

Estudio patológico del edificio del Batallón de Cadetes “I” de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”. Ubicado en la avenida calle 80 No. 50-06. Bogotá D.C.



Ing. Javier Alfonso Mora Daza.
Arq. Jeovanny Enrique Duque Ossa.
Arq. Camilo Andrés Castillo González.
Mayo 2018.

Universidad Santo Tomás.
Especialización en Patología de la Construcción.
Trabajo de Grado

Copyright © 2018 por Javier Mora Daza, Jeovanny Duque Ossa, Camilo Castillo González. Todos los derechos reservados.

Dedicatoria

A Dios creador y a nuestras amadas familias.

Agradecimientos

A Dios que nos permitió culminar con éxito este trabajo y ponerlo al servicio del Ejército Nacional de Colombia.

Al señor Comandante del Ejército y al señor General Comandante del Comando de Ingenieros, por permitirnos tomar como paciente de estudio el edificio de la ESMIC, y el apoyo económico recibido para la elaboración de ensayos.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Introducción e información general	1
Introducción	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
Justificación	5
<i>Social</i>	5
<i>Económica</i>	5
<i>Ambiental</i>	5
Alcance	6
Metodología	7
Selección de la Edificación.....	7
Preparación y planteamiento del estudio	8
<i>Inspección preliminar</i>	8
<i>Información necesaria para el estudio</i>	9
<i>Proceso de recopilación de información de campo</i>	10
<i>Alcances de la exploración</i>	12
<i>Marco legal</i>	14
Equipo de trabajo	15
<i>Equipo de trabajo</i>	15
<i>Definición de los medios para realizar la exploración</i>	15
<i>Medidas preventivas durante la exploración</i>	15
Capítulo 2 Historia Clínica	17
Reseña Histórica	17
Localización General	32
Información General	33
Medio ambiente	37
<i>Temperatura</i>	37
<i>Humedad relativa promedio</i>	38
<i>Precipitaciones</i>	38
<i>Velocidad del viento</i>	39
Movimientos en masa	39
Sismicidad.....	40
Topografía.....	41
Nivel freático y escorrentías	42
Sistema de coberturas vegetales.....	42
Perfil estratigráfico.....	43
Estructura (descripción general)	50
Clasificación de la estructura	53
<i>Por grupo de uso</i>	53
<i>Por diseño y construcción (A.10.2.2.1 NSR-10)</i>	53
<i>Por estado de la estructura (A.10.2.2.1 NSR-10)</i>	53

ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO “I” DE LA ESMIC	vi
Evaluación de la estructura en general.....	54
Determinación de la zona sísmica, el valor de Aa y Ad.....	54
Determinación de las cargas sobre los elementos.....	55
Relación entre demanda y capacidad.....	56
Ensayos de campo para concretos.....	56
<i>Preparación de la superficie.</i>	57
<i>Toma de humedad y temperatura.</i>	57
<i>Detección de aceros de interferencia.</i>	58
<i>Lectura de impactos con el martillo de Schmitz.</i>	58
<i>Determinación de la profundidad de carbonatación.</i>	59
Ensayos no destructivos para determinar la armadura de refuerzo.....	61
<i>Localización de los elementos a escanear.</i>	61
Estudio de sanidad de la Madera.....	63
<i>Descripción estructural de los elementos de madera del edificio.</i>	63
<i>Procedimiento de evaluación de la madera.</i>	64
<i>Elementos y Equipos.</i>	65
<i>Evaluación Fisitosaniataria de maderas.</i>	65
<i>Descripción de la madera encontrada en la inspección.</i>	67
<i>Daños encontrados en los elementos estructurales de la madera.</i>	73
<i>Humedades.</i>	73
<i>Fracturas de duramen quebradizo.</i>	74
<i>Barrido de elementos con boroscopio.</i>	75
<i>Análisis de vibraciones del entrepiso.</i>	76
<i>Barrido de elementos para detección de ataque xilófago.</i>	78
<i>Estado general pisos de madera.</i>	80
<i>Conclusiones Estado general elementos de madera.</i>	80
Evaluación de los elementos de mampostería.....	81
<i>Medición de fisuras.</i>	82
<i>Ensayo de permeabilidad en fachadas.</i>	83
<i>Método del ensayo.</i>	85
Informes de calas de exploración cromática.....	87
Relación anexos historia clínica.....	91
<i>Planimetría original.</i>	91
<i>Propuestas de reforzamiento.</i>	91
<i>Normatividad vigente.</i>	92
<i>Levantamiento arquitectónico.</i>	94
<i>Registro Fotográfico.</i>	94
<i>Fichas Lesiones.</i>	94
<i>Planos de Calificación.</i>	95
Capítulo 3 Diagnostico.....	96
Diagnostico General.....	96
Resumen de patologías general.....	99
Diagnostico Módulos 3 y 4.....	101
Resumen de patologías módulos 3 y 4.....	103
Capítulo 4 Propuesta de Intervención.....	107

ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO “I” DE LA ESMIC	vii
Alternativas de Intervención	107
<i>Propuesta para muros de mampostería existentes.</i>	107
<i>Reforzamiento de muros embebidos.</i>	108
<i>Intervención mediante estructura metálica.</i>	109
<i>Intervención mediante estructura en concreto.</i>	115
Propuesta General de Intervención Elegida	118
<i>Planos de Propuesta.</i>	126
Propuesta de diseño estructural muros de mampostería	127
Propuesta de Diseño Humedades de cubierta	128
Secuencia de intervención propuesta	130
Recomendación de intervención de muros no estructurales	134
Memoria aclaratoria de la intervención estructural	136
Justificación de ausencia de junta sísmica:	146
Justificación de ausencia de junta sísmica	149
Consideraciones de afectación de la estructura central (Módulo 2)	152
Presupuesto de Intervención	152
Alcance del proyecto.....	153
Cronograma del Proyecto	154
Lista de referencias	156
Vita.....	157

Lista de tablas

Tabla 1. Relación de planos originales de diseño.	91
Tabla 2. Relación de planos propuestas de reforzamiento.....	92
Tabla 3. Relación de documentos de la normatividad vigente.	93
Tabla 4. Relación planimetría levantada 2017.....	94
Tabla 5. Relación planos de calificación 2017	95
Tabla 6. Planos de propuesta arquitectónica 2017	126
Tabla 7. Planos de propuesta estructural 2017.....	127
Tabla 8. Presupuesto general del proyecto	153
Tabla 9. Planos con sello de aprobación por parte de MINCULTURA	155

Lista de figuras

Figura 1. Alcance del trabajo.....	6
Figura 2. Metodología para el desarrollo del trabajo.....	7
Figura 3. Equipo de trabajo.....	15
Figura 4. Escuela Militar de Cadetes. Colombia país de ciudades, Bogotá Editorial Pio X, 1960, p 195.....	29
Figura 5. Escuela Militar de Cadetes. 2017.....	31
Figura 6. Localización general.....	32
Figura 7. Vista general axonométrica.....	32
Figura 8. Plano original cubierta y volumen adosado.....	35
Figura 9. Detalle original de aleros y fotografías de aleros modificados.....	35
Figura 10. Edificaciones y obras vecinas.....	36
Figura 11. Vegetación existente de gran porte.....	37
Figura 12. Graficas de temperatura para Bogotá, fuente IDEAM.....	38
Figura 13. Graficas de precipitaciones para Bogotá, fuente IDEAM.....	38
Figura 14. Graficas de velocidad y dirección del viento para Bogotá, fuente IDEAM.....	39
Figura 15. Mapa de amenazas por movimientos en masa. Fuente IDIGER.....	39
Figura 16. Espectro Elástico microzonificación sísmica para Bogotá.....	40
Figura 17. Localización de la edificación en las zonas de respuesta sísmica para Bogotá.....	41
Figura 18. Perfil estratigráfico del terreno.....	41
Figura 19. Perfil estratigráfico del sector, fuente estudio de suelos COING.....	43
Figura 20. Plano de la fachada principal 1940. Imagen edificio “I” 2017.....	44
Figura 21. Aparejos en las fachadas. Imagen edificio “I” 2017.....	46
Figura 22. Diferencias de aparejos en las fachadas. Imagen edificio “I” 2017.....	47
Figura 23. Detalle del material granular y delaminación de las piezas de mampostería.....	48
Figura 24. Detalle cielo raso aleros y desfogue de calentadores en fachada.....	49
Figura 25. Unidades estructurales que componen la edificación.....	50
Figura 26. Elementos de mampostería predominantes, arcos en primer nivel.....	51
Figura 27. Pórticos planos de concreto en fachada posterior y punto fijo.....	52
Figura 28. Detalle general de estructura de cubierta metálica.....	52
Figura 29. Estado general del entrepiso de madera zona alojamientos y corredor.....	53
Figura 30. Mapa de microzonificación sísmica de Bogotá. Fuente: INGEOMINAS.....	54
Figura 31. Cargas de cubierta.....	55
Figura 32. Cargas gravitacionales sección corredores.....	55
Figura 33. Preparación de la superficie mediante piedra de amolar y brocha.....	57
Figura 34. Medición de temperatura y humedad.....	57
Figura 35. Detección de refuerzo mediante scanner para evitar alteraciones en el resultado.....	58
Figura 36. Lectura de impactos con martillo de Schmitd y correlación con f_c aparente.....	58
Figura 37. Determinación de la profundidad de carbonatación método 4 puntos.....	60
Figura 38. Diseño ficha para esclerómetro ESMIC.....	60
Figura 39. Localización ensayos detector de aceros de refuerzo.....	61
Figura 40. Detección de refuerzo en columna de concreto.....	62
Figura 41. Resultados de barras y recubrimientos.....	62
Figura 42. Escala cualitativa para calificar y cuantificar grados de deterioro en maderas.....	63

ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO “I” DE LA ESMIC	x
Figura 43. Distribución entrepiso de madera para módulos de análisis.	64
Figura 44. Tabla de diagnóstico elementos de madera.	69
Figura 45. Tabla de diagnóstico elementos de madera.	70
Figura 46. Tabla de diagnóstico elementos de madera.	71
Figura 47. Tabla de diagnóstico elementos de madera.	72
Figura 48. Deterioro por humedad sin pérdida de integridad.	73
Figura 49. Deterioro por humedad sin pérdida de integridad.	73
Figura 50. Deterioro por humedad en cielo raso cubierta, ataque por aves.	74
Figura 51. Deterioro y agrietamiento longitudinal en vigas de entrepiso.	74
Figura 52. Estructura general del entrepiso.	74
Figura 53. Estado general vigas de soporte entrepiso.	75
Figura 54. Apoyo del entrepiso de madera sobre la mampostería (protección contra humedad con aceite).	75
Figura 55. Microfotografía, falta de integridad en la madera zona lesión duramen, no representativa.	75
Figura 56. Excitación del piso, acelerómetros y captador de señal.	76
Figura 57. Interface del software interpretación de acelerogramas en XYZ y máximos.	76
Figura 58. Verificación de vibración de piso.	77
Figura 59. Levantamiento de elementos y apertura de ventanas de inspección.	78
Figura 60. Estado de conservación de los elementos de madera del entrepiso.	78
Figura 61. Estado de conservación de los elementos de madera del entrepiso.	78
Figura 62. Apoyo del entramado de madera sobre pórtico en concreto para cubierta.	79
Figura 63. Estado general de los pisos de madera de circulaciones y alojamiento.	80
Figura 64. Fractura de la mampostería, fachada posterior.	81
Figura 65. Agrietamiento pasante en los muros e instalación de regletas.	82
Figura 66. Agrietamiento pasante en los muros e instalación de regletas.	83
Figura 67. Esquema de falla por asentamiento.	83
Figura 68. Tabla de absorción con tubo Karsten.	84
Figura 69. Ensayo de absorción con tubo Karsten. Imagen de referencia.	84
Figura 70. Contraste por termografía.	86
Figura 71. Elaboración de cala cromática en muros de mampostería.	87
Figura 72. Escala cromática de colores de acabados en muros interiores.	88
Figura 73. Cala cromática para ventanearía metálica.	90
Figura 74. Cala cromática para puertas metálica.	90
Figura 75. Grapado de grietas y dislocaciones.	107
Figura 76. Muro embebido reforzamiento en ambas caras.	109
Figura 77. Modelo de interacción con estructura metálica adosada.	110
Figura 78. Puntos de revisión de lbas derivas del loque posterior con alternativa de estructura metálica.	111
Figura 79. Detalle de anclaje a cimentación.	112
Figura 80. Detalle de entrepiso en metaldeck para diafragma.	112
Figura 81. Distribución en planta de elementos metálicos para la configuración de diafragma.	113
Figura 82. Apuntalamiento en planta a nivel de corona de muros.	113
Figura 83. Detalle de anclaje a muros.	114
Figura 84. Detalle de anclaje a muros.	114

Figura 85. Machones salientes existentes en módulos a intervenir.	115
Figura 86. Columnas de concreto en pórticos del módulo 1.....	116
Figura 87. Pórtico existente, viga en concreto machón en mampostería.....	116
Figura 88. Propuesta de intervención reforzamiento interno en concreto.	117
Figura 89. Propuesta de intervención reforzamiento cimentación y muros de fachada.	117
Figura 90. Propuesta de intervención reforzamiento vigas y muros de fachada.	118
Figura 91. Propuesta de intervención para muros de mampostería.	127
Figura 92. Cálculos de sección hidráulica de canales.....	129
Figura 93. Esquema de filtro perimetral.	130
Figura 94. Apuntalamiento inferior de entrepiso y apeo lateral muros.	131
Figura 95. Axonometría de la intervención interna planteada.....	133
Figura 96. Detalle refuerzo en muros de mampostería.	135
Figura 97. Distribución de módulos de unidades estructurales independientes	136
Figura 98. Diseño inicial del Edificio I.....	137
Figura 99. Vista aérea de la configuración actual del edificio.....	137
Figura 100. Vista Fachadas Internas módulos contiguos construidos posteriormente	138
Figura 101. Módulos laterales contiguos construidos con posterioridad.....	138
Figura 102. Módulos Lesiones diagonales de escalerilla en paños superiores.	138
Figura 103. Lesiones en el pañete producto de la dilatación vertical del muro no adosado.....	139
Figura 104. Exploración en pañete para descubrir dilatación.....	139
Figura 105. Dilatación entre mampostería se aprecia junta sin trabe de mampostería.....	140
Figura 106. Dilatación Exploración dilataciones de módulo 3 hacia módulo 2	140
Figura 107. Lesiones y dilatación vertical existente.....	141
Figura 108. Dilatación entre mampostería se aprecia junta sin trabe de mampostería.....	141
Figura 109. Dilatación Machones en dilatación de puerta apertura del vano	142
Figura 110. Dilatación de puerta apertura del vano módulo 3 y módulo 2	142
Figura 111. Dilatación entre módulo 1 y 2	143
Figura 112. Detalle de dilatación entre módulo 1 y 2.....	143
Figura 113. Configuración actual de las dilataciones encontradas	144
Figura 114. Factores de disminución del coeficiente R. NSR-10.....	145
Figura 115. Factores de disminución por irregularidades en diseño. NSR-10	146
Figura 116. Diseño sísmico de edificio de Bazán Meli.	148
Figura 117. Machones salientes existentes en módulos a intervenir	149
Figura 118. Columnas de concreto de pórticos Módulo 1 principal.....	150
Figura 119. Machones internos existentes módulos 3 y 4	150
Figura 120. Pórtico existente viga en concreto machón en mampostería.....	151
Figura 121. Modelo interno de reforzamiento, adosa la mampostería como elemento no estructural.....	151
Figura 122. Cronograma del proyecto	154

Capítulo 1

Introducción e información general

Introducción

La Escuela Militar es el alma mater de los Oficiales del Ejército Nacional la cual a la fecha no cuenta con la infraestructura necesaria para alojar el gran número de Cadetes con que se cuenta actualmente, los edificios de alojamientos para cadetes, en este caso el edificio “I” no se está utilizando al máximo de su capacidad puesto que presenta altos problemas de estabilidad estructural. Este Edificio fue construido en el año de 1940 y es declarado bien de interés cultural de carácter monumento nacional según resolución N° 7522 del 30 de julio de 1998.

La Jefatura de Ingenieros del Ejército Nacional ha venido realizando una serie de estudios a esta edificación, evaluando varios componentes de estabilidad y funcionalidad con el fin de determinar su estado actual, donde se evidencian riesgos estructurales que pueden causar un colapso, poniendo en alto riesgo la comunidad estudiantil. Por recomendación de ese Comando, se determinó solamente utilizar el primer piso y parte del segundo, en vista de las malas condiciones estructurales, que al recibir cargas puntuales y de alto impacto pueden generar fallas, poniendo en riesgo al personal que aquí habita.

Sin embargo el señor General Director de la Escuela Militar, plantea al Comandante del Ejército la necesidad apremiante de intervenir esta edificación, toda vez que dentro de

los planes de incorporación y sostenimiento de oficiales para el Ejército Nacional, se requiere la disponibilidad de alojamiento inmediato para los futuros cursos que ingresarán a la escuela.

Mientras se mantenga la restricción de habitabilidad sobre este edificio, se verán afectados dichos procesos y a futuro se puede tener una afectación en el funcionamiento y la Tabla de Organización y Equipo “TOE” de las diferentes unidades del Ejército Nacional a lo largo y ancho del territorio nacional.

Por lo anterior se ha solicitado la intervención de la edificación a fin de recuperar su funcionalidad sin afectar su valor histórico. En vista de esa coyuntura y como profesionales al servicio del Ejército Nacional podemos aportar en la solución de esta grave situación con el presente trabajo.

Objetivo General

Efectuar el estudio patológico para los módulos 3 y 4 del Edificio del Batallón de Cadetes “I” de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”, en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta el presupuesto asignado por el Comando del Ejército.

Objetivos Específicos

Realizar la recopilación la información del edificio para consolidar la historia clínica del edificio. *(Se elaborará el registro de documentación histórica, consulta de la documentación legal del edificio y del predio, registro fotográfico actual, planos de levantamiento actual, elaboración de fichas de identificación de las lesiones).*

Verificar en campo si la información contenida en los documentos históricos corresponde a la realidad actual del edificio con el fin de realizar un levantamiento arquitectónico detallado que permita obtener los planos del estado actual del edificio.

Realizar consulta de la información legal del predio y de la edificación, con el fin de realizar la consulta de norma ante la curaduría urbana y ministerio de cultura, verificando trámites, licencias y permisos vigentes y/o en proceso del edificio y del predio.

Analizar la información recopilada del edificio en la etapa de historia clínica y en los resultados de los ensayos de laboratorio, con el fin de establecer la patología más relevante y el origen de la misma, así como identificar las otras patologías presentes en el edificio y plantear una propuesta de intervención.

Elaborar la propuesta de intervención arquitectónica y reforzamiento estructural de los módulos 3 y 4 del edificio “I”, ajustado el presupuesto al recurso disponible y al cronograma de contratación propuesto.

Justificación

Social. Desde el ámbito social, se busca garantizar la seguridad y mejorar la calidad de vida del cadete en su paso por la escuela militar, el adecuado descanso permite el aumento de su capacidad de aprendizaje y habilidades fundamentales en la formación del futuro oficial del Ejército.

Económica. Se debe evaluar la viabilidad de realizar una intervención económica elevada para poner en valor nuevamente la estructura declarada como patrimonio. Se deben tener en cuenta las políticas de austeridad en el gasto del Gobierno Nacional, buscando optimizar la inversión con el fin de que con el presupuesto asignado se recupere parte de la funcionalidad del edificio.

Ambiental. Se considera la afectación sobre el medio ambiente al mitigar la posibilidad de generación de escombros, además de mejorar las condiciones de habitabilidad al recuperar los espacios invadidos por las palomas previniendo posibles focos de infecciones y enfermedades para los cadetes.

Histórica. Esta edificación es un referente para el Ejército, toda vez que éste edificio hace parte de la historia material y es un ícono de la formación castrense en el país, valores reconocidos por la sociedad al elevar el edificio a la calidad de patrimonio.

Alcance

Edificio “I” 4.127m² – Módulos 3 y 4 2 1.477,17m²

Altura 3 pisos – 2 pisos

El alcance del presente trabajo consiste en realizar el estudio patológico a los módulos 3 y 4 del edificio “I” de la Escuela Militar de Cadetes y la propuesta de análisis e intervención, con el fin de recuperar las lesiones existentes y coadyuvar a la rehabilitación del edificio, a fin de que pueda ser usado como alojamiento de cadetes nuevamente.

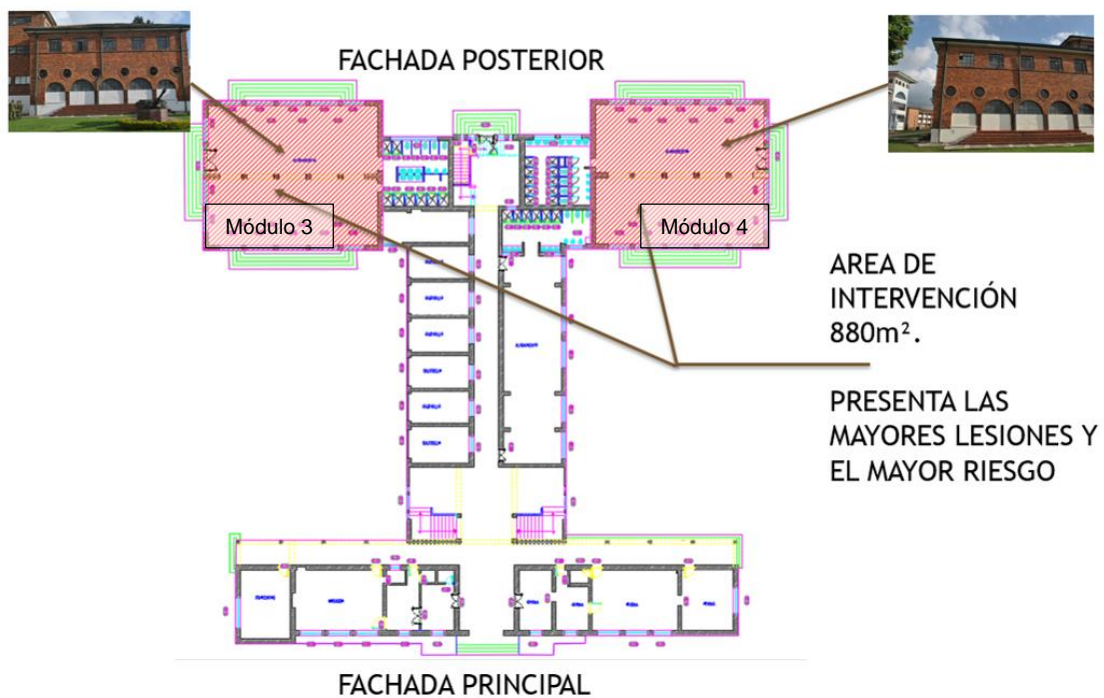


Figura 1. Alcance del trabajo

Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo comprende tres partes fundamentales para su desarrollo que son 1. HISTORIA CLÍNICA, 2. DIAGNOSTICO y 3. INTERVENCIÓN, los cuales se enmarcan dentro del siguiente cronograma para el desarrollo del trabajo.



Figura 2. Metodología para el desarrollo del trabajo

Selección de la Edificación

La selección del paciente se hace como parte de la solución a una necesidad que a la fecha tiene el Ejército Nacional respecto al reforzamiento estructural de sus edificaciones, al aumento de la capacidad instalada en la Escuela Militar y al interés del Comando superior en propender por la recuperación de estas edificaciones de gran relevancia para el Ejército.

En segundo lugar, es una obligación establecida dentro de la resolución 1796 de 2011, Plan de regularización y manejo para la ESCUELA MILITAR DE CADETES “GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA”, ubicada en la Avenida Calle 80 No. 50-06, en el Distrito Capital”.

Es de resaltar que se tiene la facilidad de conseguir la información al trabajar dentro del Comando de Ingenieros del Ejército, alineado con la política institucional respecto a la recuperación de estructuras históricas relevantes de la Escuela Militar.

Preparación y planteamiento del estudio

Inspección preliminar.

Se realiza una inspección visual preliminar, con el fin de reconocer la edificación y realizar un registro fotográfico de reconocimiento del caso de estudio. Se solicita a la dirección de la escuela mantener la restricción sobre el uso y con motivo de las lluvias presentes, se evidencian grandes filtraciones de agua y desprendimiento de los cielo rasos y afectación de los entresijos, por tal razón se entrega informe¹ a la Dirección de la ESMIC, con el fin de mitigar ésta situación y garantizar la seguridad del equipo de trabajo al realizar los trabajos de patología sobre la edificación.

¹ Informe de Inspección del Comando de Ingenieros al Edificio “I” de la Escuela Militar.

Información necesaria para el estudio.

Se realiza una indagación de la información histórica del edificio en la planoteca del Comando de Ingenieros donde se consigue parte de la información original del proyecto, así como apartes de diferentes levantamientos que se han realizado en análisis realizados al edificio con anterioridad.

Se realiza la consulta de la documentación legal y normativa del predio, se busca en los archivos del Comando de Ingenieros, de la Escuela Militar y se visita la secretaria de planeación y la curaduría urbana, se realiza una consulta de la norma a través del portal web SINUPOT.

Se realiza la solicitud al Comando de Ingenieros del Estudio de suelos para el edificio con especial atención a los denominados módulos 3 y 4, donde se evidencian lesiones significativas en la fachada y se requiere de dicho estudio para verificar el estado del suelo y sustentar la hipótesis de la posible causa de la lesión.

Se realiza consulta con el Ministerio de Cultura, con objeto de determinar el procedimiento a seguir para la presentación del proyecto de intervención, para tal efecto la Dirección de la Escuela contrata los servicios de un arquitecto restaurador, quien se encargará de realizar la presentación del trabajo al MINCULTURA y la aprobación

respectiva de la intervención, de igual manera emitirá un informe detallado sobre las limitaciones a tener en cuenta dentro del diseño de la propuesta de intervención.

Proceso de recopilación de información de campo.

El proceso de recopilación de la información está dividido en dos grandes etapas:

En la primera etapa se utilizó la información técnica encontrada en el archivo, donde se hallaron algunos planos del edificio original que datan del año 1940, y se encontraron planos de propuestas de reforzamiento estructural inconclusas, una propuesta de renovación estructural completa; con dicha información, se hace una comparación con el estado actual de la edificación y se encuentran grandes diferencias, por lo que se procede a realizar nuevamente un levantamiento arquitectónico del edificio.

Seguidamente se realizó el levantamiento fotográfico del edificio, se registra la información en unas fichas para identificar espacios y lesiones en los mismos, se realiza una valoración del tipo de lesiones para identificar las causas primarias y secundarias a fin de poder determinar acciones de solución y/o solicitar estudios los estudios detallados que permitan identificar las causas de las mismas.

Posteriormente y luego de enmarcar el trabajo en la intervención de los módulos 3 y 4 del edificio, se determinó la patología más importante y se procedió a realizar la instalación de testigos y fisurómetros, a fin de realizar el monitoreo de las lesiones y

verificar si son activas o pasivas durante el tiempo en que se realiza el levantamiento arquitectónico y fotográfico completo del edificio.

Finalmente, se determinaron los riesgos que afecten la estabilidad y seguridad del edificio para los usuarios y se debe informa al comando de la Escuela Militar que el alojamiento debe seguir desocupado, y que requiere una limpieza general, toda vez que por encontrarse el ala de los módulos 3 y 4 sin uso, las palomas colonizaron gran parte de la cubierta, causaron desprendimientos en los cielo rasos y se encuentran dentro del edificio afectando los entresijos y muros producto de sus excrementos y del poder destructivo de sus picos y garras.

La segunda etapa consistió en el seguimiento a los testigos y fisurómetros instalados en los módulos 3 y 4, se realiza la medición y control de testigos, inicialmente se realiza un seguimiento diario durante las dos primeras semanas a fin de verificar el movimiento de las lesiones y avance de las mismas, aprovechando el trabajo de levantamiento, al final de este tiempo se determina que existen algunas lesiones activas y otras pasivas, se mantienen los monitoreos y se controlan las lesiones activas, por la cantidad de movimiento se recomienda un perímetro de seguridad alrededor del edificio para evitar cualquier tipo de emergencia.

Con la solicitud realizada al Comando de Ingenieros, se realizó la toma de muestras para el estudio de suelos y una exploración superficial para verificar el tipo de cimentación

y el estado de conservación de la misma. De igual manera se realizaron las pruebas de materiales a los diferentes componentes del edificio, se realizaron pruebas de resistencia de materiales a concretos, mamposterías, morteros, pruebas de humedad, corrosión y carbonatación. Los cuales reposan en el informe² entregado por la empresa contratada por la Escuela Militar.

El seguimiento a las lesiones se realizó por un periodo de 4 meses aproximadamente, los resultados obtenidos durante las mediciones fueron tabulados y sirvieron como herramienta de análisis para determinar el estado de la edificación y planteara la propuesta de intervención.

En los materiales, las lesiones que presenten movimiento se realizará un seguimiento constante, las otras lesiones se realizaran lecturas semanales durante un periodo mínimo de tres meses, los resultados obtenidos se tabularán y serán objeto de análisis para entender los fenómenos que dieron origen a las lesiones, con el fin de plantear alternativas de solución.

Alcances de la exploración.

La exploración se realizó para determinar:

Las propiedades mecánicas de los materiales, determinación de módulo de elasticidad de mampostería, determinación de la resistencia a la compresión de la

² Informe de Ensayos no destructivos a los materiales del Edificio “I”, de la ESMIC.

mampostería y estado de esfuerzos, determinación de la resistencia a la compresión de elementos de concreto, teniendo en cuenta que la edificación presenta un sistema estructural combinado entre pórticos de concreto, muros de carga, entrepisos de madera, y presenta diferentes tiempos y procesos de construcción.

Se realizó el levantamiento y la inspecciones de las lesiones de la madera del edificio en estudio, donde se evidencia la construcción de entrepisos de madera en buen estado a nivel estructural con lesiones en los listones de acabado del piso causados por el desgaste a que está sometido por los cadetes.

De igual manera, se realizó la inspección de la cubierta del edificio donde se encontraron cerchas de madera originales del edificio, algunas con presencia de lesiones por agentes atmosféricos así como de organismos xilófagos, hongos y palomas. Así mismo se evidencio que una parte de la estructura de cubierta fue remplazada por estructura metálica apoyada sobre los muros de carga y se conservan los pares de las vigas que sirven de tensores y dan soporte a los aleros del edificio.

Marco legal.

Resolución 1796 del 30 de Diciembre de 2016: Plan de regularización y manejo para la ESCUELA MILITAR DE CADETES “GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA”, ubicada en la Avenida Calle 80 No. 50-06, en el Distrito Capital”.

El edificio hace parte de las instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes, PREDIO LA PROVIDENCIA,

Cedula catastral	005310010100000000.
Matrícula Inmobiliaria	50C-11200007
Chip	AAA0058CWSY

Las instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes fueron declaradas Inmueble de Conservación Arquitectónica a través del Decreto 215 del 31 de marzo de 1997 de la Alcaldía Mayor de Bogotá y posteriormente fueron declaradas Bien de Interés Cultural a través de la resolución 752 del 30 de julio de 1998 del Ministerio de Cultura.

Ley 400 de 1997 decreto 926 de 2010 reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, decreto 525 de 2010 microzonificación sísmica de Bogotá.

Equipo de trabajo

Equipo de trabajo.



Figura 3. Equipo de trabajo

El equipo de trabajo está conformado por:

Ing. Javier Alfonso Mora Daza	CC. 7.178.220
Arq. Jeovanny Enrique Duque Ossa	CC. 71.732.135
Arq. Camilo Andrés Castillo González	CC. 80.726.272

Definición de los medios para realizar la exploración.

Los estudios se adelantaran con recursos aportados por el COING para el costo del estudio de suelos, los ensayos de campo serán financiados por la dirección de la ESMIC, y la financiación del proyecto estará a cargo de la oficina del Segundo Comandante del Ejército.

Medidas preventivas durante la exploración.

Se realiza la socialización con los cadetes, (usuarios del edificio) con el fin de que no alteren los diferentes testigos instalados, se coordina con la oficina técnica de la ESMIC,

la instalación de cintas de peligro en las áreas circundantes y se coordina con el batallón de alféreces, montar un servicio de centinela, que impida el ingreso a la edificación por parte de alguno de los cadetes.

Para realizar la caracterización de la resistencia de concretos se realizan el retiro de las capas de pañete, para realizar las pruebas con el martillo Smith o esclerómetro, se realizan pequeñas calas en algunos elementos a fin de determinar procesos de carbonatación. Para la toma de muestras se cuenta con el apoyo de un grupo de soldados del BASPC19. Como los resultados de las muestras de resistencia presentan resultados muy buenos, y no se evidencian procesos de carbonatación y/o corrosión de la estructura, no se realizarán toma de núcleos a los elementos de concreto.

Para la caracterización de los muros de mampostería portante no se realiza mediante extracción de muretes ya que al ser una edificación patrimonial este procedimiento es muy destructivo, la caracterización se realiza mediante ensayos de ultrasonido con el fin de determinar la resistencia de la mampostería y los morteros de pega, así mismo se hace un barrido con escáner para determinar si existe algún tipo de refuerzo dentro de la mampostería. Para la exploración y levantamiento de elementos de la cubierta se realizará mediante andamios certificados a través de las aperturas de inspección y/o previo el retiro del cielorraso el cual no está catalogado con valor patrimonial, dentro del informe preliminar de inspección

Capítulo 2

Historia Clínica

Reseña Histórica

Por medio del presente, se busca realizar un acercamiento a la edificación declarada bien de Interés Cultural Nacional BICN, BACAD No.3 localizada en el conjunto de la Escuela militar de cadetes Gral. José María Córdova, y dar un breve paneo del contexto social, arquitectónico y urbanístico que rodeó el desarrollo no sólo de la edificación, sino de su campus y demás edificaciones y desarrollos circundantes, dando la importancia a la misma como un foco o nodo de desarrollo del sector y pieza clave del patrimonio moderno de la nación, siendo del periodo de transición de la arquitectura colombiana, hacia un sistema moderno internacional y posteriormente lo que se conocería como la época de oro de la arquitectura colombiana con la arquitectura del lugar.

Es importante entender el conjunto arquitectónico de la Escuela militar como un componente poco estudiado, pero de significativos rasgos e importancia para la evolución arquitectónica del país, entendiéndolo como se puede ver en otros ejemplos como el campus de la universidad nacional, como un ejemplo de esa arquitectura vernacular en la cual comenzaban a presentarse los nuevos estilos arquitectónicos, marcados siempre por una técnica constructiva propia y condiciones preponderantes de nuestra geografía, nuestro clima y nuestra cultura, acompañada de la austeridad y sobriedad que debe manejar una institución castrense, es pertinente así ver este tipo edificaciones como el conjunto en el

cual, el pensamiento arquitectónico, estaba realizando un viraje completo hacia el modernismo que posteriormente se vería reflejado en edificaciones como La Universidad Nacional de Colombia, y muchas más edificaciones desarrolladas bajo el estilo Moderno Internacional.

Es muestra del ímpetu de la época, en busca de una revolución industrial y un cambio del país de agricultor a un sector más productivo, buscando la modernización de las instituciones y dejando atrás antiguas formas de concebir un campus dedicado a la instrucción militar. No por nada está se desarrolla en paralelo con la Universidad Nacional ambas como dos instituciones encaminadas a la educación superior, para nuestro caso específico del cuerpo de oficiales del Ejército Nacional de Colombia, guardando similitudes en sus planteamientos funcionales y disposición de las edificaciones alrededor de grandes áreas verdes en las cuales se desarrollarán actividades lúdicas (revistas y manejos propios de cada uso) y que es huella de ese cambio que afectó no solo un estilo arquitectónico, una manera de construir dentro de su técnica, sino planteamientos organizacionales que permitían el desarrollo e interacción entre las edificaciones, concepto que hasta la fecha se mantiene. Así se desarrollan las implantaciones de las instalaciones alrededor de un esquema de anillos, en el cual se inscriben las edificaciones

Construcciones Castrenses – Ministerio de Obras

En este renglón existe una considerable participación del Ministerio de Obras durante el periodo que nos ocupa (1930- 45). Ya hemos visto al principio del periodo cómo a raíz de la Guerra con el Perú el gobierno y el Ministerio, en coordinación con el Estado Mayor del Ejército, iniciaron una serie de proyectos para fortalecer la defensa de la Nación; entre los cuales se planearon cuarteles, hospitales, depósitos de explosivos y de gasolina, estaciones inalámbricas, bodegas, hangares y pistas de aterrizaje³. La gran mayoría de los proyectos se destinaron a la zona sur y a la región amazónica; así se organizaron la Comisión de Orteguaza, la del Caquetá y la del Putumayo, para realizar las construcciones enunciadas.

Años después, por medio del Decreto 1091 de 1936, reglamentario de la ley 5 de 1935, se ordenó al gobierno “ atender a la construcción y terminación de cuarteles para las guarniciones de todo el país, (para lo cual) se formó la Junta de Construcciones Militares, que funciona en el Ministerio de Obras y que está compuesta por el Director de edificios Nacionales, el jefe del Departamento de Sanidad militar, un jefe de la sección de Alojamiento del Ministerio de Guerra y un Oficial del Estado Mayor General, designado por el mismo Ministerio. Esta Junta tiene por objeto lograr que las construcciones de los edificios para cuarteles se desarrollen de acuerdo con los programas elaborados por el Estado Mayor para las distintas armas. La junta determina la manera como debe procederse

³Niño, Carlos. Arquitectura y Estado, Bogotá, Universidad Nacional. P119

a la escogencia de terrenos, estudia y aprueban los proyectos de las diversas dependencias que forman cada uno de los cuarteles y da todas las especificaciones que deben tenerse en cuenta en la elaboración de los proyectos”⁴.

Análisis histórico de la Escuela Militar de cadetes General José María Córdova.

La historia de la escuela Militar de Cadetes General “José María Córdova” constituye una muestra de cambio permanente por la utilización de espacios flexibles y por aspectos determinantes en su engranaje arquitectónico, adaptados en torno al papel de diversos actores y épocas.

Fundada en Junio 31 de 1907 por el presidente General Rafael Reyes Prieto, tuvo su primera Sede en el Claustro de San Agustín (calle sexta con Carrera séptima), obedeciendo en la época de su localización al factor central de la ciudad y a las facilidades que ofrecía el local al escaso presupuesto que determinaba el gobierno para dicho propósito.

Cinco años más tarde, en virtud de que el antiguo convento cuyos cánones arquitectónicos eran inapropiados e insuficientes para albergar a la Escuela Militar y la Escuela Superior de Guerra, se determinó por el mismo general Rafael Reyes su traslado en 1909 al claustro de San Diego, siendo ésta una edificación más amplia, todo mediante

⁴ Niño, Carlos. Arquitectura y Estado, Bogotá, Universidad Nacional. P211

cesión del convento de San Diego dado por la comunidad franciscana, donde permaneció por el transcurso de 12 años entre 1929 a 1941.

El Gobierno Nacional bajo la administración de Eduardo Santos Montejo, decidió vender la antigua escuela de San diego al municipio de Bogotá, para el desarrollo de las obras de la carrera 10ª, y con ello dar inicio a la construcción de una nueva escuela en el sector de Rionegro, sobre un área de 70 hectáreas.

El proyecto arquitectónico fue ejecutado por firmas civiles de Arquitectura e ingeniería, Arq. Raúl Ruiz F e Ing. Ardila Q., bajo la Dirección del departamento de Construcciones y servicios del Ministerio de Guerra, quienes diseñaron la nueva sede con inspiración colonial americana, adornada con arcos y, fachadas originales de orden hispano con simplicidad de detalles, criterio que se continúa aplicando en la actualidad. La planta general de la Escuela Militar de Cadetes, obedece a un carácter institucional de orden militar, para la fácil observación de las construcciones que la conforman, girando en torno a una plaza de Armas.

Los primeros alojamientos tenían un espacio para mayor privacidad, para una sola escuadra. Posteriormente las edificaciones se diseñan en 1940 en dos o tres pisos para albergue de pelotones, dejando la primera planta como rotonda, sede de oficinas de comando y régimen interno de cada compañía, con espacios comunes más amplios.

1943: Los primeros alojamientos se diseñaron en los años 1940 – 1941 así: Pabellón de Alojamiento – Curso general (Marzo 1940); pabellón de Alojamiento – Curso militar (marzo 1940); casino de oficiales (abril 1940); pabellón de Alojamiento e instrucción hoy BASEM 19 (julio 1940); Casino de Alumnos, hoy cadetes (julio 1940); pabellón de servicios, hoy bloque R (enero 1941); centro de Artillería y comunicaciones.

1953: En los años 1948 a 1953 se da inicio a la construcción de las ampliaciones posteriores de los edificios I y K para alojamiento y servicios.

Desde las primeras propuestas de los planes reguladores se necesitaba un centro cívico que estuviese fuera de los entonces límites de la ciudad, de su centro histórico, por lo cual se determinó como un lugar adecuado el que se encontraba en las inmediaciones de la recoleta de San Diego, donde funcionaba la escuela de Guerra. De esta manera y después de una negociación sobre los terrenos éstos fueron adquiridos por el municipio y contemplaban el paso de la futura Av. El libertador (que correspondería con la ampliación de la carrera Décima) y la intervención del parque de la independencia.

Constructor.

El Arquitecto boyacense Gabriel Serrano Camargo (Sogamoso 24 de marzo 1909, fallece en Bogotá, el 9 de mayo de 1982), figura pionera de la arquitectura moderna colombiana, cursó estudios de Ingeniería Civil en la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional en Bogotá, donde se graduó en 1934.

En 1936 fue llamado como profesor de la recién fundada Facultad de Arquitectura; en ella presentó las pruebas necesarias para obtener, en 1949, el título de arquitecto. Durante sus años de estudio, Gabriel Serrano trabajó en las oficinas de los arquitectos Alberto Manrique Martín, Guillermo Herrera Carrizosa y Casanovas y Mannheim.

En 1933 estableció, con el arquitecto Camilo Cuéllar Tamayo y el ingeniero José Gómez Pinzón, la firma Cuéllar Serrano Gómez. Posteriormente se asoció a la firma el arquitecto Gabriel Largacha Manrique. En las primeras obras de la firma, se aprecia la continuación del eclecticismo que por entonces imperaba en la arquitectura colombiana. De ese período se destaca la sede del Jockey Club, un elegante edificio neoclásico basado en el modelo del club inglés, con un elaborado trabajo de detalles.

Varias residencias particulares de ese período muestran la habilidad en el manejo de los estilos "inglés" y "neocolonial", adoptados como modelos para la arquitectura doméstica bogotana. La casa diseñada para él mismo en 1939, marcó un giro significativo en la arquitectura de Gabriel Serrano, cuya adhesión a las ideas modernas fue, de ahí en adelante, definitiva. Sin optar claramente por una tendencia o escuela, la arquitectura de Cuéllar Serrano Gómez fue señalada por un impecable manejo funcional, la exploración de nuevas posibilidades tecnológicas y el desarrollo de una estética sensible dentro de su austeridad.

Los proyectos hospitalarios fueron una de las preferencias personales de Gabriel Serrano, y en ellos puso a prueba su conocimiento especializado. De este interés surgieron proyectos como los hospitales San Carlos (1941), San Juan de Dios (1948), San Ignacio (1950)- San Rafael y Simón Bolívar, y las clínicas David Restrepo (1950), San Pedro Claver y Colsubsidio en Bogotá. Otro campo de especial importancia en el trabajo de la firma Cuéllar Serrano Gómez fue el de los edificios para oficinas.

En la vasta obra de la firma Cuéllar Serrano Gómez, se encuentran muchas obras de interés estructural especial. Entre ellas cabe destacar el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá, inaugurado en 1960. La cubierta del vestíbulo principal está sostenida por grandes vigas de concreto pos tensado, que salvan una luz de veinte metros. El tratamiento escultórico de la torre de control, también en concreto, demuestra el interés por el avance de esa técnica en la arquitectura colombiana.

En otra escala, Gabriel Serrano, conjuntamente con los ingenieros José Gómez Pinzón, Doménico Parma y Andrius Malko, desarrollaron y patentaron en 1948 el entrepiso en concreto conocido con el nombre de "reticular celular", uno de los primeros logros en el desarrollo de la industria de la construcción en Colombia. Gabriel Serrano fue socio fundador, presidente nacional y miembro vitalicio de la Sociedad Colombiana de Arquitectos, miembro honorario del Instituto Americano de Arquitectos, del Colegio de Arquitectos de Chile, de la Sociedad de Arquitectos Mexicanos y de la Sociedad

Venezolana de Arquitectos, entre otras asociaciones profesionales latinoamericanas. Recibió del gobierno nacional la Cruz de Boyacá.

Estilo arquitectónico.

El estilo arquitectónico manejado en las edificaciones de la escuela militar, pertenece a un estilo Neoclásico, donde si bien se destacaba la monumentalidad de los edificios, el manejo de simetrías en la composición, es igualmente visible el manejo de arcos, volúmenes con puntas redondeadas y grandes muros de pañetes blancos, que destacan una sencillez y sobriedad en la composición general de la edificación.

Se puede así indicar que existe una mezcla derivada del proceso de “mestizaje” entre lo antiguo y lo moderno, con claras influencias del Art-Deco, así la mayoría de las edificaciones que alberga la escuela de cadetes Gral. José María Córdova, pertenece a un legado de piezas arquitectónicas de transición que posteriormente decantaron en el modernismo manejado con edificaciones con prismas contundentes y de color blanco, que se vería impulsado por el modernismo de la Bauhaus en Alemania, pero atendiendo a la técnica constructiva del momento.

Colombia como un país en vía de desarrollo, debió adoptar parcialmente las tendencias arquitectónicas, atendiendo a lenguajes vueltos propios, y aun muy distantes del

modernismo que promulgarían posteriormente Firmas de arquitectura como Cuellar Serrano Gómez, con la arquitectura internacional.

Si bien se busca la simpleza en los volúmenes la austeridad, aún están visibles en su lenguaje, arcadas, ritmos de ventanas y ojos de buey, así como cubiertas en barro, que atienden a nuestras condiciones de trópico, marcando las jerarquías volumétricas con paños en pañetes color blanco, distintivo del modernismo jugando al mismo tiempo con la nobleza del ladrillo como elemento de fachada predominante.

Los entrepisos en madera aun rememoran el sistema tradicional de construcción de la región, pero comienza el conjugar, estructuras tradicionales con el desarrollo del concreto, de la arquitectura de pórticos, y sistemas combinados con mampostería.

Edificio Actual

La edificación en la actualidad, está en un buen estado de conservación, sin embargo es visible el paso del tiempo, y algunas afectaciones en los volúmenes ejecutados en el periodo del 1948 -1953, siendo éstas áreas las que actualmente presentan fallas estructurales que han hecho necesario el desalojo de las mismas.

Corresponde así desde su concepción a un edificio para el alojamiento de cadetes y almacenamiento de materiales denominados “rastrillos”, el edificio cuenta para su época con una correcta distribución de puntos fijos, teniendo sobre su acceso principal, dos

escaleras principales que desembocan en un hall que distribuye hacia los diferentes espacios y del cual se reparte dos pasillos, generando una “T”, donde parte del edificio se resuelve con una crujía sencilla de circulación, y la otra en doble crujía, rematando nuevamente en un hall de menor jerarquía y una escalera que rodea dicho espacio.

Es visible en la arquitectura de éstos dos volúmenes maneja unos ritmos en un primer nivel con arcadas que han sido cerradas para su control de acceso pero que por la configuración de las escaleras que las preceden demuestra que existían puntos de acceso comunes a un espacio único. Es preciso revisar que la aparición de óculos en la parte superior coincide con unos criterios manejados en el periodo de 1948 al 1951 en la Escuela Militar, son propios de los volúmenes anexos, los cuales no fueron posteriores ya que la mampostería no demuestra ningún tipo de corte y/o afectación que de indicios de una intervención posterior sobre su fachada.

De lo anterior se tiene como hipótesis que si bien esta edificación es una totalidad, la configuran tres unidades estructurales principales, Una “T” inicial de los 40’s y dos volúmenes anexos cuyo comportamiento estructural es independiente y presenta afectaciones sobre la “T” original por el método constructivo de anexión, donde no fue resuelta adecuadamente o tal como ahora se exige por las normativas vigentes la Junta de dilatación.

En el primer nivel se da resolución a los espacios de almacenamiento, dependencias y oficinas, así mismo se tiene un primer salón de alojamiento de cadetes dentro del volumen original sin ampliaciones.

Las ampliaciones en su primer nivel en la actualidad servían para los fines de almacén de intendencia, y alojamiento de personal de músicos, su ingreso se realiza por los costados laterales, por fuera de la edificación original y de la “T” de circulación anteriormente descrita.

En primer nivel, en el volumen principal que colinda con la plaza de armas se estableció el uso de oficinas y dependencias de los batallones, así mismo la edificación presenta unas circulaciones que se abren hacia los patios posteriores que se terminaron de configurar con las áreas ampliadas en el periodo de 1948- 1953.

La estructura actual de la edificación separándola como unidades estructurales en su unidad estructural más antigua no presenta daños significativos, su uso y manejo se ha realizado de acuerdo a lo planeado, su estilo arquitectónico interior es totalmente austero, y carece de cualquier tipo de adorno y manejo especializado, cuenta con un sistema de cielo rasos de malla con vena, estructura en madera de entrepisos, estructura de cubierta metálica. La belleza de la edificación esta con la sobriedad y con el juego volumétrico que realiza con el conjunto de edificaciones cercanas



Figura 4. Escuela Militar de Cadetes. *Colombia país de ciudades*, Bogotá Editorial Pío X, 1960, p 195.

“La Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova” ubicada en la avenida calle 80, número 38-00 (antigua) Avenida Calle 80 No. 50-06 (nueva) hace parte del inventario del decreto, tiene una categorización de conservación monumental, sus edificaciones hacen parte de un conjunto de estructuras de “inspiración colonial, adornada con arcos y fachadas originales de corte hispánico y simplicidad en los detalles, que les dieron el toque sobrio y elegante a estas nuevas construcciones”⁵

“La fundación de la actual escuela se realizó el 1 de junio de 1907, por el decreto 434 firmado por el presidente Rafael Reyes. Su primera sede fue el antiguo Convento de San Agustín, en este lugar funcionó la institución hasta 1915, cuando se trasladó al barrio San Diego, en el terreno donde funcionaba el Claustro de San Diego y en donde ahora está el Hotel Tequendama, en el Centro Internacional de Bogotá.

El 7 de agosto de 1940 se colocó la primera piedra de la sede actual de la Escuela Militar y en 1942 se trasladó a este lugar, en un lote de 70 hectáreas ubicado en la Calle

⁵ Trendall, Alfredo. Escuela Militar de Cadetes Colombia. Realidad Viviente de la Patria. Planeta. Bogotá. P153

80 con Avenida Suba de Bogotá. El Decreto 2537 de 1979 le otorgó el nombre del General José María Córdova. Las instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes fueron declaradas Inmueble de Conservación Arquitectónica a través del decreto 215 del 31 de marzo de 1997 de la Alcaldía Mayor de Bogotá y posteriormente fueron declaradas Bien de Interés Cultural a través de la resolución 752 del 30 de julio de 1998 del Ministerio de Cultura.”⁶

La historia de las edificaciones en la actual sede de la escuela empezó en 1940. Rionegro, fue pensada con el fin de ampliar las instalaciones de la antigua sede de San Diego, –hoy en día el complejo del Tequendama en el centro de la ciudad-. Para esa época, el presidente Eduardo Santos ordenó la compra del lote para que iniciaran las obras de construcción y así los cadetes y alféreces pudieran tener espacios para la instrucción militar.⁷ Con el transcurso de los años, la necesidad de ampliar las instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes se hizo más evidente, la institución castrense crecía al mismo ritmo que los problemas de orden público y los conflictos bélicos a nivel internacional – Guerra de Corea-, razones de sobra para el aumento de sus estudiantes.”⁸

Las estructuras de la Escuela Militar se construyeron en paralelo a la Universidad Nacional. Siendo estos considerados como dos polos de pensamiento, se logra identificar a ambos con algo en común, sus edificaciones, ya que estas cuentan con instalaciones

⁶ Fuente Wikipedia.

⁷ Fuente. Erika Constanza Figueroa Pedreros. Historiadora y analista documental. Coordinadora de investigaciones Departamento de Historia. Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”.

⁸ *Ibíd.*

modernas y pre modernas que dan un valor significativo al campus, el cual aporta en el desarrollo intelectual y físico de los estudiantes.

Gracias a este modelo que sigue diferentes referentes arquitectónicos, en Colombia se logró cambiar la forma cultural de concebir el pensamiento y la instrucción militar, donde a través de la técnica constructiva se logró aportar a diferentes construcciones como la Biblioteca Nacional, el Teatro Infantil del Parque Nacional, entre otros.

Adicionalmente se integraron algunas técnicas con el entorno que se desarrollaba en ese entonces, ejemplo de ello fueron las cubiertas en teja de barro, los aleros y algunos sistemas arquitectónicos que alimentaron las edificaciones en aquel tiempo, pues se comenzaron a desarrollar los sistemas de alcantarillado, transporte, salud y educación.



Figura 5. Escuela Militar de Cadetes. 2017

Localización General

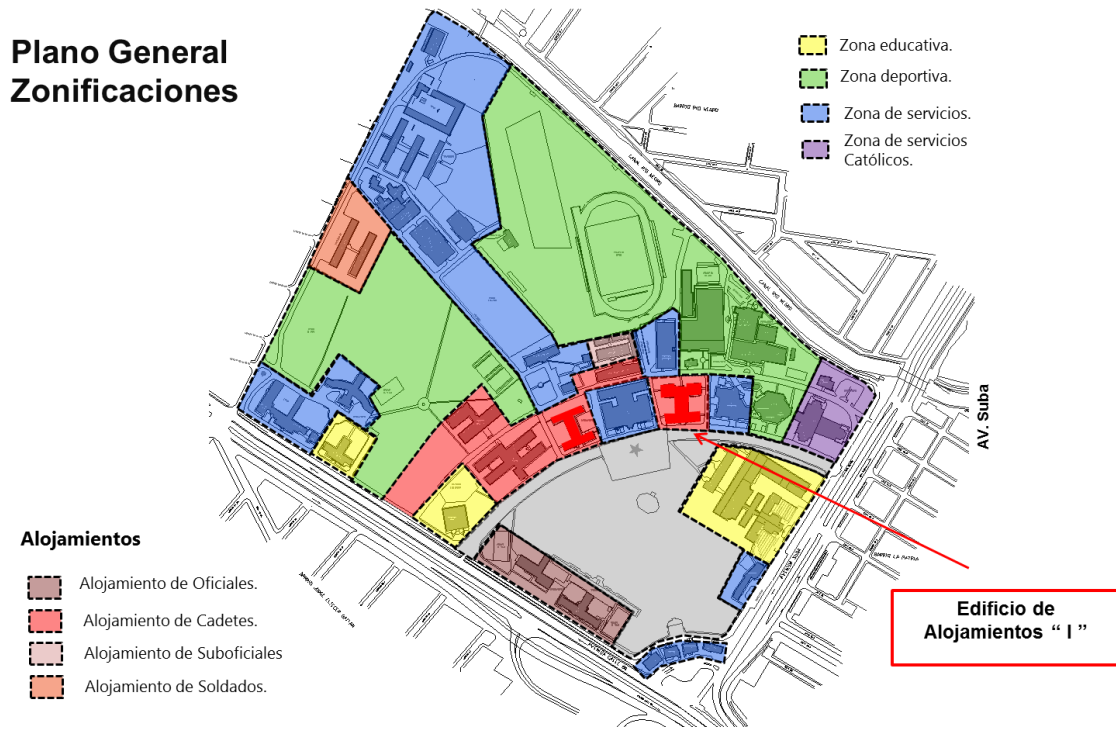


Figura 6. Localización general



Figura 7. Vista general axonométrica

Información General

Uso: Alojamiento de cadetes durante su fase de instrucción militar.

Fecha de Construcción: 1940 – 1943 por la firma Cuellar Serrano Gómez

Sistema Constructivo: Pórticos en concreto + muros de carga, estructura de cubierta metálica remplazada totalmente, se conservan los cordones inferiores en madera los cuales soportan los aleros y la estructura del cielo raso.

Clasificación tipológica del bien:

Grupo: Arquitectura

Subgrupo: Arquitectura Institucional.

Categoría: Edificación Militar

Subcategoría: Escuela de adiestramiento.

Origen: Fecha 1940

Periodo histórico. Transición

Diseñador Rafael Ruiz

Constructor: CUELLAR SERRANO GOMEZ Y

MANRIQUE MARTÍN

Uso original: Almacén y alojamiento de cadetes

Uso Actual: Alojamiento de cadetes

Técnica Constructiva:	Mantenimiento. Reparación. Consolidación. Rehabilitación. Restauración. Reintegración
Uso Actual y previsto:	Actualmente el edificio sirve de alojamiento a los cadetes de segundo año, el tercer piso de la edificación se encuentra deshabitado por problemas con la estructura de cubierta.
Importancia:	Así mismo la presencia de la Escuela Militar como única institución de formación de oficiales del Ejército Nacional cumple un papel significativo en la historia militar de Colombia.
Sistema estructural:	Pórticos en concreto + Muros de carga + Cubierta con Estructura de madera.
Normativa actual:	Decreto 215 de 1997, por el cual se reglamenta el Acuerdo 6 de 1990, se asigna el tratamiento de conservación arquitectónica en las áreas urbanas y suburbanas del Distrito Capital.

OTROS:

- Tipo de Cimentación:** Cimiento corrido con vigas en concreto ciclópeo.
- Altura de la Edificación:** 18.45 m
- Área de la Edificación:** 4.317.21 m²
- Número de pisos:** 3 pisos + 1 torreón de salida a cubierta
- Estado Conservación:** Tabla de FITTO Y CORVINI⁹
- Intervenciones Previas:** De los planos originales se marca una edificación adosada para aumentar la capacidad del alojamiento.

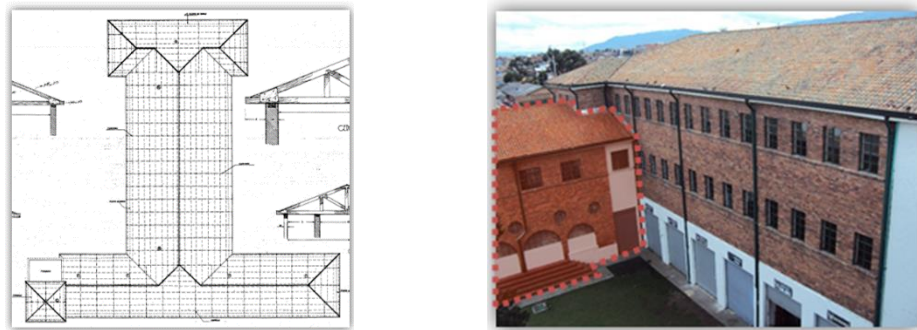


Figura 8. Plano original cubierta y volumen adosado



Figura 9. Detalle original de aleros y fotografías de aleros modificados

⁹ Anexo 1. Tabla del estado de conservación de FITTO Y CORVINI.

Licencia de Construcción: PRM ESMIC: Resolución 1796 de 2011

Actuaciones MINCULTURA: Resolución 2708 de 2011 “Centro de Armas Combinadas”, Resolución 3964 de 2013 “Nuevo Gimnasio”, Resolución 3966 de 2013 “Centro de Acopio”.

Habitabilidad: Parcial, se utiliza tan solo el 66% de la edificación (pisos 1 y 2), se tienen restricciones de uso en el tercer piso, anexo Oficio No. 20127600821311 del 08-08-2012, donde la Jefatura de Ingenieros recomienda al Comandante de la Escuela Militar desocupar el alojamiento y restringir el uso al primer piso.

Fidelidad de los Planos: Los planos que reposan en la planoteca como originales, han sido modificados por intervenciones posteriores que han cambiado la configuración del edificio.

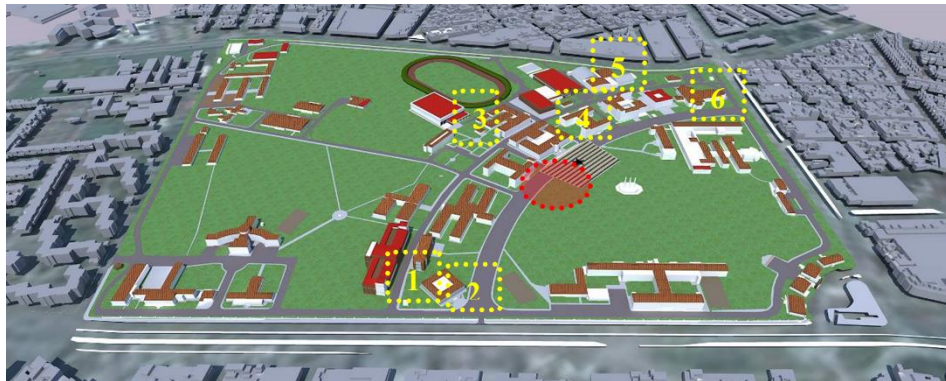


Figura 10. Edificaciones y obras vecinas.

1. Alojamiento de alféreces
2. Centro de armas combinadas
3. Proyecto nuevo
4. Proyecto centro de alto rendimiento.
5. Proyecto nueva piscina.
6. Proyecto nuevo coliseo.

Medio ambiente

Se debe considerar que el complejo de edificaciones se encuentra dentro de un gran solar de predominancia verde, aproximadamente entre el 70 y el 80% del suelo edificable del predio son áreas verdes, destinadas a los procesos de entrenamiento e instrucción militar, así como actividades militares propias tales como el campo de paradas.



Figura 11. Vegetación existente de gran porte.

Temperatura.

Por causa de su gran altitud, Bogotá tiene un clima frío de montaña; por su baja latitud presenta una escasa oscilación térmica a lo largo del año. Las temperaturas regularmente oscilan entre los 6 y 22 °C.

Temperatura media anual: 14 °C.
 Temperatura máxima media anual: 19.9°C
 Temperatura mínima media anual: 8.2° C
 Temperatura mínima absoluta: 5.2° C

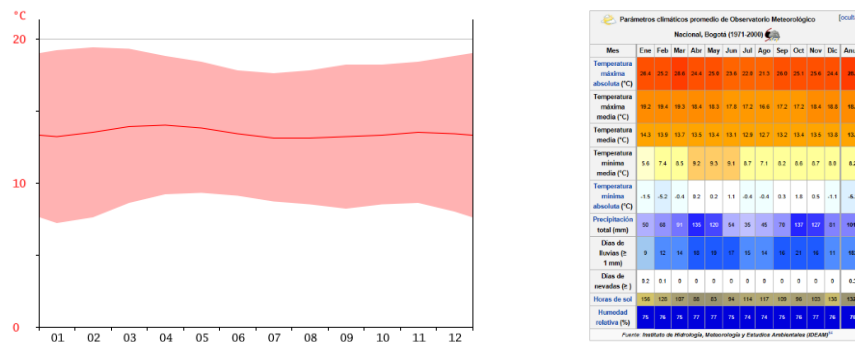


Figura 12. Graficas de temperatura para Bogotá, fuente IDEAM.

Humedad relativa promedio.

Humedad relativa media anual: 72%

Precipitaciones.

Precipitación media anual: 1.013mm

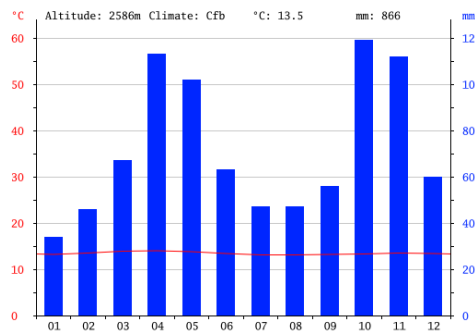


Figura 13. Graficas de precipitaciones para Bogotá, fuente IDEAM.

Velocidad del viento.

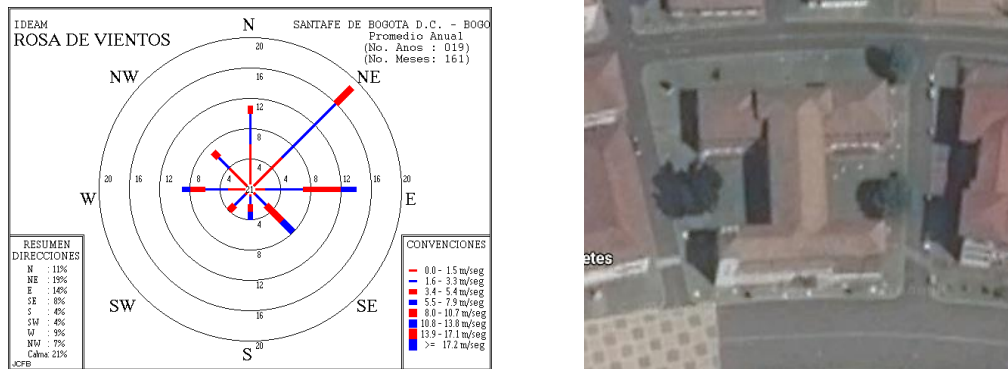


Figura 14. Graficas de velocidad y dirección del viento para Bogotá, fuente IDEAM.

Movimientos en masa

La zona no se encuentra en el mapa de amenazas por movimientos en masa de la ciudad de Bogotá, al presentar una geomorfología de planicie. Sin embargo si presenta condiciones paleo lacustres en donde fenómenos de asentamientos por consolidación secundaria se presentan en este tipo de suelos.

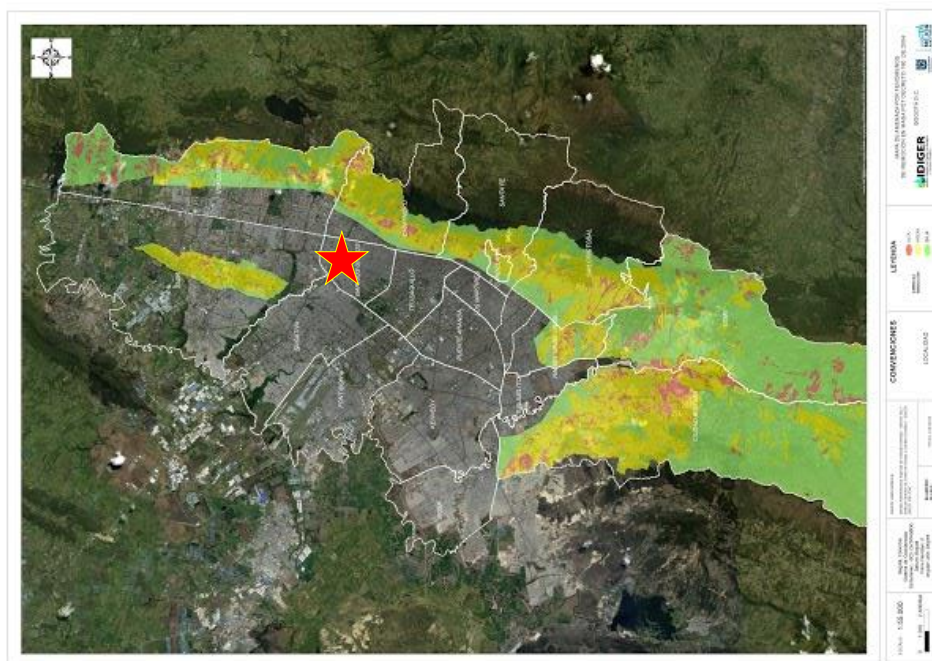


Figura 15. Mapa de amenazas por movimientos en masa. Fuente IDIGER

Sismicidad

La amenaza sísmica en la ciudad de Bogotá corresponde a un nivel Intermedio, con coeficientes de aceleración en roca de 0.15 veces la gravedad. El mapa de zonificación geotécnica de Bogotá 2010, clasifica el sitio como Lacustre A: suelos lacustres muy blandos, compuesto principalmente por arcillas limosas muy blandas o limos arcillosos, con intercalaciones de turba. Presenta espesores desde 200 m a 300 m, de muy baja a media capacidad portante y compresibles; La geología del sector corresponde a terraza alta – lacustre. Con respecto al mapa de respuesta de microzonificación sísmica de Bogotá, se cataloga como Lacustre 300, con efectos de sitios relacionados con amplificación, velocidades de onda inferiores a 175 m/s y humedades mayores que 80%. La descripción de este depósito es consistente con los componentes del perfil del subsuelo identificados durante la exploración, donde se encontraron sedimentos de tipo aluvial consistentes en mezclas de materiales finos y granulares distribuidos en forma errática.

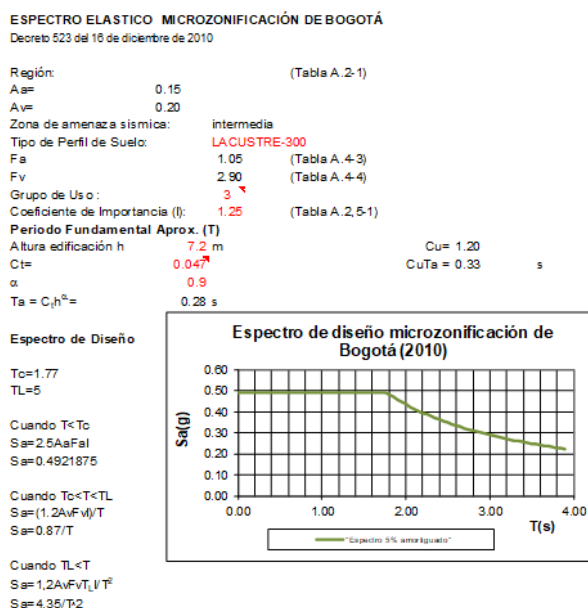


Figura 16. Espectro Elástico microzonificación sísmica para Bogotá.

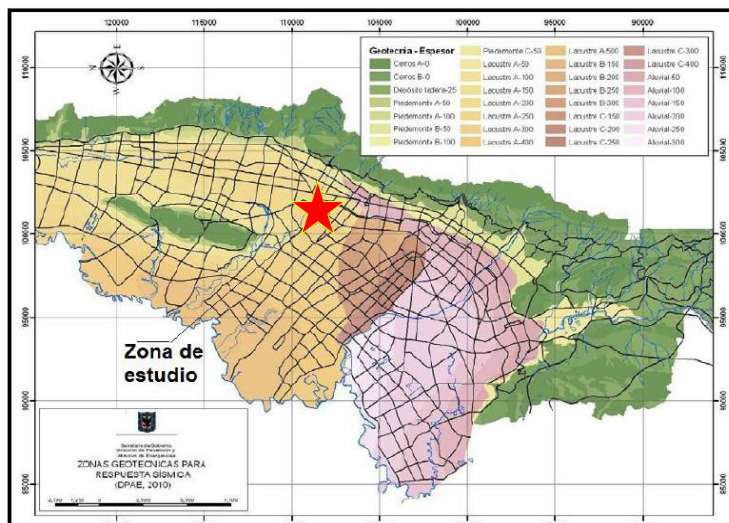


Figura 17. Localización de la edificación en las zonas de respuesta sísmica para Bogotá.

Topografía

El terreno dadas sus condiciones es plano debido a su formación lacustre, según el estudio de suelos realizado se presenta un espesor predominante de arcillas de alta plasticidad con una capacidad portante de 4Tn/m² la cual es muy baja para efectos de estructuras de cimentación, y dadas las características de suelos orgánicos.

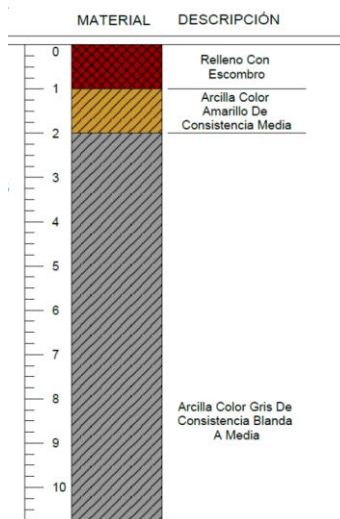


Figura 18. Perfil estratigráfico del terreno.

Nivel freático y escorrentías

Según estudios anteriores, se encontró que el nivel freático del suelo está entre 0.80m – 0.90m.

La posición del nivel freático varía en función de una serie de propiedades ambientales y del propio suelo que incluyen la topografía, permeabilidad y las condiciones climatológicas, entre otros. Para registros más precisos se pueden instalar pozos de monitoreo o piezómetros a ser monitoreados durante un periodo considerable de tiempo. Estos procedimientos están fuera del alcance de éste estudio.

Sistema de coberturas vegetales

En la parte perimetral de la edificación se presentan jardines con césped y arbustos nativos con diámetros menores a 0.10m y alturas menores a los 2.0m.

En la parte perimetral de la edificación se presentan jardines con césped como pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) el cual genera una capa vegetal de 0.30m de espesor promedio perimetral en la edificación, en el costado de la fachada norte se presentan dos individuos arbóreos de la especie *Acacia argyrophylla*, la cual no presenta transpiración osmótica y no amenaza de manera significativas cimentaciones ya que su consumo de agua es medido y se encuentran a 6.0m de la zona de cimentación más cercana.

Perfil estratigráfico

De manera informativa se documentó un estudio de suelos de una edificación cercana a 100m dadas las características del depósito geomorfológicas del sector se puede concluir que el perfil estratigráfico representativo del sector es el siguiente:

Profundidad (m)	Clasificación USCS	Descripción estratigráfica	γ (kN/m ³)	E (kPa)	Cu (kPa)
0.0 - 2.0	OL	Relleno limo-arcilloso orgánico con algunas gravas y escombros	-	-	-
2.0 - 4.0	MH	Limo arcilloso entre negro - café de plasticidad y consistencia blanda a media	15.00	2,791	31.79
4.0 - 10.0	CH	Arcilla gris oscura de alta plasticidad y consistencia blanda	14.50	1,044	20.48
10.0 - 17.0	MH	Arcilla limosa habana oscura de alta plasticidad y consistencia blanda	13.35	1,019	22.56
17.0 - 30.0	CH	Arcilla limosa gris oscura de plasticidad alta y consistencia blanda a media	13.79	1,329	28.77

Figura 19. Perfil estratigráfico del sector, fuente estudio de suelos COING

Arquitectura (descripción general)

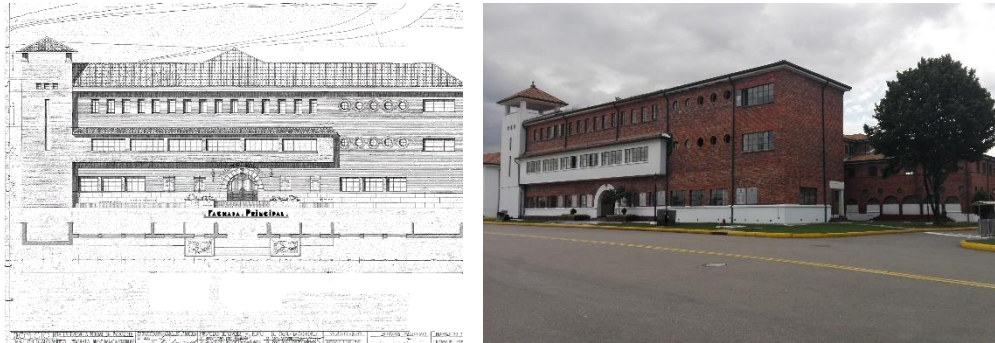


Figura 20. Plano de la fachada principal 1940. Imagen edificio “I” 2017

Una vez recopilada la información y planimetría histórica de la edificación¹⁰, la cual se encuentra como Anexo 2, al presente trabajo, se evidencian diferencia entre los planos de diseño y el estado actual de la edificación, por lo tanto, se procede a realizar el levantamiento actualizado de la edificación.¹¹

Estos edificios construidos en ladrillo con estructuras en concreto y madera, manejan un lenguaje de transición entre lo ecléctico y lo moderno, lo cual les confiere valores tecnológicos y arquitectónicos. Así mismo la presencia de la Escuela Militar como única institución de formación de oficiales del Ejército Nacional cumple un papel significativo en la historia militar de Colombia. El Decreto 2537 de 1979 le otorgó el nombre del General José María Córdova, prócer de la independencia conocido como el héroe de Ayacucho.

¹⁰ Anexo 2, Planimetría Original del edificio 1940. Fuente Comando de Ingenieros

¹¹ Anexo 7, Planos de Levantamiento actualizado 2017. Fuente Comando de Ingenieros

Las instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes fueron declaradas Inmueble de Conservación Arquitectónica a través del decreto 215 del 31 de marzo de 1997 de la Alcaldía Mayor de Bogotá y posteriormente fueron declaradas Bien de Interés Cultural a través de la resolución 752 del 30 de julio de 1998 del Ministerio de Cultura.

El edificio consta de tres plantas, el cual está destinado al alojamiento de los cadetes de la escuela militar durante su proceso de formación militar. En el primer piso se encuentran áreas de almacenamiento de acceso exterior, áreas de oficinas y administrativas y una ampliación con un área de alojamientos. En el segundo y tercer piso se encuentran áreas de alojamiento en naves laterales conectadas mediante un hall de circulación central, y unas baterías de baños comunales al final de los módulos de alojamientos. En el tercer piso se puede acceder por uno de los módulos de alojamiento a la cubierta donde se encontraban originalmente los tanques de reserva y el espacio para mantenimiento de las cubiertas. De la planimetría de diseño se distingue claramente la incorporación de un módulo adicional al diseño, con el fin de aumentar la capacidad de alojamiento.

El edificio se encuentra construido en un sistema combinado de pórticos simples en concreto y muros dobles de carga en mampostería de arcilla, los cuales definen claramente un sistema de circulaciones y alas de alojamientos y baterías de baños como servicios complementarios a los alojamientos; los entrepisos se construyen mediante la combinación de dos sistemas estructurales, en los puntos fijos, se encuentran escaleras de concreto que conectan piso a piso y llegan a placas aligeradas de concreto, sin embargo el área donde se

ubican los alojamientos el sistema estructura cambia y sobre muros de carga dobles en mampostería, se coloca un entrepiso de madera, compuesto por vigas de madera y listones, que a su vez sirve de soporte para el cielo raso del piso inferior. Para el área de los baños se utiliza una placa de concreto aligerada, y se descuelgan las instalaciones sanitarias bajo la placa, las cuales quedan a la vista, a nivel de acabados, no se consideraron elementos de transición entre materiales, y con los diferentes sistemas estructurales, se presentan lesiones y deterioros en los mismos por falta de estos elementos de transición.

Las fachadas del edificio se construyeron como muros dobles de carga en mampostería de arcilla, dentro de la inspección visual y el registro fotográfico de la edificación, se identificaron diferentes tipos de aparejos constitutivos dentro de los muros, se identifican aparejos tales como ingles antiguo, ingles tradicional, belga, holandés e incluso franjas donde no responde a ninguna tipología.

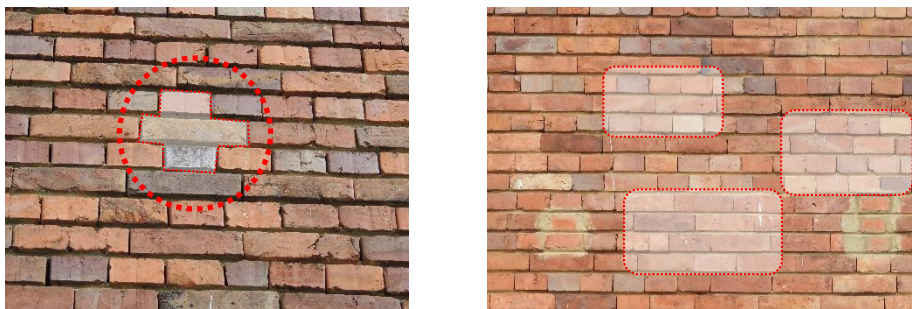


Figura 21. Aparejos en las fachadas. Imagen edificio “I” 2017

En la fachada principal no se observa un estilo claro de aparejo, en algunas partes se identifica un aparejo ingles tradicional, donde se repite la hilada impar y la hilada par

esta cada 4 hiladas. En las fachadas laterales y posterior, se identifica claramente un aparejo Belga en la mayoría de los muros, sin embargo se observan hiladas donde se pierde el aparejo y se colocan las piezas de una manera desorganizada, este fenómeno se repite usualmente en algunas fachadas bajo la hilada que sirve de alfajía a las ventanas, las tres últimas hiladas de los antepechos presentan este tipo de alteraciones.

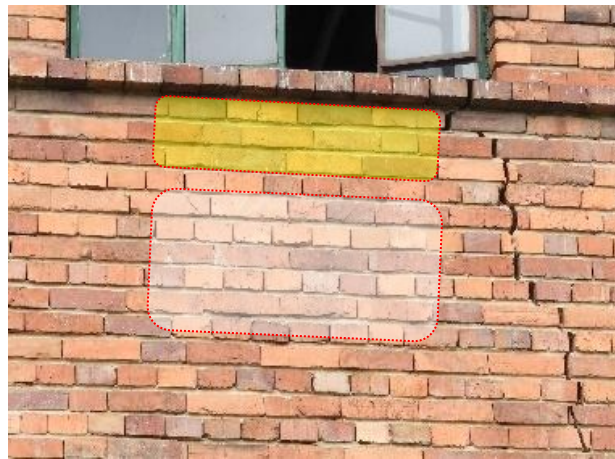


Figura 22. Diferencias de aparejos en las fachadas. Imagen edificio “I” 2017

A nivel de material, se usaron piezas de mampostería de arcilla de dimensiones ($h=\pm 6\text{cm}$ x $A=\pm 12\text{cm}$ x $L=\pm 24\text{cm}$) en promedio, por la fecha de datación del edificio se establece que estas piezas de mampostería fueron fabricadas mediante un proceso no tecnificado de producción, donde se observa una gran diferencia total entre las piezas debido a las diferentes temperaturas de cocción de las piezas, generando así diferentes características físicas y mecánicas de las piezas.

En la fachada posterior es posible identificar a nivel de primer piso, lesiones por erosión en las piezas de mampostería, donde se evidencia que la fabricación de las piezas de mampostería se dio mediante un proceso de extrusión, con una molienda de la arcilla bajo, toda vez que se pueden identificar granulometrías considerables dentro del ladrillo, y fenómenos de delaminación del material, causados por el proceso de fabricación y la falta de cocción del material.

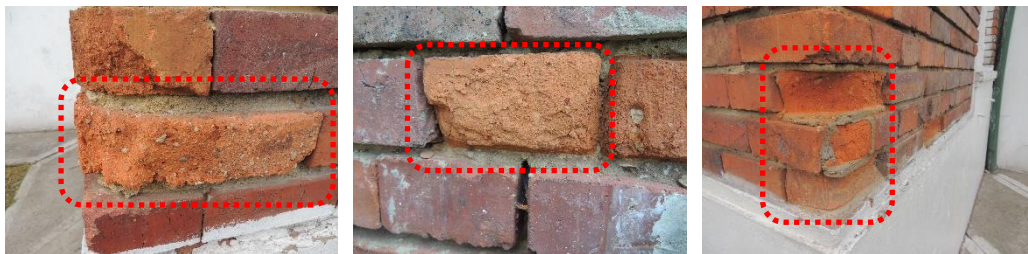


Figura 23. Detalle del material granular y delaminación de las piezas de mampostería.

Las lesiones evidentes en las piezas de mampostería, se originan por la combinación de los factores antes descritos, y por la erosión mecánica provocada por los usuarios que transitan cerca del edificio.

En los alojamientos que dan sobre la fachada principal del edificio se presenta una consideración especial, debido a que luego de la temporada de lluvias pasada se generó una inundación por aguas lluvias que se filtraron desde la cubierta hasta el primer piso afectando la totalidad de los entrepisos y cielo rasos de este sector, acelerando los procesos de deterioro de la edificación.

La cubierta del edificio es una cubierta a 4 aguas, soportada mediante una estructura de cerchas metálicas (*las cuales no son propias del diseño original*), esta estructura fue cambiada en su totalidad, sobre cerchas y correas metálicas se monta una cubierta en tejas de fibrocemento y a ella se fijan mediante mortero las tejas de barro, dentro del diseño inicial se consideraron aleros para proteger las fachadas del efecto del agua y canales para conducir las aguas de cubierta, sin embargo durante los últimos años y con el cambio de las condiciones de uso, se incorporaron al edificio una serie de elementos que alteraron el equilibrio natural del edificio, se dio la incorporación de cielo raso para los aleros en sistemas livianos tales como dry-wall y super board, con el fin de reducir la presencia de palomas al interior del plenum de la cubierta y de proteger la estructura de madera que soporta estos aleros de los agentes climáticos y de las mismas palomas que estaban generando procesos acelerados de deterioro en este material.

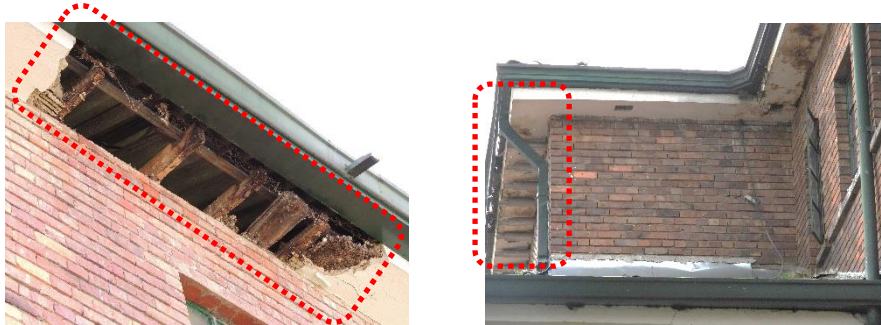


Figura 24. Detalle cielo raso aleros y desfogue de calentadores en fachada.

Adicionalmente con la incorporación de redes de agua caliente en las baterías de baños, se dio la instalación de calentadores de gas y redes de gas natural, que causaron lesiones permanentes en las fachadas que a la fecha no se ha solucionado, generando problemas de humedades, filtraciones y desprendimiento en las fachadas.

Estructura (descripción general)

La estructura del edificio I de la Escuela Militar de Cadetes, está compuesta por cuatro unidades estructurales una en la fachada principal otra perpendicular a ella y dos estructuras laterales presenta tres tipos de materiales constitutivos.

Maderas en entrepisos y cubierta, pórticos en concreto para la zona de las escaleras y puntos fijos.

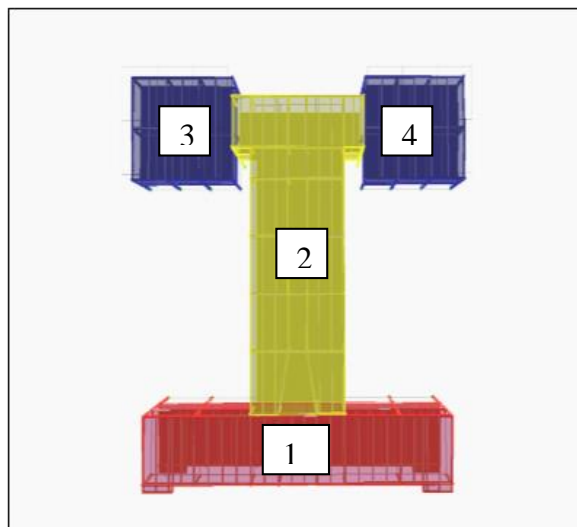


Figura 25. Unidades estructurales que componen la edificación

1. Módulo 1, de fachada frente al campo de paradas sistema estructural compuesto en pórticos de concreto y mampostería simple tres niveles y torreón.

2. Módulo 2, central de alojamientos tres niveles compuesto de pórticos de concreto en sus extremos de puntos fijos y parte central en mampostería portante simple de espesor doble.

3. Módulo 3, lateral posterior de dos pisos construido en etapa posterior.
4. Módulo 4, lateral posterior de dos pisos construido en etapa posterior.

El sistema principal de la edificación es una mezcla de pórticos de concreto planos y muros simples en mampostería el sistema de entrepiso de madera transmite las cargas a los muros, y el artesanado de cubierta consiste en cerchas de madera a dos aguas, están apoyados sobre las coronas de los muros.



Figura 26. Elementos de mampostería predominantes, arcos en primer nivel

Se observó la presencia de pórticos planos de concreto en puntos fijos y fachadas posteriores, y de sistema de arcos que descansan sobre machones de mampostería en los elementos laterales, en los dos casos el sistema del primer piso es menos rígido que el segundo.



Figura 27. Pórticos planos de concreto en fachada posterior y punto fijo

La estructura de cubierta ha sido remplazada en su totalidad por cerchas metálicas, de la estructura original de la edificación sólo se conservan los pares inferiores de las cerchas de madera que sirven de soporte para el cielo raso de los aleros y de los espacios interiores, sobre esta estructura se instalaron tejas de fibrocemento para fijar con mortero las tejas de barro que son el acabado original de la cubierta.



Figura 28. Detalle general de estructura de cubierta metálica

Los entrepisos son en madera lo cual hace que el análisis sísmico actual se realice por diafragmas flexibles, lo cual desde el punto de vista estructural hace que el

comportamiento dinámico estructural y no permitiría el arriostramiento adecuado ante sismo de los edificios.

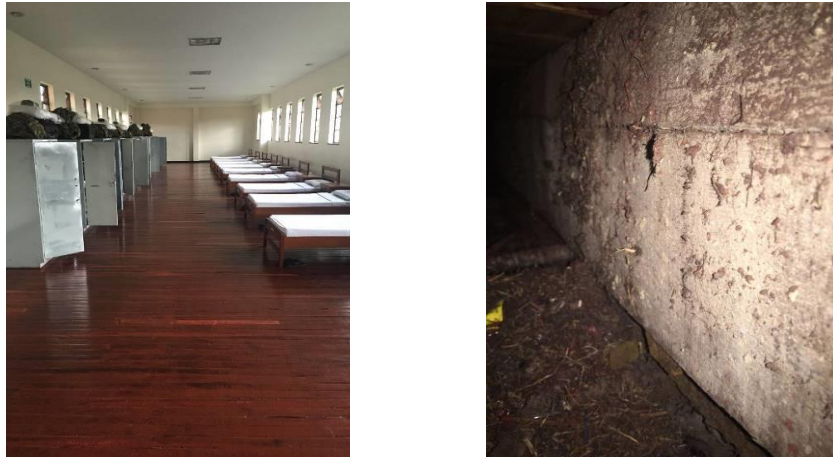


Figura 29. Estado general del entrepiso de madera zona alojamientos y corredor

Clasificación de la estructura

Por grupo de uso. Estructura de atención a la comunidad grado de importancia III.

Por diseño y construcción (A.10.2.2.1 NSR-10). Dadas las tecnologías constructivas en la época y su estado de conservación se cataloga como una estructura es **BUENO**

Por estado de la estructura (A.10.2.2.1 NSR-10). Con base en las apreciaciones y lesiones detectadas a partir de las respectivas inspecciones oculares del inmueble y su grado de vetustez se deduce que el estado de conservación de la estructura es **REGULAR** ya que presenta corrosión en armaduras infestación por organismos xilófagos en estructura de cubierta fisuraciones producto de asentamientos diferenciales.

Evaluación de la estructura en general

A pesar que la estructura presenta patologías de diversa índole asociadas a la carbonatación, corrosión y deterioro en elementos estructurales, agrietamientos y fisuraciones en elementos portantes de mampostería la estructura está en un uso restringido y parcial por lo tanto se puede catalogar como una estructura **REGULAR**.

Determinación de la zona sísmica, el valor de A_a y A_d

Bogotá se localiza en zona de amenaza sísmica intermedia el valor de $A_a=0.15$ $A_d=0.06$ para umbral de daño el cual por ser una edificación de atención a la comunidad debe ser verificado.

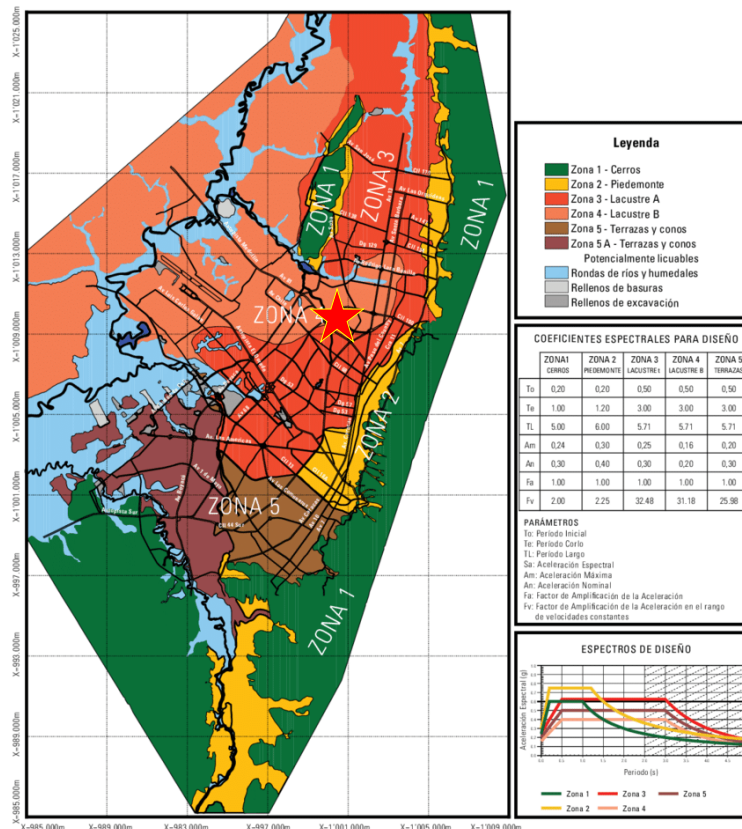


Figura 30. Mapa de microzonificación sísmica de Bogotá. Fuente: INGEOMINAS

Determinación de las cargas sobre los elementos

Para la determinación de cargas sobre los elementos se requiere realizar el análisis estructural pero a continuación se presenta un análisis de cargas por metro cuadrado de los entresijos las cuales deben ser mínimas.

Peso correas (Kg)	14.25
Cálculo de cargas gravitacionales	
Carga	KN/m²
Peso cubierta	1.20
Canales suspendidas en acero	0.20
Cielo raso	0.50
Muerta (D)	1.90
Viva de cubierta (L_r)	0.50
Granizo (G)	0.50
Empozamiento (L_e)	0.25

Figura 31. Cargas de cubierta

Carga	KN/m²
Peso cubierta	1.20
Estructura	0.20
Cieloraso	0.50
Muerta (D)	1.90
Viva de cubierta (L_r)	0.35
Granizo (G)	0.50
Empozamiento (L_e)	0.25

Figura 32. Cargas gravitacionales sección corredores

Por su uso para alojamientos de tropa NSR-10 estipula una carga viva por metro cuadrado para el entresijo de madera de 1.80KN/m².

Relación entre demanda y capacidad

Para determinar la relación entre demanda y capacidad de manera numérica es necesario hacer la determinación y caracterización de los materiales, como primer juicio a priori ante las cargas gravitacionales se observa un comportamiento de demanda vs capacidad inferior a la unidad por lo que la estructura aún está en pie pero para la evaluación de todas las envolventes de carga de manera conceptual es necesario el análisis de vulnerabilidad sísmica.

Ensayos de campo para concretos

El edificio “I” de la Escuela Militar fue construido con mezcla de diferentes materiales principalmente en la unidad estructural frontal (fachada principal Oriental) presenta pórticos planos en sentido longitudinal a manera de secuencia de columnas (columneta), vinculadas por un arquitrabe común, que es el que sostiene la mampostería de los pisos superiores.

En estos sectores se propone realizar el ensayo de campo para la determinación de la resistencia a la compresión con martillo de SCHMIDT, dada la cantidad de elementos de concretas presentes en la estructura del alojamiento K de la ESMIC, para lo cual a continuación se describe el procedimiento a emplear según los parámetros normativos de ACI 228 y ASTM C 805

Mediante una ficha diseñada con las plantas de la edificación se procede a localizar el sector y elemento de la toma del ensayo la toma de las dimensiones del elemento.

Preparación de la superficie.

Se retira todo el pañete o revoque del elemento estructural de concreto registrar el espesor del mismo, el procedimiento de escarificación se debe realizar tratando de no inducir microfisuras que afecten la calidad del concreto in situ posteriormente se procede a realizar la limpieza y uniformidad a la superficie para la toma del ensayo.



Figura 33. Preparación de la superficie mediante piedra de amolar y brocha

Toma de humedad y temperatura.

Posteriormente se procede a realizar la toma de la temperatura de la superficie para verificar que el elemento no presente distorsiones por humedad y temperatura. La temperatura debe estar en el rango de 5°C y 50°C y la humedad no debe sobrepasar el 20%.



Figura 34. Medición de temperatura y humedad

Detección de aceros de interferencia.

A continuación, se procede a la detección del acero de refuerzo del elemento mediante scanner para evitar distorsión en los resultados y se marca sobre la superficie tanto el refuerzo vertical como el longitudinal, igualmente se demarca el reticulado para los 12 golpes del martillo de Schmidt.

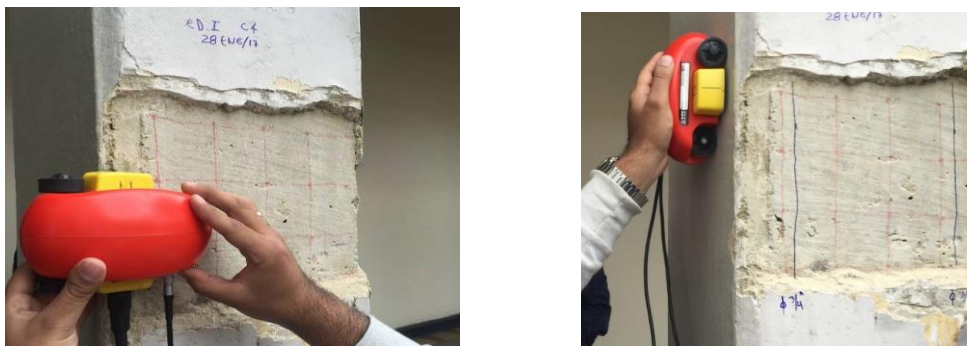


Figura 35. Detección de refuerzo mediante scanner para evitar alteraciones en el resultado

Lectura de impactos con el martillo de Schmitd.

Se procede a la identificación de la tipología del equipo a emplear la verificación de calibración y estado del mismo, así mismo se debe verificar que para elementos de concreto tipo vigas columnas y pantallas el esclerómetro a emplear debe ser tipo N.



Figura 36. Lectura de impactos con martillo de Schmitd y correlación con $f'c$ aparente.

En la cuadrícula trazada ideal de 3x4 celdas de 3cm de espaciamiento mínimo, se procede a impactar el esclerómetro registrando la lectura de los mismos en la ficha del ensayo, los datos que muestren una desviación o varianza en 7IR del promedio deben ser descartados del ensayo, con el valor de IR se observa el Abaco o tabla del fabricante para determinar la correlación IR y f^c aparente. Ver anexo de ensayos de caracterización

Determinación de la profundidad de carbonatación.

La carbonatación es un proceso lento que ocurre en el hormigón, donde el hidróxido cálcico del cemento reacciona con el dióxido de carbono de la atmósfera formando carbonato cálcico obteniendo como resultado el carbonato de calcio y agua. Dado que la carbonatación provoca una bajada de pH esto puede llevar a la corrosión de la armadura. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Adicionalmente sobre la dureza superficial del elemento es mayor al estar carbonatado por tanto es necesario en el procedimiento de toma de resultados por esclerómetro, es necesario realizar la corrección de la resistencia aparente. Mediante una cala a la cual se le aplica fenolftaleína al 1% por aspersión, la cual vira cuando el elemento posee un PH mayor a 12.5, revelando la reserva alcalina del elemento donde su viraje muestra la profundidad del concreto sano. Una vez tomadas los perfiles del micrómetro de profundidad mediante el método de 4 puntos de la cala se procede a determinar el factor de corrección de la resistencia por carbonatación.



Figura 37. Determinación de la profundidad de carbonatación método 4 puntos.

f'c CAMPO PRUEBA DE ESCLEROMETRIA					
SUPERFICIE		T °C= 18		w=	9.6
LOCALIZACION		PISO 1			
		CENTRO COLUMNA EJE: C' 5'			
POSICION		HORIZONTAL			
LECTURAS DE IMPACTO				CORRECCION	
50	50	54	49	máximo	4.2
49	52	50	49	54	OK NO CORREGIR
49	50	46	50	mínimo	3.8
				46	OK NO CORREGIR
IR		f'c Aperente		Perfil Carbonatación 4 Puntos mm	
49.8		7200			
				CORRECCION	RESISTENCIA
				CARBONATACION	f'c (Psi)
				0.6	4320
					f'c (MPa)
					30.2

Figura 38. Diseño ficha para esclerómetro ESMIC.

Ensayos no destructivos para determinar la armadura de refuerzo

El equipo de medición funciona bajo principio de inducción por pulso de corrientes por reluctancia magnética, dentro de sus funciones determina la ubicación de barras, medición de recubrimiento, estimación de diámetros,

El sistema debe estar en la función de detectar exactamente la ubicación y orientación de las barras así como medir el diámetro y cobertura de la barra.

El equipo tiene tres alternativas de medición 1- Escaneo general donde se detectan recubrimientos y diámetros. 2- Menú para barrido de perfil lateral de elementos estructurales. Menú para barrido en planta

Localización de los elementos a escanear.

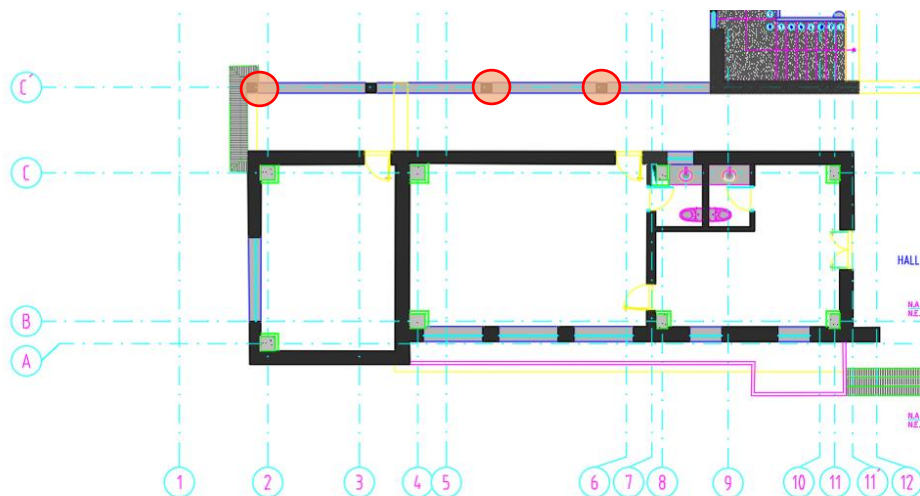


Figura 39. Localización ensayos detector de aceros de refuerzo.

Se debe configurar el equipo mediante las opciones de detección indicando el tipo de barrido a realizar y el sentido del mismo, se debe realizar la configuración mediante el menú interfaz del equipo.



Figura 40. Detección de refuerzo en columna de concreto.



Figura 41. Resultados de barras y recubrimientos.

Con esta información se hace el plano de levantamiento de los refuerzos de los elementos con secciones transversales de los mismos que conforman la estructura de concreto y se procede a realizar el plano de refuerzos existentes, esta información se descarga mediante un software de procesamiento de datos previa identificación. Ver anexo ensayos de campo y caracterización de materiales.

Estudio de sanidad de la Madera

El estudio también involucra el estudio fitosanitario de las maderas de los elementos estructurales de la cubierta y del entrepiso solo con alcance a los módulos posteriores a intervenir en primera fase, se evalúa a través de ensayos con microscopios de barrido, termografía infrarroja, medidor de humedad y ensayos no destructivos directos el actual estado e integridad estructural de las maderas. Hay que destacar que se tendrá como guía el Manual de diseño para maderas del grupo andino y la NTC 824 calificación de maderas, NSR-10 título G y normas complementarias.

La escala cualitativa para calificar y cuantificar los daños se basa en el establecimiento de los grados de deterioro **G1 a G3**, de la siguiente manera:

Grado de deterioro (G1): Cuando el elemento presenta un daño inferior al diez por ciento (10%) del volumen del mismo.

Grado de deterioro (G2): Maderos que presentan un deterioro entre el 10 y el 30 % del volumen total.

Grado de deterioro (G3): Elemento cuyo deterioro es superior al 30 % del volumen total del mismo. Cada uno de los maderos se somete a un detallado proceso de inspección mediante prueba de propagación del sonido, empleando para tal efecto martillos metálicos o mazos de madera, formones de 1/2, 3/4 y 1 pulgada para realizar incisiones y en algunos casos el uso de broca incremental (Taladro Presler).

Figura 42. Escala cualitativa para calificar y cuantificar grados de deterioro en maderas.

Descripción estructural de los elementos de madera del edificio.

Metodología de evaluación fitosanitaria de las maderas. A continuación se realiza el procedimiento seguido para la realización del estudio de patología estructural y estudio fitosanitario de las maderas de las cubiertas.

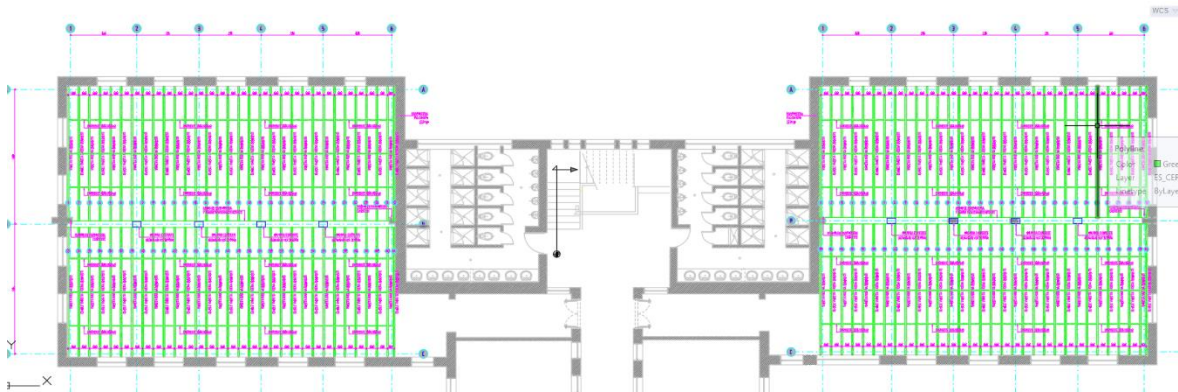


Figura 43. Distribución entrepiso de madera para módulos de análisis.

Procedimiento de evaluación de la madera.

Se presenta a continuación la secuencia para la realización del diagnóstico:

Verificar mediante inspección visual los elementos de la estructura de manera general. Se recomienda realizar esta actividad siguiendo el orden enunciado; primero inspeccionar la estructura de cubierta (soporte de cielo raso), luego la superestructura, finalmente la cimentación.

Elaborar un esquema general de los elementos de la estructura que permita describir el sistema estructural de la madera. Al final de este documento se incluye una síntesis de los daños más comunes encontrados en esta estructura.

Realizar la descripción de las lesiones generales, registro fotográfico de cada uno de los daños identificados, registro de observaciones, mediciones y posibles fallas de relevancia que deban ser reportados el informe.

Elementos y Equipos.

Siguiendo el procedimiento estipulado se presenta a continuación el equipo necesario para adelantar la inspección de la estructura en estudio:

- Cámara fotográfica.
- Binóculos, lupa.
- Cinta métrica.
- Linterna.
- Boroscopio

El alcance del presente diagnóstico es identificar las patologías estructurales y constructivas que afectan la estabilidad de la estructura de madera de la construcción evaluando de manera preliminar los procesos constructivos, el comportamiento estructural, las propiedades de los materiales, fallas y lesiones que presenta los elementos estructurales que constituyen la estructura, a través de ensayos destructivos y no destructivos con tecnología de punta obteniendo resultados claros de las causas de las lesiones y fallas, llegando a un diagnóstico.

Evaluación Fisitosanitaria de maderas.

El presente diagnóstico estructural sigue la metodología de inspección por el método directo de patología que involucra la inspección visual no incluyen técnicas con los ensayos de rigor directo. Se realizó el dictamen de este tipo de estructuras, a partir de

su configuración estructural, uso, tipología, edad, solicitaciones, materiales y deficiencias encontradas evaluando el estado de la estructura en que se encuentra actualmente.

Hay que destacar que se tiene como guía el Manual de diseño para maderas del grupo andino y la NTC 824 calificación de maderas y normas complementarias.

Se tuvo en cuenta la actual norma sismo resistente NSR-10, esencialmente su capítulo G “Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua” y el Manual de diseño para maderas del grupo andino. Adicionalmente se tendrá en cuenta las Normas NTC 206, NTC 5445 “Clasificación de Maderas Secas”, NTC 1305 “Clasificación de Maderas Aserradas” y la NTC 824 “Glosario de Defectos y Daños en Maderas”.

Es de recordar que con el objeto de dar cumplimiento a lo ordenado en el artículo 54 de la ley 400 de 1997, “actualización de las edificaciones indispensables y de atención a la comunidad” (cuarteles de las fuerzas armadas-centros de enseñanza) el cual prescribe que para este tipo de uso de edificaciones deben ser reforzadas para llevarlas a un nivel de seguridad sísmica equivalente al de una edificación nueva diseñada y construida de acuerdo con los requisitos del reglamento de diseño y construcción sismo resistentes NSR-10 Ley 400 de 1.997.

A continuación se presenta la tabulación de la evaluación del estado de conservación de las maderas del módulo a intervenir

En términos generales la madera presenta un estado de deterioro entre el 5% y el 15% lo que la cataloga como un grado de deterioro G1.

Descripción de la madera encontrada en la inspección.

Se detectó el tipo de madera utilizada en la construcción de la cubierta es una madera de color, amarillo pálido o ligeramente grisáceo, a veces con un matiz rosado o verdoso, caracterizada por la presencia de bandas de tejido parenquimatoso no lignificado con apariencia de algodón y visible a simple vista, que alternan con zonas generalmente angostas de tejido más compacto; poca o ninguna diferencia de color entre la albura y el duramen, líneas vasculares visibles a simple vista, lustre bajo, muy blanda y liviana, olor ausente y no distintivos, grano recto, textura gruesa.

El tipo de árbol de este tipo de manera se concluye que es grande ya que las vigas alcanzan unos 10m de longitud sin unión, el diámetro de tronco, textura algo áspera, poco escamosa, fisurada, con ausencia de lenticelas.

Debido a su baja densidad el uso de esta madera está limitado actualmente para uso estructural, este tipo de madera es para carpintería de uso general. En Colombia se utilizaba en los años 1950 para fabricación económica de cubiertas y entrepisos.

Es susceptible al ataque de xilófagos y hongos, hay que destacar que en sitio se detectó que la madera está en muy mal estado por ataque e infestación de xilófagos como se muestra a continuación pero en casos puntuales no generalizados.

A continuación se presentan las tablas de evaluación de los elementos de la madera del entrepiso de los módulos 1 y 2 del Edificio I en donde la conclusión principal es que para el sistema de entrepiso la madera presenta unas condiciones de conservación aceptables desde el punto de vista Fitosanitario ya que no presenta ataques por organismos Xilófagos y en estos costados.

LOCALIZACION elemento	NIVEL	No.	SECCION	GRADO DE DETERIORO			DEFECTO
		ELEMENTO	mm	G1	G2	G3	
ENTREPISO MODULO 1	2	1	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	2	45X170X 2	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 1	2	3	80X170	X			ARISTA FALTANTE
ENTREPISO MODULO 1	2	4	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	5	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	6	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	7	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	8	45X170X 2		X		HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	9	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	10	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	11	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	12	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	13	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	14	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	15	80X170		X		HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	16	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	17	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	18	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	19	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	20	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	21	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	22	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	23	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	24	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	25	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	26	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	27	80X170	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 1	2	28	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	29	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	30	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	31	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	32	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	33	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	34	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	35	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	36	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	37	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	38	45X170X 2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	39	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	40	45X170X2	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	41	80X170	X			HUMEDAD LEVE
ENTREPISO MODULO 1	2	42	45X170X 2	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 1	2	43	80X170	X			ARISTA FALTANTE
ENTREPISO MODULO 1	2	44	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	45	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	46	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	47	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	48	45X170X 2	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 1	2	49	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	50	45X170X 2	X			ENCORVADURA
ENTREPISO MODULO 1	2	51	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	52	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	53	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	54	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	55	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	56	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	57	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	58	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	59	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	60	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	61	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	62	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	63	80X170		X		HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 1	2	64	45X170X 2	X			HUMEDAD

Figura 44. Tabla de diagnóstico elementos de madera.

LOCALIZACION	NIVEL	No. ELEMENTO	SECCION mm	GRADO DE DETERIORO			DEFECTO
				G1	G2	G3	
CUBIERTA MODULO 1	3	1	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	2	50X171	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	3	50X172	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	4	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	5	50X170	X			RAJADURA DE DURAMEN
CUBIERTA MODULO 1	3	6	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	7	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	8	50X170		X		ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	9	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	10	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	11	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	12	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	13	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	14	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	15	50X170	X			RAJADURA DE DURAMEN
CUBIERTA MODULO 1	3	16	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	17	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	18	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	19	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	20	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	21	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	22	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	23	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	24	50X170	X			RAJADURA DE DURAMEN
CUBIERTA MODULO 1	3	25	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	26	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	27	50X170		X		RAJADURA DE DURAMEN
CUBIERTA MODULO 1	3	28	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	29	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	30	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	31	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	32	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	33	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	34	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	35	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	36	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	37	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	38	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	39	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	40	50X170		X		ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	41	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	42	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	43	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	44	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	45	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	46	50X170		X		ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	47	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	48	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	49	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	50	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	51	50X170	X			RAJADURA DE DURAMEN
CUBIERTA MODULO 1	3	52	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	53	50X170		X		RAJADURA DE DURAMEN
CUBIERTA MODULO 1	3	54	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	55	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	56	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	57	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	58	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	59	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	60	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	61	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
CUBIERTA MODULO 1	3	62	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO

Figura 45. Tabla de diagnóstico elementos de madera.

LOCALIZACION	NIVEL	No.	SECCION	GRADO DE DETERIORO			DEFECTO
elemento		ELEMENTO	mm	G1	G2	G3	
ENTREPISO MODULO 2	2	1	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	2	45X170X 2	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 2	2	3	80X170	X			ARISTA FALTANTE
ENTREPISO MODULO 2	2	4	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	5	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	6	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	7	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	8	45X170X 2		X		HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	9	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	10	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	11	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	12	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	13	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	14	45X170X 2	X			ARISTA FALTANTE
ENTREPISO MODULO 2	2	15	80X170		X		HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	16	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	17	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	18	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	19	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	20	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	21	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	22	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	23	80X170	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 2	2	24	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	25	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	26	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	27	80X170	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 2	2	28	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	29	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	30	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	31	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	32	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	33	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	34	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	35	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	36	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	37	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	38	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	39	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	40	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	41	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	42	45X170X 2	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 2	2	43	80X170	X			ARISTA FALTANTE
ENTREPISO MODULO 2	2	44	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	45	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	46	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	47	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	48	45X170X 2	X			DURAMEN QUEBRADO
ENTREPISO MODULO 2	2	49	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	50	45X170X 2	X			ENCORVADURA
ENTREPISO MODULO 2	2	51	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	52	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	53	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	54	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	55	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	56	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	57	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	58	45X170X2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	59	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	60	45X170X 2	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	61	80X170	X			HUMEDAD
ENTREPISO MODULO 2	2	62	45X170X 2	X			HUMEDAD

Figura 46. Tabla de diagnóstico elementos de madera.

LOCALIZACION	NIVEL	No. ELEMENTO	SECCION mm	GRADO DE DETERIORO			DEFECTO
				G1	G2	G3	
MODULO 2 CUBIERTA	3	1	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	2	50X171	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	3	50X172	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	4	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	5	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	6	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	7	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	8	50X170		X		ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	9	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	10	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	11	50X170	X			ESCAMADURA
MODULO 2 CUBIERTA	3	12	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	13	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	14	50X170	X			ESCAMADURA
MODULO 2 CUBIERTA	3	15	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	16	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	17	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	18	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	19	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	20	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	21	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	22	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	23	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	24	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	25	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	26	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	27	50X170	X			GRANO INCLINADO
MODULO 2 CUBIERTA	3	28	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	29	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	30	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	31	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	32	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	33	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	34	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	35	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	36	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	37	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	38	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	39	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	40	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	41	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	42	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	43	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	44	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	45	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	46	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	47	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	48	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO LEVE
MODULO 2 CUBIERTA	3	49	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	50	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	51	50X170	X			RAJADURA DE DURAMEN
MODULO 2 CUBIERTA	3	52	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	53	50X170		X		RAJADURA DE DURAMEN
MODULO 2 CUBIERTA	3	54	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	55	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	56	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	57	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	58	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	59	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	60	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	61	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO
MODULO 2 CUBIERTA	3	62	50X170	X			ATAQUE BIOQUIMICO

Figura 47. Tabla de diagnóstico elementos de madera.

Daños encontrados en los elementos estructurales de la madera.

Se presenta a continuación la descripción del estado actual de la madera que constituye la estructura de la cubierta, cabe destacar que se tendrá o se seguirá las directrices de la NTC-824 y el Manual de diseño para maderas del grupo andino.

Humedades.

La mayor parte de las humedades presentadas son producto de filtraciones de cubierta. En el entrepiso no se detectaron eflorescencias ni manchas que evidencien problemas de ataque y comienzos de deterioro y pudrición.



Figura 48. Deterioro por humedad sin pérdida de integridad.



Figura 49. Deterioro por humedad sin pérdida de integridad.



Figura 50. Deterioro por humedad en cielo raso cubierta, ataque por aves.

Fracturas de duramen quebradizo.



Figura 51. Deterioro y agrietamiento longitudinal en vigas de entrepiso.



Figura 52. Estructura general del entrepiso.



Figura 53. Estado general vigas de soporte entrepiso.



Figura 54. Apoyo del entrepiso de madera sobre la mampostería (protección contra humedad con aceite).

Barrido de elementos con boroscopio.

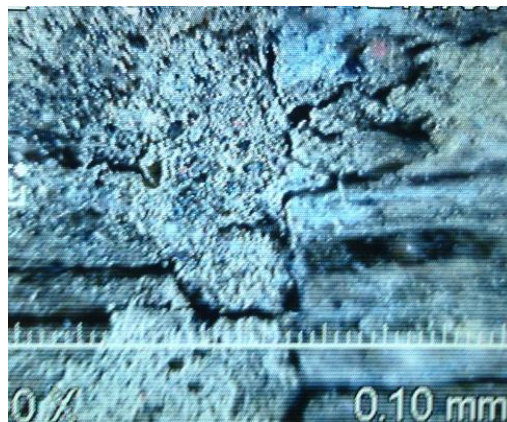


Figura 55. Microfotografía, falta de integridad en la madera zona lesión duramen, no representativa.

Análisis de vibraciones del entrepiso.

Dentro de los criterios de desempeño de las estructuras, aparte del criterio de diseño por resistencia, se es aconsejable verificar criterios de deformaciones deflexiones y vibraciones, este último está determinado por criterios de confort según el periodo de oscilación entre en resonancia con los órganos y glándulas del cuerpo humano que generan sensación de vértigo, el criterio más empleado es el criterio de Murray, adicionalmente se pueden determinar las deflexiones mediante excitación dinámica de la estructura según los criterios consignados en NSR-10.



Figura 56. Excitación del piso, acelerómetros y captador de señal.

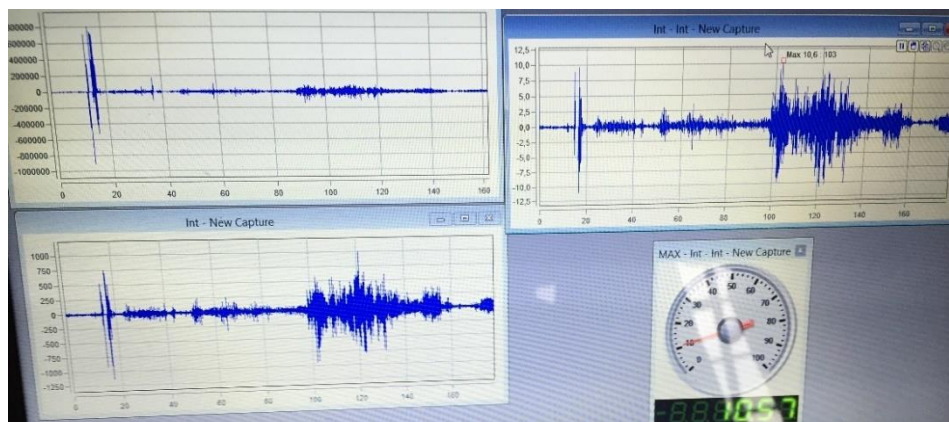


Figura 57. Interface del software interpretación de acelero gramas en XYZ y máximos.

Se concluye que el entrepiso presenta longitudes entre apoyos elevadas lo que hace que no tenga una rigidez suficiente para garantizar criterios de confort dadas las altas deflexiones y deformaciones que presenta el sistema de entrepiso en madera por lo cual es concluyente pensar en disponer de un elemento central de apoyo que aminore la luz entre apoyos y controle las deflexiones del entrepiso.

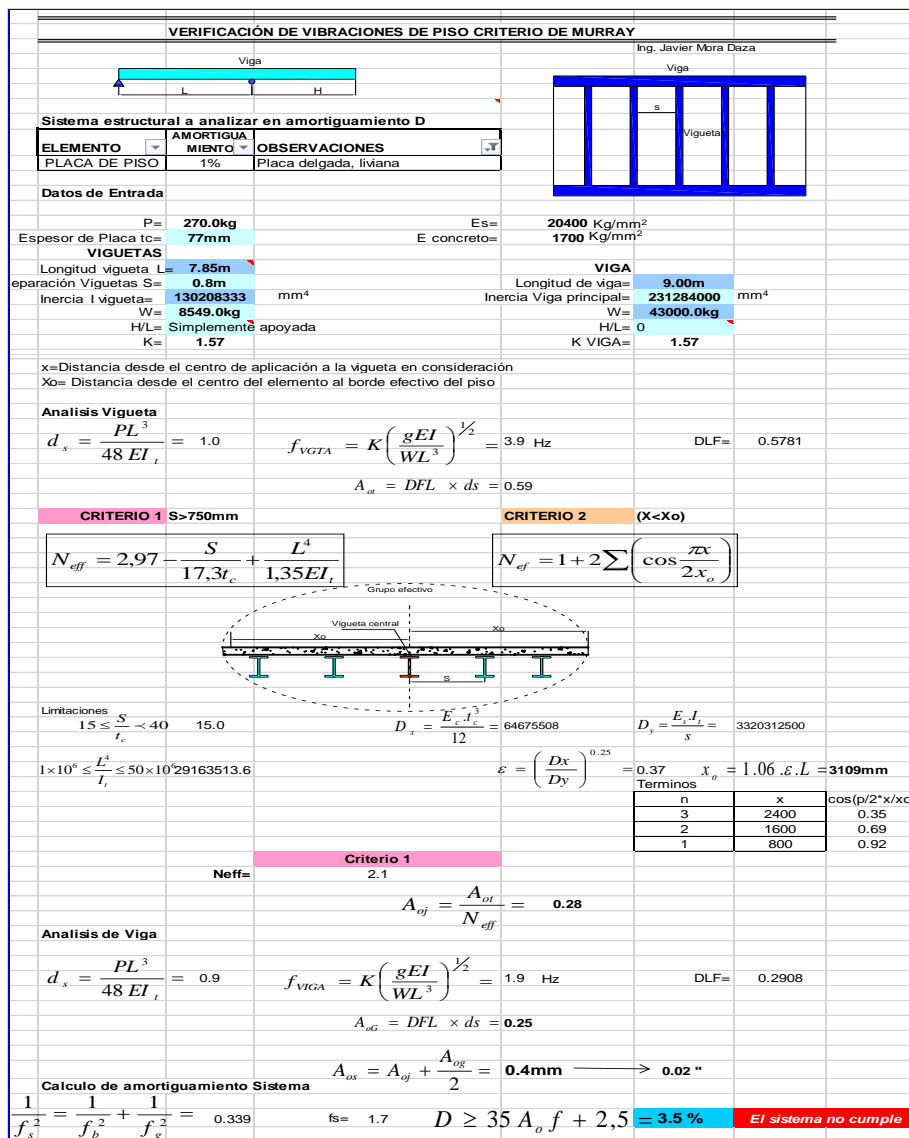


Figura 58. Verificación de vibración de piso.

Barrido de elementos para detección de ataque xilófago.

Mediante el microscopio electrónico o boroscópio se procede a inspeccionar el estado de los elementos y su integridad



Figura 59. Levantamiento de elementos y apertura de ventanas de inspección.



Figura 60. Estado de conservación de los elementos de madera del entrepiso.



Figura 61. Estado de conservación de los elementos de madera del entrepiso.

Con base en estas lecturas se hace la calificación de los elementos tabulada y se determina el estado general de conservación de la estructura de madera. En solo dos elementos y en zona de amarre de cubierta.

En la zona de cubierta se presenta una estructura metálica realizada con anterioridad a la declaratoria de patrimonio del inmueble, por la técnica constructiva mediante perfiles metálicos angulares se observa que la estructura metálica de cubierta es de la década de 1980.

A nivel de corona de los muros se dispone de unos elementos de entramado de madera que sostienen



Figura 62. Apoyo del entramado de madera sobre pórtico en concreto para cubierta.

El entramado superior en madera tiene elementos de menores dimensiones que el entrepiso, pero tienen una configuración y armado similares, actualmente generan un efecto de apuntalamiento en la zona de los muros su estado de conservación es aceptable pese a el ataque generado por residuos orgánicos de plaga de aves en esta zona.

Estado general pisos de madera.

Figura 63. Estado general de los pisos de madera de circulaciones y alojamiento.

En términos generales el entablado se encuentra con buena consistencia pero con características propias de la vetustez de la edificación ya que el entablado presenta desgaste y perdida por rajadura de elementos, pero por las condiciones de mantenimiento de la edificación la aplicación de ceras y lacas aplicadas han preservado de ataques por humedad o xilófagos el entablado.

Conclusiones Estado general elementos de madera.

El estado actual de la madera no presenta deterioro que permita concluir que el estado de integridad estructural sea deficiente, por lo tanto es recomendable hacer la intervención de la madera mediante limpieza e inmunización de la misma sin hacer retiro de elementos que la conforman. Se pueden emplear ya que no presentan peligro de colapso por falta de integridad estructural hallan deteriorado en menos del 10 % la madera en la

cubierta. La madera del entrepiso se debe tratar y por presentar vibraciones excesivas es recomendable disponer de un elemento intermedio de apoyo

Evaluación de los elementos de mampostería.

La caracterización de la mampostería del edificio tiene diferentes tipos de aparejos los cuales son erráticos en los módulos posteriores de los ensayos realizados a la mampostería los cuales presentan unas piezas en ladrillo tolete con dimensiones de 12x6x22cm, las cuales se observan que son piezas extruidas no prensadas las cuales presentan una resistencia mediante ensayo de ultrasonido de (ver informe de ensayos) se presenta una resistencia demasiado baja de 1.6MPa(222Psi) y para el mortero de pega de 0.7MPa el cual (104Psi) es bastante bajo se encontró que por la coloración de ese mortero tiene muy poca presencia de material ligante cementítico.



Figura 64. Fractura de la mampostería, fachada posterior.

Medición de fisuras.

Con un microscopio portátil cuya función es la de medir y/o explorar el ancho de las fisuras y grietas en elementos de hormigón, mampostería, elementos de madera u otras estructuras, con el fin de verificar el ancho admisible de las mismas en una actividad de inspección de una instalación militar y así identificar la gravedad de una lesión siguiendo las reglamentaciones. El equipo permite aumentar el rango visual, a través de un conjunto de elementos digitales y mecánicos ajustables a un dispositivo de enfoque. La escala ocular de ser mínimo de 500 X o aumentos donde con la regleta de fisuras se alinea con la dirección de la grieta para examinar el comportamiento del elemento en estudio siguiendo las directrices normativas actuales vigentes.

El equipo solicitado cuenta con las especificaciones, condiciones y alcances mencionados adicionalmente se lleva un monitoreo semanal mediante fisuometro de reglilla en el cual da la orientación de la actividad si es detectada.

Una vez realizado el levantamiento de lesiones se procede al diligenciamiento de las fichas para el monitoreo de las mismas mediante la instalación de la instrumentación redundante con marcado de microscopio o boroscopio y regletas fisuométricas.



Figura 65. Agrietamiento pasante en los muros e instalación de regletas.



Figura 66. Agrietamiento pasante en los muros e instalación de regletas.

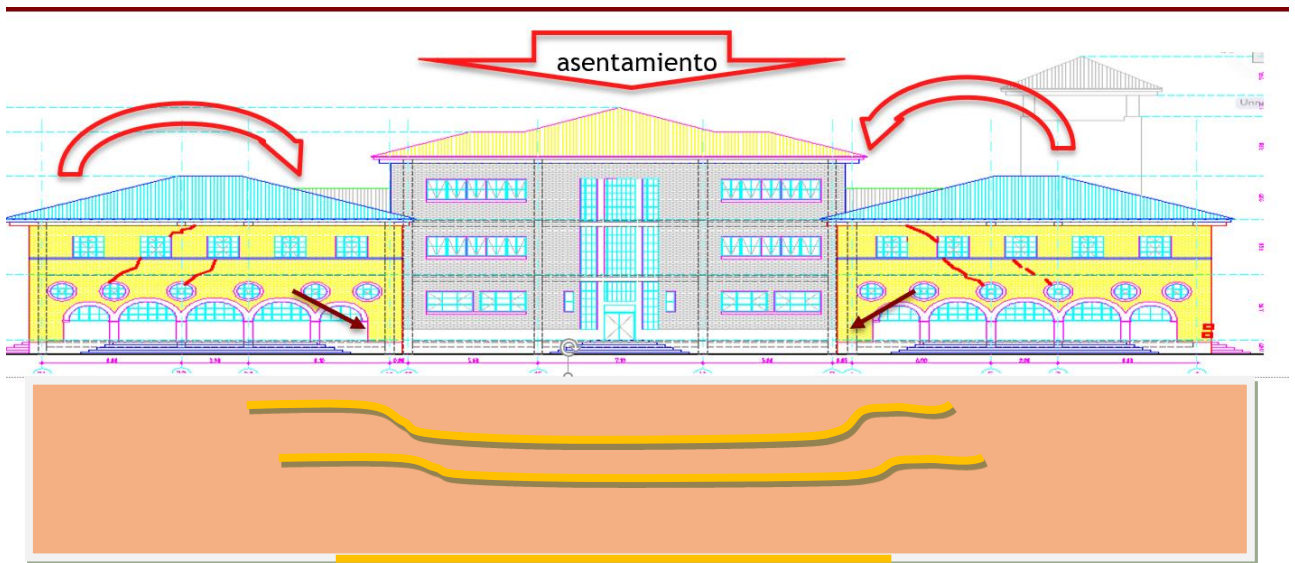


Figura 67. Esquema de falla por asentamiento.

Ensayo de permeabilidad en fachadas.

Ensayo de permeabilidad en fachadas tubo en L o tubo RILEM L de 1 cm² de sección el cual acopla a un paramento mediante una masilla impermeable. El tubo cuenta con una graduación en milímetros en la vertical. Tras llenar el tubo con agua se toma la medición del agua absorbida cada minuto. Se propone en dicha publicación un grado de

permeabilidad en función del agua que penetra en 10 minutos según la siguiente tabla:

Penetración en cm³ en diez minutos Estimación

Más de 3,	Permeabilidad muy alta
De 2,4 a 3,0	Permeabilidad Alta
De 1,0 a 2,4	Mediana Permeabilidad
De 0,4 a 1,0	Baja Permeabilidad
De 0,2 a 0,4	Impermeabilidad Relativa
De 0,1 a 0,2	Impermeable
Menos de 0,1	Sin Actividad Capilar

Figura 68. Tabla de absorción con tubo Karsten.

La presión que ejerce la columna de agua puede traducirse en la presión con la que el agua-viento afecta el paramento según la siguiente expresión: $P = V^2/16$. De este modo la alcanzar el agua los 12 centímetros en la columna de agua estamos simulando una velocidad de 157,6 Km/hora. De modo experimental se indican los resultados de algunos ensayos en determinados materiales. Por ejemplo, para el mortero decremento 1:6 se indica una absorción de 8,0 cm³/10 min, y de 3 para un mortero de cal. El ensayo ha sido perfeccionado por RILEM (Unión Internacional de Laboratorios y Expertos en Materiales de Construcción, Sistemas y Estructuras) según el método de ensayo 11.4 que evalúa



Figura 69. Ensayo de absorción con tubo Karsten. Imagen de referencia

Método del ensayo.

La base circular del tubo Karsten se fija a la superficie del sustrato a evaluar por medio de una masilla plástica. Una vez instalado, se vierte agua en él empleando, por ejemplo, una pipeta, hasta alcanzar el nivel deseado. Según sea la altura de la columna de agua existente dentro del tubo, se ejercerá sobre la superficie del sustrato una presión que equivale al efecto de una lluvia acompañada de vientos cuya velocidad es posible calcular empleando la fórmula que se indica en el cuadro

Generalmente, el tubo se llena con agua hasta que el nivel superior de éste alcance una altura de 5,0 cm, lo que equivale a la presión ejercida por lluvias con vientos que poseen una velocidad de 100 k/h. Las alturas de columna superiores representan velocidades de vientos que prácticamente nunca se producen en la mayor parte de nuestro territorio. Sin embargo, una hidrofugación de fachadas en base a soluciones de silicona normalmente es capaz de resistir presiones provenientes de columna de agua de 10 cm de altura, la que corresponde a una sollicitación enorme (lluvia combinada con velocidad superior a los 140 k/h).

La cantidad de agua absorbida por unidad de tiempo por parte de un sustrato poroso se mide directamente, efectuando la lectura en la escala que posee el tubo Karsten.

Si la absorción es alta, se recomienda rellenar el tubo una vez que la columna de agua ha descendido 1 cm, con el fin de mantener una presión más o menos constante.

Como criterio general, es preciso efectuar un mínimo de 10 mediciones sobre el muro analizado. De este modo es posible obtener conclusiones apropiadas, ya que la superficie del área de la base circular del tubo Karsten es bastante reducida (aprox. 5 cm²). Aunque no se dispone de normas en cuanto a su duración, se acostumbra a que esta no exceda los 15 minutos.

Posteriormente se realiza el contraste con las imágenes obtenidas por la cámara infrarroja para detectar los puntos de mayor concentración de humedad.



Figura 70. Contraste por termografía.

Informes de calas de exploración cromática

Con el fin de determinar los diferentes cambios que durante el tiempo ha tenido el área de alojamientos en el tema de colores de acabado, se realiza una cala en uno de los muros de mampostería de los alojamientos, donde no se observan lesiones previas que puedan alterar la cala.



Figura 71. Elaboración de cala cromática en muros de mampostería.

Se procedió a demarcar el área de la cala mediante una cinta de enmascarar de 2” y determinar franjas de $\pm 2\text{cm}$ para cada una de las capas de color que se encontraran en la exploración desde el acabado actual hasta encontrar el mortero de pañete, para ello se utilizara un cortador para desbastar las capas de pintura una a una y poder descubrir la gama de tonalidades que han tenido los muros. Durante la exploración se evidenciaron capas de diferentes materiales, calidades y espesores, se presentó problemas con dos capas de pintura, las cuales son extremadamente delgadas y al desbastar con el cortador, no fue

posible obtener una franja completa, sin embargo se ve rastros del color en las capas subyacentes.

Luego de realizar el trabajo se obtuvo el siguiente resultado:



Figura 72. Escala cromática de colores de acabados en muros interiores.

Actualmente en la cala realizada se pueden identificar diez (10) capas de pintura de diferentes tonalidades, materiales y espesores, para determinar el color se utilizó la ayuda del programa de edición de imágenes Photoshop CS6 ®, con el fin de identificar los colores mediante la codificación de la paleta de Moss, obteniendo los siguientes resultados ordenadas de la más antigua a la más reciente así:

<i>Descripción de la Capa</i>	<i>Escala de Color Moss</i>
1. Mortero para pañete e= ±2.5cm gris cálido	(7d756a)
2. Estuco-yeso para emparejar la superficie color blanco	(afaea9)
3. Pintura base cal color blanco marfil	(a8a095)
4. Pintura tipo vinilo color gris cálido	(786e62)
5. Pintura tipo vinilo verde pálido	(8d9085)
6. Pintura tipo vinilo gris frío	(7d7d7d)
7. Pintura tipo vinilo gris frío	(606163)
8. Pintura tipo aceite amarillo arena	(857663)
9. Pintura tipo aceite amarillo quemado	(846b4d)
10. Pintura tipo aceite blanco almendra	(8f897d)

Por la resolución de la cámara y el tipo de luz de exposición la descripción en la escala Moss, puede presentar variaciones respecto al tono real.

Una vez realizada la cala se determina la existencia de una gran variedad de colores y capas de pintura en el edificio, sin embargo el objetivo del proyecto consiste en mantener la estética actual del proyecto, por tal razón se mantendrá el color blanco como acabado final para los muros del proyecto.

Para el caso de las ventanas no se pudo realizar una cala de color, toda vez que solo se observa un color verde (659c58) y no se pudieron obtener capas de pintura de otras tonalidades.



Figura 73. Cala cromática para ventanearía metálica

Para el caso de la carpintería metálica de las puertas, al no tratarse de un elemento original del proyecto, y con los múltiples cambios que ha tenido con motivo del continuo deterioro, se establece usar un tono café (38241d) para darle acabado a las puertas.



Figura 74. Cala cromática para puertas metálica

Relación anexos historia clínica

Respecto a la información de planimetría del edificio, se realizó la indagación en la planoteca del Comando de Ingenieros, se encontró la siguiente información:

Planimetría original. Diecisiete (17) planos del edificio. (1940)¹²

Tabla 1. Relación de planos originales de diseño.

<i>Planos originales</i>	<i>Planos originales</i>
1. Planta de primer piso	10. Corte fachada
2. Planta de segundo piso	11. Detalle de baños
3. Planta de tercer piso	12. Detalles de ventanas
4. Planta de cubiertas	13. Detalles puertas y galería
5. Fachada Principal	14. Detalle escalera
6. Fachada Posterior	15. Detalle escalera 1
7. Fachada lateral derecha	16. Detalle escalera 2
8. Fachada lateral izquierda	17. Detalle de torre
9. Cortes longitudinales	

Propuestas de reforzamiento. Dentro de la indagación realizada en el Comando de Ingenieros, se encontraron diferentes propuestas de reforzamiento a los edificios “I” y “K” de la Escuela Militar, se encontraron planos parciales de al menos cuatro empresas que desde los años 2004 al 2009 se han realizado, para efectos del estudio, se revisó la última propuesta que consta de VEINTISIETE (27) planos propuestas de reforzamiento de la empresa Alma VP, para el edificio. (2009)¹³

¹² Anexo 2. Planimetría original de diseño del edificio. Fuente Comando de Ingenieros

¹³ Anexo 3. Propuestas de reforzamiento estructural de la empresa ALMA VP. Fuente Comando de Ingenieros

Tabla 2. Relación de planos propuestas de reforzamiento

<i>Planos propuesta reforzamiento</i>	<i>Planos propuesta reforzamiento</i>
1. INDICE	15. IE-06
2. E-01A STEEL DECK	16. R-01 REGATAS DE INSPECCION
3. ES-01	17. C-01 CIMENTACIÓN
4. ES-02	18. C-02
5. ES-03	19. C-03
6. ES-04	20. C-04
7. ES-05	21. CU-01 CUBIERTA
8. ES-06	22. CU-02
9. ES-07	23. CU-03
10. IE-01	24. LC-01 COLUMNAS
11. IE-02	25. P-01 DETALLE REFUERZO MURO
12. IE-03	26. U-01 DETALLE CONEXIONES
13. IE-04	27. U-02
14. IE-05	

Normatividad vigente. Se consultaron las diferentes entidades distritales y se realizó la consulta normativa en la página de internet del SINUPOT, adicionalmente se consultó la información obtenida en el Comando de Ingenieros, de tal consulta se obtuvieron DIECINUEVE (19) documentos anexos donde se detalla la normatividad del sector.¹⁴

¹⁴ Anexo 5. Documentos de normatividad recopilados. Fuente Comando de Ingenieros

Tabla 3. Relación de documentos de la normatividad vigente.

<i>Documentos Normatividad</i>	<i>Documentos Normatividad</i>
1. Certificado de estratificación	11. Zonas antiguas consolidadas
2. Interés Cultural	12. Requisito para intervenciones BICN
3. Trámite de Licencia 1	13. Declaratoria patrimonio ESMIC
4. Trámite de Licencia 2	14. Res. 1796 PRM ESMIC
5. Trámite de Licencia 3	15. Res. 2708 centro de las armas
6. Normatividad POT 190	16. Res. 3964 MINCULTURA
7. Plusvalía	17. Res. 3966 MINCULTURA
8. Reserva vial	18. Restricción de uso
9. Ronda de río	19. SDP Julio 2014
10. Zona de amenaza	

Adicionalmente a la información encontrada, es de resaltar que la sección de diseño del Comando de Ingenieros, a través de su equipo de urbanismo, se encuentra realizando la modificación del Plan de Regularización y manejo de la Escuela Militar respecto a la afectación vial que tiene el predio sobre la carrera 56. El concepto sobre la intervención en los predios por parte del Ministerio de Cultura se mantiene y ratifica el tratamiento especial de intervención como bienes de conservación patrimonial e interés cultural.

Luego de la visita técnica al sitio y de comparar los planos originales con el estado actual de la edificación, se realiza levantamiento arquitectónico actualizado del proyecto y registro fotográfico detallado de la edificación así:

Levantamiento arquitectónico. DIECISIETE (17) planos levantamiento arquitectónico realizado en colaboración con profesionales del Comando de Ingenieros. (2017)¹⁵

Tabla 4. Relación planimetría levantada 2017

<i>Planimetría 2017</i>	<i>Planimetría 2017</i>
1. PL101 Índice de planos	10. PL301 Corte A-A y B-B
2. PL102 Localización	11. PL302 Corte D-D y C-C
3. PL103 Levantamiento arquitectónico 1 piso	12. PL303 Corte E-E y F-F
4. PL104 Levantamiento arquitectónico 2 piso	13. PL304 Corte G-G y H-H
5. PL105 Levantamiento arquitectónico 3 piso	14. PL305 Corte I-I y J-J
6. PL106 Levantamiento arquitectónico altillo	15. PL306 Corte K-K y L-L
7. PL107 Levantamiento Arq. cubiertas	16. PL307 Corte M-M
8. PL201 Fachada principal y posterior	17. PL501 Levantamiento arquitectónico detalles de carpintería
9. PL202 Fachada lateral Izquierda y derecha	

Registro Fotográfico. Con el fin de documentar el estado actual de la edificación, se efectuó el registro fotográfico detallado por espacio, se elaboran CIENTO TREINTA Y DOS (132) fichas donde se describe el estado actual de cada uno de los espacios que conforman el edificio, este trabajo fue realizado en colaboración con profesionales del Comando de Ingenieros. (2017)¹⁶

Fichas Lesiones. Una vez realizado el registro fotográfico, se adelantaron a nivel general, las fichas de las lesiones más representativas de la edificación, concentrando el análisis en la parte del edificio objeto de intervención, se elaboran TREINTA Y SEIS (36) fichas donde se describen las lesiones encontradas.¹⁷

¹⁵ Anexo 7. Levantamiento Arquitectónico del edificio. Fuente Comando de Ingenieros

¹⁶ Anexo 4. Registro Fotográfico detallado. Fuente Comando de Ingenieros

¹⁷ Anexo 8. Fichas Lesiones. Fuente Comando de Ingenieros

Planos de Calificación. NUEVE (09) planos levantamiento arquitectónico realizado en colaboración con profesionales del Comando de Ingenieros. (2017)¹⁸

Tabla 5. Relación planos de calificación 2017

<i>Planimetría 2017</i>	<i>Planimetría 2017</i>
1. PC101 Plano de calificación primer piso	6. PC301 Plano de calificación cortes 1
2. PC102 Plano de calificación segundo piso	7. PC302 Plano de calificación cortes 2
3. PC103 Plano de calificación tercer piso	8. PC401 Plano de calificación cielo raso 1
4. PC201 Plano de calificación fachadas	9. PC402 Plano de calificación cielo raso 2
5. PC202 Plano de calificación fachadas int.	

¹⁸ Anexo 7. Levantamiento Arquitectónico del edificio. Fuente Comando de Ingenieros

Capítulo 3

Diagnostico

Diagnostico General

Luego de analizar la información recopilada y los estudios de laboratorio realizados para el edificio Batallón de Cadetes “I” de la Escuela Militar de Cadetes “GENERAL JOSE MARIA CORDOVA”, se estableció que el edificio por ser una edificación con más de 70 años de antigüedad, no cumple con las condiciones requeridas por la NSR-10 para su uso actual, por lo cual se requiere adelantar labores de reforzamiento con base en los criterios establecidos por el Ministerio de Cultura por tratarse de un Bien de interés Cultural.

Como se vio en los análisis históricos, la parte posterior del edificio fue adicionada para aumentar la capacidad de alojamiento y fue construida como una unidad estructural independiente, generando un plano de falla por el punto de conexión entre las dos estructuras, éste fenómeno se ha visto reflejado en las fallas que presenta la mampostería en la fachada posterior, toda vez que sumado a las estructuras adosadas, se evidencia un deficiente manejo de las aguas lluvias; las bajantes expuestas en la fachada, la falta de mantenimiento y la presencia de animales aceleran el deterioro de las mismas generando problemas de humedades internas, desprendimiento de los aleros. Respecto a lo descrito en el estudio de suelo, se observó que los suelos básicamente están conformados por arcillas, las cuales al generarse un diferencial en el contenido de humedad en el mismo por acción de las lluvias y las aguas no canalizadas, generan una susceptibilidad de expansión por lo tanto ese cambio de volumen se traduce en palpitations y deformaciones en la

cimentación generándose asentamientos por consolidación secundaria muy comunes en las arcillas de esta clase de depósitos lacustres del sector, los cuales producen sobre los muros esfuerzos excesivos de carácter mecánico generando los agrietamientos en las zonas de concentración de esfuerzos como son los vanos de ventanas.

La cubierta del edificio se evidenció que fue cambiada en su totalidad, remplazando las cerchas de madera del diseño original por una estructura metálica, sin embargo se presentan problemas por filtraciones de agua constantes que han afectado el material constitutivo de los entrepisos y cielo rasos, causando desprendimientos parciales del material y procesos de deterioro acelerados en cielo rasos y pisos por efecto de la humedad, una vez analizada la información, se observa que durante el proceso de cambio de la cubierta, se presentaron problemas de instalación en las tejas de fibrocemento, se evidenciaron desplazamiento de las tejas dejando sin apoyo las mismas y generando contrapendientes que son el origen de las filtraciones, este problema de apoyo de la cubierta se origina por la deficiente instalación de las tejas, debido a los cortes que deben realizarse para conservar la geometría original de la cubierta, durante la instalación se realizaron cortes a las tejas de manera artesanal no respetando los traslapes mínimos exigidos para la correcta instalación, otro de los factores es la no instalación de los accesorios de fijación necesarios, finalmente se observaron roturas en las tejas instaladas posiblemente por el tránsito de personal sobre la cubierta sin seguir las recomendaciones del fabricante para tal fin, posiblemente durante las labores de mantenimiento, así como la apertura de vanos para el desfogue de tuberías a cubierta que no tienen ningún tipo de impermeabilización.

El diseño de la cubierta, permitió el ingreso de aves (palomas), que durante años han utilizado el espacio entre el cielo raso y la cubierta como hábitat, éste animal, ha generado procesos avanzados de erosión en los elementos metálicos de cubierta y de madera que soportan los cielo rasos, por acción de los excrementos, garras y picos, el transporte de semillas y de vectores, sumados a la humedad por las filtraciones de cubierta favorecen un ambiente de corrosión para la estructura metálica y ataques por hongos y xilófagos en la subestructura de madera. A pesar de la construcción del cielo raso para restringir el acceso de las palomas a estos espacios, no se ha sellado adecuadamente este espacio y estos animales continúan habitando y colonizando este espacio, por el contrario los aleros han sido usados como espacios para anidar.

Finalmente se evidencia en la zona del último nivel de la edificación es la aparición en la esquina inferior de las ventanas de grietas y fisuras en la mampostería, esto es debido a la dilatación térmica generada por la cubierta que al tener apoyos de segundo género en cada culata producen esfuerzos de flexión en el muro que al tener la zona de entre ventanas al final de la alfajía y el espacio lleno entre vanos por lo cual genera una lesión mecánica por esfuerzos de flexión.

En el interior del edificio, se evidencian lesiones en las áreas de cielo raso originadas por la humedad por filtración proveniente de la cubierta, se evidencian erosiones en los acabados de los pisos por el uso, así mismo grietas y desprendimiento de los

acabados por falta de dilataciones entre materiales y por geometría. Los acabados se encuentran sometidos a ciclos de desgaste acelerados por el uso.

Resumen de patologías general

Fractura de tipo mecánico en los módulos 3 y 4 de dos pisos en la fachada posterior, debido a que éstos módulos se construyeron con posterioridad y fueron adosados a la estructura original de tres pisos con el fin de aumentar la capacidad de alojamiento, esta lesión se origina por asentamientos por consolidación secundaria en la estructura.

Desprendimiento de cielo rasos bajo los aleros de cubierta, originados por la filtración de aguas lluvias por la ruptura de las canales y bajantes, originadas por la falta de mantenimiento que permite la acumulación de polvo y favorece el crecimiento de agentes biológicos, y por la presencia de palomas que deterioran la cubierta para construir sus nidos.

Erosiones físicas en algunas piezas de mampostería de las fachadas, en especial en la fachada posterior, donde por las características del material y los procesos de fabricación de los mismos, dieron origen a la patología, adicionalmente, se evidencian erosiones mecánicas provocadas por los usuarios en las piezas afectadas, la calidad del material es el origen de la patología.

Desprendimiento en cielo rasos debido a la filtración de aguas lluvias de la cubierta, generando manchas, fisuras, desprendimientos parciales y hasta el colapso de áreas de cielo raso.

Erosión mecánica en los pisos del edificio, en las baldosa de cemento, se presentan desgastes por tráfico, así como fisuras y desprendimientos parciales de los enchapes, debido a la inexistencia de juntas de dilatación entre los materiales y por cambios de geometría de los espacios. En los pisos de madera se observan erosiones y desprendimientos de los listones, el tráfico, la falta de mantenimiento y las humedades provenientes de la cubierta dan origen a éstas lesiones.

A nivel general, la carpintería metálica presenta lesiones por desprendimientos y corrosión, la ventanería original del edificio, presenta corrosión por la falta de mantenimiento, a nivel de puertas, la carpintería original del proyecto (en madera), fue remplazada en un 90% de la edificación, por elementos metálicos, los cuales se encuentran deteriorados por el uso, se observan daños y ausencias en cerraduras, marcos y hojas desprendidas, hojas deformadas entre otros, lo anterior tiene como origen el mal uso y la ausencia de mantenimiento.

Se presentan otro tipo de lesiones descritas en el registro fotográfico y en las fichas de lesiones, en cielo rasos, pisos, pasamanos, escaleras, antepechos, muros, etc., cuyo

origen es el mal uso y la falta de mantenimiento, las cuales no afectan la estabilidad del edificio pero sí afectan la imagen, estética y funcionalidad del edificio.

Existen otro tipo de lesiones que se han originado por los cambios en el uso de la edificación, la incorporación de agua caliente en los baños dio origen a la necesidad de instalar una red de gas, medidores y gasodomesticos sobre las fachadas, dando origen a grietas, desprendimientos y humedades para los muros internos y de fachada.

Diagnostico Módulos 3 y 4

Los dos módulos objeto de la presente intervención, presentan fracturas de tipo mecánico, con presencia de dislocaciones en muros posteriores de fachada producto de asentamiento diferencial debido a que los módulos construidos con posterioridad de 2 pisos fueron arrastrados por la estructura principal de 3 pisos que tiene asentamientos por consolidación secundaria.

El origen de la patología es por causa indirecta debido al inadecuado manejo para la conducción de aguas lluvias a través de canales, bajantes y desagües; debido a que como se describe en el estudio de suelos, el perfil estratigráfico está básicamente conformado por arcillas, las cuales al generarse un diferencial en el contenido de humedad tienen una alta susceptibilidad de expansión, este cambio de volumen se traduce en palpitations y deformaciones en la cimentación generándose asentamientos diferenciales que producen sobre los muros esfuerzos excesivos de carácter mecánico generando los agrietamientos en

las zonas de concentración de esfuerzos como son los vanos de ventanas. Por las características geométricas de la edificación las zonas más vulnerables a este fenómeno es la zona posterior del edificio.

Se observan en las fachadas procesos de erosión física en algunas piezas de mampostería de las fachadas, en especial en la fachada posterior, donde por las características del material y los procesos de fabricación de los mismos, dieron origen a la patología, adicionalmente, se evidencian erosiones mecánicas provocadas por los usuarios en las piezas afectadas, la calidad del material es el origen de la patología.

Se presentan desprendimientos zonales de cielo rasos en los aleros y desprendimientos totales en los cielo rasos de los espacios interiores del edificio, la presencia de humedad por filtración del agua lluvia de la cubierta, es el origen de esta patología, sumado a factores externo como lo es la presencia de aves y el crecimiento de material vegetal.

Dentro de los análisis estructurales realizados al edificio, se pudo evidenciar que el entrepiso de madera estas zonas, presenta problemas de estabilidad por los altos valores de vibración y deformación que presenta la estructura, sumado a las afectaciones por humedades, hongos y xilófagos en el entrepiso de madera, requieren una intervención para garantizar la seguridad estructural del edificio.

A nivel de cubierta, se observan corrosión en la estructura metálica por presencia de humedad y excrementos de las palomas, debido a la inexistencia de ventanas de inspección o mantenimiento nunca se adelantaron labores de mantenimiento preventivo a los elementos de cubierta que permitieran detectar a tiempo las lesiones y realizar procesos de intervención antes del colapso del cielo raso. La estructura se encuentra directamente apoyada sobre los muros de mampostería, la falta de confinamiento de los muros y los movimientos en la estructura metálica por las variables de temperatura, dieron origen a fisuras y grietas en los muros en los puntos de apoyo de la estructura.

Resumen de patologías módulos 3 y 4

En la fachada occidental de los módulos de dos pisos, se presenta una fractura de tipo mecánico, con presencia de dislocaciones en muros posteriores de fachada producto de asentamiento diferencial debido a que los módulos construidos con posterioridad de 2 pisos fueron arrastrados por la estructura principal de 3 pisos que tiene asentamientos por consolidación secundaria y debido a la falta de rigidez en vanos de fachadas al ser de mampostería simple con arcos de medio punto y óculos de ventanas sin continuidad estructural generaron distorsiones que produjeron las dislocaciones en la mampostería de la fachada posterior.

Se presentan desprendimiento de cielo rasos bajo los aleros de cubierta, originados por la filtración de aguas lluvias por la ruptura de las canales y bajantes, originadas por la falta de mantenimiento que permite la acumulación de polvo y favorece el crecimiento de

agentes biológicos, y por la presencia de palomas que deterioran la cubierta para construir sus nidos.

En las fachadas de estos módulos, se concentran el 90% de las erosiones físicas en las piezas de mampostería, es probable que la calidad de las piezas de construcción de estos módulos sea de menor calidad que la del resto del edificio, algunas piezas de mampostería de las fachadas, donde por las características del material y los procesos de fabricación de los mismos, dieron origen a la patología, adicionalmente, se evidencian erosiones mecánicas provocadas por los usuarios en las piezas afectadas, la calidad del material es el origen de la patología. La falta de mantenimiento permite el ingreso de la humedad a las piezas de mampostería, acelerando los procesos de erosión.

En el área de alojamiento del segundo piso, se observan desprendimiento parciales y totales en cielo rasos debido a la filtración de aguas lluvias de la cubierta, en uno de los alojamientos el cielo raso colapso por completo dejando en evidencia los problemas de instalación de las tejas, la afectación de la estructura por las filtraciones y los excrementos de palomas y procesos de descomposición de las mismas, ya que han usado el cielo raso también como depósito de cadáveres, generando un foco de infección que pone en riesgo la salud de los cadetes que allí duermen.

El 100% de los pisos de los alojamientos en madera, presentan erosión mecánica, el tráfico pesado a que está sometido el piso y la calidad del material acentúan este tipo de

lesiones, se presentan desprendimientos parciales y totales de los listones de madera, así como vibraciones y deflexiones en los listones, poniendo en riesgo la seguridad de los cadetes, a nivel de circulaciones en las baldosa de cemento, se presentan desgastes por tráfico, así como fisuras y desprendimientos parciales de las baldosas debido a la inexistencia de juntas de dilatación entre los materiales y por cambios de geometría de los espacios. Se evidencian que el origen de la patología viene desde el diseño, donde no se realizó una selección adecuada de los materiales respecto a su uso y no se previeron dilataciones en los pisos. De igual forma indirectamente se originan por la falta de mantenimiento preventivo.

Las puertas de acceso a los alojamientos se encuentran en un completo deterioro, la carpintería actual corresponde al remplazo de las puertas de madera originales, sin embargo se evidencia que existen fallas en la instalación de las puertas al no fijar adecuadamente los marcos a los muros, generando grietas y fisuras en la mampostería. De igual manera se observa problemas con el diseño de las cerraduras las cuales ya no existen y las hojas de las puertas se encuentran deterioradas en este punto y se deben usar cadenas y candados para cerrar los alojamientos. Se evidencian lesiones provocadas por el mal uso de las puertas, deformaciones en las hojas por acción mecánica provocada, así como desprendimiento de tapa luces y procesos de arrancamiento en las bisagras. El origen de la patología está en la deficiente escogencia del material dentro del proceso de diseño así como el nulo mantenimiento y cuidado que se le ha dado a la carpintería.

La ventanearía del edificio si se conserva en su estado original, se observan lesiones en el material por corrosión, las cuales no han sido solucionadas, tan solo se ven desprendimientos de las capas de pintura por el óxido de hierro. La corrosión presente se extiende por los elementos debido a que la pintura de protección es solo aplicada al material en la parte interior y en las áreas externas por la dificultad de mantenimiento, no se renuevan las pinturas y se originan los procesos de oxidación por acción de la lluvia y la humedad del ambiente.

La cubierta del edificio como se había mencionado, fue completamente remplazada por cerchas y correas metálicas donde se apoyan las tejas de fibrocemento y allí se fijan con mortero las tejas de barro, con el colapso total del cielo raso en uno de los alojamientos, se pudo ver los procesos de corrosión de la estructura, toda vez que no se contemplaron ventanas de inspección en el cielo raso para el mantenimiento, la existencia de filtraciones de aguas lluvias de la cubierta por la deficiente instalación de las tejas de fibrocemento y la ruptura de las tejas por el tránsito inadecuado de personal, la presencia de palomas que depositan sus excrementos, anidan y mueren generan ataques químicos y biológicos a la estructura.

Capítulo 4

Propuesta de Intervención

Alternativas de Intervención

Dentro de las alternativas de intervención se considera que al ser una edificación de carácter patrimonial al ser un Bien de Interés Cultural, la demolición y el reemplazo parcial de las zonas afectadas no es la opción más viable dado que constituiría un delito contra el patrimonio, aunque técnica y económicamente sería recomendable realizar la demolición y restitución es necesario analizar las diferentes alternativas de reforzamiento, a continuación se plantean tres opciones a analizar.

Propuesta para muros de mampostería existentes.

Con respecto a la intervención puntual de las lesiones de los muros existentes se plantea la posibilidad una vez realizada la intervención de la cimentación de los muros de fachada de los módulos 3 y 4, realizar una unión de los agrietamientos mediante grapas de reparación las cuales inmovilizan y “cosen” la lesión el procedimiento para la realización del grapado es el siguiente:

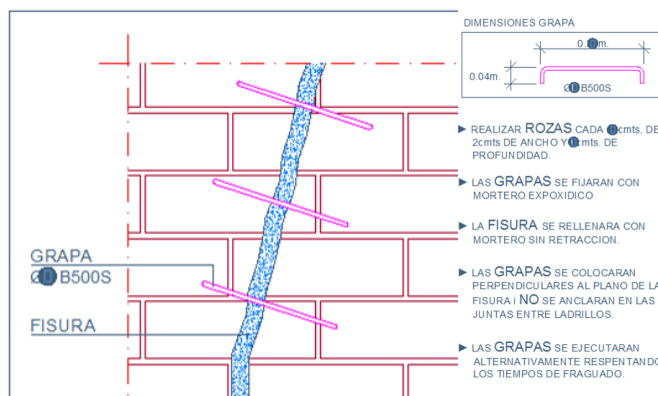


Figura 75. Grapado de grietas y dislocaciones.

Para la solución de la problemática encontrada en la cual hay un fenómeno de asentamiento en la cimentación de los muros de fachada se plantea el siguiente procedimiento.

- Realizar apuntalamiento previo de los muros a intervenir, con el fin de garantizar la seguridad en los trabajos y la verticalidad o plomo de los muros.
- Hacer una excavación de la cimentación y en la zona inferior realizar la conformación de un relleno en recebo-cemento el cual se dispondrá con un espesor de 30cm que servirá de apoyo para el recalce de la viga de cimentación, en aplicación de la sección.
- Rellenar las grietas con sellante epóxico norma ASTM 881 aplicando con espátula en la configuración de la dislocación.

Reforzamiento de muros embebidos.

Esta opción de intervención a la estructura aprovecha que los elementos de muros existentes los cuales son en mampostería simple no reforzada como se ha descrito, con disipación mínima de energía mínima (DMI), las NSR-10 permiten una alternativa de reforzamiento mediante el uso de un sistema de muros embebidos los cuales al tener la mampostería portante:

El procedimiento general es generar unos pases en grafil que abrazan unas mallas electro soldadas según el cálculo estructural y posteriormente se aplica un hormigón proyectado de prestaciones estructurales.

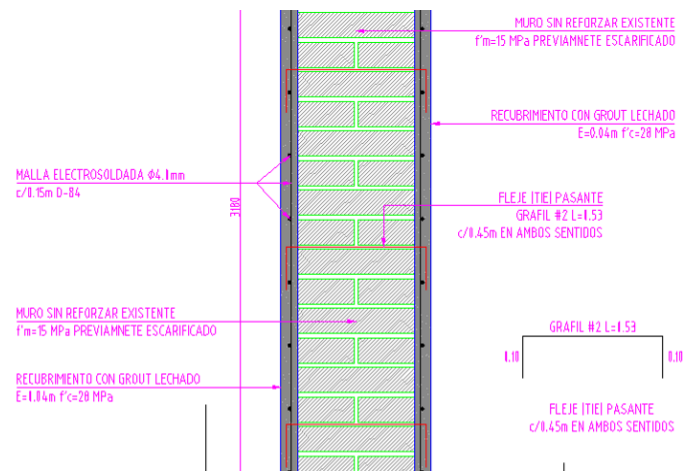


Figura 76. Muro embebido reforzamiento en ambas caras.

Ventajas:

- Es de fácil ejecución relativamente respecto a otros sistemas,
- No genera elementos estructurales adicionales.

Desventajas:

- Desde el punto de vista arquitectónico, se perdería el acabado de ladrillo a la vista, lo cual es objetado según concepto patrimonial ya que perdería sus calidades estéticas.

Intervención mediante estructura metálica.

Una opción para la intervención del reforzamiento es adosar estructura metálica conformando los pórticos en donde se hace un sistema de pórticos resistentes a momento y pórticos arriostrados y entrepiso mixto con Steel deck y concreto en donde los muros existentes se consideran como elementos no estructurales e irían anclados a los elementos

El sistema estructural provisto para cargas verticales consiste en una configuración de pórticos resistentes a momentos en estructura metálica de columnas se sección compuesta de 350x350x12mm, y vigas HEA 300, entrepisos en celosía conformados por tubulares de 75x75x3mm y vigas HEA300 y HEA 260. Los muros en mampostería existentes soportarán la carga de su peso propio y la trasladarán a la cimentación.

Análisis de Cargas Laterales. El sistema de resistencia sísmica consiste en pórticos en concreto del tipo PRM. El sistema de resistencia sísmica se encargará de tomar las solicitaciones del sismo de diseño impuesto para la zona de respuesta sísmica definida en el estudio de suelos y análisis de cimentación entregados por Laboratorio de Suelos de la Escuela de Ingenieros Militares y de controlar los desplazamientos a fin de garantizar la estabilidad general de la edificación y cumplir con los límites de deriva estipulados por la norma.

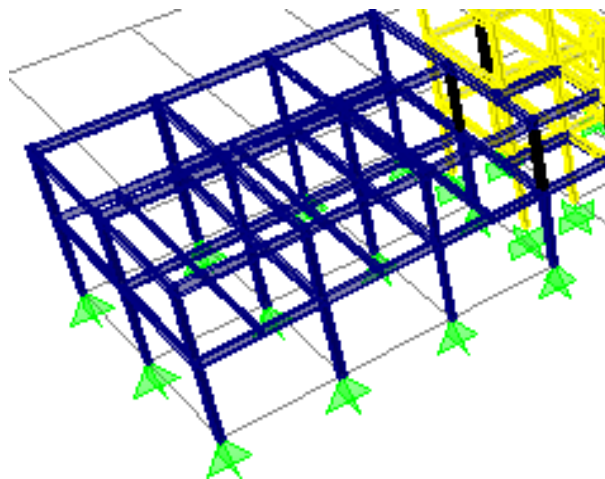


Figura 77. Modelo de interacción con estructura metálica adosada.

Verificación de Derivas

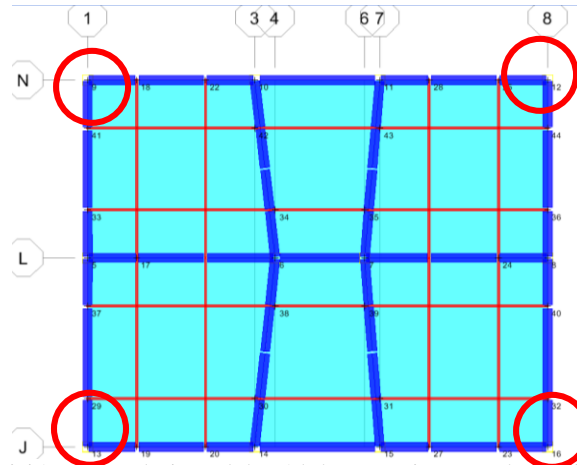


Figura 78. Puntos de revisión de las derivas del módulo posterior con alternativa de estructura metálica.

Verificación de Derivas Sentido X Módulo Posterior

h = 3.3

Story	Point	Load	UX	UY	ΔUX (m)	ΔUY (m)	$\Delta PISO$ (m)	$\Delta PISO$ (t)
NIVEL 2	9	SISMOX	0.0461	0.0011	0.0165	0.0004	0.0165	0.033
NIVEL 2	12	SISMOX	0.0461	0.0019	0.0166	0.0007	0.0166	0.033
NIVEL 2	13	SISMOX	0.0471	0.0011	0.0169	0.0004	0.0169	0.033
NIVEL 2	16	SISMOX	0.0471	0.0019	0.017	0.0007	0.0170	0.033

h = 5.04

NIVEL 1	9	SISMOX	0.0296	0.0007	0.0296	0.0007	0.0296	0.050
NIVEL 1	12	SISMOX	0.0295	0.0012	0.0295	0.0012	0.0295	0.050
NIVEL 1	13	SISMOX	0.0302	0.0007	0.0302	0.0007	0.0302	0.050
NIVEL 1	16	SISMOX	0.0301	0.0012	0.0301	0.0012	0.0301	0.050

Se aprecia que las derivas piso a pesar que satisfacen los requisitos de deriva están al límite dada la alta flexibilidad de material lo que obliga a emplear perfiles de mayor espesor y envergadura para cumplir el requisito razón por la cual se descarta la alternativa al tener ya una estructura de muros portantes con baja capacidad de deformabilidad no hay compatibilidad de deformaciones lo que la hace inviable para la intervención.

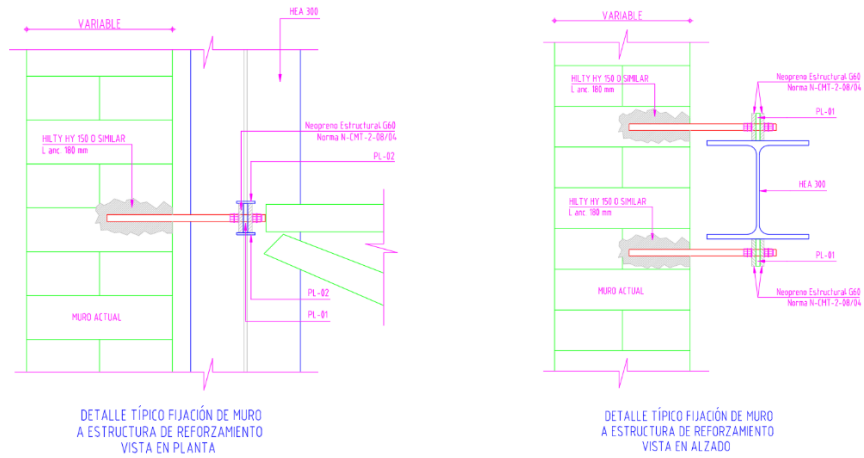


Figura 83. Detalle de anclaje a muros

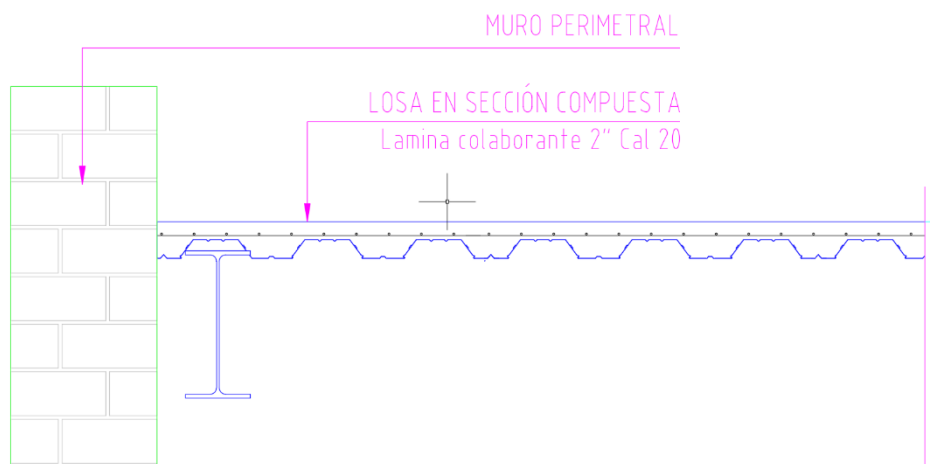
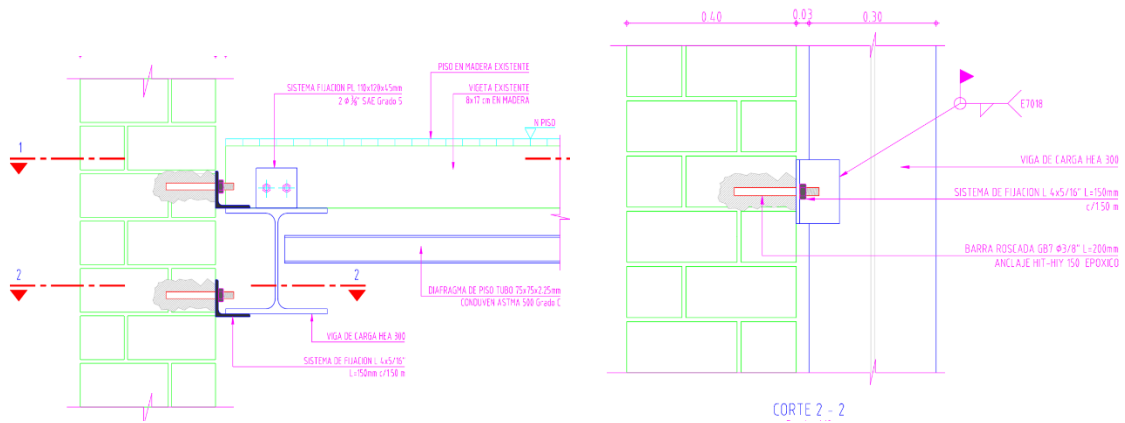


Figura 84. Detalle de anclaje a muros

Ventajas:

- Estructura más liviana.

Desventajas:

- Difícil consecución en el país del material y desde el punto de vista económico más costoso estructura invasiva desde el punto de vista arquitectónico y patrimonial.

Intervención mediante estructura en concreto.

Teniendo en cuenta que internamente en la edificación se aprecian volúmenes de machones internos se plantea el sistema de pórticos interno cuyos volúmenes de columnas se apreciarán de manera similar a lo existente, de manera interna y salvando la configuración de las fachadas teniendo estas una geometría no continua.



Figura 85. Machones salientes existentes en módulos a intervenir.



Figura 86. Columnas de concreto en pórticos del módulo 1.



Figura 87. Pórtico existente, viga en concreto machón en mampostería.

Modelo planteado interno de reforzamiento que adosa la mampostería como elemento no estructural.

En conclusión para realizar una intervención técnica viable es recomendable reforzar cada unidad estructural independiente sin adosarlas.

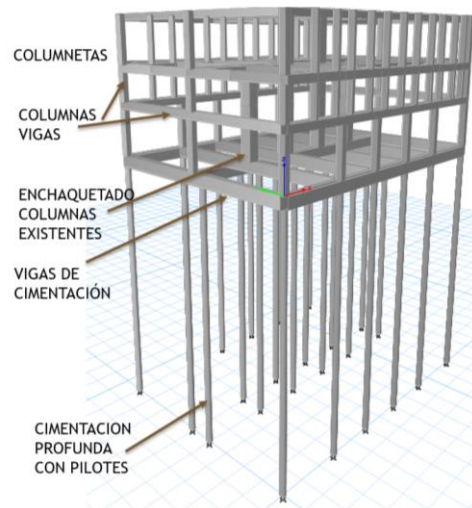


Figura 88. Propuesta de intervención reforzamiento interno en concreto.

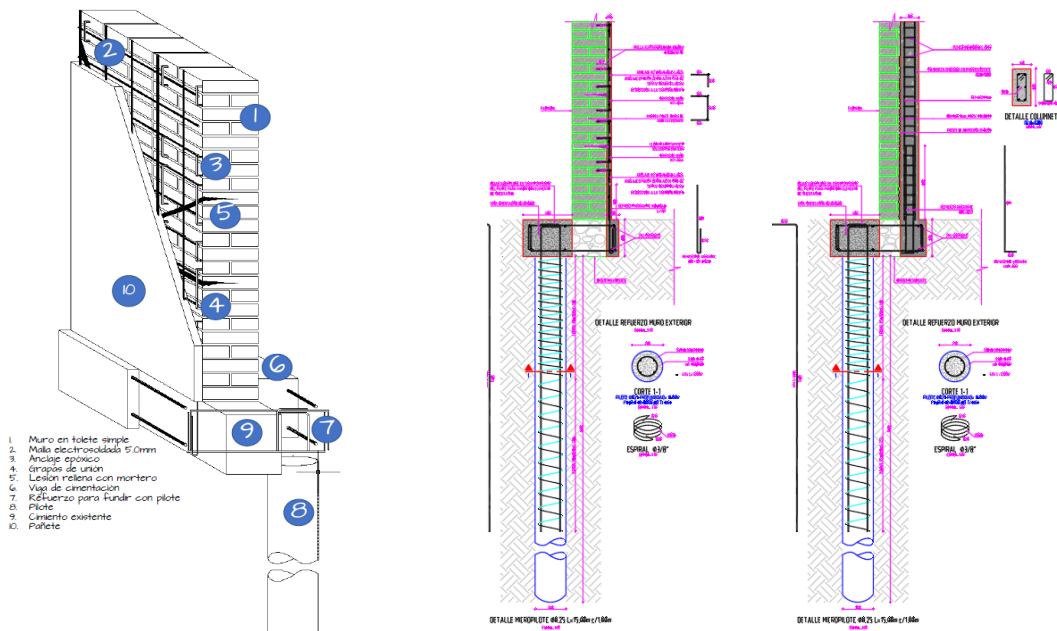


Figura 89. Propuesta de intervención reforzamiento cimentación y muros de fachada.

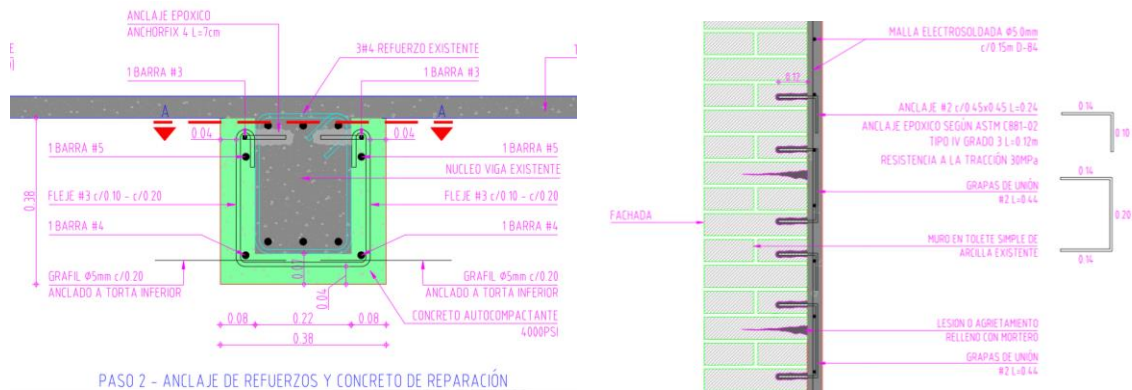


Figura 90. Propuesta de intervención reforzamiento vigas y muros de fachada.

Una vez analizadas y valoradas las propuestas de intervención, y previo concepto de los especialistas de patrimonio del MINCULTURA, se decide realizar la intervención mediante la opción de concreto reforzado, a continuación se describe detalladamente esta propuesta.

Propuesta General de Intervención Elegida

El alcance del presente trabajo, se limita a la intervención de los módulos de dos pisos “3 y 4”, toda vez que se ha determinado como el área de mayor afectación por las lesiones a nivel estructural que presenta, para esto se realizaron las muestras y ensayos de materiales constitutivos del espacio, a fin de realizar el estudio de vulnerabilidad sísmica y realizar los planos de intervención.

Después de constatar mediante los análisis a los ensayos relacionados en el presente estudio y el control de fisuras realizado a la edificación, se requiere de una intervención de carácter reconstructivo en la totalidad de la edificación esta propuesta de solución tiene

como alcance la intervención de la cimentación, ejecución de una estructura en madera compuesta por columnas vigas, entrepisos y cubierta, combinada con elementos de arrostamiento metálicos.

Para garantizar la estabilidad de la edificación se intervendrá la totalidad del subsuelo, mediante la ejecución de filtros y nuevas redes que controlen la saturación del suelo y su desecación en corto plazo, que está generando el deterioro por causas físicas de la resistencia de la capacidad portante de este.

En la ejecución se deberá realizar procesos constructivos que garanticen la estabilidad del proyecto durante la ejecución, realizando la intervención por naves, y a su vez por ejes que de forma escalonada, evitando que por la esbeltez de las fachadas generada por la falta de entrepisos y amarres intermedios los cuales serán reemplazados, la estructura colapse.

Este proceso constructivo implicará una protección y empleo de elementos mecánicos que controlen los posibles movimientos de los elementos sueltos durante su ejecución. En esta solución, es prioritaria la conservación tanto arquitectónica como de materiales de fachadas, detalles manufacturados de la época de su construcción, así como también es prioritario el control por contaminación ambiental generada por los escombros teniendo en cuenta el escenario presupuestal disponible por el Comando del Ejército.

Por lo anterior, se realiza la propuesta de intervención estructural, cuyo objetivo principal es la recuperación estructural de los dos módulos mencionados, deteniendo el proceso de asentamiento y garantizando el cumplimiento de lo establecido en la norma NSR-10. Las obras propuestas tienen como finalidad el reforzamiento de la estructura existente y la conservación del edificio como un BICN.

Como se describió anteriormente, la patología principal del edificio es el asentamiento que presenta la estructura, para reparar esta lesión, y con base en los análisis de suelos y de cargas realizados, se plantea el reforzamiento de la cimentación por medio de micro pilotes, mejorando la transmisión de cargas al terreno deteniendo así la lesión. En segundo lugar se debe resolver las causas indirectas de la patología, entre las cuales está el manejo de las aguas lluvias, para ello, se realizara la construcción de un filtro perimetral que permita la conducción de las aguas lluvias por filtración y mantenga controlado el nivel freático para que no afecte la cimentación, así mismo se realizara la reparación de la tubería de conducción de las aguas lluvias de cubierta, la construcción y/o mantenimiento de cajas de A.LL y la conexión a la red de la escuela, finalmente se construirá un andén perimetral al edificio para dar protección y alejar el agua lluvia de la cimentación el cual por las cotas de la nueva cimentación se construirá 0.15m por encima del nivel actual, se construirá un bordillo para contención y un relleno en el zona verde para nivelar el terreno.

Dentro del diagnóstico se evidencia que el edificio no cumple con la norma NSR10 y requiere una intervención estructural, para ello se propone la conformación de un sistema

estructural que refuerce el existente, aportando rigidez y resistencia a la estructura, para ello se realizara el reforzamiento de las columnas de concreto y la construcción de unas columnas perimetrales, a nivel de entrepiso se propone un sistema de vigas en concreto que rigidicen el sistema de madera del entrepiso, esto se repite en el segundo piso y se plantea el reforzamiento de las vigas de cubierta para soportar la estructura metálica y el cielo raso, esta intervención reducirá el espacio útil interior.

A nivel de cubierta, se propone un mantenimiento integral de la misma el cual consiste en el desmonte total de las tejas de cubierta, se deben retirar las tejas de barro y conservar para su reinstalación, se plantea el retiro y remplazo total de las tejas de fibrocemento, las cuales pueden contener residuos de asbesto nocivo para la salud de los cadetes. La estructura metálica debe ser completamente limpiada, se deben identificar las áreas afectadas por corrosión y realizar los remplazos necesarios, finalmente se debe pintar con anticorrosivo y pintura para garantizar su conservación.

Para la mampostería, se deben solucionar las grietas y fracturas ocasionadas por el asentamiento, así como el cumplimiento de la norma y seguridad estructural, así mismo solucionar las humedades y los problemas de erosión que se presentan en las piezas de mampostería, para ello a nivel estructural se propone la construcción de sistema de columnetas y viguetas a lo largo de todo el muro en su parte interna, a los cuales se va fijar un muro de concreto que agrupa una serie de anclajes para garantizar la seguridad estructural, en las fracturas y grietas, se realizara un “grapado” del muro para controlar y

detener la apertura de las lesiones, a nivel de cubierta, se plantea la construcción de una viga de coronamiento, que permita la eficiente transmisión de cargas y esfuerzos de la cubierta, internamente el muro así como su reforzamiento serán pañetados y pintados en color blanco.

La mampostería de fachada, se plantea solucionar la fractura del material, mediante el remplazo de las piezas afectadas y el sello de la lesión mediante un mortero de baja retracción, para el tema de la erosión y la humedad, y con base en los estudios de materiales realizados, se propone iniciar con la limpieza de la mampostería mediante chorro de arena, a fin de remover el material desprendido o que presente problemas de estabilidad, una vez se ha retirado este material, se procederá a restaurar las piezas de afectadas remplazándolas parcialmente mediante “medias piezas” del mismo material, *(con el fin de garantizar la identidad y pertinencia de los materiales, se mandaran a realizar piezas de mampostería que asemejen las condiciones de las piezas iniciales para poder realizar los remplazos parciales)* adherida mediante mortero de baja retracción a la pieza erosionada, garantizando un aislamiento del medio ambiente frenando así el proceso de deterioro. Una vez se realice el remplazo de todas las piezas de fachada, se realizara un re emboquillado completo de la fachada, finalmente se procederá a realizar un lavado y la aplicación de un impermeabilizante integral transparente.

A nivel de primer piso, se realizara la demolición de los muros que se encuentran dentro de las arcadas, con el fin de recuperar la identidad que tenía el edificio en el

momento de su construcción, en dichas arcadas, se conservara un antepecho de 0.30m, con el fin de ubicar las instalaciones eléctricas de esta área.

Con motivo de las modificaciones estructurales realizadas y en vista de la intervención estructural en los muros de fachada y de las necesidades de funcionamiento, se plantea la construcción de un muro central entre las columnas de concreto, con el fin de colocar en este muro las instalaciones eléctricas necesarias en el alojamiento, así mismo se plantea realizar regatas en los muros de fachada para la instalación de las tuberías eléctricas para las tomas e interruptores eléctricos, la ubicación de la tubería se realiza en el muro existente antes del muro de concreto con el fin de garantizar la funcionalidad y seguridad estructural del muro.

Los pisos de estos espacios deben ser remplazados en su totalidad, a nivel de primer piso se realizara la construcción de los micro pilotes y el reforzamiento de las vigas de cimentación afectando la totalidad del piso, a nivel de entrepiso con la construcción de las vigas de concreto y el deterioro de los listones de madera se remplazara todo el acabado, en primer piso se instalara una baldosa de grano de características similares a la que se encuentra actualmente instalada, con el fin de mantener la estética pero mejorando la durabilidad del piso al colocar un enchape nuevo, a nivel de segundo piso, se plantea la instalación de una placa de super board que rigidice la estructura de madera y sobre esta se instalaran los listones de madera, buscando la estética original del edificio, se instalara una madera de gran dureza que soporte el alto tráfico al que va a ser sometido. Se plantea

instalar una pirlan de madera en la bocapuerta, para hacer la transición entre la baldosa de cemento de la circulación y el nuevo piso de madera instalado en los alojamientos.

A nivel de cielo raso, no se considera conservar lo existente, toda vez que se presentan sistemas diferentes que se encuentran en mal estado, el desmonte y reparación de los mismos requiere una mayor inversión de tiempo y de recursos para recuperar algo que no tiene ningún valor patrimonial, por tal razón y de acuerdo a las modificaciones estructurales, se reduce la altura libre de los alojamientos y se plantea la instalación de un cielo raso en sistema liviano, acabado final color blanco y se conservaran los detalles en yeso perimetrales, bajo el cielo raso se plantea la ubicación de las diferentes tuberías de conducción de instalaciones que se van a renovar, se instalaran lámparas tipo LED según diseño de iluminación.

Para los aleros de cubierta afectados por las humedades, se plantea el remplazo de la estructura de soporte de los mismos, aprovechando la construcción de la viga de corona del muro, se plantea una estructura de concreto que sirva de soporte a la cubierta y genera un sello para el ingreso de palomas al espacio entre el cielo raso, el alero en concreto soluciona la problemática de los desprendimientos y se le aplicara el mismo acabado para conservar la estética de la fachada. Así mismo, sobre esta estructura se podrán anclar fácilmente las canales de cubierta.

Se plantea el cambio completo de las canales y bajantes que están sobre la fachada, se realiza el diseño del cálculo de las canales y las bajantes con el fin de garantizar la correcta canalización de las aguas, se plantea un sistema de recolección a nivel de terreno y conducción a la red existente, sobre las fachadas se instalaran elementos de sujeción para las bajantes antes de realizar la impermeabilización de la misma, con el fin de prevenir humedades en los muros a causa de estas perforaciones.

A nivel de exteriores se plantea la reparación de las escaleras que van adosadas al edificio, las cuales presentaron grietas y fracturas por el proceso de asentamiento, por tal razón se realizara la demolición total y construcción nueva de estos elementos, los cuales serán una estructura independiente en concreto y su acabado final será en ladrillo a la vista a fin de conservar la imagen y estética del edificio.

Para el tema de las ventanas, se realizará un mantenimiento de las mismas, se realizará un retiro completo de los vidrios para realizar la limpieza y retiro del acabado de pintura, se realizara la limpieza y remplazo de las piezas afectadas por corrosión, se pintara con anticorrosivo y se volverá a aplicar pintura tipo aceite del color verde del tono existente, los vidrios se reinstalaran y se remplazaran los vidrios rotos, se fijaran mediante adhesivo elastomérico o de poliuretano (sikaflex), para mejorar la adherencia y conservar el sello hidráulico protegiendo así la integridad de la ventana. Para las ventanas de primer piso en las zonas de las arcadas se construirán nuevas ventanas, se conservaran y proyectaran las líneas de diseño y los materiales de las ventanas originales.

Para la carpintería metálica de las puertas, se realizara un cambio total, ya que se encuentran en mal estado y no son parte fundamental dentro de la conservación, se propone la reinstalación de los marcos metálicos, anclados apropiadamente a los muros y hojas dobles metálicas entamboradas, con adecuados sistemas de cierre.

Planos de Propuesta. Para el tema estructural se proponen VENTISEIS (26) planos donde se describe la propuesta estructural, para la propuesta arquitectónica se elaboran VENTITRES (23) planos. (2017)¹⁹

Tabla 6. Planos de propuesta arquitectónica 2017

<i>Planimetría 2017</i>	<i>Planimetría 2017</i>
1. PP101 Plano demoliciones 1 piso	13. PP302 Corte C-C D-D
2. PP102 Plano demoliciones 2 piso	14. PP303 Corte E-E F-F
3. PP103 Plano demoliciones cubiertas	15. PP401 Planta de pisos 1 piso
4. PP104 Planta propuesta 1 piso	16. PP402 Planta de pisos 2 piso
5. PP105 Planta propuesta 2 piso	17. PP403 Planta de cielo raso 1 piso
6. PP106 Planta propuesta cubiertas	18. PP404 Planta de cielo raso 2 piso
7. PP107 Planta amoblamiento 1 piso	19. PP405 Planta muros 1 piso
8. PP108 Planta amoblamiento 2 piso	20. PP406 Planta muros 2 piso
9. PP201 Fachada Principal propuesta	21. PP501 Cortes Fachadas 1,2 y 3
10. PP202 Fachada Posterior propuesta	22. PP502 Detalles de Carpintería 1
11. PP203 Fachadas laterales propuestas	23. PP503 Detalles de Carpintería 2
12. PP301 Corte A-A B-B	

¹⁹ Anexo 13. Planos de propuesta intervención. Fuente Comando de Ingenieros

Tabla 7. Planos de propuesta estructural 2017

<i>Planos propuesta reforzamiento</i>	<i>Planos propuesta reforzamiento</i>
1. PP601 Notas generales 1	14. PP614 Planta de entrepiso Mod3
2. PP602 Notas generales 2	15. PP615 Planta entrepiso Mod4
3. PP603 Daños en fachada y cubierta 1	16. PP616 Despiece vigas y columnas Mod3
4. PP604 Daños en fachada y cubierta 2	17. PP617 Despiece vigas y columnas Mod4
5. PP605 Daños en fachada y cubierta 3	18. PP618 Planta vigas aéreas Mod3
6. PP606 Planta de cimentación módulo 3	19. PP619 Planta vigas aéreas Mod4
7. PP607 Planta de cimentación módulo 4	20. PP620 Despiece vigas aéreas Mod3
8. PP608 Despiece vigas cimentación Mod3	21. PP621 Despiece vigas aéreas Mod4
9. PP609 Despiece vigas cimentación Mod4	22. PP622 Planta cubiertas existente Mod3
10. PP610 Despiece vigas intermedias Mod3	23. PP623 Planta cubiertas existente Mod4
11. PP611 Despiece vigas intermedias Mod4	24. PP624 Planta entrepiso existente Mod3
12. PP612 Despiece vigas y detalles Mod3	25. PP625 Planta entrepiso existente Mod4
13. PP613 Despiece vigas intermedias Mod4	26. PP626 Corte Módulos 3 y 4

Propuesta de diseño estructural muros de mampostería

A nivel de la mampostería, se propone el enchaquetamiento perimetral de elementos de mampostería mediante muros embebidos a una cara cocido de juntas mediante grapas de reparación las cuales inmovilizan y “cosen” la lesión.



Figura 91. Propuesta de intervención para muros de mampostería.

Propuesta de Diseño Humedades de cubierta

Respecto al manejo de humedades en los aleros de fachada, y dadas las condiciones patrimoniales de la edificación se propone realizar un desmonte completa de la cubierta realizando un inventario de las piezas y conservando las tejas de barro, se realizara el mantenimiento de la estructura de cubierta, procediendo a retirar la suciedad, restaurar las piezas con procesos de corrosión, aplicar anticorrosivo y pintura para garantizar la estabilidad de la cubierta, seguido esto se realiza la reinstalación y remplazo de las tejas de fibrocemento garantizando la correcta instalación y colocación de accesorios, así como el sello al interior que impida el ingreso de palomas. Finalmente se procederá a reinstalar las tejas de barro, se buscara en un chircal de la sabana, piezas de similares características para realizar el remplazo de las piezas que se encuentran rotas o que fueron afectadas durante el mantenimiento.

Una vez realizada la instalación de las tejas de barro, y luego de realizar el cálculo y diseño de los desagües de cubierta, donde se determina la sección efectiva de la canal, se procede a instalar las canales perimetrales que permiten la adecuada captación y canalización de las aguas lluvias al terreno, se verificara el detalle de acoplamiento de las canales y bajantes, se remplazaran las bajantes y se colocaran elementos de sujeción a la fachada, se construirá la red de conducción de aguas lluvias hasta la red próxima al edificio.

A continuación se presenta el resumen de los cálculos de la sección hidráulica de las canales perimetrales la cual es recomendable reemplazar, el diseño se presenta como anexo en los planos de propuesta.²⁰

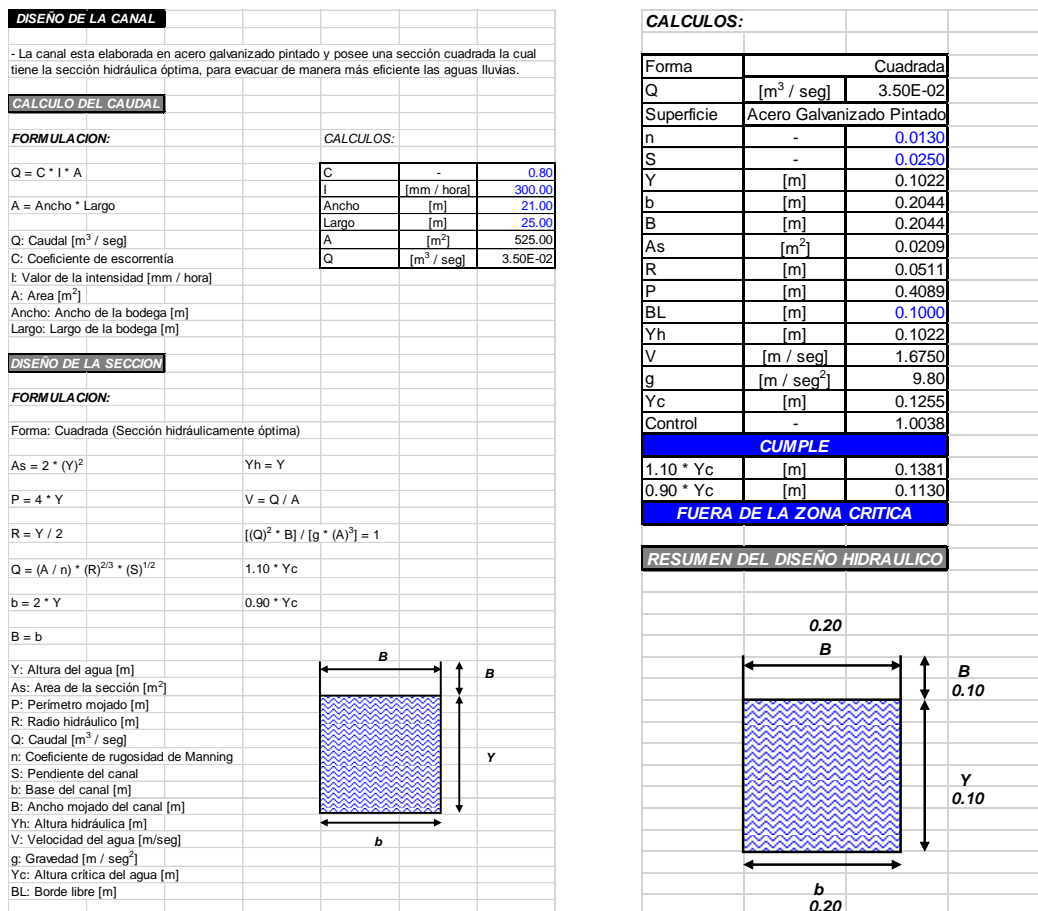


Figura 92. Cálculos de sección hidráulica de canales.

A nivel de primer piso y con base en la recomendación presentada en el estudio de suelos, con el fin de proteger la cimentación del edificio del agua de filtración, se propone construir un filtro perimetral que permita captar las aguas que ingresan al terreno por

²⁰ Anexo 13, Planos de propuesta de Intervención. Fuente Comando de Ingenieros.

filtración de las zonas verdes y controlar el nivel freático del terreno, así mismo la construcción de un andén perimetral de 1.00m de ancho mínimo para garantizar la estabilidad estructural de la cimentación.

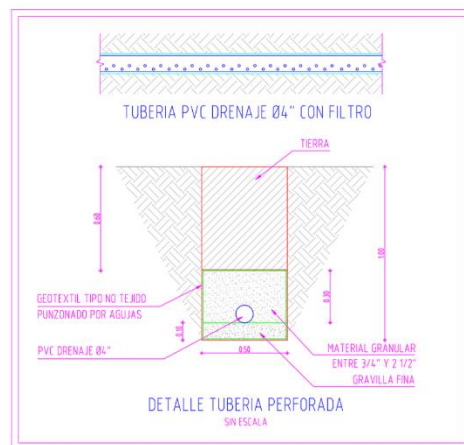


Figura 93. Esquema de filtro perimetral.

Secuencia de intervención propuesta

En términos generales para cada módulo que tiene una configuración similar se plantea la siguiente secuencia de intervención:

1. Realizar el apuntalamiento temporal mediante anclaje temporal de elementos de corrección en las zonas de las lesiones encontradas se deben disponer apeos y apuntalamientos tanto laterales en los muros como inferiores en el entrepiso.

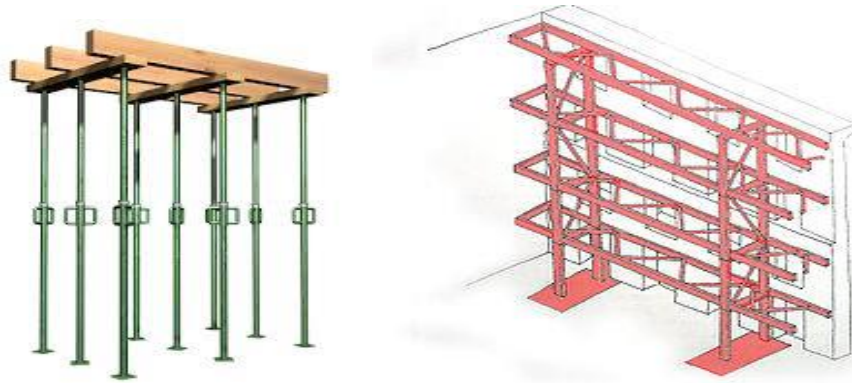


Figura 94. Apuntalamiento inferior de entrepiso y apeo lateral muros.

2. Posteriormente se procederá a realizar sello de agrietamientos mediante inyección de mortero tipo M y grapado temporal de grietas.
3. Retirar cielo raso inferior del entrepiso.
4. Hacer limpieza de madera mediante lavado manual y limpieza.
5. Una vez apuntalada la estructura se procederá a realizar la intervención de la cimentación mediante pilotes pre-excavados semi-manuales con el fin de no generar vibraciones que deterioren la estructura estos pilotes deberán tener estabilidad en las paredes mediante lodos bentoníticos, los pilotes alcanzarán una profundidad de 15m y se seguirán las recomendaciones consignadas en el estudio de suelos.
6. Una vez ejecutados los pilotes y fundidos se realiza la intervención mediante la ejecución de los anclajes pasantes laterales en la viga de concreto ciclópeo existente, posteriormente se hace la excavación y construcción de la viga de amarre de cimentación perimetral interna, la cual

se debe efectuar por etapas de máximo 3m con el fin de no generar inestabilidad en los muros.

7. Posteriormente se ejecuta la viga de cimentación externa de amarre de los pilotes.
8. Una vez ejecutada la cimentación se procederá a la ejecución de los elementos verticales de primer nivel internos que arrancan sobre la viga de cimentación interna.
9. Se realizará el encamisado de las columnas internas del pórtico plano existente.
10. Se debe realizar el retiro del pañete interno de los muros y proceder al sellado de grietas de muros de primer piso y el reforzamiento de elementos no estructurales del primer piso
11. Posteriormente se procederá a la construcción de la viga intermedia (mediagua), inferior a los óculos y se procederá a realizar el primer tramo de columnetas sobre este arranque.
12. Seguidamente se procederá a realizar la viga cinturón de entrepiso intermedia sobre la que descansarán los elementos de madera existente previamente tratados e inmunizados a los cuales previamente se les realiza el retiro de los elementos del machihembrado de piso.
13. Se realiza la construcción del entramado interno de vigas en concreto en las dos direcciones ya que en la actualidad solo se disponen de una sola dirección

14. Posteriormente se dispone a realizar la prolongación de las columnetas internas se dispone a realizar las vigas de amarre de corona perimetrales e internas en dos direcciones, por último se proceden a realizar los anclajes de los muros reparados a la estructura aporticada interna y los anclajes de apoyo de la cubierta
15. Por último se procede a realizar los cambios de piezas de teja de cubierta y los acabados arquitectónicos planteados en dicho proyecto así como del mantenimiento de las fachadas exteriores.

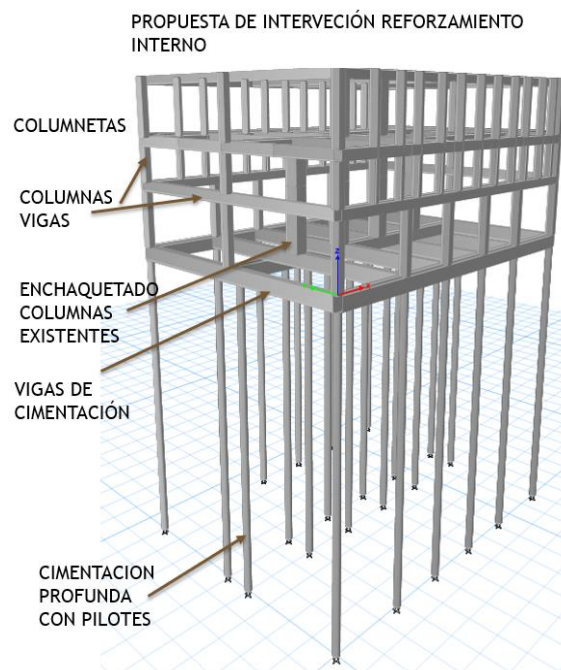


Figura 95. Axonometría de la intervención interna planteada.

Recomendación de intervención de muros no estructurales

Para la solución de la problemática encontrada en la cual hay un fenómeno de asentamiento en la cimentación de los muros de fachada se plantea el siguiente procedimiento.

Realizar apuntalamiento previo de los muros a intervenir, con el fin de garantizar la seguridad en los trabajos y la verticalidad o plomo de los muros.

Hacer una excavación de la cimentación y en la zona inferior realizar la conformación de un relleno en recebo-cemento el cual se dispondrá con un espesor de 30cm que servirá de apoyo para el recalce de la viga en aplicación de la sección.

Para la realización del reforzamiento y ampliación de la viga de arrastre, se realiza mediante la ampliación de la sección de la misma colocando unos insertos de fleje No 2 cada 20cm a los cuales se anclarán a la cimentación existente mediante epóxico, posteriormente se coloca el testero y se realiza el vertido del concreto.

Una vez el concreto alcanzada la madurez suficiente, (mínimo 7 días) se realiza el procedimiento de anclaje del refuerzo de las dovelas del muro, para ello se ejecuta la demarcación de las celdas a rellenar, posteriormente se retiran mediante disco de corte radial las paredes de los ladrillos de las dovelas a reforzar, a continuación se realiza el

anclaje de las barras de refuerzo de la celda, sobre la viga de cimentación reforzada mediante aplicación de anclaje epóxico.

Una vez se tienen todos los anclajes instalados de los arranques de las dovelas, se procede a descubrir la parte superior de la corona del muro y se inserta la totalidad de las barras de refuerzo y se hace el amarre de los empalmes.

Ya instalados todos los refuerzos, se procede el vertido del Grout de relleno de calidad 28MPa de resistencia a la compresión con tamaño máximo de agregado de 12mm o 3/8”. Una vez vertidas todas las celdas se procede a realizar la viga corona la cual se debe disponer sobre el muro reforzado según los planos de intervención

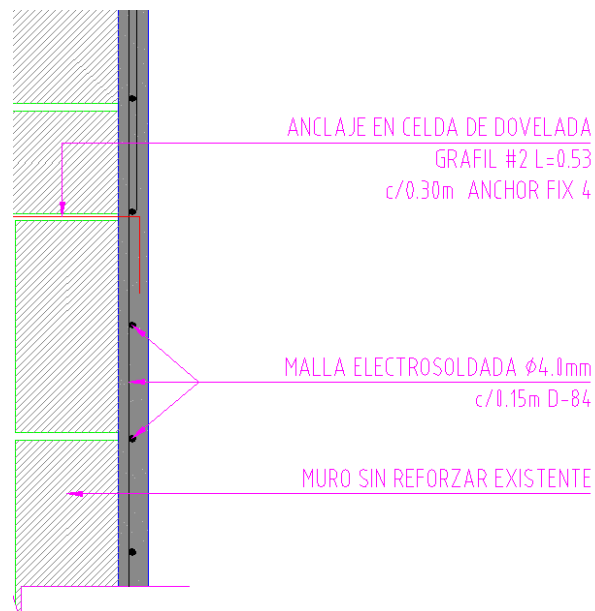


Figura 96. Detalle refuerzo en muros de mampostería.

Memoria aclaratoria de la intervención estructural

El Edificio I de alojamiento de cadetes BACAD 3 de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova está compuesto por cuatro unidades estructurales independiente sin integridad ni monolitismo entre ellas como se muestran en la siguiente figura.

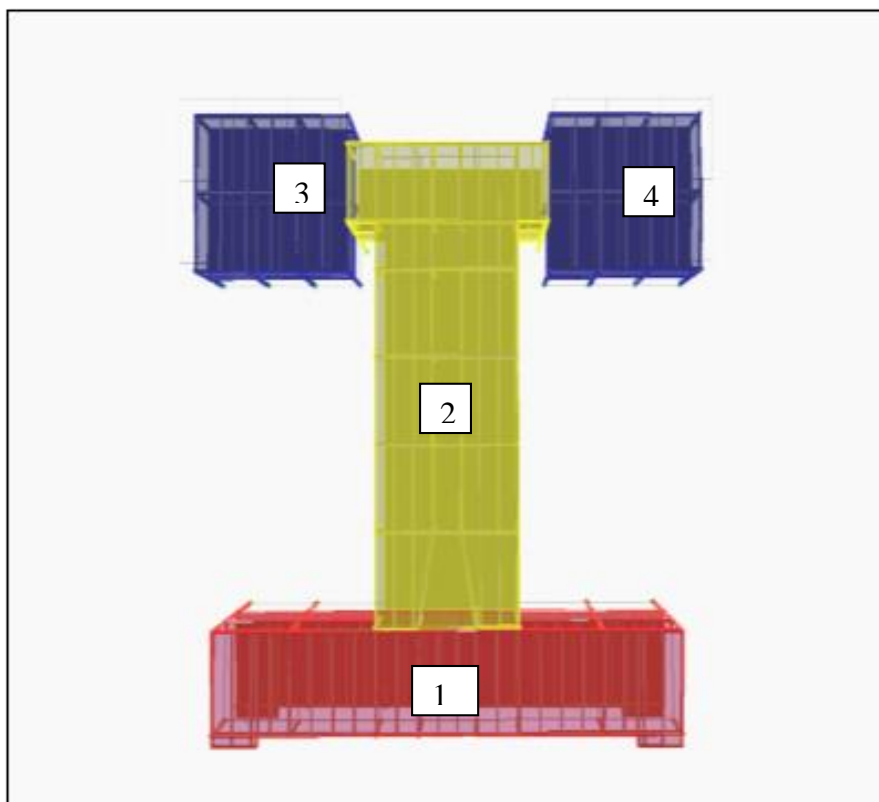


Figura 97. Distribución de módulos de unidades estructurales independientes

Los módulos 1 y 2 presentan una configuración en tres pisos y fueron construidos inicialmente en configuración en T como se puede constatar en el plano de diseño original, posteriormente fueron yuxtapuestos los módulos 3 y 4 pero sin adosarlos estructuralmente, estas edificaciones tienen una configuración simétrica y a diferencia de los módulos 1 y 2

estos solo tienen dos niveles. Teniendo en cuenta que las dilataciones presentan dislocaciones y el sistema estructural constructivo y expresión arquitectónica es diferente. Dentro de las conclusiones del estudio de patología de la construcción, se observa que la materialidad de estos dos módulos (3 y 4) es bastante deficiente desde el punto de vista mecánico.

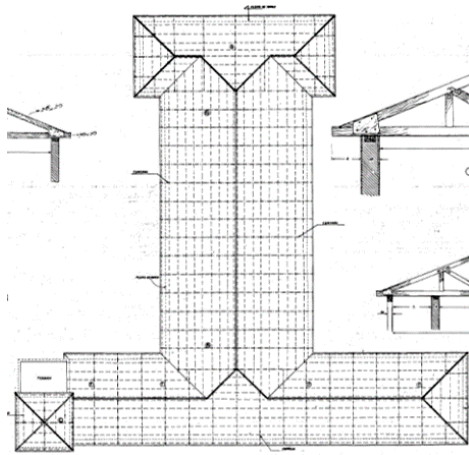


Figura 98. Diseño inicial del Edificio I.



Figura 99. Vista aérea de la configuración actual del edificio.



Figura 100. Vista Fachadas Internas módulos contiguos construidos posteriormente



Figura 101. Módulos laterales contiguos construidos con posterioridad



Figura 102. Módulos Lesiones diagonales de escalerilla en paños superiores.

Exploración de las dilataciones Modulo 3 (sur) hacia módulo 2:

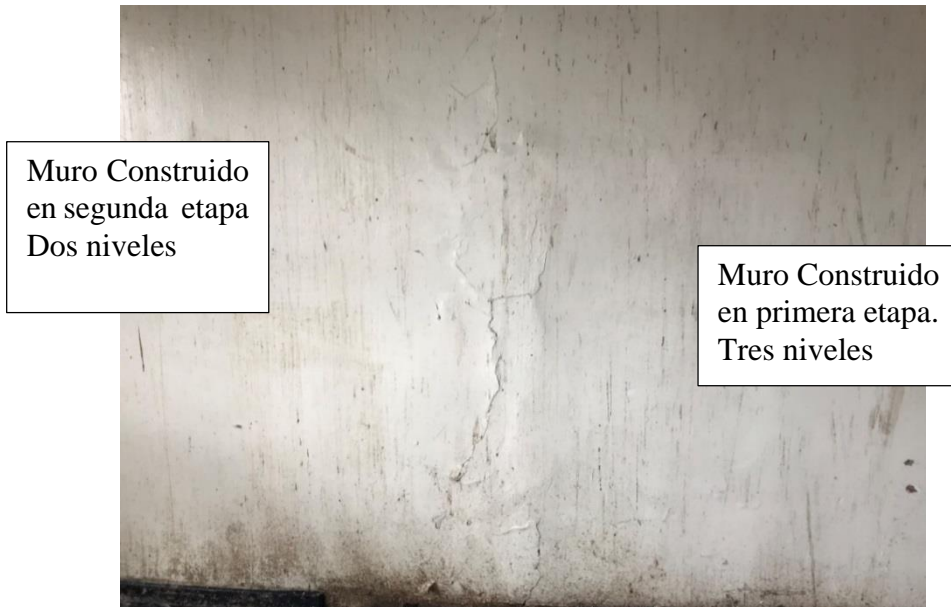


Figura 103. Lesiones en el pañete producto de la dilatación vertical del muro no adosado



Figura 104. Exploración en pañete para descubrir dilatación.



Figura 105. Dilatación entre mampostería se aprecia junta sin trabe de mampostería



Figura 106. Dilatación Exploración dilataciones de módulo 3 hacia módulo 2

Exploración de las dilataciones Modulo 4 (Norte) hacia módulo 2



Figura 107. Lesiones y dilatación vertical existente



Figura 108. Dilatación entre mampostería se aprecia junta sin trabe de mampostería

Apertura de vano para puerta dejando machones y dilatación



Figura 109. Dilatación Machones en dilatación de puerta apertura del vano



Figura 110. Dilatación de puerta apertura del vano módulo 3 y módulo 2

Dilataciones y juntas de construcción entre módulo 1 y 2



Figura 111. Dilatación entre módulo 1 y 2



Figura 112. Detalle de dilatación entre módulo 1 y 2

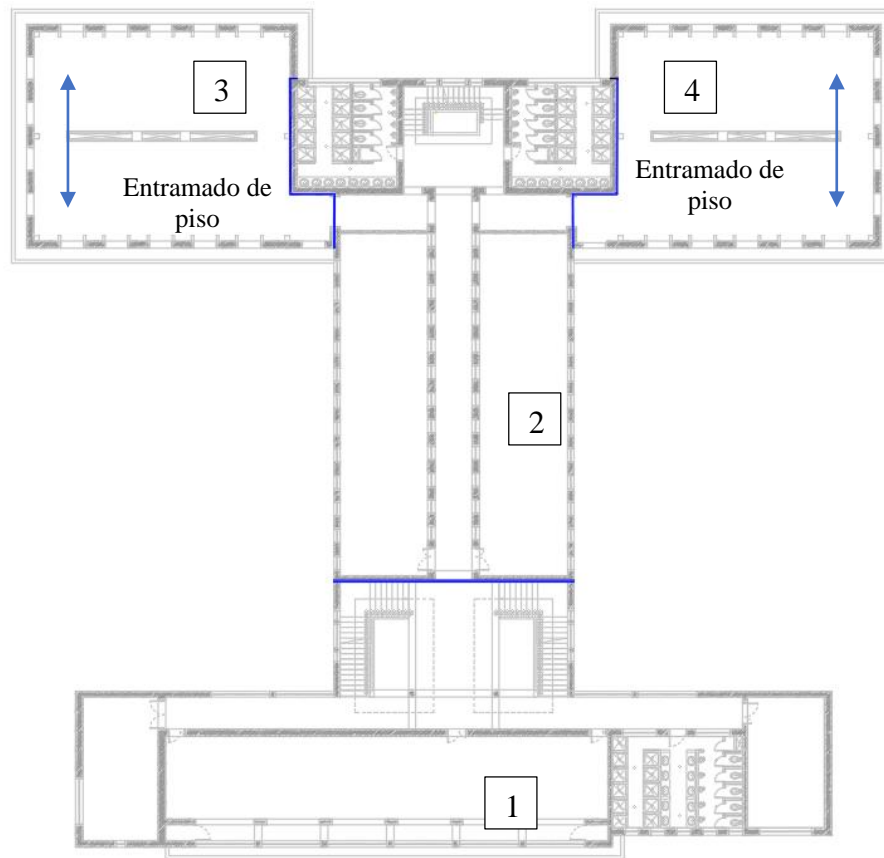


Figura 113. Configuración actual de las dilataciones encontradas

Es de aclarar que las Viguetas del entrepiso no se apoyan sobre el muro del módulo 2 dado que estas están apoyadas sobre los muros de la construcción posterior.; dentro de las consideraciones de diseño es recomendable desde el punto de vista estructural que se siga conservando independientes las unidades estructurales puesto que al conformar monolítico el sistema puesto se generan dos irregularidades una por altura y otra por irregularidad en planta, por lo tanto estos efectos reducen a capacidad del sistema si fuese toda una unidad estructural disminuyendo la capacidad de respuesta de la estructura ya que NSR-10 prescribe una disminución en el coeficiente de modificación de respuesta del

sistema de resistencia sísmico condición que es desfavorable para el reforzamiento ya que se aumentan las sollicitaciones sísmicas.

De igual manera, es recomendable desde el punto de vista estructural que se siga conservando independientes las unidades estructurales puesto que al conformar monolítico el sistema puesto se generan dos irregularidades una por altura y otra por irregularidad en planta, por lo tanto estos efectos reducen a capacidad del sistema si fuese toda una unidad estructural disminuyendo la capacidad de respuesta de la estructura ya que NSR-10 prescribe una disminución en el coeficiente de modificación de respuesta del sistema de resistencia sísmico condición que es desfavorable para el reforzamiento ya que se aumentan las sollicitaciones sísmicas.

Tabla A.3-6
Irregularidades en planta

Tipo	Descripción de la irregularidad en planta	ϕ_p	Referencias
1aP	Irregularidad torsional — La irregularidad torsional existe cuando en una edificación con diafragma rígido, la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental evaluada con $A_x = 1.0$ y medida perpendicularmente a un eje determinado, es más de 1.2 y menor o igual a 1.4 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.	0.9	A.3.3.6, A.3.4.2, A.3.6.3.1, A.3.6.7.1, A.3.6.8.4, A.5.2.1.
1bP	Irregularidad torsional extrema — La irregularidad torsional extrema existe cuando en una edificación con diafragma rígido, la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental evaluada con $A_x = 1.0$ y medida perpendicularmente a un eje determinado, es más de 1.4 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.	0.8	A.3.3.6, A.3.4.2, A.3.6.3.1, A.3.6.7.1, A.3.6.8.4, A.5.2.1.
2P	Retrocesos excesivos en las esquinas — La configuración de una estructura se considera irregular cuando ésta tiene retrocesos excesivos en sus esquinas. Un retroceso en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del retroceso, son mayores que el 15 por ciento de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del retroceso.	0.9	A.3.4.2, A.3.6.8.4, A.3.6.8.5, A.5.2.1.
3P	Discontinuidades en el diafragma — Cuando el diafragma tiene discontinuidades apreciables o variaciones en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entradas, retrocesos o huecos con áreas mayores al 50 por ciento del área bruta del diafragma o existen cambios en la rigidez efectiva del diafragma de más del 50 por ciento, entre niveles consecutivos, la estructura se considera irregular.	0.9	A.3.3.7, A.3.4.2, A.3.6.8.4, A.5.2.1.
4P	Desplazamientos del plano de acción de elementos verticales — La estructura se considera irregular cuando existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por los efectos sísmicos, tales como cuando se traslada el plano que contiene a un grupo de elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, en una dirección perpendicular a él, generando un nuevo plano. Los altillos o manzardas de un solo piso se eximen de este requisito en la consideración de irregularidad.	0.8	A.3.3.7, A.3.4.2, A.3.6.8.4, A.3.6.12, A.5.2.1.

Figura 114. Factores de disminución del coeficiente R. NSR-10

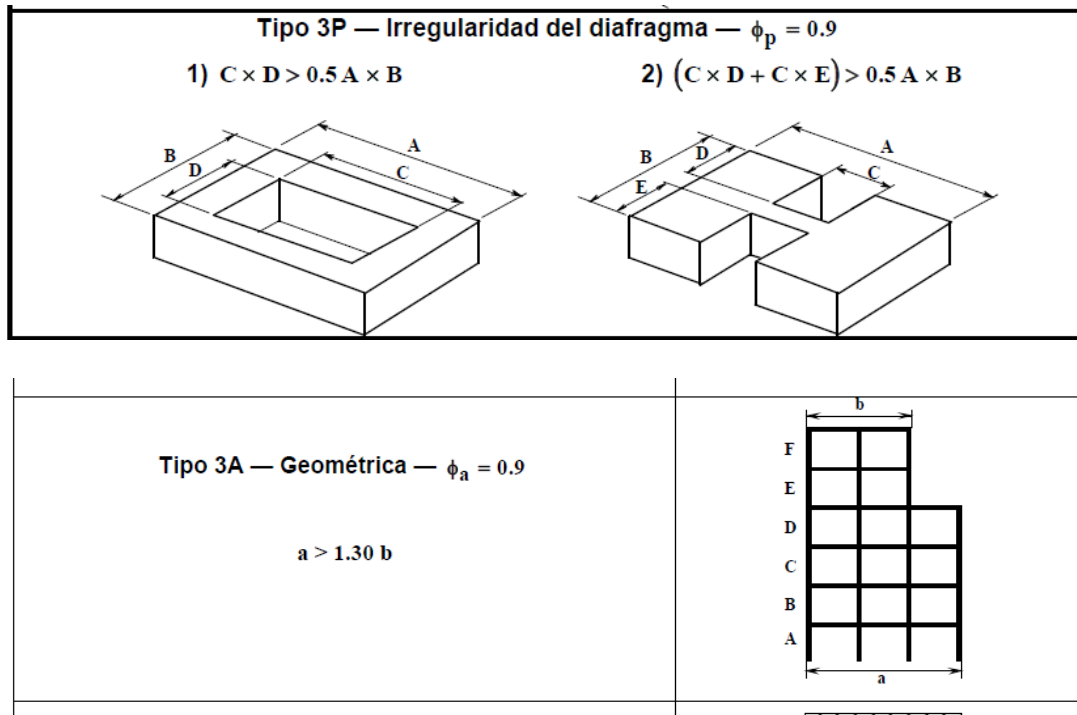


Figura 115. Factores de disminución por irregularidades en diseño. NSR-10

Justificación de ausencia de junta sísmica:

En el artículo A.6.5.2.1 de NSR-10 define el Alcance de aplicación de los criterios de separación sísmica y en los literales b, c, y d exonera la aplicación del criterio de junta ya que es una edificación existente objeto de reconocimiento,

(b) Solo aplica para la obtención de licencias de construcción de edificaciones nuevas que se soliciten por primera vez con posterioridad a la adopción del presente Reglamento.

(c) No aplica para el caso de edificaciones que sean objeto del trámite de Reconocimiento.

(d) Para el caso de rehabilitaciones sísmicas de edificaciones existentes aplican los requisitos especiales que se indican en A.10.7.

Adicionalmente según el artículo A.6.5.2.3 literal C, NO se requiere junta sísmica cuando tienen uno o dos pisos aéreos en la colindancia, y así mismo según la tabla A.6.5-1 para el caso en estudio donde el reforzamiento se realiza a una unidad estructural independiente que tiene dos pisos aéreos

Art A.5.2.3

- (c) Las edificaciones con uno o dos pisos aéreos en la colindancia no requieren separación sísmica (véase también la Tabla A.6.5-1). Esto aplica para el caso de edificaciones de plataforma y torre, donde la plataforma en la colindancia no tiene más de dos o tres pisos y la fachada de la torre a partir del tercer piso, o el cuarto piso cuando lo permita la Tabla A.6.5-1, está separada de la colindancia en una distancia mayor o igual a la exigida por esta sección A.6.5.2.3. Véase la Figura A.6.5-1.
- (d) Las edificaciones de más de dos pisos aéreos en la colindancia deben separarse del paramento en la colindancia así (véase también la Tabla A.6.5-1 y la Figura A.6.5-1):
- (i) **Edificaciones hasta de tres pisos aéreos en la colindancia** — No se requiere separación sísmica de la edificación nueva con respecto al paramento cuando no haya edificación vecina existente, o cuando las losas de la edificación nueva coinciden en la colindancia (véanse las definiciones) con las de la edificación vecina existente en la misma colindancia. Si las losas de entrepiso de la edificación nueva no coinciden con las de la edificación existente se requiere una separación sísmica de la edificación nueva con respecto al paramento igual al 1% (uno por ciento) de la altura de la edificación nueva en la colindancia.

A continuación se especifica en la tabla A.6.5-1,

Tabla A.6.5-1
Separación sísmica mínima en la cubierta entre edificaciones colindantes que no hagan parte de la misma construcción

Altura de la edificación nueva	Tipo de Colindancia		
	Existe edificación vecina que no ha dejado la separación sísmica requerida	No existe edificación vecina o la que existe ha dejado la separación sísmica requerida	
	Coinciden las losas de entrepiso	No coinciden las losas de entrepiso	
1 y 2 pisos	no requiere separación	no requiere separación	no requiere separación
3 pisos	no requiere separación	0.01 veces la altura de la edificación nueva (1% de h_n)	no requiere separación
Más de 3 pisos	0.02 veces la altura de la edificación nueva (2% de h_n)	0.03 veces la altura de la edificación nueva (3% de h_n)	0.01 veces la altura de la edificación nueva (1% de h_n)

Notas:

1. Para obtener la separación sísmica en pisos diferentes a la cubierta se aplicará el coeficiente indicado en la Tabla multiplicado por la altura sobre el terreno del piso en particular.
2. Cuando el terreno en la colindancia sea inclinado en el sentido del paramento, o haya diferentes alturas de piso o diferentes números de pisos aéreos en la colindancia, se tomará en la edificación nueva la altura de piso, o el número de pisos aéreos que conduzca a la mayor separación sísmica.

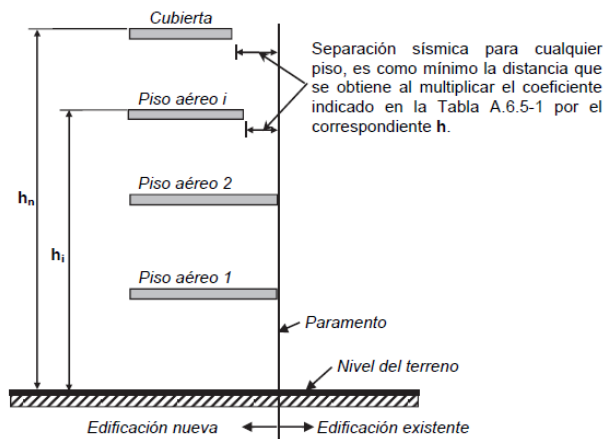
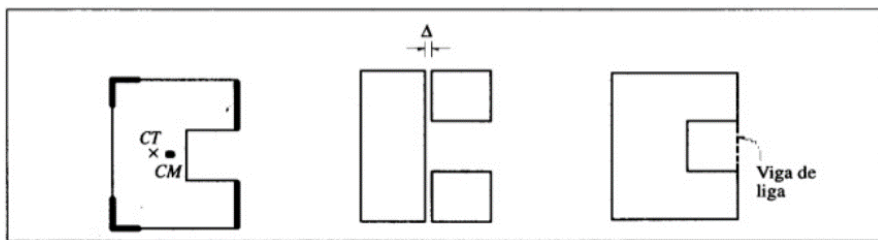


Figura A.6.5-1 — Medición de la separación sísmica (vista en elevación)

En conclusión actualmente se presenta la dilatación y no se requiere junta sísmica ya que los requisitos normativos lo permiten.

La estructura en estudio es una Unidad Estructural Independiente la cual fue construida sin adosar por lo cual es recomendable reforzar independientemente cada una de las estructuras con el fin de no generar efectos adversos producto de la irregularidad consecuente.



a) Distribución apropiada de elementos rigidizantes para hacer coincidir centro de masa y centro de torsión.

b) Separación en cuerpos simétricos mediante juntas sísmicas.

c) Vigas de liga entre salientes.

Figura 5.3 Posibles remedios para eliminar los problemas de plantas asimétricas.

Figura 116. Diseño sísmico de edificio de Bazán Meli.

Debido a que si se realizara una intervención monolítica e integrando todas las estructura los efectos son más desfavorables haciendo aún más compleja la intervención del reforzamiento.

Justificación de ausencia de junta sísmica

Teniendo en cuenta que internamente en la edificación se aprecian volúmenes de machones internos se plantea el sistema de pórticos interno cuyos volúmenes de columnas se apreciarán de manera similar a lo existente, de manera interna y salvando la configuración de las fachadas teniendo estas una geometría no continuúa.



Figura 117. Machones salientes existentes en módulos a intervenir



Figura 118. Columnas de concreto de pórticos Módulo 1 principal.



Figura 119. Machones internos existentes módulos 3 y 4



Figura 120. Pórtico existente viga en concreto machón en mampostería.

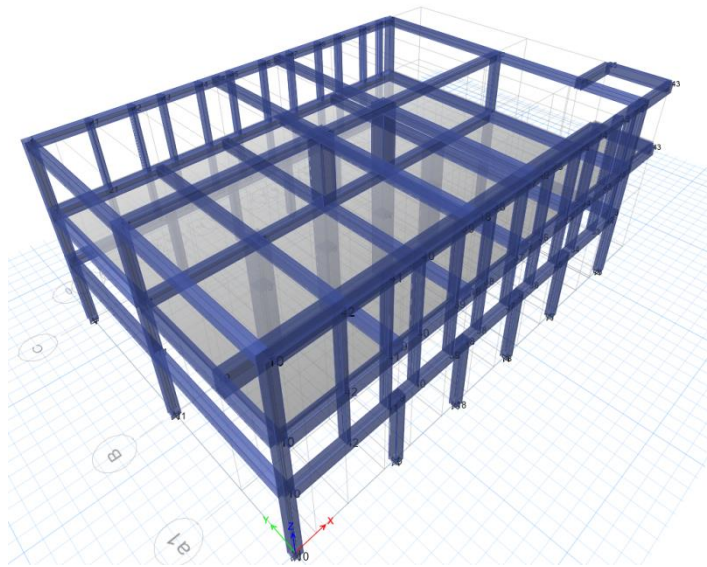


Figura 121. Modelo interno de reforzamiento, adosa la mampostería como elemento no estructural

En conclusión para realizar una intervención técnica viable es recomendable reforzar cada unidad estructural independiente sin adosarlas.

Consideraciones de afectación de la estructura central (Módulo 2)

Una vez revisado el requerimiento normativo respecto a las juntas de dilatación en edificaciones existentes con el reforzamiento planteado se verifican las deformaciones en el sentido x del modelo en donde se encuentra que el golpeteo por esta condición es mínimo debido a que el entrepiso es considerado liviano por su materialidad en madera, razón por la cual las deformaciones en sentido X son mínimas como se muestra en la verificación de derivas del informe de vulnerabilidad y reforzamiento.

Presupuesto de Intervención

El Comando del Ejército dentro de su proceso anual de planeamiento del presupuesto, destinó para la vigencia 2018, el monto de \$1.000'000.000 correspondientes al presupuesto oficial para la intervención, dentro de éste valor no se han incluido los apoyos recibidos para la elaboración de estudios y diseños.

Sin embargo, luego de la elaboración del paquete técnico del proyecto se ha estimado un valor real de obra superior al recurso disponible para la intervención, a continuación se detalla la tabla discrimina de costos del proyecto con el fin de determinar el alcance final de la intervención respecto al presupuesto asignado:

PRESUPUESTO APROXIMADO PARA INTERVENCIÓN ²¹		
Costo directo obra (inc. AIU 24%)	100%	\$ 1.933'015.937,00
Estudios, diseños, permisos y licencias	4%	\$77'320.637,00
Interventoría	9%	\$135'311.115,00
PRESUPUESTO TOTAL		\$2.145'647.689,00

Tabla 8. Presupuesto general del proyecto

Alcance del proyecto

Opción 1: En virtud de la asignación presupuestal de la presente vigencia, se realizará la intervención del 50% de la estructura, correspondiente a uno de los módulos objeto de estudio, para el caso el módulo 3 que presenta los daños más severos.

Opción 2: Realizar la gestión ante el comando superior para la consecución de los recursos suficientes para la intervención de los módulos 3 y 4.

Sin embargo se debe tener en cuenta que dentro de este tipo de obras, el porcentaje de imprevistos es bastante alto, toda vez que se desconocen factores y comportamientos propios de la edificación que se presenten durante la fase constructiva.

²¹ Presupuesto de intervención. Ver presupuesto detallado en anexo 15.

Cronograma del Proyecto

Se presenta la siguiente línea de tiempo desde el inicio del proyecto hasta la entrega del paquete técnico al CENAC de Ingenieros para realizar la contratación del proyecto:

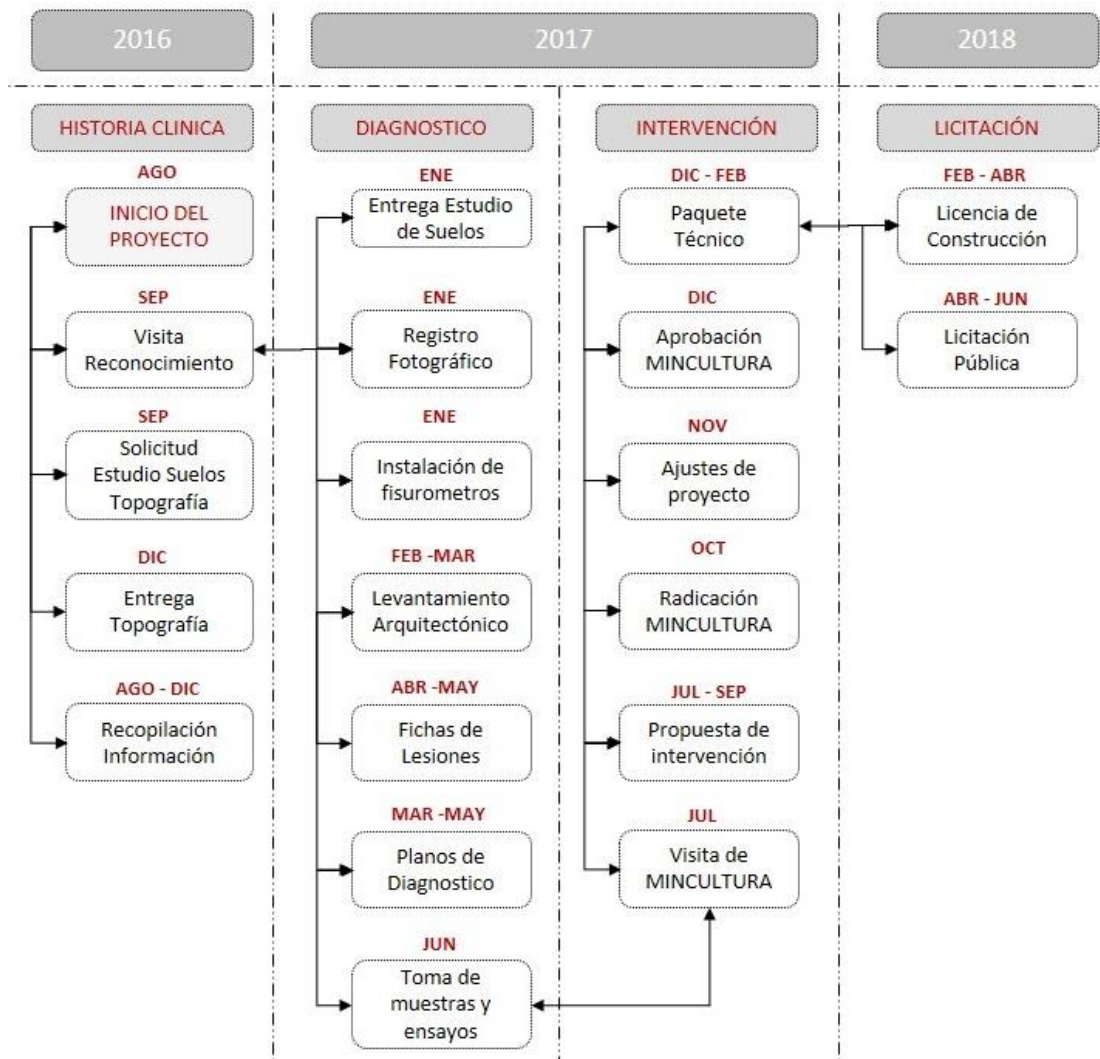


Figura 122. Cronograma del proyecto

Una vez se determinaron las acciones a adelantar en el edificio, se radicó la propuesta de intervención en el Ministerio de Cultura, y luego del trámite, se dio la aprobación del proyecto mediante la resolución 3741 de 2017, “*Por la cual se autoriza la intervención de los módulos 3 y 4 del Edificio I de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdoba*” (...) ²².

Hace parte de la resolución de aprobación el siguiente juego de planos que se pueden consultar en el anexo 14 del presente documento:

Tabla 9. Planos con sello de aprobación por parte de MINCULTURA

<i>Documentos aprobados MINCULTURA</i>	<i>Planos propuesta aprobados MINCULTURA</i>
1. Listado de planos ESMIC	1. ESMIC Manzana Catastral
2. Memoria de cálculo vulnerabilidad...	2. Planos sellados AR ESMIC
3. Memoria descriptiva propuesta...	3. Planos sellados ES ESMIC
4. Resolución MINCULTURA 3741 De 2017	

²² Anexo 14. Resolución 3471 de 2017, emitida por el Ministerio de Cultura, así como sus anexos técnicos

Lista de referencias

- Asociación de Ingeniería Sísmica. AIS (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-resistente NSR-10.
- Carlos Niño Murcia (1991). Arquitectura y Estado, Bogotá, Universidad Nacional.
- Figueroa Pedreros, Erika Constanza (2017). Historiadora y analista documental. Coordinadora de investigaciones Departamento de Historia. Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”.
- Refortech SAS (2017). Ensayos no destructivos a los materiales del Edificio “I”, Escuela Militar de Cadetes.
- Te. Castillo, Camilo (2017). Informe de Inspección del Comando de Ingenieros al Edificio “I” de la Escuela Militar.
- Trendall, Alfredo. Escuela Militar de Cadetes Colombia. Realidad Viviente de la Patria. Planeta. Bogotá.

Vita

Arquitecto Constructor: JEOVANNY ENRIQUE DUQUE OSSA

Nacido en Medellín, Colombia el 29 de Agosto 1972. Arquitecto Constructor de la Universidad Nacional de Colombia 1992, especialista en diseño de redes Hidrosanitarias y de Gas de la Universidad de Medellín 1996, se vinculó como oficial del Ejército Nacional, durante sus años de servicio ha desarrollado gran número de proyectos el área de diseño y la construcción de infraestructura militar. Adelanta actualmente estudios en la Especialización de Gerencia Integral de obras en la Escuela de Ingenieros Militares.

Contacto: duqueossa@gmail.com cel: 3115067789

Ingeniero Civil. JAVIER ALFONSO MORA DAZA

Nacido en Bogotá, D.C. Colombia 2 de agosto de 1980. Ingeniero Civil UPTC (2004). Especialista en Gerencia de Obras UCC. (2007). Especialista en Estructuras U.N. (2008). Trabajó en el departamento de Investigación Desarrollo e Innovación I+D+i de Acciona Infraestructuras España (2008-2010) en donde se vinculó en distintos proyectos del séptimo programa marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico Europeo (7pm). Durante esos años, participó del desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a la construcción en el grupo de hormigones; así como en proyectos de rehabilitación del patrimonio construido en cooperación con la Universidad de Cantabria. Además, fue becario en el Centro Internacional de Métodos Numéricos CIMNE (UPC) Barcelona – España, y a nivel nacional participó como Investigador principal ante Colciencias en el proyecto de desarrollo de metodología de análisis del comportamiento de concreto

adicionado con fibras cortas ante acción de cargas explosivas. Actualmente se desempeña como calculista y asesor en diseño estructural en empresas públicas y privadas del país.

Contacto: javiermoradaza@gmail.com cel. 3005610716.

Arquitecto. CAMILO ANDRES CASTILLO GONZÁLEZ.

Nacido en Bogotá D.C., Colombia, el 16 de Junio de 1982. Durante sus estudios profesionales como arquitecto, participó en el Concurso de Diseño para el Nuevo Edificio sede de la Provincia en Pisa, Italia, obteniendo el primer puesto en el concurso. En el año 2003 fue reconocido como uno de los 10 mejores ECAES de arquitectura del país por el Ministerio de Educación Nacional. Graduado como arquitecto de la Pontificia Universidad Javeriana en el año 2004. Durante su ejercicio profesional trabajó en la construcción de edificios de vivienda. A partir del año 2009, ingresó a formar parte del Cuerpo Administrativo del Ejército Nacional en el grado de Subteniente, como oficial del Ejército, se ha destacado en el diseño de infraestructura hospitalaria. Durante los últimos años se ha desempeñado como arquitecto diseñador del Comando de Ingenieros, diseñando y Coordinando los proyectos de infraestructura del Ejército Nacional.

Contacto: camilo_a_castillo@hotmail.com cel. 3133767838