

**PASANTÍA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA LUIS CARLOS GONZÁLEZ MEJÍA DE EDUCACIÓN BÁSICA
PRIMARIA Y SECUNDARIA DEL BARRIO GAMMA DEL MUNICIPIO DE
PEREIRA.**

PRESENTADO POR:

**MIGUEL ÁNGEL GAVIRIA RUIZ
DANIEL RESTREPO DUQUE**

PROFESOR ASESOR:

Ing. ADÁN SILVESTRE GUTIÉRREZ

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PEREIRA
2017**

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES	4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	5
4. JUSTIFICACIÓN	6
5. OBJETIVOS	7
5.1. GENERAL:.....	7
5.2. ESPECIFICOS:	7
6. MARCO TEÓRICO.....	8
6.1. MARCO LEGAL.....	8
6.2. LOCALIZACIÓN	9
6.3. DEFINICIONES.....	10
6.4. MARCO DE REFERENCIA	12
6.5. METODOLOGÍA	18
6.5.1. PASO A PASO DEL ANÁLISIS PATOLÓGICO	18
7. RESULTADOS	20
8. RECOMENDACIONES	48
9. CONCLUSIONES.....	49
10. BIBLIOGRAFÍA	50

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría que éstas líneas sirvan para expresar nuestra más profunda y sincera gratitud hacia las personas que aportaron su grano de arena con la realización de esta investigación, en especial al Ing. Adán Silvestre Gutiérrez, Director de la investigación, por la orientación, seguimiento y supervisión continua y constante de la misma.

Un reconocimiento a los docentes de la facultad de ingeniería, con los que nos encontramos en deuda por el ánimo infundido y la confianza depositada en nosotros; gracias a todos los que nos colaboraron de una u otra manera en la realización del proyecto.

Agradecimiento a Dios, por habernos acompañado y guiado a lo largo de este proceso, por ser una fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de experiencias y oportunidades.

Y un agradecimiento muy especial a nuestros padres, por el apoyo incondicional, y la motivación a lo largo de todo este tiempo, por brindarnos la oportunidad de estudiar, por su gran esfuerzo y dedicación, agradezco sus sabios consejos en el momento exacto que han sabido subirnos el ánimo, gracias por todo.

¡GRACIAS!

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto a elaborar es la realización de un análisis visual sobre las patologías de la Institución Educativa Luis Carlos González Mejía de la ciudad de Pereira en el año 2017, se hace con el fin de identificar y diagnosticar los problemas que afectan dichas estructuras además de dar paso a futuros estudios y posibles mantenimientos del colegio, que, si el daño es demasiado grave, podría llevar a renovar algunas estructuras totalmente.

El trabajo se desarrolla mediante visitas a la Institución, detectando visualmente los daños en los elementos estructurales y no estructurales que estén afectando la edificación, además de realizar unas estadísticas de las patologías más comunes que se presentan en éstas estructuras, el método que se utiliza para detectar las patologías es la visualización externa de la estructura; en éstas podemos encontrar patologías comunes las cuales son poco intervenidas para su mejoramiento, se utiliza además instrumentación especializada como el Ferroskan para la determinación del acero en los elementos estructurales.

El proyecto tiene algunos limitantes como son el estudio interno de los elementos estructurales debido a que se requiere de equipo especializado, la Universidad no posee éstos equipos debido a su gran costo tanto de la maquinaria como de su alquiler.

2. ANTECEDENTES

El tema de las patologías estructurales se presenta principalmente en la década de 1960 en el hormigón armado, a raíz del terremoto en Popayán en 1983 se vio con la obligación de diseñar y construir estructuras que cumplan unos parámetros mínimos de resistencia, gracias a esto en 1984 se adaptó el primer “Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes” el cual tuvo modificaciones en el 1998 y por último la actual NSR-10, por el sismo ocurrido en 1999 en Armenia se demostró que no basta con construir edificaciones nuevas que cumplan a cabalidad con la norma sino que se deben reforzar las estructuras construidas con anterioridad para prevenir pérdidas económicas y lo más importante, vidas humanas.

Es tan importante el estudio de las patologías del concreto en general, que pronto estará como una materia en las universidades, las patologías normalmente se detectan en las estructuras debido al deterioro de éstas, se muestran visualmente como: grietas, fracturas, fisuras, carbonatación, lixiviación, corrosión, ante éstos problemas el “patólogo” debe estudiar, analizar y dar solución al problema.¹

¹ CHAPARRO, Ismael Antonio y COLMENARES, Henry. Antecedentes y estado actual. En: Vulnerabilidad y Patologías Colombia, 2010. p. 15.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La institución Educativa Luis Carlos González Mejía, es la escogida para realizar y analizar las patologías que causan daños y posibles problemas en las estructuras de la institución.

Su sistema estructural en las instalaciones más nuevas es aporticado ya que cuenta con vigas y columnas como soporte principal, además de una losa en steeldeck y en la parte más antigua de la institución es mampostería simple, en algunos salones con ladrillo macizo y en otros con perforaciones horizontales sin refuerzo.

Las patologías son unas fallas estructurales y no estructurales que someten edificaciones, viviendas, puentes y toda clase de estructuras de diferentes maneras, como por ejemplo la corrosión en todo tipo de elementos, a algunos los afecta de mayor manera que a otros, las patologías pueden ser de daño leve, grave e intermedio/moderado.²

El principal problema que se enfrenta en la Institución Educativa es la falta de cumplimiento a la norma, debido a que es una estructura que fue construida antes de que la NSR-10 entrara en vigencia, sin embargo, el colegio también cuenta con estructura nueva (de menos de 5 años). La edificación presenta varios tipos de patologías, que pueden ser por mal cálculo del diseñador o adquiridas que se presentan por acciones del medio ambiente, tales como: humedades, grietas por asentamiento diferencial, grietas vivas y grietas muertas, fisuras, hormigueos, carbonatación y lixiviación.

Otro de los problemas que se presentan es el mal proceso constructivo porque se ha evidenciado mal armado del acero, recubrimiento, tablas de espesor de 1,5 – 2 cm entre conexión Columna-Viga, mampostería mal construida, excentricidades que son generadas porque los elementos están fuera su eje, uso inadecuado de los perlines en la zona más nueva de la Institución.

² SEMINARIO INTERNACIONAL. Patologías en estructuras de acero y concreto estructural. Universidad Nacional Autónoma. México 2016.

4. JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Pereira existen aproximadamente 175 Instituciones Educativas de las cuales no se tiene un pronóstico a profundidad de su estado actual, se saben datos muy superficiales, lo que se desea con éste documento es ampliar el conocimiento y hacer un diagnóstico general identificando el estado, los riesgos estructurales y las patologías de la Institución Educativa Luis Carlos González Mejía.

El alcance del proyecto es saber si los daños que presente la Institución son por causa de procesos constructivos que han sido repetitivos con los años, al uso de materiales de baja calidad, o a falta de mantenimiento y cuidado en las estructuras.

5. OBJETIVOS

5.1. GENERAL:

- Identificar, analizar y evaluar las posibles soluciones de las patologías estructurales presentes en la institución, sean congénitas o adquiridas.

5.2. ESPECIFICOS:

- Identificar la tipología en las estructuras mediante el método visual en elementos estructurales y no estructurales.
- Evaluar las causas de las patologías presentes en el concreto y acero estructural.
- Analizar el porqué de las fallas y que solución se le puede dar a éstas.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. MARCO LEGAL

- La Norma Colombiana Sismo Resistente es emitida, en el año de 1984 cuando empieza a regir el primer Código Colombiano Sismo Resistente el cual se aplicó durante mas de trece años en todo el territorio nacional, en 1997 tuvo un ajuste y en 1999 se establece la Norma Colombiana Sismo Resistente NSR-98, esta nueva norma hace referencia a que las edificaciones nuevas y ya existentes sean remodeladas como consecuencia de patologías o cambio de uso, y entren a cumplir con los nuevos requisitos de la norma.

En el año 2010 se expide un nuevo Decreto 926 del 19 de marzo, el cual modifica los requisitos técnicos y científicos para las edificaciones y se expide el Reglamento o Norma Sismo Resistente NSR-10.

La prioridad de la ultima actualización de la norma es brindar una seguridad de vida a las personas que habitan las construcciones y la protección de las estructuras. Esta norma esta sujeta a varios titulos que contemplan diferentes temas relacionados con los procedimientos para el diseño, cargas, concreto estructural , diseño de casas en mampostería estructural, estructura metálica, estudios geotécnicos y otros temas relacionados a la construcción .

- Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Guía Técnica para la Inspección después del Sismo.

Se utiliza el método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica se especifica en la vulnerabilidad de la estructura, es decir, aspectos constructivos, aspectos estructurales y geometría de la estructura.

6.2. LOCALIZACIÓN

La Institución Educativa Luis Carlos González Mejía se encuentra ubicada en el barrio gamma, contiguo a la agrupación residencial gamma II, en la ciudad de Pereira, cuenta con unas instalaciones que fueron construidas hace varias décadas y con otras de la última década, además con un aproximado de 1200 estudiantes en total, incluye la formación de básica primaria y secundaria, tiene un total de 15 administrativos y 36 docentes, los cuales se dividen en jornada mañana/tarde.

La ubicación de la institución es:

Latitud: 4°48'22.58"N.

Longitud: 75°44'42.07"O.

Figura1. Localización geográfica I.E. Luis Carlos González Mejía.



Fuente: Web, Google earth.

6.3. DEFINICIONES

PATOLOGÍA: La ciencia que estudia los problemas constructivos y enfermedades en las estructuras, su proceso y sus soluciones.³

GRIETAS MUERTAS: Grietas de una pared.⁴

GRIETAS VIVAS: Son las grietas que son debido por esfuerzos a cortante y a flexión.⁵

DURABILIDAD: “La capacidad de mantener la utilidad de un producto, componente ensamble o construcción, durante un período de tiempo”⁶.

HORMIGUEO/COQUERA: “Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie de concreto cuando el mortero presente en la mezcla no logra cubrir todo el espacio alrededor de los agregados”⁷.

FUGA DE LECHADA: “mancha blancuzca en forma de reguero de agua que se presenta en el concreto por el exceso de agua en la lechada”⁸.

LÍNEAS ENTRE CAPAS: “líneas horizontales presentes en la superficie del concreto, que indican la frontera entre distintos tiempos de colocación, aun en un mismo vaciado.”⁹

GRIETA POR ASENTAMIENTO: “grieta superficial que ocurre por el desarrollo de esfuerzos en el concreto. La aparición de fisuras en la superficie puede ser un hecho normal debido al comportamiento del concreto como material estructural. Por lo tanto, sólo se consideran como defectos aquellas que, por su tamaño, afecten la apariencia del concreto y brinden un aspecto inseguro a la estructura.”¹⁰

³ SEMINARIO INTERNACIONAL. Patologías en estructuras de acero y concreto estructural. Universidad Nacional Autónoma. México 2016.

⁴ *Ibíd*; p. 5, Patologías en estructuras de acero y concreto estructural.

⁵ *Ibíd*; p. 5, Patologías en estructuras de acero y concreto estructural.

⁶ MEJÍA, Sergio. Durabilidad *En: Causas de las patologías en el concreto, Colombia, 2013.*

⁷ FIGUEROA, Tatiana y PALACIO, Ricardo. Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín. *En: Revista EIA. Colombia, 2008.*

⁸ *Ibíd*; p. 10, Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín

⁹ *Ibíd*; p. 10, Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín

¹⁰ *Ibíd*; p. 10, Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín

DESALINEAMIENTO: “cambio abrupto en la alineación o las dimensiones de los elementos de concreto a causa del desplazamiento de una formaleta con respecto a la adyacente.”¹¹

DESCASCARAMIENTO: “eliminación accidental de la superficie provocada por la adherencia del concreto a la formaleta.”¹²

CORROSIÓN: “La corrosión del acero, de acuerdo con su forma manifiesta es clasificada e indicada en la Figura 1. Puesto que el hormigón presenta una alta concentración de hidróxido de calcio, se produce considerable alcalinidad, con un pH 12.5. El dióxido de carbono, responsable de la reacción de carbonatación, reduce el pH del hormigón, depasivando el acero y facilitando el ataque de sustancias nocivas. La velocidad de penetración del frente de carbonatación está en función directa con la permeabilidad y agrietamiento del material. La relación w/c que determina la permeabilidad específica del hormigón y el grosor de la cubierta, puede influir en la velocidad de carbonatación, como se comprueba en la Tabla 3.

LIXIVIACIÓN: Se presentan unas eflorescencias blancas que son a causa de que las aguas blandas disuelven el calcio, también reduce el contenido de CaO.”¹³

¹¹ Ibíd; p. 10, Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín

¹² Ibíd; p. 10, Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín

¹³ TADEU, Nilson. Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales. Brasil, 2011.

6.4. MARCO DE REFERENCIA

En las estructuras de la época de la construcción del colegio la patología más común es la corrosión del acero y por ende se le tiene más cuidado a éstas, como lo dice el siguiente documento:

“Las obras de hormigón armado interactúan con los ambientes de emplazamiento, originando a lo largo de su vida en servicio algunas patologías que pueden afectar su seguridad, su funcionalidad y/o su estética. Dentro de estos comportamientos anormales, la corrosión de las armaduras es tal vez la patología más importante por el porcentaje de estructuras afectadas, alcanzando un valor promedio a nivel internacional y local del orden del 20%. Sin embargo, últimos relevamientos informados han indicado porcentajes más elevados cercanos al 40%.

La corrosión se origina por la despasivación de las barras de refuerzo debido al ataque de agresivos como el ion cloruro o por carbonatación. La carbonatación es la reacción química del CO₂ atmosférico con los productos alcalinos del hormigón principalmente con el hidróxido de calcio (CaHO₂) originando la disminución del pH a valores < 9 dejando a las barras en condiciones de corroerse. El proceso de corrosión presenta dos periodos, siendo el más significativo y difícil de detectar el periodo de iniciación (Pi) tiempo que tardan las sustancias agresivas y las reactivas en ponerse en contacto. En algunas reacciones el Pi es elevado ya que las velocidades de transporte de las sustancias agresivas en el hormigón son lentas. En el caso de la corrosión es el tiempo en que el frente carbonatado tarda en llegar hasta la armadura y despasivarla. Cuando comienzan a detectarse los signos (manchas de óxido, fisuras, desprendimientos, colapso) comienza el periodo de propagación, tiempo durante el cual se producen las reacciones cuyos resultados pueden llevar a un deterioro inaceptable para la seguridad, funcionalidad o estética de la estructura.”¹⁴

Los estudios patológicos sirven para:

- Evidenciar daños en la estructura estudiada.
- Evaluar los riesgos que pueden presentar los habitantes o personas.
- Determinar la vulnerabilidad y la vida útil total o restante.

¹⁴ CHAPARRO, W. La corrosión en el Acero. Colombia, 2013.

“La vulnerabilidad sísmica es el grado de pérdida o deterioro de uno o varios elementos que estén bajo riesgo en una estructura, el daño que pueda sufrir depende de factores como la calidad del diseño, característica de los elementos estructurales, configuración estructural, calidad de los materiales utilizados y cargas actuantes. La calificación del daño estructural se puede hacer de manera cualitativa o cuantitativa”.¹⁵

Para afrontar un problema de construcción se debe conocer el proceso, origen, causas, evolución, síntomas y estado, estos aspectos conforman el proceso patológico que se da en un modo secuencial.

De ésta secuencia se puede distinguir 3 aspectos fundamentales como son: el origen, la evolución y el resultado final, para estudiar el proceso patológico se debe realizar la secuencia anteriormente mencionada de manera inversa, es decir, observar el resultado de la patología, luego el síntoma para finalmente llegar a su origen, LA CAUSA.

Existen lesiones primarias y lesiones secundarias que son las que se derivan de las primarias, es importante conocer la tipología de las lesiones para determinar la solución adecuada, éstas se pueden dividir en 3 tipos de lesiones:

- FÍSICAS¹⁶: Son todas aquellas en que la patología se produce a causa de cambios de humedad y temperatura, las causas físicas más comunes son: humedad, se produce por exceso de agua en un material o elemento, hay 5 tipos de humedades:
 1. Humedad de obra: que es generada durante el proceso constructivo cuando no se ha dado la evaporación de un elemento.
 2. Humedad capilar: Es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.
 3. Humedad de filtración: Es la procedente del exterior que penetra al interior de la estructura, a través de fachadas o cubiertas.
 4. Humedad de Condensación: Producida por concentración de vapor de agua, desde ambientes con mayor presión que al que se presenta.
 5. Humedad accidental: Producida por daños de tuberías, y suele provocar humedades puntuales.

¹⁵ Ibíd; p. 5, Patologías en estructuras de acero y concreto estructural.

¹⁶ Ibíd; p. 5, Patologías en estructuras de acero y concreto estructural.

- MECÁNICAS¹⁷: Se podrían englobar en las lesiones físicas, suelen considerarse aparte por lo importante de éstas, son las que predominan factores de movimientos, como separación entre materiales o elementos constructivos, hay 5 tipos de lesiones mecánicas.
 1. Deformaciones: Son cambios en elementos estructurales que son producidos por esfuerzos, entre éstas lesiones hay 4 sub grupos que pueden ser origen de lesiones secundarias.
 - (a) Flechas: Flexión de elementos horizontales por excesos en cargas verticales.
 - (b) Pandeos: Es producido por excesos en esfuerzos de compresión en los elementos verticales.
 - (c) Desplomes: Consecuencia de empujes horizontales en elementos verticales.
 - (d) Alabeos: Torsión de elementos generalmente es por esfuerzos horizontales.
 2. Grietas: Son aberturas longitudinales que afectan todo un elemento constructivo o estructural, cuando es demasiado superficial son fisuras, no grietas. Hay 5 tipos de grietas:
 - a. Exceso de carga: Generadas por cargas a las que no estaba diseñada el elemento, generalmente necesitan un refuerzo para asegurarla.
 - b. Dilataciones y contracciones higrotérmicas: Generalmente afectan fachadas o cubiertas, pero también estructuras en las que no se proveen las juntas de dilatación.
 - c. Contracción plástica: Se originan por la rápida pérdida de evaporación del agua al momento de ser colocado el concreto.
 - d. Contracción por secado: Pérdida humedad interna que se evidencia por un fracturamiento que rodea los agregados gruesos.
 - e. Asentamiento diferencial: Se presenta en muros o pavimentos mayoritariamente, debido al mal estudio de suelos.

¹⁷ Ibíd; p. 5, Patologías en estructuras de acero y concreto estructural.

3. Fisura: Son aberturas que afectan principalmente el acabado de una de un elemento o superficie.
 4. Desprendimiento: Separación entre un material de acabado y el soporte al que se aplica por no adherirse bien, como consecuencia puede producir lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas.
 5. Erosiones mecánicas: Pérdidas de material superficial debido a los esfuerzos mecánicos como golpes o rozaduras, se presentan normalmente en pavimentos.
- QUÍMICAS¹⁸: Son las originadas por procesos de carácter químico y generalmente es por la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan la integridad y reducen la durabilidad.

Se divide en 4 grupos diferentes:

1. Eflorescencias: Es la aparición de humedad a causa de que los materiales contienen sales solubles y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación cristalizan en la superficie del material.
2. Oxidación: Transformación de metales en óxido al entrar en contacto con el oxígeno, el óxido es químicamente más estable y de este modo protege al resto del metal.
3. Corrosión: Pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal, podemos diferenciar distintos tipos de corrosión, corrosión por agua, corrosión por componentes orgánicos y corrosión por gases atmosféricos.
4. Carbonatación: Proceso lento que ocurre en el hormigón, donde la cal apagada del concreto reacciona con el dióxido de carbono del aire.

¹⁸ Ibíd; p. 5, Patologías en estructuras de acero y concreto estructural.

“Los errores de la estructura son entre un 40 y 50% debido a:

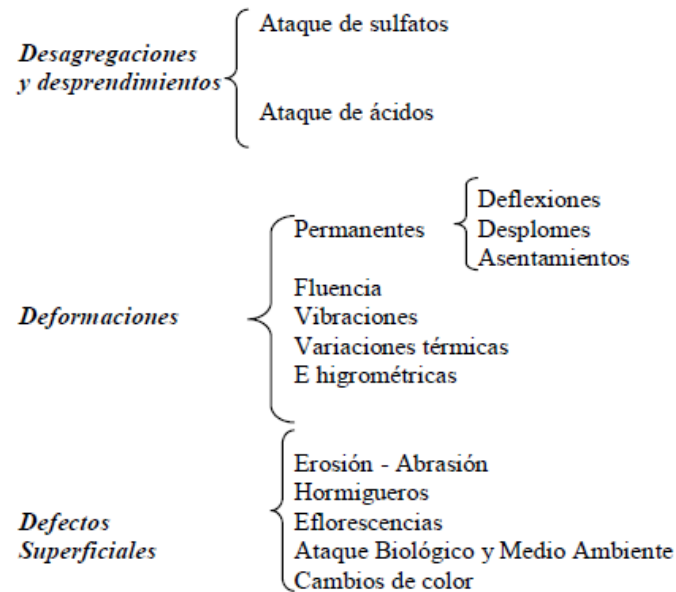
- Concepción del modelo estructural.
- Cálculo de acciones y esfuerzos sobre la estructura.
- Uso de programas.
- Especificación de materiales.
- Dimensionamiento de secciones.
- Comprobación de deformabilidad y/o.
- Detalles constructivos.”¹⁹

Los materiales también son un tema a tener en cuenta, porque las altas relaciones de a/c aumentan la retracción, permeabilidad y disminuyen la resistencia del hormigón; la presencia de muchos finos haría que necesitase mayor cantidad de cemento y disminuye la adherencia árido-pasta, los problemas de ejecución más comunes son:

- Dosificaciones defectuosas por deficiencias en equipos y medidas
- Falta de homogeneidad y/o compacidad por segregación del hormigón durante el transporte o escaso vibrado.
- Fugas de lechada por encofrados deficientes en zonas poco compactas o con bajos recubrimientos.

¹⁹ PUENTE, Gabriela Salomé. Tipos de patologías. En: Patología de la construcción en mamposterías y hormigones. Ecuador, 2007.

Figura 2: Tipos de patologías



Fuente: Patología de la construcción en mamposterías y hormigones (PDF).

“Los errores más usuales que generan patología son debido a que los profesionales estudiamos por separado materias importantes tales como: estática, resistencia de materiales, mecánica de suelos, cimentaciones, estructuras, entre otras. La disociación de éstas provoca una reacción directa en el proceso constructivo del proyecto, generando serias deficiencias en los siguientes procesos:

- a) La interacción entre suelos y estructuras.
- b) La interacción entre los cerramientos y las estructuras.
- c) La interacción entre el entorno y el edificio.
- d) Acción y reacción en edificios livianos y edificios pesados.
- e) Fisuras que derivan por defectos de construcción.”²⁰

²⁰ Ibíd; p.16, Patología de la construcción en mamposterías y hormigones.

6.5. METODOLOGÍA

Se realizan una serie de visitas técnicas en las cuales se inspecciona la Institución mediante el uso del método visual, el objetivo es realizar un diagnóstico general del estado de la misma, los pasos realizados en la investigación se detallan a continuación:

6.5.1. PASO A PASO DEL ANÁLISIS PATOLÓGICO

- **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**
 - Se estudian las diferentes posibilidades de colegios.
 - Analizar cada una de las posibilidades mediante los requisitos de ingreso y permisos.
 - Luego se elige la Institución Luis Carlos González Mejía ubicada en Gamma II, en la ciudad de Pereira, que cuenta con 3 bloques construidos en diferentes épocas, el que se denomina Bloque 1 y 2 construidos hace más de 3 décadas, al cual se le hacen unas reformas en el año 2014, y el bloque 3 que cuenta con cafetería y biblioteca en el segundo piso, que son al igual que el segundo piso del bloque 2 estructuras muy recientes, alberga un total de 1200 estudiantes.
 - De acuerdo a lo anterior se definen los parámetros según la correspondiente norma (NSR-10) y algunos artículos, revistas entre otros, para identificar y tratar de dar solución al final del documento.

- **REALIZACIÓN DE INSPECCIONES TÉCNICAS**
 - Se realiza la primera visita con intención de hacer un análisis visual sobre la actual condición del colegio.
 - Se miden las dimensiones actuales de los elementos estructurales como son columnas y vigas, y se observa el material utilizado en los bloques.
 - Se hacen mediciones de las patologías como son grietas, fisuras, y se toman fotografías que servirán como soporte.
 - Los bloques 1 y 2 están conformados por mampostería no reforzada, con ladrillo macizo en su mayoría y ladrillo con perforaciones horizontales, la segunda planta del bloque 2 se hizo mediante una placa de steeldeck y divisiones de muros en material liviano como es el superboard, mientras que el bloque 3 son pórticos (vigas y columnas) y muros en adobe, se realizan 4 visitas para la toma y visualización de datos aquí presentes.

- ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD
 - Como referencia la norma, se analizan las dimensiones de los elementos de la institución para así verificar que tan segura es con respecto a un sismo, para esto se tiene en cuenta las irregularidades, en plana y en alzado.
 - Se analizan los materiales usados y en algunas zonas se puede ver que no hubo buen manejo de materiales como el mortero de pega, ya que se pueden evidenciar los agregados, al igual que hormigueos y oquedades.
 - El tipo de aparejo utilizado en la mampostería es de tipo soga, lo que distribuye correctamente las cargas.

- REALIZACIÓN DEL DOCUMENTO
 - Simultáneo a las visitas y a las inspecciones realizadas en la institución se realiza el material escrito con el cual se da una posible solución (escrita) de las patologías que pueden perjudicar la vida útil y funcionalidad de la estructura.
 - Los resultados y conclusiones incluyen lo que se considera es correcto realizar a la institución en caso de que haya cambios/mejoras en zona escolar.

7. RESULTADOS

En la Institución educativa Luis Carlos González Mejía, se realiza una inspección visual de las estructuras escolares, en la cual se hallaron una serie de daños en ésta, algunos leves otros no tanto, las patologías pueden presentarse en cualquier elemento, sea viga, columna, refuerzo, cielo raso o elementos no estructurales.

Para el estudio de la Institución se divide ésta en 4 Bloques, siendo el bloque 1 en el que se encuentra la cafetería y la biblioteca, el bloque 2 es donde se encuentra la sala de sistemas y laboratorio, el bloque 3 en donde se ubica la sala de profesores y administrativos y el bloque 4 los salones los grados pre-escolar y primero.

En cuanto a dimensiones sólo se toman en el bloque 1, porque es el que cuenta con un voladizo, con la ayuda de un flexómetro se miden las distancias y dimensiones de los elementos estructurales tales como: vigas y columnas, y con el Ferroskan se hallan los refuerzos yacentes en éstos y a qué distancias se encuentran, también nos ayudó a hallar los recubrimientos.

Figura 3. Toma de medidas con Ferroskan.

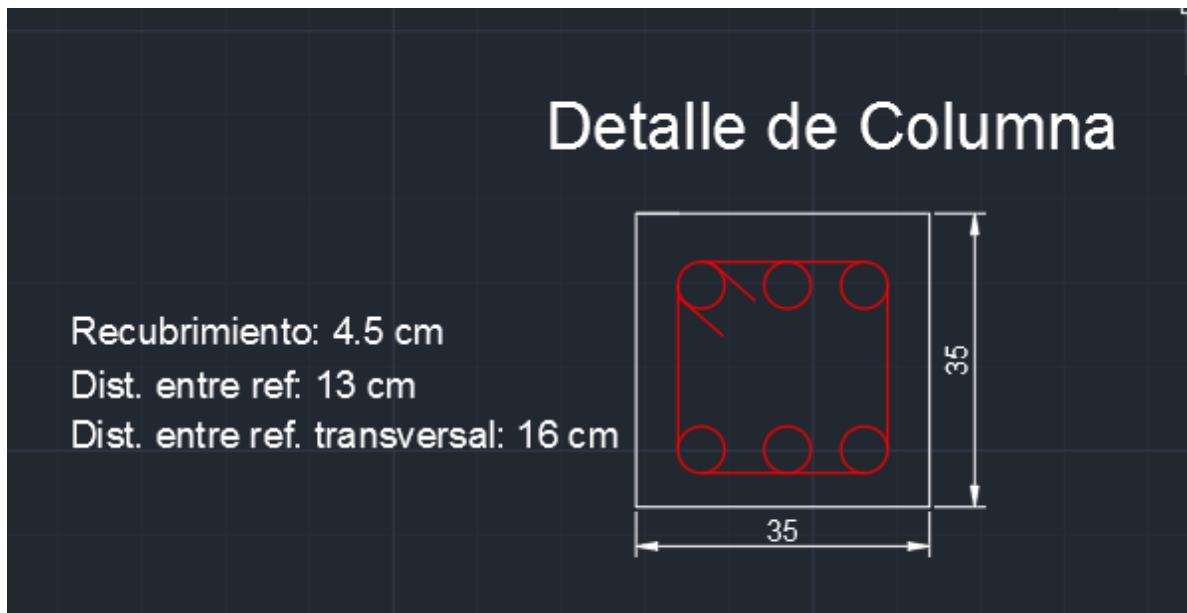


Fuente: Propia.

BLOQUE 1: Es una estructura aporricada de 6m que cuenta con 5 vigas transversales, para posteriormente hacer una construcción de vigas en acero perpendiculares a éstas con la intención de construir un segundo piso.

Las columnas tienen unas dimensiones de 35x35 cm, y una altura de 2.85 m, las vigas son de 38 cm y las sobrevigas de 25 cm.

Figura 4. Detalle de la Columna.



Fuente: Propia.

Las columnas de la cafetería son más pequeñas teniendo unas dimensiones de 20cm^2 , en la cual la viga también presenta excentricidades, generando de ésta forma momentos que no son convenientes.

En este mismo bloque se encuentra la Biblioteca en el segundo piso, para acceder hay unas escalas en concreto reforzado de una longitud de 28.5 m, con columnas y micro columnas, en caso de sismo éstas últimas pueden fallar debido a su longitud mínima.

Las dimensiones de los elementos de la biblioteca son: columnas igual que el primer piso de 35x35 cm y vigas con fisuras y grietas y un daño poco común y muy mal visto, acero expuesto.


A continuación, se presenta un formato para analizar y dar una posible solución a las estructuras tanto del bloque 1 como del 2 y 3.

Tabla 5.

TIPOLOGÍA	Física
<p>FOTOGRAFÍA</p>	<div data-bbox="751 531 1295 936" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="878 951 1159 982">Figura 5.a. Fuente: Propia</p> <div data-bbox="751 993 1295 1402" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="878 1417 1159 1449">Figura 5.b. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Humedad por filtración: En la fachada del bloque 1 se puede apreciar una serie de humedades que son debidas al constante contacto con el agua (imagen 1), y en la parte lateral del bloque se encuentra el mismo daño, y se ve muy pronunciado en la zona de la viga.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Con la construcción de una canal se puede dirigir el agua de mejor manera, además de evitar que haga contacto con la mampostería.</p>


Fuente: Propia

Tabla 6.

TIPOLOGÍA	Física
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="889 772 1149 800">Figura 6. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Discontinuidad de Vigas: Como se puede apreciar en la imagen, los perlines de acero están anclados a las vigas de hormigón.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Esto no es propiamente una patología sino más como un problema de proceso constructivo, se debe evitar dañar los pórticos además no es recomendable combinar los sistemas estructurales (Concreto con estructura metálica).</p>

Fuente: Propia

Tabla 7.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="889 1703 1149 1730">Figura 7. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Descascaramiento: La mampostería del primer piso del bloque 1 presenta un descascaramiento, que pudo presentarse debido al mal manejo de aguas, que se le dio al bloque.</p>

	El agua cae de las tejas de eternit.
SOLUCIÓN	Al ser descaramiento en mampostería, se puede resanar con estuco, o con epóxicos de buena calidad, y para evitar que se vuelva a presentar el daño, canalizar correctamente las aguas.


Fuente: Propia

Tabla 8.

TIPOLOGÍA	Física
FOTOGRAFÍA	 <p>Figura 8. Fuente: Propia</p>
OBSERVACIÓN	Proceso constructivo: En el lugar donde se ve la mampostería sin recubrimiento, se puede ver que había una ventana anteriormente, la cual fue tapada, aunque de una forma un poco tosca, dejando el material con grandes llenos de mortero y mal confinamiento de los ladrillos.
SOLUCIÓN	Realizar un lechada de mortero en las juntas, para evitar los hormigueos que hay en ésta, y una capa por encima de la mampostería para evitar humedades.

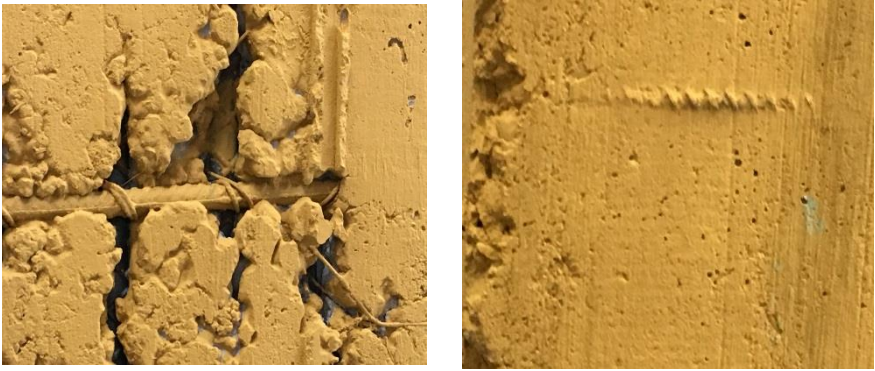
Fuente: Propia

Tabla 9.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="889 772 1149 800">Figura 9. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Excentricidad: El proceso constructivo fue mal realizado sobre todo en la formaleteada de la columna, se puede apreciar que sobresale de la viga, lo que genera esfuerzos innecesarios y posibles torsiones en la estructura.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Dependiendo de la gravedad de la excentricidad se toman diferentes decisiones, en éste caso al ser 1 cm únicamente no genera muchos esfuerzos en la estructura.</p>

Fuente: Propia

Tabla 10.

TIPOLOGÍA	Física - Química
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="833 1654 1206 1682">Figura 10.a. y 10.b. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Acero expuesto: En las figuras 8 y 9 se ve notoriamente el acero expuesto lo que demuestra que las vigas no tienen recubrimiento, generando posibles fallos químicos como la corrosión, entre otros.</p>

SOLUCIÓN	Recubrir el acero expuesto con un mortero de lechada, o un epóxico de calidad, para así evitar que el acero le afecten los agentes químicos.
-----------------	--

Fuente: Propia

Nota: según la norma NSR-10 Título C, Capítulo C.7, la viga de amarre no cumple con el recubrimiento mínimo que debe tener los elementos estructurales expuestos a la intemperie.


Si se quiere realizar un estudio más detallado y el estado de la patología, se puede hacer una prueba electroquímica Galvapulse que puede medir la corrosión.

Tabla 11.

TIPOLOGÍA	Mecánica
FOTOGRAFÍA	
OBSERVACIÓN	Separación de materiales: Hay grandes problemas con respecto a la junta entre la Viga – Columna, esto podría ocasionar mala distribución de cargas, el tamaño de la separación es de 0.7 cm en la zona más grande.
SOLUCIÓN	Esto se pudo solucionar desde su proceso constructivo cumpliendo 3 factores: Granulometría, dosificación y vibración. Son fundamentales para evitar éste tipo de errores. Ahora se le puede realizar una lechada de mezcla de mortero de buena resistencia, para mitigar un poco el daño.

Fuente: Propia

Tabla 12.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p style="text-align: center;">Figuras 12.a. y 12.b. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Separación de materiales: En la fotografía se evidencia una leve separación entre la viga, parece ser que había una construida con anterioridad y se trató de incrementar sus dimensiones.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Las fallas mecánicas son las fallas a las que más cuidado se debe poner, debido a que normalmente es debida a movimiento o separaciones entre los materiales, ésta se podría mejorar con una mezcla epóxica que recubra la superficie sin dejar hormigueos ni oquedades.</p>

Fuente: Propia

Tabla 13.

TIPOLOGÍA	Física
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 13. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Humedad de filtración: Se observa un caso de humedad, debido al contacto con agua, la zona afectada no cuenta con un elemento que la proteja contra el agua (puede ser una teja), las lluvias generan éste tipo de humedad.</p>

	Además se puede apreciar unos tubos de electricidad abiertos, por donde entra el agua, y posiblemente genera la humedad en la viga, generando un aspecto de abandono.
SOLUCIÓN	La solución más efectiva es: cubrir la zona con un techo, para evitar así el contacto con agua, y luego de hacerlo limpiar y pintar nuevamente.

Fuente: Propia

Tabla 14.


TIPOLOGÍA	Mecánica
FOTOGRAFÍA	
OBSERVACIÓN	Acero expuesto y hormigueos: Vacíos en el elemento, ocasionados por mal proceso constructivo, además los vacíos son tan grandes que superan el recubrimiento y dejan al aire libre el refuerzo, lo que podría ocasionar a futuro corrosiones debido a los agentes atmosféricos.
SOLUCIÓN	Recubrir la zona afectada con una mezcla en duro, que no afecte el acero de ninguna manera, puede utilizarse un sika epoxi, que además de recubrir, es un inhibidor de corrosión.

Figura 14. Fuente: Propia

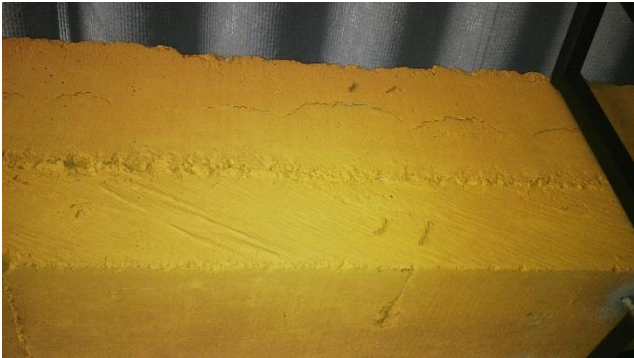
Fuente: Propia

Tabla 15.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="883 800 1156 825">Figura 15. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Coquera/hormigqueo: Se aprecia un hormigqueo de gravedad leve-media, el cual pudo ser ocasionado por la mala vibración del material, además de una granulometría no muy adecuada.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Se debe hacer una limpieza de la zona afectada, para mayor seguridad es bueno realizar un recubrimiento con un material epóxico y para finalizar rellenar con hormigón de resistencia mayor al utilizado.</p>

Fuente: Propia


Tabla 16.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="883 1650 1156 1675">Figura 16. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Fisuras: Se puede detectar unas fisuras, que básicamente simplemente afectan la parte visual o del acabado de la estructura.</p>

SOLUCIÓN	Se debe analizar que produjo la fisura para que no se presente más tarde, y repararla con mortero de pega, bien mezclado con dosificación adecuada.
-----------------	---


Fuente: Propia

Tabla 17.

TIPOLOGÍA	Física
FOTOGRAFÍA	 <p>Figura 17. Fuente: Propia</p>
OBSERVACIÓN	Humedad por filtración: En el puente que conecta el piso 1 con la biblioteca hay una humedad por filtración avanzada, debido a que las tuberías perforan la viga, y que el agua impacta el puente, permitiendo así que se derrame por las juntas de éste y el bloque.
SOLUCIÓN	Se debería pasar la tubería por otros lugares además de poner un techo que proteja un poco más las juntas del agua.

Fuente: Propia

Tabla 18.

TIPOLOGÍA	Mecánica
FOTOGRAFÍA	 <p>Figura 18. Fuente: Propia</p>

OBSERVACIÓN	Procedimiento constructivo: Se evidencia que entre la columna y la viga del puente hay una tabla (posiblemente de la formaleta), lo que genera esfuerzos cortantes, afectando así el propio balance de la estructura.
SOLUCIÓN	Remover la tabla, y mientras se va sacando poco a poco, ir agregando concreto de mayor resistencia, con producto Sika para el secado rápido.

Fuente: Propia

El bloque 2, 3 y 4 corresponden a aulas de estudio, sala de profesores, sala de administrativos, sala de sistemas y laboratorio; construidas en mampostería confinada.

En el bloque 2 se pudo notar que recientemente se construyó un segundo piso en sistema aporticado, con losa en Steeldeck con muros y cielo raso liviano y teja en eternit; las demás estructuras se construyeron antes de que empezara a regir la NSR-10.

Tabla 19. Valores de coeficiente de importancia.

Grupo de Uso	Coficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: NSR-10.

Según la NSR-10 Titulo A. C A.2 tabla A.2.2.5-1 valores del coeficiente de importancia, I.

Tabla 20. Sistema estructural de muros de carga.


Tabla A.3-1
Sistema estructural de muros de carga (Nota 1)

A. SISTEMA DE MUROS DE CARGA		Valor R_f (Nota 2)	Valor Ω_f (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				alta		intermedia		Baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	Altura máx.
1. Paneles de cortante de madera	muros ligeros de madera laminada	3.0	2.5	si	6 m	si	9 m	si	12 m
2. Muros estructurales									
a. Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
b. Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	4.0	2.5	no se permite		si	50 m	si	Sin límite
c. Muros de concreto con capacidad mínima de disipación de energía (DM)	el mismo	2.5	2.5	no se permite		no se permite		si	50 m
d. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DES) con todas las celdas rellenas	el mismo	3.5	2.5	si	50 m	si	sin límite	si	Sin límite
e. Muros de mampostería reforzada de bloque de perforación vertical (DMO)	el mismo	2.5	2.5	si	30 m	si	50 m	si	Sin límite
f. Muros de mampostería parcialmente reforzada de bloque de perforación vertical	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	si	12 m	si	18 m
g. Muros de mampostería confinada	el mismo	2.0	2.5	Grupo I	2 pisos	Grupo I	12 m	Grupo I	18 m
h. Muros de mampostería de cavidad reforzada	el mismo	4.0	2.5	si	45 m	si	60 m	si	Sin límite
i. Muros de mampostería no reforzada (no tiene capacidad de disipación de energía)	el mismo	1.0	2.5	no se permite		no se permite		Grupo I (Nota 3)	2 pisos
3. Pórticos con diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)									
a. Pórticos de acero estructural con diagonales concéntricas (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	24 m	si	30 m	si	Sin límite
b. Pórticos con diagonales de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	3.5	2.5	no se permite		si	30 m	si	30 m
c. Pórticos de madera con diagonales	el mismo	2.0	2.5	si	12 m	si	15 m	si	18 m

Fuente: NSR-10.


Según la tabla 2, Sistema estructural de muros de carga, para muros de mampostería confinada solo se permiten grupos de uso "I" uno.

Tabla 21.

TIPOLOGÍA	Física
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p>Figura 19. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Patología por humedad de filtración, presentada en techo del segundo piso del bloque 2 debido a la filtración de agua cuando ocurren precipitaciones.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Construir una viga canal en PVC o metálica, para evitar la filtración y escurrimiento del agua.</p>

Fuente: Propia

Tabla 22.

TIPOLOGÍA	Química
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p>Figura 20.a. Fuente: Propia.</p>


	 <p data-bbox="873 678 1174 709">Figura 20.b. Fuente: Propia.</p>  <p data-bbox="873 1157 1174 1188">Figura 20.c. Fuente: Propia.</p>
OBSERVACIÓN	Acero transversal expuesto a la intemperie con poco recubrimiento debido a mal proceso constructivo, lo que puede ocasionar una patología de corrosión al acero debido a gases atmosféricos.
SOLUCIÓN	Recubrir el acero expuesto con un mortero y proteger la superficie con pintura.

Fuente: Propia

Nota: según la norma NSR-10 Título C, Capítulo C.7, la viga de amarre no cumple con el recubrimiento mínimo que debe tener los elementos estructurales expuestos a la intemperie.


Si se quiere realizar un estudio más detallado y el estado de la patología, se puede hacer una prueba electroquímica Galvapulse que puede medir la corrosión.

Tabla 23.

TIPOLOGÍA	Física
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 21. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Hueco en mampostería hecho para la instalación de caja de tacos de energía, dejando expuesto los cables, lo que puede ocasionar un accidente a cualquier miembro de la Institución.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Recubrir el hueco con un mortero de pega.</p>


Fuente: Propia

Tabla 24.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p style="text-align: center;">Figura 22. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Patología, fisura que afecta el acabado de la losa en Gyplac.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Recubrir la fisura con epóxico</p>

Fuente: Propia

Tabla 25.

TIPOLOGÍA	Física-Química
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="894 785 1170 810">Figura 23. Fuente: Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Patología por humedad accidental, presentada en columna y mampostería generada por una poceta en concreto, provocándole al acero de la columna una posible corrosión</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Limpiar la zona afectada, revocar y pintar de nuevo la superficie. Construir un muro pueda separar el agua de la columna y la mampostería.</p>

Fuente: Propia

Nota: Si se quiere realizar un estudio más detallado y el estado de la patología, se puede hacer una prueba electroquímica Galvapulse que puede medir la corrosión.

Tabla 26.

TIPOLOGÍA	Física-Química
	 <p data-bbox="881 1835 1182 1860">Figura 24.a. Fuente: Propia.</p>

FOTOGRAFÍA




Figura 24.b. Fuente: Propia.



Figura 24.c. Fuente: Propia.



Figura 24.d. Fuente: Propia.

	
OBSERVACIÓN	<p>Debido a que la vigüeta en C de acero se encuentra expuesta al agua, cuando hay precipitaciones el agua se filtra por el canal de la vigüeta generando una patología de corrosión y oxidación en la viga metálica, y generando también una humedad por filtración en la mampostería por donde cruza la vigüeta.</p>
SOLUCIÓN	<p>Cambiar la vigüeta, y al momento de ser reemplazada colocar una teja que sobresalga y pueda cubrir la vigüeta del agua.</p>

Fuente: Propia

Tabla 27.




TIPOLOGÍA	Mecánica
FOTOGRAFÍA	


Figura 25.a. Fuente: Propia.

	 <p data-bbox="883 678 1182 703">Figura 25.b. Fuente: Propia.</p>
<p data-bbox="326 741 568 772">OBSERVACIÓN</p>	<p data-bbox="607 709 1458 814">Patología por desprendimiento, separación entre un material de acabado y el soporte por no adherirse bien, lo que generó una grieta.</p>
<p data-bbox="362 852 532 884">SOLUCIÓN</p>	<p data-bbox="607 821 1386 852">Aplicar un mortero de pega para adherir los materiales.</p>

Fuente: Propia

Tabla 28.

<p data-bbox="358 1052 537 1083">TIPOLOGÍA</p>	<p data-bbox="964 1052 1101 1083">Mecánica</p>
<p data-bbox="342 1268 553 1299">FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="883 1539 1182 1564">Figura 26.a. Fuente: Propia.</p>

	
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Hormigqueo presentado en viga y losa de entrepiso causada por mala granulometría, vaciado, escasos de mortero y en menor medida por no vibrar el concreto.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Limpiar y sanear la superficie afectada, para luego aplicar un mortero de cemento.</p>

Fuente: Propia

Tabla 29.



<p>TIPOLOGÍA</p>	<p>Mecánica</p>
<p>FOTOGRAFÍA</p>	

Figura 27.a. Fuente: Propia.

	 <p data-bbox="878 678 1182 703">Figura 27.b. Fuente: Propia.</p>
OBSERVACIÓN	<p data-bbox="607 709 1461 846">Descascaramiento y desalineamiento causado por el mal proceso constructivo de la viga de amarre de cubierta. La viga también presenta una diferencia de altura entre cada extremo.</p>
SOLUCIÓN	<p data-bbox="607 892 1144 926">Recubrir con una mezcla de concreto.</p>

Fuente: Propia

Tabla 30.


TIPOLOGÍA	Física
FOTOGRAFÍA	 <p data-bbox="878 1690 1182 1715">Figura 28.a. Fuente: Propia.</p>



Figura 28.b. Fuente: Propia.




Figura 28.c. Fuente: Propia.

<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Patología, humedad capilar causada por el agua que asciende desde el suelo y afecta los elementos que se encuentran sobre el mismo.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Analizar y resolver el daño que está generando esta patología, para que no se presente luego de haber saneado y limpiado la zona afectada.</p>


Fuente: Propia

Tabla 31.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p data-bbox="342 516 553 552">FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="883 785 1182 812">Figura 29.a. Fuente: Propia.</p> <p data-bbox="883 1262 1182 1289">Figura 29.b. Fuente: Propia.</p>
<p data-bbox="329 1325 566 1360">OBSERVACIÓN</p>	<p data-bbox="607 1289 1458 1402">Oquedad presentada por posible golpe que generó la patología y también por mal proceso constructivo, y debido al paso del tiempo va presentando mayor tamaño.</p>
<p data-bbox="362 1438 534 1474">SOLUCIÓN</p>	<p data-bbox="607 1438 1458 1509">Sanear bien la zona afectada y luego aplicarle concreto para evitar que la oquedad siga aumentando de tamaño.</p>

Fuente: Propia

Tabla 32.

TIPOLOGÍA	Química
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p data-bbox="899 785 1166 810">Figura 30. Fuente Propia</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Acero longitudinal expuesto a la intemperie con poco recubrimiento debido a mal proceso constructivo, lo que puede ocasionar una patología de corrosión al acero debido a gases atmosféricos.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Recubrir el acero expuesto con un mortero y proteger la superficie con pintura.</p>

Fuente: Propia

Nota: según la norma NSR-10 Título C, Capítulo C.7, la viga de amarre no cumple con el recubrimiento mínimo que debe tener los elementos estructurales expuestos a la intemperie.

Tabla 33.

TIPOLOGÍA	Química
<p>FOTOGRAFÍA</p>	 <p>Figura 31.a. Fuente: Propia.</p>  <p>Figura 31.b. Fuente: Propia.</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Eflorescencia causada por la humedad debido a que la viga presenta una perforación vertical que permite que el agua penetre el concreto.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>Limpiar y sanear la zona afectada y recubrir la perforación con concreto, en el caso que la viga presente un avanzado daño, se deberá cortar el elemento para que la patología no siga avanzando.</p>


Fuente: Propia

Tabla 34.

TIPOLOGÍA	Mecánica
<p>FOTOGRAFÍA</p>	<div data-bbox="631 359 1435 812" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="883 848 1182 877">Figura 32.a. Fuente: Propia.</p> <div data-bbox="680 875 1385 1409" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="883 1411 1182 1440">Figura 32.b. Fuente: Propia.</p>
<p>OBSERVACIÓN</p>	<p>Estructura en guadua. Los esfuerzos que está generando la cubierta están causando una flexión en los elementos que se encuentran en mal estado y en las uniones y anclajes se notan fallas en la guadua, lo que podría causar el colapso.</p>
<p>SOLUCIÓN</p>	<p>En esta zona se encuentra las aulas de los niños, lo que genera un mayor riesgo. Se propone diseñar una cercha en acero para soportar la cubierta.</p>

Fuente: Propia

Tabla 35.

TIPOLOGÍA	Mecánica
FOTOGRAFÍA	 <p data-bbox="883 810 1156 835">Figura 33. Fuente: Propia</p>
OBSERVACIÓN	<p data-bbox="581 842 1458 947">Grieta: Es una grieta de asentamiento diferencial, ésta se presenta normalmente de forma vertical (tal como en la figura) por mal estado del suelo.</p>
SOLUCIÓN	<p data-bbox="581 953 1458 1054">Para solucionar éste tipo de grietas es recomendable solucionar primero el daño en el suelo, para evitar una reaparición de la misma.</p>

Fuente: Propia

8. RECOMENDACIONES

Por seguridad tanto de los docentes como de la comunidad educativa es recomendable realizar las reparaciones pertinentes en los bloques, para así evitar accidentes en un futuro, para hallar daños más profundos como en las cimentaciones y al interior de las estructuras se deben hacer pruebas más especializadas, en las que se deban tomar muestras, como es el caso de núcleos en algunas vigas y columnas para determinar la resistencia a la compresión y poder comparar contra lo diseñado.

Para evitar el daño continuo en las estructuras se pueden instalar tejas de eternit las cuales impidan el contacto de la mayoría de las fachadas con el agua, para así poder realizar una limpieza y aplicar anticorrosivos en las partes de acero y epóxicos para resanar las grietas más notorias.

Para garantizar la seguridad de los estudiantes y la comunidad administrativa al momento de un sismo, se debe elaborar un plan de evacuación óptimo que permita salvaguardar las vidas, ya que la estructura presenta varias patologías que pueden incrementar la vulnerabilidad de la estructura.

9. CONCLUSIONES

- La patología más común en las instalaciones de la Institución Educativa corresponde a un mal proceso constructivo, acero longitudinal y transversal en vigas, expuesto a la intemperie, lo que puede causar un impacto químico, de carbonatación debido a los agentes atmosféricos generando un deterioro constante en el elemento.
- De acuerdo al método constructivo de la institución en sus bloques 2, 3, 4 y a los parámetros actuales de la NSR-10, dichas estructuras no cumplen con la normatividad vigente, debido a que según la norma para estructuras de tipo III, no es permitida la mampostería confinada, pero fue construida antes de que ésta norma entrara en vigencia.
- La patología física que más afecta las estructuras escolares notoria a simple vista, es la humedad por filtración y capilaridad, causada por el constante contacto con el agua y la falta de impermeabilización en el material afectado y por la absorción de agua que tiene el elemento procedente del suelo.
- Se pudieron hallar las dimensiones y distancias a las que se encuentra el refuerzo en las vigas y columnas de la zona de la biblioteca, y aunque la cantidad de acero es adecuada, no se dejaron los recubrimientos correspondientes, en algunos casos estando el acero expuesto.
- Debido a que la inspección únicamente fue visual, es posible que no se hayan encontrado patologías internas; si se requiere realizar un estudio con más detalles se debe hacer algunas pruebas para ensayar el estado de todos los elementos tales y así poder verificar la vulnerabilidad en que se encuentra la institución, para certificar el estado de la misma.

10. BIBLIOGRAFÍA

CHAPARRO, W. La corrosión en el Acero [en línea]. 1 ed. [Colombia]: Proquest, Junio 2013 [Citado 11 de Marzo,. 2017] Disponible desde internet: <URL: <http://search.proquest.com.sibulgem.unilibre.edu.co:2048/docview/1491104707/1FAF9C2028B04BDFPQ/3?accountid=49777>>.

CHAPARRO, Ismael Antonio y COLMENARES, Henry. Estudios y Diseños propuestos. En: Vulnerabilidad y Patologías. 1 ed. Boyacá: Colombia, 2010. p. 15 – 20.

FIGUEROA, Tatiana y PALACIO, Ricardo. Patologías, causas y soluciones del concreto arquitectónico en Medellín. En: Revista EIA. Diciembre, 2008. ISSN 1794-1237 Número 10, p. 121-130.

MEJÍA, Sergio. Causas de daños en el concreto [En línea]. Web. [Colombia]: Oct. 2013 [Citado 19 de Marzo de 2017]. Capítulo V. Patologías químicas. Disponible desde internet: <URL: <https://es.slideshare.net/SergioPap/patologia-del-concreto-causas-de-daos-en-el-concreto>>.

PUENTE, Gabriela Salomé. Patología de la construcción en mamposterías y hormigones. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Sangolquí.: Escuela Politécnica del Ejército Facultad de Ingenierías. 2007. p. 15-30.

SEMINARIO INTERNACIONAL. (3: 20-23, Junio, 2016: Ciudad de México, México). Patologías en estructuras de acero y concreto estructural. Universidad Nacional Autónoma de México.

TADEU, Nilson. Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales [en línea]. Vol 26 N° 1. [Brasil]: Abril 2011 [Citado 18 de Abril,. 2017]. Capítulo III. Disponible desde internet: <URL: <http://www.scielo.cl/pdf/ric/v26n1/art01.pdf>>.