalar CII 110 # 10-427 Stock Caribe Bodega A-12
 PBX: 3853841
 Barranquilla

FT-LB-430131/32/35 010 - 15

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS NTC 3658 - 1994 NUMERAL 7	
RESISTENCIA ESPECIFICADA: FECHA DE FUNDIDA DEL CONCRETO: PROMEDIO NUCLEOS ELEMENTOS :	PROMEDIO MINIMO NSR-10 (85% f _c): CUMPLE EL PROMEDIO MINIMO NSR-10 ? CUMPLE EL REQUISITO DE RESISTENCIA MINIMA POR MUESTRA (75% f _c) ?

NUCLEO N°	Fecha de Extracción	Fecha de Ensayo	Diámetro Núcleo (cm)	Altura Sin refrentado (cm)	Altura Con refrentado (cm)	Peso Núcleo sin refrentado (g)	Densidad Geométrica (g/cm ³)	Relación h/d	Factor de Corrección	Edad de la Mezcla	Carga (t)	Carga (kN)	Carga (kN) *	RESISTENCIA				Tipo de Falla	LOCALIZACION
														Kg/cm ²	MPa	psi	%		
5	2015-09-04	2015-09-11	7.814	13.798	14.70	1456	2.20	1.881	0.995		4.79	46.97	47	99	9.76	1419		4	Núcleo No.7
6	2015-09-04	2015-09-11	7.833	12.685	14.12	1428	2.34	1.803	0.987		7.02	68.84	68	144	14.13	2055		4	Núcleo No.1
7	2015-09-04	2015-09-11	7.829	14.236	15.09	1535	2.24	1.927	0.999		5.19	50.89	51	108	10.58	1538		4	Núcleo No.6

(*) CORRECCION POR ESBELTEZ

NSR-10 NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE
 PARAGRAFO C.5.6.5.4. "El concreto de la zona representada por los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de tres núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de f_c, y ningún núcleo tiene una resistencia menor del 75 por ciento de f_c. Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona"

Código FT-LB-43010791/32/34/35 / Versión 9 fecha 2014-12-09

Observaciones:

Contaminación con Madera en los Núcleos No. 7 y 6

Ejecutó: Eduardo Larios
Laboratorista

Revisó: Ing. Andrea Arias Landínes
Jefe Técnica Barranquilla

**Este informe no deberá reproducirse parcial o totalmente sin la aprobación por escrito del Laboratorio Contecon Urbar
 *** El presente informe afecta únicamente a las muestras referenciadas en el mismo.

--- Fin del Informe ---

Combinaciones de carga

1.2 D + 1.6 L

0.9 D + E Equivale $0.9D + 0.40SXY$

1.2 D + 1.0 L + E Equivale $1.2D + 1.0L + 0.40SXY$

D: CARGA MUERTA, L: CARGA VIVA, E: SISMO

DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO DE DISEÑO

Departamento del Magdalena						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Santa Marta	47001	0.15	0.10	Intermedia	0.10	0.04
Algarrobo	47030	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Aracataca	47053	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ariguaní	47058	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Cerro San Antonio	47161	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Chivolo	47170	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ciénaga	47189	0.10	0.10	Baja	0.06	0.02
Concordia	47205	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Banco	47245	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Piñon	47258	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Reten	47268	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Fundación	47288	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Guamal	47318	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Nueva Granada	47460	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pedraza	47541	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pijino del Carmen	47545	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pivijay	47551	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Plato	47555	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Puebloviejo	47570	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Remolino	47605	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sabanas de San Ángel	47660	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02

Tabla 1. Apéndice A-4 valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos. Fuente: NSR 10.

El espectro de diseño hace referencia a un sismo que tiene una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años. El sismo de diseño representa un movimiento del terreno no frecuente que puede presentarse durante la vida de una estructura. Este sismo tiene un periodo de retorno de aproximadamente 500 años. Para este sismo se espera que la estructura tenga un nivel de comportamiento que garantice la seguridad de la vida de las personas. Se permite para este nivel de comportamiento el trabajo inelástico de la estructura es decir la presencia de daño estructural.

Se calcula el espectro de diseño según la NSR-10.

ESPECTRO DE DISEÑO DE ACELERACIONES NSR-10

Aa	Av
0.10	0.10
I	1.5
Fa =	1.60
Fv =	2.40
To =	0.15 s
Tc =	0.72 s
TL =	5.76 s

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DEL SUELO

Tipo del Perfil	Descripción	Definición
<input type="radio"/> A	Perfil de roca competente	$v_s \geq 1500$ m/s
<input type="radio"/> B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> v_s \geq 760$ m/s
<input type="radio"/> C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó	760 m/s $> v_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50$ ó $s_u \geq 100$ kPa
<input checked="" type="radio"/> D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó	360 m/s $> v_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$, ó 100 kPa $> s_u \geq 50$ kPa
<input type="radio"/> E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, ó	180 m/s $> v_s$
<input type="radio"/> F	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3m de arcillas blandas	$IP > 20$; $w \geq 40\%$; 50 kPa $> s_u$
<input type="radio"/> F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases.	
	F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H>7,5m con índice de plasticidad IP>75)	
	F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H>36m)	

Tabla 2. Espectro de diseño de aceleraciones. Fuente Propia

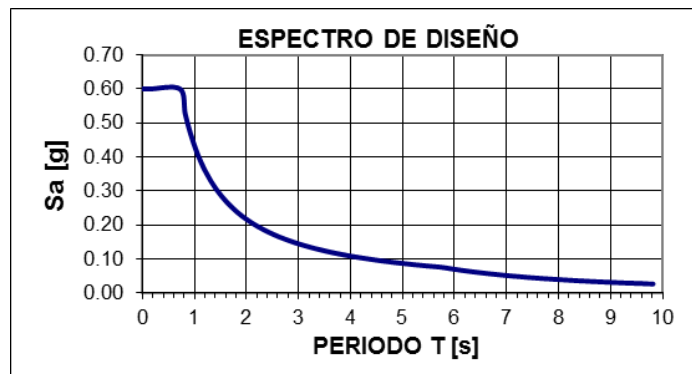


Figura 7. Espectro de Diseño

ESPECTRO SÍSMICO PARA EL UMBRAL DE DAÑO

Los movimientos sísmicos del umbral de daño se definen para una probabilidad del (80%) ochenta por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años, en función de la aceleración pico efectiva al nivel de umbral de daño. Se espera que para estos movimientos sísmicos no se comprometa la operatividad de la edificación y que la estructura permanezca en el rango elástico. El sismo de servicio representa movimientos del terreno frecuentes que pueden presentarse muchas veces durante la vida de la estructura.

Municipio	CIENAGA
Amenaza sísmica	BAJA
Tipo de perfil	D
Grupo de Uso	IV
Coefficiente de importancia (I)	1.50

A_e 0.06

A_d 0.02

F_v 2.4

S 3.00

Buscar en Tabla según A_d

Limites del Espectro

$T_{Cd} = 1.50$ s

$T_{Ld} = 7.20$ s

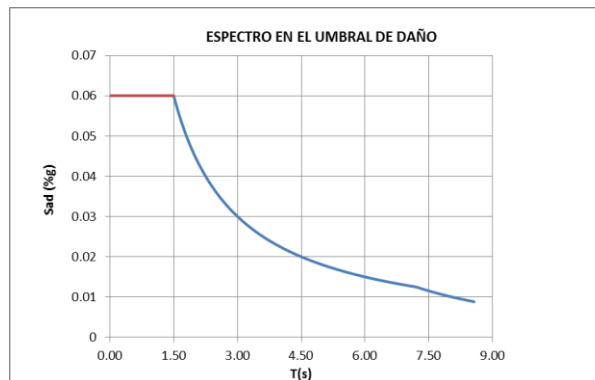


Figura 8. Espectro de Diseño

COEFICIENTES

De Reducción De Capacidad De Los Elementos

$\phi_C = 1.0$ (Coeficiente de reducción por calidad del diseño y la Construcción)

$\phi_E = 0.8$ (Coeficiente de reducción por estado de la estructura)

$\phi = \phi_C * \phi_E = 1.0 * 0.8 = 0.8$ (Factor de reducción de la capacidad de los elementos)

INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO DE DISEÑO

El cual indica la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el Reglamento.

(a) Índice de flexibilidad del piso — el cual se define como el cociente entre la deflexión o deriva obtenida del análisis de la estructura, y la permitida por el Reglamento, para cada uno de los pisos de la edificación, y

(b) Índice de flexibilidad de la estructura — definido como el mayor valor de los índices de flexibilidad de piso de toda la estructura. Se debe evaluar para las deflexiones verticales y para las derivas.

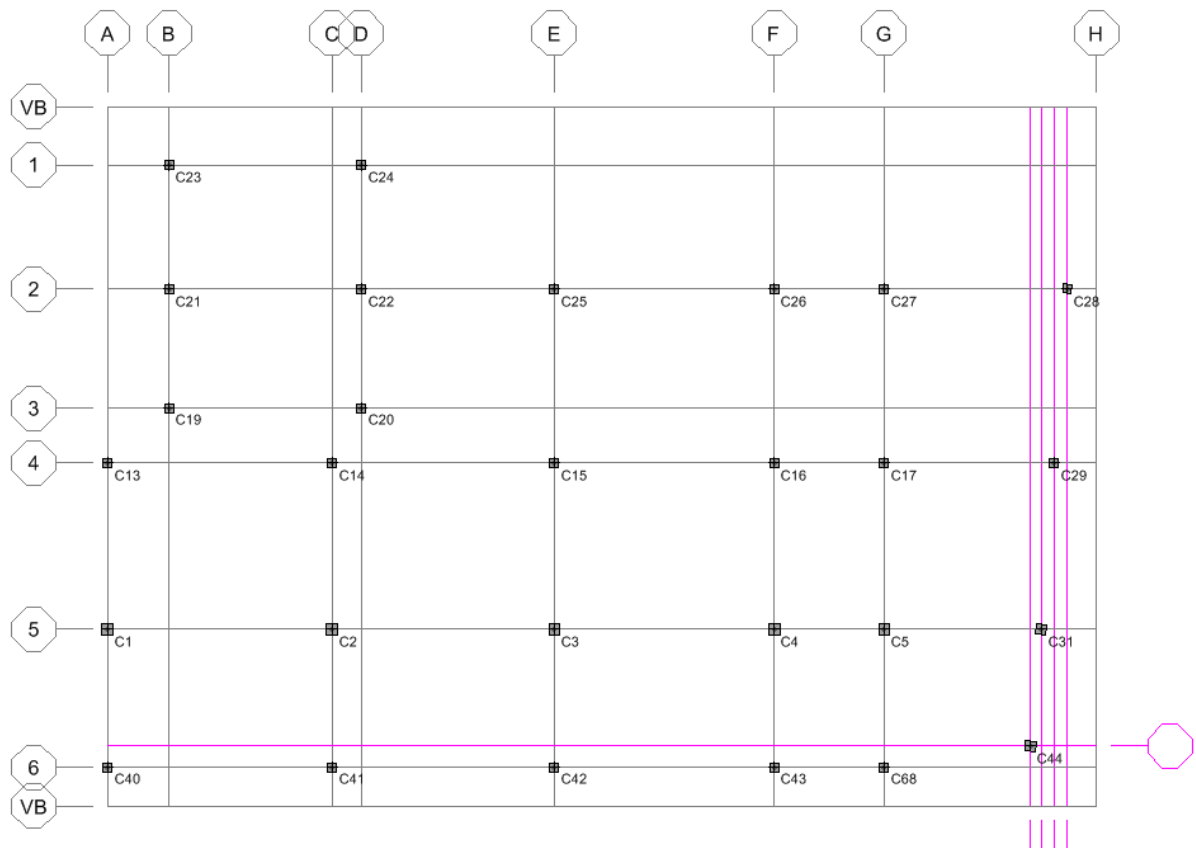


Figura 9. Planta localización columnas

$\Delta i \leq h_{pi} 0.01$ Máximo índice de flexibilidad según NSR-10.

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+6.25	A5	30X30	SXY	0.139	0.093	0.017	0.011	1.67	1.13
N+5.85	A5	30X30	SXY	0.132	0.088	0.024	0.017	2.44	1.71
N+3.25	A5	30X30	SXY	0.069	0.044	0.021	0.014	2.12	1.35
N+6.25	C5	30X30	SXY	0.139	0.123	0.016	0.017	1.59	1.67
N+5.85	C5	30X30	SXY	0.133	0.116	0.025	0.025	2.45	2.47
N+3.25	C5	30X30	SXY	0.069	0.055	0.021	0.017	2.12	1.69
N+6.25	E5	30X30	SXY	0.139	0.193	0.016	0.017	1.64	1.68
N+5.85	E5	30X30	SXY	0.133	0.186	0.024	0.030	2.45	2.97
N+3.25	E5	30X30	SXY	0.069	0.110	0.021	0.034	2.12	3.38
N+6.25	F5	30X30	SXY	0.139	0.121	0.015	0.011	1.51	1.12
N+5.85	F5	30X30	SXY	0.133	0.116	0.025	0.019	2.47	1.94
N+3.25	F5	30X30	SXY	0.069	0.066	0.021	0.020	2.12	2.03
N+6.25	G5	30X30	SXY	0.139	0.105	0.015	0.010	1.51	0.99
N+5.85	G5	30X30	SXY	0.133	0.101	0.025	0.017	2.50	1.68

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+3.25	G5	30X30	SXY	0.068	0.057	0.021	0.018	2.10	1.77
N+6.25	A4	25X25	SXY	0.119	0.093	0.012	0.010	1.22	1.05
N+5.85	A4	25X25	SXY	0.114	0.088	0.020	0.017	1.96	1.72
N+3.25	A4	25X25	SXY	0.064	0.044	0.020	0.014	1.96	1.35
N+6.25	C4	25X25	SXY	0.119	0.123	0.011	0.017	1.10	1.74
N+5.85	C4	25X25	SXY	0.114	0.116	0.020	0.025	1.97	2.47
N+3.25	C4	25X25	SXY	0.064	0.055	0.020	0.017	1.96	1.68
CUB2	E4	25X25	SXY	0.164	0.219	0.010	0.007	1.03	0.70
CUB1	E4	25X25	SXY	0.133	0.198	0.008	0.003	0.80	0.26
N+6.25	E4	25X25	SXY	0.118	0.193	0.012	0.016	1.16	1.57
N+5.85	E4	25X25	SXY	0.114	0.187	0.020	0.030	1.95	2.97
N+3.25	E4	25X25	SXY	0.064	0.110	0.020	0.034	1.96	3.39
CUB2	F4	25X25	SXY	0.164	0.138	0.011	0.004	1.07	0.39
CUB1	F4	25X25	SXY	0.132	0.126	0.005	0.002	0.45	0.16
N+6.25	F4	25X25	SXY	0.125	0.125	0.027	0.030	2.74	3.05

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+5.85	F4	25X25	SXY	0.114	0.115	0.020	0.019	1.96	1.90
N+3.25	F4	25X25	SXY	0.064	0.066	0.020	0.020	1.96	2.03
CUB2	G4	25X25	SXY	0.164	0.125	0.010	0.004	1.04	0.43
CUB1	G4	25X25	SXY	0.133	0.111	0.008	0.003	0.77	0.28
N+6.25	G4	25X25	SXY	0.118	0.105	0.011	0.010	1.11	1.00
N+5.85	G4	25X25	SXY	0.114	0.101	0.020	0.017	1.95	1.67
N+3.25	G4	25X25	SXY	0.064	0.058	0.020	0.018	1.96	1.78
N+6.25	B3	25X25	SXY	0.109	0.062	0.011	0.005	1.14	0.50
N+5.85	B3	25X25	SXY	0.105	0.060	0.017	0.007	1.71	0.71
N+3.25	B3	25X25	SXY	0.061	0.042	0.019	0.013	1.87	1.28
N+6.25	D3	25X25	SXY	0.104	0.074	0.013	0.001	1.28	0.14
N+5.85	D3	25X25	SXY	0.099	0.073	0.015	0.008	1.50	0.75
N+3.25	D3	25X25	SXY	0.061	0.055	0.019	0.017	1.87	1.68
N+3.25	B2	25X25	SXY	0.053	0.042	0.016	0.013	1.63	1.28
N+5.85	D2	25X25	SXY	0.086	0.074	0.013	0.008	1.27	0.76

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+3.25	D2	25X25	SXY	0.053	0.054	0.016	0.017	1.63	1.67
N+3.25	B1	25X25	SXY	0.042	0.041	0.013	0.013	1.29	1.27
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.071	0.074	0.005	0.002	0.55	0.23
N+5.85	D1	25X25	SXY	0.069	0.074	0.011	0.008	1.06	0.77
N+3.25	D1	25X25	SXY	0.042	0.054	0.013	0.017	1.28	1.67
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.139	0.076	0.018	0.008	1.82	0.77
N+5.85	G'5	30X30	SXY	0.132	0.073	0.025	0.013	2.46	1.25
N+3.25	G'5	30X30	SXY	0.068	0.041	0.021	0.013	2.09	1.25
CUB2	G'4	25X25	SXY	0.164	0.101	0.010	0.005	1.03	0.55
CUB1	G'4	25X25	SXY	0.133	0.083	0.008	0.003	0.79	0.30
N+6.25	G'4	25X25	SXY	0.118	0.077	0.012	0.008	1.18	0.78
N+5.85	G'4	25X25	SXY	0.114	0.074	0.019	0.013	1.94	1.26
N+3.25	G'4	25X25	SXY	0.064	0.041	0.020	0.013	1.96	1.27
N+5.85	G'2	25X25	SXY	0.086	0.082	0.013	0.015	1.26	1.55
N+3.25	G'2	25X25	SXY	0.053	0.042	0.016	0.013	1.63	1.29

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+5.85	E2	25X25	SXY	0.086	0.197	0.013	0.033	1.26	3.35
N+3.25	E2	25X25	SXY	0.053	0.110	0.016	0.034	1.64	3.40
N+5.85	F2	25X25	SXY	0.086	0.122	0.013	0.021	1.26	2.14
N+3.25	F2	25X25	SXY	0.053	0.066	0.016	0.020	1.64	2.04
N+5.85	G2	25X25	SXY	0.086	0.110	0.013	0.020	1.26	1.98
N+3.25	G2	25X25	SXY	0.053	0.058	0.016	0.018	1.64	1.78
N+6.25	G'2	25X25	SXY	0.152	0.093	0.017	0.012	1.66	1.22
N+5.85	A6	25X25	SXY	0.145	0.088	0.026	0.017	2.62	1.70
N+3.25	A6	25X25	SXY	0.078	0.044	0.024	0.014	2.38	1.35
N+6.25	C6	25X25	SXY	0.152	0.123	0.016	0.018	1.57	1.81
N+5.85	C6	25X25	SXY	0.146	0.116	0.026	0.025	2.63	2.45
N+3.25	C6	25X25	SXY	0.078	0.055	0.024	0.017	2.38	1.70
N+6.25	E6	25X25	SXY	0.152	0.193	0.016	0.017	1.59	1.75
N+5.85	E6	25X25	SXY	0.146	0.186	0.026	0.030	2.63	2.97
N+3.25	E6	25X25	SXY	0.078	0.110	0.024	0.034	2.38	3.37

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+6.25	F6	25X25	SXY	0.152	0.121	0.014	0.012	1.43	1.17
N+5.85	F6	25X25	SXY	0.146	0.116	0.027	0.019	2.65	1.94
N+3.25	F6	25X25	SXY	0.077	0.066	0.024	0.020	2.38	2.02
CUB1	G'5'	30X30	SXY	0.175	0.093	0.012	0.009	1.20	0.86
N+6.25	G'5'	30X30	SXY	0.151	0.076	0.018	0.009	1.80	0.91
N+5.85	G'5'	30X30	SXY	0.144	0.072	0.027	0.012	2.68	1.23
N+3.25	G'5'	30X30	SXY	0.074	0.040	0.023	0.012	2.27	1.24
N+6.25	G6	25X25	SXY	0.152	0.105	0.015	0.011	1.49	1.06
N+5.85	G6	25X25	SXY	0.146	0.101	0.027	0.017	2.70	1.68
N+3.25	G6	25X25	SXY	0.076	0.057	0.023	0.018	2.34	1.76
MÁXIMO								2.74	3.40

Tabla 3. Derivas de la Estructura con el Espectro de Diseño

El máximo índice de flexibilidad para el espectro de diseño es de 2.74 en la dirección X y 3.40 en la dirección Y, un valor muy lejano al valor admisible por la norma de 1.0, por lo que **NO** se puede aceptar que el edificio posee la suficiente rigidez para soportar desplazamientos que le imponen las fuerzas sísmicas.

INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO EN EL UMBRAL DE DAÑO

$\Delta i \leq \cdot h_{pi} 0.004$ Máximo índice de flexibilidad según NSR-10.

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+6.25	A5	30X30	SXY	0.021	0.013	0.0025	0.0016	0.25	0.16
N+5.85	A5	30X30	SXY	0.020	0.013	0.0036	0.0024	0.36	0.24
N+3.25	A5	30X30	SXY	0.010	0.006	0.0031	0.0019	0.31	0.19
N+6.25	C5	30X30	SXY	0.021	0.018	0.0023	0.0024	0.23	0.24
N+5.85	C5	30X30	SXY	0.020	0.017	0.0036	0.0035	0.36	0.35
N+3.25	C5	30X30	SXY	0.010	0.008	0.0031	0.0024	0.31	0.24
N+6.25	E5	30X30	SXY	0.021	0.029	0.0024	0.0025	0.24	0.25
N+5.85	E5	30X30	SXY	0.020	0.028	0.0036	0.0044	0.36	0.44
N+3.25	E5	30X30	SXY	0.010	0.016	0.0031	0.0050	0.31	0.50
N+6.25	F5	30X30	SXY	0.021	0.018	0.0022	0.0016	0.22	0.16
N+5.85	F5	30X30	SXY	0.020	0.017	0.0037	0.0028	0.37	0.28
N+3.25	F5	30X30	SXY	0.010	0.010	0.0031	0.0030	0.31	0.30
N+6.25	G5	30X30	SXY	0.021	0.015	0.0022	0.0014	0.22	0.14
N+5.85	G5	30X30	SXY	0.020	0.015	0.0037	0.0024	0.37	0.24

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+3.25	G5	30X30	SXY	0.010	0.008	0.0031	0.0026	0.31	0.26
N+6.25	A4	25X25	SXY	0.017	0.013	0.0018	0.0015	0.18	0.15
N+5.85	A4	25X25	SXY	0.017	0.013	0.0029	0.0024	0.29	0.24
N+3.25	A4	25X25	SXY	0.009	0.006	0.0028	0.0019	0.28	0.19
N+6.25	C4	25X25	SXY	0.017	0.018	0.0016	0.0025	0.16	0.25
N+5.85	C4	25X25	SXY	0.017	0.017	0.0029	0.0035	0.29	0.35
N+3.25	C4	25X25	SXY	0.009	0.008	0.0028	0.0024	0.28	0.24
CUB2	E4	25X25	SXY	0.024	0.033	0.0014	0.0010	0.14	0.10
CUB1	E4	25X25	SXY	0.020	0.029	0.0011	0.0004	0.11	0.04
N+6.25	E4	25X25	SXY	0.017	0.029	0.0017	0.0023	0.17	0.23
N+5.85	E4	25X25	SXY	0.017	0.028	0.0029	0.0044	0.29	0.44
N+3.25	E4	25X25	SXY	0.009	0.016	0.0028	0.0050	0.28	0.50
CUB2	F4	25X25	SXY	0.024	0.020	0.0015	0.0005	0.15	0.05
CUB1	F4	25X25	SXY	0.019	0.018	0.0006	0.0002	0.06	0.02
N+6.25	F4	25X25	SXY	0.018	0.018	0.0039	0.0042	0.39	0.42

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+5.85	F4	25X25	SXY	0.017	0.017	0.0029	0.0028	0.29	0.28
N+3.25	F4	25X25	SXY	0.009	0.010	0.0028	0.0030	0.28	0.30
CUB2	G4	25X25	SXY	0.024	0.018	0.0014	0.0006	0.14	0.06
CUB1	G4	25X25	SXY	0.019	0.016	0.0011	0.0004	0.11	0.04
N+6.25	G4	25X25	SXY	0.017	0.015	0.0016	0.0015	0.16	0.15
N+5.85	G4	25X25	SXY	0.017	0.015	0.0029	0.0024	0.29	0.24
N+3.25	G4	25X25	SXY	0.009	0.008	0.0028	0.0026	0.28	0.26
N+6.25	B3	25X25	SXY	0.016	0.009	0.0016	0.0007	0.16	0.07
N+5.85	B3	25X25	SXY	0.015	0.009	0.0025	0.0010	0.25	0.10
N+3.25	B3	25X25	SXY	0.009	0.006	0.0027	0.0018	0.27	0.18
N+6.25	D3	25X25	SXY	0.015	0.011	0.0018	0.0002	0.18	0.02
N+5.85	D3	25X25	SXY	0.014	0.010	0.0022	0.0010	0.22	0.10
N+3.25	D3	25X25	SXY	0.009	0.008	0.0027	0.0024	0.27	0.24
N+3.25	B2	25X25	SXY	0.007	0.006	0.0022	0.0018	0.22	0.18
N+5.85	D2	25X25	SXY	0.012	0.010	0.0018	0.0010	0.18	0.10

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+3.25	D2	25X25	SXY	0.007	0.008	0.0022	0.0024	0.22	0.24
N+3.25	B1	25X25	SXY	0.005	0.006	0.0016	0.0018	0.16	0.18
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.009	0.011	0.0007	0.0003	0.07	0.03
N+5.85	D1	25X25	SXY	0.009	0.010	0.0014	0.0011	0.14	0.11
N+3.25	D1	25X25	SXY	0.005	0.008	0.0016	0.0024	0.16	0.24
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.021	0.011	0.0027	0.0011	0.27	0.11
N+5.85	G'5	30X30	SXY	0.020	0.010	0.0036	0.0017	0.36	0.17
N+3.25	G'5	30X30	SXY	0.010	0.006	0.0031	0.0017	0.31	0.17
CUB2	G'4	25X25	SXY	0.024	0.014	0.0014	0.0008	0.14	0.08
CUB1	G'4	25X25	SXY	0.020	0.012	0.0011	0.0004	0.11	0.04
N+6.25	G'4	25X25	SXY	0.017	0.011	0.0017	0.0011	0.17	0.11
N+5.85	G'4	25X25	SXY	0.017	0.010	0.0028	0.0017	0.28	0.17
N+3.25	G'4	25X25	SXY	0.009	0.006	0.0028	0.0018	0.28	0.18
N+5.85	G'2	25X25	SXY	0.012	0.011	0.0017	0.0022	0.17	0.22
N+3.25	G'2	25X25	SXY	0.007	0.006	0.0022	0.0018	0.22	0.18

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+5.85	E2	25X25	SXY	0.012	0.029	0.0017	0.0050	0.17	0.50
N+3.25	E2	25X25	SXY	0.007	0.016	0.0022	0.0050	0.22	0.50
N+5.85	F2	25X25	SXY	0.012	0.018	0.0017	0.0031	0.17	0.31
N+3.25	F2	25X25	SXY	0.007	0.010	0.0022	0.0030	0.22	0.30
N+5.85	G2	25X25	SXY	0.012	0.016	0.0017	0.0029	0.17	0.29
N+3.25	G2	25X25	SXY	0.007	0.008	0.0022	0.0026	0.22	0.26
N+6.25	G'2	25X25	SXY	0.022	0.013	0.0025	0.0017	0.25	0.17
N+5.85	A6	25X25	SXY	0.022	0.013	0.0039	0.0024	0.39	0.24
N+3.25	A6	25X25	SXY	0.011	0.006	0.0035	0.0019	0.35	0.19
N+6.25	C6	25X25	SXY	0.022	0.018	0.0023	0.0025	0.23	0.25
N+5.85	C6	25X25	SXY	0.022	0.017	0.0039	0.0035	0.39	0.35
N+3.25	C6	25X25	SXY	0.011	0.008	0.0035	0.0024	0.35	0.24
N+6.25	E6	25X25	SXY	0.022	0.029	0.0024	0.0026	0.24	0.26
N+5.85	E6	25X25	SXY	0.022	0.028	0.0039	0.0044	0.39	0.44
N+3.25	E6	25X25	SXY	0.011	0.016	0.0035	0.0050	0.35	0.50

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)
N+6.25	F6	25X25	SXY	0.022	0.018	0.0021	0.0017	0.21	0.17
N+5.85	F6	25X25	SXY	0.022	0.017	0.0039	0.0028	0.39	0.28
N+3.25	F6	25X25	SXY	0.011	0.010	0.0035	0.0030	0.35	0.30
CUB1	G'5'	30X30	SXY	0.026	0.013	0.0018	0.0012	0.18	0.12
N+6.25	G'5'	30X30	SXY	0.022	0.011	0.0027	0.0013	0.27	0.13
N+5.85	G'5'	30X30	SXY	0.021	0.010	0.0040	0.0017	0.40	0.17
N+3.25	G'5'	30X30	SXY	0.011	0.006	0.0034	0.0017	0.34	0.17
N+6.25	G6	25X25	SXY	0.022	0.015	0.0022	0.0015	0.22	0.15
N+5.85	G6	25X25	SXY	0.022	0.015	0.0040	0.0024	0.40	0.24
N+3.25	G6	25X25	SXY	0.011	0.008	0.0034	0.0026	0.34	0.26
MÁXIMO								0.40	0.50

Tabla 4. Derivas de la Estructura Espectro del Umbral de Daño

El máximo índice de flexibilidad para el espectro en el umbral de daño es de 0.40 en la dirección X y 0.50 en la dirección Y, un valor muy cercano al valor admisible por la norma de 0.40 pero que lo sobrepasa, por lo que **NO** se puede aceptar que el edificio posee la suficiente rigidez para soportar desplazamientos que le imponen las fuerzas sísmicas.

INDICES DE SOBRESFUERZO (RELACIÓN DEMANDA-CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS).

Definición del índice de sobreesfuerzo — El índice de sobreesfuerzo se expresa como el cociente entre las solicitaciones equivalentes calculadas y la resistencia efectiva.

Tiene dos acepciones:

(a) **Índice de sobreesfuerzo de los elementos** — el cual se refiere al índice de sobreesfuerzo de cada uno de los elementos estructurales individuales, y

(b) **Índice de sobreesfuerzo de la estructura** — cuando se determina para toda la estructura, evaluando los elementos con un mayor índice de sobreesfuerzo individual y tomando en consideración su importancia dentro de la resistencia general de la estructura como un conjunto.

INDICES DE SOBRESFUERZO COLUMNAS

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+6.25	C1	C30X30	0	COMB4	36.76	11.36	3.24
N+6.25	C1	C30X30	7.5	COMB4	39.46	11.36	3.47
N+6.25	C1	C30X30	15	COMB4	43.20	11.36	3.80
N+5.85	C1	C30X30	0	COMB4	36.48	11.36	3.21
N+5.85	C1	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+5.85	C1	C30X30	260	COMB4	36.76	11.36	3.24
N+3.25	C1	C30X30	0	COMB3	61.16	11.36	5.38
N+3.25	C1	C30X30	150	COMB4	15.24	11.36	1.34
N+3.25	C1	C30X30	300	COMB4	29.56	11.36	2.60
N+6.25	C2	C30X30	0	COMB4	54.30	11.36	4.78
N+6.25	C2	C30X30	7.5	COMB4	55.35	11.36	4.87
N+6.25	C2	C30X30	15	COMB4	61.78	11.36	5.44
N+5.85	C2	C30X30	0	COMB4	58.94	11.36	5.19
N+5.85	C2	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+5.85	C2	C30X30	260	COMB4	54.30	11.36	4.78
N+3.25	C2	C30X30	0	COMB3	102.30	11.36	9.00
N+3.25	C2	C30X30	150	COMB4	36.17	11.36	3.18
N+3.25	C2	C30X30	300	COMB4	60.77	11.36	5.35
N+6.25	C3	C30X30	0	COMB4	60.31	11.36	5.31
N+6.25	C3	C30X30	7.5	COMB4	64.11	11.36	5.64
N+6.25	C3	C30X30	15	COMB3	54.21	11.36	4.77
N+5.85	C3	C30X30	0	COMB4	41.90	11.36	3.69
N+5.85	C3	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+5.85	C3	C30X30	260	COMB4	57.26	11.36	5.04
N+3.25	C3	C30X30	0	COMB3	130.32	11.36	11.47
N+3.25	C3	C30X30	150	COMB4	55.64	11.36	4.90
N+3.25	C3	C30X30	300	COMB3	65.94	11.36	5.80
N+6.25	C4	C30X30	0	COMB4	53.35	11.36	4.70
N+6.25	C4	C30X30	7.5	COMB4	54.50	11.36	4.80
N+6.25	C4	C30X30	15	COMB4	58.90	11.36	5.18
N+5.85	C4	C30X30	0	COMB4	49.68	11.36	4.37
N+5.85	C4	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+5.85	C4	C30X30	260	COMB4	53.35	11.36	4.70
N+3.25	C4	C30X30	0	COMB3	102.37	11.36	9.01
N+3.25	C4	C30X30	150	COMB4	35.44	11.36	3.12
N+3.25	C4	C30X30	300	COMB4	59.92	11.36	5.27
N+6.25	C5	C30X30	0	COMB4	41.92	11.36	3.69

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+6.25	C5	C30X30	7.5	COMB4	45.53	11.36	4.01
N+6.25	C5	C30X30	15	COMB4	48.81	11.36	4.30
N+5.85	C5	C30X30	0	COMB4	36.23	11.36	3.19
N+5.85	C5	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+5.85	C5	C30X30	260	COMB4	41.92	11.36	3.69
N+3.25	C5	C30X30	0	COMB3	87.95	11.36	7.74
N+3.25	C5	C30X30	150	COMB4	24.90	11.36	2.19
N+3.25	C5	C30X30	300	COMB4	47.20	11.36	4.16
N+6.25	C13	C25X25	0	COMB4	35.72	7.96	4.49
N+6.25	C13	C25X25	7.5	COMB4	38.56	7.96	4.84
N+6.25	C13	C25X25	15	COMB4	39.09	7.96	4.91
N+5.85	C13	C25X25	0	COMB4	39.77	7.96	5.00
N+5.85	C13	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C13	C25X25	260	COMB4	35.72	7.96	4.49
N+3.25	C13	C25X25	0	COMB3	42.26	7.96	5.31
N+3.25	C13	C25X25	150	COMB4	6.81	7.96	0.86
N+3.25	C13	C25X25	300	COMB4	37.41	7.96	4.70
N+6.25	C14	C25X25	0	COMB3	38.23	7.96	4.80
N+6.25	C14	C25X25	7.5	COMB3	42.31	7.96	5.32
N+6.25	C14	C25X25	15	COMB3	57.14	7.96	7.18
N+5.85	C14	C25X25	0	COMB3	64.55	7.96	8.11
N+5.85	C14	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C14	C25X25	260	COMB3	48.53	7.96	6.10
N+3.25	C14	C25X25	0	COMB3	81.04	7.96	10.18

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+3.25	C14	C25X25	150	COMB4	26.21	7.96	3.29
N+3.25	C14	C25X25	300	COMB3	59.44	7.96	7.47
CUB2	C15	C25X25	0	COMB4	10.81	7.96	1.36
CUB2	C15	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C15	C25X25	300	COMB4	16.32	7.96	2.05
N+6.25	C15	C25X25	0	COMB3	56.36	7.96	7.08
N+6.25	C15	C25X25	7.5	COMB2	39.31	7.96	4.94
N+6.25	C15	C25X25	15	COMB2	41.45	7.96	5.21
N+5.85	C15	C25X25	0	COMB3	43.98	7.96	5.52
N+5.85	C15	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C15	C25X25	260	COMB3	55.59	7.96	6.98
N+3.25	C15	C25X25	0	COMB3	99.05	7.96	12.44
N+3.25	C15	C25X25	150	COMB4	45.48	7.96	5.71
N+3.25	C15	C25X25	300	COMB3	75.51	7.96	9.49
CUB2	C16	C25X25	0	COMB4	11.80	7.96	1.48
CUB2	C16	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C16	C25X25	300	COMB4	11.96	7.96	1.50
N+6.25	C16	C25X25	0	COMB3	38.99	7.96	4.90
N+6.25	C16	C25X25	7.5	COMB3	42.31	7.96	5.31
N+6.25	C16	C25X25	15	COMB3	45.31	7.96	5.69
N+5.85	C16	C25X25	0	COMB4	45.85	7.96	5.76
N+5.85	C16	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C16	C25X25	260	COMB3	38.99	7.96	4.90
N+3.25	C16	C25X25	0	COMB3	78.40	7.96	9.85

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+3.25	C16	C25X25	150	COMB4	23.31	7.96	2.93
N+3.25	C16	C25X25	300	COMB3	45.86	7.96	5.76
CUB2	C17	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C17	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C17	C25X25	300	COMB4	10.98	7.96	1.38
N+6.25	C17	C25X25	0	COMB4	48.71	7.96	6.12
N+6.25	C17	C25X25	7.5	COMB3	38.25	7.96	4.81
N+6.25	C17	C25X25	15	COMB3	38.96	7.96	4.89
N+5.85	C17	C25X25	0	COMB4	42.81	7.96	5.38
N+5.85	C17	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C17	C25X25	260	COMB4	41.61	7.96	5.23
N+3.25	C17	C25X25	0	COMB3	74.36	7.96	9.34
N+3.25	C17	C25X25	150	COMB4	20.68	7.96	2.60
N+3.25	C17	C25X25	300	COMB3	44.27	7.96	5.56
N+6.25	C19	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+6.25	C19	C25X25	7.5	COMB4	6.99	7.96	0.88
N+6.25	C19	C25X25	15	COMB4	7.97	7.96	1.00
N+5.85	C19	C25X25	0	COMB4	12.17	7.96	1.53
N+5.85	C19	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C19	C25X25	260	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+3.25	C19	C25X25	0	COMB3	46.88	7.96	5.89
N+3.25	C19	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+3.25	C19	C25X25	300	COMB4	43.40	7.96	5.45

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+6.25	C20	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+6.25	C20	C25X25	20	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+6.25	C20	C25X25	40	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C20	C25X25	0	COMB4	13.09	7.96	1.64
N+5.85	C20	C25X25	117.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C20	C25X25	235	COMB4	8.53	7.96	1.07
N+3.25	C20	C25X25	0	COMB3	56.80	7.96	7.14
N+3.25	C20	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+3.25	C20	C25X25	300	COMB3	38.03	7.96	4.78
N+3.25	C21	C25X25	0	COMB3	38.48	7.96	4.83
N+3.25	C21	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+3.25	C21	C25X25	300	COMB4	39.24	7.96	4.93
N+5.85	C22	C25X25	0	COMB4	6.58	7.96	0.83
N+5.85	C22	C25X25	117.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C22	C25X25	235	COMB4	22.01	7.96	2.76
N+3.25	C22	C25X25	0	COMB3	70.22	7.96	8.82
N+3.25	C22	C25X25	150	COMB4	7.93	7.96	1.00
N+3.25	C22	C25X25	300	COMB3	43.74	7.96	5.50
N+3.25	C23	C25X25	0	COMB3	38.46	7.96	4.83
N+3.25	C23	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+3.25	C23	C25X25	300	COMB4	26.32	7.96	3.31
N+6.25	C24	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+6.25	C24	C25X25	20	COMB4	6.25	7.96	0.79

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+6.25	C24	C25X25	40	COMB4	7.25	7.96	0.91
N+5.85	C24	C25X25	0	COMB4	14.98	7.96	1.88
N+5.85	C24	C25X25	117.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C24	C25X25	235	COMB4	7.65	7.96	0.96
N+3.25	C24	C25X25	0	COMB3	42.81	7.96	5.38
N+3.25	C24	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+3.25	C24	C25X25	300	COMB4	36.41	7.96	4.57
N+5.85	C25	C25X25	0	COMB4	40.45	7.96	5.08
N+5.85	C25	C25X25	117.5	COMB4	7.10	7.96	0.89
N+5.85	C25	C25X25	235	COMB3	45.44	7.96	5.71
N+3.25	C25	C25X25	0	COMB3	87.91	7.96	11.04
N+3.25	C25	C25X25	150	COMB4	37.95	7.96	4.77
N+3.25	C25	C25X25	300	COMB3	50.66	7.96	6.36
N+5.85	C26	C25X25	0	COMB4	35.42	7.96	4.45
N+5.85	C26	C25X25	117.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C26	C25X25	235	COMB4	37.85	7.96	4.76
N+3.25	C26	C25X25	0	COMB3	71.54	7.96	8.99
N+3.25	C26	C25X25	150	COMB4	24.82	7.96	3.12
N+3.25	C26	C25X25	300	COMB3	43.50	7.96	5.46
N+5.85	C27	C25X25	0	COMB4	28.61	7.96	3.59
N+5.85	C27	C25X25	117.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C27	C25X25	235	COMB4	37.12	7.96	4.66
N+3.25	C27	C25X25	0	COMB3	60.83	7.96	7.64

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+3.25	C27	C25X25	150	COMB4	17.47	7.96	2.19
N+3.25	C27	C25X25	300	COMB4	49.01	7.96	6.16
N+5.85	C28	C25X25	0	COMB4	24.14	7.96	3.03
N+5.85	C28	C25X25	117.501	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C28	C25X25	235.003	COMB4	28.49	7.96	3.58
N+3.25	C28	C25X25	0	COMB3	43.03	7.96	5.41
N+3.25	C28	C25X25	150	COMB4	8.05	7.96	1.01
N+3.25	C28	C25X25	300	COMB4	31.82	7.96	4.00
CUB2	C29	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C29	C25X25	150	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C29	C25X25	300	COMB4	10.14	7.96	1.27
N+6.25	C29	C25X25	0	COMB4	30.34	7.96	3.81
N+6.25	C29	C25X25	7.5	COMB4	33.03	7.96	4.15
N+6.25	C29	C25X25	15	COMB4	35.45	7.96	4.45
N+5.85	C29	C25X25	0	COMB4	30.81	7.96	3.87
N+5.85	C29	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C29	C25X25	260	COMB4	30.34	7.96	3.81
N+3.25	C29	C25X25	0	COMB3	53.00	7.96	6.66
N+3.25	C29	C25X25	150	COMB4	10.06	7.96	1.26
N+3.25	C29	C25X25	300	COMB4	41.11	7.96	5.16
N+6.25	C31	C30X30	0	COMB4	27.23	11.36	2.40
N+6.25	C31	C30X30	7.5	COMB4	30.23	11.36	2.66
N+6.25	C31	C30X30	15	COMB4	32.96	11.36	2.90

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+5.85	C31	C30X30	0	COMB4	22.37	11.36	1.97
N+5.85	C31	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+5.85	C31	C30X30	260	COMB4	27.23	11.36	2.40
N+3.25	C31	C30X30	0	COMB3	65.24	11.36	5.74
N+3.25	C31	C30X30	150	COMB4	13.69	11.36	1.20
N+3.25	C31	C30X30	300	COMB4	27.17	11.36	2.39
N+6.25	C40	C25X25	0	COMB4	38.01	7.96	4.78
N+6.25	C40	C25X25	7.5	COMB4	41.75	7.96	5.24
N+6.25	C40	C25X25	15	COMB4	45.09	7.96	5.66
N+5.85	C40	C25X25	0	COMB4	46.51	7.96	5.84
N+5.85	C40	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C40	C25X25	260	COMB4	38.01	7.96	4.78
N+3.25	C40	C25X25	0	COMB3	44.96	7.96	5.65
N+3.25	C40	C25X25	150	COMB4	16.04	7.96	2.01
N+3.25	C40	C25X25	300	COMB4	40.71	7.96	5.11
N+6.25	C41	C25X25	0	COMB3	38.63	7.96	4.85
N+6.25	C41	C25X25	7.5	COMB3	37.96	7.96	4.77
N+6.25	C41	C25X25	15	COMB3	45.75	7.96	5.75
N+5.85	C41	C25X25	0	COMB3	50.49	7.96	6.34
N+5.85	C41	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C41	C25X25	260	COMB3	38.63	7.96	4.85
N+3.25	C41	C25X25	0	COMB3	73.37	7.96	9.22
N+3.25	C41	C25X25	150	COMB4	37.89	7.96	4.76

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+3.25	C41	C25X25	300	COMB3	45.88	7.96	5.76
N+6.25	C42	C25X25	0	COMB3	41.50	7.96	5.21
N+6.25	C42	C25X25	7.5	COMB3	44.78	7.96	5.63
N+6.25	C42	C25X25	15	COMB3	46.16	7.96	5.80
N+5.85	C42	C25X25	0	COMB3	39.07	7.96	4.91
N+5.85	C42	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C42	C25X25	260	COMB3	39.84	7.96	5.00
N+3.25	C42	C25X25	0	COMB3	89.67	7.96	11.27
N+3.25	C42	C25X25	150	COMB4	37.57	7.96	4.72
N+3.25	C42	C25X25	300	COMB3	47.47	7.96	5.96
N+6.25	C43	C25X25	0	COMB3	38.66	7.96	4.86
N+6.25	C43	C25X25	7.5	COMB3	38.14	7.96	4.79
N+6.25	C43	C25X25	15	COMB3	41.44	7.96	5.21
N+5.85	C43	C25X25	0	COMB3	37.87	7.96	4.76
N+5.85	C43	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
N+5.85	C43	C25X25	260	COMB3	38.66	7.96	4.86
N+3.25	C43	C25X25	0	COMB3	72.18	7.96	9.07
N+3.25	C43	C25X25	150	COMB4	21.94	7.96	2.76
N+3.25	C43	C25X25	300	COMB3	40.47	7.96	5.08
CUB1	C44	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB1	C44	C30X30	102.5	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB1	C44	C30X30	205	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+6.25	C44	C30X30	0	COMB4	17.67	11.36	1.56

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+6.25	C44	C30X30	7.671	COMB4	19.67	11.36	1.73
N+6.25	C44	C30X30	15.341	COMB4	21.44	11.36	1.89
N+5.85	C44	C30X30	0	COMB4	13.41	11.36	1.18
N+5.85	C44	C30X30	130	COMB4	9.00	11.36	0.79
N+5.85	C44	C30X30	260	COMB4	18.46	11.36	1.63
N+3.25	C44	C30X30	0	COMB3	63.39	11.36	5.58
N+3.25	C44	C30X30	150.013	COMB4	14.67	11.36	1.29
N+3.25	C44	C30X30	300.026	COMB4	21.14	11.36	1.86
CUB2	C1-2	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C1-2	C30X30	200.552	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C1-2	C30X30	401.105	COMB4	9.21	11.36	0.81
CUB2	C2-2	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C2-2	C30X30	200.552	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C2-2	C30X30	401.105	COMB3	10.99	11.36	0.97
CUB2	C3-2	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C3-2	C30X30	200.552	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C3-2	C30X30	401.105	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C4-2	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C4-2	C30X30	200.552	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C4-2	C30X30	401.105	COMB4	10.92	11.36	0.96
CUB2	C40-2	C25X25	0	COMB4	11.24	7.96	1.41
CUB2	C40-2	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C40-2	C25X25	260	COMB4	10.18	7.96	1.28

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
CUB2	C41-2	C25X25	0	COMB4	10.78	7.96	1.35
CUB2	C41-2	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C41-2	C25X25	260	COMB4	12.28	7.96	1.54
CUB2	C42-2	C25X25	0	COMB4	6.39	7.96	0.80
CUB2	C42-2	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C42-2	C25X25	260	COMB4	7.35	7.96	0.92
CUB2	C43-2	C25X25	0	COMB4	10.51	7.96	1.32
CUB2	C43-2	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C43-2	C25X25	260	COMB4	9.75	7.96	1.23
CUB2	C52	C25X25	0	COMB4	8.52	7.96	1.07
CUB2	C52	C25X25	252.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C52	C25X25	505	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C53	C25X25	0	COMB4	13.39	7.96	1.68
CUB2	C53	C25X25	252.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C53	C25X25	505	COMB4	8.65	7.96	1.09
CUB1	C29-1	C25X25	0	COMB4	10.50	7.96	1.32
CUB1	C29-1	C25X25	22.5	COMB4	8.95	7.96	1.12
CUB1	C29-1	C25X25	45	COMB4	7.42	7.96	0.93
N+6.25	C68	C25X25	0	COMB4	35.81	7.96	4.50
N+6.25	C68	C25X25	7.5	COMB4	38.49	7.96	4.84
N+6.25	C68	C25X25	15	COMB4	38.95	7.96	4.89
N+5.85	C68	C25X25	0	COMB4	36.87	7.96	4.63
N+5.85	C68	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
N+5.85	C68	C25X25	260	COMB4	35.81	7.96	4.50
N+3.25	C68	C25X25	0	COMB3	56.23	7.96	7.06
N+3.25	C68	C25X25	150	COMB4	11.37	7.96	1.43
N+3.25	C68	C25X25	300	COMB4	40.33	7.96	5.07
CUB2	C5-6	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C5-6	C30X30	200.552	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C5-6	C30X30	401.105	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C68-1	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C68-1	C25X25	130	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB2	C68-1	C25X25	260	COMB3	7.45	7.96	0.94
CUB1	C15-1	C25X25	0	COMB4	32.95	7.96	4.14
CUB1	C15-1	C25X25	55	COMB4	21.31	7.96	2.68
CUB1	C15-1	C25X25	110	COMB4	15.80	7.96	1.98
CUB1	C15-2	C25X25	30	COMB4	16.70	7.96	2.10
CUB1	C15-2	C25X25	47.5	COMB4	13.78	7.96	1.73
CUB1	C15-2	C25X25	65	COMB4	10.81	7.96	1.36
CUB1	C16-1	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C16-1	C25X25	55	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C16-1	C25X25	110	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C16-2	C25X25	30	COMB4	17.25	7.96	2.17
CUB1	C16-2	C25X25	47.5	COMB4	14.84	7.96	1.86
CUB1	C16-2	C25X25	65	COMB4	11.80	7.96	1.48
CUB1	C17-1	C25X25	0	COMB4	15.50	7.96	1.95

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
CUB1	C17-1	C25X25	55	COMB4	11.11	7.96	1.40
CUB1	C17-1	C25X25	110	COMB4	12.13	7.96	1.52
CUB1	C17-2	C25X25	30	COMB4	10.01	7.96	1.26
CUB1	C17-2	C25X25	47.5	COMB4	8.09	7.96	1.02
CUB1	C17-2	C25X25	65	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C29-3	C25X25	0	COMB4	7.42	7.96	0.93
CUB1	C29-3	C25X25	32.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C29-3	C25X25	65	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C29-4	C25X25	30	COMB4	7.03	7.96	0.88
CUB1	C29-4	C25X25	47.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C29-4	C25X25	65	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C19-3	C25X25	0	COMB4	6.29	7.96	0.79
CUB1	C19-3	C25X25	80	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C19-3	C25X25	160	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C21-1	C25X25	0	COMB4	7.46	7.96	0.94
CUB1	C21-1	C25X25	194.436	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C21-1	C25X25	388.872	COMB4	6.94	7.96	0.87
CUB1	C20-2	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C20-2	C25X25	38.354	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C20-2	C25X25	76.707	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C20-1	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C20-1	C25X25	40.836	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C20-1	C25X25	81.672	COMB4	6.25	7.96	0.79

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COLUMNA TIPO	SECCIÓN	LOCALIZACIÓN	COMBINACIÓN	DEMANDA	CAPACIDAD	INDICE DE SOBRE ESFUERZO<1.0
			cm		cm ²	cm ²	
CUB2	C31-1	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C31-1	C30X30	199.472	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C31-1	C30X30	398.944	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C31-2	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C31-2	C30X30	1.028	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C31-2	C30X30	2.056	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C44-2	C30X30	0	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C44-2	C30X30	51.047	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB2	C44-2	C30X30	102.093	COMB4	9.00	11.36	0.79
CUB1	C22-2	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C22-2	C25X25	64.436	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C22-2	C25X25	128.872	COMB4	7.53	7.96	0.95
CUB1	C23-2	C25X25	0	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C23-2	C25X25	157.5	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C23-2	C25X25	315	COMB4	6.25	7.96	0.79
CUB1	C24-5	C25X25	0	COMB4	7.25	7.96	0.91
CUB1	C24-5	C25X25	7.5	COMB4	7.71	7.96	0.97
CUB1	C24-5	C25X25	15	COMB4	8.16	7.96	1.02

MÁXIMO 12.44

Tabla 5. Índices de sobreesfuerzo en columnas

Las columnas presenten esfuerzos grandes que no podrán ser suplidos en ningún momento con la sección de la columna y la cantidad de refuerzo colocado. Es decir, la demanda superará altos porcentajes a la capacidad, excediendo los valores máximos permitidos por la norma para las cuantías de refuerzo e incumpliendo con la premisa de que todo elemento estructural debe diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas.

PROPUESTAS DE REFORZAMIENTO

Dando cumplimiento a lo especificado en la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, la cual establece que las construcciones existentes que se clasifican como edificaciones de atención a la comunidad, deben ser revisadas estructuralmente, de tal forma que tengan las mismas garantías de funcionamiento que tendría una edificación nueva diseñada y construida con la norma actual, se plantearan unas propuestas de intervención a continuación.

De lo anterior y teniendo en cuenta que lo especificado en la norma es que los índices (sobreesfuerzo y flexibilidad) deben ser menores a la unidad, se concluye que es necesario realizar la intervención estructural en la que se debe ejecutar un diseño tendiente a la rigidización de la estructura. Analizando las ventajas y desventajas de los sistemas de reforzamiento, se llega a la conclusión de que la alternativa que se ajusta mejor a las condiciones presentes es el encamisado de columnas (mejorar la capacidad de las columnas) acompañado de la construcción de muros pantallas (mejorar la rigidez de la estructura).

Las soluciones planteadas para la actualización de la estructura, han sido estudiadas por los responsables del estudio, analizándolas una a una de forma que la intervención interfiera lo menos posible con el funcionamiento de la estructura, que sea técnica y económicamente viable y se garantice el cumplimiento de las normas.

ENCAMISADO DE COLUMNAS

El reforzamiento (recrecimiento) de las columnas está dirigido a incrementar la capacidad de carga y estado de servicio de la estructura existente, adaptándose para cubrir nuevas solicitaciones y para estar bajo los lineamientos de la normatividad actual (NSR-10).

Para este método se debe preparar la superficie de la columna para garantizar una buena adherencia entre el concreto nuevo y el existente, además de evitar que este se rompa por contracciones volumétricas durante el fraguado.

Cuando el encamisado no sea completo, deberá verificarse la necesidad de colocar elementos de conexión que garanticen la transmisión de los esfuerzos de cortante entre la camisa y el elemento por reforzar.

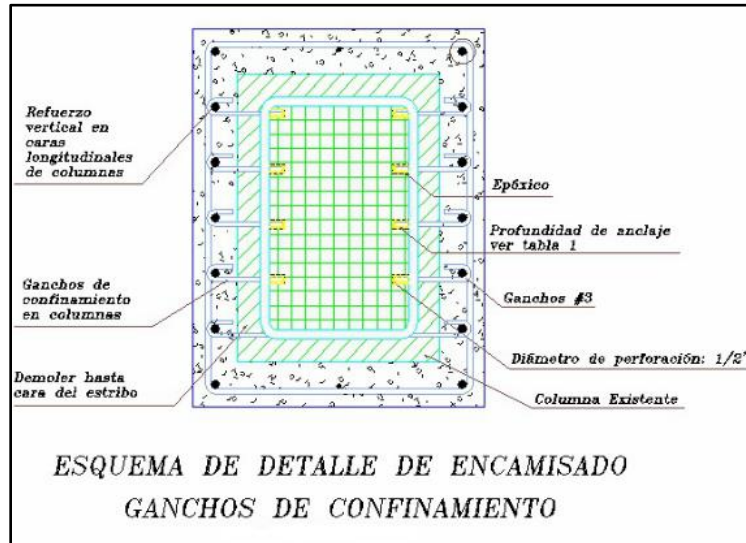


Figura 10. Ejemplo de encamisado de columna

El encamisado también se puede realizar con **perfiles metálicos** en cada esquina de la columna, y una serie de platinas de acero que, soldadas a los perfiles los unen entre sí para evitar el pandeo.

Existe otra metodología de encamisado con **fibras de carbono**. Este sistema, es un sistema de refuerzo en base a fibras de carbono combinadas con resinas de alta calidad y de alta resistencia para reforzar estructuras formando un laminado externo del elemento. Ofrece ventajas como su peso ligero, su resistencia a los ataques químicos, su instalación en áreas de limitado acceso, su versatilidad y su espesor mínimo.

Este compuesto logra incrementar la capacidad de carga del elemento, extiende la vida de servicio, entre otros.

Para el encamisado en concreto se le aumentará a la sección 0.20m a ambos lados de la columna, es decir, quedarán columnas de 0.45mx0.45m y 0.50mx0.50m de sección transversal.

CONSTRUCCION DE MUROS PANTALLAS

La resistencia lateral de columnas existentes se puede aumentar con la adición de muros pantalla (de 1 y 2 niveles de 1.00m x0.20m) por medio de soluciones constructivas similares a las usadas en la técnica de encamisado de columnas. El vaciado de muros pantallas además de que ayuda a las columnas a soportar las cargas incrementa la rigidez de la estructura.

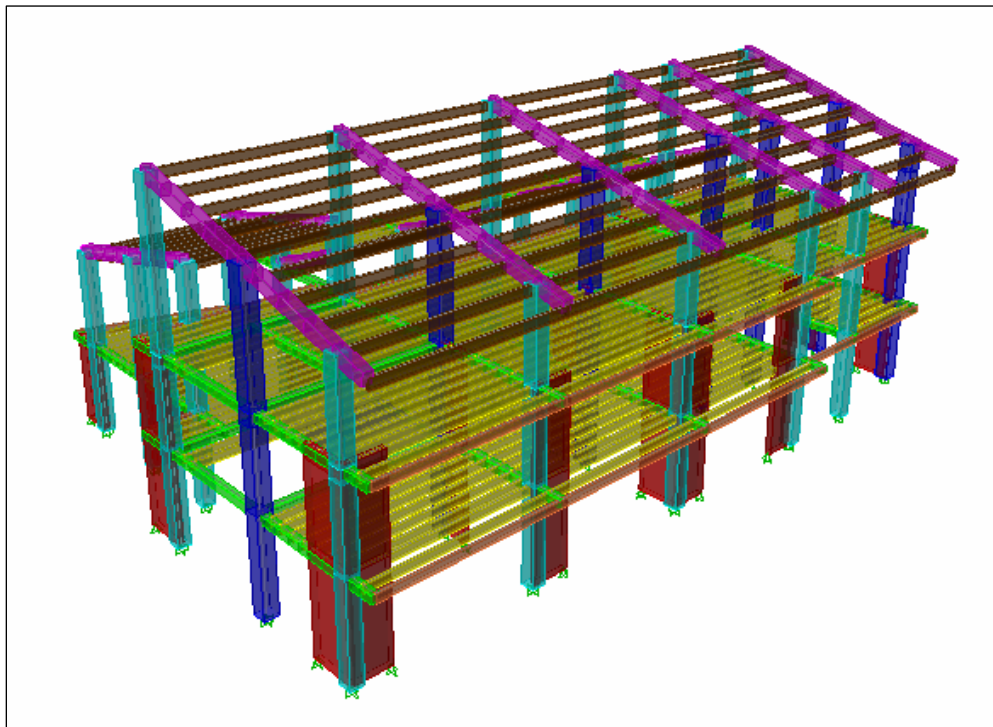


Figura 11. Modelo de la estructura reforzada con recrecimiento en columnas y construcción de muros pantalla.

INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO DE DISEÑO CON REFORZAMIENTO

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+6.25	A5	30X30	SXY	0.04	0.00	0.01	0.00	0.75	0.10
N+5.85	A5	30X30	SXY	0.04	0.00	0.01	0.00	0.80	0.07
N+3.25	A5	30X30	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.49	0.04
N+6.25	C5	30X30	SXY	0.04	0.02	0.01	0.01	0.74	0.53
N+5.85	C5	30X30	SXY	0.04	0.02	0.01	0.00	0.80	0.49
N+3.25	C5	30X30	SXY	0.02	0.01	0.00	0.00	0.50	0.23
N+6.25	E5	30X30	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.75	0.19
N+5.85	E5	30X30	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.81	0.17
N+3.25	E5	30X30	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.50	0.09
N+6.25	F5	30X30	SXY	0.04	0.02	0.01	0.00	0.74	0.34
N+5.85	F5	30X30	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.81	0.33

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+3.25	F5	30X30	SXY	0.02	0.01	0.00	0.00	0.50	0.16
N+6.25	G5	30X30	SXY	0.04	0.04	0.01	0.01	0.75	0.54
N+5.85	G5	30X30	SXY	0.04	0.03	0.01	0.01	0.82	0.67
N+3.25	G5	30X30	SXY	0.02	0.02	0.00	0.00	0.49	0.50
N+6.25	A4	25X25	SXY	0.04	0.00	0.01	0.00	0.88	0.08
N+5.85	A4	25X25	SXY	0.04	0.00	0.01	0.00	0.87	0.07
N+3.25	A4	25X25	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.48	0.04
N+6.25	C4	25X25	SXY	0.04	0.02	0.01	0.01	0.86	0.54
N+5.85	C4	25X25	SXY	0.04	0.02	0.01	0.01	0.88	0.52
N+3.25	C4	25X25	SXY	0.02	0.01	0.00	0.00	0.48	0.23
CUB2	E4	25X25	SXY	0.08	0.02	0.01	0.00	0.82	0.16
CUB1	E4	25X25	SXY	0.06	0.01	0.01	0.00	0.82	0.19
N+6.25	E4	25X25	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.84	0.20

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+5.85	E4	25X25	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.87	0.18
N+3.25	E4	25X25	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.49	0.09
CUB2	F4	25X25	SXY	0.08	0.03	0.01	0.00	0.82	0.23
CUB1	F4	25X25	SXY	0.06	0.02	0.01	0.00	0.79	0.24
N+6.25	F4	25X25	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.81	0.33
N+5.85	F4	25X25	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.87	0.32
N+3.25	F4	25X25	SXY	0.02	0.01	0.01	0.00	0.50	0.16
CUB2	G4	25X25	SXY	0.08	0.05	0.01	0.00	0.81	0.21
CUB1	G4	25X25	SXY	0.06	0.04	0.01	0.00	0.78	0.27
N+6.25	G4	25X25	SXY	0.04	0.04	0.01	0.00	0.81	0.47
N+5.85	G4	25X25	SXY	0.04	0.03	0.01	0.01	0.86	0.66
N+3.25	G4	25X25	SXY	0.02	0.02	0.01	0.01	0.50	0.51
N+6.25	B3	25X25	SXY	0.03	0.01	0.01	0.00	0.58	0.12

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+5.85	B3	25X25	SXY	0.03	0.01	0.01	0.00	0.69	0.13
N+3.25	B3	25X25	SXY	0.01	0.00	0.00	0.00	0.39	0.08
N+6.25	D3	25X25	SXY	0.03	0.01	0.01	0.00	0.69	0.05
N+5.85	D3	25X25	SXY	0.03	0.01	0.01	0.00	0.64	0.17
N+3.25	D3	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.38	0.18
N+3.25	B2	25X25	SXY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08
N+5.85	D2	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.38	0.17
N+3.25	D2	25X25	SXY	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.18
N+3.25	B1	25X25	SXY	0.01	0.00	0.00	0.00	0.28	0.06
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.02	0.01	0.00	0.00	0.39	0.12
N+5.85	D1	25X25	SXY	0.02	0.01	0.00	0.00	0.43	0.18
N+3.25	D1	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.28	0.17
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.85	0.12

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+5.85	G'5	30X30	SXY	0.04	0.00	0.01	0.00	0.82	0.11
N+3.25	G'5	30X30	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.48	0.06
CUB2	G'4	25X25	SXY	0.08	0.02	0.01	0.00	0.81	0.22
CUB1	G'4	25X25	SXY	0.06	0.01	0.01	0.00	0.80	0.15
N+6.25	G'4	25X25	SXY	0.04	0.01	0.01	0.00	0.83	0.14
N+5.85	G'4	25X25	SXY	0.04	0.00	0.01	0.00	0.86	0.12
N+3.25	G'4	25X25	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.50	0.05
N+5.85	G'2	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.34	0.17
N+3.25	G'2	25X25	SXY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03
N+5.85	E2	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.38	0.33
N+3.25	E2	25X25	SXY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.09
N+5.85	F2	25X25	SXY	0.01	0.02	0.00	0.01	0.37	0.52
N+3.25	F2	25X25	SXY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.15

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+5.85	G2	25X25	SXY	0.01	0.04	0.00	0.01	0.36	0.86
N+3.25	G2	25X25	SXY	0.00	0.02	0.00	0.01	0.07	0.52
N+6.25	G'2	25X25	SXY	0.01	0.00	0.00	0.00	0.25	0.10
N+5.85	A6	25X25	SXY	0.01	0.00	0.00	0.00	0.21	0.08
N+3.25	A6	25X25	SXY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.04
N+6.25	C6	25X25	SXY	0.01	0.02	0.00	0.01	0.25	0.55
N+5.85	C6	25X25	SXY	0.01	0.02	0.00	0.00	0.21	0.49
N+3.25	C6	25X25	SXY	0.00	0.01	0.00	0.00	0.11	0.24
N+6.25	E6	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.26	0.21
N+5.85	E6	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.22	0.17
N+3.25	E6	25X25	SXY	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.09
N+6.25	F6	25X25	SXY	0.01	0.02	0.00	0.00	0.27	0.38
N+5.85	F6	25X25	SXY	0.01	0.01	0.00	0.00	0.22	0.34

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+3.25	F6	25X25	SXY	0.00	0.01	0.00	0.00	0.11	0.17
CUB1	G'5'	30X30	SXY	0.02	0.01	0.00	0.00	0.39	0.27
N+6.25	G'5'	30X30	SXY	0.02	0.00	0.00	0.00	0.36	0.12
N+5.85	G'5'	30X30	SXY	0.01	0.00	0.00	0.00	0.33	0.08
N+3.25	G'5'	30X30	SXY	0.01	0.00	0.00	0.00	0.17	0.04
N+6.25	G6	25X25	SXY	0.01	0.04	0.00	0.01	0.30	0.57
N+5.85	G6	25X25	SXY	0.01	0.03	0.00	0.01	0.25	0.68
N+3.25	G6	25X25	SXY	0.00	0.02	0.00	0.00	0.11	0.50
MÁXIMO								0.88	0.86

Tabla 6. Derivas de la Estructura Espectro de diseño (con reforzamiento)

El máximo índice de flexibilidad para el espectro de diseño es de 0.88 en la dirección X y 0.86 en la dirección Y, un valor menor al valor admisible por la norma de 1.00, por lo que **SE** puede aceptar que con el reforzamiento el edificio posee la suficiente rigidez para soportar desplazamientos que le imponen las fuerzas sísmicas.

INDICES DE FLEXIBILIDAD (DEL PISO) ESPECTRO EN EL UMBRAL DE DAÑO CON REFORZAMIENTO

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP.Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+6.25	A5	30X30	SXY	0.004	0.0004	0.000751	0.000102	0.075	0.010
N+5.85	A5	30X30	SXY	0.0037	0.0003	0.000803	0.000074	0.080	0.007
N+3.25	A5	30X30	SXY	0.0016	0.0001	0.000494	0.000037	0.049	0.004
N+6.25	C5	30X30	SXY	0.004	0.0022	0.000742	0.000526	0.074	0.053
N+5.85	C5	30X30	SXY	0.0037	0.002	0.000803	0.000487	0.080	0.049
N+3.25	C5	30X30	SXY	0.0016	0.0008	0.000497	0.000233	0.050	0.023
N+6.25	E5	30X30	SXY	0.004	0.0008	0.000751	0.000194	0.075	0.019
N+5.85	E5	30X30	SXY	0.0037	0.0007	0.000809	0.000175	0.081	0.018
N+3.25	E5	30X30	SXY	0.0016	0.0003	0.000498	0.000091	0.050	0.009
N+6.25	F5	30X30	SXY	0.004	0.0015	0.000742	0.000338	0.074	0.034
N+5.85	F5	30X30	SXY	0.0037	0.0014	0.000812	0.000334	0.081	0.033
N+3.25	F5	30X30	SXY	0.0016	0.0005	0.000496	0.000165	0.050	0.017

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+6.25	G5	30X30	SXY	0.004	0.0036	0.000746	0.000535	0.075	0.054
N+5.85	G5	30X30	SXY	0.0037	0.0034	0.000822	0.000675	0.082	0.068
N+3.25	G5	30X30	SXY	0.0016	0.0016	0.000488	0.0005	0.049	0.050
N+6.25	A4	25X25	SXY	0.0042	0.0003	0.00088	0.000081	0.088	0.008
N+5.85	A4	25X25	SXY	0.0038	0.0003	0.000871	0.000071	0.087	0.007
N+3.25	A4	25X25	SXY	0.0016	0.0001	0.000482	0.000036	0.048	0.004
N+6.25	C4	25X25	SXY	0.0042	0.0022	0.000862	0.000539	0.086	0.054
N+5.85	C4	25X25	SXY	0.0038	0.002	0.000884	0.000524	0.088	0.052
N+3.25	C4	25X25	SXY	0.0016	0.0008	0.00048	0.000231	0.048	0.023
CUB2	E4	25X25	SXY	0.0084	0.0018	0.000817	0.000158	0.082	0.016
CUB1	E4	25X25	SXY	0.0058	0.0012	0.000815	0.000193	0.082	0.019
N+6.25	E4	25X25	SXY	0.0042	0.0009	0.000836	0.000203	0.084	0.020
N+5.85	E4	25X25	SXY	0.0038	0.0008	0.000866	0.000184	0.087	0.018
N+3.25	E4	25X25	SXY	0.0016	0.0003	0.000493	0.00009	0.049	0.009

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
CUB2	F4	25X25	SXY	0.0084	0.0027	0.000815	0.000225	0.082	0.023
CUB1	F4	25X25	SXY	0.0058	0.002	0.000786	0.000241	0.079	0.024
N+6.25	F4	25X25	SXY	0.0042	0.0015	0.000808	0.000328	0.081	0.033
N+5.85	F4	25X25	SXY	0.0039	0.0013	0.000866	0.000318	0.087	0.032
N+3.25	F4	25X25	SXY	0.0016	0.0005	0.000501	0.000158	0.050	0.016
CUB2	G4	25X25	SXY	0.0084	0.0048	0.000813	0.00021	0.081	0.021
CUB1	G4	25X25	SXY	0.0058	0.0041	0.000785	0.000268	0.079	0.027
N+6.25	G4	25X25	SXY	0.0042	0.0036	0.000814	0.00047	0.081	0.047
N+5.85	G4	25X25	SXY	0.0039	0.0034	0.000864	0.000663	0.086	0.066
N+3.25	G4	25X25	SXY	0.0016	0.0017	0.000501	0.000511	0.050	0.051
N+6.25	B3	25X25	SXY	0.0033	0.0007	0.000582	0.000117	0.058	0.012
N+5.85	B3	25X25	SXY	0.0031	0.0006	0.000685	0.000135	0.069	0.014
N+3.25	B3	25X25	SXY	0.0013	0.0003	0.000393	0.000081	0.039	0.008
N+6.25	D3	25X25	SXY	0.0032	0.001	0.000685	0.000053	0.069	0.005

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+5.85	D3	25X25	SXY	0.0029	0.001	0.000644	0.000166	0.064	0.017
N+3.25	D3	25X25	SXY	0.0012	0.0006	0.000383	0.000181	0.038	0.018
N+3.25	B2	25X25	SXY	0.0002	0.0002	0.000053	0.000075	0.005	0.008
N+5.85	D2	25X25	SXY	0.0012	0.001	0.000382	0.000173	0.038	0.017
N+3.25	D2	25X25	SXY	0.0002	0.0006	0.000055	0.000177	0.006	0.018
N+3.25	B1	25X25	SXY	0.0009	0.0002	0.000278	0.000065	0.028	0.007
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.0022	0.0011	0.000392	0.000122	0.039	0.012
N+5.85	D1	25X25	SXY	0.002	0.001	0.000426	0.000177	0.043	0.018
N+3.25	D1	25X25	SXY	0.0009	0.0006	0.00028	0.000174	0.028	0.017
N+6.25	D1	25X25	SXY	0.004	0.0005	0.000852	0.000121	0.085	0.012
N+5.85	G'5	30X30	SXY	0.0037	0.0005	0.000819	0.000107	0.082	0.011
N+3.25	G'5	30X30	SXY	0.0016	0.0002	0.000484	0.000055	0.048	0.006
CUB2	G'4	25X25	SXY	0.0084	0.0015	0.000807	0.000221	0.081	0.022
CUB1	G'4	25X25	SXY	0.0058	0.0008	0.0008	0.000153	0.080	0.015

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLINICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+6.25	G'4	25X25	SXY	0.0042	0.0005	0.000835	0.000136	0.084	0.014
N+5.85	G'4	25X25	SXY	0.0038	0.0005	0.000858	0.000116	0.086	0.012
N+3.25	G'4	25X25	SXY	0.0016	0.0002	0.000499	0.000051	0.050	0.005
N+5.85	G'2	25X25	SXY	0.0011	0.0005	0.000345	0.000173	0.035	0.017
N+3.25	G'2	25X25	SXY	0.0003	0.0001	0.000079	0.000026	0.008	0.003
N+5.85	E2	25X25	SXY	0.0012	0.0011	0.000376	0.000328	0.038	0.033
N+3.25	E2	25X25	SXY	0.0002	0.0003	0.000057	0.000087	0.006	0.009
N+5.85	F2	25X25	SXY	0.0011	0.0018	0.000366	0.000522	0.037	0.052
N+3.25	F2	25X25	SXY	0.0002	0.0005	0.000062	0.000147	0.006	0.015
N+5.85	G2	25X25	SXY	0.0011	0.0039	0.000361	0.000863	0.036	0.086
N+3.25	G2	25X25	SXY	0.0002	0.0017	0.000066	0.000522	0.007	0.052
N+6.25	G'2	25X25	SXY	0.001	0.0004	0.000253	0.000096	0.025	0.010
N+5.85	A6	25X25	SXY	0.0009	0.0003	0.00021	0.000076	0.021	0.008
N+3.25	A6	25X25	SXY	0.0003	0.0001	0.000104	0.000038	0.010	0.004

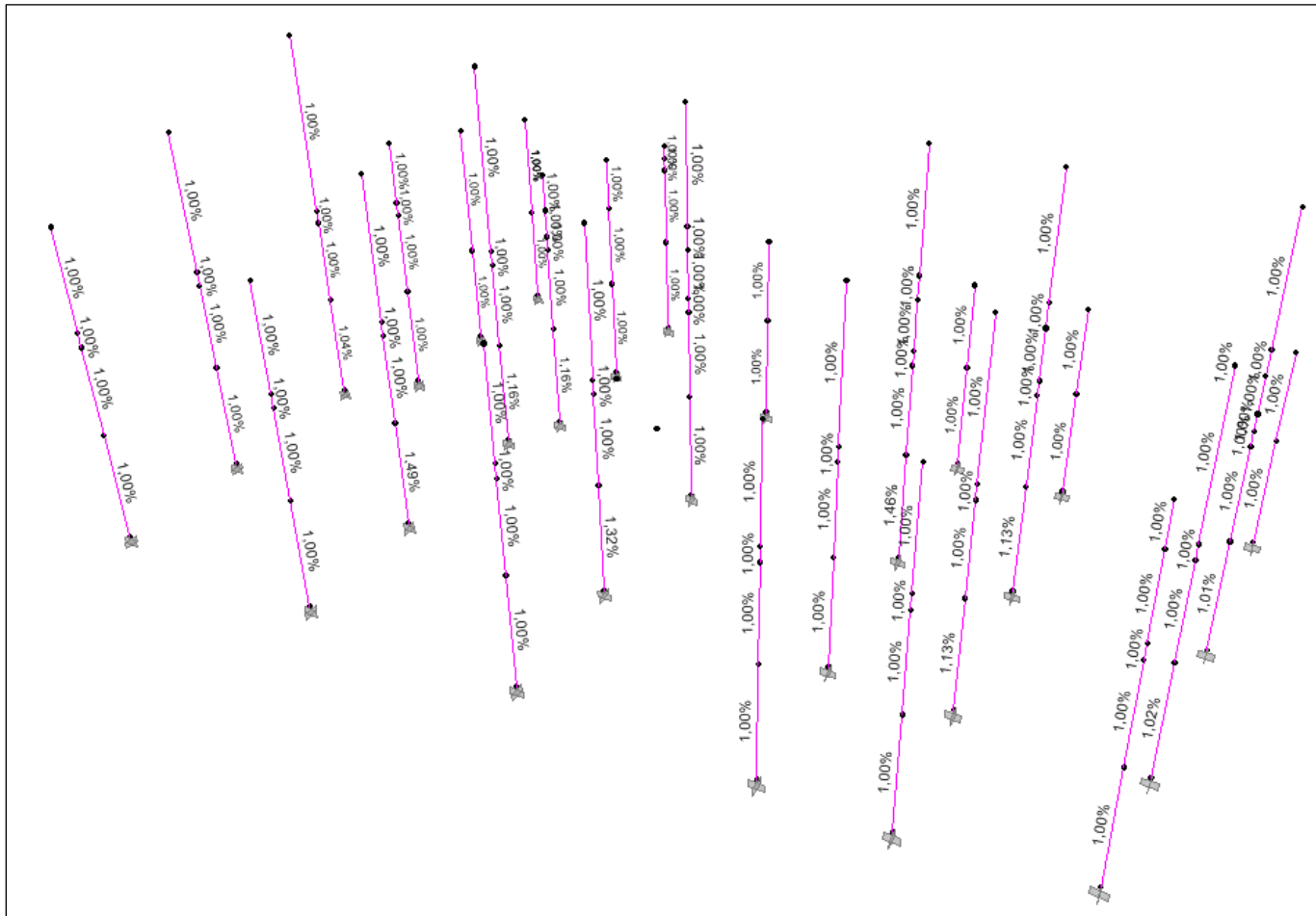
NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+6.25	C6	25X25	SXY	0.001	0.0022	0.000254	0.000552	0.025	0.055
N+5.85	C6	25X25	SXY	0.0009	0.002	0.000211	0.00049	0.021	0.049
N+3.25	C6	25X25	SXY	0.0003	0.0008	0.000105	0.000237	0.011	0.024
N+6.25	E6	25X25	SXY	0.001	0.0008	0.000255	0.000208	0.026	0.021
N+5.85	E6	25X25	SXY	0.0009	0.0007	0.000216	0.000174	0.022	0.017
N+3.25	E6	25X25	SXY	0.0004	0.0003	0.000108	0.00009	0.011	0.009
N+6.25	F6	25X25	SXY	0.001	0.0016	0.000269	0.000381	0.027	0.038
N+5.85	F6	25X25	SXY	0.0009	0.0014	0.000224	0.000339	0.022	0.034
N+3.25	F6	25X25	SXY	0.0004	0.0005	0.00011	0.000166	0.011	0.017
CUB1	G'5'	30X30	SXY	0.0024	0.0009	0.000387	0.00027	0.039	0.027
N+6.25	G'5'	30X30	SXY	0.0016	0.0004	0.000359	0.000124	0.036	0.012
N+5.85	G'5'	30X30	SXY	0.0014	0.0003	0.000331	0.000083	0.033	0.008
N+3.25	G'5'	30X30	SXY	0.0006	0.0001	0.000174	0.000037	0.017	0.004
N+6.25	G6	25X25	SXY	0.0011	0.0036	0.000305	0.000569	0.031	0.057

NIVEL	COL	SECCION	CARGA SISMICA	DESP. X (m)	DESP. Y (m)	DERIVA X	DERIVA Y	INDICES DE FLEXIBILIDAD	
								DERIVA X(%)	DERIVA Y(%)
N+5.85	G6	25X25	SXY	0.001	0.0034	0.000247	0.000678	0.025	0.068
N+3.25	G6	25X25	SXY	0.0004	0.0016	0.000111	0.000495	0.011	0.050
MÁXIMO								0.09	0.09

Tabla 7. Derivas de la Estructura Espectro del Umbral de Daño (con reforzamiento)

El máximo índice de flexibilidad para el espectro en el umbral de daño es de 0.09 en ambas direcciones, un valor mucho menor al valor admisible por la norma de 0.40, por lo que **SE** puede aceptar que el edificio posee la suficiente rigidez para soportar desplazamientos que le imponen las fuerzas sísmicas.

INDICES DE SOBRESFUERZO (RELACIÓN DEMANDA-CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS) -REFORZAMIENTO.



Todas las columnas presentan cuantías de refuerzo mucho menores al 4% permitido por la NSR10, por lo que se puede decir que las nuevas secciones de columnas tienen la capacidad de absorber los esfuerzos transmitidos de acuerdo a la normatividad vigente.

DATOS ESPECIFICOS DE LAS LESIONES (PATOLOGIAS)

Dentro de la fase de observación se encuentra el momento de identificación de la lesión, en el que el fin fundamental es recopilar los datos sobre las lesiones producidas. La observación puede orientarnos sobre el grado y nivel de deterioro.

DESCRIPCIÓN Y FOTOGRAFIAS DE LAS PATOLOGIA MÁS RELEVANTES



Fotografía 11. Deterioro de las paredes y pérdida del revoque por acción del agua. Fuente Propia



Fotografía 12. Eflorescencias y humedad ascendente proveniente de solar vecino. Fuente Propia



Fotografía 13. Perdida del recubrimiento del acero debido a esfuerzos mecánicos. Fuente Propia



Fotografía 14. Deterioro del cielo raso debido a falla en los elementos de soporte. Fuente Propia



Fotografía 15. Deterioro del revoque por acción del agua. Fuente Propia



Fotografía 16. Manchas e infiltración de agua en la losa. Fuente Propia



Fotografía 17. Deterioro de los elementos eléctricos debido a fallas en los mecanismos de soporte. Fuente Propia



Fotografía 18. Deterioro de las paredes e infiltración de agua proveniente de las tuberías. Fuente Propia



Fotografía 19. Fisuras en muros debido a esfuerzos mecánicos. Fuente Propia



Fotografía 20. Deterioro de los elementos de soporte de la cubierta debido a agentes mecánicos y físicos. Fuente Propia



Fotografía 21. Fisuras en los muros debido a esfuerzos y movimientos mecánicos. Fuente Propia



Fotografía 22. Deterioro de elementos de la fachada debido a acción del agua e intemperismo. Fuente Propia



Fotografía 23. Hundimiento de la calzada debido falla en la base posiblemente por infiltración de aguas lluvias y a cargas adicionales. Fuente Propia



Fotografía 24. Deterioro de los andenes debido al agua y factores mecánicos. Fuente Propia



Fotografía 25. Eflorescencia e infiltración de agua. Fuente Propia



Fotografía 26. Deterioro de elementos de la fachada debido a acción del agua e intemperismo. Fuente Propia



*Fotografía 27. Corrosión de los elementos de soporte o vigas de la losa en Steel Deck.
Fuente Propia*



Fotografía 28. Deterioro de la fachada perdida del revoque por acción del agua. Fuente Propia



Fotografía 29. Pérdida del recubrimiento de los aceros de la losa. Fuente Propia



Fotografía 30. Pérdida del recubrimiento de los aceros de las viguetas de la cubierta. Fuente Propia



Fotografía 31. Fisuras en paredes y elementos no estructurales. Fuente Propia



Fotografía 32. Deterioro y fisuración en elementos no estructurales.

ESTUDIOS REALIZADOS

Se realizó en primer medida el estudio de suelos que da a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo y estado de la cimentación existente. (Se anexan los resultados)



Fotografía 33. Excavación para constatar el estado de la cimentación existente. Fuente Propia

Dicho estudio fue la base para la modelación, el estudio de vulnerabilidad sísmica y posterior actualización estructural de la edificación.

Paralelamente se realizan los ensayos destructivos y no destructivos (núcleos, regatas y ultrasonidos), los cuales se anexan a continuación. Estos permiten dar algunos criterios sobre las patologías encontradas y también dan ciertos datos sobre la calidad y especificaciones de los materiales.

Se diseñan dos (2) alternativas de rehabilitación que permitan que la estructura sea menos vulnerable y que se comporte como si fuera una edificación hecha en la actualidad; la elección de las alternativas se hace de acuerdo al presupuesto, al impacto que genere en el entorno y a la que mejor se comporte técnicamente.

CONCEPTUALIZACIÓN TEORICA DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS

ENSAYOS DESTRUCTIVOS

El propósito fundamental de medir la resistencia de los especímenes de pruebas de concreto es estimar la resistencia del concreto en la estructura real. El énfasis está en la palabra “estimar”, y realmente no es posible obtener más que una indicación de la resistencia del concreto en una estructura puesto que la misma depende, entre otras cosas, de lo adecuado de la compactación y del curado. La resistencia de un espécimen de prueba depende de su forma, proporciones y tamaño, de modo que un resultado de prueba no da el valor de la resistencia intrínseca del concreto.

Los núcleos también pueden utilizarse para descubrir separación por acumulación de agregado o para verificar la adherencia en las juntas de construcción o para verificar el espesor del pavimento.

Los núcleos se cortan por medio de una herramienta giratoria de corte con broca de diamante. De esta manera se obtiene un espécimen cilíndrico, que contienen algunas veces fragmentos empotrados de acero de refuerzo, y que tiene normalmente superficies terminales que están lejos de ser planas y a escuadra.

Tanto las normas británicas como las ASTM especifican un diámetro mínimo de 100mm, con el requisito de que el diámetro sea al menos tres veces el tamaño máximo del agregado; sin embargo, la norma ASTM C 42-90 permite, como un mínimo absoluto, que la relación de los dos tamaños sea 2.



Fotografía 34. Ejemplo extracción de núcleos en columnas

POR QUE Y PARA QUE:

Extracción de Núcleos:

Con el fin corroborar la resistencia a la compresión del concreto, el espesor de las losas y morteros se extraerán núcleos de estos y se evaluará el estado de los mismos, para así poder tomar decisiones entorno al tipo de restauración a llevar a cabo.

Adicionalmente teniendo en cuenta que dicho edificio luego de la restauración va a ser empleado como una clínica materno infantil, se debe pensar en un reforzamiento estructural del mismo y en una reforma en la parte de espacios de circulación y accesos, de acuerdo con la normalización vigente.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DEL CONCRETO

El hormigón es el material de construcción por excelencia de nuestros tiempos. En efecto, hoy en día resulta casi imposible encontrar una construcción en la que no esté presente en alguna parte de la misma; desde tuberías, traviesas de ferrocarril y pavimentos de carreteras, hasta las grandes obras de la ingeniería civil como los puentes, los túneles o las presas, el hormigón forma parte de nuestra vida.

Los END o en inglés NDT (non destructive testing) son pruebas practicadas al hormigón de manera que no afecta de manera permanente sus propiedades físicas, químicas mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Este tipo de ensayos empezaron a tomar importancia desde 1970 a medida que nuevos métodos de ensayo venían desarrollándose. La aplicación principal de las pruebas in situ, es estimular las propiedades del concreto y garantizar que un elemento de hormigón es estructuralmente adecuado para la función para la que ha sido diseñado.

La importancia de los ensayos no destructivos reside en que podemos realizar inspecciones de piezas en servicio y controles de calidad de estas sin destruir o influir en las propiedades del hormigón ensayado.

- El Esclerómetro (medidor de durezas):

También conocido como martillo suizo, martillo Schmidt, ya que fue patentado por esa casa en 1950. Su valor de rebote "R" permite medir la dureza del material.

Los Esclerómetros se han convertido en el procedimiento más utilizado, a nivel mundial, para el control no destructivo en hormigón. Vienen en gran variedad de presentaciones Las versiones analógicas poseen una escala en la que se convierte el factor de rebote y la inclinación de aplicación a Resistencia.



Fotografía 35. Ejemplo esclerometria

POR QUE Y PARA QUE:

En el momento de pensar en una restauración de una edificación, lo ideal es sustituir o reforzar los elementos existentes.

Paralelo a esto se debe pensar en que un gran número de elementos, tales como columnas, pantallas y paredes se pueden utilizar luego de verificar su buen estado en relación con su capacidad de carga y su nivel de servicio, logrando así un equilibrio en torno a la conservación de la mayor cantidad de elementos existentes en pos de una restauración económicamente viable.

- Ultrasonidos:

Este ensayo no destructivo se puede realizar en especímenes de concreto no reforzado, concreto reforzado, concreto pretensado, elementos prefabricados y estructuras de concreto, mediante la determinación de la velocidad del pulso ultrasónico. Tiempo de tránsito: tiempo necesario para que un pulso ultrasónico viaje del transductor emisor al transductor receptor, luego de pasar a través del concreto interpuesto entre los dos.

Frente de onda: frente de entrada del pulso detectado por los aparatos de medición.

APLICACIONES

- a) Determinación de la uniformidad del concreto de un elemento o entre elementos.
- b) La detección de grietas y la evaluación aproximada de su tamaño, así como de vacíos y otros defectos del concreto.
- c) La medición de los cambios en las propiedades del concreto a través del tiempo.
- d) La correlación de la velocidad del pulso con la resistencia mecánica del concreto, como una medida de la calidad del mismo.

e) La determinación en el concreto del módulo de elasticidad y del módulo dinámico de Poisson. La velocidad de un pulso ultrasónico se ve influenciada por aquellas propiedades del concreto que determinan su comportamiento elástico y su resistencia mecánica. Las variaciones obtenidas en la velocidad de un conjunto de ondas medida a lo largo de diferentes dimensiones de un elemento estructural reflejan la correspondiente variación en el estado del concreto que lo compone. Cuando se presenta en el concreto bajo ensayo una zona mal compactada, hormigueros o material deteriorado, se presenta una correspondiente reducción en la velocidad del pulso calculada y esto permite la determinación aproximada de la extensión, de la imperfección o del daño. Según el concreto madure o se deteriore, los cambios que ocurran con el tiempo en su estructura deben ser reflejados por un incremento o una reducción de la velocidad del pulso ultrasónico, respectivamente. Esto permite monitorear los cambios haciendo ensayos a intervalos de tiempo apropiados. Las mediciones de la velocidad del pulso en estructuras de concreto pueden ser usadas para el control de la calidad. En comparación con los ensayos de resistencia mecánica hechos sobre cubos o cilindros, las mediciones de la velocidad del pulso tienen la ventaja de que están directamente relacionadas con el concreto de la estructura y no con muestras que a menudo no son representativas del concreto in situ. En la mayoría de los casos, la velocidad del pulso puede estar relacionada con los resultados de otros ensayos sobre los componentes estructurales y debe hacerse uso de ella cuando sea posible establecer una correlación con la resistencia u otra propiedad requerida en dichos componentes. Tales correlaciones pueden ser fácil y directamente establecidas para prefabricados así como para estructuras fundidas in situ. Se pueden establecer relaciones empíricas entre la velocidad del pulso y los módulos estático y dinámico de elasticidad, así como entre dicha velocidad y la resistencia del concreto. Esta última relación se ve influenciada por un cierto número de factores entre los que se incluyen: el tipo y contenido de cemento, los aditivos usados, el tipo y tamaño máximo del agregado, las condiciones de curado y la edad del concreto. Se debe tener precaución cuando se intente expresar los resultados de ensayos de velocidad de pulso en términos de resistencia o de propiedades elásticas, especialmente con resistencias que excedan los 60 MPa.



Fotografía 36. Equipo de Ultrasonido.

POR QUE Y PARA QUE:

Al realizar un recorrido a través de la edificación a restaurar, surgen interrogantes en torno a grietas existentes, su tamaño y grado de afectación en los elementos estructurales y no estructurales, debido a esto se pensó en las pruebas de ultrasonido como una opción para llegar a concluir si es necesario reforzar o sustituir los elementos afectados.

También se evaluarán los cambios de las propiedades del concreto y la resistencia mecánica del mismo a través del tiempo que en algunos casos puede resultar muy complicado e incluso imposible por la dificultad de acceso y maniobrabilidad en el interior.

- La Fenolftaleína:

Se utiliza para realizar muchas pruebas y análisis, ya que su propiedad primaria es la de cambiar de color en función del PH del elemento al que se le aplica. Es muy útil para detectar la existencia de sangre en las escenas de un crimen y para detectar la profundidad de carbonatación del concreto en las construcciones.

A nuestro efecto su utilidad es ésta última, cuando aplicamos la fenolftaleína a un trozo de concreto recién extraído o a una superficie recién expuesta, podremos determinar fácilmente que porción del concreto no está carbonatada, ya que esta porción se teñirá de un color rosa-fucsia intenso, no así la parte carbonatada, que generalmente presenta el aspecto de concreto humedecido solamente. Cabe indicar que el caso extraordinario de que el concreto haya estado expuesto a algún ácido o que debido a fenómenos externos haya disminuido mucho su PH, el concreto se teñirá de naranja.

Rociado de Fenolftaleína en la cabeza de un pilar que ha sufrido una rotura por deficiencia de apoyo de las vigas



Fotografía 37. Ejemplo de núcleo con fenolftaleína

POR QUE Y PARA QUE:

Cuando se intenta actuar sobre una estructura (en este caso un edificio) de la que se desconoce información, lo primero que se debe plantear es la obtención de datos. En muchas ocasiones, no se dispone de planos y/o información de proyectos de edificaciones con cierta antigüedad. En virtud de lo anterior, siempre será necesario realizar un mínimo de ensayos de comprobación y verificación. Como ya se indicó anteriormente, se realizarán extracciones de núcleos. Se realizará la prueba de la fenolftaleína para algunos de estos núcleos, con el fin de evaluar el grado de carbonatación de los elementos del edificio y si es necesario intervenir algunas vigas, losas o columnas.

- Regatas en vigas

Localización de barras de refuerzo. Utilizando el sistema de localización de barras (Equipo Magnético) se analizará la ubicación del refuerzo en la estructura. En un sistema de inspección de barras de refuerzo en concreto, instrumento que genera un campo magnético y mide los cambios en este campo debido a la presencia de material magnético. De tal forma, mediante la utilización del aparato se determinará la cantidad de varillas en cada una de las vigas, longitudinalmente para refuerzo a tracción y transversalmente para refuerzo a corte

Determinación del diámetro de barras. Una vez determinado el refuerzo estructural de un elemento, se procedió a determinar el diámetro de las varillas mediante el detector magnético. Luego se comprobará el número (#) de la varilla mediante regatas efectuadas en algunos sitios de cada uno de los elementos inspeccionados, bien sea Columna, Viga, siguiendo la presente metodología. Utilizando un puntero fino y maceta, se descubrieron una varilla interior y exterior de cada elemento estructural y se efectuó el dimensionamiento y estructuración del refuerzo inspeccionado en campo

POR QUE Y PARA QUE:

Al medir el diámetro de las varillas en una viga podemos evaluar la pérdida de sección de estas y su estado actual de servicio, se puede también evaluar su grado de corrosión y como a disminuido su nivel de capacidad portante.

Con esta información se puede modelar nuevamente la estructura y decidir si es necesario realizar un reforzamiento estructural o no.

DIAGNOSTICO

Una vez finalizada la toma de datos directa, y contando ya con los resultados de los eventuales ensayos in situ y de laboratorio, se puede iniciar la reconstrucción de los hechos, es decir, tratar de determinar cómo se ha desarrollado el proceso patológico, cual ha sido su origen y sus causas, cuál será su evolución y cuál es su estado actual. Todo con el fin de encontrar un diagnóstico definitivo, y por tanto, llegar a unas conclusiones imprescindibles para la posterior actuación profesional que implique la reparación de las unidades afectadas.

Un diagnóstico adecuado y completo será aquel que esclarezca todos los aspectos del problema, o sea:

Síntomas: Los problemas patológicos, salvo raras excepciones, presentan manifestaciones externas características, a partir de las cuales se pueda deducir cuál es su naturaleza, el origen y los mecanismos de los fenómenos involucrados, así como estimar sus probables consecuencias. Estos síntomas, también denominados lesiones, daños, defectos o manifestaciones patológicas, pueden ser descritos y clasificados, orientando un primer diagnóstico, a partir de observaciones visuales detalladas efectuadas por personal experimentado.

Mecanismo: Todo problema patológico ocurre a través de un proceso, de un mecanismo. Conocer el mecanismo del problema es fundamental para una terapia adecuada.

Origen: El proceso de construcción y uso puede ser dividido en cinco grandes etapas: planeamiento, proyecto, fabricación de materiales y elementos fuera de obra, ejecución propiamente dicha a pie de obra y uso; esta última etapa más larga en el tiempo, involucra la operación y mantenimiento de obras civiles.

Los problemas patológicos solo se manifiestan durante la construcción o después de la ejecución propiamente dicha, última etapa de la fase de producción. Normalmente ocurren con mayor incidencia en la etapa de uso. Un diagnóstico adecuado del problema debe indicar en que etapa del proceso constructivo tuvo origen el fenómeno.

Causas: los agentes causantes de los problemas patológicos pueden ser varios: cargas, variaciones de humedad, variaciones térmicas intrínsecas y extrínsecas al hormigón, agentes biológicos, incompatibilidad de materiales, agentes atmosféricos y otros. A cada causa corresponderá una terapia más adecuada y más duradera.

ESTUDIO PATOLÓGICO, DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y DISEÑO DE LA ACTUALIZACIÓN ESTRUCTURAL – ANTIGUA CLÍNICA DEL SEGURO SOCIAL – CIENAGA (MAGDALENA)

TIPO DE LESIÓN	NOMBRE	ORIGEN	AGENTE CAUSANTE
Química	Eflorescencia en muros de primer nivel	Se originó debido a condiciones desfavorables propias de la estructura y del medio como la alta porosidad, elevada humedad permanente y defectos constructivos.	El agente causante es el agua que tiene la posibilidad de percolar a través del material, o cuando una cara expuesta sufre el proceso de humedecimiento y mojado. El agua disuelve las sales y las arrastra al exterior.
	Corrosión en los perfiles de la losa en MetalDeck	Su origen está en la falta de mantenimiento preventivo.	El oxígeno del aire que tienen a su alrededor los perfiles. La superficie del metal reacciona con el oxígeno y se transformó en óxido.
	Corrosión en armadura	El origen de esta patología tiene diversos factores: la calidad de la mezcla, la compactación del concreto, el espesor del recubrimiento, las condiciones de temperatura y la superficie del acero.	Los poros en la masa de concreto y el poco recubrimiento permitieron el acceso de oxígeno hasta el refuerzo y favorecieron el proceso de oxidación; esto produjo el desprendimiento del recubrimiento en el concreto.
Mecánica	Fisuras en muros	Mala utilización que se hace del elemento con la colocación de cargas mayores a las previstas inicialmente.	Aumento de Cargas o esfuerzos mecánicos.
Físicas	Humedades de filtración	Abandono y no reparación o restauración de otras lesiones en cubierta y fachada.	Agua lluvia que llega desde el exterior y penetra en el interior de la edificación a través de la fachada y la cubierta.
	Humedad accidental	Falta de mantenimiento en las instalaciones hidráulicas del edificio.	Agua procedente de accidentes, fallos, roturas o averías puntuales.
	Humedad por capilaridad	Mal diseño de filtros e impermeabilización de elementos en contacto con el suelo.	Agua procedente del terreno sobre el cual se encuentra el edificio.

Tabla 8. Lesiones, origen y agente causante

EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL: En entrevista con la persona encargada de la clínica nos manifiesta que todas las patologías que presenta la estructura se deben principalmente al estado de abandono en que la tienen, es decir, a la falta de mantenimiento desde hace más de diez años.

Dichas “enfermedades” están en continua evolución tanto así que han llamado la atención de sus propietarios y por ello están pensando en realizar una intervención; en realidad las dolencias de la clínica se deben a la falta de patología preventiva.

La *patología preventiva* consiste en considerar la funcionalidad constructiva de los elementos y unidades que componen un edificio, su durabilidad e integridad. Esto implica una serie de medidas constructivas, de selección de material, mantenimiento y uso, así como una definición previa de las distintas actuaciones posibles.

Toda medida tomada con antelación y previsión, durante el periodo de uso y mantenimiento de la estructura, puede ser asociada a un costo 5 (cinco) veces menor que aquel necesario para la corrección de los problemas generados a partir de una intervención no prevista tomada ante una manifestación explícita e irreversible de patología.

Al mismo tiempo estará asociada a un costo 25 (veinticinco) veces superior a aquel que habría ocasionado una decisión de proyecto para la obtención del mismo “grado” de protección y durabilidad de la estructura.

CONCLUSIONES DEL DIAGNOSTICO

El diagnostico cumple con su objetivo final, este es llegar a propuestas de actuación que tendrán como misión devolver a la unidad su función constructiva. Dichas propuestas se contemplan en dos frentes reparación y mantenimiento.

La serie de ensayos realizados tendieron a rectificar o ratificar nuestras hipótesis de trabajo. La diagnosis no solo se realizó con ensayos no destructivos, de ejecución fácil y rápida, sino también con ensayos destructivos que implicaron una mínima intervención en los elementos. Estos últimos nos arrojaron medios muy fiables para determinar los parámetros que condicionaban el comportamiento estático de la estructura y el camino a seguir en su reparación.

Los ensayos realizados estuvieron encaminados a arrojar los parámetros propios para la modelación y actualización estructural tales como resistencias del concreto y cantidad y resistencia de las varillas en elementos estructurales; esto debido a que no se contaba con planos estructurales que nos sirvieran de base para la modelación.

En general el diagnostico NO es desalentador, se deben realizar una serie de actuaciones y seguir algunas recomendaciones que realizados de manera adecuada logran aumentar en gran medida la vida útil de la estructura.

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN PARA LAS PATOLOGIAS

Una vez hemos pasado por todas las fases del proceso patológico, hemos observado, tomado los datos necesarios, los hemos analizado y estudiado su evolución, llegamos al punto que nos toca actuar. Se trata, puesto que ya conocemos el diagnóstico, de comenzar un tratamiento de recuperación de esos materiales que sufren el deterioro.

Para ello existen una serie de propuestas de reparación, en el caso de que el objetivo sea reparar al edificio de algún daño causado, o propuestas de mantenimiento, en el caso de que el objetivo sea prevenir exactamente que se produzca el daño por estudios previos que se hayan realizado.

Es claro que la propuesta de intervención se realizara una vez corregida y anulada la causa, lo que tendrá por objeto devolver al elemento o unidad constructivos su aspecto y funcionalidad originales. Las posibilidades de intervención son, lógicamente, muy variadas, como lo son tipos de materiales y elementos que pueden verse afectados y los tipos de lesiones que los pueden afectar.

Los elementos estructurales son los que sufren mayores esfuerzos mecánicos y tienen, por ello, la mayor responsabilidad en la seguridad del edificio, por lo que hay que asegurarse en todo momento de su funcionalidad constructiva.

- **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LAS EFLORESCENCIAS:**

Son, quizás, las de reparación más simple de su efecto y pasan por una limpieza natural química o mecánica.

El paso previo para eliminar las eflorescencias es dejar que sequen. A continuación, hay que buscar las causas y el origen de las sales, y una vez eliminado el foco de humedad ya se pueden empezar a tratar.

El método más sencillo consiste en disolver los cristales con agua a presión y retirarlos con un cepillo de cerdas naturales. Para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca. En caso contrario, las sales se disolverán de nuevo en el interior de ésta.

Si los cristales no se disuelven con el agua hay que utilizar un limpiador de ácido clorhídrico, el producto se debe aplicar a presión.

Cuando las sales se recristalizan y se endurecen es necesario recurrir a cepillos de púas metálicas o cepilladoras eléctricas.

Para evitar que las eflorescencias vuelvan a salir conviene impermeabilizar la zona afectada una vez que ha sido tratada.

- **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LA CORROSIÓN EN PERFILES METÁLICOS:**

La reparación por corrosión se realiza mediante la sustitución de elementos cuando han tenido pérdidas en el área de su sección; esta es la solución más segura y también la más radical.

Todos los métodos que existen para lograr controlar la corrosión de los materiales metálicos, son intentos para interferir con el mecanismo de corrosión, de tal manera que se pueda hacer que este sea lo más ineficiente posible.

Dado que para que exista un proceso de corrosión, debe formarse una pila o celda de corrosión y, por tanto, un ánodo, un cátodo, un conductor metálico y una solución conductora, además de una diferencia de potencial entre los electrodos o zonas anódicas y catódicas, la eliminación de alguno de los componentes de la mencionada pila, podría llegar a detener el proceso.

Sea cual sea el mecanismo de reparación elegido la primera medida a tomar es la limpieza y puesta a punto de todos los elementos corroídos. De la calidad de la preparación de la superficie dependerá la adherencia y, en consecuencia la eficacia de la capa protectora.

La limpieza puede ser con llama mediante un soplete oxiacetilénico a gran velocidad y altas temperaturas; limpieza por chorreado abrasivo impulsando pequeñas partículas de material abrasivo a gran velocidad, mediante aire comprimido, vapor, agua o discos centrífugos. El chorro de arena comprimido en general es considerado como el método de limpieza idóneo para la fase previa al pintado, ante todo porque elimina el óxido, la cascarilla y la pintura vieja hasta dejar el metal blanco.

También existe limpieza con emulsiones, disolventes (alcalinos, ácidos, orgánicos), decapado químico y limpiezas de conversión química. Estos métodos no son recomendados para piezas muy grandes.

En la práctica, existen tres maneras de luchar contra la corrosión:

Aislamiento eléctrico del material. Esto puede lograrse mediante el empleo de pinturas o resinas, depósitos metálicos de espesor suficiente o por aplicación de recubrimientos diversos. De esta forma, se puede lograr aislar el metal del contacto directo con el medio agresivo (agua y atmósfera por lo general).

Cambiando el sentido de la corriente en la pila de corrosión. Conectando eléctricamente, por ejemplo, el acero con un metal más activo (cinc o magnesio) podemos llegar a suprimir la corrosión del acero, ya que dejará de actuar como ánodo y pasará a comportarse como cátodo, dejando el papel de ánodo al metal más activo (cinc o magnesio). Este es el principio de la protección Catódica.

Polarización del mecanismo electroquímico. Esto se puede lograr bien eliminando el oxígeno disuelto, bien mediante la adición en el medio agresivo de ciertas sustancias llamadas inhibidores, las cuales pueden llegar a polarizar uno de los electrodos de la pila de corrosión y por lo tanto, llegar a detener o cuanto menos disminuir sus efectos. En la práctica, lo anterior conlleva una modificación del entorno o medio ambiente, al cual está expuesto el metal.

Para el caso en particular se recomienda el aislamiento eléctrico del material como la solución más favorable tanto técnica como económicamente; este aislamiento se logra a través de

recubrimientos protectores. Estos recubrimientos se utilizan para aislar el metal del medio agresivo; los hay metálicos y no metálicos, ambos se aplican al metal para proteger, sin una modificación notable en la superficie metálica.

Recubrimientos no-metálicos: Podemos incluir dentro de éstos las pinturas, barnices, lacas, resinas naturales o sintéticas, grasas, ceras y aceites.

Recubrimientos orgánicos de materiales plásticos: Esmaltes vitrificados resistentes a la intemperie, al calor y a los ácidos.

Recubrimientos metálicos: Pueden lograrse recubrimientos metálicos mediante la electrodeposición de metales como el níquel, cinc, cobre, cadmio, estaño, cromo, entre otros.

Proyección de metal fundido mediante una pistola atomizadora. Metalizaciones con cinc, aluminio, estaño, plomo, etc.

Reducción química (sin paso de corriente): Por ese procedimiento se pueden lograr depósitos de níquel, cobre, paladio, etc. Son recubrimientos formados por modificación química de la superficie del metal. Los llamados recubrimientos de conversión consisten en el tratamiento de la superficie del metal con la consiguiente modificación de la misma. Entre las modificaciones químicas de la superficie del metal podemos distinguir tres tipos principales:

Recubrimientos de fosfato: El fosfatado se aplica principalmente al acero, pero también puede realizarse sobre cinc y cadmio. Consiste en tratar al acero en una solución diluida de fosfato de hierro, cinc o manganeso en ácido fosfórico diluido. Los recubrimientos de fosfato proporcionan una protección limitada, pero en cambio resultan ser una base excelente para la pintura posterior.

Recubrimiento de Cromato: Se pueden efectuar sobre el aluminio y sus aleaciones, magnesio y sus aleaciones, cadmio y cinc. Por lo general, confieren un alto grado de resistencia a la corrosión y son una buena preparación para la aplicación posterior de pintura.

Recubrimientos producidos por anodizado: El anodizado es un proceso electrolítico en el cual el metal a tratar se hace anódico en un electrolito conveniente, con el objeto de producir una capa de óxido en su superficie. Este proceso se aplica a varios metales no-ferrosos, pero principalmente al aluminio y a sus aleaciones. Proporciona una buena protección y también resulta un buen tratamiento previo para la pintura posterior.

Refiriéndonos al caso del acero como el material de más amplia utilización, la selección de un determinado recubrimiento metálico se puede efectuar y justificar sobre la base de una de las siguientes propiedades físicas, cuando se trata de proteger de una manera eficaz y económica la superficie del acero en condiciones determinadas:

- Impermeabilidad, esto es, que el recubrimiento sea continuo y de espesor suficiente, lo cual permitirá aislar la superficie del acero de los agentes agresivos.

- Resistencia mecánica de los metales utilizados en los recubrimientos, para garantizar una buena resistencia a los choques, rozamientos ligeros o accidentales, etc.

- Buena adherencia al acero.

-Posibilidad de proporcionar superficies pulidas o mates, capaces de conferir a los objetos un acabado con fines decorativos.

- **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LA CORROSIÓN EN ARMADURA (REFUERZO)**

Posterior a la evaluación del avance de la corrosión del refuerzo se pueden tomar dos decisiones:

Si su efecto es escaso y no afecta la integridad de la pieza se puede hacer una limpieza, en caso contrario habrá que sustituirla.

En el presente caso se puede hacer una limpieza; posterior a ello los pasos a seguir son los siguientes:

En la actualidad se utilizan pinturas, revestimientos, protección catódica e inhibidores. Se encuentran en fase de experimentación la remoción de cloruros y re alcalinización.

Las técnicas de control de la corrosión se realizan por protección directa del refuerzo o por protección indirecta a través del concreto.

Luego de revestir el refuerzo se debe recuperar el recubrimiento del concreto. El recubrimiento de concreto sobre las armaduras, hará que el ingreso de humedad y agresivos hacia el interior del elemento de concreto endurecido se vea disminuido garantizando, así, que la estructura cumpla con la vida útil de diseño requerida por el propietario.

Algunos tipos de protección para la corrosión utilizados son:

Protección directa

Recubrimientos epóxicos

Se utilizan recubrimientos tipo barrera mediante epóxicos y galvanizados sin ser muy buenos los resultados, inclusive en algunos casos la corrosión producida ha sido severa.

Protección catódica

Se considera que es el único sistema de protección efectivo puesto que el mecanismo consiste en que toda la armadura se convierta en cátodo y el ánodo (de aluminio y zinc) es un elemento dispuesto aparte. La protección puede hacerse por ánodos de sacrificio o por corriente impresa que es el método de mayor uso en el mundo.

Protección indirecta

Morteros de reparación

El mortero se elabora con agregado fino seleccionado y un cementante que puede ser cemento Portland o epóxicos, acrílicos, u otro polímero orgánico. Se puede agregar algunos aditivos como microsíllica, ceniza volante, escoria de alto horno, etc. Para garantizar la reparación es necesario **remover la totalidad del concreto deteriorado y retirar o limpiar todo el acero oxidado.**

Revestimientos

Los revestimientos son barreras físicas entre los que se encuentran los revestimientos hidrófugos, membranas orgánicas prefabricadas, polímeros impregnados sobre el hormigón y otros como epóxicos, acrílicos y poliuretanos.

Inhibidores de corrosión

La protección del acero de refuerzo se logra mediante la incorporación de una sustancia a la masa de concreto pudiendo afectar sus propiedades mecánicas. Es una buena alternativa para concretos utilizados en zonas o ambientes marinos. El inhibidor más utilizado es el nitrito de calcio. A pesar de su uso no se tienen resultados completamente favorables a largo plazo.

- **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA FISURAS EN LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES**

Se procederá a la reparación del defecto, lo que tendrá por objeto devolver a los muros su aspecto y funcionalidad originales.

Es claro que el muro no fue diseñado para soportar las cargas a las que está siendo sometido, más aun cuando no tiene dovelas y el tamaño del ladrillo es muy pequeño.

Se debe entonces construir columnetas de confinamiento con la separación estipulada en el diseño estructural. Los muros confinados estructurales están diseñados para soportar las losas y techos, además de su propio peso, y resisten las fuerzas horizontales causadas por el sismo y el viento.

Las columnas de confinamiento o amarre vertical son una parte de la estructura de hormigón reforzado, que amarra los muros para que no se corran en caso de un movimiento sísmico. Estas columnas, se colocan en los extremos de los muros estructurales o de carga, en la intersección de dos muros estructurales y en lugares intermedios, a distancias no mayores de 35 veces el espesor del muro, o 1,5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento, pero no mayor a 4 mts.

Las columnas de confinamiento llamadas también columnetas, deben tener una sección transversal mínima de 200 cms² con un espesor igual al del muro que lo confina y con un refuerzo de 4 barras de 3/8 lisas o 10 mm.

También puede reemplazarse este refuerzo por 3 varillas corrugadas de ½" o 12 mm con estribos cerrados de diámetro ¼" o 6 mm, colocados los 6 primeros a 10 cms en los lados adyacentes a las vigas de amarre y el resto a 20 cms en el centro de la columna. El concreto utilizado para vigas y columnas debe tener una resistencia mínima de 17.5 Mpa (175 Kg/cm²).

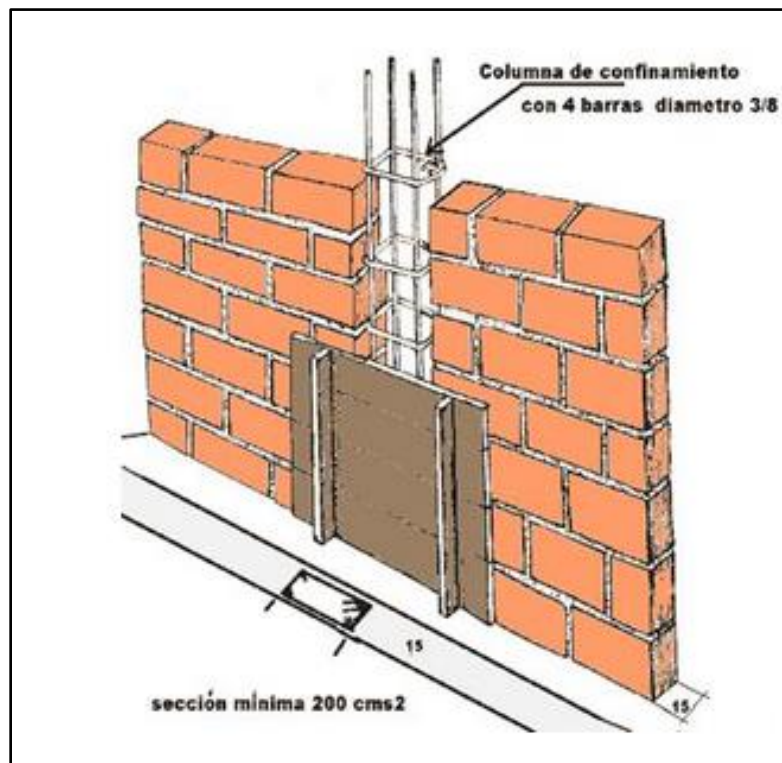


Figura 12. Esquema de columneta de confinamiento para mampostería.

Fuente:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccin__17_mampostera__confinada.html

- **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LAS HUMEDADES**

Una vez fue determinado el origen de la humedad en el caso en particular de la de infiltración y la accidental se deben dejar secar; una vez secas, suelen dejar mancha, que bastara con eliminar por simple limpieza o tapar con capa de pintura.

Para el caso de la fachada es recomendable la aplicación de una serie de técnicas impermeabilizantes basadas en diversos productos que se encuentran en el medio, Sika por ejemplo suministra siliconas, morteros, impermeabilizantes integrales, membranas y capas asfálticas. Otras empresas reconocidas en el medio son texsa y bronco. Texsa por ejemplo brinda una solución muy utilizada en el medio y es la aplicación del fibratex y emuplas, o del manto auto protegido.

Los productos están especialmente diseñados para garantizar la máxima protección y durabilidad, dependerá del constructor la elección del fabricante del producto.

Para la humedad por capilaridad se debe hacer un drenaje e impermeabilización de los muros y cimientos, además de eliminar todos aquellos elementos de la edificación vecina que son causantes de humedad.

Posterior a esto es recomendable la aplicación de resinas hidrófugas; este tipo de producto se inyecta en una serie de perforaciones de unos 12mm de diámetro a intervalos de máximo 10cm. La profundidad de perforación debe ser levemente inferior a la del espesor de la pared.

Una vez hechas las perforaciones se inyecta la resina, esta se extiende una vez dentro del muro actuando como barrera de humedad, es decir, la humedad llega hasta la resina, pero no la traspasa.

CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

- Se logra un diagnóstico adecuado y completo esclareciendo todos los aspectos del problema como síntomas, mecanismos, origen y causas. Los problemas patológicos presentan manifestaciones externas características, a partir de las cuales se pudo deducir la naturaleza, el origen y los mecanismos de los fenómenos involucrados, así como estimar sus consecuencias.

Estos síntomas nos orientaron en un primer diagnóstico pero la instrumentación, los cálculos y los ensayos fueron auxiliares para poder determinar fenómenos imperceptibles por los sentidos.

- Las medidas terapéuticas de corrección de los problemas incluyeron pequeñas reparaciones localizadas, como una recuperación generalizada de la estructura. Es siempre recomendable que, después de cualquiera de las intervenciones citadas, sean tomadas medidas de protección de la estructura, con la implantación de un programa de mantenimiento periódico, teniendo en cuenta la vida útil prevista, la agresividad de las condiciones ambientales de exposición, la naturaleza de los materiales y las medidas protectoras adoptadas.
- La selección de los materiales y las propuestas de intervención dependieron del diagnóstico del problema, de las características de la zona a ser corregida y de las exigencias de funcionamiento del elemento que va a ser objeto de corrección.
- Aunque que el ensayo con El Esclerómetro aporta información importante del concreto, este no se realizó, ya que al llevar a cabo la extracción de núcleos, se obtuvo información respecto al estado de los concretos de la construcción.
- El Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente NSR -10, define el índice de flexibilidad en el numeral A.10.4.3.5 (a) como: el valor que indica la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el Reglamento, las cuales están definidas en la Tabla A.6.4-1 del Reglamento. Además en el numeral A.10.7.1.1 el Reglamento aclara que en aquellos casos en que para la edificación existente el índice de sobreesfuerzo o el índice de flexibilidad sea mayor que la unidad, hay necesidad de intervenir el sistema estructural de la porción existente hasta el punto en que el índice de sobreesfuerzo y el de flexibilidad sean menores que la unidad.
- Para el caso exacto de la Clínica de Ciénaga, fue necesario realizar un Análisis dinámico elástico a la estructura, para determinar de esta forma los desplazamientos horizontales de puntos previamente seleccionados.

- Los resultados obtenidos de este análisis están resumidos en las tablas en las cuales se encuentran resaltados con color rojo todos los puntos que no satisfacen lo establecido por la NSR-10.
- El máximo índice de flexibilidad para el espectro de diseño fue de 3.40 (columna E2), el cual al ser comparado con lo establecido en la norma, permite determinar el incumplimiento de lo que está exige. Este valor representa entonces que ante un evento sísmico con las características de diseño definidas en el modelo, el punto tendría un 240% más de deflexión o desplazamiento que la unidad de 1.0, definida en el Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente.
- El máximo índice de flexibilidad para el espectro del umbral de daño fue de 0.50, el cual al ser comparado con lo establecido en la norma, permite determinar el incumplimiento de lo que está exige. Este valor representa entonces que ante un evento sísmico con las características de diseño definidas en el modelo, el punto tendría un 25% más de deflexión o desplazamiento que la unidad de 0.40, definida en el Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente.
- El índice de flexibilidad de la estructura es de 3.40%; el inverso del índice de flexibilidad general expresa la vulnerabilidad sísmica de la edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con los requisitos de la NSR-10, es decir, la clínica de Ciénaga tendría el 29.4% de rigidez de una edificación nueva construida con la NSR-10.
- Los desplazamientos excesivos que se presentan en varias columnas de la edificación, se deben básicamente a que las secciones de las columnas que soportan las cargas de la estructura no aportan la suficiente rigidez al edificio, por consiguiente se podría decir que la estructura puede sufrir daños considerables que impedirían el desarrollo de actividades dentro de la edificación o inclusive el colapso total de la estructura. Por tanto la estructura necesita ser reforzada en la totalidad de sus columnas.
- En conclusión para un sismo de diseño con una probabilidad de ocurrencia del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de 50 años, la estructura podría sufrir daños severos; para un sismo en el umbral de daño con una probabilidad de ocurrencia del ochenta por ciento de ser excedidos en un lapso de 50 años la edificación podría sufrir daños moderados. La estructura no estaría cumpliendo con la filosofía de asegurar la continuidad de los servicios básicos y de minimizar los daños ante un evento sísmico, por ello se deben diseñar soluciones de reforzamiento y rehabilitación sísmica, para llevar esta edificación al nivel de seguridad sísmica aceptable según sus características.

- Se debe actualizar y reforzarla edificación estructuralmente siguiendo los requisitos de la NSR-10, para que esta sea capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero posiblemente con algún daño a los elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales pero sin colapso; máxime siendo una edificación indispensable (clínica materno infantil) que debe continuar en operación después de un movimiento sísmico.

RECOMENDACIONES

Como primera medida hay que decir que unas mejores prácticas de construcción redundarían, de inmediato, en la calidad de las mismas. Esto es particularmente importante en una época, como la actual, donde la durabilidad de las estructuras ha venido a constituirse en un asunto de extrema importancia debido a la cada vez más temprana necesidad de rehabilitar estructuras afectadas por la acción de ambientes agresivos, inadecuados diseños y malos procesos constructivos.

Siendo el concreto un material que pudiera ser considerado prácticamente eterno siempre que reciba un mantenimiento sistemático y programado, hay construcciones que presentan manifestaciones patológicas de significativa intensidad e incidencia, acompañados de elevados costos para su rehabilitación.

Siempre hay comprometimiento de los aspectos estéticos y, en la mayoría de los casos, reducción de la capacidad resistente, pudiéndose llegar, en ciertas situaciones, al colapso total o parcial de la estructura.

Ante estas manifestaciones patológicas se observa en general una actitud inconsecuente, que conduce en unos casos a simples reparaciones superficiales y en otros a demoliciones y refuerzos injustificados. Ninguno de los dos extremos es recomendable, principalmente con la existencia hoy en día de conocimiento tecnológico y gran cantidad de métodos y productos desarrollados específicamente para solucionar problemas patológicos.

La recomendación va encaminada a lo siguiente: el proceso de construcción y uso puede ser dividido en cinco grandes etapas: planeamiento, proyecto, fabricación de materiales y elementos fuera de la obra, ejecución propiamente dicha a pie de obra, y uso; esta última etapa más larga en el tiempo, involucra la operación y mantenimiento de obras civiles.

Según Paulo Helene y Fernanda Pereira en su libro rehabilitación y mantenimiento de estructuras en concreto, un elevado porcentaje de las manifestaciones patológicas tiene origen en las etapas de planeamiento y proyecto. Las fallas de planeamiento y proyecto son en general más graves que las fallas de calidad de materiales o de mala ejecución. Es siempre preferible invertir más tiempo en hacer un diseño más detallado de la estructura, que, por falta de previsión, tomar decisiones apresuradas y adaptadas durante la ejecución.