

Estudio de patología y vulnerabilidad sísmica del Instituto Educativo Policarpa Salavarrieta  
ubicado en el municipio de Girardot-Cundinamarca

Karen Julieth Vera Herrera

María Fernanda Martín Velandia

Corporación universitaria minuto de dios

Rectoría sede principal

Sede Girardot (Cundinamarca)

Especialización en patología e intervención de las construcciones

2024

Estudio de patología y vulnerabilidad sísmica del Instituto Educativo Policarpa Salavarrieta  
ubicado en el municipio de Girardot-Cundinamarca

Karen Julieth Vera Herrera

María Fernanda Martín Velandia

Monografía presentada como requisito para optar al título de Especialización en patología e  
intervención de las construcciones

Asesor

Jackson Erminzul Monroy Gutiérrez

María Claudia Vera Guarnizo

Corporación universitaria minuto de dios

Rectoría sede principal

Sede Girardot (Cundinamarca)

Especialización en patología e intervención de las construcciones

2024

### **Dedicatoria**

Primeramente, quiero agradecer a dios por sus bendiciones en este camino llamado vida. a mi familia y a mi pareja, las personas que han apoyado desde el inicio, porque son la inspiración para crecer más como profesional. A nuestro tutor el cual nos brindó sus experiencias. A mi compañera porque hemos logrado alcanzar juntas un logro más en esta carrera.

Karen Julieth Vera Herrera

En primer lugar, mi eterno agradecimiento a Dios por brindarme la oportunidad de crecer y superarme cada día. Sus bendiciones y guía son mi fuente de fortaleza y esperanza. A mis padres, quienes han sido mi apoyo inquebrantable desde el principio, les agradezco por su amor incondicional y por siempre estar a mi lado en las buenas y malas. Mi hija y mi hermano, ustedes son mi mayor tesoro, y su presencia llena de amor es un regalo invaluable en mi vida. A mi compañera de monografía por estar a mi lado en cada momento importante, te agradezco por ser mi pilar. A mis docentes y tutores, quienes han compartido su conocimiento y sabiduría con nosotras, les agradezco por guiarnos, inspirarnos y ayudarnos a superar nuestras debilidades. Ustedes han sido faros de luz en nuestro camino educativo.

María Fernanda Martin Velandia

### **Agradecimientos**

Agradezco en primer lugar a Dios y sus proyectos, que nos guían y permiten que cada día crezcamos y alcancemos metas cada vez más grandes. Su amor y dirección son un faro en nuestro camino.

A nuestras familias les agradecemos corazón por su apoyo constante en nuestros pasos. Sin su amor, aliento y sacrificio, no estaríamos donde estamos hoy. Son nuestro pilar fundamental.

A nuestros docentes y tutores, les extendemos nuestro más sincero agradecimiento por compartir con nosotras sus valiosos conocimientos. Han sido guías excepcionales en nuestro aprendizaje y crecimiento personal, inspirándonos a alcanzar nuestras metas académicas y profesionales.

Gracias a todos estos pilares fundamentales en nuestras vidas, hemos logrado avanzar y convertirnos en las personas que somos hoy. Sus contribuciones y apoyo incondicional nunca serán olvidados.

## CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE IMÁGENES .....</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>16</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>18</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>21</b>
<b>1.1 Árbol de Problema.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 Descripción del Problema.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Formulación o pregunta problema.....</b>	<b>23</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Objetivo General.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>23</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Humanos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Social .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Ambiental.....</b>	<b>24</b>

3.4	Económico.....	25
4.	ANTECEDENTES.....	26
5.	ALCANCES.....	27
5.1	Documentación.....	28
5.1.1	Identificación General de la Institución Educativa.....	28
5.1.2	Localización Geográfica .....	28
5.1.3	Zona de Amenaza Sísmica.....	29
5.1.4	Revisión del Proyecto Original y Registros de Construcción.....	30
5.1.5	Tipo de Cimentación.....	30
5.1.6	Tipo de Suelo .....	30
5.1.7	Sistema Estructural de la Institución Educativa.....	30
5.1.8	Grupo de Uso de la Institución Educativa .....	31
5.2	Observación de Campo.....	31
5.3	Toma de Datos.....	32
5.4	Informe Preliminar .....	32
6.	MARCO DE REFERENCIA .....	32
6.1	Estado del Arte.....	32
6.1.1	Primer Caso: Estudio Patológico de las Instalaciones de la Institución Educativa Fundación Para el Desarrollo de la Investigación -Fdi- en la Ciudad de Barranquilla .....	32

6.1.2	Segundo Caso: Pasantía Internacional Universidad Nacional Autónoma De México - Estudio De Patología Estructural Institución Educativa Enrique Millán Rubio .....	33
6.1.3	Problemática de las Instituciones Educativas Públicas del Municipio de Girardot- Cundinamarca.....	34
6.2	Marco Teórico .....	34
6.2.1	Patología en las Edificaciones .....	34
6.2.2	Patología estructural.....	35
6.2.3	Lesiones Constructivas .....	35
6.3	Marco Conceptual.....	36
6.3.1	Deterioro .....	36
6.3.2	Distorsión e Inclinación .....	36
6.3.3	Fisura .....	36
6.3.4	Grieta .....	37
6.3.5	Desprendimiento .....	37
6.3.6	Corrosión .....	37
6.3.7	Hormiguero .....	37
6.3.8	Desagregación.....	38
6.3.9	Humedad.....	38
6.4	Marco Legal.....	38
7.	METODOLOGÍA .....	39

<b>7.1</b>	<b>Zona de Estudio.....</b>	<b>39</b>
<b>7.2</b>	<b>Tipo de Estudio .....</b>	<b>39</b>
<b>7.3</b>	<b>Materiales y Métodos.....</b>	<b>40</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Base de Datos.....</b>	<b>40</b>
<b>7.4</b>	<b>Diseño Metodológico.....</b>	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>HISTORIA CLÍNICA .....</b>	<b>42</b>
<b>8.1</b>	<b>Responsables del Estudio.....</b>	<b>42</b>
<b>8.2</b>	<b>Autorización del Estudio .....</b>	<b>42</b>
<b>8.3</b>	<b>Datos Generales del Paciente .....</b>	<b>42</b>
<b>8.4</b>	<b>Altura De La Edificación.....</b>	<b>43</b>
<b>8.5</b>	<b>Estado General de Conservación.....</b>	<b>44</b>
<b>9.</b>	<b>RESULTADOS Y DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>45</b>
<b>9.1</b>	<b>Ensayos No Destructivos- Evaluación del Estado Actual y Propiedades de los Materiales.</b>	
	45	
<b>9.1.1</b>	<b>Técnicas de Muestreo.....</b>	<b>46</b>
<b>9.2</b>	<b>Prueba de Esclerómetro .....</b>	<b>46</b>
<b>9.3</b>	<b>Ferrosan Prueba de Detección de Refuerzos de la Institución Educativa .....</b>	<b>53</b>
<b>9.4</b>	<b>Laboratorio de Suelos-Apique .....</b>	<b>55</b>
<b>9.5</b>	<b>Planos del Estado Actual de la Estructura .....</b>	<b>57</b>
<b>9.6</b>	<b>Planos de Daños.....</b>	<b>59</b>



<b>9.7</b>	<b>Fichas de Calificación .....</b>	<b>61</b>
<b>9.7.1</b>	<b>Origen Físico.....</b>	<b>64</b>
<b>9.7.2</b>	<b>Origen Mecánico .....</b>	<b>65</b>
<b>9.7.3</b>	<b>Origen Químico.....</b>	<b>65</b>
<b>9.8</b>	<b>Control de Asentamientos .....</b>	<b>66</b>
<b>9.9</b>	<b>Topografía .....</b>	<b>70</b>
<b>10.</b>	<b>VULNERABILIDAD SÍSMICA.....</b>	<b>72</b>
<b>10.1</b>	<b>Evaluación General de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta.....</b>	<b>72</b>
<b>10.1.1</b>	<b>Evaluación General del Bloque de Primaria .....</b>	<b>72</b>
<b>10.1.2</b>	<b>Evaluación General del Bloque de Bachillerato.....</b>	<b>73</b>
<b>10.1.3</b>	<b>Configuración Estructural del Bloque de Primaria.....</b>	<b>73</b>
<b>10.1.4</b>	<b>Configuración Estructural Del Bloque De Bachillerato .....</b>	<b>74</b>
<b>10.1.5</b>	<b>Materiales del Bloque de Primaria.....</b>	<b>75</b>
<b>10.1.6</b>	<b>Materiales del Bloque de Bachillerato.....</b>	<b>75</b>
<b>10.1.7</b>	<b>Cargas Estimadas del Bloque de Primaria .....</b>	<b>76</b>
<b>10.1.8</b>	<b>Cargas Estimadas del Bloque de Bachillerato.....</b>	<b>77</b>
<b>10.1.9</b>	<b>Análisis Estructural del Bloque de Primaria.....</b>	<b>78</b>
<b>10.1.10</b>	<b>Análisis Estructural del Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>79</b>
<b>10.1.11</b>	<b>Solicitantes Sísmicas Equivalentes en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>79</b>

10.1.12	<b>Coefficiente de Disipación de Energía</b> .....	81
10.1.13	<b>Calificación de la Calidad de la Construcción, Diseño Original y Estado de Conservación</b> .....	82
10.1.14	<b>Análisis Elástico de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta -Fuerza Horizontal Equivalente</b> .....	82
10.1.15	<b>Análisis Dinámico de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta</b> .....	83
10.1.16	<b>Relación Entre Demanda y Capacidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta</b> .....	84
10.1.17	<b>Análisis de Vulnerabilidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta</b> .....	87
11.	<b>PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</b> .....	87
11.1	<b>Fisuras Por Asentamiento Continuo</b> .....	88
11.1.1	<b>Alternativa Intervención</b> .....	89
11.2	<b>Grieta por asentamiento Continuo</b> .....	89
11.2.1	<b>Alternativa de Intervención</b> .....	90
11.3	<b>Desprendimiento de Concreto en Elementos Estructurales</b> .....	91
11.3.1	<b>Alternativa de Intervención</b> .....	92
11.4	<b>Desprendimiento de Elementos no Estructurales</b> .....	93
11.4.1	<b>Alternativa de Intervención</b> .....	93
11.5	<b>Corrosión</b> .....	94
11.5.1	<b>Alternativa de Intervención</b> .....	94

<b>11.6</b>	<b>Hormiguo .....</b>	<b>95</b>
<b>11.6.1</b>	<b>Alternativa de Intervención .....</b>	<b>96</b>
<b>11.7</b>	<b>Humedades .....</b>	<b>97</b>
<b>11.7.1</b>	<b>Alternativa de Intervención .....</b>	<b>97</b>
<b>11.8</b>	<b>Presupuesto.....</b>	<b>98</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>99</b>
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>101</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Lista de Chequeo.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 2. Datos Generales.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 3. Toma de Muestra de Esclerometría Primer Piso -Bloque de Bachillerato.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 4. Toma de Muestra de Esclerometría Primer Piso -Bloque de Bachillerato.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 5. Toma de Muestra de Esclerometría Segundo Piso -Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 6. Toma de Muestra de Esclerometría Viga -Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 7. Evaluación de Carga Muerta del Bloque de Primaria .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 8. Evaluación de Carga Muerta del Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 9. Parámetros Sísmicos de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 10. Índice De Flexibilidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE IMÁGENES

<b>Imagen 1. Localización de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta.....</b>	<b>20</b>
<b>Imagen 2. Árbol de Problema.....</b>	<b>21</b>
<b>Imagen 3. Ubicación Geográfica de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>29</b>
<b>Imagen 4. Información Catastral de la Institución educativa Policarpa Salavarrieta.....</b>	<b>29</b>
<b>Imagen 5. Ficha de Calificación.....</b>	<b>31</b>
<b>Imagen 6. Diagrama de la Metodología .....</b>	<b>41</b>
<b>Imagen 7. Institución educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>43</b>
<b>Imagen 8. Plano Arquitectónico Primer Piso .....</b>	<b>44</b>
<b>Imagen 9. Plano Arquitectónico Segundo Piso.....</b>	<b>45</b>
<b>Imagen 10. Esclerómetro.....</b>	<b>46</b>
<b>Imagen 11. Toma de Ensayo con Esclerómetro en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>48</b>
<b>Imagen 12. Toma de Ensayo con Esclerómetro en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>48</b>
<b>Imagen 13. Toma de Ensayo con Esclerómetro en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>49</b>
<b>Imagen 14. Ferroskan A Los Elementos Estructurales .....</b>	<b>54</b>
<b>Imagen 15. Ferroskan en el Bloque de Primaria.....</b>	<b>54</b>
<b>Imagen 16. Estudio de Suelos-Apique.....</b>	<b>55</b>
<b>Imagen 17. Tabla Resumen de Resultados.....</b>	<b>56</b>
<b>Imagen 18. Perfil Estratigráfico del Suelo Encontrado.....</b>	<b>57</b>

<b>Imagen 19. Capacidad Admisible de Suelo Encontrado .....</b>	<b>57</b>
<b>Imagen 20. Plano Arquitectónico Actualizado De La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>58</b>
<b>Imagen 21. Plano Estructural Actualizado de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>59</b>
<b>Imagen 22. Planos de Daños de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>60</b>
<b>Imagen 23. Planos de Daños de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>60</b>
<b>Imagen 24. Ficha de Calificación de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>62</b>
<b>Imagen 25. Porcentaje de Lesiones Encontradas en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>63</b>
<b>Imagen 26. Asignación de La Severidad de las Lesiones Encontradas en la Institución Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>64</b>
<b>Imagen 27. Control de Asentamientos en la Institución Educativa .....</b>	<b>66</b>
<b>Imagen 28. Control de Asentamientos Bloque de Primaria de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>67</b>
<b>Imagen 29. Control de Asentamientos Bloque de Bachillerato de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta .....</b>	<b>67</b>
<b>Imagen 30. Toma de Asentamientos Bloque de Primaria .....</b>	<b>68</b>
<b>Imagen 31. Toma de Asentamientos Bloque de Bachillerato.....</b>	<b>69</b>
<b>Imagen 32. Asentamiento en el Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>70</b>
<b>Imagen 33. Topografía de la Institución Educativa.....</b>	<b>71</b>
<b>Imagen 34. Levantamiento Estructural del Bloque de Primaria .....</b>	<b>73</b>

<b>Imagen 35. Levantamiento Estructural del Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>74</b>
<b>Imagen 36. Modelo en Sap 2000 del Bloque de Primaria.....</b>	<b>78</b>
<b>Imagen 37. Modelo en Sap 2000 del Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>79</b>
<b>Imagen 38. Espectro de Aceleraciones .....</b>	<b>80</b>
<b>Imagen 39. Espectro de Diseño Grafica.....</b>	<b>81</b>
<b>Imagen 40. Calidad del Diseño y la Construcción NSR-10 .....</b>	<b>82</b>
<b>Imagen 41. Modos de Vibración del Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>83</b>
<b>Imagen 42. Modos de Vibración del Bloque de Primaria .....</b>	<b>84</b>
<b>Imagen 43. Índice de Sobre Esfuerzo en Columna en el Área de Bachillerato .....</b>	<b>85</b>
<b>Imagen 44. Índice de Sobre Esfuerzo en el Área de Primaria .....</b>	<b>85</b>
<b>Imagen 45. Chequeo de Derivas del Bloque de Bachillerato .....</b>	<b>86</b>
<b>Imagen 46. Chequeo de Derivas del Bloque de Primaria.....</b>	<b>86</b>
<b>Imagen 47. Resumen del Presupuesto de la Intervención .....</b>	<b>98</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo I: Documentación recolectada en los entes gubernamentales (oficios, respuesta de oficio, planos, informe estructural desde la parte visual)
- Anexo II: Fichas Calificación
- Anexo III: Planos Arquitectónico y estructural
- Anexo: IV: Planos de Daños
- Anexo V: Ensayos no Destructivos
- Anexo VI: Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa
- Anexo VII: Presupuesto de la Propuesta de intervención
- Anexo VIII: Planos de Intervención



## RESUMEN

La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta se construyó hace 24 años y forma a estudiantes de educación básica primaria y básica secundaria con unos 600 estudiantes en un espacio de 2.904 metros cuadrados, ya que la institución no se construyó con ninguna normativa de sismo resistente y considerando que llevaba más de 24 años en servicio se consideran los efectos por las lesiones y vulnerabilidad de las condiciones ambientales, el uso y la falta de mantenimiento preventivo. Esta monografía tiene como objetivo determinar el estado actual de la edificación mediante ensayos no destructivos y producto de este análisis realizar una propuesta de intervención.

**Palabras Claves:** Patología de la Construcción, Vulnerabilidad Sísmica, Ensayos no destructivos, Historia Clínica.

## ABSTRACT

The Policarpa Salavarrieta Educational Institution was built approximately 24 years ago and fulfills the function of training basic primary and basic secondary education students with approximately 600 students in a space of 2,904 square meters, because the institution was not built with any earthquake-resistant regulations and taking into account that it had been in service for more than 24 years, the effects of injuries and vulnerability caused by environmental conditions, use and lack of preventive maintenance must be considered. This monograph aims to determine the current state of the building through non-destructive testing and, as a result of this analysis, make an intervention proposal.

**Keywords:** Construction Pathology, Seismic Vulnerability, Non-destructive testing, Clinical History.

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Educativo Policarpa Salavarrieta, en el municipio de Girardot, Cundinamarca en la Carrera 6 No 40-25 en el Barrio Kennedy, es una institución icónica que desde su fundación en 1999 nunca ha dejado de formar estudiantes de primaria y secundaria con más de 5.000 egresados. Por lo que se considera este establecimiento fundamental para la comunidad educativa de la región. El paso del tiempo la edificación ha afectado por los efectos de las cargas ambientales, el uso y la falta de mantenimiento preventivo, causando lesiones que comprometan el funcionamiento seguro y eficiente de la construcción, ya que la Institución Educativa no se construyó bajo ningún sismo resistente, por lo que probablemente la vulnerabilidad sísmica sea alta porque pone en riesgo la integridad de la edificación y la vida de la comunidad educativa, por lo que se debe estudiar patología que determine la vulnerabilidad encontrada en la construcción por problemas constructivos.

Se debe de tener en cuenta que un “estudio de patología consiste en realizar una investigación detallada para encontrar el origen de las enfermedades y determinar la mejor solución posible sin que afecte la funcionalidad de todos los elementos que compone una edificación” (Vera Guarnizo, Miranda Gutierrez, & Monroy Gutierrez , 2022)



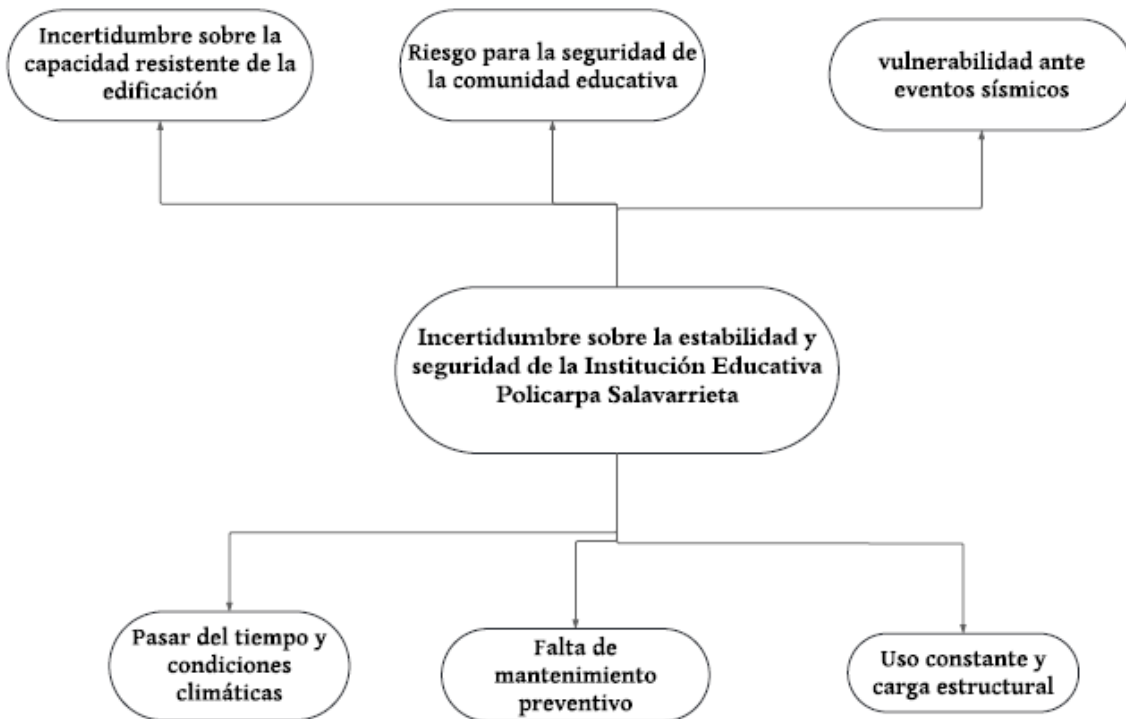
En este estudio se empleará una metodología mixta fundamentada con fichas de calificación que determinan el estado actual de la Institución Educativa y ensayos no destructivos para evaluar la integridad de la estructura analizando datos.

El compromiso social con la seguridad y la calidad educativa motiva este proyecto, que afecta directamente a los estudiantes y a la comunidad.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Árbol de Problema

Imagen 2. Árbol de Problema



Nota. Árbol de Problema. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

## **1.2 Descripción del Problema**

Por la importancia de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta como formadora de estudiantes, de ser un establecimiento icónico para Girardot por llevar más de 24 años ejerciendo sus funciones y con la necesidad de mantener este servicio los próximos años, garantizando el funcionamiento y la seguridad para la comunidad.

Se debe considerar las afectaciones o lesiones generadas por el paso del tiempo, las condiciones climáticas, las cargas, el uso, modificaciones y falta de mantenimientos realizados; razón por la cual se desconoce el estado actual de la edificación respecto a su capacidad resistente, la seguridad y servicio para cumplir con los requerimientos solicitados por el Ministerio de Educación Nacional.

Por lo anterior, se tiene la necesidad de evaluar las condiciones de los materiales y la integridad de la edificación. la cual se encuentra en un estado que requiere un análisis patológico debido a las lesiones encontradas en el área del bloque de primaria y de bachillerato. Además, se busca determinar la vulnerabilidad de esta edificación ante un evento sísmico. La incertidumbre surge por no tener una evaluación actual sobre el estado de la edificación y su vulnerabilidad, así como, las consecuencias o efectos de las lesiones y patologías sobre su resistencia, durabilidad y servicio cuestionan la estabilidad de la estructura que puede poner en riesgo la seguridad de la comunidad educativa. El estudio patológico propuesto busca mediante ensayos no destructivos y mediante fichas de calificación las cuales determinan el estado actual de la edificación y así generar la propuesta de intervención.

### **1.3 Formulación o pregunta problema**

¿Qué principales patologías hay en la institución educativa Policarpa Salavarrieta-Girardot Cundinamarca y cuál sería la propuesta de rehabilitación acorde a la necesidad de la edificación?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

Desarrollar el informe de patología y el análisis de vulnerabilidad sísmica del Instituto Educativo Policarpa Salavarrieta ubicado en el municipio Girardot-Cundinamarca con el fin de establecer propuesta de intervención para mejorar la seguridad, la durabilidad y la estabilidad.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las lesiones existentes incluyendo daños visibles, mediante ensayos no destructivos y fichas de Calificación.
- Realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica, teniendo en cuenta factores como: la ubicación geográfica, las características del suelo y el tipo de construcción, se realiza la modelación mediante el programa estructural Sap 2000.
- Formular propuesta de intervención producto de las lesiones detectadas en la institución educativa mediante los resultados de los ensayos y el modelo obtenido anteriormente.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

#### **3.1 Humanos**

La elección de la institución educativa Policarpa Salavarrieta para estudiar patología y vulnerabilidad sísmica se basa en fundamentos importantes como el espíritu del servicio, el compromiso social, alineados con la misión y la visión de la UNIMINUTO, caracterizada por su proyección social y su compromiso con el bienestar de la comunidad educativa que es el futuro de Colombia.

#### **3.2 Social**

UNIMINUTO se ha destacado por su compromiso con la responsabilidad social y el servicio a la comunidad. Como parte de esta responsabilidad, es esencial que abordemos los problemas que afectan a la institución educativa, ya que su estado actual y de funcionamiento influye directamente en la calidad de la educación que brindan a los estudiantes el futuro del país.

#### **3.3 Ambiental**

El edificio de la institución educativa Policarpa Salavarrieta lleva más de 24 años funcionando y con el pasar del tiempo, ha experimentado un desgaste producto de las condiciones ambientales y las cargas naturales. La falta de inversión en mantenimiento preventivo y reparaciones ha contribuido al deterioro de la infraestructura. Esto puede aumentar el riesgo de colapso durante un evento sísmico o incluso debido a condiciones climáticas extremas.



Si la estructura de la institución llegara a colapsar, podría tener un impacto ambiental significativo como, por ejemplo; la demolición de una de sus aulas puede generar grandes cantidades de residuos de construcción y demolición (RCD), que pueden contener materiales peligrosos como amianto, plomo o productos químicos tóxicos si no se gestionan adecuadamente, durante el proceso de demolición, es posible que se liberen contaminantes del suelo y el agua subterránea si no se toman precauciones adecuadas para contener y manejar los residuos.

El colapso de la institución educativa como institución icónica de Girardot puede tener impactos socioeconómicos en la comunidad circundante, como la pérdida de empleos, la interrupción del tráfico y la disminución del valor de las propiedades.

### **3.4 Económico**

El posible colapso de un aula educativa en la institución educativa puede tener impactos socioeconómicos en la comunidad circundante, como la pérdida de empleos, la interrupción del tráfico, pérdida de inversión, la disminución del valor de las propiedades y pérdida de oportunidades educativas.

La Institución es fundamental para la comunidad y sus estudiantes. Su funcionamiento continuo es esencial para brindar educación de calidad y apoyar el desarrollo de la comunidad. Por lo tanto, es imperativo abordar las patologías y lesiones existentes para mantener en funcionamiento la institución.

#### **4. ANTECEDENTES**

Las patologías de las construcciones son un campo de investigación, que examina las lesiones, fallas y problemas que pueden afectar a las estructuras. Este ámbito multidisciplinario no solo implica el análisis de lesiones visibles, sino que también busca comprender las causas subyacentes que contribuyen a la degradación de las edificaciones. En esta monografía, exploraremos los antecedentes históricos y técnicos de la patología de la construcción, haciendo un seguimiento desde las primeras manifestaciones de problemas constructivos hasta su estado actual. Desde los inicios de las civilizaciones hasta la actualidad, la construcción ha sido una expresión tangible del progreso humano, pero ha venido acompañada de desafíos inherentes. Este estudio busca establecer las causas de las patologías, pero a su vez determinar el estado actual de la Institución Educativa.

La efectividad del diagnóstico de las lesiones y el análisis de estas depende del método que se emplea en cada estructura, por ende, se necesita una investigación exhaustiva desde la parte de la historia clínica y definición de las lesiones.

La normativa colombiana con base en las construcciones inició la necesidad de resistir a los diferentes sismos del estado colombiano, actualmente la normatividad que rige las edificaciones establece parámetros para proteger a los que viven en estas. En desarrollo de ese marco normativo, mediante El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) es el mayor exponente normativo para construcción de las estructuras.

A continuación, se relacionan desarrollos normativos de la época que son relevantes para la construcción de las edificaciones:

- Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes: Decreto 1400 de 1984.
- Ley 400 de 1997 “Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes”.
- Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-98): Decreto 33 de 1998
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10): Decreto 926 del 2010

## 5. ALCANCES

El alcance de esta investigación abarcará la inspección visual de los elementos visibles a simple vista en la edificación, complementada con ensayos no destructivos y el uso de equipos especializados para examinar únicamente la superficie de la estructura. Esto nos permite identificar únicamente lesiones evidentes, tales como grietas, desgaste superficial, humedades, deformaciones visibles, entre otros.

Además, se hará la respectiva búsqueda de información necesaria para establecer la condición actual de la Institución Educativa en estudio. La valoración se realiza de acuerdo con el tipo y la gravedad de las lesiones. Para ello se desarrolla mediante una metodología para estudios de patología con estas fases: documentación, observación de campo, toma de datos y el informe preliminar.

## 5.1 Documentación

En esta etapa se determinaron con una lista de chequeo los ensayos y cantidad de información para recolectar y analizar, para orientar el tipo de investigación para el estudio de Patología.

**Tabla 1. Lista de Chequeo**

LISTA DE CHEQUEO		
	SI	NO
Nombre del Proyecto	X	
Fase de Documentación	X	
Visitas de Inspección Visual	X	
Estudio Geotécnico	X	
Topografía	X	
Ensayos no Destructivos	X	
Evaluación de Cargas	X	
Vulnerabilidad Sísmica de la Institución Educativa	X	
Propuesta de Intervención con Presupuesto	X	
Planos de estado actual de la Estructura	X	
Planos de Daños	X	
Planos de Intervención	X	
Fichas de Calificación	X	

Nota. Lista de Chequeo. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### 5.1.1 Identificación General de la Institución Educativa

La estructura objeto del estudio de Patología tiene uso Institucional, la cual es una institución educativa emblemática para comunidad Girardoteña

### 5.1.2 Localización Geográfica

La Institución Educativa en estudio está localizada en el municipio de Girardot-Cundinamarca en la Carrera 6 No 40- 25 en el Barrio Kennedy.

**Imagen 3. Ubicación Geográfica de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Ubicación Geográfica de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Google Earth-2024.

**5.1.3 Zona de Amenaza Sísmica**

La Institución Educativa pertenece a una zona sísmica intermedia, con un suelo con arenas mal graduadas. Además, la alcaldía municipal de Girardot obtuvo la información catastral. de la edificación.

**Imagen 4. Información Catastral de la Institución educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Información Catastral de la Institución educativa Policarpa Salavarrieta. Alcaldía Municipal de Girardot.

#### **5.1.4 Revisión del Proyecto Original y Registros de Construcción.**

La institución educativa Policarpa Salavarrieta fue construido en el año 1999, además se acercó a los entes territoriales para recolectar información sobre esta edificación como el proceso o documentos sobre la licencia de construcción, pero la única información hallada fueron los planos arquitectónicos y un informe desde la parte visual en el área de bachillerato

#### **5.1.5 Tipo de Cimentación**

En esta investigación, no se dispuso de la información necesaria para determinar el tipo de cimentación de la edificación. Por tanto, se llevará a cabo un estudio adicional que incluirá un apique para realizar pruebas de laboratorio de suelos. Esto nos permitirá identificar la cimentación de la estructura y el tipo de suelo sobre el que se asienta la edificación.

#### **5.1.6 Tipo de Suelo**

Se desconoce el tipo de suelo que se encuentra en la institución educativa ni tampoco se encontró respectiva información sobre esto en los entes gubernamentales.

#### **5.1.7 Sistema Estructural de la Institución Educativa**

En la institución educativa se encuentra dividida por bloques, que está el bloque de primaria, donde no lleva un sistema estructural si no solo se forma por muros de mampostería; en el bloque de bachillerato, y en el bloque de bachillerato, donde hay una cubierta liviana.

### 5.1.8 Grupo de Uso de la Institución Educativa

El grupo de uso para la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta se clasifica en el grupo III - Edificaciones de Atención a la Comunidad, con un coeficiente de importancia de 1.25.

### 5.2 Observación de Campo

En esta fase se realizó el levantamiento grafico de los daños encontrados con el apoyo de fichas de Calificación y el tipo de lesiones halladas en la edificación como lo muestra la siguiente imagen y según las zonas delimitadas para el estudio que son el área de bachillerato y primaria.

Imagen 5. Ficha de Calificación

ESTUDIO DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL INSTITUTO EDUCATIVO POLICARPA SALAVARRIETA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT-CLINDINAMARCA				UNIMINUTO CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS EDUCACIÓN DE CALIDAD AL ALCANCE DE TODOS VIGILADA MINEDUCACIÓN			
FICHA PATOLÓGICA							
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO		INSTITUTO EDUCATIVO POLICARPA SALAVARRIETA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT-CLINDINAMARCA					
FECHA DE MEDICIÓN	DIRECCIÓN	CARRERA Y NO. 40-25 EN EL BARRIO GEMINIST	CIUDAD	GIRARDOT	Nº DE CERRA		
SOCIALIZACIÓN							
ELEMENTO AFECTADO		<p>Muro lateral izquierdo del Bloque de Primaria en el Salón de Preescolar</p>					
GRADO DE LESIÓN		ELEMENTO ESTRUCTURAL		URGENCIA DE INTERVENCIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	
LEVE	SI			LEVE		57	SOBRECARGAS
MODERADO	NO	X		MODERADA	X	58	VIBRACIONES
SEVERO	X			ALTA		59	CARGAS DINÁMICAS
INDICIOS REALIZADOS		CONCLUSIONES		GRADO		EJECUCIÓN	
PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN	SI	PRESENTE A CARBONATACIÓN		57	INSUFICIENTE	63	CANTIDAD INSUFICIENTE
	NO	NO		60	RECURRIMIENTO INSUFICIENTE	64	RECURRIMIENTO INSUFICIENTE
RESISTENCIA A COMPRESIÓN	SI	RESISTE A LAS CARGAS APLICADAS		61	DESAIGUADO PRECIZO	65	DESAIGUADO PRECIZO
	NO	NO		62	MANTENIMIENTO	67	FALTA DE MANTENIMIENTO
				63	OTROS	68	OTROS
INDICIOS REALIZADOS		CONCLUSIONES		DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN		POSIBLES CAUSAS	
PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN	SI	PRESENTE A CARBONATACIÓN		Este flujero se encuentra en el área del salón de preescolar, donde su clasificación es una lesión mecánica con una severidad leve con respecto al elemento donde se encuentra.		La causa probable de esta lesión es que puede ser una flujera por asentamiento puntual y puede ser debido al viento sobre el cual está construida la estructura la cual se mueve o se comprime con el tiempo, por lo que puede provocar flujeros en las paredes, techos o cieloscos.	
RESISTENCIA A COMPRESIÓN	SI	RESISTE A LAS CARGAS APLICADAS				Se aconseja hacer sistemas de drenaje adecuados y una planificación adecuada de la gestión de aguas pluviales alrededor de la estructura.	

Nota. Ficha de Calificación del estudio de la Institución. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### **5.3 Toma de Datos**

Durante esta etapa, se logró establecer el estado de conservación y mantenimiento actual de la edificación mediante un detallado levantamiento del daño. Esta información se registra meticulosamente en fichas de Calificación, las cuales proporcionan una calificación que identifica el tipo de lesión, ya sea de origen químico, físico o mecánico. Cada ficha describe de manera específica las causas subyacentes de la lesión observada.

### **5.4 Informe Preliminar**

Según la información de la investigación preliminar y en visitas de campo, se obtuvo una calificación sobre el estado de conservación edificación que se considera buena, pero no tiene mantenimiento preventivo, aspecto que permite realizar respectivos ensayos no destructivos para identificar y analizar el estado actual de la construcción y formular una propuesta de intervención.

## **6. MARCO DE REFERENCIA**

### **6.1 Estado del Arte**

#### **6.1.1 Primer Caso: Estudio Patológico de las Instalaciones de la Institución Educativa Fundación Para el Desarrollo de la Investigación -Fdi- en la Ciudad de Barranquilla**

En este estudio de patología se aborda un análisis de la salud estructural de las construcciones pertenecientes a la institución FDI en Barranquilla, Colombia. Eran edificaciones fundadas hace aproximadamente medio siglo y han experimentado cambios de función que han alterado las



cargas de diseño originales. En este caso de estudio abarca la recopilación de la historia constructiva, el diagnóstico detallado, y sugiere intervenciones que consideran incluso la posibilidad de demoler y reconstruir las estructuras, evaluando sus implicaciones económicas. (Gärtner Jaramillo, Beltrán Núñez, Romero Martínez, & Buenahora Bonfante, 2020)

### **6.1.2 Segundo Caso: Pasantía Internacional Universidad Nacional Autónoma De México - Estudio De Patología Estructural Institución Educativa Enrique Millán Rubio**

Este análisis patológico se llevó a cabo en la Institución Educativa Enrique Millán Rubio, ubicada en la Vereda Buena Vista del municipio de Dosquebradas. Esta institución fue construida en 1960, y dado su tiempo de existencia y las normativas constructivas de la época, surge la necesidad de evaluar el estado actual de la edificación.

Durante la primera inspección, se observó que la edificación había sufrido deterioro tanto por el paso del tiempo como por el uso continuo. El estudio se desarrolló en tres fases distintas: la primera consistió en recopilar información relevante sobre la estructura. La segunda fase incluyó dos visitas de campo: la primera para inspecciones visuales y levantamientos estructurales, y la segunda para realizar pruebas de FerroScanner. En la tercera fase, se llevó a cabo una modelación estructural para determinar si la edificación cumplía con los requisitos establecidos por la NSR-10.

La Institución Educativa Enrique Millán Rubio presenta problemas tanto estructurales como funcionales debido a su deterioro. Además, enfrenta vulnerabilidades, especialmente durante la temporada de lluvias, debido a la presencia de taludes cercanos que representan una amenaza para la seguridad de los estudiantes. (CRUZ HERRERA & PEREZ, Universidad Libre, 2017)

### **6.1.3 Problemática de las Instituciones Educativas Públicas del Municipio de Girardot-Cundinamarca**

En este proceso se describe una evaluación cuantitativa y cualitativa de las condiciones estructurales de las instituciones educativas. Se utilizan ensayos no destructivos tanto en campo como en laboratorio para determinar la gravedad de las lesiones. Las patologías identificadas son de naturaleza mecánica y física, y presentan características similares en todas las instituciones, como humedad, presencia de microorganismos, eflorescencias, fisuras, grietas, desprendimientos, erosiones, suciedad, deformaciones, oxidación y corrosión.

A través del análisis del estado actual de las instituciones, se evalúa si otras instalaciones educativas en el país tienen condiciones similares o peores. Se enfatiza la necesidad de realizar mantenimientos preventivos y establecer un sistema de alerta temprana. Las fallas identificadas señalan la falta de control por parte de las autoridades competentes, lo que subraya la importancia de llevar a cabo estudios que determinen el verdadero estado de todas las instituciones educativas públicas y privadas, con el fin de prevenir la pérdida de vidas humanas. (VERA GUARNIZO, MONROY GUTIERREZ , & PERICO GRANADO , 2020)

## **6.2 Marco Teórico**

### **6.2.1 Patología en las Edificaciones**

El término "estudio de patología de la edificación" se utiliza en un sentido general por dos razones principales. En primer lugar, se emplea para referirse a la detección y diagnóstico de lesiones y daños relevantes en la estructura. En segundo lugar, se evita hacer el título interminable al tener

que incluir los campos asociados al estudio de la edificación, que dependen del tipo de intervención que se realice. Estos campos pueden abarcar aspectos como la historia, arqueología, arquitectura, estructura, medio ambiente, entre otros. (Casas Figueroa, 2019)

### **6.2.2 Patología estructural**

La patología estructural implica el análisis del comportamiento de los elementos que muestran fallas, o lo que comúnmente se denomina "enfermedad", mediante la investigación exhaustiva de sus causas para formular un diagnóstico preciso de la estructura. Este proceso busca identificar las razones subyacentes detrás de las deficiencias observadas, con el objetivo de proponer las medidas necesarias para restaurar las condiciones de seguridad y el funcionamiento óptimo de la edificación. (LIZARAZO TELLEZ, 2021)

### **6.2.3 Lesiones Constructivas**

El número de posibles lesiones constructivas que pueden surgir en un edificio es considerable, especialmente considerando la amplia diversidad de materiales y unidades constructivas empleadas. Estas lesiones se pueden clasificar en tres grandes categorías según la naturaleza del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas. Esta clasificación proporciona un punto de partida crucial y una base fundamental para el diagnóstico preciso de los problemas estructurales. (CRUZ HERRERA & PEREZ, PASANTIA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - ESTUDIO DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL INSTITUCIÓN EDUCATIVA ENRIQUE MILLÁN RUBIO, 2017)

### **6.3 Marco Conceptual**

Se realizó la respectiva investigación e indagación de las lesiones que presenta en los diferentes elementos constitutivos de la institución educativa Policarpa Salavarrieta, por lo tanto, se resaltarán los criterios y definiciones de términos relacionados con la calidad y durabilidad de la edificación que se usarán y definirán en esta investigación son los siguientes:

#### **6.3.1 Deterioro**

El deterioro de los materiales constructivos se engloba en todos aquellos que implican un esfuerzo mecánico sobre un determinado elemento de la estructura que no había sido previsto y que resulta superior al que se había calculado, por lo tanto, es un esfuerzo superior al que el elemento puede soportar (Broto)

#### **6.3.2 Distorsión e Inclinación**

Son faltas de verticalidad en los elementos bien sea de origen por un problema de movilidad posterior. Se producen antes y durante o después de la construcción del edificio. (Broto)

#### **6.3.3 Fisura**

Son aberturas longitudinales que afecta a la superficie de un elemento constructivo, Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas su origen y evolución son distintos y en algunos casos se considera una etapa previa a la aparición de grietas (Broto)

#### **6.3.4 Grieta**

Es toda fragmentación producida en un elemento con entidad estructural aun cuando no sea portante que lo divide en dos o más partes al elemento (Zanni , 2008)

#### **6.3.5 Desprendimiento**

Implica la separación de un material de acabado del soporte al que está habitado normalmente y aparece como consecuencia de lesiones previas como las humedades, deformaciones y grietas. (Olivan, 2014)

#### **6.3.6 Corrosión**

La corrosión es el proceso gradual de desgaste de la superficie del metal, provocado por la formación de una reacción electroquímica en presencia de un electrolito. En este proceso, el metal funciona como ánodo, cediendo electrones hacia el polo positivo, lo que conduce a la disolución de sus moléculas y, como resultado, a la pérdida de material metálico. (Olivan, 2014)

#### **6.3.7 Hormiguero**

Exposición del agregado grueso y vacíos irregulares en la superficie del concreto cuando el mortero presente en la mezcla no logra cubrir todo el espacio alrededor de los agregados haciendo que este pierda capacidad de resistencia (Figuroa & Palacio, 2008)

### **6.3.8 Desagregación**

son ataques químicos sobre el hormigón que proceden tanto del interior como del exterior, esto puede producir en el pilar desagregaciones que se manifiestan en a través de fisura o desconchados en una parte o en toda la superficie del elemento. Este fenómeno es uno de los defectos más difíciles de curar y provoca en su avance una pérdida paulatina de la resistencia hasta llegar a ocasionar el colapso de la estructura. (Broto)

### **6.3.9 Humedad**

La humedad puede tener origen en fenómenos atmosféricos o en condiciones propias del edificio ya sean constructivas por el uso o de falta de mantenimiento. el fenómeno de ingreso de agua en cualquiera de sus estados no solo es nocivo para las personas y especialmente cuando se genera colonias de microorganismos, sino que también afecta a los materiales de la estructura. (Elguero, A. M. , 2004)

## **6.4 Marco Legal**

De acuerdo con las diferentes normativas presentes al momento de hacer un informe de patología en el estado colombiano, las que están presente en la investigación en la institución educativa Policarpa Salavarrieta son las siguientes:

- El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10)

- AIS 410-23: Evaluación y Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Mampostería

## **7. METODOLOGÍA**

Se utilizó una metodología donde el diagnóstico es diferente para cada estructura, aunque se sigue una línea en la recolección de datos y su historial, la edificación se evalúa de forma diferente dependiendo de la gravedad de las lesiones y los resultados de los laboratorios que se hicieron allí.

### **7.1 Zona de Estudio**

La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta se encuentra ubicada en la Carrera 6 No 40- 25 en el barrio Kennedy en el municipio de Girardot-Cundinamarca. Esta institución educativa es muy importante ya que ha prestado su servicio por casi 24 años y beneficia a una comunidad que vive cerca allí.

### **7.2 Tipo de Estudio**

La investigación será cualitativa-cuantitativa porque se recolecta información de la problemática y lesiones del paciente, que se realiza a la estructura para hacer el debido análisis de ellos, por lo que con estos datos recolectados se realizará la respectiva propuesta de intervención de la edificación.

## **7.3 Materiales y Métodos**

### **7.3.1 Base de Datos**

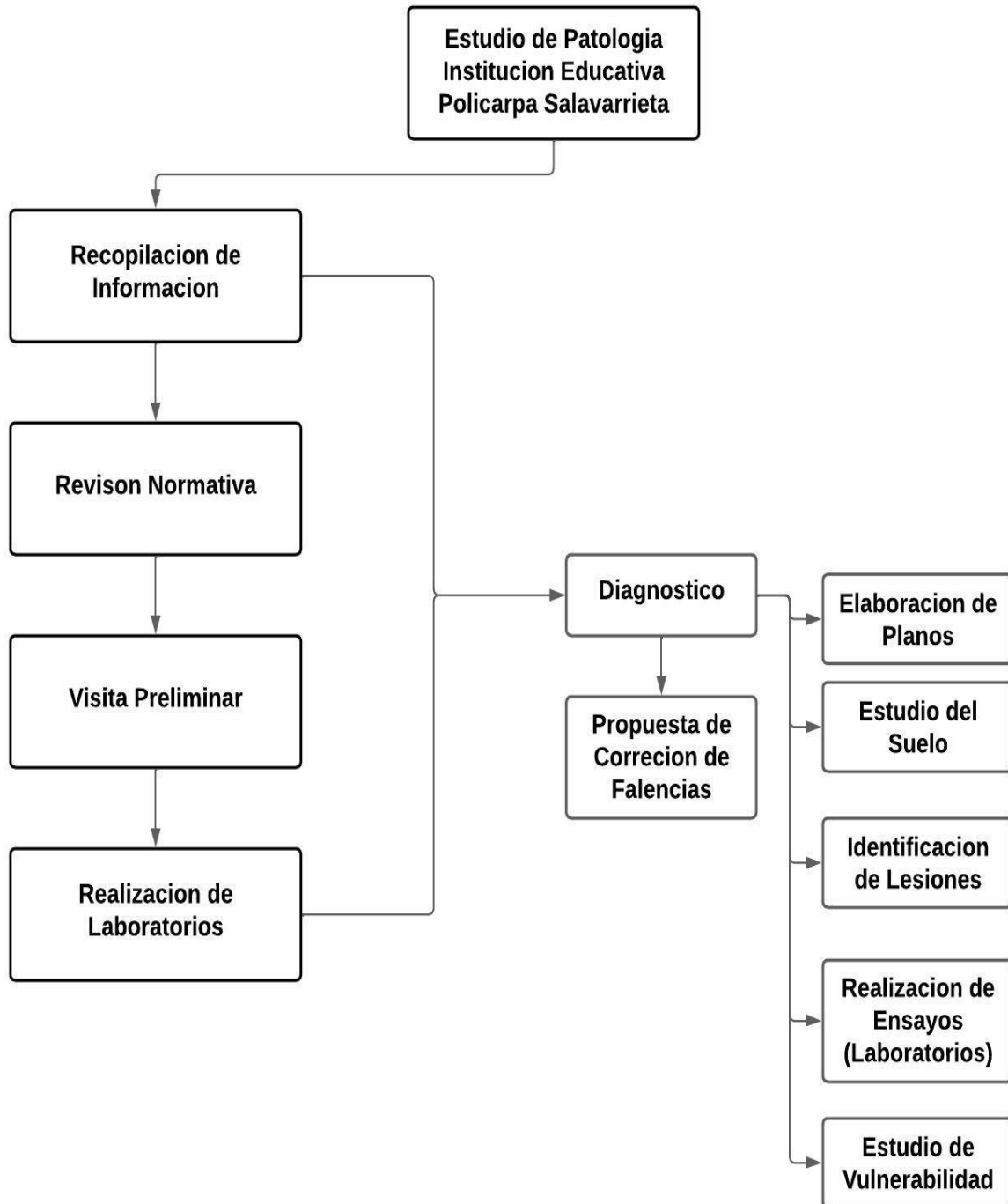
Las bases de datos consultadas son de la universidad universidades nacionales como internacionales. Se hizo una recolección de diferentes artículos científicos y divulgativos, además teniendo en cuenta trabajos de grado y libros referentes a la materia.

### **7.4 Diseño Metodológico**

Partiendo de la investigación y la recolección de datos, a continuación, se presenta a manera de diagrama el paso a paso a seguir en el desarrollo de la metodología



**Imagen 6. Diagrama de la Metodología**



Diseño Metodológico. Fuente: Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

## 8. HISTORIA CLÍNICA

### 8.1 Responsables del Estudio

Los responsables del estudio de la institución educativa Policarpa Salavarrieta ubicado en la Carrera 6 No 40- 25 en el barrio Kennedy en el municipio de Girardot, estará a cargo de las Ingenieras Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia; quienes se encargarán de realizar el estudio patología al paciente seleccionado.

### 8.2 Autorización del Estudio

El Rector William Delgado de la institución educativa Policarpa Salavarrieta, autoriza el estudio patológico en la Institución y se determina mediante comunicación escrita la autorización del ingreso a las instalaciones de la entidad.

### 8.3 Datos Generales del Paciente

**Tabla 2. Datos Generales**

Uso	Educativo
Fecha de construcción	Aproximádote 1999
Sistema constructivo	A porticado y muros en mampostería
Técnica constructiva	Tradicional
Uso actual y previsto	Educativo
Sistema estructural	A porticado y muros en mampostería

Nota. Datos generales. Fuente inspección visual

### Imagen 7. Institución educativa Policarpa Salavarrieta



Nota. Institución educativa Policarpa Salavarrieta. Fotografía tomada por Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

#### 8.4 Altura De La Edificación

La edificación presenta diferentes alturas debido a que son diferentes bloques que presenta en el sector, y se describe de la siguiente manera:

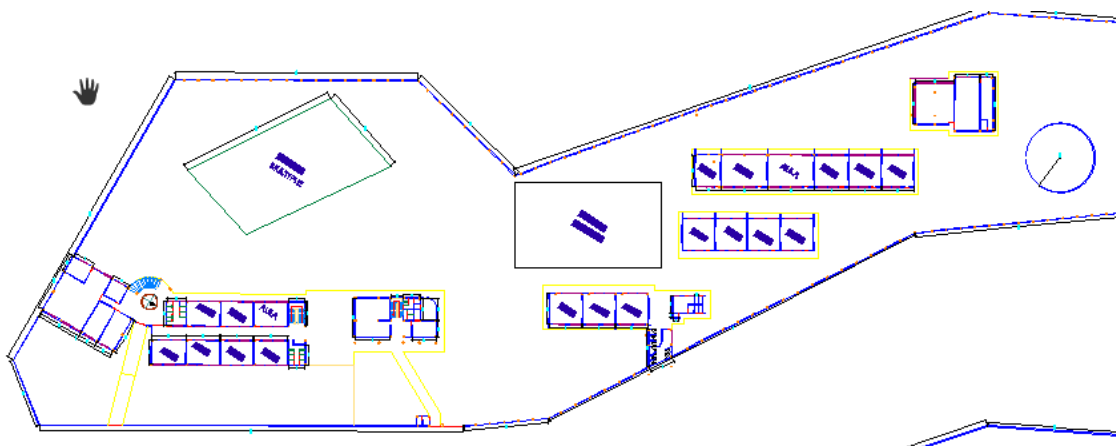
- Bloque primaria: Estructura compuesta por un piso, en donde la altura es de 2.90 mts.
- Bloque comedor: Estructura compuesta por un piso, en donde la altura es de 3.00 mts.
- Bloque bachillerato: Estructura compuesta por dos pisos, en donde la altura en el primer piso es de 7.79 mts. y en el segundo piso es 7.75 mts.
- Bloque administrativo: Estructura compuesta por dos pisos, en donde la altura en el primer piso es de 5.79 mts. y en el segundo piso es 5.70 mts.

### 8.5 Estado General de Conservación

Con los años, se realizaron intervenciones de mantenimiento al edificio según la información suministrada por el personal de labora en la entidad y el rector como: Remodelación del enchape del segundo piso en el bloque de bachillerato y en el bloque de primera se realizó la intervención en un salón con una columna y resanes alrededor.

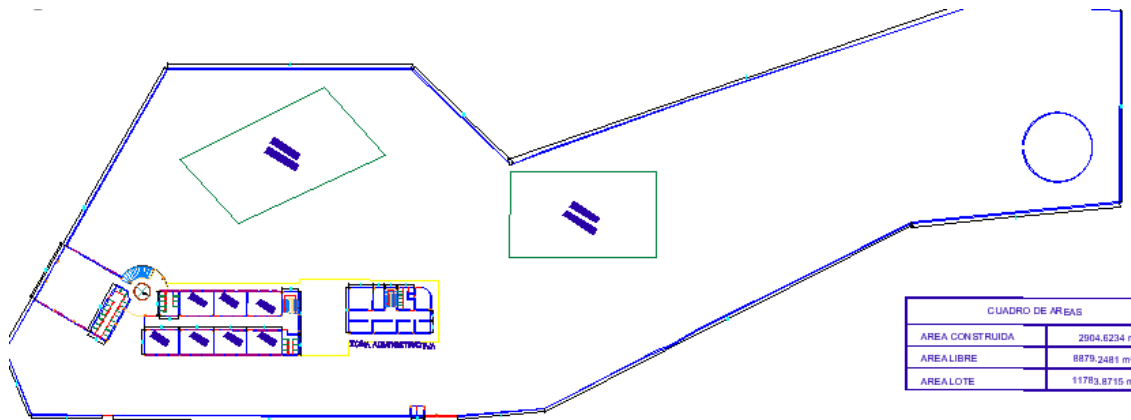
La edificación está construida desde hace aproximadamente de 24 años, además se consultó en el Archivo General de Planeación Municipal y no se encontró información relacionada con estudios de suelos, memorias de cálculo y/o memoria descriptiva del proyecto, pero se encontró documentos en la secretaria de educación del municipio donde hay una copia de planos de la edificación e informe de diagnóstico estructural desde la parte visual, además en los planos no presentan anotaciones de resistencia de materiales ni de cargas de servicio, sólo hay planos arquitectónicos.

**Imagen 8. Plano Arquitectónico Primer Piso**



Nota. Plano arquitectónico primer piso. Arquitecto Eladio galindo calderón

**Imagen 9. Plano Arquitectónico Segundo Piso**



Nota. Plano arquitectónico primer segundo. Arquitecto Eladio Galindo Calderón

## 9. RESULTADOS Y DIAGNÓSTICO

Los ensayos no destructivos y las visitas de campo buscan informar sobre las características de los materiales, una vez obtenidos los resultados del análisis de las muestras, se pueden determinar las características y calidad del material con sus propiedades mecánicas.

### 9.1 Ensayos No Destructivos- Evaluación del Estado Actual y Propiedades de los Materiales.

La evaluación de las propiedades de los materiales y el análisis de la vulnerabilidad para proponer medidas para la propuesta de intervención revelaron la necesidad de llevar a cabo un estudio detallado de los materiales. Estos estudios incluyeron ensayos de laboratorio utilizando muestras obtenidas durante diversas visitas de campo a la institución educativa. Se realizaron utilizando

equipos especializados, los cuales se pudieron hacer diferentes ensayos como laboratorio de suelo, topografía, planos del estado actual de la estructura, planos de daños, control de asentamientos, esclerometría, Ferroskan y fichas de Calificación.

### 9.1.1 Técnicas de Muestreo

Para realizar el muestreo de las pruebas no destructivas realizadas en la institución educativa, se tuvieron en cuenta los criterios establecidos por las normas NTC e Invias que competen a cada uno de los ensayos realizados, y se relacionan en el estudio de materiales

### 9.2 Prueba de Esclerómetro

Estas pruebas se llevaron a cabo utilizando un esclerómetro, una herramienta de control no destructivo del concreto que sigue la norma "Método de Ensayo para Medir el Número de Rebote del Concreto Endurecido NTC 3692-1995". Este dispositivo nos permite estimar la resistencia a la compresión aproximada del concreto mediante curvas de calibración de alta precisión. Además, se utiliza para comparar la calidad del concreto entre distintas áreas de la institución educativa.

#### Imagen 10. Esclerómetro



Nota. Esclerómetro utilizado en el Ensayo. Empresa AYC Soluciones Civiles S.A.S (2024)

La prueba de esclerómetro implica el uso de una barra de acero (émbolo), que recibe el impacto de una pieza de acero impulsada por un resorte. Este impacto se transmite a la superficie de concreto y, debido a la resistencia de este, la pieza rebota. El desplazamiento máximo de la pieza rebote se registra en una escala lineal fija al cuerpo del instrumento.

Antes de llevar a cabo el ensayo, es necesario eliminar cualquier pintura, polvo u otro elemento ajeno al concreto que pueda afectar el índice de rebote. Si la superficie del elemento presenta irregularidades debido a cimbras de madera sin cepillar, estas deben ser pulidas con una piedra abrasiva hasta dejar la superficie completamente lisa.

Para llevar a cabo el ensayo, se posiciona el esclerómetro de forma perpendicular sobre la superficie del concreto a evaluar. Se aplica una ligera presión para permitir que el émbolo se libere y se deja que se extienda hasta alcanzar su máxima extensión, manteniendo la perpendicularidad y una presión uniforme. Una vez que la masa interna del martillo golpea la superficie del concreto, se oprime el botón pulsador y se registra la lectura en la ventana de la escala graduada. El índice de rebote se mide en una escala del 10 al 100, con dos cifras significativas.

**Imagen 11. Toma de Ensayo con Esclerómetro en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Ensayo de Esclerometría. Fotografía tomada por Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Imagen 12. Toma de Ensayo con Esclerómetro en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Ensayo de Esclerometría. Fotografía tomada por Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)



### Imagen 13. Toma de Ensayo con Esclerómetro en la Institución Educativa Policarpa

Salavarrieta



Nota. Ensayo de Esclerometría. Fotografía tomada por Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martín Velandia (2024)

De acuerdo con el ensayo no destructivo, se tiene que los resultados obtenidos por el equipo Esclerómetro arroja una resistencia del concreto de la cual la menor fue de 11 MPa y la mayor resistencia fue de 31 MPa, en cuanto al cumplimiento de los requisitos establecidos en el Título C del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente - NSR10, en el Capítulo C.1 se estipula que toda obra de hormigón diseñada según esta norma no debe tener una resistencia a la compresión  $f'_c$  menor a 17 MPa esto en la normativa actual pero la institución está construida con la normativa vigente que se regía en aquella época, ya que la edificación fue construida en el año de 1999 y la norma vigente de esa época es la NSR-98 (Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes), de acuerdo con esto la resistencia mínima establecida por la NSR-98 es de 17,5 MPa.

La resistencia obtenida de las diferentes tomas en los elementos estructurales en la Institución Educativa se muestra a continuación en las siguientes tablas, además comparando estos resultados con las dos normativas de construcción vigente de la época algunos elementos no tienen la resistencia mínima requerida exigida por la norma NSR- 98 ni por la NSR-10.

**Tabla 3. Toma de Muestra de Esclerometría Primer Piso -Bloque de Bachillerato**

TOMA DE MUESTRAS	1	2	3	4
UBICACIÓN TOMA	<b>COLUMNA PRIMER PISO EJE I-2</b>	<b>COLUMNA PRIMER PISO EJE J-2</b>	<b>COLUMNA PRIMER PISO EJE I-3</b>	<b>COLUMNA PRIMER PISO EJE H-3</b>
1	25	28	32	37
2	35	28	25	38
3	26	32	22	38
4	30	30	22	31
5	28	33	22	31
6	25	34	28	37
7	35	28	20	30
8	36	30	20	32
9	29	34	20	32
10	36	28	28	37
<b>PROMEDIO</b>	31	31	24	34
<b>ANGULO IMPACTO</b>	0°	0°	0°	0°
<b>Kgf/cm2</b>	220	220	130	260
<b>LB/PUL2</b>	<b>3129</b>	<b>3129</b>	<b>1849</b>	<b>3698</b>
<b>Mpa</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>25</b>

Nota Toma de Muestra de Esclerometría Primer Piso. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Tabla 4. Toma de Muestra de Esclerometría Primer Piso -Bloque de Bachillerato**

TOMA DE MUESTRAS	5	6	7	8	9
UBICACIÓN TOMA	COLUMNA PRIMER PISO F-2	COLUMNA PRIMER PISO EJE F-3	COLUMNA PRIMER PISO EJE B-2	COLUMNA PRIMER PISO EJE A-2	COLUMNA PRIMER PISO EJE A-3
1	30	29	32	28	32
2	26	34	25	28	32
3	32	37	30	28	32
4	30	31	28	26	32
5	30	34	30	24	32
6	25	37	26	24	32
7	26	35	30	28	30
8	22	36	30	25	35
9	22	35	28	26	28
10	28	28	30	26	30
<b>PROMEDIO</b>	27	34	29	26	32
<b>ANGULO IMPACTO</b>	0°	0°	0°	0°	0°
<b>Kgf/cm2</b>	165	260	190	158	238
<b>LB/PUL2</b>	<b>2347</b>	<b>3698</b>	<b>2702</b>	<b>2247</b>	<b>3385</b>
<b>Mpa</b>	<b>16</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>23</b>

Nota Toma de Muestra de Esclerometría Primer Piso -Bloque de Bachillerato. Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Tabla 5. Toma de Muestra de Esclerometría Segundo Piso -Bloque de Bachillerato**

TOMA DE MUESTRAS	1	2	3	4
UBICACIÓN TOMA	COLUMNA SEGUNDO PISO EJE D-3	COLUMNA SEGUNDO PISO EJE D-2	COLUMNA SEGUNDO PISO EJE F-3	COLUMNA SEGUNDO PISO F-2
1	25	26	22	38
2	30	30	26	40
3	35	28	26	35
4	26	26	22	35
5	29	26	25	36
6	29	26	22	40
7	34	28	20	32
8	32	28	22	36
9	30	28	20	36
10	30	28	24	36
<b>PROMEDIO</b>	30	27	23	36
<b>ANGULO IMPACTO</b>	0°	0°	0°	0°
<b>Kgf/cm2</b>	210	165	120	290
<b>LB/PUL2</b>	<b>2987</b>	<b>2347</b>	<b>1707</b>	<b>4125</b>
<b>Mpa</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>28</b>

Nota Toma de Muestra de Esclerometría Segundo Piso -Bloque de Bachillerato. Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Tabla 6. Toma de Muestra de Esclerometría Viga -Bloque de Bachillerato**

TOMA DE MUESTRAS	1	2	3	4
UBICACIÓN TOMA	VIGA DE AMARRE ESCALERAS EJE I1-I2	VIGA DE AMARRE ESCALERAS EJE I1-J1	VIGA DE AMARRE ESCALERAS EJE J1-J2	PLACA DE CIMENTACION
1	28	34	34	22
2	28	30	36	20
3	28	34	38	22
4	22	32	36	22
5	28	35	41	22
6	24	37	33	22
7	26	34	37	22
8	25	38	42	21
9	28	34	38	21
10	26	32	43	21
<b>PROMEDIO</b>	26	34	38	22
<b>ANGULO IMPACTO</b>	0°	+90°	0°	0°
<b>Kgf/cm2</b>	158	200	320	110
<b>LB/PUL2</b>	<b>2247</b>	<b>2845</b>	<b>4551</b>	<b>1565</b>
<b>Mpa</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>31</b>	<b>11</b>

Nota. Toma de Muestra de Esclerometría Viga -Bloque de Bachillerato. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### 9.3 Ferroskan Prueba de Detección de Refuerzos de la Institución Educativa

La prueba del scanner consiste en obtener la localización, diámetro y el espesor del recubrimiento de los elementos estructurales de la edificación, para identificar un patrón de distribución del refuerzo de la institución educativa, además estimar el diámetro probable del refuerzo.

### Imagen 14. Ferroskan A Los Elementos Estructurales



Nota. Ferroskan a los elementos estructurales. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

Durante el ensayo, se llevó a cabo en el área destinada al bloque de bachillerato y primaria, donde se identificó una viga aérea en el área de primaria compuesta por varillas de 3/8 con una separación aproximada de 20 cm. Además, en el área de bachillerato, se observó que las columnas presentaban refuerzos de acero de 5/8 en la parte vertical, mientras que, en la parte horizontal, conocida como flejes, se utilizó acero de 3/8.

### Imagen 15. Ferroskan en el Bloque de Primaria



Nota. Ferroskan en el Bloque de Primaria. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

#### 9.4 Laboratorio de Suelos-Apique

Se realizó la exploración o apique en el suelo para verificar el tipo de suelo que se encuentra allí y la cimentación, además se obtienen muestras para la clasificación y caracterización del suelo.

#### Imagen 16. Estudio de Suelos-Apique



Nota. Estudio de Suelos-Apique. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

Se ejecuta la extracción de las muestras para la realización de los ensayos de laboratorio para conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta.

Esta toma de muestras permitió realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Humedad natural.
- Lavado del material en el tamiz No. 200.
- Límites de Atterberg.
- Análisis Granulometría.

- Capacidad admisible con penetrómetro

Los ensayos mencionados previamente se llevaron a cabo siguiendo los parámetros establecidos para la clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (USCS), la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras y Transportes del Estado (AASHTO), y los métodos desarrollados por las normas INVIAS.

- **Nivel Freático:** no se encontró nivel freático.
- **Capa orgánica:** tiene un espesor aproximado de 20 centímetros.
- **Rellenos:** No se encontró rellenos.
- **Características del suelo:** Para conocer las características del suelo se realizan ensayos de laboratorio.

Según los resultados de los laboratorios, se ha encontrado evidencia de que el material presenta una baja plasticidad, lo que indica la presencia de limos mezclados con arena mal gradada. Esto sugiere que el suelo tiene características adecuadas para la construcción. Sin embargo, es importante tener precaución con los posibles asentamientos que podrían ocurrir debido a este tipo de suelo, así como garantizar un buen manejo de las aguas escorrentías



**Imagen 17. Tabla Resumen de Resultados.**

% PASA	LL, %	LP, %	IP, %	G	S	F	w, %	AASHTO	S.U.C.S
0,1	42,2	20,8	21,3	7,5	92,5	0,1	14,67	A-2-7	SP - ML

Nota. Tabla Resumen de Resultados. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)



**Imagen 18. Perfil Estratigráfico del Suelo Encontrado**

PROFUNDIDAD (m)	GRAFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD	SISTEMA DE CLASIFICACION USCS	SISTEMA CLASIFICACION AASHTO	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL	TIPO DE MUESTRA
0,00		N.A	N.A	N.A	CAPA VEGETAL	N.A
0,20						
0,20-1,00		14,67	SP - ML	A-2-7	ARENA MAL GRADUADA DE COLOR CAFE CON POCA HUMEDA SIN PRESENCIA DE NIVEL FREATICO DE ESTRUCTURA HOMOGENEA	ALTERADA

Nota. Perfil Estratigráfico del Suelo Encontrado. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

La capacidad de soporte del suelo se analizó haciendo una penetración con el penetrómetro para obtener la capacidad admisible aceptable del suelo como lo muestra la siguiente tabla:

**Imagen 19. Capacidad Admisible de Suelo Encontrado**

APIQUE NO.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (mt)	CAPACIDAD D KG/CM2	CAPACIDAD TN/M2	TIPO DE ENSAYO
A1	M1	0.00 – 1.00	4.5	44,2	Penetrómetro

Nota. Capacidad Admisible de Suelo Encontrado. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

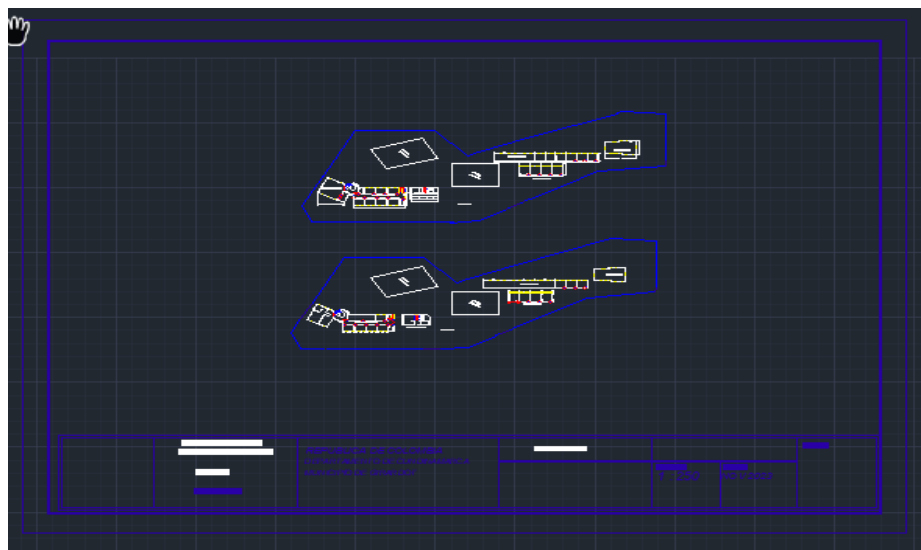
### 9.5 Planos del Estado Actual de la Estructura

La edificación está construida desde hace unos 24 años, por lo que se consultó en el Archivo General de Planeación Municipal y no se encontró información relacionada con Planos u otros

estudios, pero en la secretaria de educación del municipio hay una copia de planos de la edificación del año 2011 e informe de diagnóstico estructural desde la parte visual del 2023, además se hizo el levantamiento arquitectónico y estructural para saber el estado actual de la estructura.

### **Imagen 20. Plano Arquitectónico Actualizado De La Institución Educativa Policarpa**

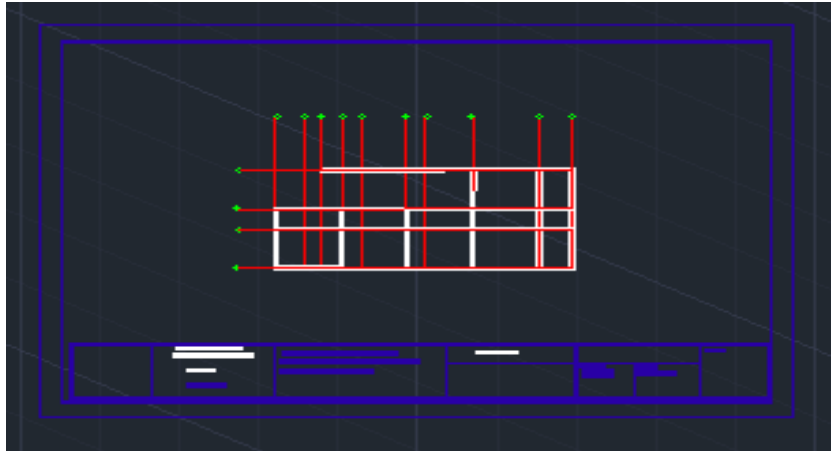
#### **Salavarrieta**



Nota. Plano Arquitectónico Actualizado De La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

## Imagen 21. Plano Estructural Actualizado de la Institución Educativa Policarpa

### Salavarrieta



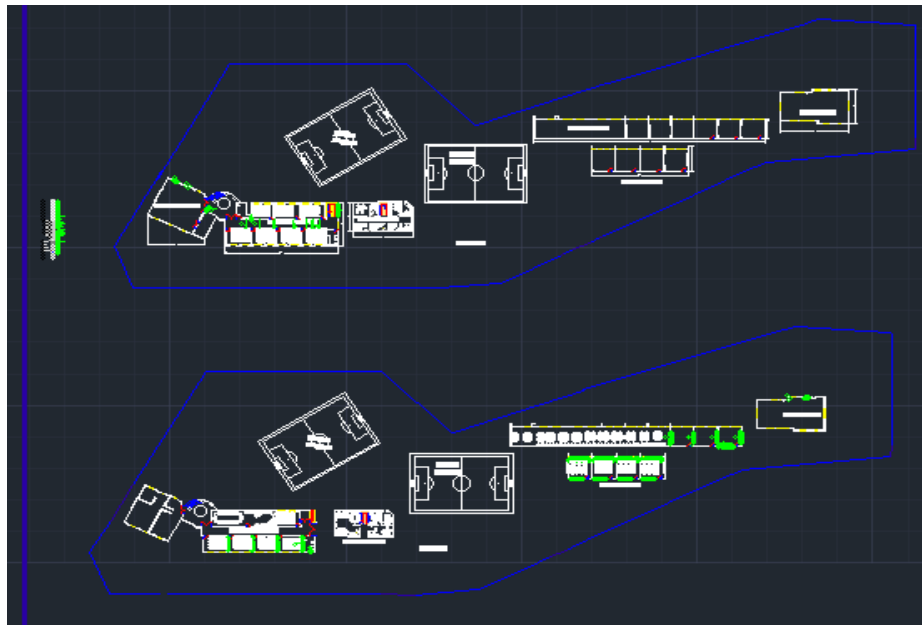
Nota. Plano estructural actualizado De La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### 9.6 Planos de Daños

Los "planos de daños" en edificaciones son documentos gráficos que muestran de manera detallada las lesiones, deterioros o problemas estructurales que se han identificado en un edificio. Además, estos pueden incluir información sobre grietas, fisuras, desplomes, hundimientos, humedades, corrosión, entre otros tipos de deterioro que afectan la integridad y estabilidad de la edificación.

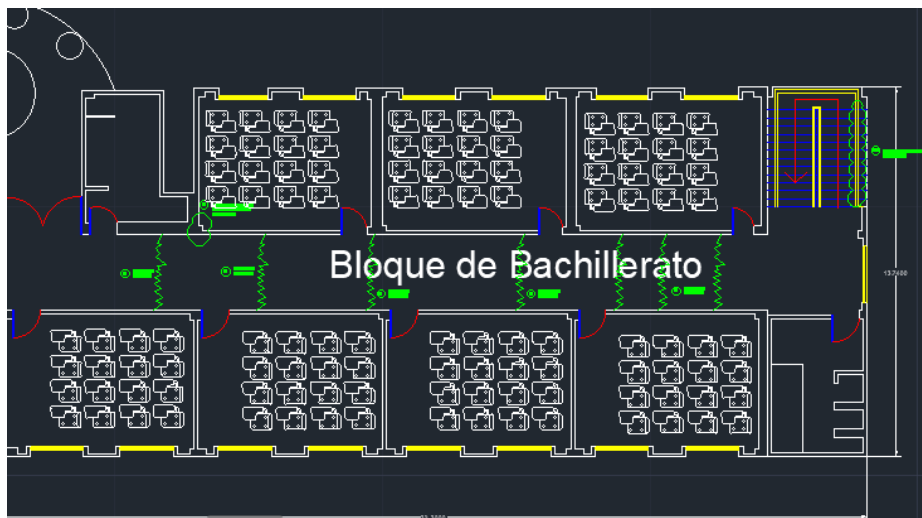
En la institución educativa Policarpa Salavarrieta, se llevó a cabo un minucioso levantamiento de planos de daños, donde se detallan las diversas lesiones encontradas y su ubicación precisa en la edificación. Sin embargo, es notable que la cantidad de lesiones registradas en estos planos no es significativa, lo que sugiere que el estado de conservación general de la estructura es bueno.

**Imagen 22. Planos de Daños de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Plano estructural actualizado De La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Imagen 23. Planos de Daños de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Plano estructural actualizado De La Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### **9.7 Fichas de Calificación**




las "fichas de lesiones o de Calificación" es un documento que contienen información detallada sobre cada lesión o anomalía encontrada en la estructura o material analizado. Estas fichas son parte integral del proceso de documentación y diagnóstico de los problemas observados durante la evaluación de la construcción.

Se resumen las tipologías de las lesiones identificadas en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta, y la sintomatología observada nos proporciona información crucial para identificar y diagnosticar el agente causante de estas lesiones.

En el Anexo II se agregarán la totalidad de las fichas, en estas se hace una descripción detallada de las lesiones encontradas y que afectan a la edificación, se analiza los siguientes aspectos para todas las lesiones mencionadas:

- Localización geográfica de la Institución Educativa
- Imagen de la lesión detectada
- Tipo de lesión
- Descripción de la lesión
- Clasificación de la causa
- Grado de severidad
- Prevención/intervención (eliminación de la causa, reparación del efecto, prevención)

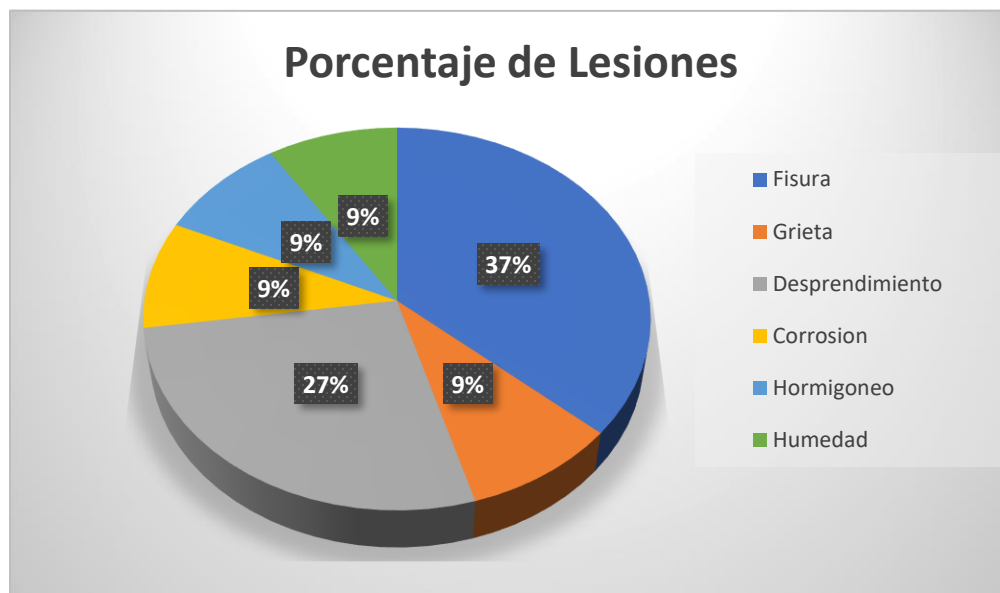
Imagen 24. Ficha de Calificación de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta

ESTUDIO DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL INSTITUTO EDUCATIVO POLICARPA SALAVARRIETA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT-CUNDINAMARCA				UNIMINUTO CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS																																			
FICHA PATOLÓGICA																																							
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO																																							
FECHA DE MEDICIÓN		DIRECCIÓN		CARRERA		Nº DE FICHA																																	
18/03/2024		CARRERA 6 NO 40-25 EN EL BARRIO KENNEDY		CARRERA 6 NO 40-25 EN EL BARRIO KENNEDY		GIRARDOT																																	
LOCALIZACIÓN				LESIONES DIRECTAS																																			
 <p>Latitud 4° 18' N Longitud 89° 44' O</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">HUMEDAD</th> <th colspan="2">SUCCEDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 FILTRACIÓN</td> <td>X</td> <td>5 DEPOSITO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 CAPILARIDAD</td> <td></td> <td>6 LAVADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 CONDENSACIÓN</td> <td></td> <td>7 EROSIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 DE OBRA</td> <td></td> <td>7 ATMÓSFERA</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				HUMEDAD		SUCCEDAD		1 FILTRACIÓN	X	5 DEPOSITO		2 CAPILARIDAD		6 LAVADO		3 CONDENSACIÓN		7 EROSIÓN		4 DE OBRA		7 ATMÓSFERA													
HUMEDAD		SUCCEDAD																																					
1 FILTRACIÓN	X	5 DEPOSITO																																					
2 CAPILARIDAD		6 LAVADO																																					
3 CONDENSACIÓN		7 EROSIÓN																																					
4 DE OBRA		7 ATMÓSFERA																																					
ELEMENTO AFECTADO				LESIONES MECÁNICAS																																			
SALA MÚLTIPLE SEGUNDO PISO BLOQUE DE BACHILLERATO				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DEFORMACIÓN</th> <th colspan="2">FISURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 FLEJEA</td> <td></td> <td>14 SOPORTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9 PANDIDO</td> <td></td> <td>15 ACABADO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 DESPRENDIMIENTO DEL CONCRETO</td> <td></td> <td>16 DESPRENDIMIENTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11 ALABEO</td> <td></td> <td>16 ACABADO CONTINUO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12 GRIETA</td> <td></td> <td>17 ACABADO POR ELEMENTOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13 DILATACIÓN O CONTRACCIÓN</td> <td></td> <td>18 EROSIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>18 ESFUERZOS MECÁNICOS</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				DEFORMACIÓN		FISURA		8 FLEJEA		14 SOPORTE		9 PANDIDO		15 ACABADO		10 DESPRENDIMIENTO DEL CONCRETO		16 DESPRENDIMIENTO		11 ALABEO		16 ACABADO CONTINUO		12 GRIETA		17 ACABADO POR ELEMENTOS		13 DILATACIÓN O CONTRACCIÓN		18 EROSIÓN				18 ESFUERZOS MECÁNICOS	
DEFORMACIÓN		FISURA																																					
8 FLEJEA		14 SOPORTE																																					
9 PANDIDO		15 ACABADO																																					
10 DESPRENDIMIENTO DEL CONCRETO		16 DESPRENDIMIENTO																																					
11 ALABEO		16 ACABADO CONTINUO																																					
12 GRIETA		17 ACABADO POR ELEMENTOS																																					
13 DILATACIÓN O CONTRACCIÓN		18 EROSIÓN																																					
		18 ESFUERZOS MECÁNICOS																																					
ELEMENTO AFECTADO				LESIONES QUÍMICAS																																			
 <p>18 Nov 2023 5:07:56 p.m. Escuela: 43 CARR 60 Cundinamarca</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">EFLORESCENCIA</th> <th colspan="2">OXIDACIÓN Y CORROSIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19 SALES DEL MATERIAL</td> <td></td> <td>24 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL ACERO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 SALES EXTERNAS DEL MATERIAL</td> <td></td> <td>25 POR INMERSIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21 CARBONATACIÓN</td> <td></td> <td>26 POR AISLACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21 CARBONATACIÓN</td> <td></td> <td>27 INTERGRANULAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22 REACCIÓN ALCALIGRADO</td> <td></td> <td>28 EROSIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23 EROSIONES</td> <td></td> <td>28 EROSIÓN</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN		19 SALES DEL MATERIAL		24 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL ACERO		20 SALES EXTERNAS DEL MATERIAL		25 POR INMERSIÓN		21 CARBONATACIÓN		26 POR AISLACIÓN		21 CARBONATACIÓN		27 INTERGRANULAR		22 REACCIÓN ALCALIGRADO		28 EROSIÓN		23 EROSIONES		28 EROSIÓN					
EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN																																					
19 SALES DEL MATERIAL		24 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL ACERO																																					
20 SALES EXTERNAS DEL MATERIAL		25 POR INMERSIÓN																																					
21 CARBONATACIÓN		26 POR AISLACIÓN																																					
21 CARBONATACIÓN		27 INTERGRANULAR																																					
22 REACCIÓN ALCALIGRADO		28 EROSIÓN																																					
23 EROSIONES		28 EROSIÓN																																					
ELEMENTO AFECTADO				LESIONES QUÍMICAS																																			
 <p>18 Nov 2023 5:37:58 p.m. Escuela: 43 CARR 60 Cundinamarca</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">EFLORESCENCIA</th> <th colspan="2">OXIDACIÓN Y CORROSIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19 SALES DEL MATERIAL</td> <td></td> <td>24 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL ACERO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20 SALES EXTERNAS DEL MATERIAL</td> <td></td> <td>25 POR INMERSIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21 CARBONATACIÓN</td> <td></td> <td>26 POR AISLACIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21 CARBONATACIÓN</td> <td></td> <td>27 INTERGRANULAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22 REACCIÓN ALCALIGRADO</td> <td></td> <td>28 EROSIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23 EROSIONES</td> <td></td> <td>28 EROSIÓN</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN		19 SALES DEL MATERIAL		24 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL ACERO		20 SALES EXTERNAS DEL MATERIAL		25 POR INMERSIÓN		21 CARBONATACIÓN		26 POR AISLACIÓN		21 CARBONATACIÓN		27 INTERGRANULAR		22 REACCIÓN ALCALIGRADO		28 EROSIÓN		23 EROSIONES		28 EROSIÓN					
EFLORESCENCIA		OXIDACIÓN Y CORROSIÓN																																					
19 SALES DEL MATERIAL		24 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL ACERO																																					
20 SALES EXTERNAS DEL MATERIAL		25 POR INMERSIÓN																																					
21 CARBONATACIÓN		26 POR AISLACIÓN																																					
21 CARBONATACIÓN		27 INTERGRANULAR																																					
22 REACCIÓN ALCALIGRADO		28 EROSIÓN																																					
23 EROSIONES		28 EROSIÓN																																					
ELEMENTO AFECTADO				LESIONES BIOLÓGICAS																																			
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FLUIDOS Y MATERIALES</th> <th colspan="2">ORGANISMOS VEGETALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>29 MATERIAL DISCOMPUESTO</td> <td></td> <td>34 HONGOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30 FLUIDOS</td> <td></td> <td>35 OTRAS LESIONES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31 ORGANISMOS ANIMALES</td> <td></td> <td>35 DESASTRES NATURALES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>32 INSECTOS</td> <td></td> <td>36 DESASTRES TECNOLÓGICOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>33 AVES</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>33 ROEDORES</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				FLUIDOS Y MATERIALES		ORGANISMOS VEGETALES		29 MATERIAL DISCOMPUESTO		34 HONGOS		30 FLUIDOS		35 OTRAS LESIONES		31 ORGANISMOS ANIMALES		35 DESASTRES NATURALES		32 INSECTOS		36 DESASTRES TECNOLÓGICOS		33 AVES				33 ROEDORES							
FLUIDOS Y MATERIALES		ORGANISMOS VEGETALES																																					
29 MATERIAL DISCOMPUESTO		34 HONGOS																																					
30 FLUIDOS		35 OTRAS LESIONES																																					
31 ORGANISMOS ANIMALES		35 DESASTRES NATURALES																																					
32 INSECTOS		36 DESASTRES TECNOLÓGICOS																																					
33 AVES																																							
33 ROEDORES																																							
GRADO DE LESIÓN				LESIONES INDIRECTAS																																			
GRADO DE LESIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL		URGENCIA DE INTERVENCIÓN		DISEÑO		EJECUCIÓN																																
LEVE	SI		LEVE		37 SOBRECARGAS		43 CANTIDAD INSUFICIENTE																																
MODERADO	X	NO	MODERADA	X	38 VIBRACIONES		44 RECUBRIMIENTO INSUFICIENTE																																
SEVERO			ALTA		39 CARGAS DINÁMICAS		45 MALA COMPACTACIÓN																																
					40 RESISTENCIA INADECUADA		46 DESENCOFRADO PRECOZ																																
					41 MALA CALIDAD/ DOSIFICACIÓN		47 FALTA DE MANTENIMIENTO																																
					42 OTROS		48 OTROS																																
ENSAYOS REALIZADOS				DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN																																			
CONCLUSIONES				POSIBLES CAUSAS																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN</th> <th colspan="2">RESISTENCIA A COMPRESIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>¿PRESENTA CARBONATACIÓN?</td> <td>SI</td> <td>¿RESISTE A LAS CARGAS APLICADAS?</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td></td> <td>NO</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN		RESISTENCIA A COMPRESIÓN		¿PRESENTA CARBONATACIÓN?	SI	¿RESISTE A LAS CARGAS APLICADAS?	X		NO			<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</th> <th>POSIBLES CAUSAS</th> <th>PREVENCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En la sala múltiple podemos observar una lesión física con una severidad moderada la cual es una humedad y es la aparición incontrolada de un porcentaje de humedad superior al deseado en un material o elemento constructivo cualquiera.</td> <td>La causa probable de esta lesión puede estar relacionada con una humedad de filtración por la falta de mantenimiento de las ventanas del lugar.</td> <td>Se aconseja implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza y reparación de las ventanas.</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	POSIBLES CAUSAS	PREVENCIÓN	En la sala múltiple podemos observar una lesión física con una severidad moderada la cual es una humedad y es la aparición incontrolada de un porcentaje de humedad superior al deseado en un material o elemento constructivo cualquiera.	La causa probable de esta lesión puede estar relacionada con una humedad de filtración por la falta de mantenimiento de las ventanas del lugar.	Se aconseja implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza y reparación de las ventanas.														
PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN		RESISTENCIA A COMPRESIÓN																																					
¿PRESENTA CARBONATACIÓN?	SI	¿RESISTE A LAS CARGAS APLICADAS?	X																																				
	NO																																						
DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN	POSIBLES CAUSAS	PREVENCIÓN																																					
En la sala múltiple podemos observar una lesión física con una severidad moderada la cual es una humedad y es la aparición incontrolada de un porcentaje de humedad superior al deseado en un material o elemento constructivo cualquiera.	La causa probable de esta lesión puede estar relacionada con una humedad de filtración por la falta de mantenimiento de las ventanas del lugar.	Se aconseja implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza y reparación de las ventanas.																																					

Nota. Ficha de Calificación de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

Por último, se ofrece un esquema que muestra el porcentaje de diferentes tipos de lesiones observadas en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta, destacando que las fisuras son las más comunes entre las estructuras afectadas.

**Imagen 25. Porcentaje de Lesiones Encontradas en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Porcentaje de Lesiones Encontradas en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

En cuanto a la gravedad de las lesiones detectadas en la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta, se destaca que el 55% de estas se clasifican como moderadamente graves, lo que indica la necesidad de intervención para prevenir un deterioro adicional de la estructura. Solo el 9% de las lesiones identificadas se consideran leves, mientras que el 36% restante presenta una severidad significativa.

**Imagen 26. Asignación de La Severidad de las Lesiones Encontradas en la Institución Policarpa Salavarrieta**



Nota. Distribución de La Severidad de las Lesiones en la Institución Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

A continuación, se ofrece una síntesis de los resultados obtenidos del análisis de las fichas de calificación que describen las lesiones de naturaleza mecánica, física y química detectadas durante el levantamiento.

### **9.7.1 Origen Físico**

- Humedades de tipo Filtración esta se encuentra localizada en la sala múltiple, esto ocurre por consecuencia cuando el agua se filtra a través de paredes, techos o suelos desde el exterior hacia el interior de un edificio. Esta humedad puede causarse por grietas en la estructura, defectos en la impermeabilización, falta de pendiente en el terreno, obstrucción de sistemas de drenaje, entre otros.



### **9.7.2 Origen Mecánico**

- Fisuras y grietas en muros y placa de entre piso, esto se encuentra en el bloque de primaria y de secundaria, la mayoría de estas lesiones son por cedimiento o asentamiento esto debido al suelo sobre el cual está construida la estructura la cual se mueve o se comprime con el tiempo, por lo que puede provocar grietas en los muros.
- Desprendimientos: se aprecian en el bloque de bachillerato como desgaste o desprendimiento del material, la causa probable de esta lesión puede estar vinculada a dos factores por el deterioro del material, la antigüedad del edificio y la exposición que tiene al ambiente.

### **9.7.3 Origen Químico**

- Se aprecia corrosión en el acero de refuerzo en una viga del bloque de bachillerato donde la causa probable de esta lesión puede estar vinculada por la antigüedad de la estructura, además en el recubrimiento de la viga está deteriorado por el pasar del tiempo.
- Podemos notar hormigoneo en la viga que se encuentra localizada en el eje A-1 o en las escaleras donde se observa un deterioro por parte de esta, la causa probable de esta lesión puede estar vinculada a la mala ejecución del vaciado del concreto.

### 9.8 Control de Asentamientos

Los asentamientos son movimientos verticales del suelo que pueden ocurrir como resultado del peso de la construcción, la consolidación del suelo, cambios en la humedad del suelo, entre otros factores. Un control adecuado de los asentamientos es esencial para prevenir daños graves en las edificaciones, además se hizo un debido seguimiento de asentamientos para determinar si la Institución Educativa presenta desniveles en su edificación

#### Imagen 27. Control de Asentamientos en la Institución Educativa



Nota. Control de Asentamientos en la Institución Educativa. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Imagen 28. Control de Asentamientos Bloque de Primaria de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**



Nota. Control de Asentamientos Bloque de Primaria de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Imagen 29. Control de Asentamientos Bloque de Bachillerato de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**




Nota. Control de Asentamientos Bloque de Bachillerato de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

Según los niveles tomados por el equipo de nivelación topográfico, se llevó a cabo un control para verificar la actividad del suelo donde esta desplantado la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. En este proceso, no se observó evidencia de actividad sísmica o movimientos inusuales en el terreno, además la toma de los niveles se hizo en diferentes fechas para verificar en este transcurso de tiempo desniveles en la edificación.

En el área de la primaria, se llevaron a cabo mediciones en tres ocasiones, la primera el 27 de marzo de 2024, la segunda el 8 de abril y la tercera el 13 de mayo. En este periodo, se observó un asentamiento de unos 2,83 cm.


**Imagen 30. Toma de Asentamientos Bloque de Primaria**

ESTUDIO DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL INSTITUTO EDUCATIVO POLICARPA SALAVARRIETA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT- CUNDINAMARCA			
			
TOMA DE NIVELES	1	2	3
UBICACIÓN TOMA	BLOQUE DE PRIMARIA- 27-03-2024	BLOQUE DE PRIMARIA- 08-04-2024	BLOQUE DE PRIMARIA- 13-05-2024
1	140	138	137
2	143	141	140
3	144	142,4	141
4	156	154	153
5	152	150	149
6	143	142	141
<b>PROMEDIO</b>	146,333	144,567	143,500
<b>PROMEDIO DE ASENTAMIENTO</b>	<b>2,83</b>		

Nota. Toma de Asentamientos Bloque de Primaria. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

Por otro lado, en el área del bloque bachillerato se llevaron a cabo mediciones en tres ocasiones, la primera le 8 de abril 2024, la segunda 14 de abril y la tercera el 13 de mayo. Durante este periodo, se observó un asentamiento de aproximadamente 0,9 cm.

**Imagen 31. Toma de Asentamientos Bloque de Bachillerato**

ESTUDIO DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL INSTITUTO EDUCATIVO POLICARPA SALAVARRIETA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT- CUNDINAMARCA			
			
TOMA DE NIVELES	1	2	3
UBICACIÓN TOMA	BLOQUE DE BACHILLERATO- 27-03-2024	BLOQUE DE PRIMARIA- 08-04- 2024	BLOQUE DE PRIMARIA- 13- 05-2024
1	115	114	113
2	112	112	111
3	141	141	142
4	150	150	149
5	105	105	104
6	101	101	100
7	101	101	100
8	105	105	104
9	106	106	105
10	100	100	99
<b>PROMEDIO</b>	113,600	113,500	112,700
<b>PROMEDIO DE ASENTAMIENTO</b>	<b>0,90</b>		

Nota. Toma de Asentamientos Bloque de Bachillerato. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Imagen 32. Asentamiento en el Bloque de Bachillerato**



Nota. Asentamientos Bloque de Bachillerato. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martín Velandia (2024)

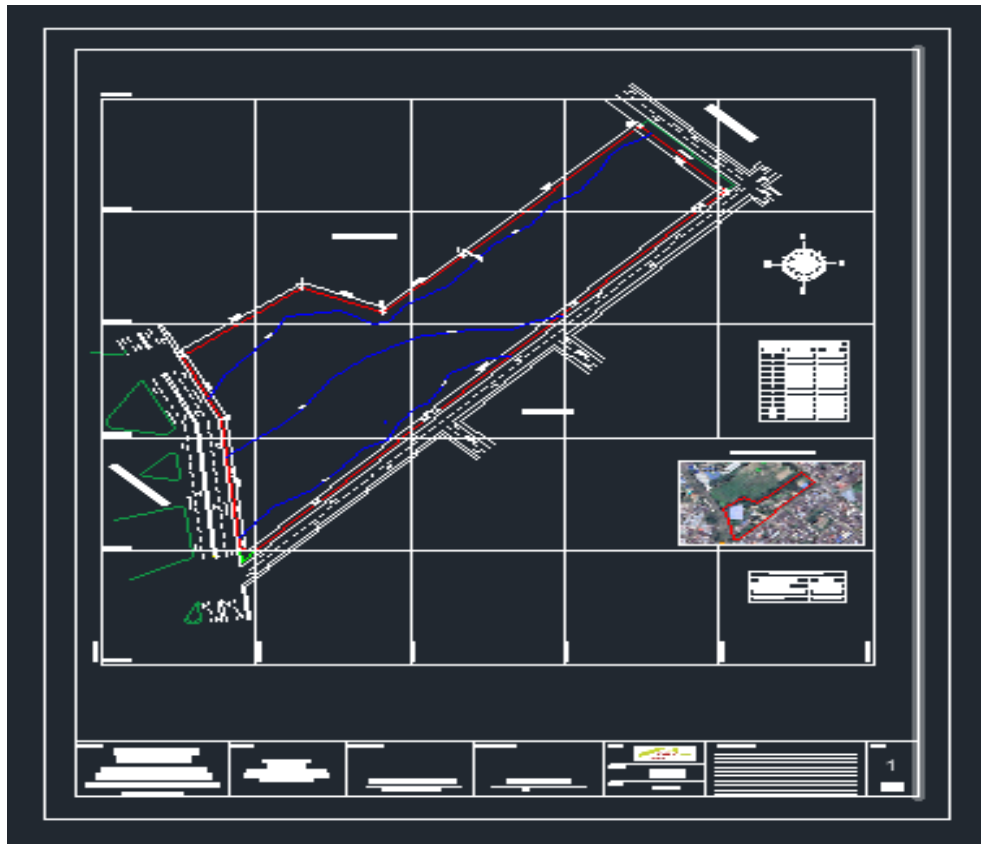
Con este resultado en el ensayo de control de asentamientos observa que la institución educativa está siendo afectada por el problema, pero se evidencia más en el bloque de primaria donde se observa que el asentamiento en este tiempo es anormal.

### **9.9 Topografía**

La topografía proporciona una base de datos para comprender la configuración y el comportamiento del terreno y la edificación de la institución educativa, esencial para evaluar las lesiones que puede llegar a presentar la construcción y tomar decisiones informadas sobre las medidas correctivas necesarias.

Así mismo se tiene la topografía del terreno en donde se tiene proyectado la conformación de las estructuras de la Institución Educativa tal como se muestra a continuación:

**Imagen 33. Topografía de la Institución Educativa**



Nota. Topografía de la Institución Educativa. Autor el ingeniero Francisco Antonio Pomar Roa (2024)

Con el levantamiento topográfico se puede observar las cotas de nivel donde se puede evidenciar que el terreno es parcialmente plano, con cambios de niveles muy leves como de 0,015 cm de desnivel en la parte interior del terreno, por ende, se establece que el terreno está a nivel en casi todo el lote estudiado.

## **10. VULNERABILIDAD SÍSMICA**

En este capítulo se llevará a cabo una evaluación del estado de la Institución Educativa, centrándose en la estructura y el proceso constructivo utilizado en esta edificación ubicada en el barrio Kennedy, en el municipio de Girardot-Cundinamarca.

### **10.1 Evaluación General de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**

La revisión estructural de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta se realizó con base al El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Por otra parte, se exponen los criterios considerados en la evaluación estructural, así como sus respectivos resultados, tanto para el bloque de primaria como para el de bachillerato, componentes fundamentales de las instalaciones de la institución educativa.

#### **10.1.1 Evaluación General del Bloque de Primaria**

Al levantar las lesiones se evidencia que la edificación posee un sistema de muros de mampostería, pero por la falta de mantenimiento adecuado y por el mal manejo de las aguas lluvias; presenta lesiones producto de estos dos aspectos afectando a la edificación.

En la presente sección se realiza estudio de vulnerabilidad sísmica acorde con los criterios definidos anteriormente y basado por El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.



### 10.1.2 Evaluación General del Bloque de Bachillerato

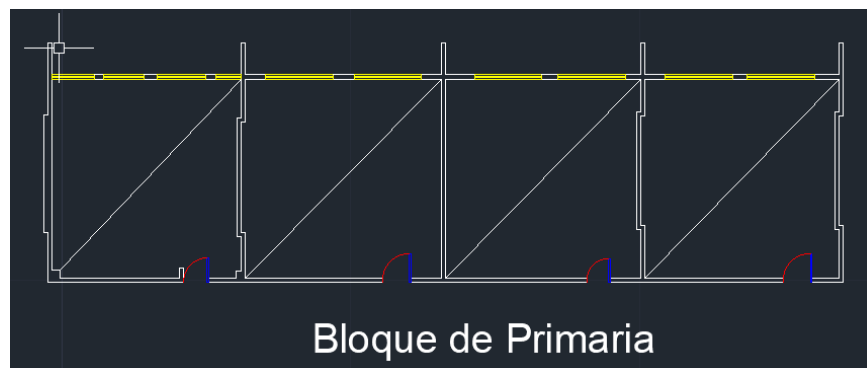
Al realizar la exploración de campo del bloque de bachillerato y el levantamiento de las lesiones se evidencia que la edificación posee un sistema de pórticos, sin embargo, debido a la falta de mantenimiento adecuado; esta edificación presenta lesiones producto de este aspecto afectando así a la estructura.

En la presente sección se realiza un análisis de la vulnerabilidad sísmica acorde con los criterios definidos anteriormente y basado por El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

### 10.1.3 Configuración Estructural del Bloque de Primaria

El sistema estructural del bloque de primaria lo forman muros de mampostería que no se encuentra reforzados y mide 2,90 metros y una longitud de 27,64 metros.

#### Imagen 34. Levantamiento Estructural del Bloque de Primaria



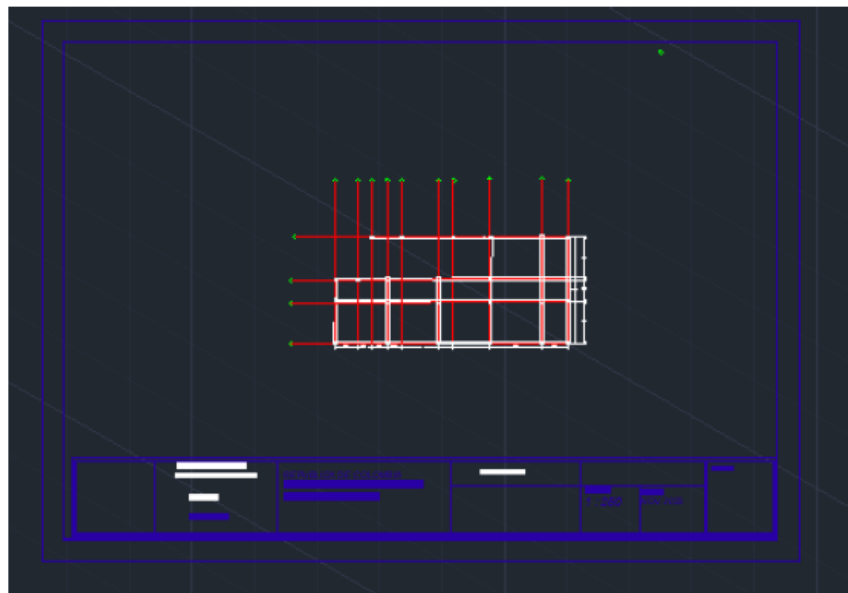
Nota. Levantamiento Estructural del Bloque de Primaria de la Institución Educativa. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### 10.1.4 Configuración Estructural Del Bloque De Bachillerato

El sistema estructural del bloque de bachillerato está compuesto por pórticos de concreto, vigas, columnas rectangulares y muros de mampostería.

La losa del bloque de bachillerato es de concreto reforzado con un espesor de 40 cm, mientras que las vigas tienen una altura de 400 mm para transmitir las cargas a las columnas. Las luces entre columnas en la edificación son menores a 10.00 metros. El edificio tiene una altura aproximada de 15.54 metros, con alturas de entrepiso que varían entre 7.79 metros

**Imagen 35. Levantamiento Estructural del Bloque de Bachillerato**



Nota. Levantamiento Estructural del Bloque de Bachillerato de la Institución Educativa. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### **10.1.5 Materiales del Bloque de Primaria**

Después de llevar a cabo los ensayos no destructivos, se emplearán para el análisis estructural de la edificación. Además, estos valores de referencia obtenidos se utilizaron para caracterizar los materiales del edificio del bloque de primaria.

La evaluación de la vulnerabilidad del bloque de primaria se realizó tomando medidas de los salones, los muros y el mampuesto que lo compone.

### **10.1.6 Materiales del Bloque de Bachillerato**

Después de llevar a cabo las pruebas de ensayos no destructivos, se utilizarán para el análisis estructural de la construcción. Además, los valores resultantes servirán como referencia para los materiales del bloque de bachillerato.

- La evaluación de la vulnerabilidad del bloque de bachillerato se realiza tomando como resistencia del concreto  $f'c = 20$  MPA, obtenido del promedio de la resistencia de los ensayos de esclerometría de las columnas.
- Para vigas se trabajó con una resistencia del concreto  $f'c = 20$  MPA
- Para la resistencia del acero se toma un  $f_y = 420$  MPa para refuerzo longitudinal

Además de lo anterior en la tabla C.4.3.1 del capítulo C.4 de la NSR-10 específica para una categoría C0, (correspondiente a concreto seco o protegido contra la humedad), una resistencia mínima  $f'c$  de 17 MPA. Según lo anterior, las resistencias de concreto usadas en el bloque de bachillerato algunas columnas no cumplirían con este requisito mínimo para concretos estructurales especificados por las normativas colombianas vigentes.

### 10.1.7 Cargas Estimadas del Bloque de Primaria

En la revisión estructural realizada para el bloque de primaria se consideran los siguientes casos de carga definidos según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10:

- D = Carga muerta
- L = Carga viva
- E= Sismo
- W=Viento

A continuación, se extraen las cargas vivas y muertas consideradas en la construcción de acuerdo con el título B de la NSR-10

las Cargas muertas están evaluadas de acuerdo con los valores mínimos especificados en el Título B. 3- CARGAS MUERTAS de la NSR-10.

**Tabla 7. Evaluación de Carga Muerta del Bloque de Primaria**

Carga Muerta							
Item	Largo	Ancho	Alto	Separación	Y (Kn/M2)	Y (Kn/M3)	Carga
Muros En Mampostería							2,00

Nota. Evaluación de Carga Muerta del Bloque de Primaria. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

Las cargas vivas Según la NSR-10 en el título B “CARGAS VIVAS” se utilizan en el diseño de la estructura deben ser la máxima carga que se esperan ocurran en la edificación debido al uso que ésta va a tener y para el bloque de primaria se contemplaron una carga viva de 2,0 kn/m<sup>2</sup> para el análisis en el área de los salones.

### 10.1.8 Cargas Estimadas del Bloque de Bachillerato

En la revisión estructural realizada para el bloque de bachillerato se consideran los siguientes casos de cargas definidos según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10:

- D = Carga muerta
- L = Carga viva
- E= Sismo
- W=Viento

A continuación, se extraen las cargas vivas y muertas consideradas en la construcción de acuerdo con el título B de la NSR-10

**Tabla 8. Evaluación de Carga Muerta del Bloque de Bachillerato**

Carga Muerta							
Item	Largo	Ancho	Alto	Separación	Y (Kn/M2)	Y (Kn/M3)	Carga
Muros En Mampostería							2,00
Acabado En Piso							1,5

Nota. Evaluación de Carga Muerta del Bloque de Primaria. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

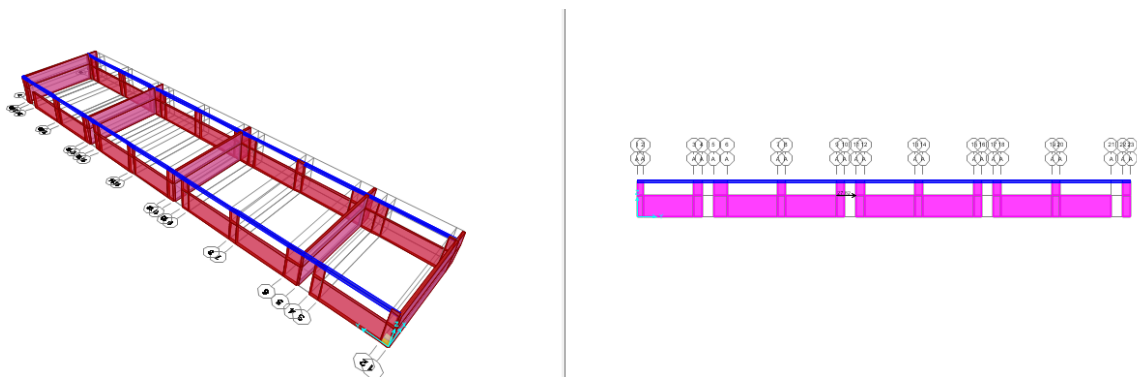
Las cargas vivas Según la NSR-10 en el título B se utiliza en el diseño de la estructura deben ser la máxima carga que se esperan ocurran en la edificación debido al uso que ésta va y para el bloque

de bachillerato se contemplaron una carga viva de 2,0 kn/m<sup>2</sup> para el área de los salones y corredores y las escaleras de 5,0 kn/m<sup>2</sup>.

### 10.1.9 Análisis Estructural del Bloque de Primaria

Para modelar el bloque de primaria se utilizó el software SAP2000, en el que se elaboró un modelo de la edificación teniendo en cuenta el plano realizado en las visitas de campo. A continuación, se presenta un esquema del bloque de primaria.

**Imagen 36. Modelo en Sap 2000 del Bloque de Primaria**



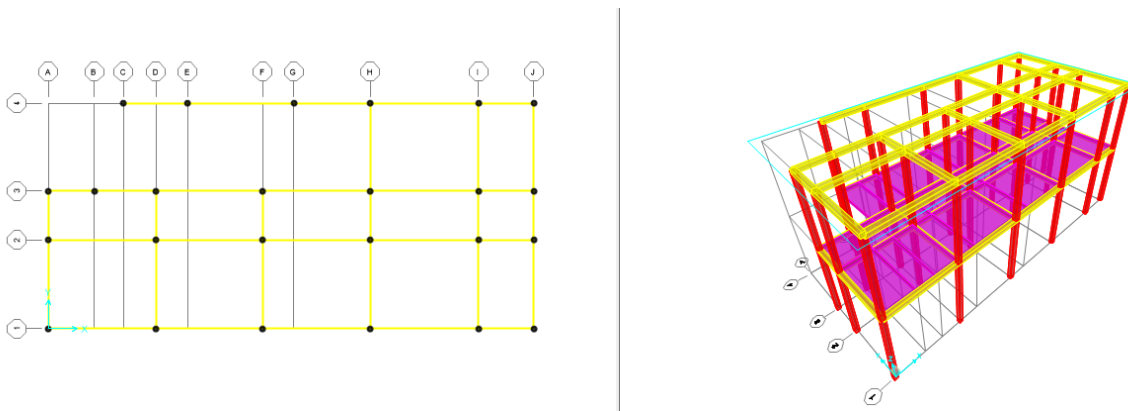
Nota. Modelo en Sap 2000 del Bloque de Primaria. SAP-2000

Utilizando el software SAP2000, se realiza un análisis del comportamiento estructural de cada elemento que constituye la edificación. Además, las combinaciones de cargas empleadas en la evaluación estructural del bloque de primaria se ajustan a las especificaciones establecidas por la NSR-10, según lo dispuesto en el numeral B.2.4.2.

### 10.1.10 Análisis Estructural del Bloque de Bachillerato

Para la modelación del bloque de bachillerato, se empleó el software SAP2000, el cual se utilizó para crear un modelo de la edificación. Este modelo se elaboró considerando los planos realizados mediante las visitas de campo a la institución educativa.

**Imagen 37. Modelado en Sap 2000 del Bloque de Bachillerato**



Nota. Modelo en Sap 2000 del Bloque de Bachillerato. SAP-2000

### 10.1.11 Solicitantes Sísmicas Equivalentes en la Institución Educativa

**Policarpa Salavarieta**

De acuerdo con la Norma Sismo Resistente NSR-10, en su capítulo A.10, se establece en el numeral A.10.4 la necesidad de determinar una correspondencia entre las cargas definidas y la capacidad real de la edificación para resistirlas en su condición presente.

En la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la institución educativa, se aplicaron los movimientos sísmicos correspondientes a un nivel de seguridad equiparable al de una construcción nueva, conforme a lo indicado en el Capítulo 2 de la NSR-10

En el Capítulo A.2 de la NSR-10, se describe el espectro elástico de aceleraciones,  $S_a$ , expresado como una fracción de la aceleración de la gravedad, para un coeficiente del 5% de amortiguamiento crítico requerido en el diseño. Este espectro se muestra en la Figura A.2.6-1 de la NSR-10, junto con las ecuaciones correspondientes, que se presentan a continuación:

**Imagen 38. Espectro de Aceleraciones**

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T}$$

Nota. Espectro de aceleraciones. El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

La tabla 9 presenta un resumen de los factores sísmicos establecidos para este análisis de vulnerabilidad de la Institución Educativa.

**Tabla 9. Parámetros Sísmicos de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**

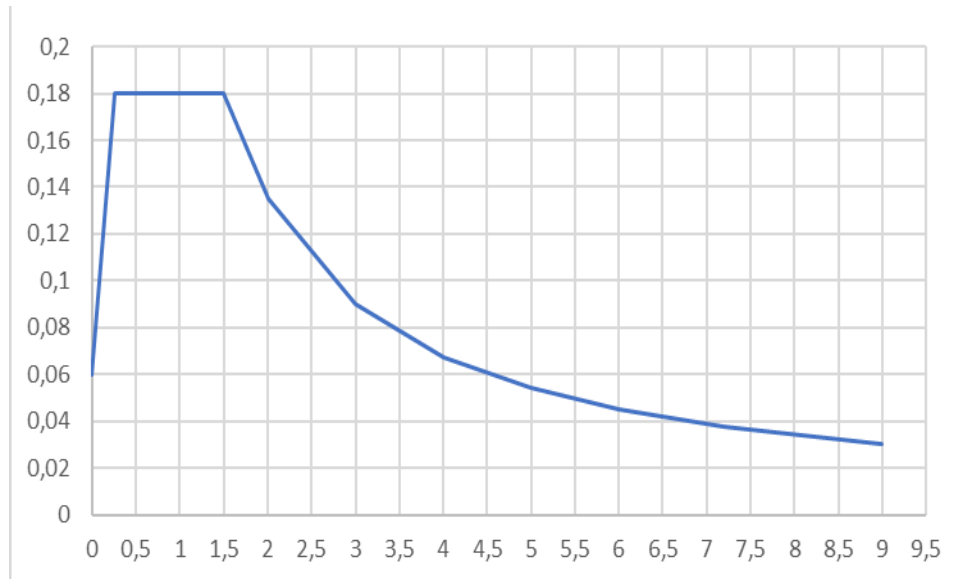
PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Localidad	Girardot-Cundinamarca
Riesgo Sísmico	Intermedio
Aa	0,2
Av	0,2
Ad	0,06
Ae	0,12
Perfil del Suelo	D
I	1,25
FA	1,4
FV	2,4

Nota. Parámetros Sísmicos de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)



A continuación, se presenta el espectro elástico de diseño obtenido para la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta.

**Imagen 39. Espectro de Diseño Grafica**



Nota. Espectro Elástico de Diseño Grafica. Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### 10.1.12 Coeficiente de Disipación de Energía

el coeficiente de disipación de energía se utiliza en el diseño de la estructura, presenta una variación en la zona de períodos cortos. Este coeficiente comienza con un valor definido en el Capítulo A.3 de la NSR-10 para un período igual a  $T_0$  y aumenta gradualmente hacia la unidad conforme del período que tiende a cero. (Ministerio de Vivienda,Ciudad y Territorio , 2010)

### 10.1.13 Calificación de la Calidad de la Construcción, Diseño Original y Estado de Conservación

Una vez verificados los diseños y estudios de la edificación original, se encuentra que en términos generales está en buenas condiciones, pero igualmente se tiene presencia de lesiones por la falta de mantenimiento preventivo que se le tiene que hacer a la estructura, además se encontró fallas en el seguir de los requerimientos de la norma NSR-98.

Frente al estado de conservación de la estructura presenta lesiones físicas, mecánicas y biológicas.

Por lo anterior se puede definir que los coeficientes  $F_i$  c y  $F_e$  especificados en la tabla A.10.4-1 de la NSR-10 se tomarán igual a 0.8.

#### Imagen 40. Calidad del Diseño y la Construcción NSR-10

Tabla A.10.4-1  
Valores de  $\phi_c$  y  $\phi_e$

	Calidad del diseño y la construcción, o del estado de la edificación		
	Buena	Regular	Mala
$\phi_c$ o $\phi_e$	1.0	0.8	0.6

Nota. Calidad del Diseño y la Construcción. Fuente: Capítulo A.10 NSR-10.

### 10.1.14 Análisis Elástico de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta -Fuerza Horizontal Equivalente

El análisis de la Institución Educativa se tiene que el peso estimado del bloque de primaria es de 772,174 KN y del bloque de bachillerato es de 10575,77 KN.

Además, a continuación, se presenta el T, Sa, Vs

T	:0,25
SA	:0,18
VS	:1876.53 KN

**10.1.15 Análisis Dinámico de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**

- Numero de modos de vibración: A partir del modelo SAP2000, se obtuvo la tabla de "Modal participating Mass ratios " participación de masas, las cuales se comparten en las siguientes imágenes, para el caso de primaria que consta de un solo nivel los porcentajes de participación que indica la tabla superan el 90% y para el caso de bachillerato los resultados de la tabla presentan resultados divergentes.

**Imagen 41. Modos de Vibración del Bloque de Bachillerato**

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless
MODAL	Mode	1	1,46414	0,0002	0,95822
MODAL	Mode	2	1,440074	0,92479	0,00022
MODAL	Mode	3	1,301953	0,04393	1,393E-06
MODAL	Mode	4	0,651587	0,00012	0,04128
MODAL	Mode	5	0,619445	0,02902	0,00019
MODAL	Mode	6	0,563787	0,00194	8,174E-05
MODAL	Mode	7	0,101342	1,201E-06	5,417E-07
MODAL	Mode	8	0,091892	3,709E-08	3,355E-08
MODAL	Mode	9	0,088075	6,644E-08	1,939E-08
MODAL	Mode	10	0,086503	2,726E-07	2,665E-07
MODAL	Mode	11	0,083567	2,706E-07	4,129E-07
MODAL	Mode	12	0,082351	3,703E-08	2,005E-07

Nota. Modos de Vibración del Bloque de Bachillerato: Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

**Imagen 42. Modos de Vibración del Bloque de Primaria**

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless
MODAL	Mode	1	3,538496	0,00679	3,74E-10
MODAL	Mode	2	1,692605	0,03157	4,024E-07
MODAL	Mode	3	1,675308	0,10558	1,237E-06
MODAL	Mode	4	1,667198	0,01421	8,387E-08
MODAL	Mode	5	1,661077	4,332E-07	1,439E-08
MODAL	Mode	6	1,659602	0,00087	1,257E-07
MODAL	Mode	7	1,655224	8,96E-05	2,289E-08
MODAL	Mode	8	1,581984	0,04044	1,788E-08
MODAL	Mode	9	1,563323	0,00033	5,808E-07
MODAL	Mode	10	1,556732	7,676E-06	9,12E-09
MODAL	Mode	11	1,450263	0,05696	0,00025
MODAL	Mode	12	1,434525	4,068E-06	9,804E-06

Nota. Modos de Vibración del Bloque de Primaria: Autores Karen Julieth Vera Herrera y María Fernanda Martin Velandia (2024)

### **10.1.16 Relación Entre Demanda y Capacidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**

De acuerdo con la normatividad vigente se define el proceso de evaluación de las estructuras ya existentes las cuales se deben determinar un índice de sobreesfuerzo y de flexibilidad, los cuales permiten definir la capacidad que soporta la edificación

- **Índice de Sobreesfuerzo:** El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente lo define como el cociente entre las solicitantes equivalentes y la resistencia efectiva (Ministerio de Vivienda,Ciudad y Territorio , 2010). Para evaluar la vulnerabilidad de la institución educativa, se calcularon el índice con el software SAP 2000, además se presentan

muy pocas tablas de los resultados de los bloques de primaria y de bachillerato ya que todas están en el anexo VI.

**Imagen 43. Índice de Sobre Esfuerzo en Columna en el Área de Bachillerato**

TABLE: Element Forces - Frames				
Frame	Station	P	ELEMENTO	Fuerza Axial/Area de la Seccion
Text	m	KN		
2	0	-218,768	Columna	0
2	3,895	-201,147	Columna	-783,467565
2	7,79	-183,525	Columna	-1429,65975
2	0	-360,767	Columna	0
2	3,895	-343,146	Columna	-1336,55367
2	7,79	-325,524	Columna	-2535,83196

Nota. Índice de Sobre Esfuerzo en Columna en el Área de Bachillerato. SAP2000-Autores Karen Julieth Vera Herrera- María Fernanda Martin Velandia

**Imagen 44. Índice de Sobre Esfuerzo en el Área de Primaria**

TABLE: Element Forces - Frames				
Frame	Station	M3	ELEMENTO	Fuerza Axial/Area de la Seccion Transversal
Text	m	KN-m		
2	0	0,4542	viga	0
2	0,43	9,1223	viga	3,922589
2	0,43	9,28	viga	3,9904
2	0,89375	16,2517	viga	14,52495688
2	1,3575	20,6807	viga	28,07405025
2	1,82125	22,5671	viga	41,10033088
2	2,285	21,9107	viga	50,0659495
2	2,74875	18,7116	viga	51,4335105
2	3,2125	12,9698	viga	41,6654825
2	3,67625	4,6852	viga	17,2239665
2	4,14	-6,142	viga	-25,42788

Nota. Índice de Sobre Esfuerzo en el Área de Primaria. SAP2000-Autores Karen Julieth Vera Herrera- María Fernanda Martin Velandia

- Índice de Flexibilidad:** El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 define el índice de flexibilidad como la susceptibilidad que tiene una edificación a tener deflexiones o derivas excesivas, con respecto a las permitidas por el reglamento. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010)

A continuación, se presentan el cálculo de derivas del bloque de primaria y bachillerato

**Imagen 45. Chequeo de Derivas del Bloque de Bachillerato**

	S	▲
NIVEL 3	0,081	0,04
NIVEL 2	0,12	

Nota. Chequeo de Derivas del Bloque de Bachillerato. Autores Karen Julieth Vera Herrera- María Fernanda Martin Velandia

**Imagen 46. Chequeo de Derivas del Bloque de Primaria**

	S	▲
NIVEL 1	0,035	0,035

Nota. Chequeo de Derivas del Bloque de Primaria. Autores Karen Julieth Vera Herrera- María Fernanda Martin Velandia

Finalmente, se expone el valor del índice de flexibilidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta

**Tabla 10. Índice De Flexibilidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**

Índice De Flexibilidad General Del Bloque De Bachillerato	1,72
Índice De Flexibilidad General Del Bloque de Primaria	0,71

Nota. Índice De Flexibilidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera- María Fernanda Martin Velandia

### **10.1.17 Análisis de Vulnerabilidad de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta**

Tras analizar los cálculos y los resultados obtenidos, se analiza que la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta es vulnerable sísmicamente y requiere una intervención mediante refuerzo estructural para cumplir con las normativas establecidas, en particular el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Por tanto, se necesita un estudio más exhaustivo y detallado, que debe realizar un profesional calificado en la materia, como ingeniero estructural.

## **11. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

Tras llevar a cabo el diagnóstico de los bloques de primaria y bachillerato de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta en el capítulo 10, este siguiente capítulo se enfoca en presentar la propuesta de intervención. Esta propuesta abarca alternativas como la reparación de las lesiones encontradas

Además, la intervención se acompaña de una evaluación detallada, que analiza tanto los aspectos constructivos como los operativos involucrados. El objetivo primordial de esta propuesta de intervención es extender el período de vida útil de la estructura, considerando los criterios de seguridad, funcionalidad y rendimiento establecidos en la NSR-10.

Por otro lado, el análisis realizado en las fichas de Calificación abarca los daños típicos encontrados, lo que ha llevado a la formulación de la siguiente propuesta de intervención. Las propuestas se presentan para cada tipo de daño característico, en el caso de la Institución Educativa

Policarpa Salavarieta en el bloque de bachillerato y primaria, pueden resumirse en siete categorías de lesiones distintas.

- Fisuras por asiento Continuo.
- Grieta por asiento Continuo.
- Desprendimiento de concreto en elementos estructurales.
- Desprendimiento de elementos no estructurales
- Corrosión
- Hormigoneo
- Humedad

Los procesos de intervención de cada una de las lesiones están planteados paso por paso especificando los materiales y herramientas requeridas.

### **11.1 Fisuras Por Asentamiento Continuo**

Una fisura por asentamiento continuo se refiere a que se desarrolla gradualmente debido al movimiento lento y constante del suelo debajo de una estructura. Este tipo de fisura se produce cuando el suelo experimenta un asentamiento prolongado y uniforme, que puede ser causado por varios factores, como la consolidación del suelo, la carga constante o cambios en las condiciones ambientales.

Desde el inicio del proyecto se deben realizar los debidos estudios para analizar el suelo donde se desplantará la edificación, para poder hacer la debida cimentación y transportar las cargas



uniformemente, además de hacer las obras de drenaje para que el suelo no este contacto con el agua.

La fisura se encuentra en el bloque de primaria en el salón de preescolar, la causa probable de esta lesión que es una fisura por asentamiento continuo y puede ser debido al suelo sobre el cual está construida la estructura la cual se mueve o se comprime con el tiempo, por lo que puede provocar fisuras en las paredes, techos o cimientos.

### **11.1.1 Alternativa Intervención**

- Se comienza con la apertura a canto de espátula de las fisuras, aumentando su ancho en un espesor considerable para que el material pueda ingresar en las mismas con cuerpo suficiente.
- A continuación, se procede a la limpieza de las fisuras abiertas pasando enérgicamente un cepillo de cerda hasta que no queden restos de polvo.
- Luego se debe pasar una imprimación con pincel en la fisura para asegurar la adhesión del sellador escogido.
- La aplicación del sellador se hace de forma manual con espátula metálica o a pistola, de acuerdo con la modalidad de envase del producto y se prolija pasando una espátula plástica. (TRIPODARO, 2022)

## **11.2 Grieta por asentamiento Continuo**

Una grieta por asentamiento continuo se desarrolla gradualmente en una estructura debido al movimiento persistente del suelo debajo de ella. Este tipo de grieta suele ser causado por la

consolidación diferencial del suelo, lo que resulta en un asentamiento desigual de la estructura sobre él. Además, cuando el suelo se asienta continuamente, ejerce presión sobre la estructura, lo que puede provocar la formación de grietas en las áreas más afectadas por el movimiento del suelo. Estas grietas pueden comenzar como pequeñas fisuras casi imperceptibles, pero con el tiempo pueden aumentar en tamaño y extensión a medida que el asentamiento continúa.

La grieta se encuentra en el bloque de primaria en el salón de preescolar, la lesión es una grieta por cedimiento o asentamiento continuo, debido al suelo sobre el cual está construida la estructura la cual se mueve o se comprime con el tiempo, por lo que puede provocar grietas en los muros.

### **11.2.1 Alternativa de Intervención**

1. El primer paso es el de restablecer el vínculo entre las dos partes separadas por la grieta colocando pelos de anclaje distribuidos en la altura cada 50 cm y empotrados como mínimo 3 cm en el espesor del ladrillo; para lo cual se abrirá una canaleta de 3 cm de ancho por una profundidad aproximada de 5 cm procediendo de acuerdo con las siguientes indicaciones:

- a. Para el anclaje de dos paredes adyacentes se utilizarán varillas de hierro aletado de 10 mm de diámetro por 1.00 m de longitud repartidas mitad hacia cada lado de la grieta.
- b. Para reconstruir la traba entre un muro perpendicular los pelos se ejecutarán con una varilla de hierro como la empleada en las paredes adyacentes pero doblada en escuadra de 50 cm x 50 cm con ganchos en los extremos.

2. Humedeciendo antes la mampostería y luego se restauran los revoques existentes según las indicaciones vertidas.
3. A continuación, se abre sobre la grieta una canaleta regular y uniforme de 1 cm x 1 cm con un cortafierro o con una amoladora angular; limpiando todo resto de cascotillos y polvo pasando un cepillo de cerda.
4. Se aplica el sellador con la pistola para cartuchos y se espera 24 hs para completar la carga a ras del revoque existente; perfeccionando la terminación con el alisado a espátula plástica. (TRIPODARO, 2022)

### **11.3 Desprendimiento de Concreto en Elementos Estructurales.**

“El desprendimiento de un elemento implica la separación de un material de acabado o del soporte al que estaba aplicado. Normalmente aparece como consecuencia de lesiones previas (humedades, deformaciones, grietas, etc.) y podría distinguirse una amplia su tipología en función de la causa original, aunque, en el fondo, ésta está basada siempre en una falta de adherencia entre soporte y acabado” (Olivan, 2014)

En la columna situada al lado derecho de los escalares, en el segundo, esta tiene una lesión de desprendimiento, una lesión mecánica de severidad moderada.

### **11.3.1 Alternativa de Intervención**

1. El primer paso consiste en eliminar el concreto deteriorado por la corrosión del acero hasta llegar a la parte sana del material.
2. Es crucial que la superficie esté completamente limpia de polvo, grasas, aceites, residuos de concreto u otras sustancias que puedan afectar la adherencia del tratamiento.
3. Luego, se debe realizar una inspección adicional para asegurarse de que todo el material suelto se haya retirado. En caso de encontrar áreas sueltas, se recomienda usar un cepillo de alambre para eliminarlas.
4. A continuación, se procede a colocar los inyectores en la superficie utilizando un mortero grout fluido de reparación de baja contracción y alta resistencia mecánica. Es fundamental verificar que la superficie esté completamente seca y libre de filtraciones que puedan provocar humedad.
5. Para el encofrado de pilares, se emplearán moldes de tipo fenólico rematados en su altura con tableros, asegurando un sellado adecuado de las juntas mediante el uso de espuma de poliuretano en el collarín. Es esencial que el encofrado esté lo suficientemente reforzado para resistir el empuje del mortero Grout.
6. Posteriormente, se procederá a la colocación de inyectores (boquillas) en cada perforación y de una manguera en la parte superior de la columna. El suministro e inyección del mortero fluido comenzará desde la parte superior. Para finalizar, se sellará la junta superior no rellenada por el Grout con un mortero tixotrópico de alta resistencia, aplicado manualmente con una llana metálica.

## **11.4 Desprendimiento de Elementos no Estructurales**

El desprendimiento es la separación de un material de acabado o de soporte al que estaba aplicado. Normalmente aparece como consecuencia de lesiones previas (humedades, deformaciones, grietas, etc.) y podría distinguirse una amplia su tipología en función de la causa original, aunque, en el fondo, ésta está basada siempre en una falta de adherencia entre soporte y acabado (Olivan, 2014)

### **11.4.1 Alternativa de Intervención**

Para el desprendimiento que hay en el salón que hacer un debido retiro del área afectada y hacer reparaciones y en el parte del techo se puede hacer los siguientes pasos

1. Retirar cualquier residuo suelto o material que esté despegado usando una espátula. Asegurarse de que la zona esté limpia y libre de polvo.
2. Aplicar un sellador o adhesivo para reparaciones en el área que se desprendió. Sigue las instrucciones del producto y asegúrate de utilizar uno adecuado para el tipo de pared o placa (yeso, cemento, etc.). Una vez que el sellador esté seco, aplica una capa delgada de masilla para reparaciones sobre el área afectada. Usa una espátula para alisarla y asegúrate de cubrir completamente la zona dañada. Deja que se seque según las indicaciones del producto.
3. Cuando la masilla esté seca, se lija suavemente la superficie para que quede nivelada con el resto del área. Limpia cualquier residuo de polvo generado por el lijado.

4. Si el área está pintada, aplica una capa de pintura del mismo color para mezclar la reparación con el resto.

## **11.5 Corrosión**

La corrosión es la destrucción lenta de un material por un agente exterior en presencia de agua hay que distinguir dos tipos de reacción química o corrosión electrolítica, además la corrosión química o por la contaminación atmosférica desde una serie de compuestos de azufre óxido de nitrógeno cloruros que en presencia de agua el acero y otros materiales por reacción química provoca un cambio en sus propiedades.

Además, los efectos de la contaminación atmosférica causan diversos daños, y uno de ellos es la alteración química de los materiales afectados. Si esta alteración provoca una expansión en los materiales, puede dar lugar a un fenómeno conocido como dilatación esto provoca la expulsión del material como el concreto dejando el acero expuesto. (Olivan, 2014)

### **11.5.1 Alternativa de Intervención**

1. Tenemos que analizar el daño y la severidad de este, además es importante evaluar el alcance y la gravedad de la corrosión. Esto puede implicar inspeccionar visualmente la viga y, posiblemente, realizar pruebas adicionales para determinar la profundidad y extensión de la corrosión.

2. Una vez evaluado el daño, se debe limpiar la zona afectada para eliminar cualquier óxido, suciedad o pintura suelta en este caso sería el concreto. Esto se puede hacer limpiando con un cepillo de alambre o también se puede hacer con métodos químicos, como el uso de inhibidores de corrosión.
  
3. La reparación se puede hacer con mortero de reparación o la aplicación de compuestos epoxicos o la soldadura de parches metálicos en áreas severamente afectadas la tenencia dependerá del presupuesto.
  
4. Una vez que se haya realizado la reparación, es importante aplicar medidas de prevención para futura corrosión. Se puede aplicar recubrimientos protectores, como pinturas anticorrosivas o selladores epoxicos.
  
5. Después de completar la reparación, es importante monitorear regularmente la viga afectada y reparada, para detectar cualquier signo de corrosión recurrente y realizar mantenimiento preventivo según sea necesario.

## **11.6 Hormiguo**

el hormiguo se presenta cuando quedan atrapadas burbujas de aire entre la superficie del concreto y la formaleta, el cual es una lesión física y de severidad moderada

### **11.6.1 Alternativa de Intervención**

1. Antes de comenzar cualquier reparación, es importante preparar adecuadamente la superficie de la viga. Esto implica limpiar la zona afectada para eliminar cualquier suciedad, polvo, grasa o material suelto utilizando métodos como cepillar la zona con cepillo de alambre.
2. Utilizando cinceles o discos de corte diamantados para perforar el concreto, se retira el hormigón dañado hasta llegar a una zona sana y sólida. Es importante asegurarse de eliminar todo el concreto afectado para garantizar una adhesión adecuada del material de reparación.
3. Se pueden reparar utilizando un mortero de reparación, Este mortero se aplica en la zona afectada utilizando una espátula o una llana, y se alisa para que coincida con la superficie circundante.
4. Después de aplicar el mortero de reparación, se debe permitir que se cure adecuadamente, esto puede implicar mantener la zona húmeda y protegida del sol durante un período de tiempo especificado. Una vez que el mortero haya curado completamente, se puede aplicar un sellador o recubrimiento protector para proporcionar una mayor durabilidad y resistencia a la viga reparada.



## **11.7 Humedades**

Es cuando se produce un aumento no deseado en el porcentaje de humedad, sin control. En ocasiones será una simple mancha que aparece en el material, en otras, rezumará y goteará el agua, pero, en cualquier caso, supondrá una variación de las características físicas del material o elemento en cuestión, que deberá ser reparada para que no afecte a la edificación. En ocasiones será una simple mancha que aparece en el material, en otras, rezumará y goteará el agua, pero, en cualquier caso, supondrá una variación de las características físicas del material o elemento en cuestión, que deberá ser reparada para que no afecte a la edificación. (Fiol Olivan, 2014)

### **11.7.1 Alternativa de Intervención**


1. El primer paso es el de efectuar la limpieza a fondo de la superficie, la que se puede realizar:
  - a) Pasando un cepillo de acero hasta uniformar la superficie y a continuación se quita el polvo resultante pasando un cepillo de cerda
  - b) Si la suciedad es intensa es conveniente aplicar un hidro lavado a presión.
  - c) Cuando se detecta que la suciedad o humedad ha penetrado en el material y si la consistencia superficial lo permite, se debe ejecutar la aplicación de un chorro de arena a presión por encima sobre las superficies percutidas, prestando atención a que por la fuerza del chorro de proyección se pueden desprender los revoques flojos.

2. La impermeabilización con siliconas o la pintura acrílica para capas aisladoras verticales afectados, que resulta de aplicación válida para este tópico.

## 11.8 Presupuesto

A continuación, se presenta el presupuesto para la intervención del bloque de bachillerato y de primaria de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta, además se visualizará mejor en el anexo IV.

### Imagen 47. Resumen del Presupuesto de la Intervención

ESTUDIO DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL INSTITUTO EDUCATIVO POLICARPA SALAVARRIETA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT-CUNDINAMARCA		 <b>UNIMINUTO</b> Corporación Universitaria Minuto de Dios Educación de calidad al alcance de todos			
PRESUPUESTO DE INTERVENCIÓN					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1.0	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	CAMPAMENTO 18 M2	UND	1	\$ 2.722.033,60	\$ 2.722.033,60
1.2	CERCA EN TEJA DE ZIN H=1,80M	ML	1	\$ 62.527,82	\$ 62.527,82
1.3	DESCAPOTE MANUAL Y RETIRO E=0,20M APILE A 15 M	M2	24,24	\$ 9.368,25	\$ 227.086,32
1.4	DEMOLICIÓN MURO EN MAMPOSTERIA 0,25M	M2	24,24	\$ 28.383,62	\$ 688.018,87
1.5	DEMOLICIÓN MURO EN CONCRETO 0,25M	M2	24,24	\$ 897.624,00	\$ 21.758.405,76
TOTAL DE ACTIVIDADES PRELIMINARES					\$ 25.458.072,37

Nota. Resumen del Presupuesto de la Intervención de la Institución Educativa Policarpa Salavarrieta. Autores Karen Julieth Vera Herrera- María Fernanda Martin Velandia

## 12. CONCLUSIONES

Una vez teniendo la información recolectada y analizada podemos concluir lo siguiente:

- El análisis de la edificación de objeto de estudio, que arrojó los ensayos no destructivos, fichas de calificación y vulnerabilidad sísmica de la institución educativa Policarpa Salavarrieta, resultó en que el sistema estructural del área de primaria debe hacerle una intervención que debe modificar el sistema estructural de cambiar muros de mampostería a pórticos, y en el área de bachillerato hay que reforzarle la normativa vigente Nsr-10.
- Se identificaron diversas lesiones que afectan la integridad de la edificación, entre las cuales destacan las fisuras, grietas, desprendimientos, corrosión, deterioro del hormigón y problemas de humedad. Este proceso se hizo con ensayos no destructivos y la evaluación de las fichas de calificación correspondientes. Estos procedimientos son cruciales, ya que permitieron determinar con precisión el grado de complejidad de las lesiones encontradas en el bloque de primaria y bachillerato. Se constató que la mayoría de estas lesiones estaban estrechamente relacionadas con la falta de mantenimiento de la edificación, el inadecuado manejo de las aguas pluviales y la falta de cumplimiento de la normativa vigente. Por lo tanto, resulta imperativo intervenir de manera adecuada en estos aspectos para abordar eficazmente la situación, cabe resaltar que si se realiza la propuesta de intervención se debe continuar con el mantenimiento preventivo para su correcto funcionamiento y cumplir con los principios de seguridad, estabilidad y servicio

- La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Policarpa Salavarieta reveló que las edificaciones no cumplen con la normativa sísmica vigente colombiana. Se determinó que en el bloque de primaria se debe modificar el sistema estructural, específicamente la transición de muros de mampostería no confinados a pórticos. Además, en el área de bachillerato se requiere realizar un refuerzo adecuado de columnas y vigas para garantizar la estabilidad y seguridad estructural conforme a los estándares establecidos.
  
- Finalmente, en el capítulo 11 se presentaron las propuestas de intervención, dividiéndose en dos aspectos principales: la corrección de las lesiones observadas y la corrección de las causas directas que las generan, las cuales fueron detalladas en el capítulo de propuestas de intervención. En la sección dedicada a la corrección de las lesiones se especifican los materiales necesarios, las herramientas requeridas y los procedimientos de mantenimiento correspondientes.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

LIZARAZO TELLEZ, I. L. (2021). *ENSAYO COMO OPCIÓN DE GRADO DEL DIPLOMADO*

*EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD*. BOGOTA:

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. Obtenido de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39458/LizarazoTellezIrianaLiceth2021.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Broto, C. (s.f.). *Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción*.

Casas Figueroa, L. H. (2019). *Degradación, Daños, Lesiones en la Edificación*. Cali: Universidad

del Valle. Obtenido de

[https://www.google.com.co/books/edition/Degradaci%C3%B3n\\_da%C3%B1os\\_lesiones\\_en\\_la\\_edifi/LxP6EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=patologias+en+las+edificaciones&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Degradaci%C3%B3n_da%C3%B1os_lesiones_en_la_edifi/LxP6EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=patologias+en+las+edificaciones&printsec=frontcover)

CRUZ HERRERA, W. A., & PEREZ, G. J. (2017). *PASANTIA INTERNACIONAL*

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - ESTUDIO DE PATOLOGÍA*

*ESTRUCTURAL INSTITUCIÓN EDUCATIVA ENRIQUE MILLÁN RUBIO*. PEREIRA:

UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA. Obtenido de

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17011/ESTUDIO%20DE%20PATOLOGIA%20ESTRUCTURAL%20DE%20LA%20ESCUELA%20ENRIQUE%20MILLAN%20RUBIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CRUZ HERRERA, W. A., & PEREZ, G. J. (02 de 10 de 2017). *Universidad Libre*. Obtenido de

<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17011?show=full>

- Elguero, A. M. . (2004). *Patologías elementales*. Editorial Nobuko. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/76281?page=13>
- Figueroa, T., & Palacio, R. (2008). PATOLOGÍAS, CAUSAS Y SOLUCIONES DEL CONCRETO ARQUITECTÓNICO EN MEDELLÍN. *Revista EIA*, 10. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372008000200010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372008000200010)
- Fiol Olivan. (2014). *Manual de patología y rehabilitación de edificios*. Editorial Universidad de Burgos.
- Gärtner Jaramillo, M., Beltrán Núñez, D. A., Romero Martínez, M. C., & Buenahora Bonfante, V. C. (28 de 05 de 2020). *Repositorio Universidad Santo Tomas*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/27298>
- Ministerio de Vivienda,Ciudad y Territorio . (2010). *El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Colombia: Asociacion Colombiana de Ingenieria Sismica. Obtenido de <https://www.scg.org.co/Titulo-A-NSR-10-Decreto%20Final-2010-01-13.pdf>
- Moreno González , R., & Bairán García, J. (2012). Evaluación sísmica de los edificios de mampostería típicos de Barcelona aplicando la metodología Risk-UE. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rimni.2012.03.007>
- Olivan, F. (2014). *Manual de patología y rehabilitación de edificios*. Editorial Universidad de Burgos. Obtenido de Fiol Olivan, F. (2014). Manual de patología y rehabilitación de <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/59487?page=25>

Posada, G., Monsalve, G., Hoyos, C., Perez Hincapie , A., & Trujillo Cadavid, J. (2022). Ground accelerations and empirical site classification through H/V response spectral ratio (HVRSR) using historical records from the strong motion network of the Aburrá Valley, Colombia. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 9.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.107063>

TRIPODARO, B. (2022). *Patologías habituales en la construcción: reparaciones y mejoras*. Editorial Nobuko. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/227503?page=1>

Vera Guarnizo, M. C., Miranda Gutierrez, D. A., & Monroy Gutierrez , J. E. (2022). *Patología de la construcción: un ejercicio de impacto al servicio de la comunidad*. Girardot: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/219318?>

VERA GUARNIZO, M. C., MONROY GUTIERREZ , J. E., & PERICO GRANADO , N. R. (2020). Problemática de las instituciones educativas públicas del municipio de Girardot-Cundinamarca\*. *Sinergias Educativas*, 13. doi:<https://doi.org/10.37954/se.v5i1.77>

Zanni , E. (2008). *Patología de la construcción y restauro de obras de arquitectura*. Editorial Brujas. Obtenido de Zanni, E. (2008). Patología de la constr<https://elibro.net/es/ereader/uniminuto/78007?page=87>