



Modelo de gerencia para el análisis y mantenimiento de alteraciones patológicas de tipo físico y mecánico en las Instituciones Educativas públicas del Municipio de Medellín.

**Facultad de administración de empresas y ciencias económicas
Centro regional Aburrá Sur**

Especialización en gerencia de proyectos

Carlos Arturo Jiménez Alvarado

ID: 725201

Jorge Alexander Muñoz Betancur

ID 728865

Trabajo de grado

Profesor asesor

M. Sc. Milton Esteban Sierra Cadavid

Dedicatoria

A mi padre Efraín, gracias por amarme, guiarme y protegerme hasta donde tu vida alcanzo, tus enseñanzas en el corto tiempo que compartimos fueron la base de toda mi vida.

A mi inseparable compañera de vida Olguita, madre hermosa, siempre estarás en mi alma y en mi corazón, sin tu apoyo y amor incondicional esto no sería posible. Estoy seguro que en el lugar donde se encuentran están disfrutando del gran amor que tiene el uno por el otro.

Modelo de gerencia para el análisis y mantenimiento de alteraciones patológicas de tipo físico y mecánico en las Instituciones Educativas públicas del Municipio de Medellín.

Resumen

El proyecto en mención parte de un análisis de la condición patológica de los 10 colegios de calidad de la ciudad de Medellín construidos entre 2004 y 2007. Los daños físicos, mecánicos, químicos y errores constructivos presentes en cada edificio, fueron estudiados con el objetivo de indagar en ellos por qué se vienen presentando afectaciones en su ejecución si en realidad se han construido hace poco tiempo, lo anterior con el fin de evidenciar de la necesidad de un modelo de gerencia en al área de mantenimiento y de esta manera establecer la prioridad necesaria para cumplir con el ciclo de vida de un proyecto o en este caso de una construcción y más cuando es de carácter público. Este proyecto se desarrolla en cinco fases, reconocimiento del problema, prediagnosis, estudio patológico, diagnosis y gestión y gerencia del mantenimiento. Según los resultados obtenidos se estableció que los daños físicos más frecuentes corresponden a los ensuciamientos con 17,39% y los desprendimientos con 16,15%, de un total de 322 alteraciones analizadas. Adicionalmente se determinó que el colegio con mayor número de lesiones patológicas corresponde al Héctor Abad Gómez y el colegio con menor número de lesiones pertenece a Benedikta Zur Nieden. Como conclusiones a esta investigación se estableció que la presencia de lesiones patológicas es constante y que la causa más probable al deterioro corresponde a la carencia de acciones correctivas y preventivas y por ello se desarrolla de manera clara el modelo de gerencia para el análisis y mantenimiento de alteraciones patológicas de tipo físico y mecánico en las Instituciones Educativas públicas del Municipio de Medellín, el cual lleva de manera puntual a identificar la necesidad constante de implementar estrategias para el mantenimiento de la infraestructura para el servicio de la comunidad y de esta manera minimizar posibles riesgos.

PALABRAS CLAVES

Deterioro en infraestructura; gerencia de infraestructura; gestión del mantenimiento; patología en la edificación, lesiones.

ABSTRACT

The mentioned project starts from an analysis of the pathological condition of the 10 quality schools in the city of Medellín, built between 2004 and 2007. The physical, mechanical, chemical damage and construction errors present in each building were studied with the objective to investigate in them why they have been affecting their execution if in fact they have been built a short time ago, the above in order to demonstrate the need for a management model in the maintenance area and thus establish priority necessary to comply with the life cycle of a project or in this case of a construction and more when it is of a public nature. This project is developed in five phases, problem recognition, pre-diagnosis, pathological study, diagnosis and management and maintenance management. According to the results obtained, it was established that the most frequent physical damages correspond to fouling with 17.39% and landslides with 16.15%, out of a total of 322 analyzed alterations. Additionally, it was determined that the school with the highest number of pathological injuries corresponds to Héctor Abad Gómez and the

school with the lowest number of injuries belongs to Benedikta Zur Nieden. As conclusions of this research, it was established that the presence of pathological lesions is constant and that the most probable cause of the deterioration corresponds to the lack of corrective and preventive actions, and therefore the management model for the analysis and maintenance of pathological alterations of a physical and mechanical type in the Public Educational Institutions of the Municipality of Medellín, which leads in a timely manner to identify the constant need to implement strategies for the maintenance of infrastructure for the service of the community and thus minimize possible risks .

KEYWORDS

Deterioration in infrastructure; infrastructure management; injuries; maintenance management; pathology in buildings.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	6
CAPÍTULO 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Descripción del problema	7
1.2 Formulación del problema	10
1.3 Justificación	11
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo general:	14
1.4.2 Objetivos específicos:	14
CAPÍTULO 2 MARCO REFERENCIAL	15
2.1 Marco Conceptual:	15
2.2 Marco contextual:	20
2.3 Marco legal:	24
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) (Comisión Asesora	25
2.4 Marco teórico:	27
CAPÍTULO 3 DISEÑO METODOLÓGICO	31
3.1 Línea de investigación institucional	31
3.2 Eje temático	31
3.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo.	32
3.4 Diseño	33
3.5 Alcance	33
3.6 Población y tamaño de muestra.	33
3.7 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos.	34
3.8 Análisis y tratamiento de datos.	34
CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
4.1 Contexto y características físicas de los colegios de calidad en estudio	36
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1 Conclusiones	80
5.2 Recomendaciones	82
REFERENCIAS	83
ANEXOS	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	38
Tabla 2	56
Tabla 3	59

INDICE FIGURAS

Figura 1.. Guiando el cambio organizacional a través del proyecto. _____	19
Figura 2 metodología para el desarrollo, _____	35
Figura 3, Plano 1: Comunas - ubicación de colegios de Calidad. _____	37
Figura 4. Plano 2: Comuna 01 Popular – Ubicación del colegio Antonio Derka _____	38
Figura 5 Plano 3: Comuna 04 Aranjuez – Ubicación del Colegio Francisco Miranda. _____	39
Figura 6 Plano 4: Comuna 05 Castilla – Colegio Antonio José Bernal. _____	41
Figura 7. Plano 5: Comuna 08 Villa Hermosa – Ubicación del Colegio Joaquín Vallejo Arbeláez _____	42
Figura 8. Plano 6: Comuna 10 La Candelaria – Ubicación del Colegio Héctor Abad Gómez. _____	44
Figura 9. Imagen, Sección transversal Institución Héctor Abad Gómez. _____	45
Figura 10. Plano 7: Comuna 12 La América Ubicación del Colegio Benedikta Zur Nieden _____	46
Figura 11. Plano 8: Comuna 13 San Javier – Ubicación del Colegio Jaider Ramírez. _____	47
Figura 12. Imagen: Sección transversal Institución Jaider Ramírez _____	48
Figura 13. Plano 9: Comuna 16 Belén – Ubicación del Colegio Horacio Muñoz Suescúna _____	49
Figura 14 Plano 10: Comuna 70 Corregimiento Altavist Ubicación del Colegio Débora Arango _____	50
Figura 15. Imagen: Sección transversal Débora Arango. (Juan Forero Arquitectos, 2008) _____	51
Figura 16. Plano 11: Comuna 80 Corregimiento San Antonio de Prado – Ubicación del Colegio Ángela Restrepo. _____	52
Figura 17: Gráfico inspección ocular. _____	53
Figura 18. Porcentaje general de lesiones analizadas. _____	57
Figura 19. Porcentaje de lesiones analizadas presentes por institución. _____	58
Figura 20. Porcentaje de lesiones por institución. _____	59
Figura 21 Porcentaje de lesiones por institución. _____	60
Figura 22. Porcentaje de lesiones por institución. _____	61
Figura 23. Porcentaje de lesiones por institución. _____	61
Figura 24. Porcentaje de lesiones por institución. _____	62
Figura 25. Porcentaje de lesiones por institución. _____	63
Figura 26. Porcentaje de lesiones por institución. _____	63
Figura 27. Porcentaje de lesiones por institución. _____	64
Figura 28. Porcentaje de lesiones por institución. _____	65
Figura 29. Porcentaje de lesiones por institución. _____	66
Figura 30. Porcentaje de elementos afectados. _____	66
Figura 31 Urgencia de intervención general. _____	67
Figura 32. Urgencia de intervención por institución. _____	68
Figura 33. Porcentaje posibles causas. _____	69
Figura 34. Diagrama de flujo gestión y gerencia. _____	70
Figura 35. Matriz genérica de criticidad. _____	73

Introducción

La infraestructura física de las instituciones educativas han sido un elemento fundamental de progreso para nuestro país, por tal motivo los entes Municipales, Departamentales y Nacionales han desarrollado en su presupuesto adicional para construir colegios con las mejores condiciones tanto de confort como técnicas para el beneficio de los estudiantes, motivo por el cual se iniciaron concursos para la selección de diseños de los mega colegios de la ciudad de Medellín, los cuales fueron realizados por Arquitectos expertos en espacios, y elementos acordes con las necesidades de los estudiantes, pero desafortunadamente se detectan diseños con elementos de difícil consecución en Colombia e incluso con la necesidad de importarlos para la construcción de los mismos, por esta se decide crear un proyecto de gerencia para el adecuado funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, teniendo en cuenta materiales que se detecten en cada entorno y seguido de condiciones adecuadas para que los estudiantes puedan tener los medios idóneos para recibir sus clases y que las municipios no tengan que afectar sus presupuestos en mantenimientos o solucionando patologías constructivas causadas por la mala planeación y desarrollo constructivo de las plantas físicas de las instituciones educativas.

A continuación, en el trabajo de grado se evidencia la cantidad de patologías y mantenimientos adicionales causados por las alteraciones patológicas de tipo físico y mecánico en las Instituciones Educativas públicas del Municipio de Medellín, las cuales hacen necesario identificar la necesidad latente de uno modelo de gerencia para el análisis y mantenimiento de dichas instalaciones

Capítulo 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La infraestructura física de las instituciones educativas a nivel mundial es un aspecto que influye de manera significativa en los logros académicos de los estudiantes, por lo anterior se puede establecer que garantizar una infraestructura física adecuada para los procesos de formación académico es un requisito fundamentado en el derecho a la educación, ya que el detrimento a la infraestructura formativa acrecienta las brechas de desigualdad pedagógica e innovación curricular.

Por lo anterior en esta investigación se estudió el estado actual de la infraestructura educativa y las lesiones patológicas presentes en los 10 colegios de calidad de la ciudad de la ciudad de Medellín construidos durante los años 2004 y 2007; correspondientes a: Colegio Antonio José Bernal, Colegio Joaquín Vallejo Arbeláez, Colegio Francisco Miranda, Colegio Héctor Abad Gómez, Colegio Las Independencias, Colegio Las Mercedes, Colegio Ángela Restrepo, Colegio Antonio Derka, Colegio Benedikta Zur Nieden y Colegio Débora Arango Pérez. La idea de construir las anteriores instituciones educativas surgió como proyecto de mejora a la infraestructura formativa que presentaba la ciudad de Medellín previo al año 2004 y además como estrategia de reducción a la formación de grupos al margen de la ley. Según cifras oficiales, entre los años 2004 y 2007, parte del presupuesto del Municipio de Medellín fue destinado para el programa “Medellín la más educada”, en consecuencia se realizaron diferentes estudios determinando que la infraestructura con la que contaba el municipio respecto a educación no era la mejor, debido entre otras cosas a la ola de violencia que azotó a la

ciudad durante las décadas de los 80 y 90. A partir del año 2005, la ciudad fue destacada por la inversión en la infraestructura física de los espacios dedicados a la educación; se menciona que, en el año 2005, Empresas públicas de Medellín con motivo de la celebración de sus 50 años de existencia, dona a la ciudad, con la aprobación del Concejo de Medellín, la suma de 160 mil millones de pesos colombianos, aproximadamente 47.000.000 US actuales, para construir y dotar los 10 mejores colegios del país y mejorar más de cien instituciones educativas existentes, entre los cuales aparecen como principal icono los “colegios de calidad”. Pese a las grandes inversiones destinadas a la mejora de la infraestructura educativa en la ciudad, en los últimos años los colegios de calidad han presentado deterioro a causa de la aparición de lesiones patológicas en la estructura, cerramientos, acabados y obras complementarias; lo cual afecta su estética y genera pérdida de confort por parte de las personas que habitan estos espacios. Es por lo anterior que la conservación y mantenimiento de estas obras se convierte en la actualidad en una preocupación desde el punto de vista arquitectónico, cultural, y social debido a los beneficios que le aportan a la ciudad.

En los últimos años la infraestructura educativa de la ciudad de Medellín – Antioquia ha aumentado significativamente, con el fin de cumplir la misión trazada por la secretaría de educación de posibilitar la formación académica a los habitantes de la ciudad y de generar un servicio educativo de alta calidad, en consecuencia la alcaldía ejecutó el proyecto: “Colegios de Calidad para la ciudad de Medellín”, que se trató de la construcción de 10 mega obras que no solamente sobresaldrían por su diseño arquitectónico y estructural, sino por la ubicación en sectores estratégicos y vulnerados de la ciudad brindando una mayor cobertura educativa y social. Con el paso del tiempo, se ha evidenciado la aparición de lesiones patológicas en estructura, cerramientos, acabados y obras complementarias, en estas instituciones además del

deterioro relativo a la falta de mantenimiento de estas instituciones. El presente trabajo pretende exponer el diagnóstico del estado actual de las instituciones construidas en el proyecto “Colegios de Calidad para la ciudad de Medellín”, enmarcadas en la temática de las lesiones patológicas constructivas, mencionando las manifestaciones más importantes de cada institución, las más repetitivas, y enfocándose en la institución que más lesiones patológicas presenta.

(Saldarriaga, 2014) Narra que el estado actual de las instituciones de Calidad (Instituciones educativas del Municipio de Medellín): “...pisos no impermeabilizados, espacios a la intemperie sin pintura anticorrosiva, espacios sin ventilación, grietas, cocinas sin trampa de grasas, obstrucciones sanitarias, cielos falsos rotos, material bibliográfico desechado por hongos a raíz de la humedad, salones de transición inundados, inestabilidad de la estructura en sí, ventanas que se caen con el viento y más”.

De acuerdo a esto, se realizan diferentes visitas a los diferentes Instituciones Educativas, comprobando lo mencionado por (Saldarriaga, 2014), la tendencia de estas manifestaciones es a empeorar, ya que en las visitas realizadas se evidencia el deterioro y la poca intervención a estas.

Entre las posibles causas que dan los interventores y constructores de las patologías presentes en estos espacios, es que se debe a que los estudiantes, que hacen uso de estas instituciones, “no cuidan los espacios”. Surgen entonces diferentes interrogantes, en cuanto a la calidad de los materiales, la correcta ejecución de las obras o la falta de mantenimiento de las instituciones y el estado actual de estas instituciones de acuerdo a la temática de patología de las edificaciones.

Actualmente la mayoría de las organizaciones se preocupan por adoptar estrategias de mejora de procesos como la calidad y el mejoramiento continuo, y el aprovechamiento de sus beneficios en la optimización de recursos le permite a dichas organizaciones alcanzar sus metas; además, el aumento de la competencia mundial en fabricación también lleva a muchas organizaciones a buscar maneras de obtener ventajas con respecto a costos, calidad y tiempo de entrega; esto ha traído cada vez más atención sobre la gestión y gerencia del mantenimiento por el papel que juega en contribuir a la productividad general de una organización y ejecución de un proyecto (T. Luxhej, O. Riis, & Thorsteinsson, 1997); así que hoy, en la búsqueda del mejoramiento continuo, es esencial la implementación de programas de gerencia de mantenimiento eficaces para las organizaciones y en el sector de la construcción e infraestructura (Eti, Ogaji, & Probert, 2006). La gerencia del mantenimiento juega un importante papel en mejorar la eficiencia general de una organización ayudando a mantener la continuidad y evitar los costosos tiempos de inactividad. Y aun así, ha habido pocos estudios sobre mejora de las organizaciones con la gestión del mantenimiento, convirtiéndola en un tema poco investigado (Abreu, Ventura Martins, Fernandes, & Zacarias, 2013). Varios estudios de una amplia gama de sectores industriales incluyendo el sector de la construcción, indican que la baja disponibilidad y la baja productividad, propias de algunos países, causan el cierre de empresas desencadenando una comprensión de los retos estratégicos impuestos a la gestión del mantenimiento, al grado de entender que el entorno de negocios cada vez más competitivo ha aumentado la importancia estratégica de la función mantenimiento, especialmente en organizaciones con importantes inversiones en activos físicos (Eti, Ogaji, & Probert, 2006)

1.2 Formulación del problema

Una vez detectado el problema y justificado según el apartado anterior, se demuestra la necesidad de un mantenimiento activo desde su gestión y gerencia hasta la operación del mismo, lo cual evidenciaría una relación positiva entre los aspectos administrativos y técnicos, por lo cual como pregunta de investigación se podría ¿qué importancia tendría el diseño de un modelo de gerencia para el análisis y mantenimiento en la infraestructura educativa permitiría una mejor conservación aportando la información necesaria para la conservación de las edificaciones públicas de educación del Municipio de Medellín y su desarrollo socio económico?

1.3 Justificación

El mantenimiento de la infraestructura educativa busca facilitar una adecuada gestión en el proceso de formación académica, a fin de aumentar la vida útil y conservación de las mismas; así mismo se determina que el mantenimiento juega un papel importante en la conservación de un edificio ya que a través de este se conciben trabajos periódicos programados y no programados que buscan conservar unas condiciones óptimas de servicio durante el periodo de vida útil de las mismas.

Por otra parte, se menciona que la vida útil de los edificios, independientemente de su uso y destino, se alarga paulatinamente a través del mantenimiento. Por lo cual se establece que la conservación de los edificios es un mecanismo que permite preservar su vida útil y durabilidad. El mantenimiento se identifica entonces como un método para prolongar la vida útil de las estructuras, y de no implementarse, las edificaciones tienden al deterioro y a su disfuncionalidad.

Es por ello que las enfermedades y patologías halladas en cada uno de los proyectos construidos determinan que la carencia de acciones preventivas y correctivas sobre alteraciones patológicas presentes en la infraestructura física de una edificación y reducen drásticamente su durabilidad, provocando deterioro continuo y en ocasiones inversiones costosas en reparaciones que podrían haberse evitado con mantenimientos preventivos.

Por lo anterior en esta investigación se analiza a través de la inspección ocular y análisis de campo, el estado actual de los colegios de calidad en la ciudad de Medellín, sus principales alteraciones patológicas, las posibles causas que ocasionaron su deterioro y el diseño de un modelo de gerencia que permita gestionar el mantenimiento de una manera acorde a las necesidades actuales.

La infraestructura escolar ha sido tradicionalmente analizada como un factor asociado ante todo con la cobertura escolar. Sin embargo, han aumentado el número de estudios que han encontrado asociaciones positivas entre las condiciones físicas de las escuelas y el aprendizaje de los estudiantes. Berner (1993), Cash (1993), Earthman et al (1996) y Hines (1996) estimaron efectos estadísticamente positivos entre variables de infraestructura escolar y pruebas estandarizadas en varios países de América.

La evidencia empírica en Colombia indica que los estudiantes que asisten a instituciones educativas con buenas condiciones de infraestructura superan por varios puntos porcentuales a los rendimientos de estudiantes en edificaciones de calidad inferior.

Un estudio elaborado por la UNESCO revela que las condiciones físicas de las instituciones educativas pueden tener un efecto importante en el desempeño del estudiante y tiende a contribuir significativamente a la reducción de la brecha de aprendizaje asociada con la desigualdad social (Duarte, Gargiulo, y Moreno, 2011).

Por ello en ciudades como Medellín se ha optado por tener infraestructura de calidad para que toda la población infantil tenga acceso a espacios de calidad con el fin de recibir la educación necesaria, pero un tema es tener nueva infraestructura y otro tema es mantenerlo en el tiempo, por consiguiente, el mantenimiento de la infraestructura educativa ante la aparición de patologías es una acción que se debe de considerar de manera urgente e imprescindible ante el deterioro que se viene presentando actualmente y por otras razones como:

- Minimizar el trastorno de las actividades educativas, y así dar espacio adecuado y ergonómico para el aprendizaje y el desarrollo saludable de la población infantil.
- En caso tal se podrían utilizar las instalaciones como centros comunitarios para coordinar respuesta y trabajos de recuperación después de emergencia sanitaria o un desastre.
- Pueden servir como albergues para proteger no solo a la población escolar si no a la comunidad a la que sirve.

Una realidad fundamentada en la incidencia socioeconómica, promueve e impulsa el desarrollo de acciones para mantener en estado óptimo la infraestructura educativa, no solo por la inversión inicial para su construcción sino también, y aún más importante, por las características de los principales usuarios y lo determinante que es que el recinto escolar esté en buen estado

frente al rendimiento académico de los alumnos, así como para garantizar la seguridad de los mismos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Diseñar un modelo de gerencia para el mantenimiento de alteraciones patológicas del tipo físico y mecánico más comunes presentes en la estructura y cerramiento de las instituciones Educativas del Municipio, construidas en el periodo 2000 – 2010, lo cual permitiría un accionar puntual y planificado de las acciones a tomar técnica y administrativamente.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Identificar planimétricamente las lesiones patológicas de mayor degradación presentes en la estructura y cerramientos de las Instituciones Educativas del Municipio de Medellín construidos en el periodo 2000 – 2010, por medio de planos arquitectónicos y visita a proyectos, para clasificar las lesiones presentadas en cada una de las edificaciones.
- Caracterizar las lesiones patológicas físicas y mecánicas en los diferentes subgrupos patológicos donde se permita establecer las posibles causas de su generación y acciones de mejora en términos de su gravedad para que sean intervenidas las lesiones de acuerdo a la priorización determinada.

- Determinar las principales acciones de mantenimiento que se deben de ejercer en la infraestructura educativa, por medio de una matriz en la cual se evidencien las causas establecidas y posibles acciones correctivas o preventivas.
- Establecer el diseño de un plan desde la gerencia que permita tomar acciones técnicas y administrativo-financieras de manera oportuna ante las necesidades evidenciadas en el deterioro de la infraestructura educativa como herramienta de mejora en el mantenimiento de las mismas.

Capítulo 2 Marco Referencial

2.1 Marco Conceptual:

Para el correcto desarrollo de este proyecto es fundamental integrar conceptos, ideas, argumentos o teorías de nuestra disciplina que permitan cumplir con los objetivos de dicho desarrollo. Estos conceptos e ideas funcionan para explicar brevemente el objeto o tema de en el cual se centrará la investigación y es fundamental ampliar el espectro teórico para cumplir con los requerimientos de conceptos base, de ahí la necesidad de indagar acerca de los siguientes conceptos y se comprenda el avance metodológico del mismo:

Lesiones físicas.

Son aquellas resultantes de procesos naturales o físicos, como lo son las resultantes de temperaturas altas o bajas como resultado del clima, el viento, etc. (Enciclopedia Broto, 2006), menciona las lesiones físicas más comunes que son la humedad, la erosión y la suciedad.

Al referirse a las lesiones por humedad, (Enciclopedia Broto, 2006) aclara que se presenta humedad en un elemento cuando el porcentaje de agua es mayor al que es considerado normal.

(Enciclopedia Broto, 2006), menciona que la Erosión es otra de las lesiones comunes, y se producen cuando existe pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser parcial o total y en el clima antioqueño se trata de lesiones de erosión atmosférica ya que la

erosión por meteorización se genera cuando un elemento está constantemente sometido a heladas y climas cálidos.

Finalizando el tema de las lesiones físicas se encuentran las lesiones por suciedad que según (Enciclopedia Broto, 2006), se trata de depósitos de partículas de suciedad sobre la superficie de fachadas, cuando las actuaciones de mantenimiento son deficientes estas partículas pueden penetrar los poros superficiales de los elementos expuestos, este tipo de lesión tiene dos clases, el ensuciamiento por depósito que se presenta por la acción de la gravedad sobre las partículas de suciedad y el ensuciamiento por lavado diferencial, que se presenta debido a que las partículas de suciedad penetra los poros del elemento con ayuda de la lluvia, haciendo que se vean manchas oscuras sobre fachadas elementos, haciendo que la corrección sea por hidrolavadora o en los casos más graves el cambio del elemento por el daño extremo o el riesgo de desprendimiento.

Lesiones Mecánicas.

Estas lesiones destacan su importancia debido a que provoca desgaste de los materiales, movimientos, aberturas o separación de los materiales, en este tipo de lesiones predomina la parte mecánica.

Deformaciones: (Enciclopedia Broto, 2006), se refiere a este tipo de manifestaciones como cualquier variación de la forma del material en elementos estructurales o cerramiento, y son consecuencia de esfuerzos mecánicos que se producen por el peso propio de los elementos, o cuando estos son sometidos a carga.

Grietas: (Enciclopedia Broto, 2006), este tipo de lesiones patológicas afectan el total del espesor de los elementos sean estructurales, constructivos o de cerramiento, siendo esta la diferencia principal entre fisuras ya que las últimas son superficiales y no afectan la totalidad del espesor del elemento.

Fisuras: (Enciclopedia Broto, 2006), estas lesiones afectan la superficie longitudinal del elemento, aparecen en algunas ocasiones previas a las grietas.

Desprendimientos: (Enciclopedia Broto, 2006), son las lesiones ocasionadas cuando el material de acabado y el elemento de soporte se separan por falta de adherencia entre ambos, estas lesiones suelen producirse como consecuencia de otras lesiones como las humedades, deformaciones o grietas, y generan riesgo a los usuarios por la caída ocasional del elemento.

La Optimización Integral del Mantenimiento plantea un enfoque global para desarrollar funciones en el marco de la Confiabilidad Operacional. Para ello debe cubrir cuatro áreas vitales: Desarrollo del Talento Humano, Definición de Estrategias de Gestión, Optimización de los Activos Físicos, y de los Procesos y Sistemas de Información.

La Gestión Integral del Mantenimiento, incluye una serie de estrategias alineadas con la misión del negocio, cuyo objetivo es lograr la Competitividad Organizacional. Para alcanzarla existen cinco factores claves: la seguridad, la Productividad, el respeto por el medio ambiente y la Confiabilidad.

Ante la complejidad de las determinantes contemporáneas se hace indispensable recurrir a la gerencia eficaz y eficiente de los proyectos. La naturaleza compleja de los negocios,

emprendimientos, operaciones, actividades sin fines de lucro y gestiones de orden institucional o gubernamental demandan:

- Más esfuerzos funcionales transversales e integradores
- Necesidad de generar más productividad vinculada a la rendición de cuentas
- Enfoques más orientados a los resultados

Por otra parte, la incapacidad de lograr los objetivos formulados para los proyectos, el incremento de costos e incumplimiento de los cronogramas establecidos y los retos en la complejidad de la estructura de las actividades del proyecto conllevan a los directivos de las empresas contemporáneas a implementar los proyectos de manera sistemática y objetiva.

Finalmente, la necesidad de manejar el cambio organizacional mediante el proyecto, como estrategia clave para abordar los retos del entorno explica el incremento sustancial en el número de organizaciones que recurren al proyecto como la acción estratégica más utilizada en las últimas décadas.



Figura 1.. Rodney T. 2011. Guiando el cambio organizacional a través del proyecto. Recuperado en: <https://formulaproyectosurbanospnipe.wordpress.com/tag/gerencia-de-proyectos/>

La dirección o gestión de proyectos (Gestión de proyectos según el PMI, Amejjide García, 2016) es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de una serie de procesos agrupados, que conforman los cinco grupos de procesos. Estos grupos de procesos son: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control y Cierre.

(**Guía del PMBOK, Quinta edición**), Para entender los conceptos de dirección de portafolios, dirección de programas y dirección de proyectos es importante reconocer las similitudes y las diferencias que existen entre cada una de estas disciplinas. También resulta útil comprender cómo se relacionan con la dirección organizacional de proyectos (OPM). OPM es un marco para la ejecución de estrategias a través de la dirección de proyectos, la dirección de programas y la dirección de portafolios, conjuntamente con una serie de

prácticas organizativas, destinadas a generar de manera consistente y predecible estrategias organizacionales capaces de producir un mejor desempeño, mejores resultados y una ventaja competitiva sostenible.

(Guía del PMBOK, Quinta edición), Los proyectos y la dirección de proyectos se llevan a cabo en un entorno más amplio que el del proyecto en sí. La comprensión de este contexto contribuye a asegurar que el trabajo se lleva a cabo de acuerdo con los objetivos de la organización y se gestiona de conformidad con las prácticas establecidas en la organización. Esta sección describe cómo la influencia de la organización afecta a los métodos utilizados para la asignación de personal, la dirección y la ejecución del proyecto. Analiza la influencia de los interesados del proyecto y su gobernabilidad, la estructura del equipo del proyecto y la participación de los miembros en él, así como los diferentes enfoques para la división en fases y la relación entre actividades dentro del ciclo de vida del proyecto.

2.2 Marco contextual:

Para la realización de este proyecto se tuvieron en cuenta los antecedentes que se mencionan a continuación, los cuales hacen énfasis en el desarrollo del proyecto, desde la Contraloría de Medellín (Contraloría General de Medellín, 2012), realiza un informe auditando las obras de construcción y entrega de los colegios de Calidad del Municipio de Medellín, encontrando hallazgos fiscales y administrativos, en lo que concierne al tema de la investigación, la contraloría encontró que existieron diferentes falencias en las etapas de construcción de los Colegios, evidenciando que algunos componentes de las instituciones no están prestando el

servicio para el cual fueron construidos, el informe incluye además un detallado registro fotográfico en el que “...se aprecian deficiencias de diseño, especificaciones técnicas y procedimientos constructivos, que conllevan a espacios y materiales no adecuados para el uso, falta de control de las aguas lluvias y seguridad de los establecimientos, además, de falencias en acabados y calidad...”, como lo menciona (Contraloría General de Medellín, 2012, pág. 69) y advierte que de no subsanarse los hallazgos mencionados en el informe, se puede llegar a un detrimento patrimonial con las consecuencias negativas que puede traer esta situación tanto a la comunidad estudiantil y académica, como a los entes encargados de la construcción y control de las obras.

Indagar desde dos puntos de vista se vuelve necesario para la ejecución de este proyecto investigativo, ya que el tener la capacidad de llegar a determinar estrategias desde la gestión del mantenimiento parten desde las necesidades planteadas o que surgen por medio de las enfermedades que se evidencian en el estado actual de las edificaciones.

Desde la consulta de diferentes trabajos y búsquedas de conceptos, (Naranjo Giraldo M. A., 2015), en su trabajo para magister en Gobierno y Ciencias Políticas, realizó un análisis sobre la educación de Medellín en el proyecto “Colegios de Calidad para Medellín desde el punto de vista estratégico por parte del gobierno local para mejorar la calidad de la educación en la ciudad de Medellín”, que buscaba evidenciar el nivel de educación que presentaban los colegios mencionados, revelando que el Municipio de Medellín a pesar de priorizar la educación en sus planes de gobierno, la educación no cumple la calidad superior que se busca, por lo que Naranjo sugiere seguir fortaleciendo la educación, apropiación de la educación por parte de los padres,

mejorar la calidad de docentes que se envían a estas instituciones y mejorar los contenidos académicos.

(Universidad Nacional, 2011), en el marco del contrato No. 088-2010, realiza el análisis de la vulnerabilidad sísmica y patológica de la institución universitaria Tecnológico de Antioquia, concluyendo que en el componente patológico las edificaciones se encuentran en un estado de vulnerabilidad tan alta que su riesgo puede exceder los niveles aceptados y debido a esto se hace necesario la toma de medidas de mitigación, se recomienda además demoler la estructura del bloque 2 y repotenciar el bloque No. 6.

(Samper Pertuz & Serpa Iriarte, 2014), para el trabajo de grado realizan una evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del puente ubicado en la entrada de la escuela Naval Almirante Padilla en la ciudad de Cartagena de Indias, realizando pruebas y ensayos no destructivos, para el diagnóstico y propuesta de tratamiento a las patologías presentes en el puente, llegando a la conclusión de que el puente en general se encuentra en buen estado de conservación a sus 18 años, pero que se evidencia falta de mantenimiento, además de la implementación de iluminación y mejor uso por parte de la comunidad.

(Carreño Carreño & Serrano Rodríguez, 2015), realizan un modelo metodológico para la evaluación de patologías constructivas estructurales, analizando el método Yugoslavo que mencionan es el más completo, ya que además de enfocarse en la ubicación, niveles, tipo de cubierta, tipo de suelo, entre otros, información que puede revelar el tipo de daño entre ligero, moderado, fuerte y severo, pero que se presta a interpretaciones por parte de la persona encargada de evaluar la edificación, a continuación menciona el método ATC-20, que como la

anterior se presta para interpretaciones por parte de evaluadores, pero no tiene en cuenta el terreno sobre el cual está ubicada la edificación. En este estudio se analizan diferentes métodos, concluyendo finalmente que los métodos desarrollados para Bogotá y Armenia, son los que mejor se adaptan al resto del país, ya que tienen en cuenta una propuesta para cuantificar los daños de acuerdo al tamaño de las grietas, el tipo de falla y el porcentaje de elementos afectados.

(PMBOK, quinta edición, 2013), Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminar el proyecto. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta. Se refiere a los compromisos del proyecto y a su longevidad. En general, esta cualidad de temporalidad no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero. Por ejemplo, un proyecto para construir un monumento nacional creará un resultado que se espera perdure durante siglos. Por otra parte, los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales susceptibles de perdurar mucho más que los propios proyectos.

2.3 Marco legal:

La infraestructura educativa del país, deberá tener en cuenta los procesos, procedimientos y normativas que reglamentan su desarrollo, a efectos de garantizar que ésta cumpla con los estándares y requisitos que le resultan aplicables.

Conforme lo anterior y en lo que tiene que ver con las normas que regulan lo referente a esta materia, se listan algunas de las disposiciones legales aplicables:

Ley 115 de 1994, Artículo 84, señala que, dentro de los mecanismos para propiciar el mejoramiento de la calidad educativa, se encuentra la evaluación que cada Consejo Directivo de las instituciones educativas debe adelantar al finalizar cada año, entre otros temas sobre la infraestructura física de estas. (Ministerio de Educación Nacional, 1994, 25 de julio)

Artículo 138, dispone que el establecimiento educativo debe reunir una serie de requisitos entre los que se encuentra en su literal b) “Disponer de una estructura administrativa, una planta física y medios educativos adecuados”. (Ministerio de Educación Nacional, 1994, 25 de julio)

Ley 715 de 2001, Capítulo III. De las instituciones educativas, los rectores y los recursos. Artículo 9o. Dispone que las instituciones educativas deben disponer de la infraestructura educativa, soportes pedagógicos, planta física y medios educativos adecuados. (Ministerio de Educación Nacional, 2001, 21 de diciembre)

Capítulo IV. Distribución de recursos del sector educativo, Artículo 15. Destinación, define que: “Los recursos de la participación para educación del Sistema General de Participaciones se destinarán a financiar la prestación del servicio educativo atendiendo los estándares técnicos y administrativos”, previendo específicamente en su numeral 15.2, lo referente a la “Construcción de la infraestructura, mantenimiento, pago de servicios públicos y funcionamiento de las instituciones educativas”. (Ministerio de Educación Nacional, 2001, 21 de diciembre)

Ley 1450 de 2011, artículo 143, establece que “el Ministerio de Educación Nacional podrá destinar los recursos a que hace referencia el numeral 4 del artículo 11 de la Ley 21 de 1982 a proyectos de construcción, mejoramiento en infraestructura y dotación de establecimientos educativos oficiales urbanos y rurales”. Siendo competencia del Ministerio de Educación Nacional señalar las prioridades de inversión y, con cargo a estos recursos, realizar el estudio y seguimiento de los proyectos. (Procuraduría General de la Nación, 2011, 16 de Junio)

Ley 1508 de 2012, régimen jurídico de las Asociaciones Público Privadas (APP), estipula la posibilidad de que entidades estatales puedan celebrar contratos a través de los cuales encarguen a un inversionista privado el diseño y construcción de proyectos de infraestructura, así como de sus servicios asociados; o la rehabilitación, reparación, mejoramiento o equipamiento de infraestructura existente. Actividades que deberán involucrar la operación y el mantenimiento de dicha infraestructura”. (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, 2012, 10 de enero)

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) (Comisión Asesora Permanente para El Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, 2010)

Esta versión del reglamento es la segunda actualización desde la expedición de la norma según el decreto 1400 del 7 de junio de 1984, posteriormente se actualizó a la NSR-98 y en la actualidad está en vigencia la NSR-10, estas normas presentan los requisitos mínimos para la

construcción de estructuras resistentes ante sismos y así cumplir el requisito primordial de salvaguardar vidas.

Norma Técnica Colombiana NTC 4595: Ingeniería civil y arquitectura. Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares: (Ministerio Nacional de Educación de Colombia, 2006)

Esta norma establece los requisitos para el planeamiento y diseño físico-espacial de nuevas instalaciones escolares, orientado a mejorar la calidad del servicio educativo en armonía con las condiciones locales, regionales y nacionales. Adicionalmente, puede ser utilizada para la evaluación y adaptación de las instalaciones escolares existentes, abarca aquellas instalaciones y ambientes (como el colegio, las aulas, los laboratorios, etc., en la concepción tradicional) que son generados por procesos educativos que se llevan a cabo de manera intencional y sistemática. (Congreso de la República de Colombia, 1997, 19 de agosto)

El desarrollo de la norma acoge, en el tema educativo, las disposiciones de la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación) y en materia de arquitectura y medio ambiente construido, los temas de accesibilidad, seguridad y comodidad, desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental, para generar así instalaciones con bajos costos de funcionamiento y mínimo deterioro del ambiente. (Congreso de la República de Colombia, 1994, 8 de febrero)

Una vez identificado el marco normativo a nivel nacional se toma como referencia con respecto al tema gerencial el PMBOK, que provee un marco de referencia formal para desarrollar proyectos, guiando y orientando a los gerentes de proyectos sobre la forma de avanzar en los

procesos y pasos necesarios para la construcción de resultados y alcanzar los objetivos. Esto, por supuesto, requiere la adaptación de los contenidos del PMBOK al dominio técnico y la especificidad de cada proyecto en particular.

El PMBOK es un compendio de mejores prácticas, agrupadas de cierta manera, heredadas de diversas industrias y disciplinas que conforman un modelo metodológico. El PMBOK en sí no es una metodología que “deba” ser seguida al pie de la letra; de hecho, el mismo documento, indica que los procesos y sus relaciones deben ser personalizados a las necesidades del proyecto y de la empresa. El PMBOK® es sólo una guía, muy completa y elaborada, de lo que normalmente un gerente de proyectos debe llevar a cabo, explicado en un buen nivel de detalle y separando procesos que normalmente se llevan a cabo de forma simultánea.

2.4 Marco teórico:

El marco teórico que fundamenta esta investigación proporciona al lector una idea más clara acerca del tema de investigación, el encontrar trabajos o estudios que tengan identificado la ausencia en la relación de conceptos como el mantenimiento y las enfermedades presentadas en las edificaciones a causa del mismo no tienen mucha profundidad en cuanto a su relación o solo se centran o profundizan en uno de los dos temas, ya sea en mantenimiento, gerencia del mantenimiento o en las patologías presentadas en la infraestructura en estudio.

(Alzate Buitrago. A, 2017) En su trabajo de investigación denominado: IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES INDISPENSABLES DEL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE CABAL (SECTOR EDUCATIVO), realiza una evaluación cualitativa e inspección patológica de cinco instituciones educativas del municipio de Santa Rosa

de Cabal del departamento de Risaralda, ubicado en el área andina colombiana. Estas son: Colegio Lorencita Villegas de Santos, Colegio Santa María Goretti, Colegio Cooperativo “COODESCAR”, Escuela de Guacas “La Inmaculada” y Escuela Antonia Santos; se explicará detalladamente el proceso de evaluación patológica e inspección visual que se realizó únicamente con un colegio, el último mencionado anteriormente. La importancia del estudio reside en la necesidad de generar un interés en el tema por parte de las entidades gubernamentales quienes son las encargadas de velar por el bienestar y seguridad de la comunidad, y quienes a la fecha no han ejecutado ninguna acción frente al tema.

(Quintero Quintero, M. Solano López, C y Pandales Lozano, C. 2013) Identifican y describen los efectos de deterioro que se manifiestan en una edificación específica, describiendo cuál debe ser el control de la edificación como tal, planteando un proceso adecuado para el mantenimiento y haciendo un diagnóstico de los diferentes deterioros y daños, que se deben a la falta de planificación de actividades de conservación y cuidado de éstas. Por esto se requiere del diseño y ejecución de un manual de mantenimiento que contenga pautas claras y de control para alargar la vida útil de la edificación, basado en el Manual de Uso Conservación y Mantenimiento de los Colegios de la Secretaría de Educación de Bogotá con el Formato de Inspección de Infraestructura, el cual consiste en un levantamiento, realizado durante el estudio, de los aspectos físicos que conforman cada ambiente o área de la sede, en su trabajo denominado “LA DEGRADACIÓN Y EL MANTENIMIENTO EN LAS OBRAS DE EDIFICACIÓN: ESTUDIO DE CASO INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO DERKA SANTO DOMINGO”

(Viveros Pablo, Stegmaier Raul, Kristjanpoller Fredy y Crespo Adolfo. 2013) En su trabajo de investigación denominado: Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, afirman que la gerencia del mantenimiento permite, a partir del análisis y modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las operaciones de mantenimiento, renovar continua y justificadamente la estrategia y, por consiguiente, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo global. También permite la adecuada selección de nuevos equipos e intervenciones con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento (costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción).

(Palma Tejada V. 2017) en su tesis denominada “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INSTITUCIONES EDUCATIVAS. CASO: UGEL CHUMBIVILCAS-CUSCO”, tiene como objetivo diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la oferta de infraestructura escolar con una mejor calidad de las instituciones educativas de la UGEL-Chumbivilcas, Cusco, para lo cual se estructuró con 6 capítulos en los que se explican los términos necesarios y el sistema propuesto para la mejora de la gestión de mantenimiento en estas instituciones, los cuales consisten: En el capítulo uno, se muestra la descripción de la problemática donde la mala gestión en la ejecución del mantenimiento en las instituciones educativas se identifica como principal problema, después se plantean los objetivos e Hipótesis del estudio. En el capítulo dos, se expone el marco teórico el cual nos servirá para mostrar un panorama más claro acerca de los términos que se utilizarán para la explicación y la propuesta de este sistema. En el capítulo tres, se realiza la descripción del sector en este caso la UGEL Chumbivilcas, el área encargada del mantenimiento de las instituciones educativas, ya que tiene un papel muy importante en la gestión y la ejecución de

este proceso. En el capítulo cuatro, se realiza el análisis de la situación actual a través de las herramientas de análisis de la gestión de mantenimiento actual, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagnóstico visual de las infraestructuras de las instituciones educativas y análisis FODA las cuales nos muestran el panorama actual de la gestión del mantenimiento de las instituciones educativas en la provincia de Chumbivilcas. En el capítulo cinco, se presenta la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento en la UGEL, Chumbivilcas con el desarrollo de un plan de mantenimiento, gestión de mantenimiento, procedimientos de trabajo para la gestión de mantenimiento de las instituciones educativas y las prioridades que presentan las instituciones para la ejecución del mantenimiento. En el capítulo seis se presenta la propuesta de medición de la gestión de mantenimiento mediante la implementación de los indicadores del área de institución educativa para medir los principales parámetros con los que se da la gestión de mantenimiento en la UGEL, Chumbivilcas Cusco.

El aporte que cada uno de los estudios anteriores genera al proyecto en ejecución es notable, ya que se evidencia el constante deterioro en todo tipo de infraestructura con fines sociales y educativos, la ausencia del mantenimiento por falta de recursos ya sea por escasos o por la no asignación de un ente gubernamental generará en ella unas posibles fallas o patologías las cuales deben intervenir según su necesidad de servicio. Cada uno de los artículos o proyectos consultados dan pie para la toma de posibles estrategias una vez se identifiquen las causas el proyecto propio y esto enriquece el diseño metodológico del mismo.

Capítulo 3

Diseño metodológico

3.1 Línea de investigación institucional

Este trabajo de grado se articula con la línea de investigación de “*Innovaciones sociales y productivas*”, ya que dicha línea va en dirección de las apuestas productivas de las regiones y de cualquier sector de la producción del país, dónde se necesitan de apuestas de conocimiento críticas. En esta relación, entre apuestas productivas y apuestas de conocimiento, es clave la innovación, entendida como la incorporación de conocimiento a la producción de bienes y servicios. Pero es claro que el cambio técnico, demanda de aprendizajes e innovaciones organizacionales y sociales ya que la distancia entre lo administrativo y lo operacional es evidente en cualquier proceso que se lleve a cabo, un ejemplo claro es el sector de la construcción, el cual se encuentra en una etapa de rezago ante la aplicación e implementación de la innovación y de herramientas que permitan ser productivos en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto desde la planificación hasta la operación y mantenimiento del mismo, es por ello que trabajos de grado como estos permiten dar claridad e importancia en cada proceso que se lleve a cabo, la gestión del mantenimiento y gerencia son fundamentales para mantener en pie y de una manera acorde todo proyecto de construcción.

3.2 Eje temático

El eje temático de este proyecto es la gerencia en el mantenimiento de infraestructura educativa, ya que lo planteado en el mismo y según el perfil académico de este programa posgradual busca gerenciar proyectos en organizaciones empresariales nacionales, multinacionales, empresas exportadoras o importadoras, Asesorar y/o coordinar procesos relacionados con las diferentes etapas del proyecto, entre otros.

El proyecto en estudio es altamente permitente ya que la ausencia gestión y gerencia en el mantenimiento de la infraestructura educativa es evidente, fundamentado y carece de productos que aporten de manera positiva en esta problemática.

3.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo.

En la realización de este proyecto se determina que la investigación será de tipo mixta o metodología mixta de investigación, pues es un tipo de investigación en la cual el investigador utiliza más de un método para obtener resultados. Según (Pereira Pérez, 2011) “En su mayor parte, esto involucra el desarrollo de investigaciones combinando una metodología cuantitativa con una cualitativa, para así obtener resultados más extensos. Dada su naturaleza, este tipo de metodología investigativa es en ocasiones denominada multimetodología”. Se utiliza directamente en este proyecto ya que el problema de la investigación podrá ser aclarado de mejor forma utilizando tanto información cuantitativa como cualitativa, en vez de una u otra por separado.

Utilizar ambos tipos de métodos hace que los datos obtenidos sean más acertados, pues se elimina el factor de error que tienen ambos métodos al usarse individualmente. Uno de los beneficios que trae una investigación mixta es la posibilidad de realizar una “triangulación” de métodos, o la facilidad de estudiar el mismo fenómeno de formas distintas. Detallando cada uno de los objetivos específicos en los cuales se tendrá que identificar planimétricamente las lesiones patológicas, determinar las principales acciones de mantenimiento que se deben de ejercer en la infraestructura educativa y establecer el diseño de un plan desde la gerencia que permita tomar acciones técnicas y administrativo-financieras de manera oportuna se tendrá que realizar una ejecución de los mismos de manera cualitativa, dónde resaltan actividades de recorridos en infraestructura existente, estudio de planimetría y especificaciones técnicas y el análisis que

arrojen los datos cuantitativos del objetivo que se orienta a la caracterización de las lesiones patológicas físicas y mecánicas en los diferentes subgrupos patológicos dónde se permitirá establecer las posibles causas de su generación y acciones de mejora en términos de su gravedad para que sean intervenidas las lesiones de acuerdo a la priorización determinada.

3.4 Diseño

Se tomarán casos de estudios puntuales, enfocados a los colegios de calidad construidos durante los años 2004 y 2007 y por ello dicho proyecto cuenta con un diseño no experimental, ya que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Según (Ibarra, 2017) el diseño experimental “se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. Se fundamenta en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que ya ocurrieron o se dieron sin la intervención directa del investigador”.

3.5 Alcance

El alcance del proyecto es correlacional ya que dicho proyecto sirve para determinar la relación positiva o negativa entre dos o más conceptos como es el caso de gerencia y patología o el de gerencia e infraestructura. Este alcance según (Hernández S, 2010) “consiste en realizar en base a un mismo patrón para el mismo grupo de estudio. La investigación correlacional no solo describe, sino también analiza y relaciona” y este es el caso de dicho proyecto.

3.6 Población y tamaño de muestra.

Como criterio de selección de la muestra, se tomaron los 10 de calidad del Municipio Medellín construidos en el periodo 2004-2007 con el Alcalde de Medellín, Dr. Sergio Fajardo Valderrama, y al ser una población pequeña y finita, dicha población será al mismo tiempo la muestra.

3.7 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos.

En un inicio se tendrá en cuenta como instrumentos generales entrevistas en las entidades gubernamentales encargadas del espacio y adecuación física de las Instituciones en mención, junto con la debida revisión bibliográfica en las empresas que diseñaron y construyeron estas edificaciones.

Para el desarrollo de la investigación, ha sido importante conocer el estado de los colegios de Calidad de la ciudad de Medellín y sus antecedentes, incluyendo su ubicación planimétrica y cartográfica, además se realizará una investigación sobre los diferentes referentes bibliográficos en relación con lesiones patológicas recurrentes en las instituciones de educación, en los diferentes sectores del Municipio de Medellín y en el ámbito nacional, por otra parte se investiga los referentes históricos de los sectores donde se construyeron estos colegios, historia con respecto a creación y situación social.

Se hace necesario realizar recorridos a los diferentes Colegios por lo que se solicita autorización al líder de programa de la unidad de Administración de bienes inmuebles del Municipio de Medellín y posteriormente se procede a realizar visitas a los diferentes colegios, visitas en las que se realizarán encuestas a las personas encargadas de mantenimiento, y recorridos de campo para evidenciar las lesiones patológicas.

3.8 Análisis y tratamiento de datos.

Con los datos de visita se procede a solicitar a la Empresa de Desarrollo Urbano y al Municipio de Medellín, los planos arquitectónicos de las plantas y fachadas de las diferentes instituciones, ubicando en cada una de ellas el lugar donde se presenta la lesión patológica, para realizar la clasificación de las lesiones en físicas o mecánicas, clasificación que se realizó con la elaboración de fichas patologías.

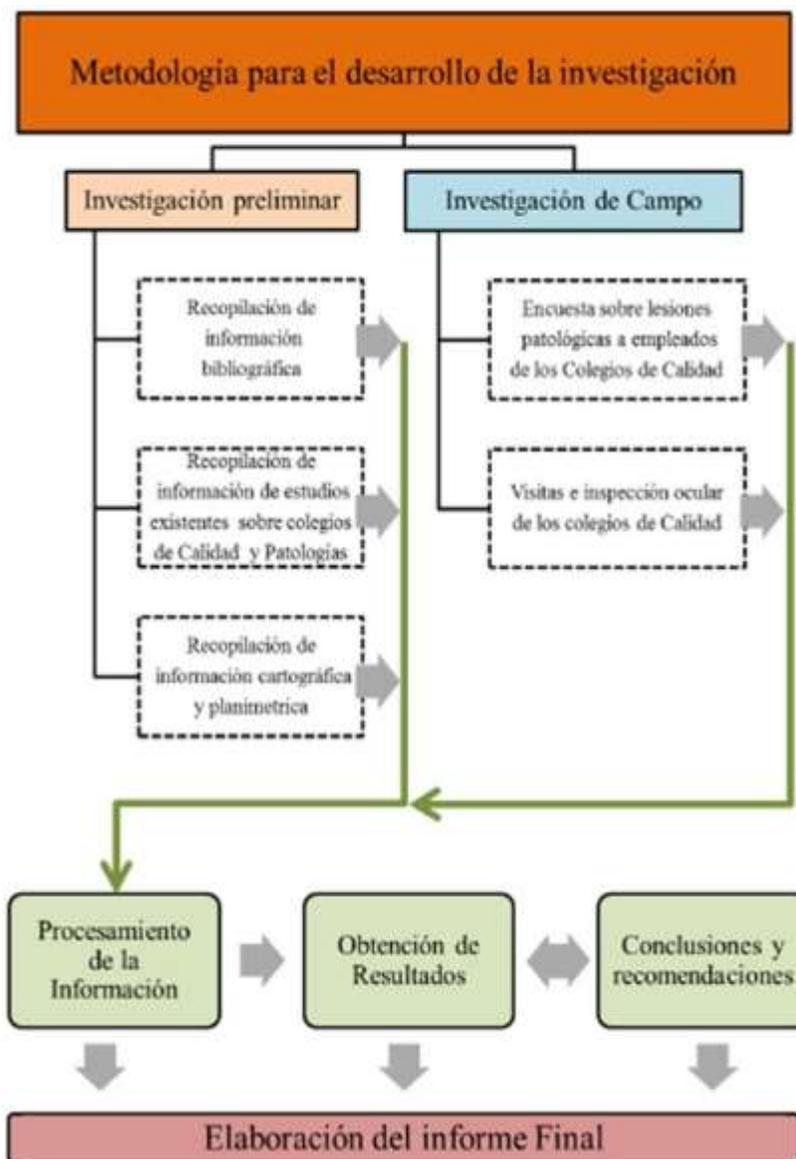


Figura 2 metodología para el desarrollo, Elaboración propia, 2020

Capítulo 4

Resultados y discusiones

4.1 Contexto y características físicas de los colegios de calidad en estudio

(Gutiérrez Paz, 2009), indica la relación entre pedagogía y arquitectura, enfatizando que muchas edificaciones dedicadas a la educación a pesar de ser nuevas conservan una arquitectura antigua, no consecuente con la educación contemporánea que es presentada por los educadores modernos, evidenciando una disfunción entre la pedagogía y la arquitectura, razón por la cual los colegios de Calidad se ejecutan bajo el concepto de escuela abierta, aunque por razones de seguridad en la actualidad presentan cerramientos que impiden la puesta en práctica de escuela abierta, todos estos espacios se encuentran por lo menos bajo el concepto mencionado.

El proyecto Colegios de Calidad para la ciudad de Medellín, se enfoca en los estratos bajos, se distribuye en las comunas más vulneradas y en dos corregimientos como se puede ver en la siguiente tabla, y se representan en el Plano 1.

Tabla 1: Comunas en las que se presentan Colegios de Calidad

Comuna	Nombre del Colegio
Sector urbano de Medellín	
Comuna 1 - Popular	IE. Antonio Derka
Comuna 4 - Aranjuez	IE. Francisco Miranda
Comuna 5 - Castilla	IE. Antonio José Bernal
Comuna 8 - Villa Hermosa	IE. Joaquín Vallejo Arbeláez
Comuna 10 - La Candelaria	IE. Héctor Abad Gómez
Comuna 12 - La América	IE. Benedikta Zur Nieden
Comuna 13 - San Javier	IE. Jaider Ramírez
Comuna 16 - Belén	IE. Horacio Muñoz Suescún
Corregimientos	
Comuna 70 - Altavista	IE. Débora Arango Pérez
Comuna 80 - San Antonio de Prado	IE. Ángela Restrepo

Fuente: elaboración propia. 2020.



Figura 3, Plano 1: Comunas - ubicación de colegios de Calidad en el Municipio de Medellín. Fuente: elaboración propia. 2020.

Institución Educativa Antonio Derka

(Obranegra Arquitectos, 2014), relata que la institución Educativa Antonio Derka, se encuentra ubicada en la Carrera 28 No. 107-425 que está localizada en la ladera nororiental de la ciudad de Medellín, en el barrio Santo Domingo Savio de la comuna 01 – Popular, como se muestra en la figura 3 donde se plasma el plano No. 2.

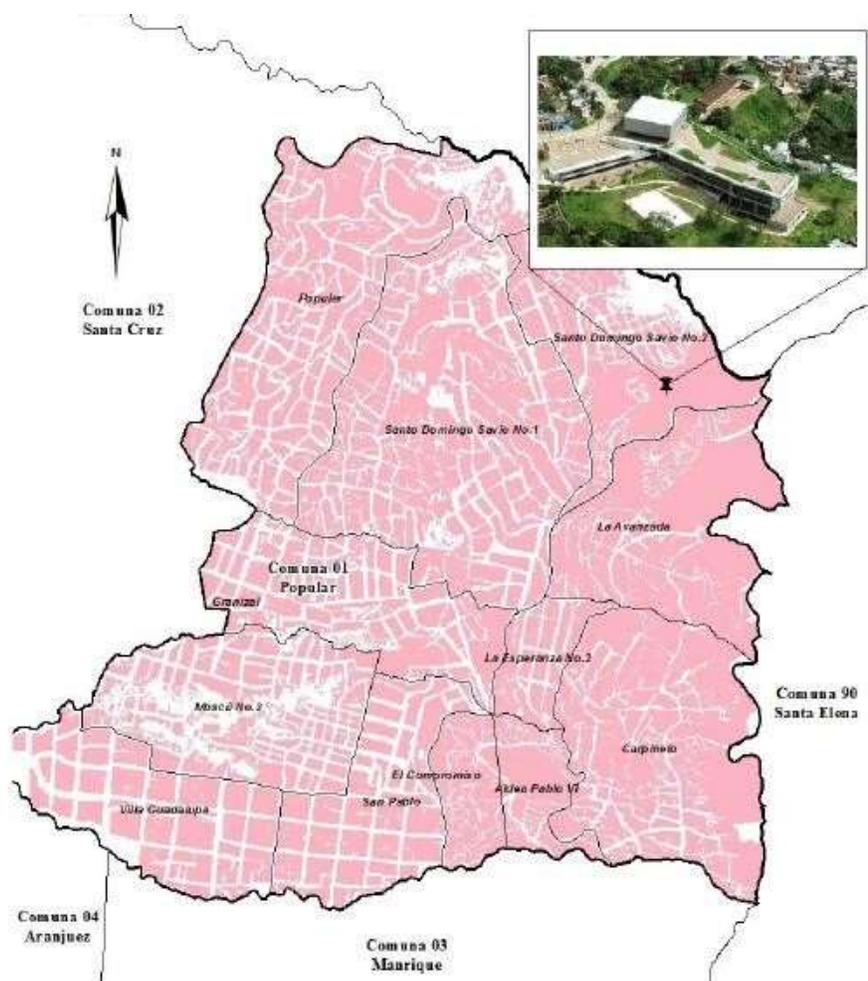


Figura 4. Plano 2: Comuna 01 Popular – Ubicación del colegio Antonio Derka Fuente elaboración propia

Este colegio fue diseñado por la empresa Obranegra Arquitectos, por los arquitectos Carlos Pardo Botero, Nicolás Vélez y Mauricio Zuluaga, y el contratista fue AIA S.A, se trata de una edificación de cinco niveles, en forma de ele “L”, tiene un área construida aproximada de 7.103,31 m², distribuida entre 36 aulas de Clase, talleres, laboratorios, biblioteca, enfermería, cocina, restaurante, tienda escolar, placas deportivas, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos, sobre la cubierta, existe construcción de auditorio en estructura metálica.

Institución Educativa Francisco Miranda

La institución Educativa Francisco Miranda, se encuentra ubicada en la Carrera 51C No. 79-56 en la zona noroccidental de la ciudad de Medellín, en el barrio Miranda de la comuna 04 – Aranjuez, como se muestra en la figura 4 donde está el plano No. 3.

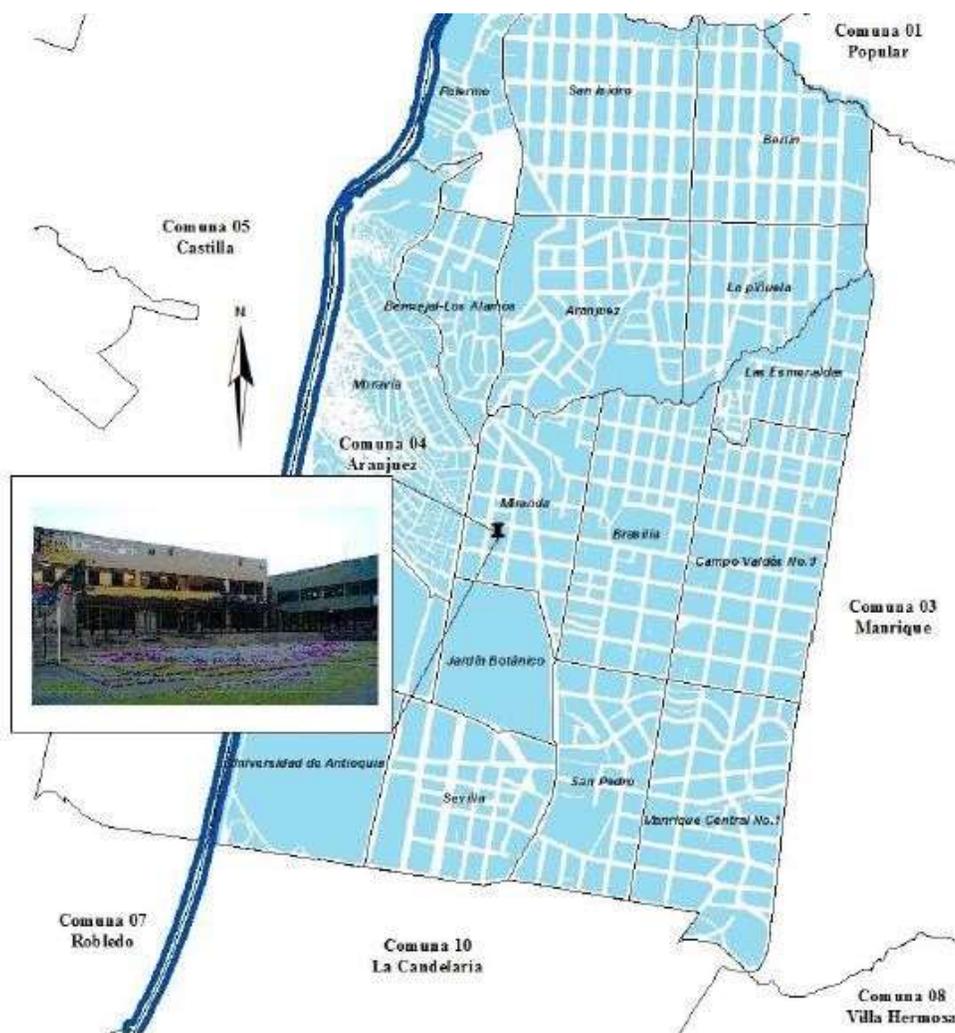


Figura 5 Plano 3: Comuna 04 Aranjuez – Ubicación del Colegio Francisco Miranda. Fuente elaboración propia. 2020

Esta Institución Educativa fue diseñada por Laureano Forero Ochoa y construida por la empresa Conconcreto, se trata de una edificación de dos niveles, de forma regular en su mayoría,

tiene un área construida aproximada de 2770,00 m², distribuida entre 20 aulas de Clase, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, placa deportiva no cubierta, placa polideportiva cubierta, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos., el área de lote es de 4.896,12 m², en una zona de topografía plana.

La tipología constructiva es un sistema de columnas redondas y losa aligerada en pórtico estructural en concreto a la vista, los cerramientos son en bloque concreto, el acceso a los diferentes niveles se da por medio de escaleras internas o una rampa de acceso por el patio interior.

Institución Educativa Antonio José Bernal

La institución Educativa Antonio José Bernal, se encuentra ubicada en la Carrera 63 No. 106 A51 en la zona nororiental de la ciudad de Medellín, en el barrio Héctor Abad Gómez de la comuna 05 – Castilla, como se muestra en la figura 5 que contiene al plano No. 4

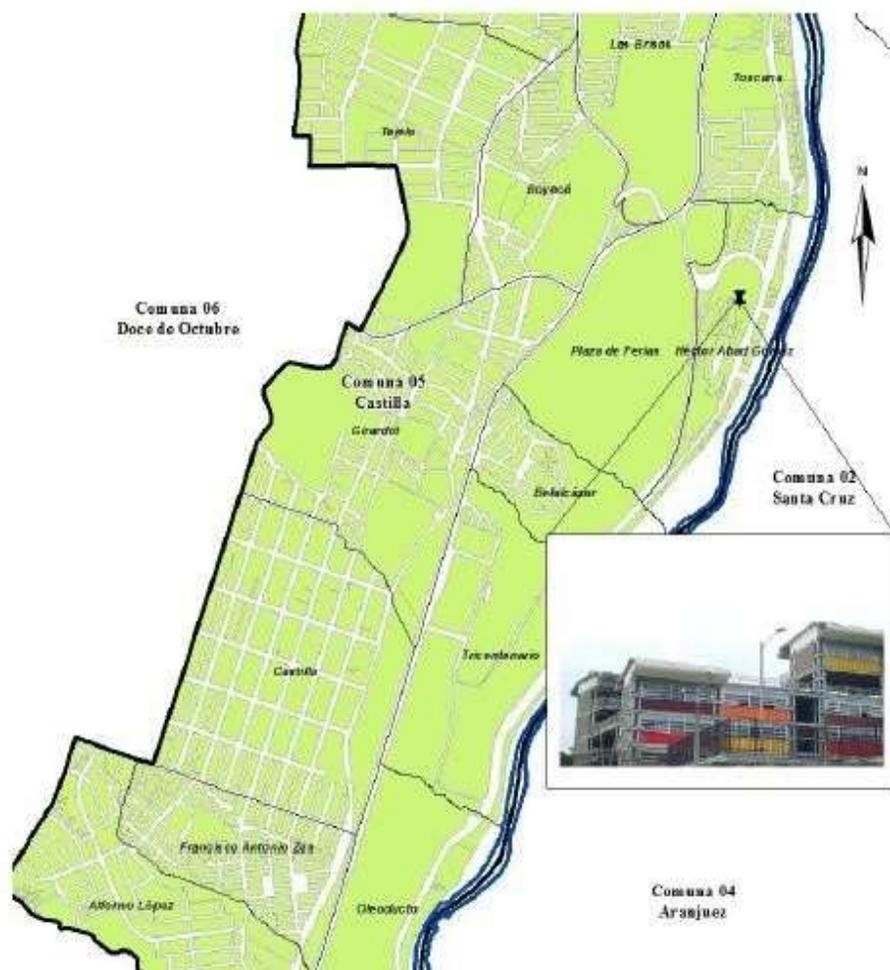


Figura 6 Plano 4: Comuna 05 Castilla – Colegio Antonio José Bernal. Fuente elaboración propia. 2020

Esta edificación fue diseñada por el arquitecto Carlos Julio Calle y construida por “AIA S.A. y Fernando Fernández”, se trata de una edificación de cinco niveles, de forma regular, tiene un área construida aproximada de 4.680 m², distribuida entre 23 aulas de Clase, 11 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, placa deportiva no cubierta, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos., el área de lote es de 21.141,95 m², en una zona de topografía inclinada.

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura metálica y losas en sistema Steel Deck; los acabados de la fachada son en mampostería de mortero pigmentado y revocos más pintura, algunos cerramientos en su parte superior son a base de panelería en seco tipo yeso cartón, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, los cerramientos perimetrales de la Institución educativa son a base de barreras metálicas.

Institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez

La institución Educativa Joaquín Vallejo Arbeláez, se encuentra ubicada en la Carrera 19 No. 59 C-175 en la zona Centroriental de la ciudad de Medellín, en el barrio La Ladera de la comuna 08 – Villa Hermosa, como se muestra en la figura número 6 que tiene al plano No. 5.



Figura 7. Plano 5: Comuna 08 Villa Hermosa – Ubicación del Colegio Joaquín Vallejo Arbeláez Fuente elaboración propia. 2020

Esta edificación fue diseñada por el arquitecto Oscar Mesa Rodríguez y construida por CONINSA Ramón H., se trata de una edificación de cuatro niveles, de forma regular, sobre un terreno de topografía alta, distribuidos en 2 formas, el primer edificio de cuatro niveles sobre la parte alta del talud y el segundo bloque sobre la parte baja del talud, tiene un área construida aproximada de 3.496 m², distribuida entre 20 aulas de Clase, 11 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, placa deportivas, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos., el área de lote es de 69.330 m².

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son en mampostería de mortero pigmentado, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, los cerramientos perimetrales de la Institución educativa son a base de barreras metálicas.

Institución Educativa Héctor Abad Gómez

La institución Educativa Héctor Abad Gómez, se encuentra ubicada en la Calle 50 No 39 - 65 en la zona centro oriental de la ciudad de Medellín, en el barrio Boston de la comuna 10 – La Candelaria, como se muestra en el plano No. 6

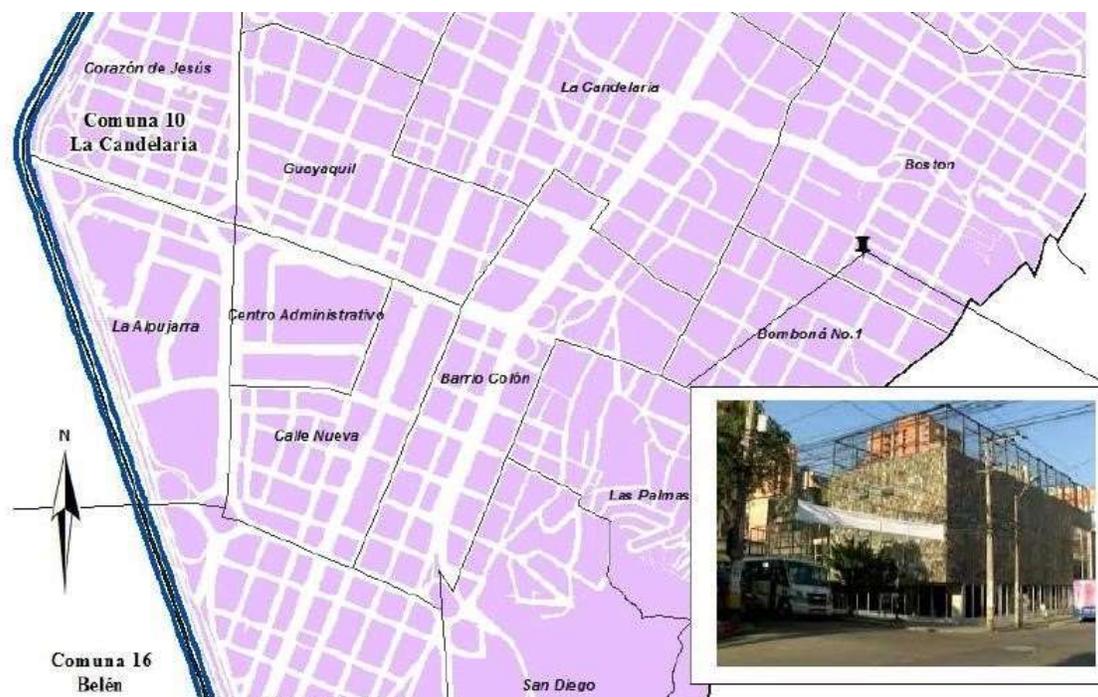


Figura 8. Plano 6: Comuna 10 La Candelaria – Ubicación del Colegio Héctor Abad Gómez. Fuente elaboración propia. 2020

La institución Educativa Héctor Abad Gómez, fue diseñada por los arquitectos Rafael García Gaviria, Luis Roberto Durán, Iván Forgianni y Julián Carmona y construida por Germán Torres Salgado, se trata de una edificación de cuatro niveles, de forma regular, sobre un terreno de topografía plana, tiene un área construida aproximada de 3.197 m², distribuida entre 24 aulas de Clase, 5 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, placa deportivas, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento parqueaderos y local comercial, el área de lote es de 3.045,71 m².

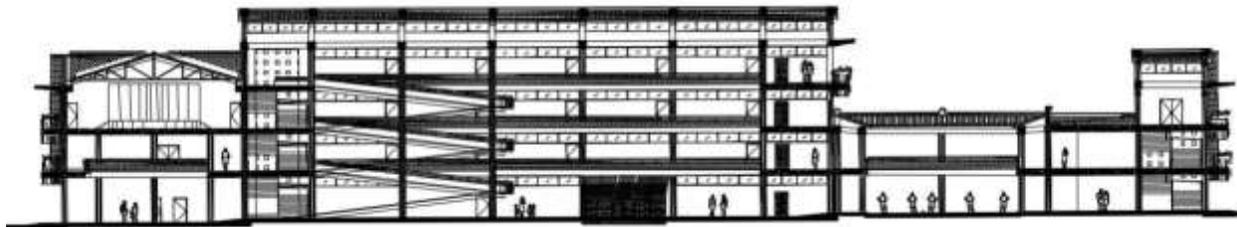


Figura 9. Imagen, Sección transversal Institución Héctor Abad Gómez. EDU 2005, recuperado en: [www.edu.gov.co: http://www.edu.gov.co/site/proyectos/equipamientos-de-educacion/colegios](http://www.edu.gov.co/site/proyectos/equipamientos-de-educacion/colegios)

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son piedra laja verde, y vidrio, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto.

Institución Educativa Benedikta Zur Nieden

La institución Educativa Benedikta Zur Nieden, se encuentra ubicada en la Calle 42 C 9554 en la zona centro occidental de la ciudad de Medellín, en el barrio Campo Alegre de la comuna 12 – La América, como se muestra en el plano No. 7.

Esta edificación fue diseñada por el arquitecto Horacio Navarro Mesa y construida por Arquitectos e Ingenieros Asociados, A.I.A. S.A, se trata de una edificación de cuatro bloques, en diferentes niveles topográficos, de los cuales, 3 son de cuatro pisos, y el bloque administrativo es de tres pisos, de forma irregular, sobre un terreno de topografía alta, tiene un área construida aproximada de 5.369 m², distribuida entre 18 aulas de Clase, 9 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina

restaurante, tienda escolar, placa deportivas, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos, el área de lote es de 11.103 m².

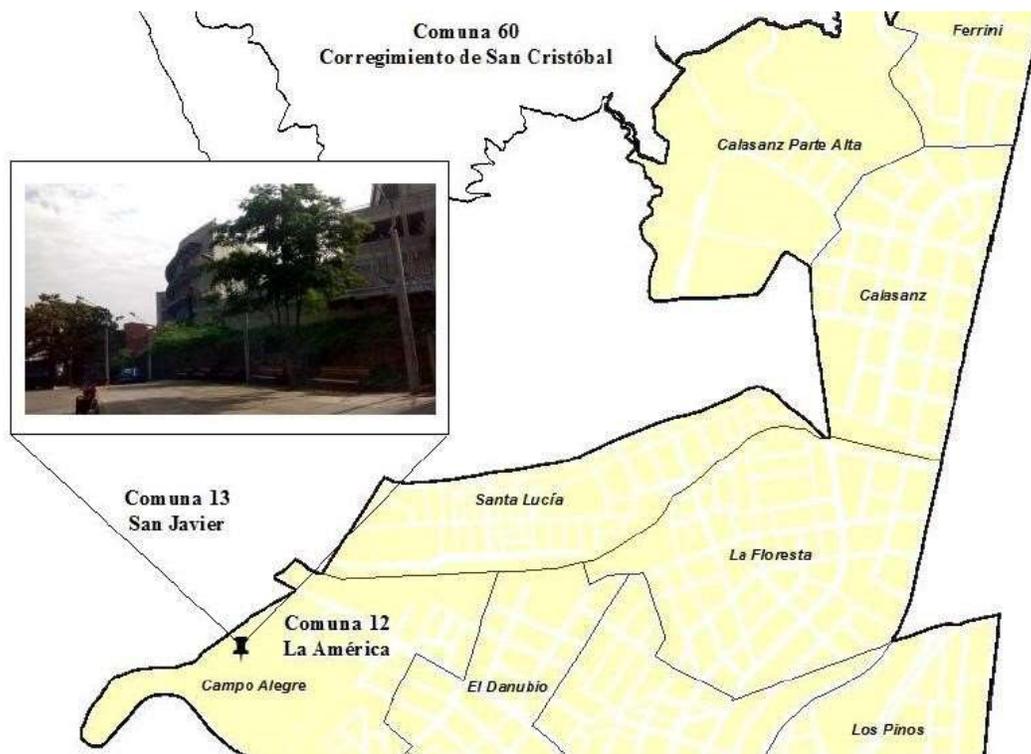


Figura 10. Plano 7: Comuna 12 La América – Ubicación del Colegio Benedikta Zur Nieden Fuente elaboración propia 2020

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son en concreto a la vista, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, los cerramientos perimetrales de la Institución educativa son a base de barreras metálicas.

Institución Educativa Jaidier Ramírez

La institución Educativa Jaidier Ramírez – Las independencias, se encuentra ubicada en la Calle 39 D No. 112-82 en la zona centro occidental de la ciudad de Medellín, en el barrio El Salado de la comuna 13 – San Javier, como se muestra en el plano No. 8



Figura 11. Plano 8: Comuna 13 San Javier – Ubicación del Colegio Jaidier Ramírez. Fuente elaboración propia

La institución Jaidier Ramírez fue diseñada por el arquitecto Juan Felipe Uribe de Bedout y construida por CONINSA Ramón H. S.A se trata de una edificación de tres niveles de pisos intermedios entre sí, sobre un terreno de topografía poco inclinada, tiene un área construida aproximada de 7.322 m², distribuida entre 23 aulas de Clase, 11 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina

restaurante, tienda escolar, placa deportivas, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos., el área de lote es de 52.383 m2.

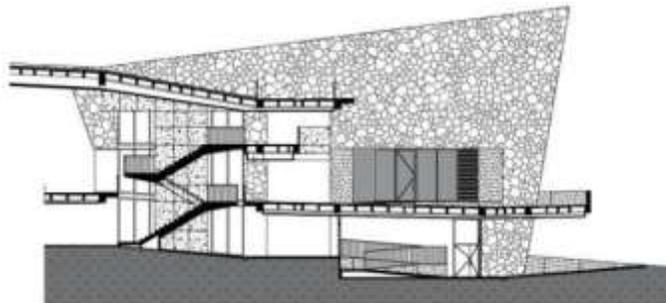


Figura 12. Imagen: Sección transversal Institución Jaider Ramírez Fuente: (EDU, 2005), recuperado en: [www.edu.gov.co: http://www.edu.gov.co/site/proyectos/equipamientos-de-educacion/colegios](http://www.edu.gov.co/site/proyectos/equipamientos-de-educacion/colegios)

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son en piedra laja verde, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, la institución tiene dos ingresos, de los cuales el más utilizado es el lateral que da hacia la calle superior.

Institución Educativa Horacio Muñoz Suescún

La institución Educativa Horacio Muñoz Suescún, se encuentra ubicada en la Calle 32 No. 86-35 en la zona centro occidental de la ciudad de Medellín, en el barrio Las Mercedes de la comuna 16 – Belén, como se muestra en el plano No. 9

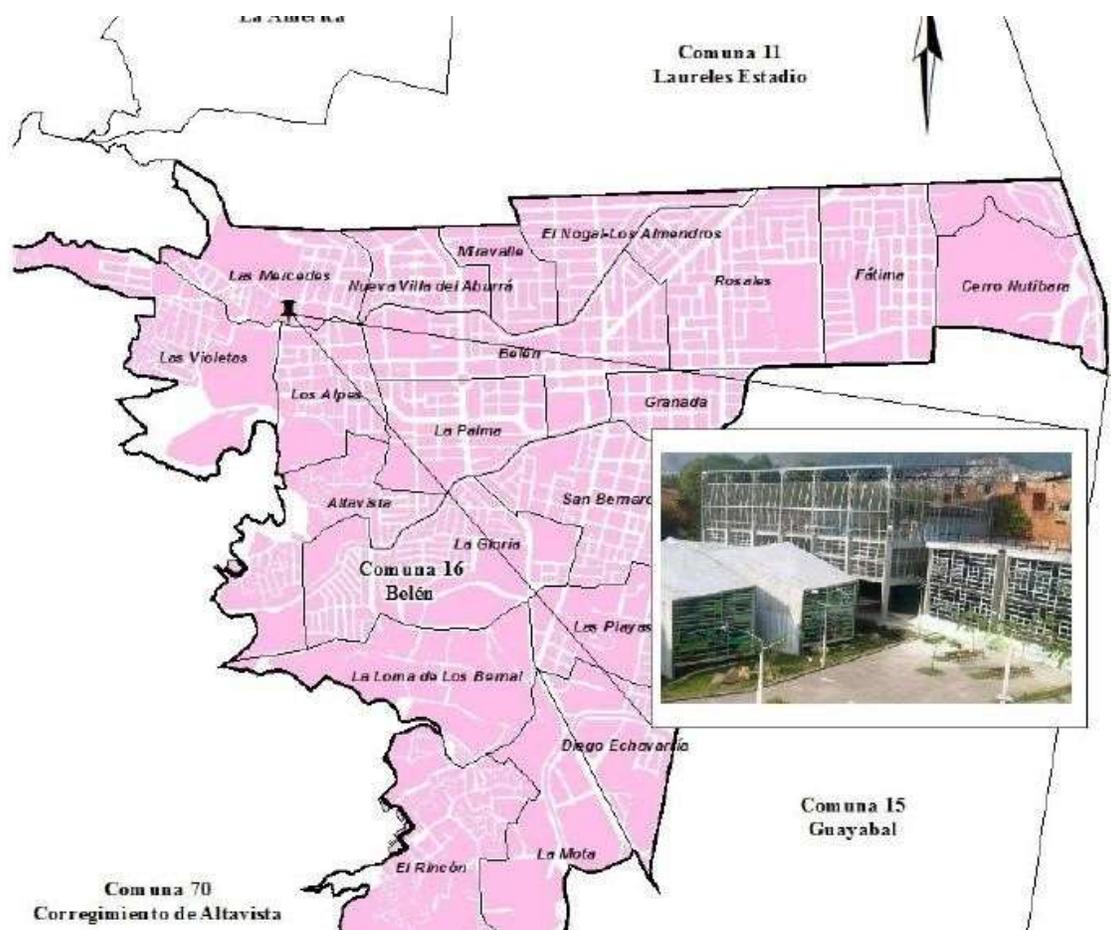


Figura 13. Plano 9: Comuna 16 Belén – Ubicación del Colegio Horacio Muñoz Suescún Fuente elaboración propia

Esta edificación fue diseñada por el arquitecto Juan Manuel Peláez F y construida por CONINSA Ramón H. S.A., se trata de varias estructuras, en con ocho bloques de estudiantes de la misma forma hexagonal no regular, cada uno de 2 pisos, y un bloque central en forma de “ele”, que sirve de ingreso, en el que funciona el ala administrativa del colegio, el ingreso se hace desde el segundo piso, que está a nivel de la calle 32, tiene un área construida aproximada de 7.233 m², distribuida entre 24 aulas de Clase, 13 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, placa deportiva, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y

parqueaderos., el área de lote es de 9.140,94 m². La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son en concreto a la vista, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, los cerramientos perimetrales de la Institución educativa son a base malla eslabonada.

Institución Educativa Débora Arango Pérez

La institución Educativa Débora Arango Pérez, se encuentra ubicada en la Calle 18 No 103 160 en la parte occidental del Municipio de Medellín, en la zona urbana del Corregimiento de Altavista - 70, como se muestra en el plano No. 10

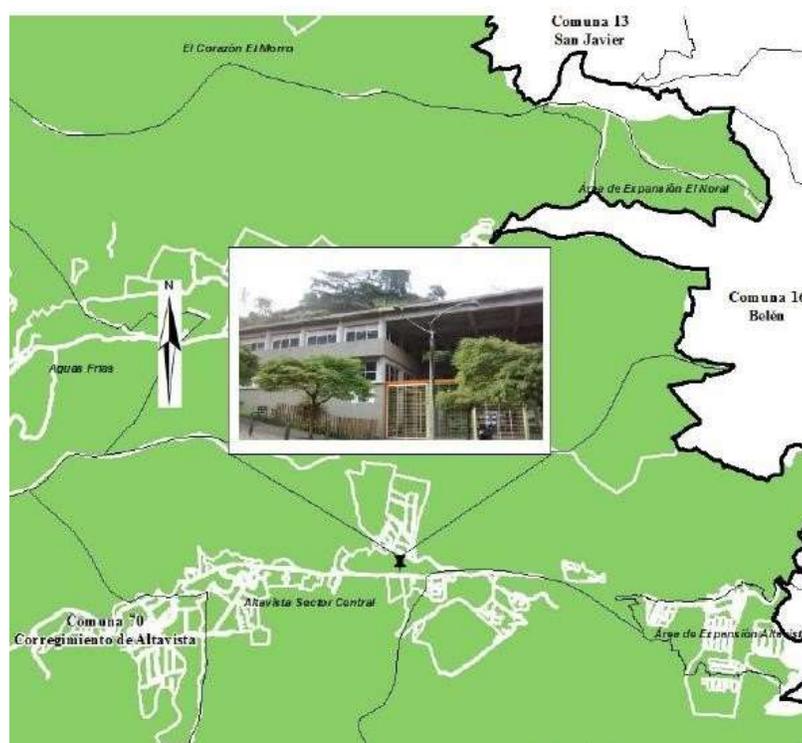


Figura 14 Plano 10: Comuna 70 Corregimiento Altavista – Ubicación del Colegio Débora Arango Fuente elaboración propia

Esta edificación fue diseñada por el arquitecto Juan F. Forero Soto y construida por Arquitectos e Ingenieros Asociados, A.I.A. S.A, se trata de una edificación de cuatro bloques de

dos niveles cada uno donde funcionan aulas educativas, y un bloque administrativo en el que además funciona el coliseo, edificios de regular, sobre un terreno de topografía alta que fue estabilizado posteriormente.

El ingreso es por la Calle 18, tiene un área construida aproximada de 5.326 m², distribuida entre 13 aulas de Clase, 8 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, placa deportiva, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos., el área de lote es de 10.208,93 m².

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son en mampostería de mortero pigmentado, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico coloreado y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, los cerramientos perimetrales de la Institución educativa son a base de barreras metálicas.



Figura 15. Imagen: Sección transversal Débora Arango. (Juan Forero Arquitectos, 2008) Recuperado en: http://www.juanforeroarquitectos.com/home/index.php/obras/institucional/colégio-deboraarango.html#M91-INSTITU._DEBORA_SECCION

Institución Educativa Ángela Restrepo

La institución Educativa Débora Arango Pérez, se encuentra ubicada en Carrera 55 Sur No. 48 C 090 en la parte sur del Municipio de Medellín, en la zona urbana del Corregimiento de San Antonio de Prado - 80, como se muestra en el plano No. 11



Figura 16. Plano 11: Comuna 80 Corregimiento San Antonio de Prado – Ubicación del Colegio Ángela Restrepo. Fuente elaboración propia. 2020

Esta edificación fue diseñada por el arquitecto Gabriel Arango Villegas y construida por Arquitectos e Ingenieros Asociados, A.I.A. S.A, se trata de una edificación de forma irregular, sobre un terreno de topografía media, distribuidos en 2 formas, un primer bloque de que inicia con dos niveles, finaliza hacia el oriente con tres niveles, con una cubierta de forma irregular y el segundo bloque de forma regular, con cuatro niveles de piso, tiene un área construida aproximada

de 5.428 m², distribuida entre 20 aulas de Clase, 2 aulas diferentes, aulas de informática, preescolar, ludoteca, talleres, laboratorios, servicios, biblioteca, enfermería, cocina restaurante, tienda escolar, cancha deportiva, zonas administrativas, zonas técnicas de mantenimiento y parqueaderos, el área de lote es de 37.417 m².

La tipología constructiva es un sistema estructural a base de pórticos en estructura de concreto y losas en concreto; los acabados de la fachada son un parasol en madera por la extensión de la fachada, los muros internos son en mampostería de concreto a la vista, los pisos de las zonas exteriores e interiores de la Institución educativa son en gres cerámico y hormigón. Los pisos de la zona de parqueo son en asfalto, los cerramientos perimetrales de la Institución educativa son a base de barreras metálicas.

Metodología para recorrido y recolección de Muestras

1. Se realiza el inicio del recorrido en el ingreso de la institución desde el nivel inferior hasta el nivel superior (a excepción del colegio Joaquín Vallejo Arbeláez, ya que el ingreso es desde el nivel superior), en sentido horario de las instituciones.
2. Se examina el lugar señalado de acuerdo a la siguiente Figura:

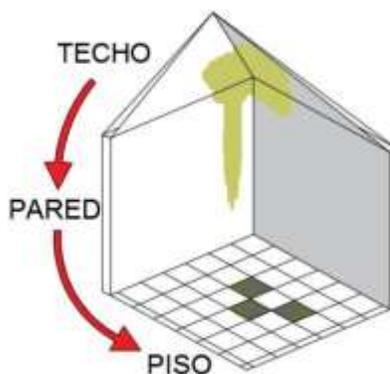


Figura 17: Gráfico inspección ocular. Elaboración propia. 2020

3. Se realiza registro fotográfico.

4. Se realiza entrevista a personal de la institución en cuanto a ubicación de lesiones del tipo patológico.
5. Se ubica planimétricamente la lesión.
6. Se describe en la ficha patológica de la institución
7. Se clasifica en los diferentes grupos y subgrupos patológicos
8. Se realiza el análisis estadístico de las muestras
9. Se informa de los resultados obtenidos.

Clasificación de las lesiones patológicas físicas y mecánicas en los diferentes subgrupos patológicos.

Tabla 2: Clasificación y descripción de lesiones

	Código Lesión	Nombre Lesión
Lesiones físicas	FIS-FIL	Humedad por filtración
	FIS-CAP	Humedad por Capilaridad
	FIS-CON	Humedad por condensación
	FIS-HAC	Humedad Accidental
	FIS-ERO	Erosión
	FIS-SUC	Lesión por suciedad
	FIS-VAN	Vandalismo
Lesiones Mecánicas	MEC-FCH	Flechas
	MEC-PAN	Pandeos
	MEC-DES	Desplomes
	MEC-ALB	Alabeos
	MEC-GEC	Grietas por exceso de carga
	MEC-GDC	Grietas por dilataciones y contracciones higrotérmicas
	MEC-FRS	Fisuras por reflejo de soporte
	MEC-FIA	Fisuras inherentes al acabado
	MEC-DEP	Desprendimientos
Otras Lesiones	QUI-EFL	Lesión Química Eflorescencia
	QUI-COR	Lesión Química Corrosión
	QUI-OXI	Lesión Química oxidación
	QUI-ORG	Lesión Química organismos
	QUI-ERO	Erosiones Química
	LES-ERR	Lesiones por errores constructivos

Fuente elaboración propia. 2020

Resultados obtenidos

Luego de las visitas realizadas en el periodo comprendido entre los años 2019 y 2020, a las 10 instituciones que conforman los “Colegios de Calidad para la ciudad de Medellín”, en el marco de la investigación, cuyo objetivo general es Diseñar un modelo de gerencia para el análisis y mantenimiento de alteraciones patológicas del tipo físico y mecánico más comunes presentes en la estructura y cerramiento de las instituciones Educativas del Municipio, construidos en el periodo 2000 – 2010, lo cual permitiría un accionar puntual y planificado de las acciones a tomar técnica y administrativamente, se desarrollaron los objetivos específicos de la siguiente manera:

Se inició con un análisis histórico desde la segunda mitad del siglo XIX, generalmente la de conformación del barrio donde se erige la institución, hasta la actualidad, en este análisis se pudo encontrar que varios sectores aparecieron debido a asentamientos irregulares y solamente dos instituciones, que son las instituciones Héctor Abad Gómez y Francisco Miranda, fueron el resultado de terrenos afectados por una correcta planificación urbanística, de igual manera, se evidenció que los sectores sobre los cuales se construyeron estas instituciones, están dentro de los estratos socioeconómicos muy bajo, bajo y medio (bajo).

La elaboración de fichas patológicas, permitió recopilar de forma ordenada y consecutiva, las diferentes lesiones patológicas, relacionando nombre, descripción, código de clasificación general, posible causa y urgencia de intervención, además cada lesión patológica, con su

correspondiente registro fotográfico; se ubicaron cada una de las lesiones patológicas sobre un plano arquitectónico suministrado en su mayoría por la Empresa de Desarrollo Urbano EDU.

Durante la realización de visitas técnicas e inspección ocular a los colegios de calidad, se obtuvieron aproximadamente 1032 lesiones de las cuales se consideraron las de mayor relevancia, un porcentaje aproximado de 31.20%, estas lesiones surgen a partir de la clasificación que hace (Broto Comerma, Enciclopedia Broto de las Patologías de la Construcción, 2006)

Tabla 3: Cantidad de lesiones y su clasificación

No.	Nombre Lesión	Código Lesión	Cantidad de lesiones encontradas
1	Humedad por filtración	FIS-FIL	25
2	Humedad por Capilaridad	FIS-CAP	2
3	Humedad por condensación	FIS-CON	0
4	Humedad Accidental	FIS-HAC	0
5	Erosión	FIS-ERO	5
6	Lesión por suciedad	FIS-SUC	56
7	Vandalismo	FIS-VAN	18
8	Flechas	MEC-FCH	22
9	Pandeos	MEC-PAN	1
10	Desplomes	MEC-DES	1
11	Alabeos	MEC-ALB	1
12	Grietas por exceso de carga	MEC-GEC	17
13	Grietas por dilataciones y contracciones higrotérmicas	MEC-GDC	5
14	Fisuras por reflejo de soporte	MEC-FRS	9
15	Fisuras inherentes al acabado	MEC-FIA	7
16	Desprendimientos	MEC-DEP	52
17	Lesión Química Eflorescencia	QUI-EFL	35
18	Lesión Química Corrosión	QUI-COR	18
19	Lesión Química oxidación	QUI-OXI	4
20	Lesión Química organismos	QUI-ORG	19
21	Erosiones Química	QUI-EMC	8
22	Lesiones por errores constructivos	LES-ERR	17
Total de lesiones analizadas			322

Fuente elaboración propia

Del total de las lesiones analizadas, las más representativas fueron las alteraciones patológicas de tipo físico relacionadas con ensuciamientos con un porcentaje del 17.39% y las lesiones mecánicas por desprendimientos con porcentaje del 16.15%.

Es importante mencionar que, aunque las lesiones Químicas no fueron objeto directo en esta investigación, si se presentaron en un porcentaje significativo por presencia de eflorescencias en un 10.87%. En este estudio se concluyó como causa de estas lesiones una cauda indirecta, es decir que su aparición no es el desencadenante que origina la lesión, sino que es el resultado de otra lesión principal, como lo es la lesión física por filtración de agua que atraviesa los elementos de concreto y hace evidente la eflorescencia. Las lesiones mecánicas como Pandeos, Desprendimientos y Alabeos, se presentaron en menor medida en las instituciones.

Porcentaje general de lesiones analizadas

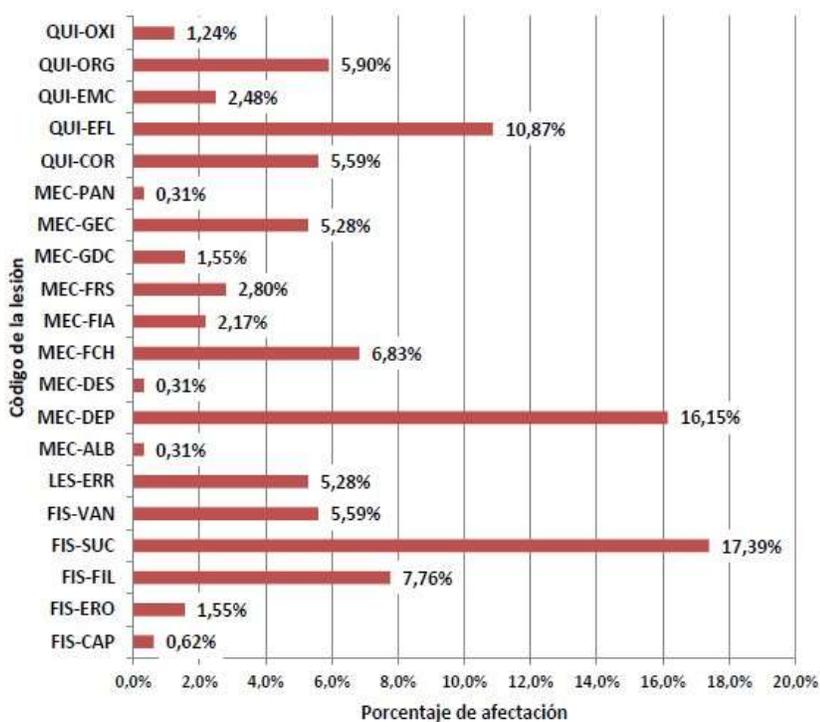


Figura 18. Porcentaje general de lesiones analizadas. Elaboración propia 2020

En relación a las instituciones estudiadas, se obtiene que todas las 10 instituciones presentan lesiones patológicas, que de acuerdo al Grafico 1 el comportamiento en cuanto a presencia de lesiones es muy similar con oscilaciones entre el 15,22% y el 6,38%, el estudio revela que la institución con más lesiones patológicas considerables fue la institución educativa Héctor Abad Gómez, seguida por la institución Joaquín Arbeláez, en un grado menos de lesiones, se encuentran las instituciones Benedikta Zur Nieden y Jaider Ramírez.

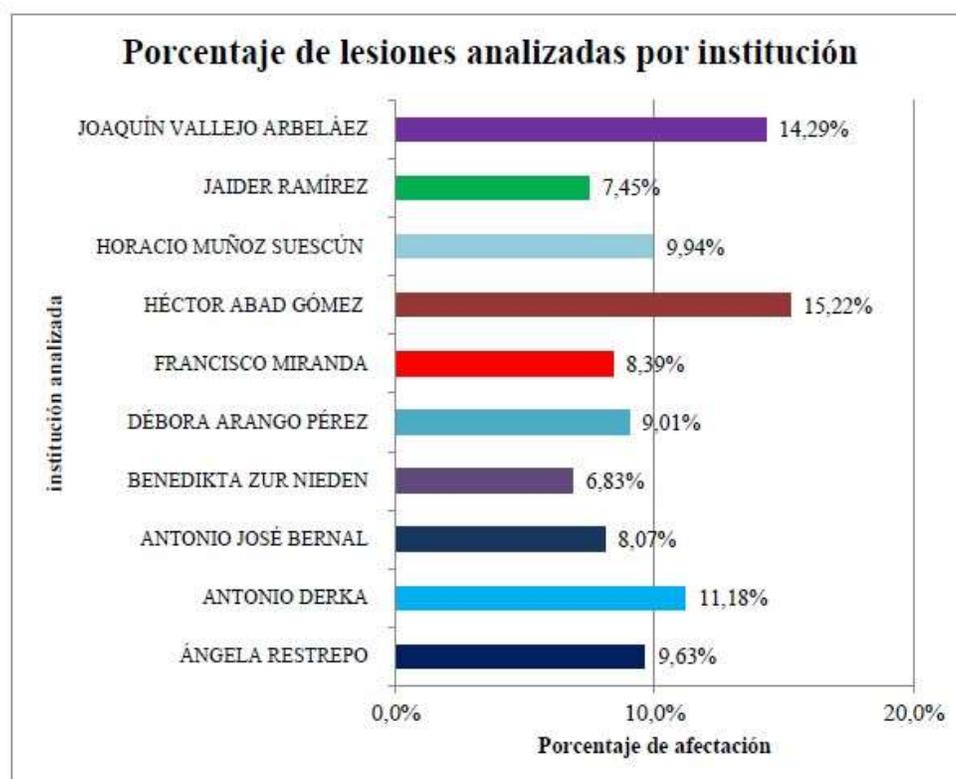


Figura 19. *Porcentaje de lesiones analizadas presentes por institución. Elaboración propia. 2020*

Al analizarse de forma individual la presencia de lesiones por institución, se encuentran los siguientes resultados:

Colegio Joaquín Vallejo Arbeláez, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 14.29%, en este colegio sobresalen las lesiones Químicas por presencia de orgánicos, con un porcentaje desglosado del anterior en 3.42%, esta presencia de orgánicos es el resultado de una causa indirecta, es decir que su aparición no es el desencadenante que origina la lesión, sino que es el resultado de otra lesión principal, como la filtración por humedad o las lesiones por suciedad que es la segunda lesión más común en esta institución, con un porcentaje del 2.17%. (ver figura 20)

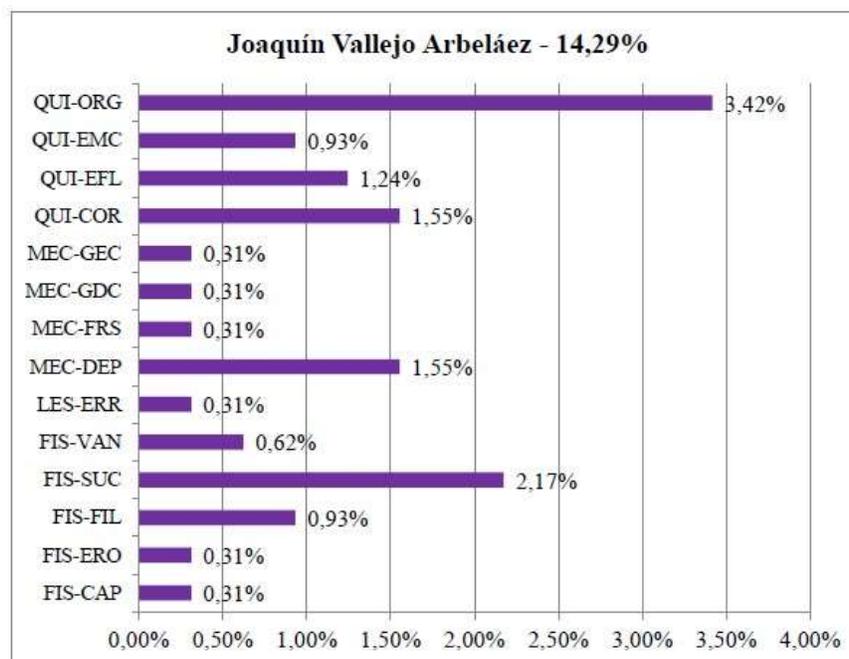


Figura 20. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020

Colegio Jaider Ramírez, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 7.45% en este colegio sobresalen las lesiones de tipo Mecánico por desprendimientos con un porcentaje de 1.86%, en varios casos se trata del desprendimiento del cielo falso y al igual que las eflorescencias presentes en la institución con un porcentaje del 0.93%, se presentan por causa indirecta debido a la filtración de agua por el elemento, lesión física que de igual manera se presenta en esta institución con un porcentaje del 0.93%. (Ver figura 21)

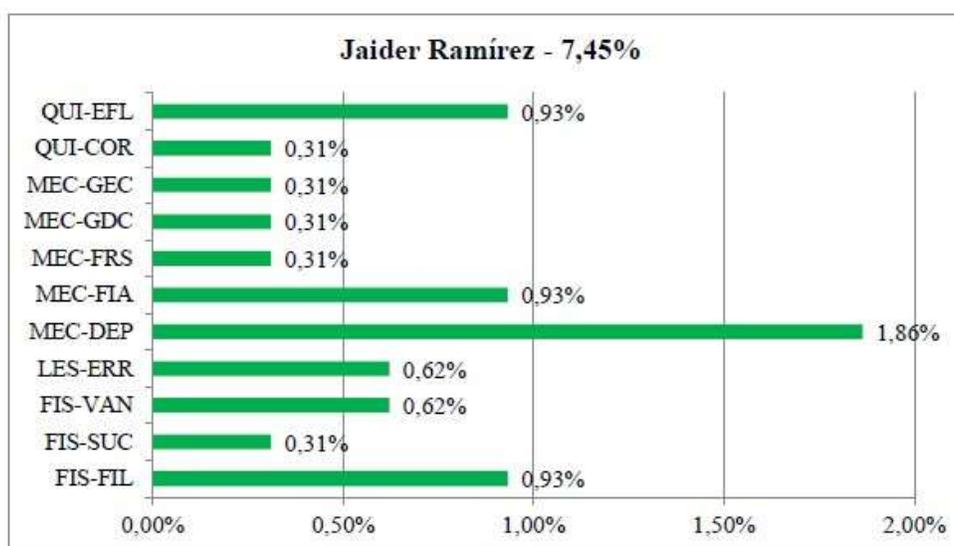


Figura 21 Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia. 2020.

Colegio Horacio Muñoz Suescún, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 9.94% en este colegio sobresalen las lesiones de tipo Físico Lesiones por suciedad con un porcentaje de 3.11%, cuya causa principal es la falta de mantenimiento, de seguido por las lesiones químicas por eflorescencias con 2.80%, generadas por la presencia de filtración por humedad sobre el elemento. (Ver gráfico 22)

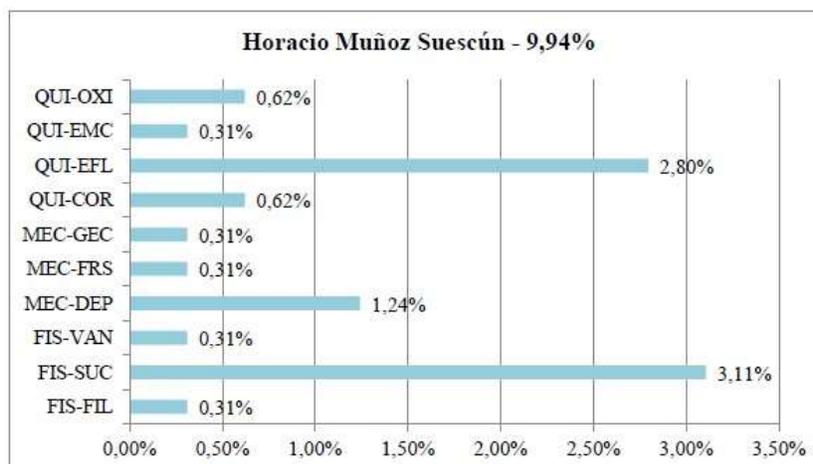


Figura 22. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020.

Colegio Héctor Abad Gómez, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 15.22%, de acuerdo al estudio, este es el colegio con mayor presencia de lesiones, en las que sobresalen las lesiones físicas por desprendimientos con porcentaje de 4.35%, cuya causa es indirecta debido a la filtración de agua desde la cubierta, seguido por afectación de lesiones por suciedad con porcentaje de 2.48%, y el vandalismo como lesión física con porcentaje del 1.86%, cuya causa es directamente proporcional a la falta de mantenimiento de la institución. (Ver figura 23)

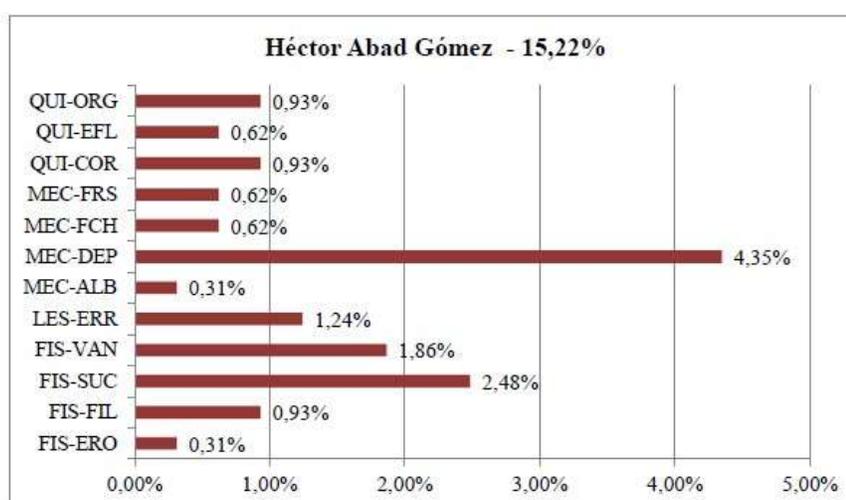


Figura 23. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia. 2020

Colegio Francisco Miranda, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 8.39%, en este colegio sobresalen las lesiones mecánicas por flechas con un porcentaje del 1.55%, esta lesión representa un error en el diseño del edificio lo que ocasiona la presencia de grietas significativas que para el caso, están representadas en la zona de los baños y el segundo piso, en un porcentaje del 1.24%, se presentan lesiones por vandalismo, y en porcentajes del 0.93%, lesiones mecánicas por grietas, físicas por desprendimientos y suciedades y químicas por eflorescencias. (Ver gráfico 24)

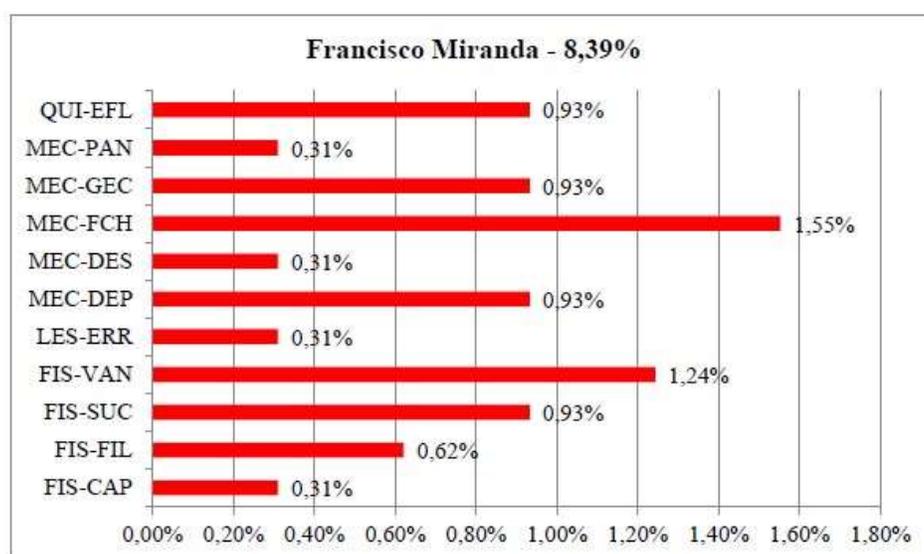


Figura 24. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020.

Colegio Débora Arango Pérez, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 9.01%, y en él sobresalen las lesiones mecánicas por flechas, con un porcentaje del 2.17%, esta lesión representa un error en el diseño del edificio lo que ocasiona la presencia de grietas significativas. En un porcentaje del 1.86%, se presentan lesiones físicas por suciedad, consecuentes con la falta de mantenimiento. (Ver gráfico 25)

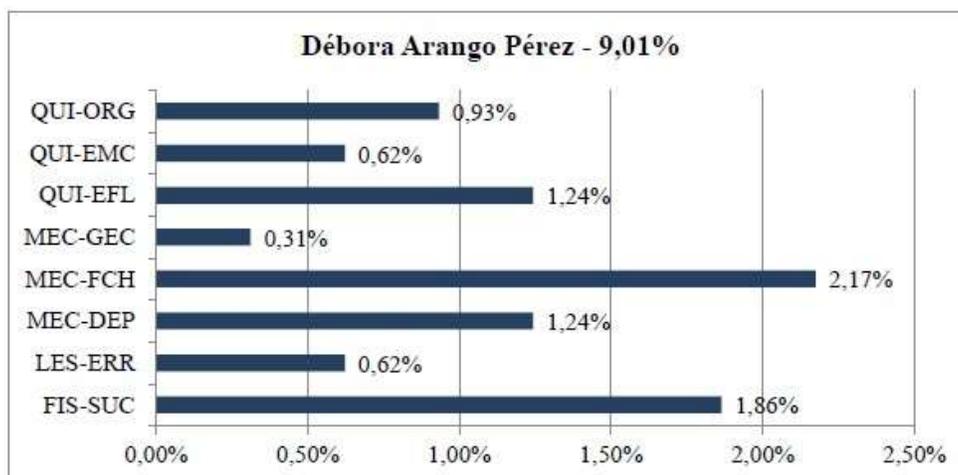


Figura 25. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia. 2020.

Colegio Benedikta Zur Nieden, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 6.83%, siendo representadas en iguales proporciones del 1.55% las lesiones físicas por suciedad y las lesiones químicas por eflorescencias, de forma significativa con un porcentaje del 1.24% se presenta la lesión mecánica de Grieta por exceso de carga, cuya causa principal es errores de diseño. (Ver gráfico 26)

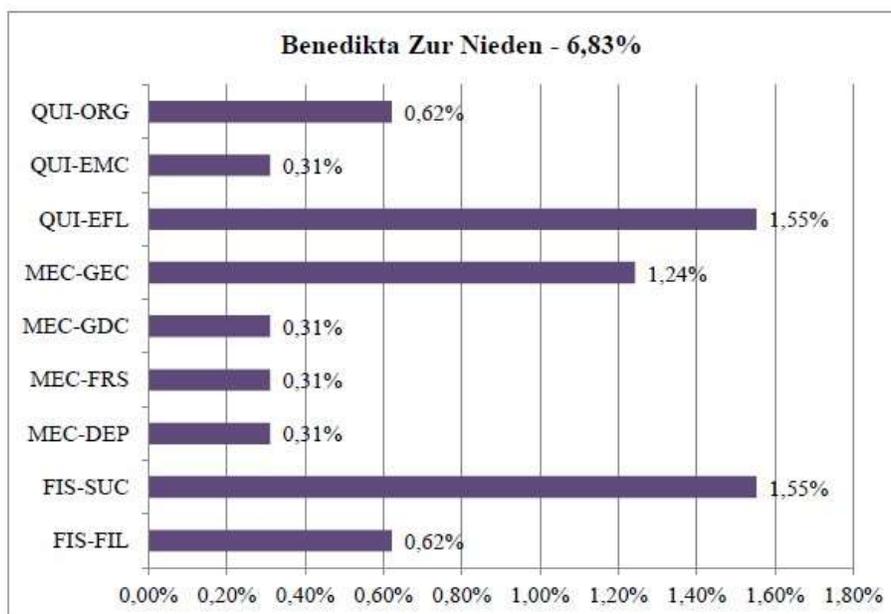


Figura 26. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020

Colegio Antonio Derka, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 11.18%, en porcentajes del 2.17% se presentan las lesiones mecánicas de desprendimientos y flechas, la causa cierta de la primera lesión, es la filtración del agua desde la cubierta, que se hace evidente sobre el cielo falso en yeso que se hidrata y luego se desprende, esta filtración también esta como lesión individual en un porcentaje del 1.24%. La causa principal de las flechas en esta institución, es la falta planeación en el diseño, ya que el edificio evidentemente se encuentra separado por una grieta que incluso provoca desnivel en la superficie del piso, al igual que la lesión anterior, tiene una relación con la lesión mecánica de grietas por exceso de carga en un porcentaje del 1.24%. (Ver gráfico 27)

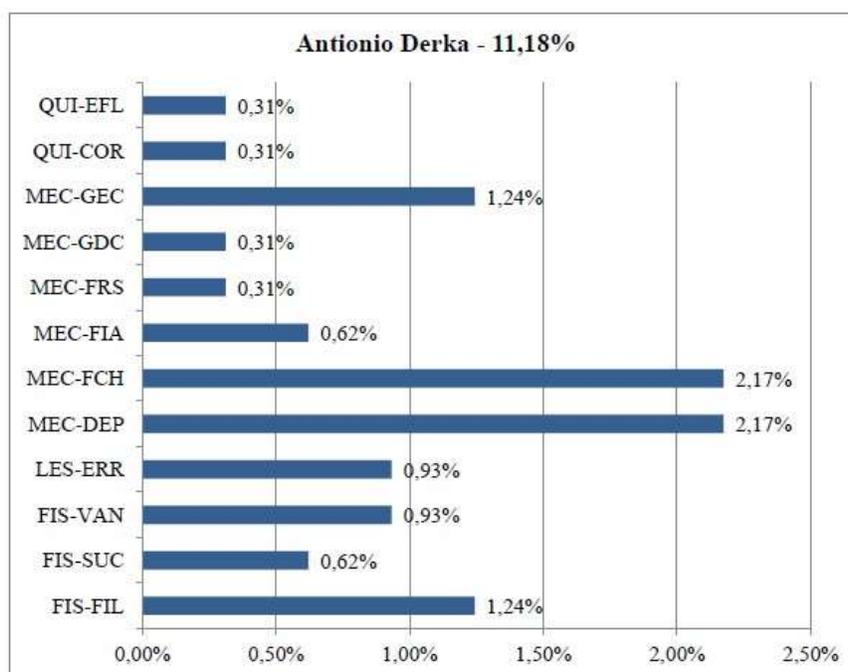


Figura 27. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020

Colegio Antonio José Bernal, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 8.07%, para este colegio la lesión Física por filtración de agua, en un porcentaje de 1.86%,

representa la mayoría de las lesiones presentes en el colegio, siendo la más evidente, la afectación en la cubierta del comedor, que es una cubierta verde que permite esta filtración del agua hacia el interior, y que tiene varias lesiones secundarias como eflorescencias y desprendimientos sobre la losa de entrepiso, y erosiones químicas sobre la superficie del suelo. Debido a que la estructura es metálica, en un porcentaje del 1.55%, se evidencian lesiones del tipo químico como la corrosión y en un porcentaje del 0.62% la oxidación. (Ver gráfico 28)

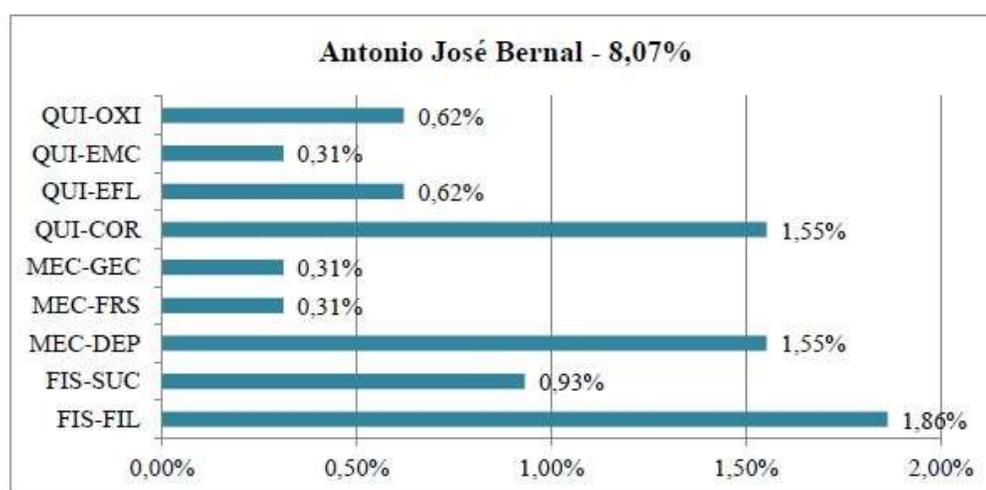


Figura 28. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020

Colegio Ángela Restrepo Moreno, el porcentaje general de afectación por esta institución es del 9.63%, en esta institución es evidente la lesión física por suciedad, en un porcentaje del 9.63%, consecuente con la falta de mantenimiento. En un porcentaje del 1.24% se presenta la lesión por errores constructivos, como lo es la pendiente en contra del sumidero de aguas. (Ver gráfico 29)

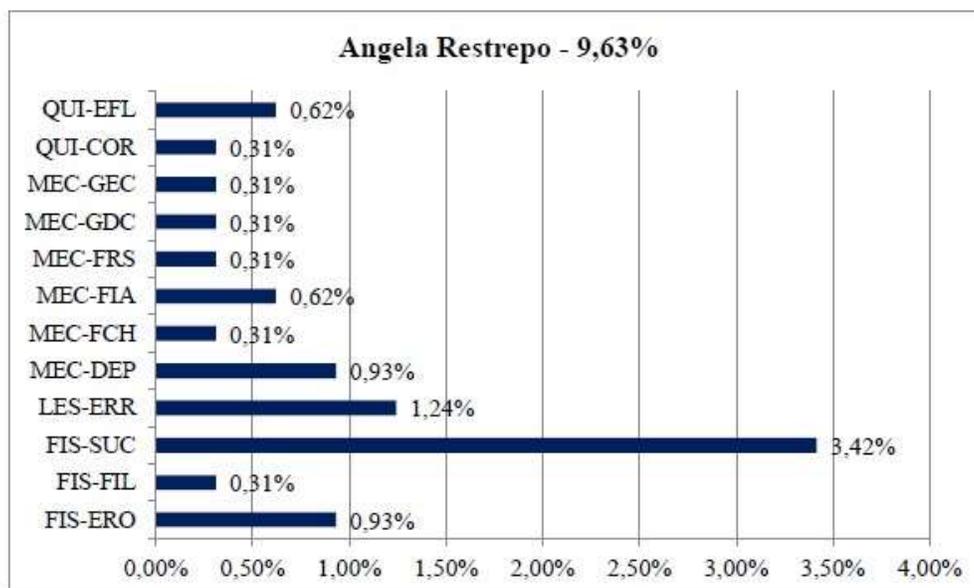


Figura 29. Porcentaje de lesiones por institución. Elaboración propia 2020

Los elementos más afectados de acuerdo al **Gráfico 13**, el elemento sobre el cual se hace más visible la afectación patológica es la pared con un porcentaje del 45.03%, seguido por el techo en 20.81% y finalmente por el piso con un porcentaje del 14.91%, se presentan también elementos estructurales como losas, las vigas y columnas en total con un porcentaje del 9.94%. (Ver gráfico 29)

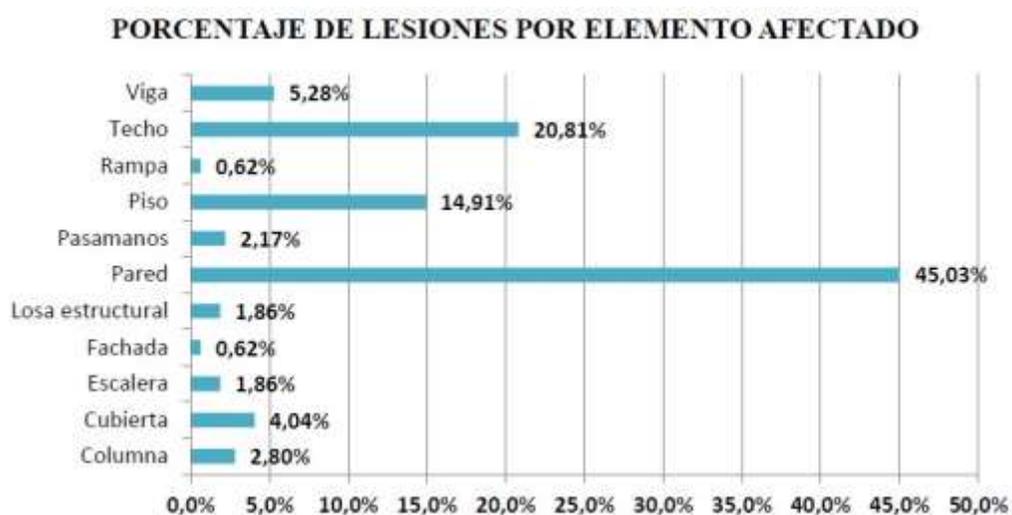


Figura 30. Porcentaje de elementos afectados. Elaboración propia 2020

Una vez establecidos e identificados todos los criterios de afectación en cada uno de los recorridos realizados y según las personas encargadas de manera parcial del mantenimiento de los proyectos estudiados se establece la urgencia de intervención, teniendo como eje primordial las afectaciones en la estructura, ya que es la encargada de sostener en el tiempo la edificación.

De esta manera, se clasifica la urgencia acorde del sistema constructivo afectado con su respectiva patología, es decir, la urgencia de intervención alta se relaciona con el sistema estructura el cual comprende subestructura y súper estructura, la urgencia de intervención media corresponde al sistema constructivo de cerramientos y sus afectaciones y en la urgencia de intervención baja estará relacionada con todo el sistema constructivo de acabados.

En relación a la urgencia de intervención de las edificaciones, de acuerdo al Gráfico 14, predomina el grado de bajo, en un porcentaje de 52,48%, seguida por el medio con porcentaje del 36,96%, dejando el restante de un grado alto de intervención un pequeño porcentaje del 10,56%.



Figura 31 Urgencia de intervención general. Elaboración propia 2020

En relación al Gráfico 15, donde se evidencia la urgencia de intervención por institución, se tienen en cuenta los mismos criterios explicados en el gráfico 14 y se mantiene la misma

convención con el fin de analizar en detalle por institución y se puede observar que en general los colegios que presentan más lesiones de baja urgencia de intervención son el Joaquín Vallejo Arbelaez, el Héctor Abad Gómez, el Antonio José Bernal y el Ángela Restrepo, en cuanto a las lesiones más lesiones de media urgencia de intervención están el Antonio Derka, el Héctor Abad Gómez y el Débora Arango. En cuanto a las lesiones de Alta urgencia de intervención, está el Joaquín Vallejo, el Ángela Restrepo y el Héctor Abad Gómez.

Urgencia de intervención por institución

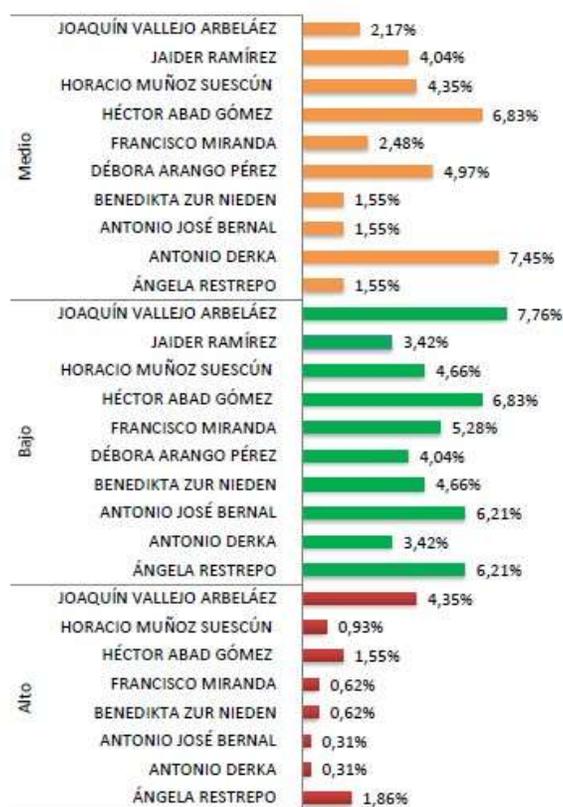


Figura 32. Urgencia de intervención por institución. Elaboración propia 2020

Finalmente, el Gráfico 32, revela que la causa más posible al estado actual de los colegios de calidad, se debe a la Falta de mantenimiento, y que las 10 instituciones analizadas, deben ser

reparadas en cuanto a la presencia de filtraciones por humedad, que es la segunda causa probable más común.

Se resaltan errores constructivos y de diseño, y en menor grado vandalismo por parte de los usuarios de estas instituciones.

Porcentaje de posibles causas

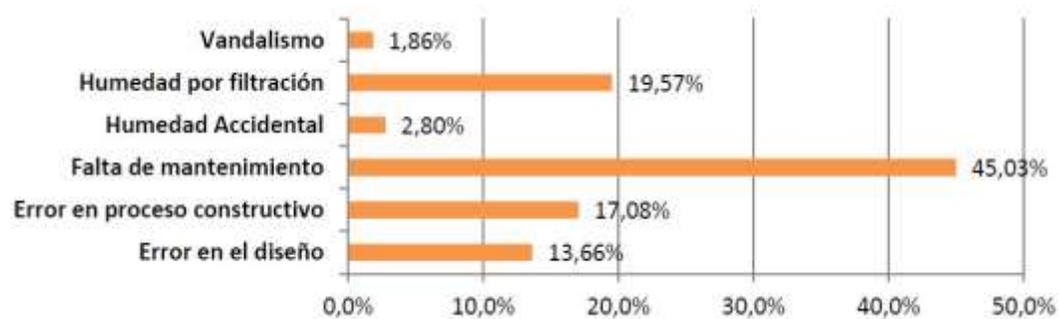


Figura 33. Porcentaje posibles causas. Elaboración propia 2020

La gestión y gerencia del mantenimiento desde un modelo práctico.

A continuación, se presentan las etapas del modelo de gerencia que se propone, partiendo de que la organización ya gestiona, en menor o mayor medida, el mantenimiento.

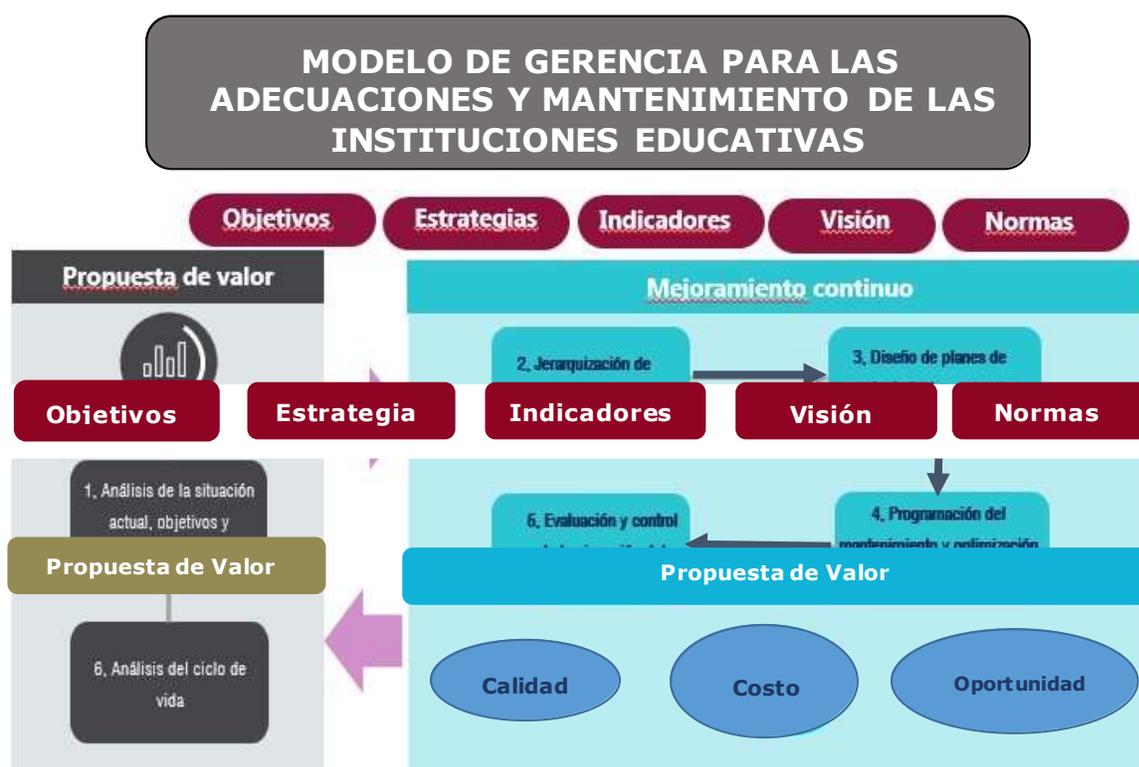


Figura 34. Diagrama de flujo gestión y gerencia. Elaboración propia 2020

Etapas 1: Análisis de la situación actual. Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento: En primer lugar, y como paso previo a cualquier actividad, es necesario realizar una evaluación de la situación inicial o existente en Integración de herramientas y habilitantes al sistema, en relación a la gestión del mantenimiento. Este análisis debe realizarse en el caso de que la organización o planta ya disponga de un método más o

menos definido de gestión, o más aún, en caso de que no exista algún método o procedimiento destinado a esta labor. Esta evaluación o diagnóstico de la situación actual debe considerar todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos de los cuales se disponga información; por ejemplo, aspectos tales como la planificación, programación y ejecución de las tareas de mantenimiento, histórico de fallas, indicadores de tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación, recursos financieros asignados al mantenimiento, impacto económico o en producción.

Para lograr un correcto desempeño en la gestión global y la gerencia del mantenimiento al interior de una organización resulta imprescindible definir previamente los objetivos (metas) que se persiguen, estableciendo una estrategia orientada a esos objetivos y determinando las responsabilidades del personal implicado a nivel operacional y gerencial. El proceso de definición de una estrategia de mantenimiento requiere:

- Determinar, en base a los objetivos corporativos, los objetivos de mantenimiento, por ejemplo: valores estimados y realistas para los siguientes indicadores de gestión: disponibilidad de equipos, confiabilidad, seguridad, riesgo, etc. Determinar el desempeño o rendimiento actual de las instalaciones productivas, comparándolas con sus respectivas capacidades nominales.
- Determinar los indicadores claves para la evaluación del rendimiento de las instalaciones.

La gestión del mantenimiento debe conseguir alinear todas las actividades de mantenimiento con la estrategia definida a nivel estratégico o de dirección, táctico y operativo.

Una vez que se han transformado las prioridades del negocio en prioridades de mantenimiento, se procederá a la elaboración de la estrategia, de acuerdo con los objetivos. De esta forma se obtiene un plan de mantenimiento genérico.

Las acciones a nivel táctico determinarán la correcta asignación de los recursos (habilidades, materiales, equipos de pruebas y medida, etc.) para la consecución del plan de mantenimiento. El resultado final será la creación de un programa detallado con todas las tareas a desarrollar y con los recursos asignados para la realización de las mismas.

Las acciones a nivel operativo deben asegurar que las tareas de mantenimiento se llevan a cabo adecuadamente por los técnicos seleccionados, en el tiempo acordado, siguiendo los procedimientos reseñados y utilizando las herramientas adecuadas.

Etapas 2: Importancia y jerarquía de los recursos: Una vez que se han definido los objetivos, las responsabilidades y se ha diseñado una estrategia de mantenimiento, resulta de vital importancia discretizar los activos físicos de la organización en base a su criticidad y necesidades de la edificación

El análisis de criticidad o establecer los cuellos de botella son un conjunto de metodología que permite definir la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema, equipos y/o, según el parámetro de valor conocido como "Criticidad" que es proporcional al "Riesgo", generando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando los esfuerzos y recursos técnico-económicos en áreas y eventos que tienen mayor impacto.

Riesgo: Frecuencia x Consecuencia

- Frecuencia: Número de Fallas en un tiempo determinado.
- Consecuencia: (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mantenimiento + Impacto (Seguridad - Ambiente).

Una vez que los activos están jerarquizados en base a su criticidad, se obtiene la Matriz de Criticidad.

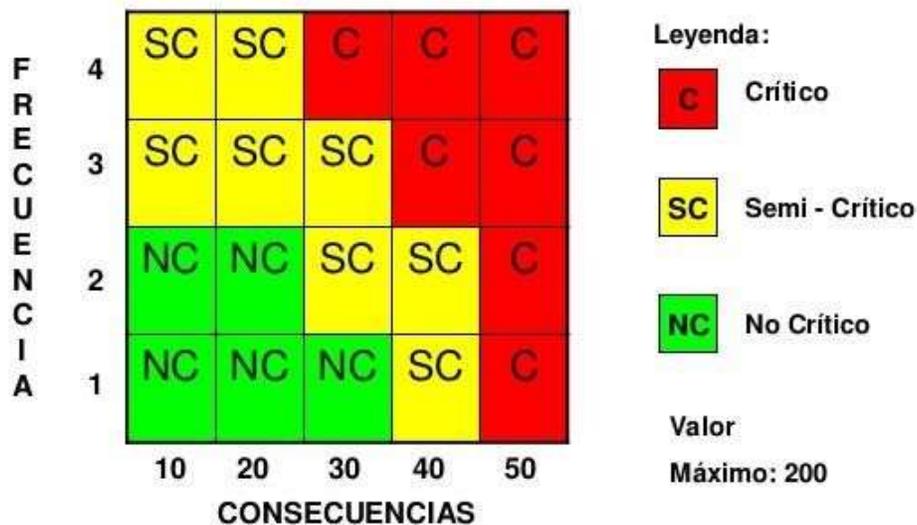


Figura 35. Matriz genérica de criticidad. Elaboración propia 2020

Etapas 3. Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios: El diseño de los planes de mantenimiento preventivo se puede dividir en dos partes fundamentales:

- La información, la cual recopila los datos de los equipos y tareas a analizar. Se determinan las distintas funciones en su contexto operacional. Posteriormente, se determinan para cada función las posibles fallas. A continuación, se identifican los modos de falla, es decir, el evento que precede a la falla. Por último, y solo si fuera necesario, se analizarían las causas raíces de las fallas que así lo requieran. Con todos estos datos, se realiza una evaluación de las consecuencias de cada falla en cada una de las escalas (Operacional, Seguridad, Medio ambiente y Costo).
- La decisión, donde se establecen tareas de prevenciones (técnicamente factibles y económicamente rentables) de las consecuencias de los modos de falla. Se determinan para cada modo de falla o causa raíz la tarea de mantenimiento a realizar, la frecuencia con que se va a llevar a cabo, el responsable de ejecutarla, así como el nuevo riesgo resultante de aplicar el plan de mantenimiento.

Una de las estrategias más utilizadas en la industria para el diseño de estrategias y planes de mantenimiento es la denominada como RCM4. Este método es de amplia utilización ya que permite determinar convenientemente las necesidades de mantenimiento de cualquier activo físico en su entorno de operación. También se ha definido como un método que identifica las funciones de un sistema y la forma en que esas funciones pueden fallar, estableciendo a priori tareas de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas.

La metodología RCM propone la identificación de los modos de falla que preceden a las posibles fallas de los equipos y la ejecución de un proceso sistemático y homogéneo para la selección de las tareas de mantenimiento que se consideren convenientes y aplicables. El

resultado será el conjunto de actividades de mantenimiento recomendadas para cada labor. Se definirá el contenido concreto de las actividades específicas que deben realizarse y sus frecuencias de ejecución.

Etapas 4. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos: En esta etapa se debe realizar una programación detallada de todas las actividades de mantenimiento, considerando para ello las necesidades de producción en la escala temporal y el costo de oportunidad para el negocio durante la ejecución de las tareas. La programación de las actividades de mantenimiento pretende optimizar la asignación de recursos tanto humanos como materiales, así como minimizar el impacto en la producción. La programación del mantenimiento debe efectuarse a corto (< 1 año), medio (1-5 años) y largo plazo (> 5 años).

Etapas 5. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento: La ejecución de las actividades de mantenimiento (una vez diseñadas, planificadas y programadas tal y como se ha descrito en apartados anteriores) debe ser evaluada y las desviaciones controladas para perseguir continuamente los objetivos de negocio y los valores estipulados para el mantenimiento seleccionados por la organización. El control de la ejecución permite realimentar y optimizar el diseño de los planes de mantenimiento mejorando de este modo su eficacia y eficiencia.

El diseño del sistema de información está encaminado a recoger y procesar los datos precisos para satisfacer las necesidades de información que lleven a alcanzar los objetivos básicos de la gestión de mantenimiento, que son el aumento de la eficacia y la disminución de costos.

Los datos que posteriormente se analizarán deben ser lo más fiables posible, es decir, el diseño de la hoja u orden de trabajo de mantenimiento ha de ser tal que los operarios y encargados la encuentren sencilla y estándar, ya que sólo así se podrán obtener datos útiles y fiables. Este problema de diseño es básico para el funcionamiento del sistema. Lo mismo ocurre con el resto de documentos de captación de datos que componen el sistema.

Etapa 6. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos: La gran cantidad de variables que se deben manejar a la hora de estimar los costos reales de un activo a lo largo de su vida útil, generan un escenario de alta incertidumbre. A menudo el costo total del sistema de producción no es visible, en particular aquellos costos asociados con: la operación, el mantenimiento, las pruebas de instalación, la formación del personal, entre otros. El costo del ciclo de vida se determina identificando las funciones aplicables en cada una de sus fases (diseño, fabricación y producción), calculando el costo de estas funciones y aplicando los costos apropiados durante toda la extensión del ciclo de vida.

Consideraciones desde la gerencia hacia el modelo de mantenimiento.

El modelo propuesto considera, además de las restricciones reales, la aplicación de las nuevas tecnologías en todas las etapas dentro de un ciclo de mejora continua. Con la aplicación de nuevas tecnologías de mantenimiento, el concepto "e-maintenance" emerge como componente del concepto "e-manufacturing", el cual promueve el beneficio de las nuevas tecnologías de la información y comunicación para crear entornos corporativos y distribuidos multiusuario.

"EMaintenance" puede ser definido como un soporte de mantenimiento que incluye recursos,

servicios y/o gestión, factores necesarios para desarrollar la correcta ejecución de un proceso proactivo de toma de decisiones en el área de mantenimiento. Este soporte no sólo incluye tecnologías como Internet, sino también actividades "e-maintenance" (operaciones y procesos) como es el caso del "e-monitoring", "e-diagnosis", "e-prognosis, entre otras.

Otro aspecto importante en el modelo propuesto es el entrenamiento técnico e implicación del personal a todos los niveles dentro de la organización. La participación activa y comprometida de todo el personal involucrado en el área del mantenimiento será un factor crítico para el éxito y mejora continua. La información capturada de las diferentes unidades del proceso debe estar completa y debe permitir su interpretación y análisis.

Herramientas (software) avanzado de apoyo a la gestión del mantenimiento: A continuación, se justifica la necesidad de implantación de una herramienta software que dé soporte a la gestión global del mantenimiento y se exponen las principales ventajas que se pueden obtener:

- Disponibilidad de información para la toma de decisiones: control de costos, equipos críticos, repuestos, proveedores, personal o sobre cualquier otro parámetro relevante.
- Gestión de recursos, planificación y control de la ejecución del mantenimiento.

Un software de gestión del mantenimiento posibilita la captura y utilización de una gran cantidad de datos y parámetros. Las principales características operativas que debe tener cualquier herramienta software de gestión del mantenimiento son:

- Creación o conexión con base de datos de las instalaciones: datos técnicos, situación operativa, costos asociados y valor del inmovilizado.
- Almacenamiento y análisis del histórico de operaciones: fecha, duración, costo, operarios, equipos, repuestos, etc.
- Establecimiento de niveles de alarma para determinados parámetros.
- Planificación y gestión de tareas, recursos e inventario.
- Jerarquización de sistemas y equipos.
- Control del estado de cada orden de trabajo y de la ejecución de los programas de mantenimiento preventivo.
- Generación de informes.
- Análisis de las fallas.

Integración de herramientas de soporte al sistema informático: Es necesario generar una política común de integración a todos los niveles de la organización, de este modo todas las herramientas/software de apoyo a las diferentes unidades y procesos del negocio se deben integrar en un lenguaje común que facilite su utilización, la generación de conocimiento, el análisis de gestión de las unidades y evaluaciones económicas globales de impacto sobre el negocio, entre otras.

Por ello, la capacidad de integración de estas herramientas software con la base de datos existente en la organización es clave para el éxito de su implantación.

Selección de repuestos críticos: En el área industrial y poco en el sector de las edificaciones, las empresas satisfacen con su actividad una demanda de productos. La respuesta a esta demanda se realiza con criterios de eficiencia (rentabilidad), que suelen incluir: mínimos costos y máxima satisfacción del cliente. Esto, traducido a mantenimiento, significa minimizar el inventario de repuestos, garantizando la disponibilidad requerida de los equipos, no obstante, la complejidad de los sistemas hace que la satisfacción de ambos criterios sea difícil, e incluso a veces contrapuesta.

Desde el punto de vista técnico, cuanto más recurso se dispongan en stock más se asegurará la disponibilidad de los equipos y las actividades a ejecutar, desde el punto de vista económico, cuantas menos piezas haya almacenadas, menor capital inmovilizado existirá. Así, resulta evidente la importancia del inventario, ya que supone un alto costo de almacenamiento en caso de requerirse cuando se tiene, y cuando no se tiene puede acarrear costes de indisponibilidad tremendamente altos. Por ello, resulta necesario buscar fórmulas que permitan asegurar el nivel deseado de disponibilidad de los equipos con el mínimo capital inmovilizado posible.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

La localización planimétrica y elaboración de fichas fue satisfactoria ya que muestra que la presencia de una lesión generalmente está ligada a otras lesiones en el mismo sector de las instituciones, los resultados de esta investigación se obtuvieron por medio de visitas, encuestas y elaboración de fichas patológicas, analizando cada lesión y clasificándola en un grupo patológico específico, para poder comparar los resultados de forma estadística.

Se identificaron las lesiones más comunes presentes en la estructura y cerramiento de los 10 colegios de calidad visitados, encontrando que en un porcentaje del 33.54% las lesiones más comunes son las lesiones físicas por Suciedad y las lesiones Mecánicas por desprendimientos, las instituciones que más presentaron lesiones fueron el Héctor Abad Gómez y el Joaquín Vallejo Arbeláez, con porcentajes del 15.22% y del 14.29%, la institución Joaquín Vallejo Arbeláez es la que más requiere atención por ser la institución que dentro del 10.56% de urgencia de intervención alta, ocupa un 4.35%. Se encontró que en los colegios de calidad el elemento más afectado es la pared, pues sobre esta se ubican más lesiones recurrentes con un porcentaje de 45.03%.

En general el estado actual de los colegios de Calidad, es consecuente con la falta de mantenimiento, como lo menciona (Saldarriaga, 2014), el presupuesto destinado para las instituciones no es suficiente para cubrir los gastos de mantenimiento de estas instituciones, por

la tipología de estas instituciones, como lo son fachadas en bloques de concreto a la vista, requieren determinada inversión presupuestal que no está disponible, es por eso que la causa más probable de la aparición de las lesiones patológicas es la falta de mantenimiento con un porcentaje del 45.03%. Por lo anterior, se sugiere realizar intervenciones que mejoren la conservación actual de las instituciones de calidad, esto alargará la vida útil de estas instituciones y mejorará el desarrollo de las actividades académicas.

El escenario actual de las organizaciones con alta dotación de activos indica que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, por lo cual se estima conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades. Además, los objetivos de la unidad encargada de realizar la gestión del mantenimiento se determinarán y serán dependientes del plan estratégico y de negocio de la organización. Las estrategias de mantenimiento deben estar siempre alineadas con los planes de negocio de la empresa ya que de esto depende la consecución de los objetivos del mantenimiento y, también, los del propio plan de negocio de la organización.

El modelo propuesto consigue alinear los objetivos del mantenimiento con los objetivos globales del negocio en un marco de mejora continua. Además, propone algunas herramientas de apoyo en las principales etapas del modelo, dando a conocer las principales bondades y funcionalidad dentro del ciclo propuesto. Mediante estas herramientas, se entrega soporte en la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento,

teniendo en cuenta el contexto operacional y contemplando todas las restricciones que pueden afectar a la eficiencia y/o eficacia de la gestión del mantenimiento.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda en todas las instituciones educativas estudiadas anteriormente realizar estudios detallados que incluyan equipos y personal idóneo para determinar asuntos como el riesgo de estabilidad de las edificaciones, el estado microscópico de los elementos afectados.

Establecer pruebas piloto del modelo de gestión de mantenimiento planteado en las instituciones educativas que lo deseen apropiar, con el fin de evaluar los aspectos positivos y negativos que de allí resulten, lo anterior brindará herramientas para adelantar estrategias de mejora sobre la misma planteada.

Evaluar estructural y patológicamente el estado de las instituciones educativas de manera periódica (como mínimo 2 veces al año) y de esta manera se adquiere la información necesaria que lleve a una trazabilidad que genere confianza en la toma de decisiones creando las condiciones óptimas para la implementación del mantenimiento preventivo y minimizar el correctivo.

Referencias

- Addleson, L. (1978). *Aj Guide To Building Failures*. Madrid: Hermann Blume.
- Agudelo A, L. A. (2015, Enero 21). *Informática y convivencia*. Retrieved from *Reseña Histórica I.E. PBRO Antonio José Bernal*:
<https://alfreago11.wordpress.com/2015/01/21/resena-historicai-e-pbro-antonio-jose-bernal-londono-s-j/>
- Alviar R, M. (1991). *Medellín: violencia, educación y empleo*. Fedesarrollo, 147-154.
- Arqa. (2016). *Arqa Arquitectura*. Retrieved from <http://arqa.com/>:
<http://arqa.com/editorial/medellin-r/colegio-debora-arango>
- Asobelén. (2012). *Plan de Desarrollo Cultural Comuna 16*. Retrieved from <http://planculturalcomunal6.blogspot.com.co>:
<http://planculturalcomunal6.blogspot.com.co/p/historia.html>
- Bungle, M. (1961). *el Principio de la causalidad de la ciencia moderna*. Buenos Aires: Sumanericana.
- Carreño Carreño, J. L., & Serrano Rodríguez, R. A. (2015). *Metodología de evaluación en patología Estructural*. Retrieved from *Repositorio Universidad Industrial de Santander*:
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/1658/2/117020.pdf>
- Carreño, C. J., & Serrano, R. R. (2015). *Metodología de evaluación en patología Estructural*. Retrieved from *Repositorio Universidad Industrial de Santander*:
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/1658/2/117020.pdf>
- Catastro Medellín. (2016, Octubre 5). *GeoDataBase Catastral Medellín*. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Comisión Asesora Permanente para El Régimen de Construcciones Sismo Resistentes . (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10*. Bogotá: AIS.
- Contraloría General de Medellín. (2012, Agosto). *Informe especial "Estado actual del proceso de construccion y entrega de los colegios de Calidad"*. Retrieved from *Pagina Oficial de la Contraloria General de Medellin*:
<http://www.cgm.gov.co/infpub/Informes%20de%20auditoria/Estado%20Actual%20del%20P>
 roc

eso%20de%20Construcci%C3%B3n%20y%20Entrega%20de%20los%20Colegios%20de%20Calidad.pdf

Corporación Región para el Desarrollo y la Democracia. (1990, Agosto 15). Violencia Juvenil, Diagnóstico y Alternativas. Retrieved from Página oficial Región:

http://www.region.org.co/images/publicamos/libros/libro_violencia_juvenil.pdf

DANE. (2016, Febrero). Mercado Laboral de la Juventud. Retrieved from Página Oficial del Departamento Administrativo Nacional de Estadística:

<http://www.dane.gov.co/index.php/ocupacion-y-empleo/mercado-laboral/91-sociales/mercadolaboral/3981-mercado-laboral-de-la-juventud>

EDU. (2005, Diciembre). Planos Arquitectónicos y Urbanísticos Colegios de Calidad 2005. Medellín, Antioquia, Colombia.

Empresa de Desarrollo Urbano de Medellín. (2008). Página oficial de la EDU (Empresa de Desarrollo Urbano de Medellín). Retrieved from www.edu.gov.co:

<http://www.edu.gov.co/site/proyectos/equipamientos-de-educacion/colegios>

Enciclopedia Broto. (2006). Patologías de la Construcción. Barcelona: Structure.

Giraldo, N. M. (2015). "Colegios de Calidad" en Medellín. Un estudio de caso sobre las políticas públicas para mejorar la calidad de la educación desde el gobierno local.

Medellín: Universidad EAFIT.

Granada Jaramillo, D. (2010). Asentamientos irregulares en Medellín. Medellín: Librería Jurídica Sánchez Ltda.

Gutierrez Paz, J. (2009). Estándares básicos para construcciones escolares, una mirada crítica. Revista Educación y Pedagogía, 155-176. Retrieved from [Aprende en línea UdeA](http://www.udea.edu.co).

Hernández Sampieri, R., Collado, C., Baptista Luci, M. (2010). Metodología de la investigación quinta edición: Mc Graw Hill.

Ibarra, M. (2017). Investigación Mixta: Características y Ejemplos.

I.E. Francisco Miranda. (2015). Reseña Historica. Retrieved from Página Oficial Institución Educativa Francisco Miranca:

<http://www.franciscomiranda.edu.co/index2.php?id=16025&idmenutipo=2386&tag=>

JAC. (2009). Página oficial Junta de Acción Comunal Barrio Llanaditas. Retrieved from <http://barriollanaditas.jimdo.com/>: <http://barriollanaditas.jimdo.com/descripcion-geografica/>

Jhonson, s. (1965). *Deterioration, Maintenance, And Repair Of Structures*. Barcelona: Blume. Barcelona.

Juan Forero Arquitectos. (2008). Colegio Débora Arango. Retrieved from http://www.juanforeroarquitectos.com/home/index.php/obras/institucional/colegio-deboraarango.html#M91-INSTITU._DEBORA_SECCION kristen, P. (1962). *logik der forschup*. In P. kristen, *Especialista de la ingenieria* (p. 57). viena: Tecnos Madrid.

Llano Cano, J. (2002). *monografías.com*. Retrieved from <http://www.monografias.com/>: <http://www.monografias.com/trabajos39/comuna-de-belen/comuna-de-belen2.shtml>

Londoño Ramos, C. A. (2001). "Escuela para la vida y por la vida" el impacto de Ovidio Decroly en la pedagogía y la universidad colombiana. *Historia de la Educación Latinoamericana*, 135146.

Merino, F. L. (2012). *Sobre el concepto de causa, en patología de la construcción*. 4° Congreso de patología y rehabilitación de edificios. PATORREB 2012, 1-6.

Ministerio Nacional de Educación de Colombia. (2006, Marzo). *Ingenieria Civil y Arquitectura - Planeamiento y Diseño de instalaciones y Ambientes escolares*. Retrieved from *Página Oficial Ministerio Nacional de Educación*: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles96894_Archivo_pdf.pdf

Ministerio Nacional de Educación de Colombia. (2006, Marzo). *Señalización para Instalaciones y ambientes escolares*. Retrieved from *Página oficial Ministerio de Educación*: http://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf

Municipio de Medellín. (2009). *Cartilla Plan de Desarrollo Local Comuna 13*. Medellín: N.A.

Naranjo Giraldo, G. (1992). *Medellín en zonas monografía (Primera ed.)*. Medellín, Colombia: Corporación Región.

Naranjo Giraldo, M. A. (2015). "Colegios de Calidad" en Medellín. *Un estudio de caso sobre las políticas públicas para mejorar la calidad de la educación desde el gobierno local*. Medellín: Universidad EAFIT.

Obranegra Arquitectos. (2014). Colegio Antonio Derka - Santo Domingo Savio / Obranegra Arquitectos. Retrieved from Archdaily: <http://www.archdaily.co/co/627793/colegio-antonioderka-santo-domingo-savio-obranegra-arquitectos>

Pereira Pérez, Z. (2011). *Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta*, *Revista Electrónica Educare* Vol. XV, N° 1, [15-29], ISSN: 1409-4258. Universidad Nacional Heredia Costa Rica.

Saldarriaga, M. (2014, Febrero 13). *En duda la interventoría a los colegios de calidad de Medellín*. Retrieved from *Página Oficial Periodico el Tiempo*:

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13494716>

Samper Pertuz, L. M., & Serpa Iriarte, M. F. (2014). *Evaluación, Diagnóstico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente sobre el Caño El Zapatero a la Entrada de la Escuela Naval Almirante Padilla*. Retrieved from *Página oficial Universidad Cartagena*:

<http://190.25.234.130:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/Trabajo%20de%20Grado.%20Lina%20Samper%20-%20Mafe%20Serpa.pdf>

Samper, P. L., & Serpa, I. M. (2014). *Evaluación, Diagnóstico, Patología y Propuesta de Intervención del Puente sobre el Caño El Zapatero a la Entrada de la Escuela Naval Almirante Padilla*. Retrieved from *Página oficial Universidad Cartagena*:

<http://190.25.234.130:8080/jspui/bitstream/11227/1368/1/Trabajo%20de%20Grado.%20Lina%20Samper%20-%20Mafe%20Serpa.pdf>

Semilleros de investigación *Colegio Mayor de Antioquia*. (2012). *Análisis de patología en estructura*. Retrieved from *Página oficial Colegio Mayor de Antioquia*:

http://www.colmayor.edu.co/archivos/anexo_3__ analisis_patologia_de_r4ijz.pdf

Sierra Cadavid, M.E., Álzate Ortiz, F.A. & Rivera Franco J.E. (2019). *Gerencia y aprendizaje organizacional en el contexto de la educación*. *Revista Paradigma*, 264-278.

Silva Rodríguez, C. (2011, Julio 11). *Legado Antioquia*. Retrieved from *Barrio Bostón*:
<https://legadoantioquia.wordpress.com/2011/07/05/barrio-boston/>

Universidad Nacional. (2011). *VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PATOLÓGICO DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA, TECNOLÓGICO DE ANTIOQUIA*. Retrieved from *Página Oficial Tecnológico de Antioquia*:

http://www.tdea.edu.co/images/noticias/documentos/planeacion/estudio_vulnerabilidad_sismica.pdf

Valenzuela, R. (2000). *Michel Foucault La sociedad de control y su impacto en las instituciones sociales e individuos*. Retrieved from

https://proyectosinetgrados.wikispaces.com/file/view/foucault_control_RVP.pdf