

**ESTUDIO PATOLÓGICO AL EDIFICIO
DE LA ESCUELA “CIUDAD JARDIN”
NEIVA HUILA**



ESTUDIO PATOLÓGICO AL EDIFICIO DE LA ESCUELA “CIUDAD JARDIN” NEIVA HUILA

Ing. CARMEN LIGIA ROJAS DUARTE

calirodu19@gmail.com – 315 3144693

Ing. WILLIAM PARRA OLAYA

williparraolaya@gmail.com – 316 6297556

Ing. HECTOR JULIO RIOS JOVEL

hjrios@gmail.com - 3143790047

ABSTRACT

This study aims to make a historical evaluation, qualitative assessment, diagnosis and pathological intervention of *CIUDAD JARDIN* School, from the institute *JOSE EUSTASIO RIVERA* located in Huila Department, city of Neiva. The need for restoration of the institute lead us to begin this study because through this evaluation we would be able to identify and characterized the pathologies present in it.

From the results of this study needed actions will be planned in order to preserve the building, plus the lives of students, teachers and administrative plant will be protected. A visual and detailed inspection was performed using the institute log and based on a first bibliography of each building system that comprise the structure, measurements, pictures and nondestructive samples of the building were taken, actions that comprise experimental study.

The study shows elements with damages in floors and walls, where the humidity of the microclimate has affected a ratio part of the structure; humidity, environment and xylophages has affected the ornamental elements showing pathological conditions such as landslides, plus there are high-rise trees near the building. Damage by thermal expansion or other agents in the walls and floors are reported. Similarly, concrete elements and clay brick walls affected by steel corrosion and section losses were found, from which recent crashes have been reported. Given the results observed in the pathological survey, we conclude short-term repairs are needed for classroom walls; other areas require immediate action such as floors, slabs between bathroom floors and some other need maintenance and conservation.

1. SEDE DEL ESTUDIO

El trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Neiva, es un Municipio Colombiano, capital del departamento del Huila, se encuentra ubicada entre la cordillera Central y Oriental, en una planicie sobre la margen oriental del río Magdalena, en el valle del mismo nombre, cruzada por el río las Ceibas, quebrada la Toma y el Río del Oro, su extensión territorial de 1533 km², su altura de 442 msnm y una temperatura de 38,7 °C. En las coordenadas 2°59'55" Latitud Norte y 75°18'16" Longitud Oeste. (Ver imagen 1).

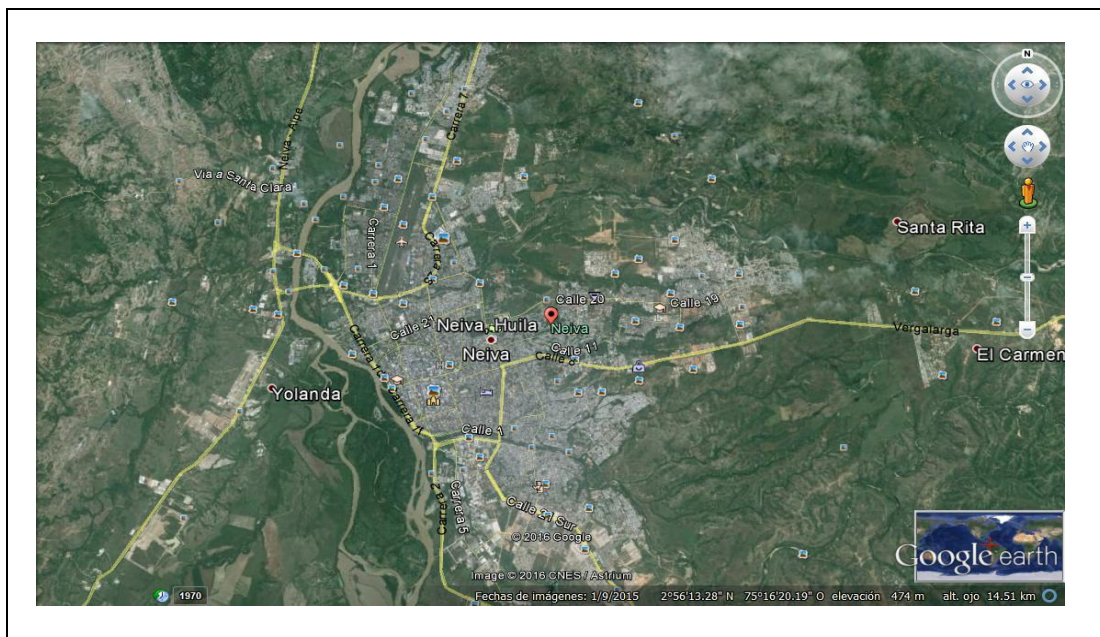


Imagen 1. Ubicación geográfica de la ciudad de Neiva. Fuente: Google Imágenes, 2015.

Este trabajo investigativo tiene como objeto el estudio patológico al edificio **institución educativa escuela Ciudad Jardín**, localizada en La Comuna Cinco (5) (ver Imagen 2), en el centro oriente del área urbana haciendo parte de la zona alta o por encima de la cota de los 500 msnm, entre las cuencas de la Quebrada La Toma hasta su nacimiento en el reservorio el Curíbano¹ y el Río Las Ceibas a la altura de la Carrera 26. Limita al norte con la Comuna 2 y el corregimiento de Fortalecillas; al oriente con la Comuna 10; al sur con la Comuna 7; y al occidente con las Comunas 4 y 3. La Comuna 5 hace parte de la UPZ La Toma., en el Barrio el Jardín en la carrera 34 A No. 13 - 80 de la ciudad de Neiva (ver Imagen 3).

¹ Sector alto de Neiva, sitio donde nace la Quebrada la Toma, laguna del Curíbano.

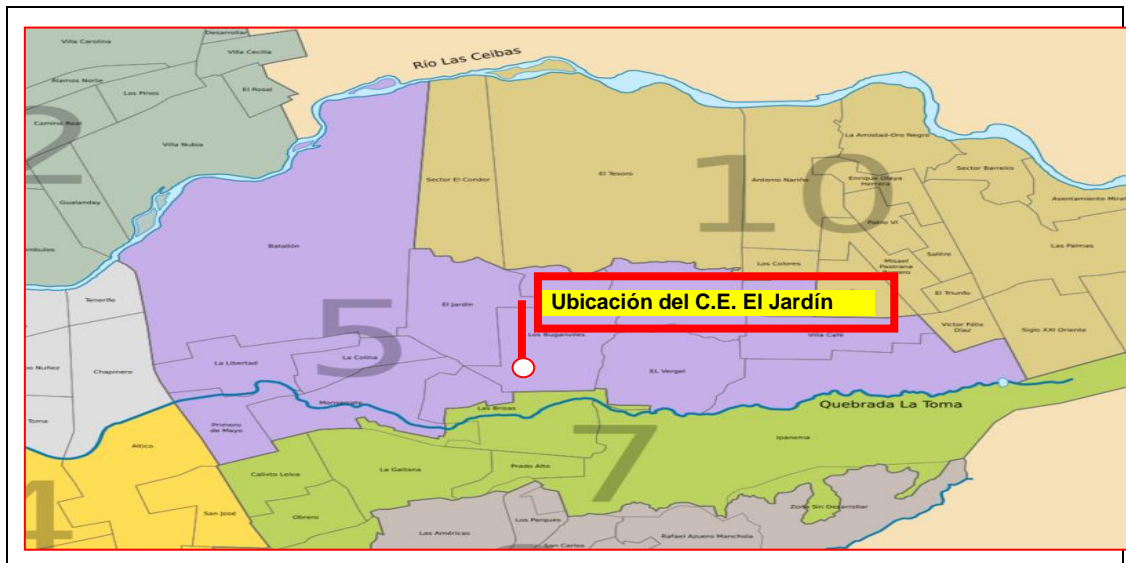


Imagen 2. División de la comuna 5 con sus respectivos barrios



Imagen 3. Ubicación de la edificación institución educativa escuela ciudad jardín en el barrio el jardín

El proyecto se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2015 a comienzos del mes de Octubre y se finalizó a mediados del mes de Febrero de 2016, en su parte investigativa. En cuanto a la organización de datos y elaboración final del informe de investigación se terminó a mediados del mes de marzo de 2016.

2. RESUMEN

El trabajo tiene por objetivo realizar una evaluación histórica, evaluación cualitativa, diagnóstico e intervención patológica de la Planta Física escuela **CIUDAD JARDIN** de la Institución Educativa JOSE EUSTASIO RIVERA de la Ciudad de Neiva Departamento del Huila. La importancia del estudio reside en la necesidad de iniciar el proceso de Rehabilitación de la Institución Educativa, ya que a través de esta evaluación patológica se identifican y caracterizan las patologías que presenta el mismo.

A partir de los resultados de este estudio se planificarán las acciones necesarias para preservar la Edificación, además se protegerá la vida de los Estudiantes, Planta de Docentes y Administrativos. A partir de una primera bibliografía de cada uno de los sistemas constructivos que componen a la edificación, se realizó una inspección visual y detallada mediante la bitácora que se encuentra en la Institución Educativa, Mediciones, Fotografías y Toma de muestras no destructivas de la edificación, comprendiendo de esta manera un estudio de Tipo Experimental.

Dentro del estudio se obtuvieron elementos con daños a nivel de piso y Muro, donde la humedad del microclima ha afectado en una proporción la cubierta en una parte de su extensión, los elementos ornamentales presentan patologías por efecto de humedad y medio ambiente, desprendimientos y por acción de insectos xilófagos, además se encuentran árboles de gran altura muy cercano a la edificación. Se reportan daños por dilataciones térmicas u otros agentes en los Muros y pisos. De igual manera, se encontraron elementos en concreto y muros en ladrillo de arcilla afectados por pérdidas de sección y corrosión de aceros, de los cuales se han reportado desplomes recientes. Ante los resultados observados en el levantamiento patológico, se concluye con la necesidad de realizar reparaciones a corto plazo a elementos de Muros que comprenden las aulas escolares, y en otras áreas se encuentran elementos como pisos, placas entre pisos de los baños que requieren acciones urgentes, y en algunas otras se requieren de mantenimiento y conservación.

3. PALABRAS CLAVES

La palabra patología (sustantivo): designa la ciencia que estudia los problemas, su proceso y sus soluciones. Este término históricamente ha sido empleado como una rama de la medicina en la cual “La Patología es la parte de ésta que trata del estudio de las enfermedades”.

Palabra Patológico (adjetivo): califica los procesos y estudios relativos al tema, así el término Proceso Patológico de un elemento constructivo o Estudio Patológico del mismo, se utiliza para determinar su proceso o su resolución.

Patología De La Construcción: La ciencia que tiene por objeto dar una explicación científica al comportamiento anormal (anómalo) de los materiales y de los subsistemas constructivos, a través de un estudio sistemático y ordenado de los daños y deterioros; analizando y determinando sus causas y la manera cómo influyen en la obra, para mediante la formulación de procesos estimar la vida residual, y determinar las medidas correctivas que permitan recuperar las condiciones de desempeño en la obra, teniendo en cuenta la factibilidad económica y segura de su reparación o mantenimiento, o si por el contrario es necesaria su demolición.

Problemas patológicos: pueden presentarse durante el proceso de construcción o durante la vida útil de la obra (período de servicio); y pueden tener su origen desde la constitución misma de los elementos de construcción.

La Patología y la Rehabilitación de las Construcciones: nace paralelamente con el desarrollo de las obras. De la antigüedad existen hitos extraordinarios de las construcciones que al analizarlas con detenimiento, presentan evidencias de los procesos constructivos y eventuales intervenciones que por reparaciones tuvieron que realizarse.

Patología pediátrica: Estudia los procesos patológicos desde el nacimiento de la obra, desde la concepción misma del proyecto.

Patología curativa: Diagnóstico e intervención de una obra durante su vida útil.

Patología geriátrica: Abarca la restauración, rehabilitación y recuperación de obras “antiguas” o patrimoniales.

Patología preventiva: Referida al mantenimiento de las edificaciones. Medidas tomadas para evitar aparición de procesos patológicos.

Patología forense: Se presenta cuando hay colapso de la edificación, estudiando los procesos que la llevaron al colapso.

Hinchamiento: Aumento de las dimensiones de una pieza por causa del incremento de su contenido de humedad u por otro elemento.

Pared Isotérmica: La transmisión del calor se dirige en dirección normal a dichas superficies isotermas. Las normales a las superficies coincidirán entonces con las direcciones del flujo calorífico, y se denominan líneas de flujo. Y este proceso es el cambio de temperatura reversible en un sistema termodinámico, siendo dicho cambio de temperatura constante en todo el sistema

Pared Adiabática: a un sistema especial en el cual no se pierde ni tampoco se gana energía calorífica. Esto viene definido según la primera ley de termodinámica describiendo que $Q=0$, y se puede definir en termodinámica una pared adiabática es una pared que no permite ni ganancia ni pérdida de calor, es decir, no deja salir ni entrar calor alguno ó dicho de otra forma es un perfecto aislante térmico.

Restauración: cuando la reparación se centra en un elemento concreto o en un objeto de decoración.

Rehabilitación: comprende una serie de posibles fases: un proyecto arquitectónico para nuevos usos; un estudio patológico con diagnóstico parciales; reparaciones de las diferentes unidades constructivas dañadas, y una restauración de los distintos elementos y objetos individuales.

Reparación: es un conjunto de actuaciones, como: demoliciones, saneamientos y aplicación de nuevos materiales, destinados a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad arquitectónica original. Sólo comenzaremos el proceso de reparación una vez descrito el proceso patológico, con su origen o causa y la evolución de la lesión.

Prevención: el estudio de los procesos patológicos y, sobre todo de sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos. En la prevención habrá que considerar, sobre todo, la eliminación de las causas indirectas, que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como el mantenimiento.

Ensayos no destructivos: su aplicación sobre los materiales del edificio no va a suponer ningún daño para ello: radar, velocidad de propagación del sonido, termografía y método esclerométrico.

4. INTRODUCCION

La conservación de una estructura de mampostería y concreto, constituye un difícil reto. Su deseo de preservarla para futuras generaciones demanda un alto nivel de protección contra diferentes agentes de daños. Una de las dificultades en la conservación en estructuras de las Instituciones Educativas del Municipio de Neiva, es determinar las causas y el origen del deterioro de la edificación que permitan plantear la solución a este problema, Por eso las evaluaciones patológicas, acompañadas de ensayos destructivos y no destructivos a la estructura, se convierten en un componente fundamental en cualquier programa de conservación.

Neiva cuenta con una mezcla arquitectónica, que se destacan la arquitectura Colonial presente en las viviendas; y por su puesto todos los templos, santuarios e iglesias construidos a partir de las tradiciones españolas durante la época colonial, las estructuras militares como el batallón Tenerife en su edificación, las educativas como el Colegio Nacional Santa Librada.

La escuela Ciudad Jardín es una sede de la Institución Educativa JOSE EUSTASIO RIVERA, se encuentra localizada en el Barrio Jardín ubicada en la carrera 34 A No. 13 – 80, sus primeras aulas fueron construidas en 1967. Y su obra se debe al Dr. Rafael Azuero. De acuerdo con la cronología (Bitácora), la construcción de este centro educativo se inició en 1967 con el arrendamiento del inmueble que había sido construido para el Instituto Politécnico y semidestruido por el terremoto de 1967, y en este mismo año se inicia la construcción en obra negra de tres aulas en el lugar que actualmente funciona el centro educativo.

Actualmente en la institución educativa escuela CIUDAD JARDIN, a simple vista presenta problema en su integridad, debido al abandono y efectos causados por factores ambientales, físicos, en la parte interior como exterior de las aulas. Esto hace necesario que sea sometido de manera urgente a un estudio patológico para proponer intervenciones a los procesos de conservación, que detengan su deterioro de manera que pueda continuar como institución educativa de la ciudad. La gran mayoría de los muros de las aulas se encuentran con fisuras y grietas. Sus elementos presentan fracturas, desprendimientos, humedades, corrosión entre otras patologías; el compromiso de estos elemento por las patologías mencionadas producen un deterioro grave de las instalaciones de la institución.

Por lo mencionado anteriormente se hace necesario someter a las instalaciones de la institución a los procesos de rehabilitación para que pueda continuar su uso como institución educativa.

Todo lo anterior motivó la realización del presente análisis y estudio patológico. Tuvo como objetivo realizar la evaluación clínica e intervención para identificar, localizar, caracterizar las patologías que presenta las instalaciones o el edificio de la institución educativa escuela CIUDAD JARDÍN, a través de la inspección visual detallada de su estructura, con el fin de proponer medidas y recomendaciones para su rehabilitación. Lo anterior nos lleva a plantearnos lo siguiente: ¿Cuáles eran las patologías que presenta el paciente del Centro Educativo, en donde se localizan dichas patologías, cuáles eran sus características y en qué estado de deterioro estructural se encontró el paciente?

La elaboración, análisis y diagnóstico del Centro educativo del estudio permitió conocer el estado actual de la estructura y planificar las acciones necesarias para mitigar el daño en la infraestructura de la misma. Además servirá a la Secretaria de Educación del Municipio de Neiva, como base para iniciar el proceso de gestión de adquisición de recursos para su recuperación.

El estudio se realizó a través de una inspección visual detallada del paciente centro docente, un recuento fotográfico detallado y un registro de fichas de todo lo observado y obtenido a través de los ensayos destructivos y no destructivos realizados.

5. MATERIAL Y METODOS.

El presente trabajo de grado estuvo enmarcado dentro del tipo de **investigación Explicativa**², su objeto fue la edificación **sede escuela “CIUDAD JARDÍN”** de la institución educativa **JOSÉ EUSTASIO RIVERA**, ubicada en la carrera 34 A No. 13 - 80 del Barrio Jardín de la ciudad de Neiva – Departamento del Huila. El estudio se llevó a cabo entre los meses de octubre del año 2015 a marzo del año 2016 como trabajo de grado para optar al título de Especialistas en Patología de la Construcción de la Universidad Santo Tomás sede Bogotá D.C.

La **primera parte** del estudio fue descriptiva y su propósito fue identificar, localizar y caracterizar las patologías estructurales que se encontraron en la escuela Ciudad Jardín, con el fin de dar pautas para su rehabilitación o reparación desde el punto de vista de la ingeniería y arquitectura. Para llevar esto a cabo, se hizo una revisión bibliográfica y el levantamiento arquitectónico de la escuela, se identificaron las patologías las cuales fueron consignadas en un formato de inscripción de lesiones en edificaciones (Anexo 3), que se propuso en grupo mediante una inspección preliminar y detallada del inmueble, incluyendo registros fotográficos, identificación de lesiones, ubicación sobre el plano a mano alzada y arquitectónico, se caracterizaron para poder así determinar el estado del daño actual en la escuela Ciudad Jardín.

La **segunda parte** del estudio fue un *análisis de los elementos que conforman la estructura del edificio* y se aplicaron algunos *métodos de estudio de patología*, con el fin de proponer medidas de mitigación de daños y proponer recomendaciones para la rehabilitación de la estructura y el inmueble en general. Esto se hizo a partir de los resultados obtenidos en la primera parte del estudio y de las recomendaciones que se encontraron en la literatura y las recibidas en cada uno de los módulos de la Especialización en patología, para los problemas encontrados. Estas medidas de mitigación y recomendaciones se hicieron en los casos que el daño estructural lo amerite, es decir, en los casos que la vida de las personas que frecuentan y utilizan las aulas escolares se consideran que podría tener riesgo o la integridad estructural del mismo se encontrara comprometida. **El diseño de este estudio fue de tipo**

² Metodología de la investigación-administración, economía, humanidades y ciencias sociales, Cesar A Bernal, Capitulo 6 pág. 67 y capitulo 7 pág. 115, tercera edición, PEARSON.

experimental³, que se obtiene información del objeto de estudio mediante la observación detallada, entrevista, documento y de pruebas no invasivas para cumplir con los objetivos trazados. En la descripción detallada del procedimiento, que se encuentra a continuación, se evidencia lo anterior mencionado.

La metodología que se estableció en este trabajo de grado para alcanzar los objetivos propuestos previamente se dividió en las siguientes etapas:

5.1 investigación Histórica de la Institución Educativa escuela “CIUDAD JARDIN”: en esta primera etapa se llevó a cabo la investigación histórica del paciente, la cual, como se había planteado anteriormente, era escasa, sin embargo en los escrito (bitácora) que reposa en la coordinación de la Institución nos permite conocer de manera cronológica la evolución de la escuela ciudad jardín y su transformación en el tiempo.

La investigación se inicia con entrevista a diferentes docentes que se encuentran laborando en dicha institución educativa, con los que se pudo establecer contacto. Resultando de estas entrevistas un libro bitácora **“ORIGEN O RESEÑA HISTORICA DEL CENTRO DOCENTE”** en donde se halló un registro histórico de la escuela Ciudad Jardín realizada por sus diferentes directores, información escrita desde el año 1967. También consultamos la Secretaria de Educación Municipal que podría poseer algún tipo de información, la Notaria Primera para determinar si existe la escritura pública y los periódicos de mayor circulación de Neiva - Huila, periódico de circulación Departamental escrito Diario del Huila el día 08 de Noviembre del año 2014, en su artículo **“institución educativa de Neiva está a punto de derrumbarse”**. Divulga que la I.E. José Eustasio Rivera, sede Ciudad Jardín están en peligro inminente debido al mal estado en el cual se encuentra, poniendo en riesgo toda la Comunidad estudiantil. En el archivo Municipal se encontró con que esta entidad no posee registro digitalizado salvo documentos que no son afines a los propósitos del presente trabajo de grado.

La evaluación y diagnóstico patológico a la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín de la Ciudad de Neiva se limitó a una inspección visual detallada

³ Metodología de la investigación-administración, economía, humanidades y ciencias sociales, Cesar A Bernal, capítulo 7 pág. 117, tercera edición, PEARSON.

de toda la estructura reportando la apariencia general de las patologías, identificando las áreas afectadas y evaluando su nivel de daño.

El estudio contempló el trabajo investigativo sobre los antecedentes constructivos de la Escuela, cuya información histórica es escasa pero se cuenta el libro bitácora. El estudio planteado se llevó a cabo en los muros de carga del bloque de cemento ya que en la gran mayoría de estos se encuentran con fisuras y grietas. Además se hizo seguimiento a los pisos, y cubierta y a la Vegetación cercana a la edificación.

El estudio se limitó a un **trabajo descriptivo** que determinó la ubicación y caracterización de las patologías estructurales y de esta manera permitió proponer medidas de mitigación a los problemas que se encontraron en la escuela. Esta investigación contempló la caracterización de los materiales a través de ensayos no destructivos, pues debido a lo amplio y costoso de una caracterización completa a través de ensayos destructivos, se hacía inviable para el tiempo en que se debía desarrollar el estudio e inasequible por los costos que se podían solventar, Se hizo uso de la observación y pruebas no invasivas para establecer los resultados obtenidos. Además por ser una edificación de carácter educativo los permisos para intervenirlos son difíciles de obtener. Debido a lo anterior se contempló el estudio de cargas de la estructura que permitiría evaluar su comportamiento y vulnerabilidad ante movimientos telúricos y presiones de viento. Las medidas de mitigación de daño se hicieron en los casos que se consideró apropiado, es decir, cuando la vida de las personas que hacen parte del sistema educativo escuela Ciudad Jardín, podría estar en riesgo o cuando la integridad estructural de la escuela se encuentra comprometida. Esta investigación contempla el diseño de dichas medidas y recomendaciones, todas fueron hechas a través de una revisión bibliográfica de la literatura ya existente, toma de datos en campo, y atendiendo las recomendaciones hechas por la experiencia propia de los tres estudiantes y la consulta de ingenieros que trabajan en el área.

Como resultado del proceso de investigación se encontró un registro de planos arquitectónicos más completos por un ingeniero adscrito a la Secretaria de Educación de Neiva, y gracias a él se pudo acceder a ellos y utilizarlos en este trabajo de grado. Cabe aclarar que los planos fueron actualizados con los datos obtenidos del levantamiento realizado por los investigadores y editados de tal manera que sirvieran para el uso que

se le darían en esta investigación. En la continuación de esta etapa se llevó a cabo la recolección de información específica de la edificación y la preparación de formatos a utilizar para el desarrollo de las actividades objeto de este proyecto.

En la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín, objeto de nuestro trabajo se debe entender que por los años de 1967 se da inicio a las labores de construcción de la edificación. Se utiliza el sistema de construcción tradicional artesanal mampostería en bloque de cemento con dos cavidades y en sus esquinas unidos por el sistema de traba, para conformar un sistema monolítico tipo muro para su resistencia a acciones producidas por las cargas de gravedad o las acciones de sismo o viento, unidos mediante morteros de cemento.

Los materiales utilizados en la construcción (piedra zonga, arena fina o gruesa, grava de río, hormigón, bloque de cemento (15 * 20 * 40) cms, bloque calado prefabricado en cemento, teja de fibrocemento, teja galvanizada, cal) de la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín son elementos de fácil adquisición en la zona y de igual manera la fabricación de piezas necesaria para la construcción. Conservando para este clima diseños favorables para la formación de sus estudiantes; salones amplios y buena ventilación. Con un tejado inclinado para que el agua corra sin penetrar en el interior de la edificación y con el escaso conocimiento de la zona sísmica, la edificación se construyó con una cimentación de altura y ancho considerable con material de piedra zonga y un ciclópeo adecuado. Su diseño no se ajustó a ningún reglamento Colombiano sismo resistente; para la época se construía con la experiencia y la sabiduría de la persona que dirigía la construcción de la edificación, parámetros establecidos por personal idóneo con conocimiento adquiridos en alguna facultad y con la pericia de los constructores.

En el Sistema de construcción tradicional artesanal mampostería, sistema adoptado para construir la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín, se caracteriza entre otros por los siguientes puntos:

1. Los bloques de cemento poseen una **buena capacidad portante**, por lo que son suficientes sin tener ningún refuerzo adicional para soportar la carga de la cubierta. Los muros en el sector más alto (cambio de altura para la pendiente de la

cubierta a dos aguas) tienen una altura de 4,30 mts y en los muros laterales se tiene en promedio 3,295 mts.

2. Se trata de un sistema de **muros con mayor masa** lo que permite su utilización como **acumuladores de calor dentro de un diseño bioclimático**.
3. Por las características de los muros se tiene un buen comportamiento acústico por su diseño.
4. El sistema es de construcción húmeda e implica un mayor tiempo en el proceso de construcción, pero **facilita las modificaciones sobre el diseño original**.
5. Es un sistema en el que es fácil incorporar la solución de **fachadas ventiladas**.

Nuestra edificación, conservo la siguiente secuencia constructiva:

- **Suelos**

El suelo tiene gran importancia para llevar a cabo un proyecto en construcción de obras civiles, en él tiene lugar gran parte de las transformaciones de la energía y de la materia del ecosistema en el sitio a trabajar.

Para llevar a cabo el proyecto de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín se hizo necesario que a partir de un análisis geotécnico visual, se tomarán características del sitio, del entorno, análisis de datos obtenidos por la experiencia del constructor en campo, y su interpretación geotécnica. Finalmente, se define el tipo de cimentación más adecuada para la obra en referencia, se trató lo concerniente al proceso constructivo de la misma; determinando que se garantice el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

No es probable que una persona reporte defectos en los cimientos, es más probable reportar algún otro problema con el edificio, los cuales podrían ser atribuidos a problemas con la cimentación, ***el problema común es la existencia de fisuras y grietas en la gran mayoría de los muros de la escuela. El agrietamiento puede tener varias causas pero es común que esté relacionado con los cimientos.***

En la actualidad un estudio de suelos permite dar 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 de cimentación más acorde con la obra y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a recibir.

Para desarrollar el análisis de los datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica.

- **Estructura portante (cimientos)**

La cimentación contemplada es en concreto ciclópeo de una altura aproximada de 0,40 mts y ancho de 0,40 mts, su material de ajuste es hormigón pobre (2500 psi aproximado) y piedra Zonga en un porcentaje del 60%, formando un solo elemento estructural cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo, debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los muros que soportara, el área de contacto entre el suelo y la cimentación, está comprendida en $0,40 \text{ mts}^2/\text{ml}$. Siendo que la estabilidad de la edificación depende de gran medida del tipo de suelo.

El concreto ciclópeo, tipo de cimentación usado, ha dependido de la naturaleza del suelo en el cual se ha construido la edificación Escuela Ciudad Jardín y que juega un papel visual, entre más variable sea el subsuelo más grande serán las cimentaciones requeridas.

La Cimentación en concreto ciclópeo en los años 60s y 70s eran las más comunes para este tipo de edificación de un piso. La primera tarea era determinar la calidad del suelo en el cual se va a construir y lo realizaba el constructor, perforando o excavando un pequeño número de agujeros de prueba, para establecer la solidez del suelo debajo de la superficie; esto asegura que los cimientos existentes son apropiados para la construcción.

El ciclópeo se construye excavando una zanja al contorno de la construcción para rellenarlo con concreto y piedra Zonga hasta completar al nivel del suelo; una vez el concreto se ha secado, los muros son entonces construidos usando este tipo de cimentación como base. La excavación se hace por medio de herramientas comunes, pala de punta, pico y pala ancha.

Por lo tanto los elementos estructurales que, además de sostenerse a sí mismos, constituyen el soporte y apoyo de otros sistemas o elementos; como mampostería, columnas, vigas, Pisos, Cubierta en fibrocemento y galvanizada, Cerchas, Cableado eléctrico, Detalles o acabados (Ventanas en estructura metálica, Puertas metálicas,). Y los clasificamos en dos.

Los **elementos primarios** son todos los que están relacionados con la *estructura básica* de la construcción; la cimentación, columnas, vigas, mampostería, pisos, instalación de cerchas, instalación de la cubierta, son usualmente los elementos en ser construidos de primero.

Los **elementos secundarios** se relacionan con los aspectos como electricidad, plomería, detalles o acabados (como puertas y ventanas metálicas).



Foto 1. Cimentación en concreto ciclópeo existente en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Ahora, La mayoría del peso de nuestra edificación está en los muros y cubierta, transmitido a la Cimentación por la mampostería en bloque de cemento; La cimentación por lo tanto pueden ayudar a extender la carga del edificio, de manera más uniforme sobre el suelo, luego el propósito de la cimentación nuestra es soportar todo el peso de la construcción, el cual se proporciona una base firme para prevenir la caída del edificio.

La viga en concreto ciclópeo de soporte, se ha adaptado a la necesidad estructural del proyecto concebido inicialmente ya que los factores iniciales incluyendo el peso de la estructura (ha soportado sin deformar el peso de las paredes), el suelo y el viento los ha asimilado. Consideramos que distribuye el peso de diferentes maneras.

- **Mampostería (muros)**

Se observa que el asentamiento de los bloques de cemento con mortero en la viga de cimentación concreto ciclópeo donde se levanta el muro tiene buena adherencia con el mortero en los dos sentidos horizontal y vertical.

Los bloques tienen las siguientes dimensiones altura 0,20 m, ancho 0,15 m y largo 0,40 m. Su modelación se observa que fue muy buena, su plomo en los muros se conserva, los elementos como el hilo, la distribución correcta del mortero de junta, el nivel de burbuja fueron determinantes en la construcción del muro.

El muro construido lo consideramos como una unidad estructural cuya **función** es la de limitar un espacio arquitectónico por lo que constituye un elemento generador de espacios. Su **condición general** cumple con la Resistencia, la Estabilidad, el aislamiento térmico, el Aislamiento Hidrófugo y el aislamiento Acústico. La elección del material para el muro depende de **factores** que se concibió en el diseño, se tuvo en cuenta clima, resistencia, adquisición, economía, Etc. Y su **propósito** es de muros divisorios, muros de cerramiento y soporte de carga.

Se denomina **muro de carga** o **muro Estructural** a los muros de nuestra edificación que poseen función estructural, es decir, aquellas que soportan otros elementos estructurales del edificio, como lo son las cerchas y la cubierta. Además, existen los muros de fachadas anterior y posterior de las aulas que funcionan como muros no estructurales; estos son muros que solo sirven para separar espacios de la edificación y no soportan más cargas que la de su propio peso.



Foto 2. Muros laterales o divisorios que funcionan como muro de carga y muros fachadas que funcionan como muros no estructurales en las aulas de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

- **Columnas**

La columna encontrada en el paciente es el elemento estructural vertical empleado para sostener la carga de la edificación. Cumple con la **función** de soportar el peso de la construcción (cercha y cubierta), su adecuada selección de su tamaño, forma, espaciamiento y composición ha influido de manera directa en su capacidad de carga.

La columna es el elemento que se encuentra **sometido** principalmente a compresión, por lo tanto el diseño está basado en las fuerzas internas. Según el uso actual de la columna como elemento recto vertical, donde la compresión es el **principal factor** que determina el comportamiento del elemento.

La columna está constituida por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y acero, inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, el cual lo convierte en el elemento primordial de la construcción.

La columna es un elemento arquitectónico de forma alargada que tienen funciones estructurales. Dependiendo de su disposición y en relación a los componentes del edificio se distinguen en la Escuela Ciudad Jardín los siguientes tipos de columnas:

Columna aislada o externa: Elemento arquitectónico cuadrada cuya dimensiones es de 0,20 * 0,20 mts y con una altura aproximada de 2,45 ml, conformada por acero de refuerzo de diámetro de ½” y concreto simple de 3000 psi, estas columnas están separadas entre sí a una distancia aproximada de 2,96 m lineales, se encuentran construidas en los corredores siendo un elemento vertical de la construcción o edificación.



Foto 3. Columnas cuadradas exteriores construidas en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Columna adosada: columna que sobresale las $\frac{3}{4}$ partes de la pared que se encuentra empotrada, están pegadas a las paredes o algún otro elemento de la Construcción. Cumple funciones estructurales como también de decoración. Se encuentran construidas en las nuevas aulas ubicadas en la parte posterior (zona oriental) de la Escuela Ciudad Jardín.



Foto 4. Columna adosada construida en el Restaurante de la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Columna embebida: es la que parece estar embutida en un muro o en cualquier otro elemento de la construcción. Cumple funciones principalmente estructurales.

- **Viga aérea**

Se encuentran construidas en el restaurante escolar; parte nueva ubicadas en la parte posterior (zona Oriental) de la escuela Ciudad Jardín.



Foto 5. Vigas aéreas construidas en el restaurante de la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Es el elemento **fundamental** en la edificación, su tipo, la calidad y el fin para la cual fue diseñada con dimensiones de 0,20 X 0,20 mts, el material y sobre todo, su capacidad de sostener y contener pesos de tensiones.

La viga **soporta** no solo su presión y peso, sino también flexión y tensión, y además de analizar la tensión de la viga, sus desplazamientos y esfuerzos que puede soportar. El material utilizado en la viga es de hormigón como material de llenado y acero para dar mayor resistencia tanto tracciones como compresiones.

La viga es el elemento estructural horizontal que nos soporta cargas entre dos apoyos, y no crea empuje lateral en estos. Este tipo de viga tiene la posibilidad de absorber los esfuerzos de flexión que se presentan y la convierten en una óptima solución para guardar el riesgo de la viga de cualquier movimiento o Izaje, y mejora el comportamiento de las vigas en las estructuras de tipo sísmicas.

- **Piso**

Los pisos son en construcción tradicional con un acabado en baldosa de cemento de 0,20 X 0,20 x 0,015 m, que descansa sobre un alistado en concreto de espesor 0,08 mts, de tráfico pesado instalado en forma de mosaico de color rojo y amarillo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Piso sólido: se prepara la base, eliminando irregularidades y empozamientos de agua. Consiste en dos capas, con un espesor de aproximadamente 0,23 mts, la **primera** de ellas con material de buena calidad de la zona y acomodada, recuñada y bien empacada con un espesor de 0,15 mts, cubierta con una capa de recebo de material aluvial de 0,05 mts, de espesor, la cual penetra completamente en los espacios vacíos dejados por la acomodación del material de relleno, el conjunto se apisona por medios mecánicos o manuales de la época previo a su humedecimiento. La **segunda** capa de concreto simple de resistencia espesor entre 0,08 hasta 0,10 mts y su vaciado es por paneles en cada aula, que en el caso de nuestra edificación es una capa de la superficie levantado hasta unos centímetros más por encima del nivel del terreno, su ventaja de este piso sólido es la eliminación y prevención de putrefacción y otros problemas.

Acabados en baldosín de cemento: Posteriormente del vaciado y acabado del piso de cemento, se procede a estampillar las baldosas de cemento, teniendo en cuenta: verificación de niveles y colocación de los hilos para garantizar el encuadrado de baldosa

La baldosa se fija a la superficie del piso de concreto con un proceso elemental, mortero básicamente compuesto de cemento, arena y agua, que al secarse adquiere una

constitución muy dura especial para tráfico pesado, aunque menor que la del hormigón, lo que permite la transferencia de peso y calor a través de todo el enlosado. El tipo de baldosas ofrece una variedad de colores y un único tamaño, con una textura donde hace la superficie del piso más antideslizante. Son resistentes al fuego, y no emiten gases tóxicos. Resistente al agua, a las manchas y a los arañazos. Resistente a la colocación de objetos pesados, sobre ellas sin que se quiebren. También son fáciles de limpiar y desinfectar. Tienen un grado de desgaste basado en su dureza.

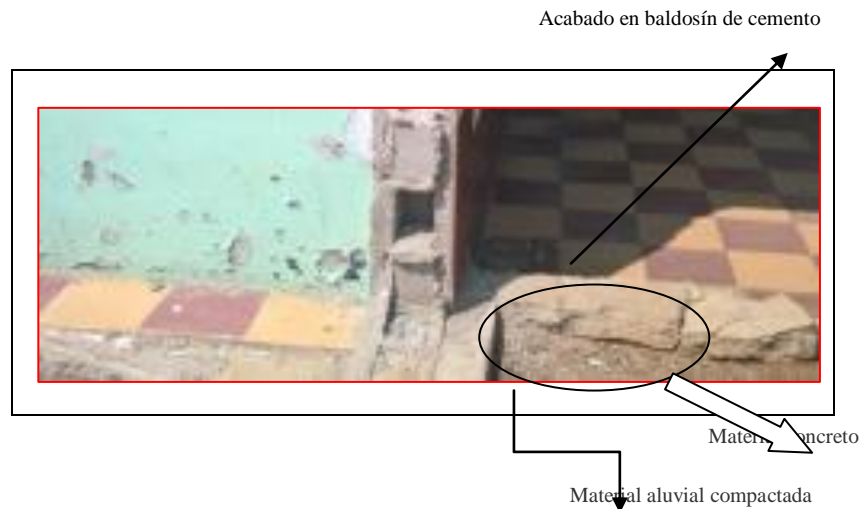


Foto 6. Pisos con acabado en baldosa de cemento en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

- **Placa maciza elevada en concreto**

La losa o placa elevada encontrada que une la fachada principal y las columnas del corredor, es un elemento rígido de espesor $e=0,10$ mts y un ancho $A= 2,50$ mts, construida monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre el muro y las columnas. El material utilizado en la viga es de hormigón como material de llenado y acero para dar mayor resistencia tanto tracciones como compresiones. La viga es el elemento estructural horizontal que soporta cargas entre dos apoyos, y no crea empuje lateral en estos. Las losas o placas se ve que cumplen las siguientes funciones:

- **Función arquitectónica:** separa un espacio horizontal formando por el corredor, una canal recolector de aguas lluvias y un hall de espacio vegetal y conservado los diferentes pisos encontrados en la construcción; la función se está cumpliendo de manera adecuada, la losa garantiza el aislamiento del ruido, de calor, de los rayos solares, de las lluvias y probablemente de los animales que se presentan en el corredor vegetal.

- **Función estructural:** soporta carga más que la de su propio peso, no sostiene cargas de servicio como el mobiliario y de personas, forman un diafragma rígido intermedio que puede atender la función sísmica del conjunto. En un momento dado.

La placa se puede **Clasificar** según la dirección de carga y es una **Losa unidireccional** en que la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes. Esta viga está sometida a los principios de las leyes naturales de la tensión, la cantidad que se extiende y el estrés, cuanto se tira, el acero hace la viga más rígida y ella ha asimilado cualquier cantidad de presión excesiva utilizada a lo largo del periodo de su vida, su construcción desde el año 1971.

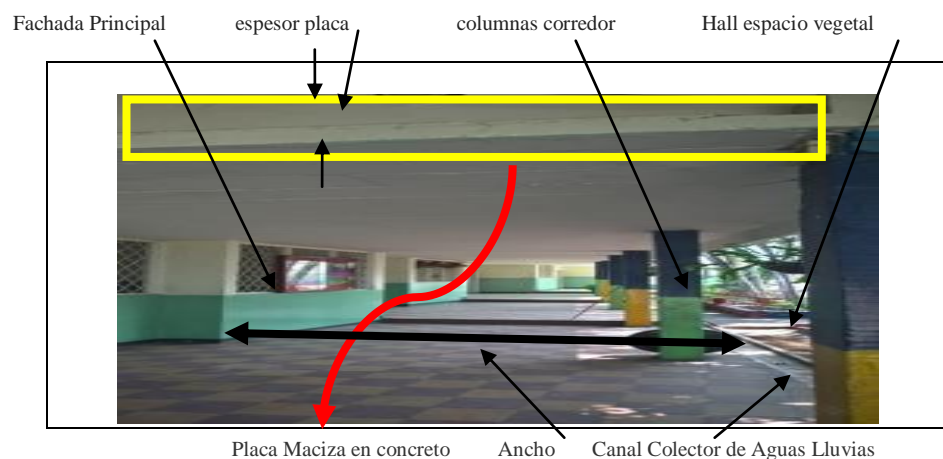


Foto 7. Placa maciza en concreto, construida en el corredor de la Edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

- **Cerchas**

El tipo de la estructura metálica, tiene la **característica** de ser liviana y de gran capacidad de soporte de carga (cubierta), se utiliza en la edificación en el interior de los salones y en el sector del corredor, apoyada entre los muros de bloque de cemento que trabajan como muros de carga (salón). Las cercha tienen una luz de longitud $L=6,00$ mts aproximadamente.



Foto 8. Cerchas en estructura metálica, soporte para la cubierta en el interior de los salones y en el corredor de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Las cerchas utilizadas en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín son en estructura metálica. Este tipo de cercha es la solución estructural que se requiere, su construcción o ensamble se lleva a cabo uniendo elementos rectos de ángulos de $\frac{1}{2}''$ en su parte superior y en la parte inferior ángulos de $1''$ que son los que trabajan a esfuerzos axiales y en forma de celosías separada cada 0,30 mts por unos nudos (soldadas) en línea diagonal con varilla lisa de sección transversal circular que tiene una superficie sin resaltes o nervios especiales de $\frac{1}{2}''$, formando una triangulación de altura de 0,20 mts. Los esfuerzos axiales son asumidos por los puntos llamados nudos y conformados geométricamente tal que este sistema de diseño ha hecho que su comportamiento sea estable cuando recibe las cargas (cubierta) aplicadas directamente a estos nudos.

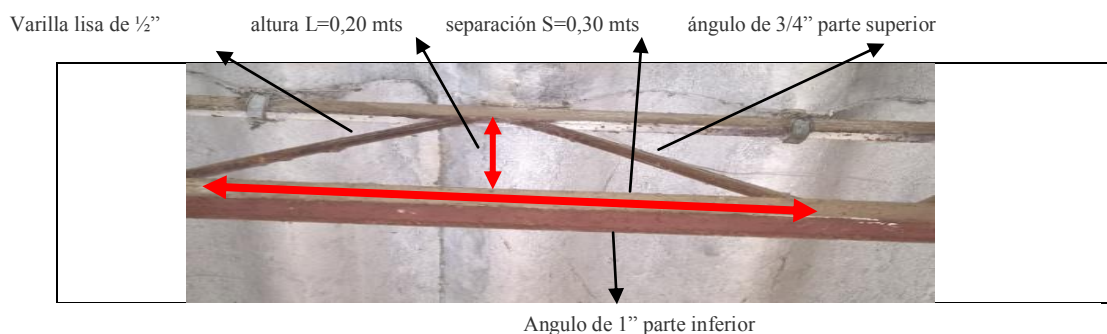


Foto 9. Distribución de celosía utilizada en las cerchas en estructura metálica en la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

En nuestro caso de la estructura es simple cargada por la parte superior, donde el sistema trabajará como un todo a **flexión**, y se analizó sus momentos y cortante, el momento interno que produce esfuerzos de compresión y tracción en la viga, se descomponen en un par de fuerzas en la cercha produciendo esfuerzos de compresión en el cordón superior y esfuerzos de tracción en el cordón inferior, las diagonales resisten esfuerzos cortante como también parte de los momentos y sirven de unión entre el elemento superior e inferior.

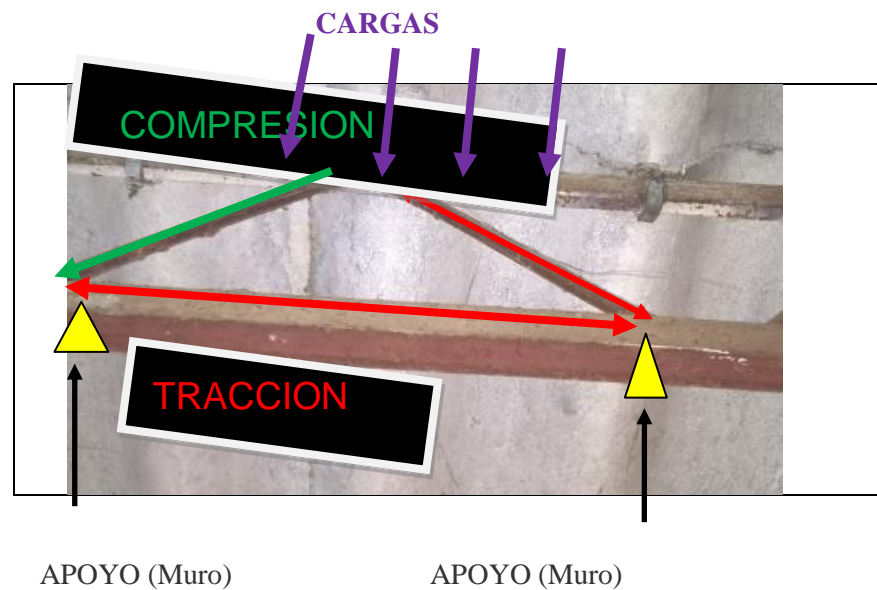


Foto 10. Fuerzas en las cerchas produciendo esfuerzos de compresión en el cordón superior y esfuerzo de tracción en el cordón inferior.

Su uso establecido es el de soportar la carga de la Cubierta en teja fibrocemento y en lámina galvanizada tal como lo encontramos en nuestra edificación.

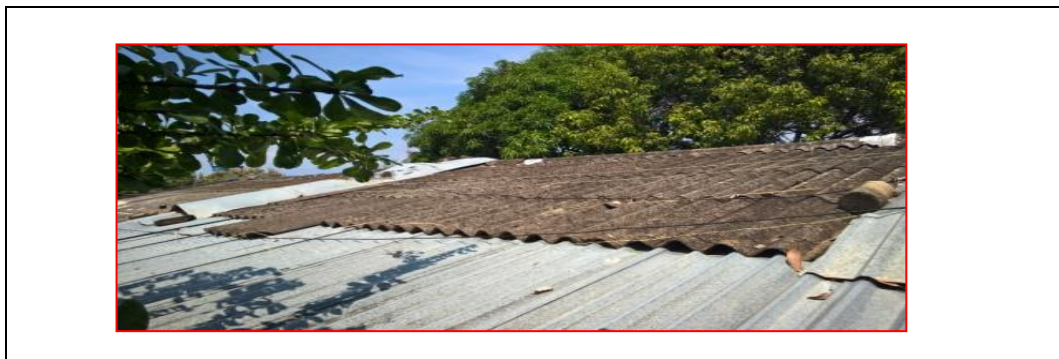


Foto 11. Teja en fibrocemento y en lámina galvanizada en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

- **Cubierta**

Es un elemento constructivo que protege a los edificios en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. Aunque el conjunto de ambas cosas, cubierta y estructura tienen un nombre más específico: Techumbre. Su funcionalidad es proteger la edificación y a sus habitantes de eventos ambientales como la lluvia, la temperatura y el viento.

Cuando el material que forma la cubierta es la teja, se llama tejado. En nuestro paciente Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín Las tejas son de fibrocemento inclinadas a dos aguas, pues permiten desalojar el agua por simple gravedad, siendo esta la predominante en todas las aulas de la Institución. También se utilizó en algunas áreas de la Institución Educativa la teja en lámina galvanizada instaladas en el corredor por encima de la placa maciza en concreto, para evitar las humedades y en algunos sectores de este corredor se empleó como cubierta directamente.

La teja fibrocemento se caracteriza esencialmente por sus grandes alturas libres para mitigar el efecto del calor en las aulas con tejado inclinado considerables para evacuar las aguas lluvias, técnica que se mejoró con los desagües. **La instalación** de la teja se hizo por el método de juntas alternadas, con un traslape lateral no inferior a una ondulación y el traslape en los extremos no inferior a 14 cm. Las ondulaciones extremas en la lámina lateral van hacia abajo. La colocación de la teja se inició de acuerdo con la dirección de los vientos reinantes (sur a norte), son recomendaciones del fabricante.

La teja se pintó con cal por la superficie inferior; se aplicó con brocha a tres manos para un acabado de color uniforme. Su fijación se hizo con ganchos en platina de acero galvanizado de 6"x1/8", de acuerdo con lo recomendado por el fabricante y además con dos amarres adicionales especiales, en acero galvanizado.

El producto de asbesto cemento son inalterables, incombustibles, impermeables, de duración ilimitada, inoxidables e inatacables por roedores e insectos y el tipo de placa ondulada se identifican en el comercio por un número que indica su longitud en pies. El ancho de todas las placas es de 92 centímetros y su espesor de 6 milímetros, la longitud de placa utilizada en nuestro paciente se encuentra en la siguiente TABLA 1.

Tabla 1
Dimensiones de la teja fibrocemento dados por el fabricante

No de la placa	Longitud total	Longitud útil	Área total	Área útil	Peso kgs	Ancho total	Ancho útil	No. De correas utilizadas
	mts	mts	m ²	m ²				
4	1.22	1.08	1.12	0.94	15.0	0.92	0.873	2
5	1.52	1.38	1.39	1.20	18.7	0.92	0.873	2

La colocación, traslajos, pendientes, anclajes, accesorios u otros, cumplen las normas y recomendaciones del fabricante.

La Teja canaleta en lámina galvanizada. El uso y las buenas prácticas constructivas, hacen que la instalación corresponda a una obra de excelente calidad, Teja en lámina galvanizada sin pintura poliéster al horno por las dos caras, son de gran capacidad portante y para desalojar agua. Con crestas de 11 cms de altura, la Canaleta se puede utilizar en pendientes bajas, y con separaciones entre correas aproximado de 4 mts. En calibres 24.con pendiente de 17%. Una vez verificado los soportes en donde el sistema de la teja de lámina galvanizada con terminado en canaleta en ternium, se encuentra apoyada en dos puntos: el primero sobre la cercha que está por encima del muro fachada anterior y el segundo sobre la cercha que une las columnas de 0,20 * 0,20 mts del corredor. Las tejas en lámina galvanizada están diseñadas para el manejo térmico para estas temperaturas tan altas como se presentan en la ciudad de Neiva.



Foto 12. Cubierta en teja galvanizada en el corredor frente a la coordinación y preescolar de la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

En la ciudad de Neiva la dirección del viento predominante en la región es de sur a norte, se observa que estas tejas se instalaron en la dirección contraria al viento predominante. Se observa que las tejas se colocaron de tal forma, que la onda que monta quedó en la misma dirección del viento predominante. Su instalación se efectuó de abajo hacia arriba.

En el orden indicado dentro de las especificaciones del fabricante en el esquema correspondiente, y los ajustes de las láminas de la 2a, 3a, 4a, etc. hiladas quedó en el interior de la cubierta como se indica en los esquemas de juntas alternas.

La cubierta de nuestro paciente, es a dos aguas, en la parte superior se encuentra instalado los caballetes del mismo material de las tejas fibrocemento. Para su instalación se tuvo en cuenta que las ondas de las láminas en la cumbrera coincidan de uno y otro lado. Con la pendiente de la cubierta la cual está diseñada, traslapándose lateralmente entre sí $\frac{1}{2}$ onda, utilizando dos fijaciones en cada ala, en las cimas de la 2a y 5a onda, utilizando tornillo, varilla o birlo roscado. Tal como lo observamos en la siguiente figura.

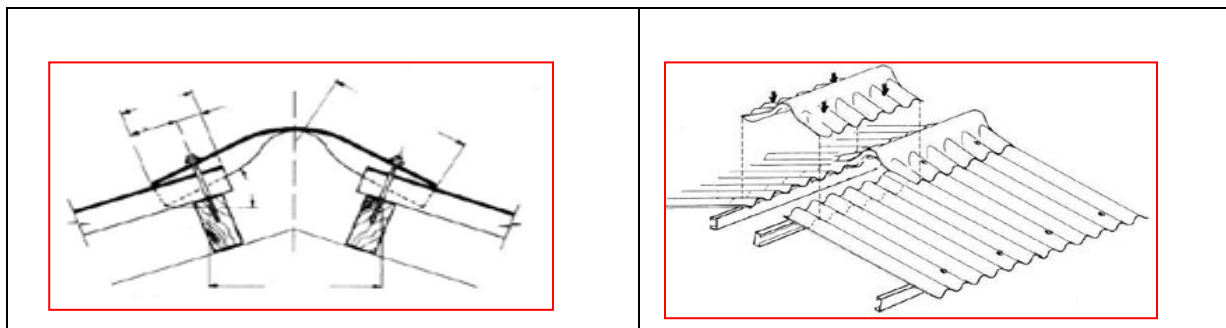


Figura 1. Instalación del caballete de fibrocemento en la cumbrera, según recomendación del fabricante

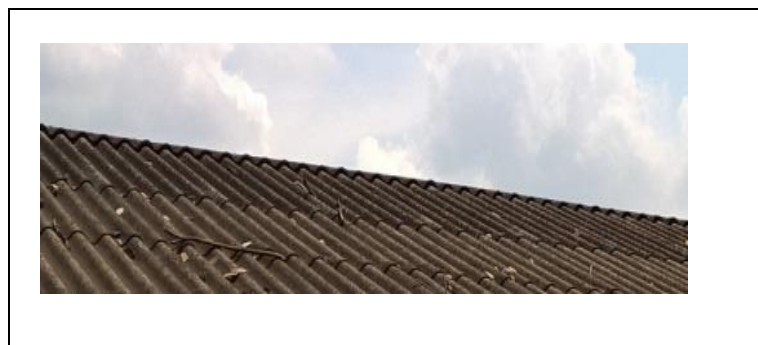


Foto 13. Caballete en fibrocemento

Empalme contra muro lateral en cada nave o aula, utilizada en nuestro sistema el cual se tiene una cumbrera en concreto forrado en lámina lisa galvanizada.

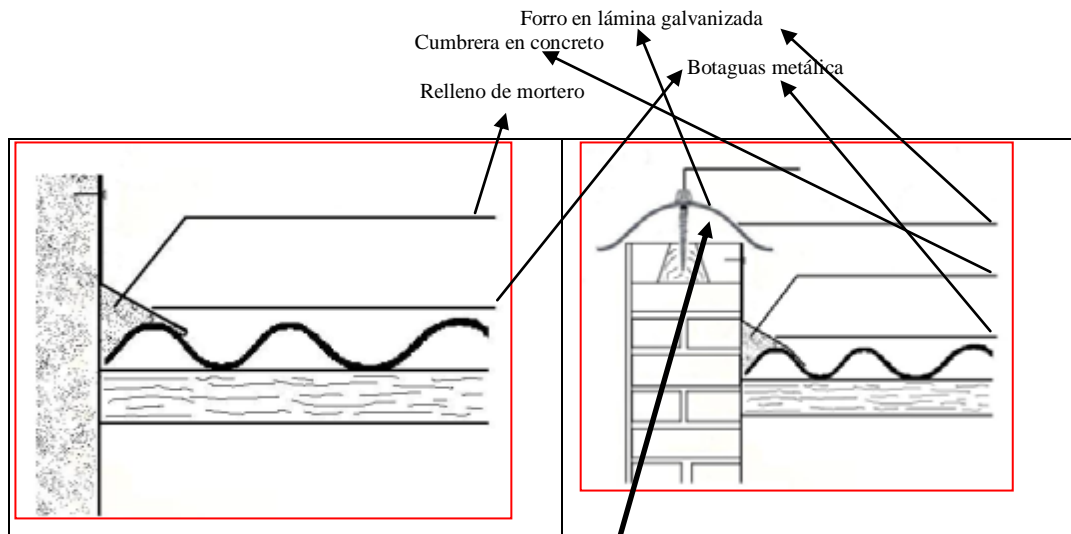


Figura 2. Forro en lámina galvanizada cumbra en concreto según fabricante



Foto 14. Recubrimiento en lámina lisa galvanizada en los muros laterales divisorios de las aulas de la Edificación de la Institución Escuela Ciudad Jardín

La cubierta a dos aguas se instaló en toda la edificación. Se observa la forma básica de una armadura simple en estructura metálica en paralelo, la cual da rigidez, estabilidad y economía en materiales y mano de obra. El principio fundamental del sistema de armadura de cubiertas utilizado en la construcción de la Edificación Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín es el de una estructura auto-suficiente, que solo depende de sus apoyos para transmitir peso, más no esfuerzos flectores o cortantes. Teóricamente, ésta condición permite eliminar el uso de machones o contrafuertes, excepto en el caso de muros de alturas superiores a 10 a 12 varas (8.56 a 10.27m), y permite una distribución de cargas verticales muy pareja a lo largo de los apoyos. Esta estructura se construyó con las especificaciones que en el momento se manejaban por los constructores y maestros de obra con experiencia.

- **Canal abiertos en piso o zanjas**

Cuneta de hormigón ejecutada en obra, es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la placa piso con una diferencia de altura, con el fin de recibir y canalizar las aguas lluvia y orientarlas a un sitio donde no lleve a dificultades de socavación u otra deterioro a la edificación, que se reviste "in situ" en concreto simple, colocado sobre un lecho de asiento convenientemente preparado.

La Cuneta de forma rectangular de dimensiones: espesor 0,05 mts, ancho 0,36 m por exterior e interior 0,26 m, alto por el exterior 0,08 m e interior 0,065 m, y demás características, se ajustan a las necesidades de Drenaje Superficial con el fin de dar protección a la cimentación de la edificación.

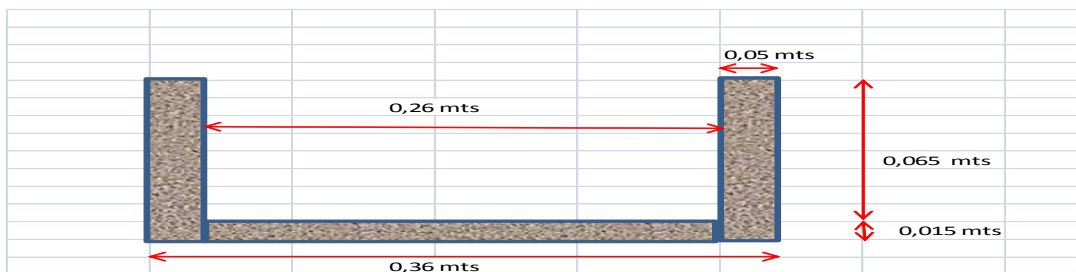


Figura 3. Dimensiones del canal abierto o zanja en concreto existente en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín



Foto 15. Canal abierto o zanja en concreto existente para el desagüe de A-LL superficiales y de cubierta

Durante la construcción de las cunetas se adoptaron las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento.

- **Viga canal en lámina galvanizada**



Figura 4. Canal rectangular en lámina galvanizada



Foto 16. Canal en lámina galvanizada calibre 18 de forma rectangular existente para recoger las a-ll de la cubierta de la edificación Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Viga Canal en lámina galvanizada

Canal en lámina galvanizada de calibre 18” de forma rectangular de dimensiones: ancho 0,15 m y alto cara externa 0,15 m e interna 0,08 m, con un lado abierto, soporta la cantidad de agua lluvias con una pequeña inclinación para luego ser descargadas por medio de un tubo pvc de 4” al patio exterior e interior. La viga canal proporciona soporte vertical con ganchos en lámina y horizontal con alambre con la finalidad de soportar el mismo peso y la cantidad de agua que se evacua,

La viga canal en forma rectangular en lámina galvanizada es resistente a la corrosión, las uniones entre tramos sucesivos de lámina están soldadas y recubiertas totalmente en estaño fundido, de manera que ningún punto de la unión queda expuesto a la corrosión. A intervalos no mayores de un metro, se colocó un elemento de fijación a las correas del mismo material del resto de la canal. Las soldaduras o remaches de estos ganchos tendrán el mismo tratamiento de estaño especificado para las demás uniones. No se aceptaron láminas perforadas, arrugadas o con dobleces irregulares, ni extremos levantados o sueltos. Los canales están pintados en su superficie exterior con dos manos de anticorrosivo, aplicadas sobre una mano de imprimante que aseguró la fijación del esmalte a la lámina galvanizada, del tipo "Wash-Primer". El canal existente en la escuela Ciudad Jardín es de 4”, con valores como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2
Peso correspondiente a canales en lámina galvanizada

PRODUCTO	LIBRAS x PIE	LARGO (M)	PESO (KG/M) PIEZA	PESO (KG) PIEZA
CANAL 4”	5,40	5	8,043	40,216
CANAL 5”	6,70	5	9,979	49,898
CANAL 6”	8,20	5	12,213	61,069
CANAL 8”	11,50	5	17,129	85,646

- **Puertas y Ventanas**



Foto 17. Ventana y puerta en estructura metálica existe en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Aunque a veces no reparamos lo suficiente en ellas, las puertas y ventanas son elementos importantes dentro de la edificación. Suelen tener un estilo tradicional en estructura metálica.

Las puertas y ventanas metálicas se encuentran instaladas en todas las aulas, dando belleza y seguridad al entorno. Así, a la hora de evaluar la eficiencia de estos elementos, han influido cuatro aspectos fundamentales:

- ✓ El material en la que están fabricados, y los empleados son lámina metálica y acero. De este modo, el tipo de material ha influido en la calidad de la misma. Como lo es el aislamiento, la resistencia a impactos y la seguridad.
- ✓ Las puertas y ventanas interiores, son reforzadas cumpliendo especificaciones escolares y en buen estado.
- ✓ Su manejabilidad y apertura, y el sistema tradicional sigue funcionando, se cuenta con velocidad de apertura adecuada.
- ✓ Se encuentran con pintura adecuada con una capa de imprimación y con su respectiva pintura.

- **Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico que presenta la edificación es un conjunto integrado por tubería conduit de pvc, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde la acometida general de la escuela hasta el centro del consumo (**salones**: 4 puntos eléctricos para bombillos, 4 puntos para ventiladores, 3 tomas corrientes dobles y 2 interruptores sencillos, **espacios comunales** 12 puntos para

bombillos, 1 lámpara fluorescente de 2x48 y 1 toma doble, baterías sanitarias 3 puntos para bombillos incandescentes, 2 lámpara fluorescente de 2x90 y 1 de 2x48). Se observa que la instalación eléctrica sus aislamientos, los conductores existentes son inseguros, ineficientes, y sus productos empleados en ella no cumplen con las norma exigidas (RETIE) por las autoridades competentes para este tipo de ambiente.

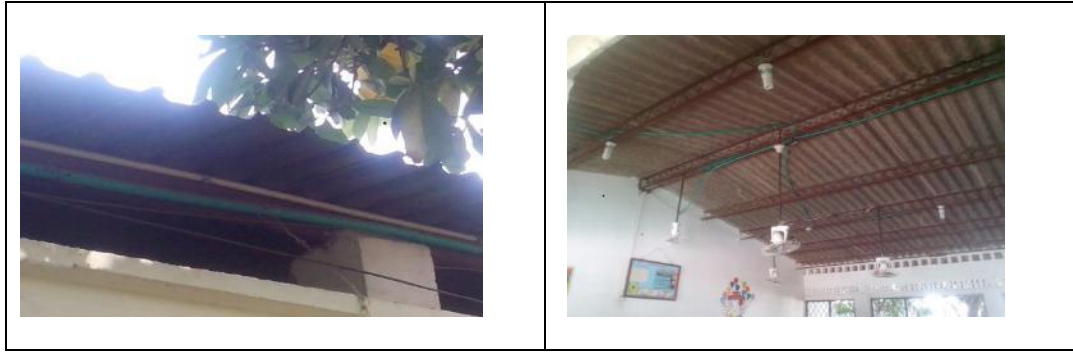


Foto 18. Instalaciones del sistema eléctrico interno en las aulas y en la parte externa

Se observa que las tensiones nominales de operación para el funcionamiento y el servicio satisface la demanda de los aparatos que son alimentados con la energía eléctrica del sector.

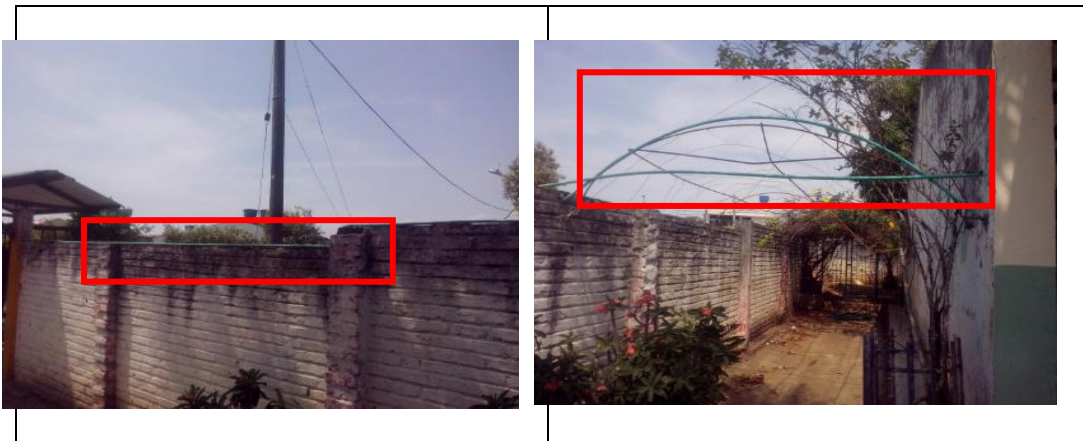


Foto 19. Instalaciones eléctricas parte exterior de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

Las condiciones como seguridad contra accidentes e incendios no presentan ningún sistema de seguridad, lo que significa un riesgo para la comunidad educativa.

- **Sistema Hidrosanitario**

Al hablar de la concepción y la construcción de un sistema Hidrosanitario de la edificación de la institución educativa escuela Ciudad Jardín es indispensable conocer

todos los aspectos básicos y los detalles que se encuentran en él y además que sean funcionales.

Se pueden identificar de alguna manera que se cuenta con un sistema para el suministro y desalojo de las aguas que alimentan a los diferentes servicios de baterías sanitarias que se encuentran dentro de ella. El conjunto de:

- 16 sanitarios,
- 3 orinales corrido: de 1,00 m; de 2,07 m; y de 2,90 respectivamente.
- 16 Lavamanos
- 1 ducha
- 1 Tanque de concreto de L=2,85 m, A= 1,00 m, H=0,69 m
- 5 Tanques en PVC de 500 lts
- 4 Tanques en PVC de 1000 lts
- 1 Tanque en Eternit de 1000 lts, para almacenamiento de agua potable.
- 1 lavamanos corrido

Brinda la comodidad para el desarrollo de las actividades cotidianas de la comunidad estudiantil y la eficiencia del servicio óptimo, sin embargo estas funcionan de manera independiente y brindan un servicio diferente entre sí, la cual podemos dividir en:

Instalaciones Hidráulicas: Es el conjunto de tuberías, válvulas, ramales y conexiones que proveen de agua a los diferentes servicios de la escuela (baños, cocina, núcleos sanitarios, redes de riego, etc.).

Instalaciones Sanitarias: Conjunto de tuberías, conexiones, cajas de inspección y ramales provistos para desalojar las aguas servidas o residuales de la Institución.

Los materiales más comunes encontrados en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín en las instalaciones Hidrosanitario que brindan un mejor servicio debido a su durabilidad y calidad son los tubos de PVC (cloruro de polivinilo) de diferentes diámetros, instalados con sus pendientes requeridas para que la dirección del flujo trabaje por gravedad.

Dichas instalaciones son una necesidad para la Comunidad Estudiantil ya que su principal objetivo es retirar y deshacerse de los desechos o residuos pluviales y excrementos, así como desaparecer u ocultar los malos olores; del mismo modo también

se encarga de proporcionar agua potable y distribuir la misma. Cumpliendo con las políticas de salud consistentes en preservar y proteger la salud de la Comunidad Estudiantil.

5.1.1 Historia Clínica

Paciente de un solo piso, construido en el año 1967, fue un proyecto de emergencia debido al terremoto del mismo año. Es por ello que el lugar se guarda un recuerdo muy especial en miles de habitantes del Barrio Jardín de la ciudad de Neiva y se inicia con tres aulas en el lugar que hoy funciona la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín. Su construcción se realizó sin tener o estar sometido a un régimen de construcción Colombiano sismo resistente.

La Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín fue un proyecto liderado por el señor alcalde Dr. Rafael Azuero, para dar respuesta al aumento de la comunidad estudiantil en 1969 realiza otras tres aulas quedando en obra negra, se fueron construyendo otras aulas según la necesidad, hasta la actualidad que se cuenta con 13 aulas escolares, una coordinación, una sala de profesores, biblioteca, restaurante escolar, baterías sanitarias, zonas de recreación y un corredor ambiental.

La Institución Educativa fue construida por personas que sin duda alguna no poseían elementos legales pero sí tenían experiencia en construcciones de este tipo de edificación. El restaurante obra más reciente construida en el año 2007, en la actualidad funcionan con una área reducida; el restaurante cumple con el Decreto 1400 de 1984 que fue la primera normativa colombiana de construcciones sismo resistente. Este documento fue una respuesta a la tragedia en víctimas y daños materiales que constituyó el sismo de Popayán del 31 de marzo de 1983. Dado que se trataba de un decreto de facultades extraordinarias autorizado por la Ley 11 de 1983, su actualización tecnológica no era posible sin una nueva ley que la autorizara.

Es evidente que la Institución Educativa ha sabido adaptarse a cada etapa de construcciones realizadas que son muy pocas en estos 49 años de vida, donde hoy se encuentra administrada por la Secretaria de Educación del Municipio de Neiva,

entre los cambios podemos mencionar entre los años 1989 el cerramiento en ladrillo a la vista y bloque estructural, batería sanitaria ubicada en la zona norte de la escuela, para el uso de niños y niñas de la comunidad estudiantil.

Paciente que evidencia una cobertura vegetal frondosa, cuyas raíces de gran tamaño, grosor y de variable especies como: **CUJÍ, PELÁ, GUÁSIMO, ARRAYÁN, OITÍ, LIMÓN SWINGLIA, OCOBO O FLOR ROSADO, MANGO COMÚN, PALMA DE COCO, TOTUMO, POMORROSOS, CHICALÁ, GUALANDAY y LEGUMINOSAS.**

Algunos de estas especies como el mango común, Palma, Pomarrosa, Gualanday y el Oití sembrados hacen 25 años aproximadamente muy cercana a la edificación.



Foto 20. Árboles sembrados cerca de la edificación

Paciente con aparición de fisuras y grietas en los muros laterales divisorios de las aulas desde el año 2013, fisuras que se fueron agravando con el tiempo hasta convertirse parte de ellas en grietas, se encuentran otras lesiones como desprendimientos de concretos y morteros, levantamiento de placa pisos, elementos no estructurales en mal estado como mesones y cielo-rasos, humedades y fracturas de sardineles. Documentación que se consignó en la ficha Historia Clínica Anexo 4.

Probablemente estas lesiones son producidas por la presencia de **Raíces de los árboles** cercanos a la edificación. El árbol es un ser vivo, y como tal su tendencia natural es crecer y reproducirse. Para ello empleará todos los medios a su alcance. En su relación

con el suelo el árbol utiliza la Raíz para fijarse a él y para tomar el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento. Dependiendo de la especie, las raíces pueden contar con una raíz principal o conjunto de ellas en las que ninguna predomina (raíz ramificada fasciculada). El espacio ocupado por la raíz se denomina Estructura Radicular. Los principales efectos adversos que pueden afectar a una cimentación son tres:

- ❖ Desecación del terreno – Hundimiento de la Cimentación.
- ❖ Rotura por efecto Cuña – Levantamiento de la cimentación.
- ❖ Descompresión del terreno por desaparición del árbol y sus raíces.

Problemas **de humedad** encontradas en la parte superior e inferior de los muros, y en la parte de la nave se puede estar presentando por Condensación.

Los problemas de humedad en los muros son además de un problema estético y de apariencia, un tema de salud. La presencia del moho degrada el ambiente causan olores, destruyen nuestras pertenencias y lo que es peor ponen en riesgo nuestra salud y la de la comunidad estudiantil.

El proceso destructivo como consecuencia de la humedad, se produce por la cristalización de las sales. Casi todos los materiales usados en la construcción de la escuela, especialmente los utilizados para la construcción de los Muros, tienen sales en sus componentes, al humedecerse las paredes, las sales se diluyen con el paso del agua por los poros de los materiales y cuando baja la humedad del ambiente, se evapora nuevamente el agua hacia el aire, y lo que se va, es sólo el agua dulce, las sales cristalizan en la superficie de las paredes.

El paciente Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín se clasifica dentro de la Patología **Preventiva**, referida al mantenimiento de la edificación para evitar aparición de procesos patológicos.

Para iniciar nuestro estudio patológico, se realiza un estudio de suelos a la Institución Educativa Sede Ciudad Jardín con el fin de establecer las características mecánicas del suelo y así definir los parámetros geotécnicos asociados, que permitan comparar las cargas existente, para determinar las posibles intervenciones.

5.1.2 Estudio de Suelos

El estudio de suelos comprende la exploración de suelos con equipos mecánicos, con los respectivos registros estratigráficos, toma de muestras alteradas para su caracterización tanto física como mecánica, la ejecución continua de la prueba de penetración estándar, ensayos de laboratorio y análisis geotécnico.

Como el problema común son las fisuras y grietas en los muros laterales divisorios de carga estos pueden estar siendo afectados por las siguientes causas:

Primera Causa: en el campo de la ingeniería es importante el estudio de suelos, ya que todas las estructuras de ingeniería se apoyan de una u otra forma sobre el suelo, es por ello que es importante estudiar su estabilidad, para verificar que los suelos donde se encuentra construida la escuela no sea propenso a hundimientos de la Cimentación, ya que de no analizar este problema se puede poner en riesgo la estructura y por consiguiente en peligro muchas vidas.

El hundimiento de los suelos es un movimiento de la superficie terrestre en que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas de muy baja pendiente. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad.

segundo el levantamiento de la Cimentación de la edificación, puede estar relacionado cuando la tierra es muy porosa, esta se puede expandir o contraer, dependiendo de la cantidad de agua que haya en el suelo, si los cimientos originales no fueron diseñados entonces el terreno podría abultarse o hincharse por así decirlo y empujar el edificio hacia arriba, el levantamiento también puede estar relacionado con las raíces de los árboles, ya que están tienen un sistema radicular que se extiende por debajo del suelo al igual que se extiende su copa. En terrenos porosos es necesario considerar una placa de cimentación o cimentación flotante, si hay un movimiento la placa se moverá un poco, pero las paredes permanecerán justo en los ángulos de los cimientos.

Tercero Construcción defectuosa los cimientos es un conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos a poyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no supere su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente,

menor que las de los pilares o muros que soportan, el área de contacto entre el suelo y la cimentación debe ser proporcionalmente más grande que los elementos soportados. La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura.

Si los cimientos han sido diseñados y construidos incorrectamente la edificación presentara patologías con respecto a esta causa.

Con estas inquietudes y problemas presentes entorno de la edificación de la escuela, la Rectoría de la Institución Educativa José Eustasio Rivera sede Ciudad Jardín contrata a mediados de Octubre de 2015 a la empresa laboratorio de suelos Concretos y Pavimentos ubicada en la calle 12 No. 8 B – 47 del Barrio Chapinero de la ciudad de Neiva, para realizar un estudio de suelos llamado “exploración geotécnica básica para el proyecto construcción de futuras edificaciones de uno a tres pisos” que consiste en: análisis de materiales, la exploración del subsuelo con el fin de establecer las características mecánicas de los suelos explorados.

5.2 Levantamiento Grafico de las Patologías.

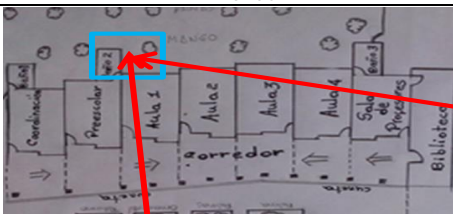

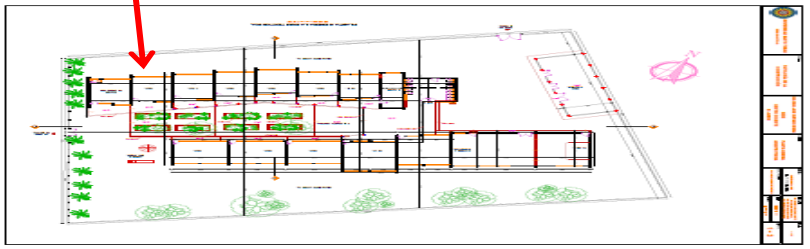
En esta etapa se recolectó la información necesaria sobre la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín, consignada en el formato “**inspección de lesión en la edificación**” **Anexo 3**. Se midieron variables como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, pluviosidad, información de la lesión, localización de la lesión en el plano arquitectónico, sistema constructivo, materiales utilizados en los elementos constructivos, aspectos de vulnerabilidad y humedad. Mediante la visita ocular y un registro fotográfico detallado, el cual se consignó en un Anexo 1. REGISTRO FOTOGRAFICO.

Formato inspección de lesiones en edificaciones.

Con el registro fotográfico, la recolección de la información de las lesiones y las variables se procedió a elaborar el formato de inspección de lesiones en edificaciones Anexo 3 para cada lesión. La humedad relativa y la temperatura de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín se midieron sin el sistema de ventiladores de techo y de igual manera se realizaron las pertinentes mediciones cuando el sistema de

ventiladores se encontraban en funcionamiento; estableciéndose así la incidencia que tiene el sistema en el microclima de la estructura. La medición de estas variables se hizo con los equipos pertinentes para esta labor. Estos aparatos fueron suministrados por el grupo de trabajo. Las lecturas de temperatura y humedad se hicieron durante el curso de esta investigación. Dichas mediciones se hicieron en diferentes puntos de la estructura para vislumbrar mejor el efecto del sistema de aire en el microclima de la Institución Educativa. Los puntos fueron constantes a lo largo de la investigación y fueron distribuidos en 2 zonas, encima del piso, a una altura de 1,20 mts y por debajo de la cubierta, representada en 42 registros de fichas, que se consignaron en una ficha del formato Anexo 3.

A continuación se presenta el Formato utilizado en la inspección de lesiones en edificaciones No.1.

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES									
INFORMACION INICIAL DEL PACIENTE					INFORMACION DE LA LESION				
NOMBRE:	INSTITUTO EDUCATIVO JOSÉ EUSTASIO RIVERA sede CIUDAD JARDIN				NOMBRE:	afección por raíces cercanas a la construcción			
LOCALIZACIÓN:	Carrera 34 A No. 13 - 80 Barrio el Jardín de la Ciudad De Neiva - Huila.				DESCRIPCION:	Crecimiento y profundización de raíz			
USO:	Interes Académico.				TEMPERATURA PROMEDIO:	34,8 °C			
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	año 1967				HUMEDAD RELATIVA:	46%			
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	No Aplica -				VELOCIDAD DEL VIENTO:	5 Km/h			
TÉCNICA CONSTRUCTIVA:	No Aplica -				PLUVIOSIDAD:	0,00 mm			
INTERVENCIÓNES PREVIAS:	SIEMBRA DE ARBOLES EN EL AÑO 1980				TIPO DE AMBIENTE:	seco			
UBICACIÓN:	EN EL ESPACIO					EN EL EDIFICIO: suelo			
									
QUIEN REALIZA:	equipo de trabajo: Ingenieros CARMEN LIGIA ROJAS DUARTE - WILLIAM PARRA OLAYA - HECTOR JULIO RIOS JOVEL								
GEOMETRIA (VISTA EN PLANTA)									
FECHA VISITA:	22 de septiembre y toma de muestra el 5 Noviembre de 2015				SOBRECIMENTOS:		No posee		
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	siembra de arboles cercana a la edificación								
MATERIALES UTILIZADOS:	CEMENTO	MORTERO DE CEMENTO Y ARENA	ACERO	UNIDADES DE MAMPOSTERIA	MADERA	OBSERVACIONES: Siembra de Arboles de la especie Mango Tropical, rechazan los incendios y durante la época de sequía es el período de máximo crecimiento de Biomasa para este arbol y de mayor actividad de la fotosíntesis por la menor nubosidad.			
ASPECTOS DE VULNERABILIDAD									
aspectos geometricos	X	aspectos constructivos	X	aspectos estructurales	X	cimentación	X	entorno y suelos	X
HUMEDADES									
POR FILTRACIÓN	POR CONDENSACIÓN			POR CAPILARIDAD	ACCIDENTAL		POR GRAVEDAD		
AREA AFECTADA	Muros internos lateral								
CANTIDAD AFECTADA (EN %)	100	TIPO LESION:	Crecimiento Radicular, características de la especies, factores geneticos y factores propios del medio ambiente			TIPO DEL ULTIMO MANTENIMIENTO		1. Según trazabilidad consignada en el libro bitácora de la escuela, No se ha realizado alguna intervención estructural. 2. Se ha realizado mantenimiento en pintura y recubrimiento de fisuras.	

Recolección de datos

En esta etapa se recolecta la información necesaria con respecto a todas las áreas y elementos que conforman la estructura física de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín de la Ciudad de Neiva Departamento del Huila, mediante la observación minuciosa, un registro fotográfico detallado, pruebas no destructivas, Bitácora y los registros de datos en la ficha de verificación de lesiones en edificaciones para realizar su evaluación y diagnóstico patológico.

La recolección de la información para la evaluación y diagnóstico patológico de la estructura se hizo bajo las recomendaciones hechas por ASOCRETO⁴ en el seminario “Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto”, como se plantea en dicho seminario: **Primer paso** para la recolección de información fue una inspección preliminar, esta tuvo como propósito evaluar de manera inicial las condiciones en que se encontraba la edificación. Se hizo un recorrido por todo el inmueble y mediante una fundamentada observación logramos identificar los focos claves para el desarrollo de la investigación. Este recorrido se hizo en compañía del ingeniero Civil Patólogo **JOSE FERNANDO PERDOMO TRUJILLO**. Como resultado de esta inspección identificamos las zonas con mayores problemas, que en orden de importancia para el estudio, fueron: Los Muros Laterales Divisorios de cada uno de los salones de clase, la cubierta, y por último la nave principal, en esta incluimos muros de fachada, muros laterales, pisos, accesos, puertas y ventanas.

En esta inspección se tomaron 42 fotografías generales de la edificación, distribuidas en todas sus zonas, para así dejar registro de los sistemas constructivos encontrados en la Institución Educativa y para servir de base para la planificación de las fases posteriores de este trabajo. El equipo utilizado para esta labor fue una cámara Sony Digital Handycan DCR-TRV22, Carl Zeiss Vario – Sonnar – Steady Shot, capacidad de memoria estándar 60 Kb, lo que garantiza unas fotos de excelente calidad, óptima para el estudio realizado.

⁴ Instituto Del Concreto Asocreto, Seminario Evaluación Y Diagnóstico De Las Estructuras En Concreto, Ing. HAROLD ALBERTO MUÑOZ M. Bogotá D.C., Noviembre 22 y 23 de 2001.

Luego, una vez identificada y jerarquizadas las zonas claves para el estudio, se procedió con la inspección visual detallada. En esta fase se hizo una evaluación minuciosa de la estructura. Se caracterizaron las patologías a través de la observación y pruebas no destructivas tales como medición con fisurómetros para los casos de fisuras, grietas y fracturas, uso de plomada para chequear verticalidad en los muros, tacto, golpes y pequeñas perforaciones con puntillas para el caso de los elementos metálicos. Todas estas pruebas fueron hechas siguiendo los lineamientos sugeridos por el equipo de ingenieros de investigación.

La verticalidad de muros se realizó de forma tradicional, mediante el uso de plomada y cinta métrica. De forma similar, para el cálculo de los ahuellamientos en pisos, se trazaron cordones de nylon totalmente horizontales y se realizaron mediciones verticales.

De igual manera, en esta fase se hizo un registro fotográfico, aunque mucho más detallado que el anterior, para dejar evidencia del trabajo realizado y memoria del estado en que se encontró la Institución Educativa sede Ciudad Jardín en el momento del estudio. Las fotografías fueron tomadas con una cámara Sony Digital Handycan DCR-TRV22, Carl Zeiss vario – sonnar – steady shot, capacidad de memoria estándar 60 Kb, y lente Carl Zeiss con zoom óptico 3x y dos cámaras auxiliares de dispositivos móviles de excelente calidad, un Nokia Lumia 800 con cámara de 8 MP y un Alcatel One Touch Idol con cámara de 8 MP de súper alta resolución. Para el estudio de los elementos que se encontraban a una altura mayor a 2 m se hizo uso de andamios de seguridad y demás equipos pertinentes para el trabajo altura. Esto permitió observar con mayor precisión los elementos de cubierta, muros, y demás. En esta fase se tomaron 251 fotos distribuidas como se encuentran a continuación:

- Suelo. : Se tomaron en total 7 fotos.
- Cimentación : un total de 2 fotos.
- Columnas : son 4 fotos.
- Muros Divisorios. : son 77 fotos.
- Placa maciza elevada en concreto : son 7 fotos.
- Cerchas. : son 4 fotos.

- Cubierta. : son 20 fotos.
- Viga canal. : son 11 fotos.
- Pisos. : son 12 fotos.
- Puertas y ventanas. : son 4 fotos.
- Sistema Eléctrico. : son 11 fotos.
- Sistema Hidrosanitario. : son 14 fotos.
- Cuneta en concreto : son 7 fotos.
- Corredor : son 9 fotos.
- Vegetación : son 34 fotos.
- Insectos : son 7 fotos.
- Calaos : son 4 fotos.
- Bloque de cemento : son 5 fotos.
- Muro de cerramiento : son 12 fotos.

Segundo paso: A. Elaboración del registro fotográfico donde se enumera cada foto con su respectiva descripción se llevó a cabo en un Anexo 1. **B.** se organiza el formato de Inspección de lesiones en edificaciones para cada lesión encontrada donde se registra: - Información inicial del paciente, - Información de la lesión, - Localización de la lesión en el espacio y en el edificio, y - Observaciones en general respecto a las patologías (lesión, material utilizado, humedades, cantidad afectada) apreciadas en cada foto. Los elementos clasificados como críticos (vistos a lo largo de la inspección detallada), fueron en su totalidad cubiertos en las fotografías, se consignaron en una ficha similar al Anexo 3.

Con los resultados obtenidos de la inspección visual detallada se hizo un levantamiento gráfico de las patologías halladas en la escuela. Este levantamiento tuvo como propósito realizar un detallado inventario de los daños en la estructura, para que de esta manera se pudiera determinar el grado de afectación de la misma. Este levantamiento se hace a mano alzada de todas las áreas de la estructura de la Institución Educativa para identificar las lesiones encontradas en cada uno de los elementos constructivos que se consignaron en un formato anexo 3. La elaboración de este levantamiento se hizo posterior a la edición de los planos conseguidos como parte de la investigación histórica. En este plano se encuentran identificadas todas las patologías encontradas en

el estudio, los cuales tienen indicaciones precisas sobre el nivel de daño, características físicas, tipo de patología, etc.

Con la inspección visual detallada, con el registro fotográfico y los formatos de inspección de lesiones en edificaciones, soportan la validez del presente estudio de investigación, anexado a este un recuento literario que relata el estado actual del inmueble bajo estudio. Finalmente se elabora la Ficha Historia Clínica Anexo 4 que contiene: datos generales del paciente, datos de identificación, cronología, calificación, diagnóstico, deterioro observado en el paciente y conclusiones.

Toma de datos en campo

Dentro del estudio investigativo se hace necesario emitir un diagnóstico sobre la situación actual de la Edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín objeto de análisis, y este debe obedecer a la toma o captura de información previa.

No obstante si es cierto que la experiencia nos permite “percibir en el ambiente”, con unas primeras miradas, algunos aspectos sobre fisuras y grietas en muros y pistas de situaciones susceptiblemente a mejorar.

En más de una ocasión de las visitas realizadas por el equipo de trabajo, documentos consultados y en la bitácora existente, dejan ver síntomas habituales que se están presentando en casi todos los muros de las aulas construidas. **La toma de datos** que es la recopilación de valores apoyados con estas fuentes de información, en donde se obtiene datos (medición) sobre los elementos que presentan lesiones, normalmente mediante una muestra de la que se ha especificado anteriormente el tamaño y el método de recoger estos valores, para su posterior análisis. Lo anterior tiene como finalidad cuantificar y cualificar el problema y proponer alternativas de solución para corregir y mejorar, ligado a un presupuesto y a un objetivo de calidad; cumpliendo parámetros de eficacia y eficiencia, es decir coste razonable y resultado excelente, para extraer conclusiones sobre el parámetro estudiado. Las lesiones o enfermedades encontradas en nuestro paciente se encuentran descritas y se detallaron en una ficha del Anexo No. 4, Historia Clínica.

Medición Plomo de Muros

La utilización de la plomada es fundamental, la cimbra (elemento compacto que contiene dentro de su interior hilo y Mineral Rojo) sirve para realizar líneas proyectada al muro de estudio y, el nivel de manguera transparente para trasladar puntos determinados radiándolos en el sitio de trabajo con el fin de tener una correcta nivelación. El procedimiento realizado en campo se ejecutó de la siguiente manera:

Utilización de plomo (Plomada):

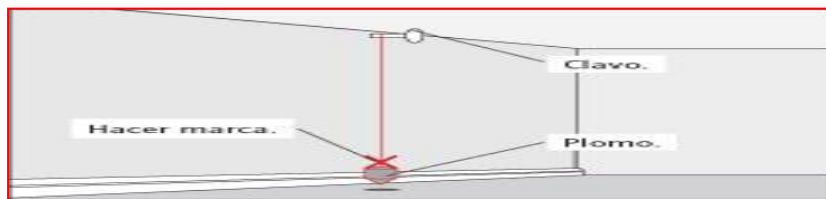


Figura 5. Detalle del trazado para plomo de muro en las aulas

Se instala un clavo de acero en la parte más alta del Muro, seguidamente se amarra al clavo la cuerda del plomo, de forma que cuelgue libremente hasta lo más cerca del piso posible sin que este lo toque, esperando hasta que el plomo quede totalmente quieto, se realiza una marca justo donde indica la punta del plomo, instalando otro clavo de acero y se toma la diferencia de longitud con respecto al clavo inicial y su plomo.

Se extiende entre ambos puntos la lienza de la cimbra hasta que quede tensa, se tira hacia afuera del muro y se suelta. La tiza (Mineral Rojo) marcará la línea vertical en el Muro.

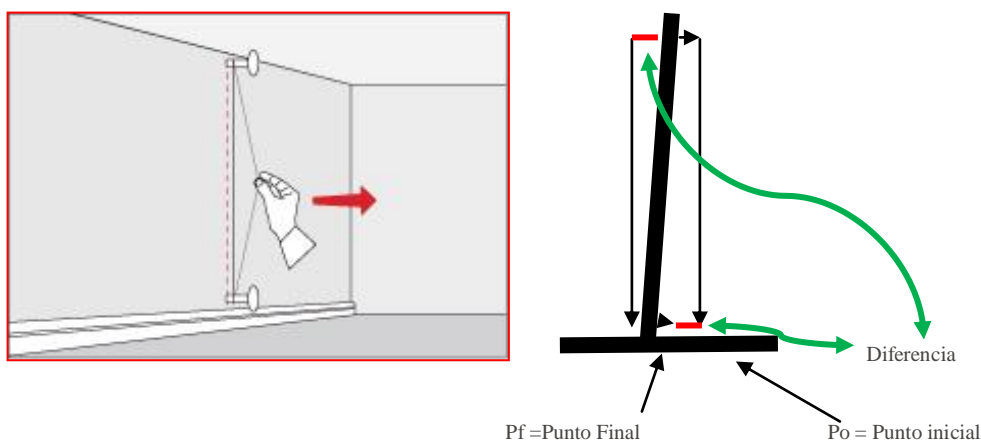


Figura 6. Medición para verificar la verticalidad de los muros

Medición que permite verificar si la verticalidad de los muros se encuentra a plomo y para ello utilizamos la siguiente Tabla 3, donde se consigna la toma de datos obtenidos en campo.

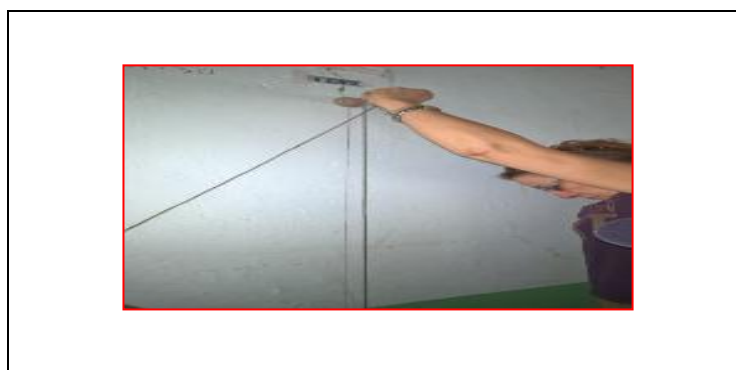


Foto 21. Medición plomo de muro en las aulas

Tabla 3
Toma de datos – medición plomo de muros en las aulas

MEDICION PLOMO DE MURO										
SALON	DIA	FISURA No.	MURO	Valor (mm)	SALON	DIA	FISURA No.	MURO	Valor (mm)	
Pre-escolar	11 - Diciembre de 2015	3	NORTE	0	Pre-escolar	11 - Diciembre de 2015	4	NORTE	3	
			SUR	0				SUR	0	
			ORIENTE	2				ORIENTE	2	
			OCCIDENTE	3				OCCIDENTE	3	
Pre-escolar		5	NORTE	0			Aula No.1	6	NORTE	0
			SUR	0					SUR	0
			ORIENTE	2					ORIENTE	4
			OCCIDENTE	3					OCCIDENTE	-2
Aula No.1		7	NORTE	0			Aula No. 2	8	NORTE	0
			SUR	0					SUR	0
	ORIENTE		4	ORIENTE	3					
	OCCIDENTE		-2	OCCIDENTE	-4					
Aula No. 3	9	NORTE	2	Aula No. 4	10	NORTE	0			
		SUR	1			SUR	24			
		ORIENTE	9			ORIENTE	15			
		OCCIDENTE	-3			OCCIDENTE	-9			
Aula No. 4	11	NORTE	0	Aula No. 4	12	NORTE	15			
		SUR	24			SUR	0			
		ORIENTE	15			ORIENTE	10			
		OCCIDENTE	-9			OCCIDENTE	-15			
Sala de Profesores	13	NORTE	10	Sala de Profesores	14	NORTE	10			
		SUR	4			SUR	4			
		ORIENTE	7			ORIENTE	7			
		OCCIDENTE	-10			OCCIDENTE	-10			
Baño - Sala de profesores	15	NORTE	0	Sala de Profesores	16	NORTE	10			
		SUR	4			SUR	4			
		ORIENTE	4			ORIENTE	7			
		OCCIDENTE	15			OCCIDENTE	-10			

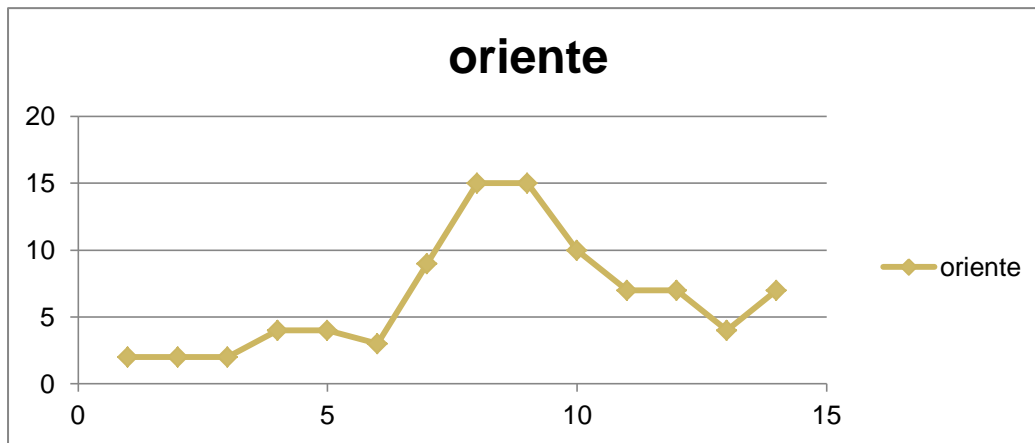


Gráfico 1. Comportamiento del plomo de los muros (eje "x" fisuras No. "y" el desplome en mm)

El desplome en un muro tiene cierta tolerancia (cuando es imperceptible). Pero cuando se nota dicho desplome puede ser peligroso. Es importante destacar que ésta información no debe ser usada para descartar daños, sería una irresponsabilidad confiar en un post para tales efectos. Está más orientada a ver en qué casos es imperativo y urgente plantear un diagnóstico y aclarar cuáles son los mayores peligros. Ya que, un daño que se ve grande puede ser insignificante y un daño que se ve pequeño pueden ser importantes.

Las fuerzas Externas (sismos – vientos) someten a las edificaciones a distintas fuerzas para las cuales pueden estar o no preparadas. De esta forma pueden generar daños estructurales y daños no estructurales, que pueden ser peligrosos para los ocupantes. El primero compromete el esqueleto de la Institución puede provocar derrumbes parciales o totales y el segundo, por caída o desprendimientos de materiales.

Al verificar los datos obtenidos en campo, observamos que la inclinación de los muros laterales (de carga - estructural) y los de fachada exterior, en una situación de movimientos (sismo) presentan problema eminente, los elementos diseñados para soportar el peso de la superestructura se encuentran dentro de un rango aceptable, donde los muros se diseñaron para determinar y separar espacios, sin embargo con las mediciones obtenidas en el Tabla 3, se puede hablar de una edificación insegura.

El diseño y el cálculo inicial de cada elemento de la edificación fue lograr que sea lo suficientemente resistente para soportar las cargas que se le son transmitidas por los elementos que soporta, como: la cubierta, cercha en estructura metálica, para nuestro

caso. Para lograr la resistencia necesaria se tiene en cuenta, el espesor del muro, la calidad de los materiales con que se construyó, la altura y el tipo de carga que soporta. Los muros laterales de carga reciben y transmiten las cargas de forma lineal.

Medición de Nivel de Muros

Se realizó una marca a una altura de 1,30 m en uno de los muros, posteriormente se llevó esta marca con una manguera transparente con agua sin elemento de aire dentro de ella (toma nivel de agua), se hizo coincidir con el nivel de agua en el otro extremo de la manguera.

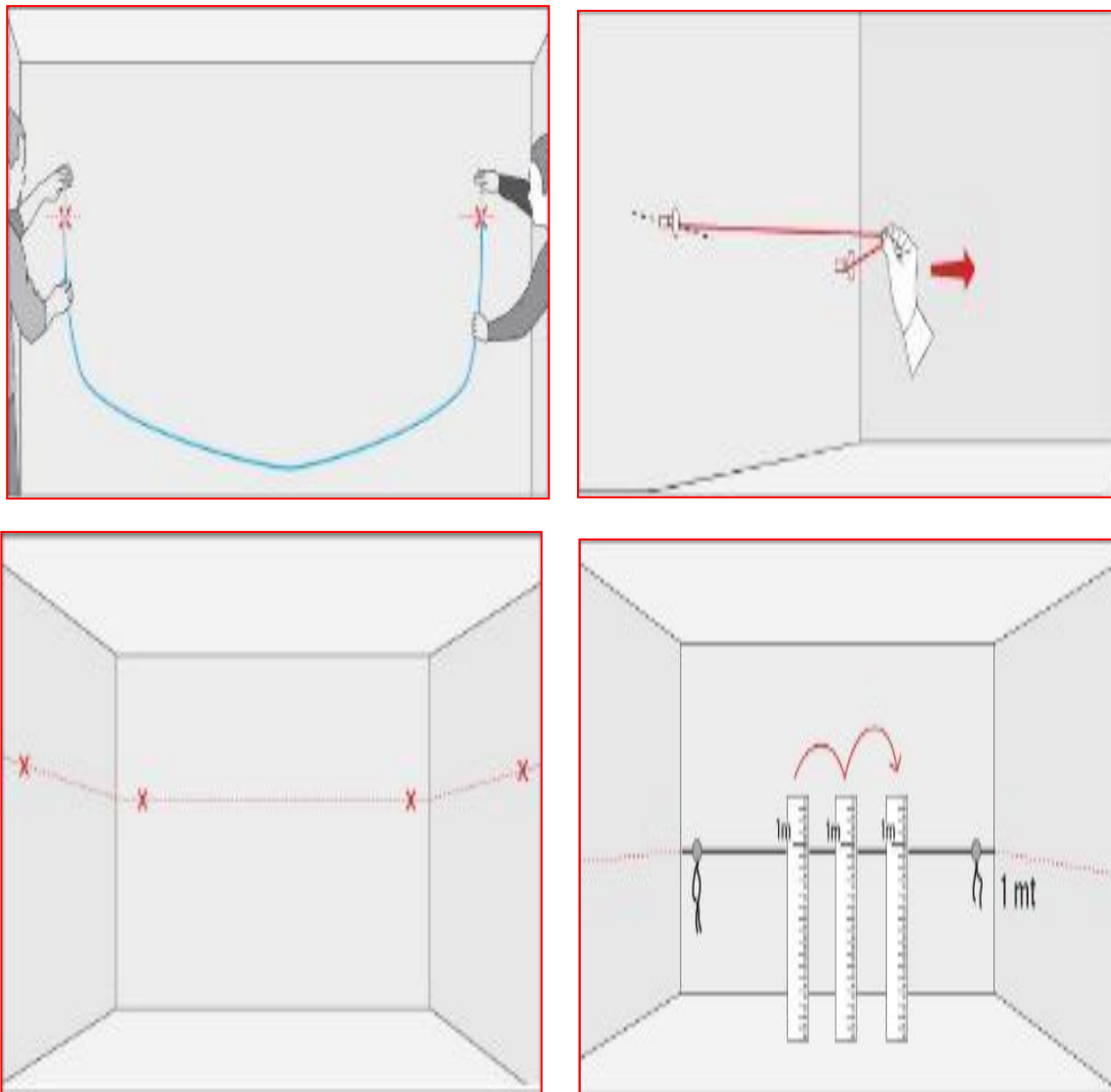


Figura 7. Pasos para la medición de muros con manguera transparente

Presentar la otra punta de la manguera en otra esquina del muro, y hacer una marca donde se detenga el movimiento del agua. Ésta será exacta y equivalente en altura a la primera marca, repetimos este paso en los demás muros a partir de la marca ya hecha.

Con la cimbra (tizador), marcamos las líneas alrededor del salón. Sin embargo se debe tener en cuenta las siguientes observaciones:

- Con la cimbra (su cuerda impregnada de mineral rojo) de muro a muro entre las marcas de los niveles previamente sacados. Éste debe quedar bien tensado.
- Se Verifica con Flexómetro la altura del piso a la línea roja en todo su recorrido.
- Se repite el procedimiento en varios puntos. Hasta completar toda la superficie.



Foto 22. Medición del nivel del muro de las aulas en la escuela

Si al medir se ve que los datos no coinciden con el valor inicial de referencia, se dice que la estructura de soporte del muro (base ciclópea) está fallando. Medición que nos permite verificar si la horizontalidad del muro se encuentra a nivel. Como se observa en el siguiente Figura 8.

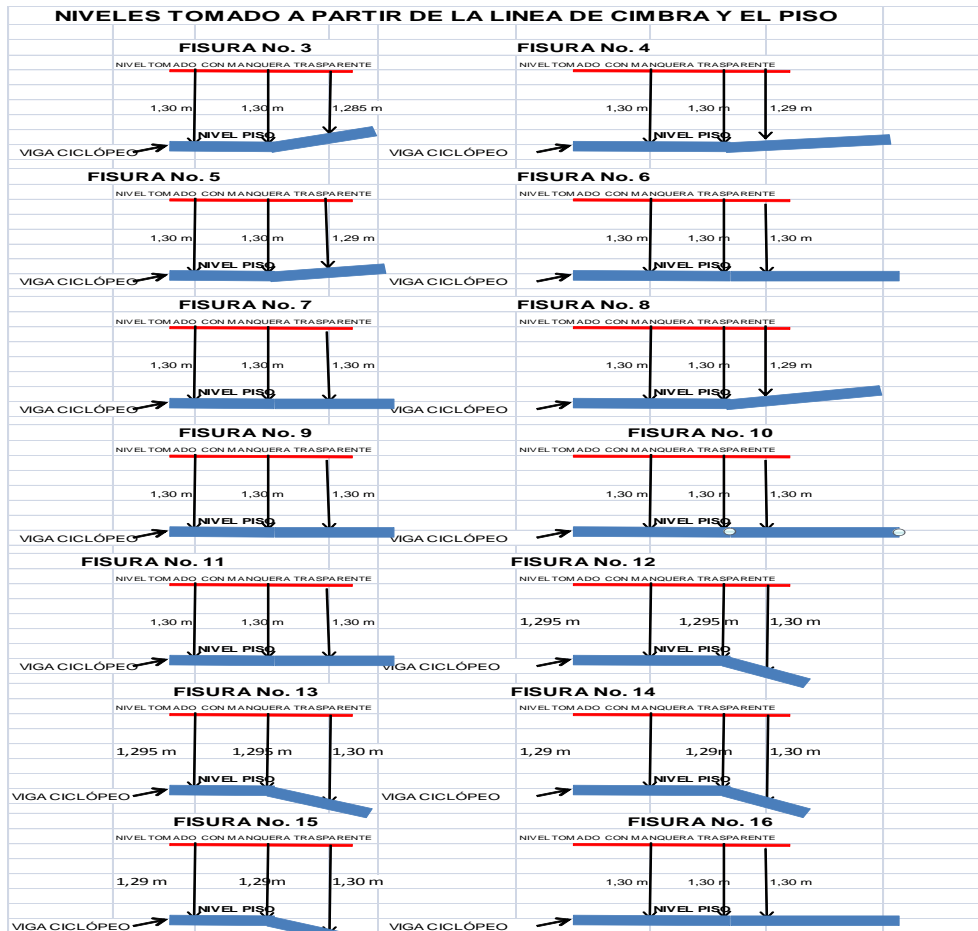


Figura 8. Niveles tomados a partir de la línea de cimbra y el piso

Como la edificación se encuentra cercana a árboles de altura entre 12,00 y 30,00 mts, sus raíces para estabilizar el árbol se extienden tanto vertical como horizontalmente en la misma longitud y un poco más de la distancia de sus ramales y copa, en el proceso de su desarrollo se engrosan, atravesando por la parte inferior en el centro y en la esquina de la base ciclópea ejerciendo en ella una fuerza hacia arriba, presentándose el efecto cuña (fenómeno arrufo y fenómeno de quebranto).

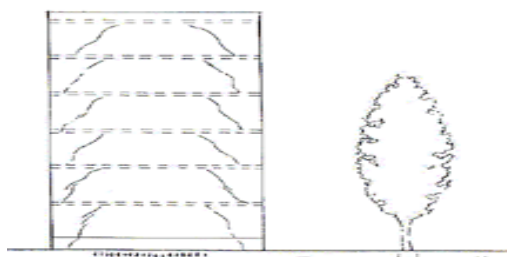


Figura 9. Fenómeno de arrufo y agrietamiento

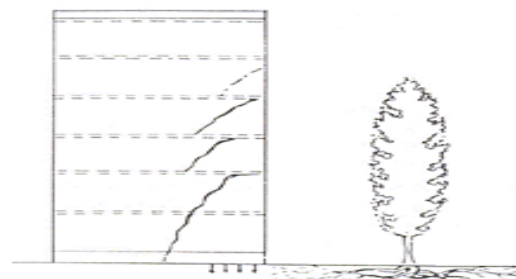


Figura 10. Fenómeno de quebranto grietas consecuentes.

Medición escuadra Muros

Para determinar la escuadra que existe entre muros, se determina por medio del triángulo pitagórico. Cuyos lados son 3, 4 y 5, utilizando múltiplos de 10 para su medida.

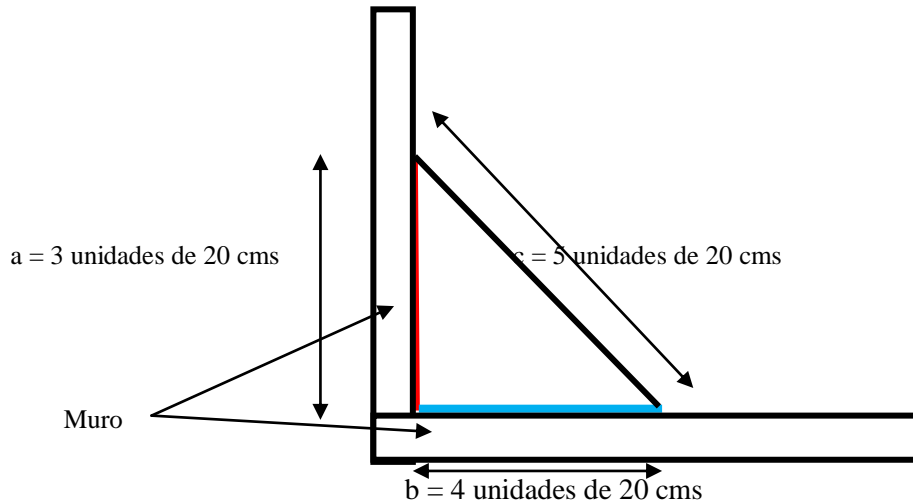


Figura 11. Triángulo pitagórico para la toma de escuadra

Se realiza sobre la proyección de la línea de nivel un triángulo rectángulo (ángulo recto sobre la escuadra) de medidas $a=60$ cms, $b=80$ cms y se instaló en los extremos un clavo de acero y cuya unión de los mismos se realizó mediante un hilo y su valor obtenido es de $c=100$ cms.

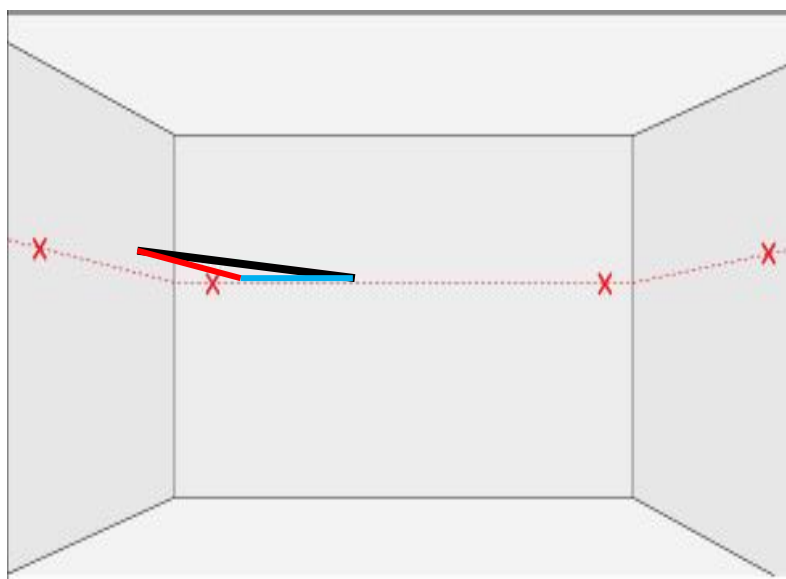


Figura 12. Medición escuadra muros de las aulas

Un error relativamente frecuente es creer que dos **paredes** estén **a escuadra** (90°) cuando realmente no es así. Una forma fácil de verlo es fijarse en las baldosas del piso, que nos indicarán si realmente están a escuadra. De igual manera el nivel del suelo juega un papel importante. En los salones de nuestro estudio se llegó a que la escuadra tomada a 1,30 mts del nivel del piso se encuentra a escuadra tal como se observa en la figura 8.



Foto 23. Medición de escuadra muros en las aulas

Tabla 4
Toma de datos – medición escuadra de muros aulas

MEDICION ESCUADRA DE MUROS							
SALON	DIA	MURO		Valor Inicial (Po) cms		Valor Final (Pf) cms	Diferencia cms
Pre-escolar	02-feb-16	SUR	a=	60	c=	100	0
		OCCIDENTE	b=	80			
Aula No.1	02-feb-16	SUR	a=	60	c=	100	0
		ORIENTE	b=	80			
Aula No.2	02-feb-16	NORTE	a=	60	c=	100	0
		ORIENTE	b=	80			
Aula No. 3	02-feb-16	NORTE	a=	60	c=	100	0
		OCCIDENTE	b=	80			
Aula No. 4	02-feb-16	SUR	a=	60	c=	100	0
		OCCIDENTE	b=	80			
Sala de Profesores	02-feb-16	SUR	a=	60	c=	100	0
		ORIENTE	b=	80			

Medición de fisuras mediante el microscopio inalámbrico

Así como cualquier obra en general construida con sistemas tradicionales o no tradicionales, si está bien diseñada y construida no debería tener problemas durante su vida útil. La edificación, está compuesta por muros en bloque de cemento forrado con mortero (pañete), suena hueco al golpear la pared, en algunos casos los bloques de cemento son sólidos, ya que al golpear el muro se nota que están rellenos. **Las fisuras que se observan se encuentran localizadas en los muros laterales de carga (Estructurales)** pues sostienen la estructura de la cubierta y son un problema para la estabilidad de la estructura en el momento de un fallo (sismo). Es importante saber que es normal que se fisuren, pues ayudan al edificio a disipar la energía. Aun así, las fisuras son pronunciadas, y presentan actividad de desprendimiento de material en los **elementos de fachada** como: marcos de puertas, marcos de ventana y vidrios.

En los muros laterales estructurales se observan las Grietas en forma diagonal en su mayoría y unas pocas en forma vertical.

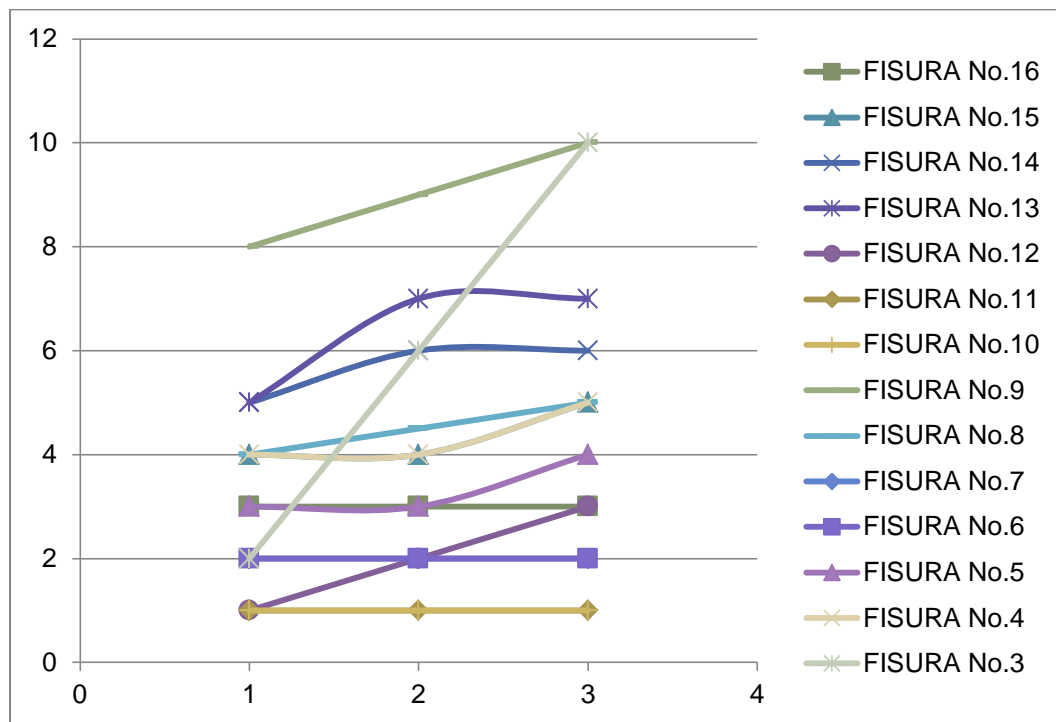
Los muros laterales estructurales pueden agrietarse en diferentes magnitudes. Como se presenta en la Historia Clínica, Calificación Ficha No. 7.

CALIFICACION	No. de Ficha: 7 De: 40
DETALLES	DESCRIPCION
FISURAS Y GRIETAS MAS IMPORTANTES EN EDIFICACIONES	
ESFUERZOS DEL TERRENO QUE EMPUJAN A LA MAMPUESTRA HACIA ARRIBA.	
	<p>• LA FISURACIÓN.</p> <p>Este fenómeno se manifiesta por la aparición de aberturas en elementos constructivos. Debemos estudiar varios parámetros y circunstancias como el lugar de aparición, el elemento constructivo afectado, la profundidad de la abertura, el estado activo (huevo vivo) o estabilizado (huevo muerto), la forma (geométrica, horizontal, vertical) o la anchura y clasificación.</p>
GRIETAS DEBIDA A MOVIMIENTOS DIFERENCIALES DEL SUELO (ASENTAMIENTOS Y EXPANSIONES).	
	<p>En función de la abertura podemos clasificarlas según la tabla siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - MICROFISURAS abertura inferior a 0,1 mm - FISURAS abertura comprendida entre 0,1 y 0,4 mm - MACROFISURAS abertura comprendida entre 0,4 y 1 mm - GRIETAS abertura comprendida entre 1 y 3 mm - RAYAS o FENDAS abertura mayor a 3 mm <p>• Una fisura es una abertura superficial en el muro o su revestimiento. También es la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Una grieta es una abertura que abarca todo o casi todo el espesor del muro. Esta lesión se presenta en nuestro paciente en gran cantidad sobre los muros de bloques de cemento en todas las áreas, es decir, en las 11 aulas, sala de coordinación y sala de profesores. Estas fisuras inician desde la parte superior del muro extendiéndose en diagonal hasta la parte inferior, se caracterizan por que su abertura es mayor en la parte superior que inferior.</p>
ASENTAMIENTO DIRECTO EN CIMENTACIÓN	

En la siguiente tabla 5, se presentan los valores tomados durante el seguimiento en los meses de noviembre, diciembre del año 2015, enero y febrero del año 2016, a las grietas y fisuras que se escogieron para nuestro estudio.

Tabla 5
Seguimiento del comportamiento de las grietas y fisuras en los muros de las aulas

PACIENTE : ESCUELA EL JARDIN										
CUADRO DE ABERTURA DE LAS FISURAS										
ITEM	FISURA No.	FECHA: 05-NOV-2015				FECHA: 09-DIC-2016		FECHA: 12-ENE-2016		DIFERENCIA DE ABERTURA
		ABERTURA DE FISURA (mm)	UBICACIÓN (X (MTS) Y (MTS))		HORA	ABERTURA DE FISURA (mm)	HORA	ABERTURA DE FISURA (mm)	HORA	
3	FISURA No.3	2	0.615	0.100	10:15 A.M	6	9:30 A.M	10	2:30 P.M	8
4	FISURA No.4	4	0.830	0.230	9:50 A.M	4	9:40 A.M	5	2:45 P.M	1
5	FISURA No.5	3	0.260	0.170	10:02 A.M	3	9:50 A.M	4	2:50 P.M	1
6	FISURA No.6	2	0.615	0.100	10:25 A.M	2	10:00 A.M	2	3:00 P.M	0
7	FISURA No.7	2	0.940	0.850	10:35 A.M	2	10:10 A.M	2	3:10 P.M	0
8	FISURA No.8	4	0.480	0.050	10:45 A.M	4.5	10:20 A.M	5	3:20 P.M	1
9	FISURA No.9	8	0.160	0.290	10:55 A.M	9	10:35 A.M	10	3:30 P.M	2
10	FISURA No.10	1	1.200	0.090	11:05 A.M	1	10:45 A.M	1	3:40 P.M	0
11	FISURA No.11	1	0.510	0.190	11:15 A.M	1	11:00 A.M	1	3:50 P.M	0
12	FISURA No.12	1	1.340	0.550	11:20 A.M	2	2:30 P.M	3	4:00 P.M	2
13	FISURA No.13	5	1.910	0.05	11:30 A.M	7	2:45 P.M	7	4:10 P.M	2
14	FISURA No.14	5	0.815	0.095	11:40 A.M	6	2:50 P.M	6	4:20 P.M	1
15	FISURA No.15	4	0.815	0.095	11:50 A.M	4	3:00 P.M	5	4:30 P.M	1
16	FISURA No.16	3	0.310	0.050	12:00 A.M	3	3:10 P.M	3	4:35 P.M	0



Grafica 2. Gráfico del comportamiento de la abertura de las fisuras (eje "x" fecha de la toma; eje "y" abertura en mm)

Para el seguimiento utilizamos el microscopio digital inalámbrico S05 – 200X. De acuerdo a los valores obtenidos en la tabla 5, se observa que los promedios realizados arrojan un crecimiento en la magnitud de abertura en algunas fisuras, indicando que están activas (vivas) representando una mala señal, ya que se puede comprometer la estructura de cubierta que posee su propio peso y descansa en estos muros estructurales que fue construido para resistirla.



Foto 24. Utilización del microscopio digital inalámbrico en la medición de la abertura de las grietas y fisuras

Medición del nivel del piso en la Nave

Tabla 6

Toma datos - valores del nivel piso de la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

MEDICION NIVEL PISO			
SALON	DIA	Diagonal 1 - Valor desnivel (mm)	Diagonal 2 - Valor desnivel (mm)
Pre-escolar	27 de enero de 2016	0	0
Aula No.1		2	2
Aula No.2		2	3
Aula No. 3		1	0
Aula No. 4		1	2
Sala de Profesores		0	1

En la institución Educativa Escuela Ciudad Jardín, en el bloque sur y oriente se observa que su trazado se ha tomado con relación al nivel del terreno.

El nivel del piso de la edificación en la parte externa de cada aula, se observa que su trazado se ha tomado con relación al nivel del terreno; se hizo necesario que hubiese una diferencia de altura con el fin de evitar que el agua lluvia penetrara a los salones.

En el bloque norte de la institución en la fachada posterior el nivel del piso y los andenes se encuentra por debajo de la cota del terreno, donde se encuentran lesiones como: humedades ascendentes, empozamientos y suciedad.

Al realizar la toma de datos según la tabla 6, se observa que en la mayoría de las aulas el piso presenta un desnivel apropiado para el lavado del mismo.

El piso reviste especial importancia por ser una superficie que siempre está en contacto con la comunidad estudiantil, por lo cual reúne condiciones como:

- Conjunto homogéneo sin solución de continuidad (exclusión de altibajos, escalones, huecos, resaltes).
- Plano.
- Antideslizante (baldosas).
- Lavable
- Resistente a carga muerta y viva.

Medición de Cubierta

La cubierta utilizada en la edificación de la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín es en fibrocemento soportada en las cerchas sencillas en estructura metálica y estas empotradas en los muros laterales divisorios de las aulas.

De acuerdo a la verificación o chequeo de la cubierta, en su cálculo se encontró que su instalación y sus especificaciones técnicas cumplen con las dadas por el fabricante, tal como se presenta en la Grafica 3.

VERIFICACIÓN O CHEQUEO DE CUBIERTA																																						
TABLA DE EQUIVALENCIAS																																						
Pendientes mas usuales																																						
Porcentaje	Angulo	Factor "f"																																				
15.00	8° 32'	1.10122																																				
17.63	10° 00'	1.0154																																				
20.00	11° 17'	1.0199																																				
25.00	14° 02'	1.0396																																				
26.79	15° 00'	1.0353																																				
30.00	16° 42'	1.044																																				
35.00	19° 17'	1.0585																																				
CALCULO DE MATERIALES																																						
Área de las cubiertas en m2 para la dos agua																																						
At=Ancho de techo X Longitud de techo																																						
At(m2)=BxL	At1(m2)=BxL = 8,07 x 5,94 =	47,93 m2																																				
	At2(m2)=BxL = 4,06 x 5,94 =	24,11 m2																																				
Cálculo de B; conociendo A y % de pendiente																																						
$B=(A/2) \times f$, entonces $f1=1,10122$	$\alpha1 = \tan^{-1}(1,13/8,00) = 8^{\circ} 2'$ en %1 = 14,1 %, tabla porcentaje 15,00																																					
y $f2 = 1,0440$	$\alpha2 = \tan^{-1}(1,13/3,90) = 16^{\circ} 9'$, en %2 = 28,9 %, tabla en porcentaje 30,00																																					
A = 8,10 m, pendiente1, 15 %, de la tabla entrando en porcentaje 15%, el valor de f1=1,10122																																						
A = 8,10 m, pendiente2, 30 %, de la tabla entrando en porcentaje 30%, el valor de f2=1,0440																																						
$B1 = (8,10/2) \times 1,10122 = 4,459$ metros																																						
$B2 = (8,10/2) \times 1,0440 = 4,228$ metros																																						
Tambien conociendo a "A" y el ángulo "a", se encuentra el valor del factor "f" en la tabla.																																						
Cálculo de la altura "h", conociendo "A" y la pendiente.																																						
$h(m)=[A/2] \times (\text{pendiente}/100)$																																						
A = 8,10 m, pendiente1, 15% y pendiente2, 30%																																						
$h1 = (8,10/2) \times (15/100) = 0,607$ m																																						
$h2 = (8,10/2) \times (30/100) = 1,21$ m																																						
Numero de láminas																																						
NH = L (m) / ancho útil de lámina = No. láminas por H.H.																																						
NV = B (m) / largo útil de la lámina = No. láminas. Por H.V																																						
Total de láminas (NT) = NH x NV																																						
ahora, la cubierta a dos : L= 5,94 m, B1= 3,05 m, y B2 = 4,06 se consideron para utilizar láminas de 1,22 m (área Útil A1 = 0,94 m2); (longitud útil =1,08 m); (ancho útil =0,873) y 1,52 m (área Útil A2 = 1,20 m2); (longitud útil =1,38 m), (ancho útil =0,873) de longitud	cubierta para la zona norte																																					
$NH1 = NH2 = 5,94/0,873 = 6,80$ láminas por H.H.		<table border="1"> <tr> <td colspan="6">hilada No.1 - teja #5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>23</td> <td>22</td> <td>21</td> <td>20</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>17</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>14</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </table>	hilada No.1 - teja #5						6	5	4	3	2	1	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
hilada No.1 - teja #5																																						
6	5	4	3	2	1																																	
24	23	22	21	20	19																																	
18	17	16	15	14	13																																	
12	11	10	9	8	7																																	
6	5	4	3	2	1																																	
$NV1 = 8,07/1,22 = 6,61$ láminas por H.V.	$NV2 = 4,06/1,28 = 2,94$ láminas por H.V.	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">cubierta para la zona sur</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>17</td> <td>16</td> <td>15</td> <td>14</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>23</td> <td>22</td> <td>21</td> <td>20</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>29</td> <td>28</td> <td>27</td> <td>26</td> <td>25</td> </tr> </table>	cubierta para la zona sur						6	5	4	3	2	1	12	11	10	9	8	7	18	17	16	15	14	13	24	23	22	21	20	19	30	29	28	27	26	25
cubierta para la zona sur																																						
6	5	4	3	2	1																																	
12	11	10	9	8	7																																	
18	17	16	15	14	13																																	
24	23	22	21	20	19																																	
30	29	28	27	26	25																																	
Ahora 0,80 x 1,22 = 0,65 m por lo que se utilizarán para cubrir la hilada vertical:																																						
cubierta para la zona norte																																						
5 hiladas de 1,22 m de longitud y,																																						
1 hiladas de 1,52 m de longitud																																						
cubierta para la zona sur																																						
3 hiladas de 1,52 m de longitud																																						
Para determinar la cantidad total de láminas que debemos utilizar, lo determinaremos como sigue:																																						
NH x NH = 6 (de 1,22 m) X 4 = 24 tejas																																						
NH x NH = 6 (de 1,52 m) X 4 = 24 tejas																																						
Numero de Caballetes																																						
No. Caballetes = L (m) / Largo útil del caballete																																						
No. caballetes = 5,94 / 0,843 = 7,04 caballetes																																						
Número de fijaciones																																						
No. de fijaciones = Ai + Bi + Ci																																						
Ai = No. total de láminas X No. largueros de apoyo																																						
Bi = No. láminas por HH + 1																																						
Ci = No. láminas por HV X No. de largueros de apoyo																																						
Ai = (24 + 24) X 2 = 96																																						
Bi = (6 X 2) + 1 = 13																																						
Ci = (4 X 2) X 2 = 16																																						
Total de fijaciones = 96 + 13 + 16 = 125 fijaciones.																																						

Grafica 3. Verificación o chequeo de cubierta de la Edificación Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

La Cubierta presenta en su parte inferior instalaciones de tuberías en pvc-eléctrica y elementos suspendidos como ventiladores soportados sobre la estructura metálica (cerchas), cargas que no se contemplaron inicialmente. Por lo tanto no existe dentro de la institución un parámetro preventivo para minimizar la posibilidad de daños o accidentes previsibles, soluciones de emergencia y mucho menos no se tiene unos criterios técnicos básicos para discriminar entre una solución factible de solucionar a nivel interno.

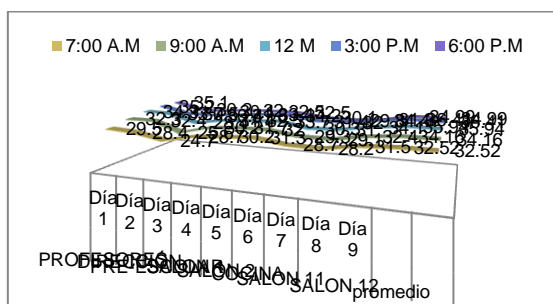
5.2.1.1 Medición de Temperatura

La temperatura es una de las cualidades físicas más familiares. Físicamente, esta cualidad se define para relacionar las variaciones volumétricas de un cuerpo con las variaciones de temperatura y esta variación influye en las lesiones que se presenta en una edificación y ayuda a que se incremente el deterioro del elemento donde hace su presencia.

La toma de la temperatura en nuestro paciente se realiza todos los días a la misma hora (7:00 a.m., 9:00 a.m., 12:00 m., 3:00 p.m., y 6:00 p.m.) durante siete días. Luego sus datos se llevan a una tabla de toma de datos para luego obtener el promedio de la temperatura, la medida se realiza dentro de las aulas en tiempos de horario iguales. El valor de la temperatura se determina con un termómetro de mercurio cuya escala está en grados Celsius. Medición que nos permite verificar la variación de temperatura durante el día, para determinar su influencia sobre el muro en bloque de cemento de 2 cavidades donde se presenta la lesión. Esta toma de datos se registra en el Tabla 7 y se grafica para ver su comportamiento.

Tabla 7
Toma de datos – temperatura grados Celsius

DATOS DE TEMPERATURA °C									
SALON	DIA	T °c. AMBIENTE			HORA				
		Fuente Internet	mañana	tarde	7:00 A.M	9:00 A.M	12:00 M	3:00 P.M	6:00 P.M
PROFESORES	1	36	34.6	35.4	29.5	32.3	34.3	35.2	35.1
DIRECCIÓN	2	32	29	33.5	28.4	32.4	33.7	30.5	30.2
PRE-ESCOLAR	3	26	25	31	24.7	25.6	28.4	30.4	30.1
SALON 1	4	31	29.2	31.6	28.7	30.2	31.4	31.8	32
SALON 2	5	35	31.2	32.4	30.2	31.7	32.5	33.4	32.5
COCINA	6	33	31	32	31.3	32	33.7	34.2	32.5
SALON 11	7	30	30.2	30	28.7	29.3	30.3	31.4	30.1
SALON 12	8	30	31.3	33.4	28.2	29.1	31	32	29.8
	9	35	32.3	32.3	31.5	32.4	34.1	34.4	31.3
promedio		35			32.52	34.16	35.94	36.41	34.99



Gráfica 4. Comportamiento de la temperatura en grado Celsius en la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

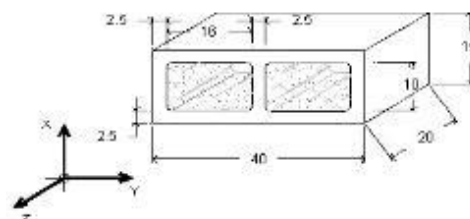


Figura 13. Estructura del bloque de en Cemento y sus dimensiones

La determinación de la resistencia térmica en muros en bloques de cemento con cavidad, involucra la consideración de los mecanismos acoplados de transferencia de calor por conducción a través del concreto, así como la convección natural y radiación en las cavidades.

La resistencia térmica en muros de mampostería (m^2K/W)⁵, se debe tener en cuenta la influencia del mortero que es de $0.361 m^2K/W$ cuando los bloques se juntan con mortero.

Teniendo como referencia para nuestro paciente un estudio teórico y experimental realizado por Lorente y colaboradores (1996), que el 25% del total de calor transferido fue por convección, otro 25% por conducción y 50% por radiación, que los flujos de calor disminuyen al aumentar la razón de aspecto de la cavidad hueca. Favorecen la resistencia térmica y cuando se usa mortero para la unión de los tabiques, se crean zonas de menor resistencia térmica.

La transferencia de calor por convección natural y conducción acoplados, en el bloque de cemento con dos concavidades, contribuyen a la transferencia de calor.

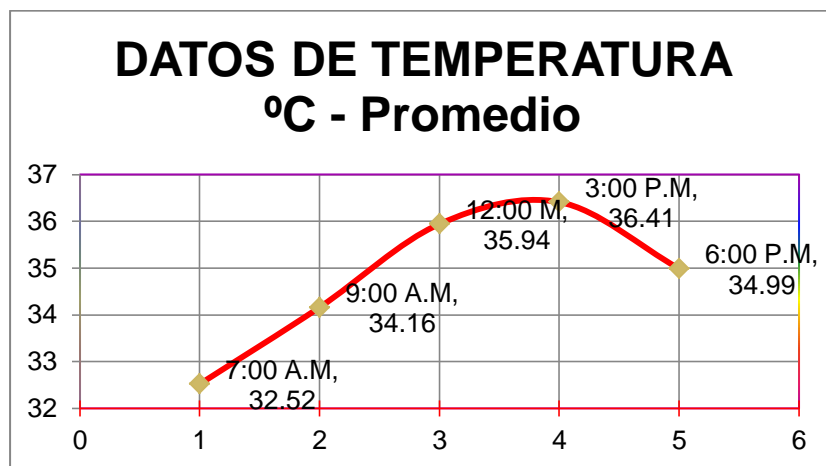


Grafico 5. Promedio de la temperatura tomadas en ciertas horas

Una vez realizada la validación de los datos de temperatura obtenido durante los días de seguimiento para el muro considerado de bloque de cemento con 2 cavidades de 15 cm x 20 cm x 40 cm como resultado en promedio de su temperatura es de $34.8^{\circ}C$, el valor

⁵ Estudio teórico y experimental realizado por Lorente y colaboradores (1996)

de la resistencia térmica es ligeramente menor (entre 8.4 % y 5.7 % respectivamente), ya que la cavidad sirve para retardar y dar un manejo de la temperatura en la frontera caliente al pasar a la frontera fría.



Figura 14. Comportamiento de la temperatura en el bloque de cemento con dos cavidades

La disminución de la resistencia térmica del muro de bloque de cemento de dos cavidades en nuestro paciente con el aumento del gradiente térmico, se debe a la variación de las propiedades termofísicas del fluido (aire) con la temperatura en el interior de la cavidad alargada que forman los bloques. Esta disminución resulta inconveniente, ya que el valor más bajo de la resistencia térmica se presenta en las condiciones más adversas para el confort térmico en el interior de la edificación.

La resistencia térmica del muro de bloque resulta muy baja, por lo tanto el comportamiento en su composición físico-química del bloque en el sistema constructivo **afecta** en un mismo porcentaje muy bajo. Existiendo que la pared exterior del bloque se sobrecaliente, lo que disminuye sustancialmente la transferencia de calor por conducción en el concreto, así como por convección y radiación en la cavidad.

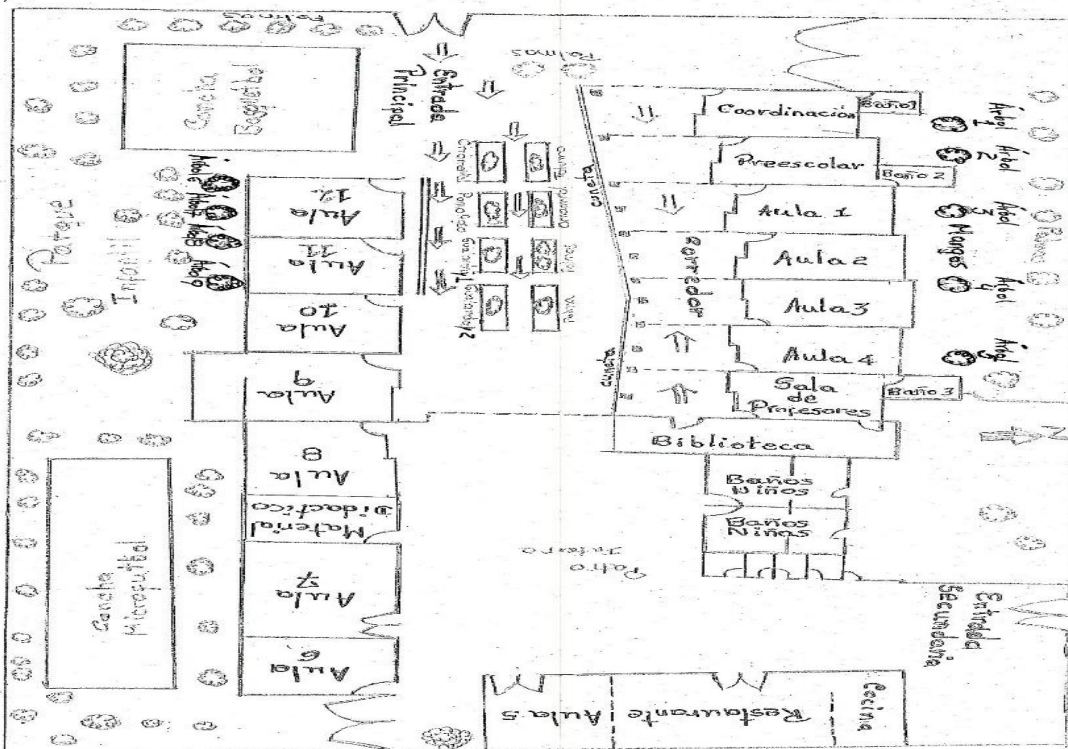
El problema de transporte de energía a través de un muro de bloque hueco de cemento, es tridimensional con los mecanismos de transferencia de calor acoplados; también tiene fronteras especiales en contacto con ambientes distintos y al menos una de ella con variación de condiciones en el tiempo. El presente trabajo considera las siguientes hipótesis para la solución numérica del problema:

1. La transferencia de calor a través del bloque hueco de concreto y del aislamiento térmico es en estado permanente (con influencia en sus paredes).
2. Las fronteras fría y calientes son isotérmicas y todas las demás adiabáticas.

3. La transferencia de calor se resuelve de forma bidimensional en el caso de la conducción y la convección y unidimensional en el caso de la radiación.
4. La conductividad térmica del concreto es uniforme y constante (medio isotrópico).

5.2.1.2 Medición de vegetación cercana a la edificación

Dentro de las especies de los árboles sembrados en la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín, plano 1, se encuentra el Mango común ubicados en la parte norte, lado posterior a las aulas. Es importante conocer de esta especie su origen, sus condiciones y sus características: nombre científico *Mangifera Indica L*; familia: *Anacardiáceae*; clase Eudicotiledónea de origen India. Su período Vegetativo es a los 5 años después de sembrados, se obtiene la primera producción; Cuya Vida útil está comprendido entre 30 – 40 años, el suelo debe poseer un PH: 5 – 8 Tolerante a los suelos pobres y secos. Clima Cálido con Temperatura entre Máxima 35°C y Mínima 16°C y a Temperatura Óptima: 24 - 28°C, y se da en climas cálidos y templados, altitud 0-1800 msnm, precipitación 1500-2600 mm/año.



Plano 1. Ubicación de árboles que afectan a la estructura De la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

La raíz. Sujeta la planta al suelo y absorbe el agua y las sales minerales que ésta necesita, encontrándose en cantidades menores en la arena componente de la Viga de Cimentación en Ciclópeo y en residuos dejados cerca de ella. La mayoría de los árboles comienzan su vida con una raíz primaria, pero a partir del primer año pasan a un sistema de raíces fibrosas formado principalmente por raíces superficiales que se extienden horizontalmente y solo algunas raíces profundas que anclan verticalmente. Un árbol maduro típico de 30 a 50 m de alto. Un árbol mediano típico de 12 a 30 m de alto tiene un sistema de raíces que se extienden horizontalmente en todas las direcciones, como mínimo tan largas como alto sea el árbol, pero más del 95% de las raíces se encuentra en los primeros 50 cm por debajo del suelo.

Los árboles cercanos a la edificación a la estructura de la Escuela Ciudad Jardín están en proceso de crecimiento; por lo tanto es importante conocer también con respecto a la distribución y extensión del sistema radicular de esta especie de árbol Mango común (árbol frutal), ya que sus raíces al extenderse y engrosarse al pasar por debajo de la cimentación en concreto ciclópeo por el efecto de cuña afecta notablemente nuestra estructura, presentándose fisuras y grietas en los muros laterales de las aulas ya que se encuentran sembrados a una distancia aproximadamente de 2 m a la edificación y entre ellos aproximadamente a 4 m. Tabla 7.

Tabla 7
Toma de datos - medición árboles cercano a la edificación de la institución educativa escuela ciudad jardín

TOMA DE DATOS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN UN ARBOL												
ITEM	DESCRIPCIÓN	GROSOR ÁRBOL (MTS)	DIÁMETRO ÁRBOL (MTS)	ALTURA ÁRBOL (MTS)	DIÁMETRO COPA ÁRBOL (MTS)	% DE CRECIMIENTO POR FUERA DE LA COPA (15%)	DISTANCIA A LA EDIFICACIÓN (MTS)	AFECCIÓN POR RAÍCES A LA EDIFICACIÓN	DISTANCIA ENTRE ARBOLES (MTS)	DISTANCIA AL BAÑO ADMINISTRACIÓN (MTS)	DISTANCIA AL BAÑO DE PREESCOLAR (MTS)	DISTANCIA AL BAÑO DE SALA DE PROFESORES (MTS)
1	ÁRBOL 1	1.17	0.45	13.00	8.60	9.89	2.47	2.48	3.95	2.27		
2	ÁRBOL 2	0.97	0.40	13.50	9.90	11.39	1.83	3.86				
3	ÁRBOL 3	1.27	0.42	11.20	10.47	12.04	1.87	4.15	7.92		2.00	
	ÁRBOL 3											
4	ÁRBOL 4	1.21	0.43	12.70	10.76	12.37	1.77	4.42	13.75		3.44	
	ÁRBOL 4											
5	ÁRBOL 5	1.86	0.67	12.90	11.60	13.34	1.75	4.92	5.26			2.71
6	POMORROSO	1.18	0.48	20.43	12.70	14.61	4.90	2.40	6.16			
7	GUALANDAY 1	1.84	0.66	22.40	14.30	16.45	5.70	2.52				
8	GUALANDAY 2	1.90	0.65	21,3	13.60	15.64	6.10	1.72	6.96			
9	CANCHA BASQUETBOL								2.54			
10	ÁRBOL 6	0.57	0.21	7.00	5.50	6.33	2.80	0.36	4.10			
	ÁRBOL 6											
11	ÁRBOL 7	0.56	0.20	6.00	5.70	6.56	2.70	0.58	4.83			
	ÁRBOL 7											
12	ÁRBOL 8	0.57	0.23	7.10	6.30	7.25	2.70	0.92	5.92			
	ÁRBOL 8											
13	ÁRBOL 9	0.70	0.25	11.00	7.90	9.09	3.80	0.74				

Los distintos elementos que componen la estructura de un árbol frutal son el sistema radicular y la parte aérea.

El sistema radicular está compuesto por el conjunto de raíces del árbol. La parte aérea es toda la estructura visible. Este sistema radicular cumple en el árbol una serie de funciones:

- Función Mecánica de anclaje y sujeción del árbol al suelo.
- Función fisiológica de absorción de agua y nutrientes; circulación a través de los mismo, acumulación y almacenamiento de reserva en sus tejidos.
- Funciones biológica de respiración y crecimiento, tanto en longitud como en grosor, y por ramificación.



Figura 15. Esquema de los elementos de un árbol

Cuanto mejor cumpla el sistema radicular de un árbol todas sus funciones, el desarrollo del árbol en su conjunto será más armónico, equilibrado y agresivo a su paso.

En nuestra investigación y con los datos obtenidos en la tabla 7, los árboles medianos en las condiciones ambientales medias de su hábitat ecológico normal, su sistema radicular en su distribución, cumple las siguientes normas:

- Su distribución en superficie ocupa un área sensiblemente superior a la proyección de la copa en un 15%, La relación de superficies proyectadas por el sistema radicular y la parte aérea. Con valores entre 2 y 50.
- La distribución superficial del sistema radicular es, aproximadamente, circular, con un radio medio de 1,5 a 7 veces superior el radio medio de la superficie de proyección de la sombra.

- El 85% del sistema radicular activos se distribuyen entre los 10 y los 90 primeros centímetros de profundidad, valor que se encuentra el sistema de cimentación de la escuela Ciudad Jardín H=0,40 mts figura 16: proyección de las Raíces de los Árboles de Mango. Escuela Ciudad Jardín. Las potentes raíces pivotantes de anclaje de las especies más rusticas y vigorosas raramente sobrepasan los tres metros de profundidad.

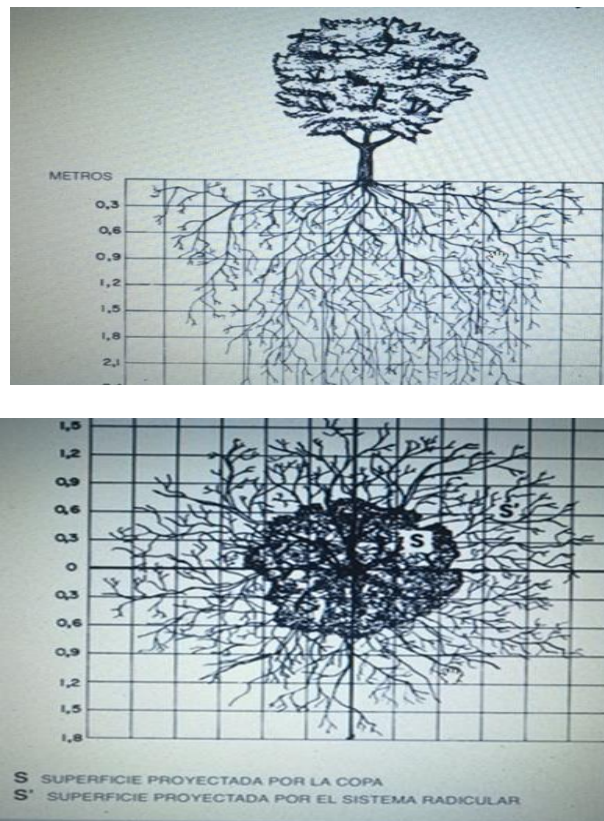


Figura 16. Proyección de las raíces de los árboles de mango, en la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín

La proximidad de otros árboles y las características del suelo y del clima, puede alterar sustancialmente la distribución tanto superficial como en profundidad del sistema radicular. Aun condicionado por el desarrollo de la parte aérea, **el sistema radicular alcanza su máximo desarrollo relativo en suelos pobres y secos**, mientras que en suelos ricos, fértiles y con humedad, el desarrollo radicular en relación con el tamaño de la copa se mantiene en sus dimensiones más reducidas. Árbol de tamaño mediano a grande; mide de 12 a 30 metros de altura, y tronco de color marrón, recto, cilíndrico y de 75 a 100 centímetros de diámetro aproximadamente y se puede recomendar distancias que van desde 9x9m hasta 12x12m.

Evaluación de cargas y Ensayos efectuados al paciente.

Uno de los aportes de las Norma Sísmica Colombiana desde su primera expedición en 1984 fue el Título E, correspondiente a las disposiciones simplificadas para el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos. Las nuevas Normas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 y NSR-10 incorporaron de nuevo este título, el cual fue revisado y actualizado en algunos aspectos, aunque sus fundamentos siguen siendo los mismos: el contar con unos requisitos simplificados para la construcción de viviendas o casas de uno o dos pisos. El primer capítulo de este manual ilustra y comenta las disposiciones del Título E de las Normas NSR-10 y, lo que facilitará a los profesionales de la construcción y a otras personas no expertas en el tema la aplicación de especificaciones mínimas en casos de vivienda individual o proyectos que no superen las 15 viviendas o los 3000 metros cuadrados de área de construcción del conjunto. El segundo capítulo de este manual permite evaluar de manera sencilla la vulnerabilidad sísmica de viviendas de uno y dos pisos ya constituidas, con el fin de identificar las deficiencias que deben ser intervenidas si se desea mejorar su seguridad y su comportamiento sísmico en caso de terremotos. El tercer capítulo presenta un método para evaluar el daño en viviendas afectadas por sismo, con el fin de estimar de qué manera se pueden rehabilitar y mejorar su comportamiento sismo resistente. Finalmente, el cuarto capítulo presenta la manera como se pueden reforzar, reparar o reconstruir viviendas vulnerables o que han sido afectadas por terremotos. De esta manera este manual se orienta a profesionales y a personal no experto en la labor de rehabilitar en forma sismo resistente viviendas de uno y dos pisos de acuerdo con las disposiciones de las Normas NSR-10.

Evaluación de cargas.

Nuestro paciente fue construido en el año de 1967, sin aplicar un reglamento sismo resistente. Verificamos por medio de cálculos estructurales enmarcando dentro de un régimen de construcciones sismo resistente Nacional - creada por la ley 400 de 1997, la NSR-98 y actualmente la NSR-10.

Para el análisis estructural, con respecto al **evaluó de cargas**, se tuvo en cuenta los datos en campo.

- Determinar las cargas de la cubierta que ejercen a la edificación con influencia del viento.
- Determinar las cargas de los: **muros, cubierta, elementos eléctricos (malla y ventiladores instalados en la cercha) que ejerce al suelo.**

Ensayo efectuados al paciente.

Ensayo no destructivos.

Se denomina ensayo no destructivo a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, química, mecánica, o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

La amplia aplicación de los métodos de ensayos no destructivos en materiales se encuentra resumida en los tres grupos siguientes:

1. **Defectología.** Permite la detección de discontinuidades, evaluación de la corrosión y deterioros por agentes ambientales; determinación de tensiones; detección de fugas. Dentro de nuestro estudio tenemos: inspección visual y emisión acústica.
2. **Caracterización.** Evaluación de las características químicas, estructurales, mecánicas y tecnológicas de los materiales; propiedades físicas (elásticas, eléctricas y electromagnéticas); transferencias de calor y trazados de isoterma. Dentro de nuestro estudio tenemos medición de temperatura.
3. **Metrología.** Control de espesores; medida de espesores por un solo lado, medidas de espesores de recubrimiento; niveles de llenado. Dentro de nuestro estudio tenemos: medición de nivel de muros y pisos, medición escuadra de muros, medición de fisuras y grietas, medición de cubiertas, cálculo de la carga de la cubierta que ejerce al edificio con influencia del

viento y Cálculo de los muros, cubierta, elementos eléctricos (malla y ventiladores instalados en la cercha) que ejerce al suelo.

Estos ensayos no destructivos se encuentran descritos en el capítulo 5, numeral Recolección de datos y Toma de datos de este trabajo de investigación.

Ensayo destructivos.

Son aquellos que producen daños a roturas a la pieza sometida al ensayo, y tratan de averiguar el comportamiento del material frente a requerimientos de tipo físico y que se realizan a un material mediante el uso de herramientas o máquinas las cuales producen una alteración irreversible de su composición química, mecánica o de su geometría dimensional.

Los ensayos destructivos realizados sobre elementos estructurales, tienen principalmente 4 objetivos:

- Obtener las características y propiedades mecánicas del elemento de estudio.
- Realizar ensayos comparativos.
- Comprobar las condiciones de aplicación y sus composiciones del elemento de estudio.
- Predecir su comportamiento.

Dado a que el proceso de estudio de un elemento estructural o No estructural es considerado como un proceso especial, es aconsejable o necesario, según sean los requerimientos, realizar una serie de probetas al mismo tiempo que se realiza la aplicación de ensayos al elemento, con objeto de comprobar las condiciones ambientales, la preparación superficial y físico-químico. El número y frecuencia de realización de estos ensayos destructivos vienen determinados por el grado de seguridad o peligrosidad que conlleva el trabajo al elemento de estudio.

De acuerdo a lo anterior nuestro paciente requiere de un ensayo destructivo.

Se realiza el ensayo de apique, para verificar la base de concreto ciclópeo, haciendo una excavación cerca a este elemento de 0,40 x 0,40 mts y una profundidad de 0,50 mts, utilizando una pala, pica y una cinta métrica. Donde se verifica que la estructura

de cimentación es solamente concreto ciclópeo, sin tener elementos estructurales como viga de cimentación, zapatas y columnas.

Para la evaluación y diagnóstico de la estructura del edificio institución educativa escuela CIUDAD JARDÍN, se elabora un diagrama de flujo, con la secuencia a seguir en cada etapa de trabajo, en donde se dividen las tareas, inicialmente con una *inspección preliminar* efectuando un examen visual, es decir una observación general que evalúe las condiciones en que se encuentra la estructura o parte de ella, *Lesiones*, estableciendo la necesidad de estudio o seguimiento de toma de datos, identificar entre otros, cuales son las consecuencias o efectos a causa de la existencia de los defectos estructurales *Historia clínica*, y evaluar la necesidad de una intervención urgente, *Análisis Estructural*.

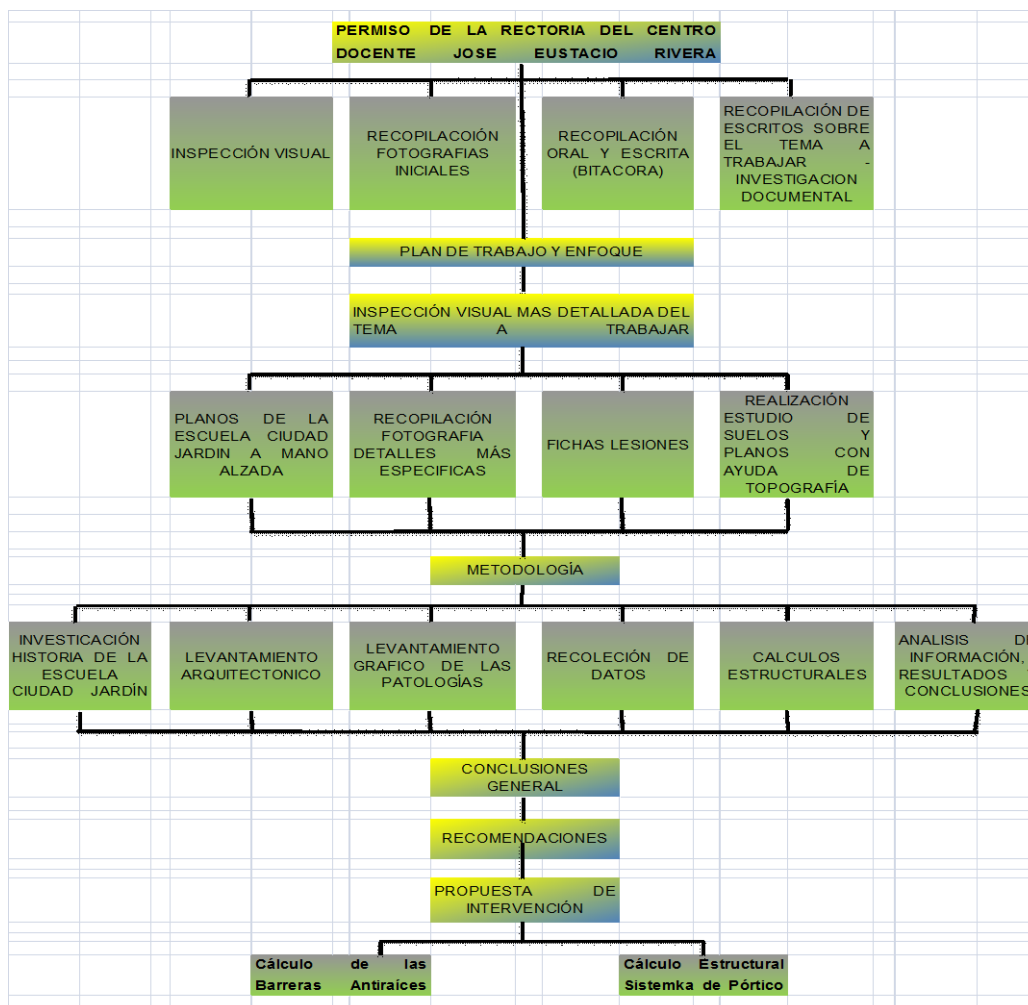


Figura 17. Diagrama de flujo - metodología de trabajo

La inspección preliminar es acompañada con una recopilación de antecedentes, y una recopilación fotográfica general, donde se registran los aspectos más llamativos de la intervención. Es importante, como se hizo en este caso, poder obtener entrevistas orales con los docentes con más años de servicio en la escuela, que aportan datos característicos de las problemáticas, o procesos de construcciones y la consulta al libro de bitácora que se lleva.

El fin de estudiar detalladamente cada salón fue aquellos que tengan lesiones que afecten su estructura, los cuales fueron consignados en formato de Lesiones, fichas donde se llevó la descripción inicial de lo observado en cada elemento estructural. Posteriormente mediante una metodología formato Historia Clínica, seguimiento que se realiza dando con más detalle las lesiones encontradas. De esta manera se elabora un diagnóstico de cada una de ellas, para dar conclusiones generales, recomendaciones y finalmente determinar algunas propuestas de intervención, que llevara a que nuestro paciente cuya **Patología es preventiva** al realizar reparaciones o rehabilitaciones en la edificación. Siendo estas el reforzamiento estructural con el sistema de pórticos y la construcción de barreras Antiraíces.

6. RESULTADOS

El estudio de las patologías resultó enriquecedor desde el punto de vista del estudio constructivo. Estas son un reflejo de la salud del edificio y del trato que éste ha recibido. El estudio de patologías nos muestra cual es la salud del edificio y nos proporcionan algunas ideas de cuál puede ser el futuro que le espera.

El estudio ha permitido establecer diversas hipótesis sobre la técnica usada en el proceso constructivo. Por tanto, sería de interés un mínimo esfuerzo de inversión en el edificio, para intentar frenar el avance de las actuales patologías y evitar la aparición de nuevas. Algunas de estas situaciones podrían ser fácilmente solucionadas mediante el correcto y regular mantenimiento del edificio.

Resulta interesante mencionar de forma resumida las propuestas, relativa adecuaciones para prevenir y frenar las patologías. Estas son:

- Construcción de barreras Antiraíces para ayudar y evitar que el sistema radicular de los árboles especialmente de la especie de mango común cercanos a la edificación sigan en aumento, afectando la estructura.
- Reforzamiento estructural con el sistema de pórticos a la edificación, ya que nuestro paciente según la NSR-10 se clasifica en el grupo de uso 3 – Instituciones Educativas.
- Realizar un mantenimiento constante en la Institución Educativa Escuela Ciudad Jardín, en cuanto a limpieza y reparación de cubierta, canales, cuneta y aseo general respecto a los desechos de las hojas de los árboles y de los agentes del viento y lluvia.

ANALISIS DEL SISTEMA DE COBERTURA VEGETAL

Según el estudio realizado a nuestro paciente Institución Educativa sede Ciudad Jardín y gracias al análisis detallado y la minuciosa observación, se ha podido establecer como se ha mencionado en los apartados anteriores cuales son las patologías que afectan la edificación, ya que estas aparecieron hace aproximadamente 2 años (2014), con mayor severidad en las áreas del costado norte de la Institución en casi todas las

aulas, en la coordinación, biblioteca y sala de profesores, afectando los muros laterales divisorios de carga con lesiones de fisuras, grietas y fracturamiento.

Nuestro paciente, como se mencionó está ubicado en una zona de alto riesgo sísmico, con un clima seco de temperatura aproximadamente 34,78 °C, que exige que al contorno de la edificación se siembren árboles que benefician a la población estudiantil por su sombra. La Escuela en estudio, tiene más de 80 árboles de diferentes especies sembrados al contorno de toda su edificación. En la parte norte se encuentra árboles de Mango común muy cercanos a la construcción y, de acuerdo a lo investigado sobre esta especie. Estos tienen su mayor desarrollo en épocas de sequía, donde sus raíces crecen en lo ancho y profundo en una zona de deshidratación, produciendo asentamientos y fracturamiento a la cimentación, los cuales afectan cualquier edificación cercana.

Para cada tipo de árbol existe una distancia mínima de plantación que evita la producción de algún daño en construcciones cercanas. Para árboles con menos capacidad de absorción de líquidos, esta distancia puede reducirse a la mitad de su plantación. Para llevar a cabo este criterio hay dos observaciones que se deben tomar en cuenta acerca de los posibles agrietamientos de una edificación:

1. Estas distancias consideradas no toman en cuenta el potencial de actividad del suelo o de la profundidad de las cimentaciones, representando distancia promedio para realizar la plantación.
2. Si el área donde el árbol suelta sus hojas es más grande que su altura, se debe considerar una distancia mayor, ya que en el último de los casos este aspecto determina su demanda de humedad.

Por lo anterior, las reglas muestran que debemos tratar este tema con cuidado.

Los árboles de mango común sembrados en la Institución Educativa se encuentran a una distancia menos de 2 mts con respecto a la edificación y a menos de 4 mts entre ellos. Distancia no recomendable ya que su sistema radicular afecta la cimentación de la edificación. La distancia recomendada hace referencia al valor donde las raíces de la especie indicada ya no se consideran activas, es decir capaces de provocar un daño.

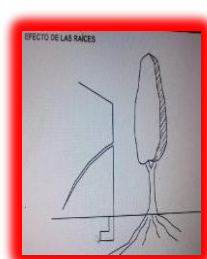
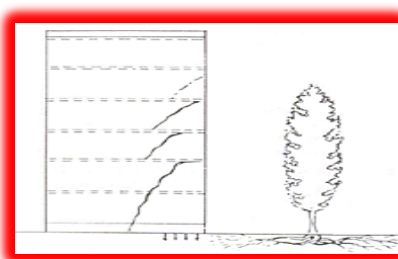
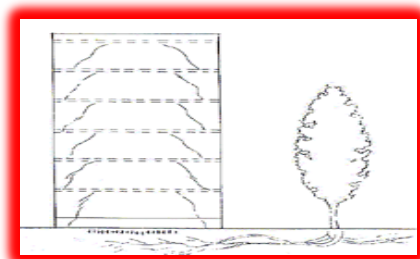
Los movimientos que se presentan en nuestro paciente objeto de nuestro trabajo de grado se manifiestan por expansividad en la parte superior de los muros y tienen el efecto de que la raíz de los árboles cercanos a la edificación, observándose en algunos casos su crecimiento y el mayor hinchamiento radicular se nos presenta en el centro y en otros casos hacia los extremos de los muros laterales de las aulas escolares.

Los hinchamientos perimetrales, o levantamiento de las esquinas conllevan mayores asentamientos en el centro del edificio. Que se conoce como **fenómeno de arrufo**. Se producen grietas en los Muros, más común en las plantas bajas.

El caso contrario, provoca daños de mayor intensidad. Es el **fenómeno conocido como quebranto**, también consistente en hinchamientos mayores en el centro del muro, y conllevan movimientos verticales o levantamiento del centro respecto al perímetro o las esquinas del edificio. Agrietándose los Muros, con mayor intensidad en las plantas altas. Es incluso probable que se traduzcan en goteras en las cubiertas planas.

El **efecto voladizo** se da en la esquina de un edificio cuando se produce un asiento diferencial excesivo. Es un mecanismo característico de colapsos del terreno, aunque sin llegar a tanto, también se da cuando en ese punto, el terreno de apoyo es más deformable que en el resto o bien ha cedido por fenómenos de desecación u otros, Se produce una grieta inclinada.

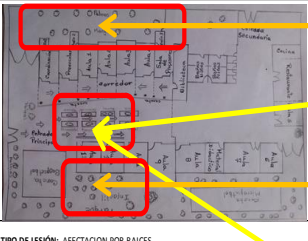


Lo normal es que los Muros de la Institución Educativa se agrieten en el sentido de su mayor resistencia, esto es en el sentido de la isostática de compresión. Por tanto, una grieta de asiento diferencial será inclinada apuntando hacia la zona de terreno menos deformable. En los casos más dramáticos, de colapso del terreno, se produce el descenso de la esquina. Y si se produce una combinación de esfuerzos de torsión, la esquina puede desplazarse hacia fuera.



Fenómeno de arrufo y agrietamiento que provocaría. Fenómeno de quebranto y grietas consecuentes

Efecto Voladizo

La exploración efectuada al paciente capítulo 5, subtítulo, Toma de Datos en campo, Ficha No.34 - Historia Clínica, la experiencia en campo de los ingenieros que llevan la investigación, y el modelo numérico simplificado, subtítulo, Medición del Nivel de Muros, demostró que el asentamiento diferencial en los extremos de los muros efectivamente produjo una transferencia de carga produciendo en la parte superior de los muros el inicio de las fisuras y grietas. Debido a la Influencia y Afección a la cimentación (viga en concreto ciclópeo) y otros elementos constructivos por las raíces, el cual nuestra primera propuesta se enfoca a **Barreras Antiraíces**, el cual nos ha llevado a que el crecimiento, engrosamiento de las raíces de los árboles de mango especie que se encuentra cercanos a la edificación es considerado que su ramificación de la raíz equivale un poco más a la de su copa cuyo diámetro es de 16m y de altura del árbol en promedio de 12m. De acuerdo con esto debe considerarse la hipótesis que dicha Raíces indican que por su crecimiento han afectado la cimentación en ciclópeo reflejándose dicha afectación en los muros de la Institución Educativa. Lo cual explicaría los altos asentamientos registrados en dichos muros.

DIAGNOSTICO									
Autoriza el estudio: SECRETARIA DE LA INSTITUCION JOSE GUSTAVO RIVERA SEDE PRINCIPAL		LESIONES			No. De Ficha: 34	De: 40			
Proyecto: ESTUDIO PATOLOGICO ESCUELA CIUDAD JARDIN DE LA CIUDAD DE NEIVA - HUILA		Localización: carrera 34 A No. 13 - 80		Fecha: FEBRERO 2016					
LOCALIZACIÓN:		IMAGEN DE LA LESION No. 22							
									
TIPO DE LESIÓN: AFECTACION POR RAICES									
LOCALIZACIÓN:		DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO							
Muro parte superior		Presencia de raíces superficiales de los árboles, fracturando y levantando cimentación en ciclópeo, pisos en concreto y acabados en cerámica. Esta lesión se encuentra ubicada en la mayoría de los patios, comedores y aulas.							
Muro parte inferior									
Muro lateral									
Muro fachada									
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN		CLASIFICACIÓN CAUSA		CAUSA	PREDIAGNÓSTICO	PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN			
<p>Se observa que en un área de 2799,38 m², se encuentran sembrados aproximadamente 80 árboles de diferentes especies como Mangos, Pomorosos, Totumo, Palmas, Gualanday, ornamentales entre otros. Los árboles de mango, palmas y pomoroso se encuentran sembrados a una distancia aproximada entre 1,50 mts y 2,00 metros de la estructura de la edificación, con una altura aproximada entre 12 y 25 mts. En su relación con el suelo, el árbol utiliza la raíz para fijarse a él y para tomar el agua y los nutrientes necesarios para su crecimiento. Estos árboles o plantas de porte cuya aproximación a la edificación constituyen una amenaza contra su integridad por acciones mecánicas provocadas por sus raíces, actuando como cuñas, cuando consiguen introducirse en las juntas constructivas (concreto ciclópeo). Lo anterior afecta la Durabilidad de los elementos afectados, en los siguientes factores: 1.- CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL: vegetación de bajo porte. 2.- MATERIALES EMPLEADOS: 1. fisuras 2. fracturas 3. grietas. 4. rotura</p> <p>AGRAVANTES POSIBLES: Deterioro progresivo en los elementos por acción de la corrosión, los cuales colleva a que los elementos pierda toda su composición físico - química, sumado a este las humedades hace que la placa maiciza de concreto se haga mas fragil y su diseño inicial quede sin fundamento.</p>		DIRECTA	INDIRECTA	<p>Cercanía de los aboles a la edificación, contacto de las raíces con la cimentación y se suma su engrosamiento de las raíces.</p>	<p>Buscar acciones constructivas con el fin de no talar los árboles que ellos producen regulación de la temperatura en áreas específicas (dan sombra), favorese el restablecimiento de la fauna urbana beneficiosa, sirven de barrera evitando la dispersión aérea de partículas como el polvo y humo favorecen la relación entre superficie y volumen de su follaje, absorben el bioxido de carbono y restituye el oxígeno a la atmósfera.</p>	ELIMINACIÓN CAUSA	REPARACIÓN EFECTO	PREVENCIÓN	
		MECANICAS	<p>1. daños antropogenicos por vegetación.</p>			GRADO	Realizar obras de construcción como barreras antraícos	Realizar las barreras antraícos, que consiste en perforar a una altura de 2,50 mts desde la superficie y con un ancho de 0,70 mts y consta de tres elementos: arena con cemento, manto en polietileno de 4 mm y arena con sal tomado por dos capas de ancho 0,35 mts de arena con cemento y arena con sal, separados por el manto de polietileno. Se aconseja en la capa de arena con cemento quede cerca a la estructura del edificio.	Ejecutar las barreras antraícos.
		GRIETAS : por carga				LEVE			
		FIGURAS: por soporte				MEJANDO			
		EROSION: mecánica.				SEVERO			
		GRAVE	X						

ANALISIS DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Es un edificio que originalmente se diseñó para uso educativo, debido a que no existía una norma sismo resistente para la fecha que fue concebido y construido, se tomaron todas las precauciones de construcción, algunas especificaciones técnicas de los fabricantes de materiales y la experiencia del contratista. El mismo está caracterizado por una marcada regularidad geométrica y estructural que consiste en un solo piso, para una mejor comprensión de la edificación, sus lesiones y sus patologías, se realizó la ficha “Historia Clínica” Anexo 4.

La capacidad de uso actual y presente de los elementos estructurales, se encontró que:

- No se registran elementos estructurales como vigas de cimentación, columnas, viga aérea, viga culata que me permita darle estabilidad al edificio en caso de un sismo; no existe un sistema de pórticos.
- Se registran deformaciones en la viga de cimentación en ciclópeo.

Por lo tanto, Su importancia para esta época es aplicar la NSR-10, requerido en el Capítulo A.2 y subíndice A.2.5, A.2.5.1 ya que a la edificación no se le ha realizado ninguna intervención, definiendo su **tipo de uso de grupo III**, se encuentra en una zona de **amenaza sísmica Alta**, se requirió establecer criterios y procedimientos donde se evaluó la **vulnerabilidad sísmica**, criterio utilizado para la edificación de estudio **A.10.1.3.3**. Y el sistema estructural **A.10.1.3.5** de la edificación construida con anterioridad a la vigencia de la versión del Reglamento Colombiano de Construcciones sismo Resistente, Capítulo A.10 y subíndices A.10.1, A.10.1.1, A.10.1.3.3 – a.10.1.3.5 y A.10 y en especial los de A.10.9 deben ser empleados en actualización y rehabilitación sísmica de edificaciones existentes

Otro fundamento a tener en cuenta es el Capítulo A, subíndice A.10.9.2 RESISTENCIA Y CAPACIDAD DE FUNCIONAMIENTO REQUERIDAS SEGÚN EL USO Y LA EDAD DE LA EDIFICACIÓN, **que se deben tener como** los requisitos mínimos que se deben cumplir para el refuerzo y rehabilitación sísmica de la edificación estudiada ya que su uso y la edad lo amerita, por lo tanto la Intervención es indispensable y atención a la comunidad A.10.9.2.1, los diseños de las edificaciones pertenecientes a los grupos

de uso **III** y **IV**, tal como los define A.2.5, independientemente de la época de construcción de la edificación, debe cumplir los requisitos establecidos en A.10.4.2.1, con el fin de lograr un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva, y de acuerdo con los criterios y requisitos del Reglamento NSR-10, de tal manera que la edificación una vez intervenida **de acuerdo a nuestra propuesta de intervención dos**, quede con un índice de sobreesfuerzo y un índice de flexibilidad menores que la unidad. La intervención de los elementos no estructurales puede limitarse a elementos de fachada con el fin de proteger y minimizar el peligro para preservar la vida ante la ocurrencia de un sismo en el futuro. Y con ello cumplir con él.

La Intervención de la edificación Institución Educativa sede Ciudad Jardín diseñada y construida antes de la vigencia del Decreto 1400 de 1984, A.10.9.2.4, Las estructura según A.10.9.1, diseñada y construida antes del 1° de diciembre de 1984, fecha en que entró en vigencia el Decreto 1400 de 1984, se debió obtener, como mínimo, al ser intervenidas, el nivel de seguridad limitada prescrito en A.10.4.2.2 y tratarse de acuerdo con los criterios y requisitos del presente Reglamento, de tal manera que la edificación una vez intervenida quede con un índice de sobreesfuerzo y un índice de flexibilidad menores que la unidad. Se permitirá este nivel de seguridad limitada siempre y cuando se acepte por parte del propietario Secretaria de Educación Municipal y se incluya, dentro de los documentos que se presentan para obtener las licencias y permisos correspondientes, un memorial firmado por el diseñador estructural y el propietario en el cual se declare que se utilizó el nivel de seguridad limitada. Este memorial se debe protocolizar mediante escritura pública en Notaría.

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Intervención Uno

La siembra de árboles de varias especies al contorno de la Institución Educativa sede Ciudad Jardín ha afectado ciertas áreas debido a la poca distancia que hay entre los árboles y la edificación. Estos espacios en donde se encuentra más afectados son: - zona norte, donde se encuentra árboles de mango común a una distancia no mayor a dos metros de la edificación, detrás de los salones de Coordinación, Preescolar, aula 1, aula 2, aula 3, aula 4, sala de profesores y biblioteca. – Zona central, con árboles de Pomo

roso y Gualanday, - Zona sur, con árboles de Oití, detrás de las aula 10, aula 11 y aula 12 a una distancia promedio no mayor a tres metros. Provocando afectaciones de Fisuras, grietas, fracturación en Muros y pisos.

De acuerdo a lo anterior, para evitar que estas lesiones se sigan incrementando, se propone la Intervención 1: CONSTRUCCIÓN DE BARRERAS ANTIRAÍCES, que a continuación se describe:

Consiste en realizar una excavación de una altura de 2,50 mts, con un ancho de 0.70 mts a una distancia entre 1,20 y 1,50 mts del tronco del árbol de mango. Consta de tres (3) elementos:

(1) **arena con cemento** de 0,35 x 2,50 mts,

(2) **manto en polietileno** de 4 mm y

(3) **arena con sal** de 0,35 x 2,50 mts, de longitud un máximo mayor a la cobertura de la copa, la capa de arena con cemento quede cerca de la estructura del edificio. Tal como se muestra en la figura 18, con un costo que se presenta en el anexo 7. Presupuesto. Y para ello se requiere de una relación mezcla (arena – cemento) y (arena – sal).

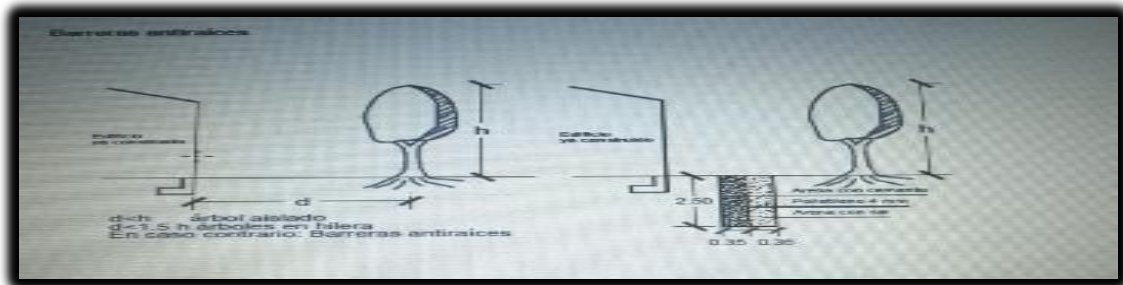


Figura 18. Barreras Antiraíces

La Institución Educativa sede ciudad jardín está en el medio urbano y la presencia de árboles y arbustos variable de especies como: **CUJÍ, PELÁ, GUÁSIMO, ARRAYÁN, OITÍ, LIMÓN SWINGLIA, OCOBO O FLOR ROSADO, MANGO COMÚN, PALMA DE COCO, TOTUMO, POMORROSOS, CHICALÁ, GUALANDAY** y **LEGUMINOSAS**. Para un total de 80 árboles, sembrados en un área de 2450,01 m² al contorno de la edificación.

Con estas barreras Antiraíces se pueden prevenir, solucionar problemas y con una oportuna atención en su mantenimiento, nos permite a que la edificación se proteja en los siguientes aspectos:

- Proteger las instalaciones en las aéreas de Telefonía, eléctrica y de voz y datos.
- Proteger los espacios recreativos que se encuentran construidos en concreto.
- Proteger al pavimento de los estacionamientos zona central.
- Proteger la red de agua potable, residual y aguas lluvias.
- Proteger a otras plantas.
- Proteger el sistema de Cimentación y otros elementos constructivos.

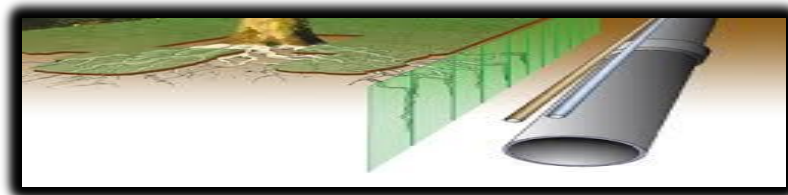


Figura 19. Protección a los Sistemas de instalaciones eléctricas, Telefonía, voz y datos e Hidrosanitaria.

RELACIÓN MEZCLA DE ARENA-CEMENTO

ALCANCE

Norma que se puede reglamentar para el suministro de materiales y ejecución de los trabajos necesarios para realizar obras de protección (Barrera Antiraíces), conformada con relleno de arena-cemento.

REFERENCIAS:

En esta norma se hace referencia a los siguientes documentos: De ECOPETROL: NIO-0803, Cobertura del Terreno. NIO-0810, Concretos, Del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC): ICONTEC-112, Mezcla Mecánica de Cemento Hidráulico y Morteros de Consistencia Plástica, y bajo la *NSR-10 – Capítulo D.3 – Calidad de los materiales en la mampostería estructural*, El cemento utilizado en la obra debe estar en condiciones apropiadas y debe corresponder en su tipo y clase a aquel sobre el cual se basan las dosificaciones del concreto y los morteros. Deben cumplirse las siguientes normas: Cemento portland: NTC 121 y NTC 321. Se permite el

uso de cementos fabricados bajo las normas ASTM C150 y C595 Cemento para mampostería: NTC 4050 (ASTM C91).

La arena que se utilice como relleno debe estar libre de vegetación, palos, bloques o cualquier elemento extraño que pueda hacer daño o a contaminar dicha actividad, Para la mezcla se debe utilizar cemento Portland en las proporciones en peso que indiquen los diseños. El concreto debe cumplir con la Norma NIO-0810, Para lo que se empleen de forma individual y no haya una norma específica en estas especificaciones se debe emplear una proporción arena-cemento de 5:2.

PROCEDIMIENTO

1. La arena debe estar libre de terrones o grumos; si estuviera demasiado húmedo debe manipularse hasta obtener un contenido seco óptimo, de manera que se facilite la labor y se obtenga una mezcla íntima y uniforme entre la arena y el cemento.
2. Se debe hacer entre la arena y el cemento una mezcla homogénea antes de llenar el sector de la excavación.
3. La mezcla para el llenado de la excavación se debe garantizar una resistencia a la compresión de 175 kg/cm².
4. Una vez estén las dos mezclas dentro de la excavación, éstas con el contacto del agua del terreno se forma una pasta con una dureza que impida el paso del sistema radicular de los árboles, desviando sus raíces hacia la parte de abajo.

RELACIÓN MEZCLA ARENA- SAL

Los efectos ambientales cuando el contenido de sales es mayor al 1% las plantas se ven afectadas, El nivel posible máximo tolerable de acumulación de sal en el suelo es el nivel en el que las raíces pueden todavía absorber agua. Esto depende de la tolerancia natural de la planta en cuestión.

Los sistemas radicales afectados por la salinidad no se desarrollan en forma óptima, Un sistema radicular afectado por la salinidad es menos profundo, Tiene menos ramificaciones, Pesa menos, Es menos eficiente en la absorción de agua y nutrientes.

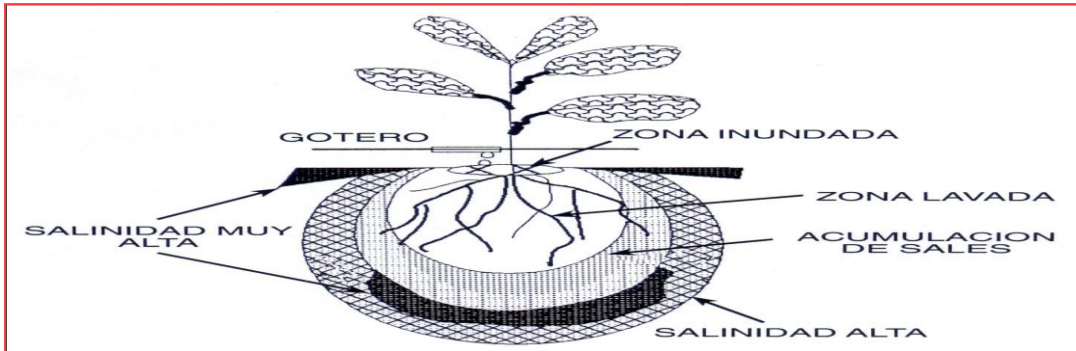


Figura 20. Crecimiento del sistema radicular por presencia de acumulación de sales Y distribución de Sales en la zona humedecida.

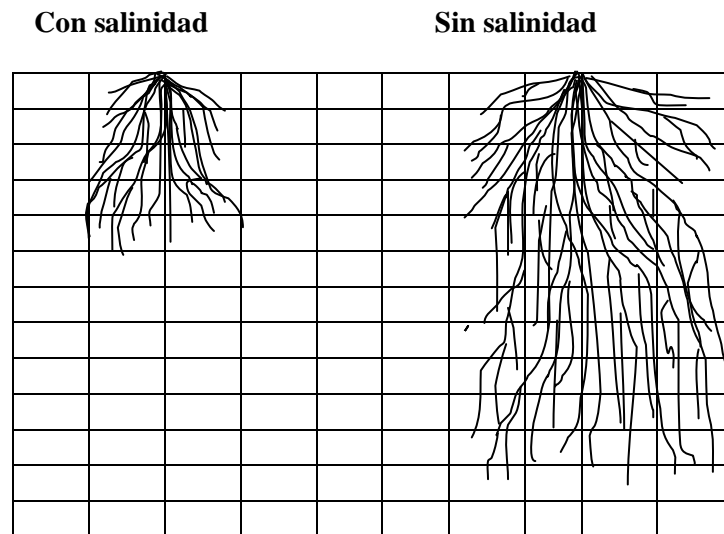


Figura 21. Presentación radicular con presencia de sales

ALCANCE

Norma que se puede reglamentar para el suministro de materiales y ejecución de los trabajos necesarios para realizar obras de protección (Barrera Antiraíces), conformada con relleno de arena-sal.

REFERENCIAS:

En esta se hace referencia al documento, La Salinidad y su Influencia en Suelos y Plantas Ing. Agr. Oscar Lutenberg Mashav – Israel, salinidad adquirida, Concretos, Del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC): ICONTEC-112, Mezcla Mecánica de Cemento Hidráulico y Morteros de Consistencia Plástica.

La arena que se utilice como relleno debe estar libre de vegetación, palos, bloques o cualquier elemento extraño que pueda hacer daño o contaminar dicha actividad, Para la

mezcla se debe utilizar cemento Portland en las proporciones en peso que indiquen los diseños. El concreto debe cumplir con la Norma NIO-0810, Para lo que se empleen de forma individual y no haya una norma específica en estas especificaciones se debe emplear una proporción arena-sal de 6:1.

PROCEDIMIENTO

1. La arena como no retiene agua, tiene muy poca materia orgánica y no es apta para la agricultura; si estuviera demasiado húmedo debe manipularse hasta obtener un contenido seco óptimo, de manera que se facilite la labor y se obtenga una mezcla íntima y uniforme entre la arena y el cemento.
2. Con la arena y la sal se debe hacer una mezcla homogénea antes de llenar la excavación.
3. La mezcla para el llenado de la excavación se debe garantizar que el efecto ambiental sea el mínimo y que el contenido de sales no supere el 1% en la mezcla.
4. A la excavación se le debe vaciar en forma tal que con el contacto con el agua posteriormente su comportamiento sea de una pasta con una dureza para resistir la nueva ramificación de la raíz.

Intervención dos

Teniendo en cuenta que la Institución Educativa sede Ciudad Jardín está ubicada en el Municipio de Neiva, Departamento del Huila y, de acuerdo a su ubicación geográfica y su tipo de uso grupo III, se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta. Por lo que se recomienda una intervención de un sistema de pórticos (columnas, viga de arrastre, viga aérea y de culata) a toda la edificación.

Los análisis realizados en relación a las posibles causas de las lesiones capítulo 5, subtítulo: Toma de Datos en campo, Anexo No. 4, Fichas Historia Clínica, subtítulo: Cálculo Estructural y ensayos efectuados al paciente y tomando como referencia la Ley 400 del 19 de agosto de 1997, **TÍTULO I, OBJETO Y ALCANCE** en su “*artículo 1º.- Objeto. La presente Ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la*

ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos”. Nos permiten establecer lo siguiente:

1. No se encontró evidencias de que presente un colapso de la edificación al no ser, que pudiese estar asociado a alguno de los siguientes eventos externos: - por ocurrencia de un evento sísmico significativo. - Ocurrencia de un movimiento del terreno tipo deslizamiento que puede afectar la distribución de cargas interna en la estructura. - Explosiones o incendios internos que se puedan presentar generando el debilitamiento de elementos estructurales importantes. - Sobrecargas extraordinarias en la edificación.

2. El edificio presentó diversas evidencias de: problemas; Capítulo 5, lesiones; Anexo No.3 y patologías estructurales internas entre las cuales se incluyen los siguientes: **a.** Fisuras y separaciones en los muros divisorios internos laterales en varios de los salones: Coordinación, Preescolar, Aula 1, Aula 2; Aula 3, Aula 4, Sala de Profesores, Biblioteca y Corredores, subtítulos: Medición de nivel de muros, Medición Escuadra Muros, Medición de fisuras mediante el microscopio inalámbrico. **b.** aberturas verticales en estado activo en la parte superior de los muros donde inicia su actividad y en desplazamiento diagonal aumentando su abertura dirigiéndose a la placa piso que genera la necesidad de realizar una intervención adecuada y funcional . Esto a su vez va en aumento debido a una sobrecarga en la cimentación de ciclópeo que el efecto lo refleja en los muros de mampostería en bloque de cemento con dos cavidades ubicados en los ejes radiales. Subtítulo: Medición de fisuras mediante el microscopio inalámbrico y anexos 4: Historia Clínica **c.** Falla estructurales de la edificación construcción en mampostería en bloque de cemento por el método tradicional sin intervenciones hasta la fecha aplicando el régimen de construcciones sismo resistentes - creada por la ley 400 de 1997, con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente — nsr-98 y actualización reglamento colombiano de construcción sismo resistente — nsr-10, las MODIFICACIONES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS, donde El 7 de junio de 1984 se expidió por medio del Decreto 1400 de 1984 la primera normativa colombiana de construcciones sismo resistentes. Según escrito en la trazabilidad de la bitácora que se encuentra en la escuela. Reportada el día 22 de septiembre de 2015 y registrada

mediante fotografías, Anexo 3. Fichas Lesiones, por lo anterior se hace necesario que nuestra segunda intervención sea la de llevar a la edificación actual a un **reforzamiento estructural por el sistema de pórtico**, o realizar un Anexo 6, Cálculo Estructural.

3. los muros laterales de la edificación están sufriendo asentamientos diferenciales que no sobrepasaron los valores admisibles establecidos por la normativa vigente pero son activas. Las mediciones realizadas indican que los muros en donde se encuentran las fisuras No. 3, 4, 5, 8, 12, 13, 14 y 15 presentaron asentamientos, subtítulo: Medición de Nivel de Muros, fichas registradas en el Anexo 4. Historia Clínica.

4. Las causas de los asentamientos totales y diferenciales registrados en los muros laterales estructurales se atribuyen a los problemas presentados durante el crecimiento y engrosamiento de las raíces de los árboles de mango cercanos a la edificación (cimentación), que indican que las Raíces han atravesados la viga Ciclópeo ejerciendo una fuerza hacia arriba fracturándola y reflejada en la parte superior del muro lateral divisorio de carga, en particular con el espesor de la base especificado en el estudio de suelos, llamado Anexo 5, subtítulo: Elementos Constructivos y ficha Anexo 4. Historia Clínica.

Análisis de información, resultados y conclusiones.

El Análisis de la información obtenida se realiza con el apoyo del Ing. JOSÉ FERNANDO PERDOMO TRUJILLO, patólogo radicado en la Ciudad de Neiva y el aporte de los tres estudiantes, que realizan este estudio. El análisis de las variables se llevó a cabo con la formación académica recibida en los diferentes módulos de la especialización y recomendaciones expuestas por ASOCRETO, en lo concerniente a evaluación y diagnóstico patológico de estructuras, y a las consideraciones planteadas en las normas técnicas colombianas y en la bibliografía consultada para la investigación. De igual forma los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, como las variables de humedad y temperatura, medidas para determinar el efecto en el microclima de la estructura, se analizaron bajo las consideraciones de la norma técnica colombiana NTC 5551. A partir de la información obtenida en la inspección visual detallada, se clasificó el nivel de daño estructural en la escuela Ciudad Jardín según las consideraciones planteadas en la literatura, tomando como base las fotografías

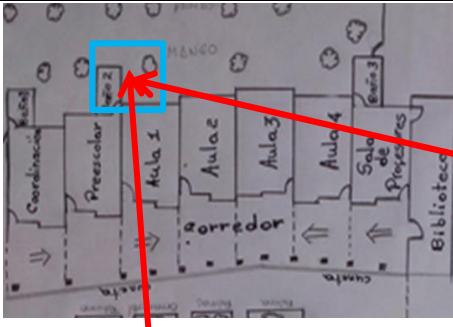

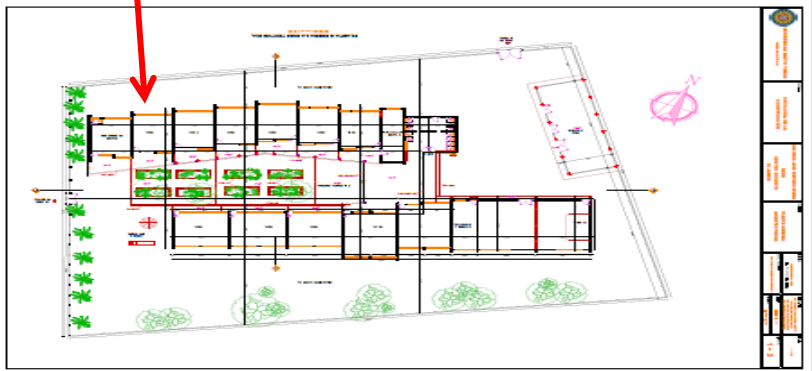
recolectadas en el paso anterior, así como la realización de la **ficha de lesiones**, donde se plasmaron todas las patologías apreciadas durante el estudio. Una vez finalizados, se apreciaron los patrones de patología y la tendencia de afectaciones por zonas, teniendo en cuenta elementos puntuales, como ventanas, canales en lámina galvanizada, muros, cubierta o goteras, árboles y patrones generales, haciendo referencia al macroclima. Una vez realizados los estudios preliminares sobre el origen y posibles consecuencias del daño en la estructura consignadas en la **Historia Clínica**, y la **conclusión** se deberá determinar el método de reparación más adecuado tomando en consideración factores tales como eficiencia y seguridad; materiales y equipos necesarios; costos y condiciones particulares de la obra (temperaturas, condiciones ambientales, plazos etc.). Como se ha visto, para cada tipo de daño puede presentarse más de una alternativa de reparación, debiendo elegirse entre ellas la que otorgue mayor seguridad, es decir, que restituya en mejor forma las condiciones para las cuales fue diseñada la obra y, en caso de refuerzos, permita que el elemento trabaje como un todo armónico con el resto de la estructura. En segundo lugar se deberá considerar la disponibilidad de tecnología (personal capacitado, materiales y equipos) en el lugar en que se desarrollará la obra. La elección de procedimientos que requieren de equipos sofisticados va generalmente asociada con aplicaciones a los elementos a tratar, por la fuerte incidencia que ellos tienen en los costos. La aparente simplicidad de muchos de los procedimientos descritos puede ser una tentación para resolver sin mayor análisis muchos de los problemas que se presentan en obras, sin embargo, conviene insistir en la necesidad de que profesionales especializados intervengan en los estudios y cálculos previos y elaboren las especificaciones detalladas para la reparación. Finalmente, la seguridad queda satisfecha con una adecuada supervisión y control de calidad de las distintas etapas, incluidos los ensayos de resistencia y adherencia de los materiales, y la verificación de los procedimientos mediante extracción de testigos y/o pruebas de cargas.

Finalmente, se elaboran estrategias de mitigación y de solución definitiva según el tipo y grado de afectación de los elementos que conforman la Escuela Ciudad Jardín; se obtuvo información de la bibliografía citada, así como también de parte del director de proyecto de grado y de la asesoría externa con la que se contó para determinar el siguiente cuadro.

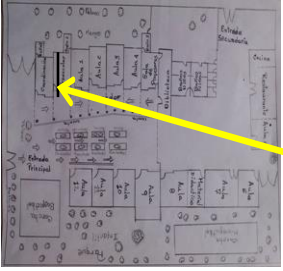
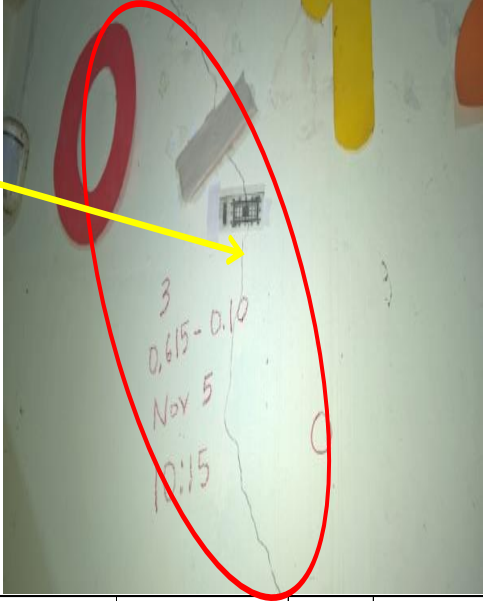
7. BIBLIOGRAFÍA

1. Tomadas de las publicaciones de Ángel Uriel Ortiz (2) y Francisco Serrano Alcudia (1)
2. <http://www.monografias.com/trabajos27/arboles-guadalajara/arboles-guadalajara.shtml#ixzz40keKjmiq>
3. DICSA, 1990. Las Funciones de un Árbol. Departamento de Investigación Científica y Superación Académica, Universidad de Guadalajara.
4. BEYTÍA, A., HERNÁNDEZ, C., MUSALÉM, M., PRIETO, F. y SALDÍAS, M. 2012. Guía de Arborización Urbana. Especies para la Región Metropolitana, Santiago de Chile. Asociación Chilena de Profesionales del Paisaje AG. Corporación de Investigación, Estudio y Desarrollo de la Seguridad Social (CIEDESS). 128 pp. Santiago, Chile.
5. Instituto Del Concreto Asocreto, Seminario Evaluación Y Diagnóstico De Las Estructuras En Concreto, Ing. HAROLD ALBERTO MUÑOZ M. Bogotá D.C., Noviembre 22 y 23 de 2001.
6. **Carles Broto:** ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN. Barcelona 2005. Biblioteca ETSAM: 69.059 bro-enc 1-6

ANEXO 3: FICHA DIAGNOSTICO

FORMATO DE INSPECCION DE LESION EN EDIFICACIONES							
INFORMACION INICIAL DEL PACIENTE				INFORMACION DE LA LESION			
NOMBRE:	INSTITUTO EDUCATIVO JOSÉ EUSTASIO RIVERA sede CIUDAD JARDIN			NOMBRE:	afección por raíces cercanas a la construcción		No. 1
LOCALIZACIÓN:	Carrera 34 A No. 13 - 80 Barrio el Jardin de la Ciudad De Neiva - Huila.			DESCRIPCION:	Crecimiento y profundización de raíz		
USO:	Interes Académico.			TEMPERATURA PROMEDIO	34,8 °C		
FECHA DE CONSTRUCCIÓN:	año 1967			HUMEDAD RELATIVA:	46%		
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	No Aplica -			VELOCIDAD DEL VIENTO:	5 Km/h		
TÉCNICA CONSTRUCTIVA:	No Aplica -			PLUVIOSIDAD:	0,00 mm		
INTERVENCIONES PREVIAS:	SIEMBRA DE ARBOLES EN EL AÑO 1980			TIPO DE AMBIENTE	seco		
LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN							
UBICACIÓN:	EN EL ESPACIO				EN EL EDIFICIO: suelo		
							
QUIEN REALIZA:	equipo de trabajo: Ingenieros CARMEN LIGIA ROJAS DUARTE - WILLIAM PARRA OLAYA - HECTOR JULIO RIOS JOVEL						
GEOMETRIA (VISTA EN PLANTA)							
FECHA VISITA:	Toma de muestra del 12 de Octubre al 5 Noviembre del 2015			SOBRECIMENTOS:	No posee		
SISTEMA CONSTRUCTIVO:	siembra de arboles cercana a la edificación						
MATERIALES UTILIZADOS:	CEMENTO	MORTERO DE CEMENTO Y ARENA	ACERO	UNIDADES DE MAMPOSTERIA	MADERA		
	OBSERVACIONES: Siembra de Arboles de la especie Mango Tropical, rechazan los incendios y durante la epoca de sequia es el período de máximo crecimiento de Biomasa para este arbol y de mayor actividad de la fotosintesis por la menor nubosidad.						
ASPECTOS DE VULNERABILIDAD							
aspectos geometricos	X	aspectos constructivos	X	aspectos estructurales	X	cimentación	X
FSURAS				GRIETAS		entorno y suelos	X
HUMEDADES							
POR FILTRACIÓN		POR CONDENSACIÓN		POR CAPILARIDAD		ACCIDENTAL	POR GRAVEDAD
AREA AFECTADA	Muros internos lateral						
CANTIDAD AFECTADA (EN %)	100	TIPO DE LESION:	Crecimiento Radicular, características de la especies, factores geneticos y factores propios del medio ambiente		TIPO DEL ULTIMO MANTENIMIENTO		1. según trazabilidad consignada en el libro bitácora de la escuela. No se ha realizado alguna intervención estructural. 2. Se ha realizado mantenimiento en pintura y recubrimiento de fisuras.

ANEXO 4: HISTORIA CLINICA

DIAGNOSTICO											
Autonoma el estudio: RECTORIA DE LA INSTITUCION JOSE GUSTAVO RIVERA SEM PRINCIPAL		LESIONES			No. De Ficha: 11	De: 40					
Proyecto: ESTUDIO PATOLOGICO ESCUELA CIUDAD JARDIN DE LA CIUDAD DE NEIVA - HUILA		Localización: carrera 34 A No. 13 - 80		Fecha: FEBRERO 2016							
LOCALIZACIÓN:		IMAGEN DE LA LESIÓN No.3									
											
TIPO DE LESIÓN: FISURA - ACTIVA											
LOCALIZACIÓN:		DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO									
Muro parte superior	X	Muros laterales de carga (estructurales) en bloque de cemento con dos cavidades, construidos en la forma tradicional, sin tener en cuenta ningún reglamento de construcción colombiano sismo resistente.									
Muro parte inferior											
Muro lateral	X										
Muro fachada											
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN		CLASIFICACIÓN CAUSA		CAUSA	PREDIAGNÓSTICO	PREVENCIÓN / INTERVENCIÓN					
Fisura activa, desarrollándose desde la parte superior del muro en forma diagonal descendente, localizada en el salón de Preescolar en el muro lateral divisorio al salón de Coordinación, lado occidental. esta fisura se encuentra cerca al muro de fachada principal. De acuerdo al seguimiento efectuado mediante el testigo se encuentra que la abertura se ha aumentado en 8mm, quedando con una abertura de 10 mm, clasificándose como MACROFISURA El muro se encuentra con un desplome de 0,015 mm, la escuadra correspondientes a muros y pisos están a 90°, el nivel del piso dentro de la nave del salón se encuentra nivelados. La temperatura durante el día tiene un promedio de 34,8°C.		DIRECTA	INDIRECTA	Presencia de árboles cercanos a la estructura de la edificación, con raíces activas provocando daño en el elemento de la cimentación en concreto ciclópeo, causando el efecto de rotura por efecto cuña.	1. Control y seguimiento de las fisuras para determinar la actividad mediante testigos. 2. control del plomo del muro. 3. Mitigar las causas posibles que lleven al deterioro del muro. 4. verificación de escuadra de muros y pisos. 5. verificación de cálculo estructural y cubierta. 6. verificación de vientos según la NSR-10.	ELIMINACIÓN CAUSA	REPARACIÓN EFECTO	PREVENCIÓN			
		Causa Mecánica: fisura por soporte				Antropogénicos: Falta de mantenimiento, daños accidentales por vegetación.		GRADO	Como existen elementos suficientes para eliminar el detonante (raíces de árboles), se requiere solicitar permiso a la CAM y Reemplazar los árboles existentes por otra especie que sean favorables para la estructura existente y además ayudar a la población estudiantil a tener unas condiciones que ayuden a mejorar el ambiente por medio de la sombra de los árboles. El mejoramiento de detalles constructivos y Barrera de raíz.	Determinar el nivel de afectación por crecimiento, engrosamiento de raíces y Humedad.	1. Un mantenimiento adecuado y Rutinario. 2. Sistema de evacuación de las aguas superficiales. 3. primordial una Mano de Obra Calificada. 4. Detalle constructivo de barrera de raíz
		AGRAVANTES POSIBLES: Deterioro Progresivo en el Muro por acción del crecimiento y engrosamiento de raíces de Árboles cercano a la edificación llevandolo al fracturamiento de la Cimentación, haciendo que el muro se haga mucho más frágil en la parte superior. Hace que el diseño inicial quede sin su fundamento.				LEVE		X			
						MEDIANO					
						SEVERO					
		GRAVE									