INFORME FINAL

EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA SENA DIAGONAL

Contrato CO1.PCCNTR.4092839 DE 2022 con objeto: "REALIZAR LA CONSULTORIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, PATOLOGIA ESTRUCTURAL Y DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL"

CLIENTE: SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA

DOSQUEBRADAS, RISARALDA

DICIEMBRE 2022
VERSIÓN A

CONTROL DE VERSIONES			
Versión	**Hecha por**	**Fecha**	**Cambios respecto a la Versión Anterior**
VA	Fernando Ortiz Fuentes (DC) MP 25202-143147 CND	Diciembre 2022	Versión Original

CUADRO DE FIRMAS

_____ ING. NELSON FERNANDO RODRIGUEZ MP 25202142335 CND Director	_____ ING. FERNANDO ORTIZ FUENTES MP 25202-143147 CND Esp. Estructural
_____ CARLOS FELIPE RAMOS PELAEZ CC. 1053850316 Interventoría	

Contenido

1 INTRODUCCIÓN 11
2 INFORMACION EXISTENTE 12
2.1 Registro fotográfico 12
3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 16
3.1 Registro fotográfico 16
4 LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO 18
Nivel 1 18
Nivel 2 19
Nivel 3 19
Fachadas 20
Corte típico 20
4.1 Registro fotográfico 21
5 LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL 23
5.1 Registro fotográfico 24
6 ESTUDIO PATOLOGICO 26
6.1 LESIONES 26
6.1.1 Clasificación y origen de las lesiones 27
6.2 ENSAYOS 29
6.2.1 Ensayo de compresión en núcleos de concreto: 29
6.2.2 Ensayo de carbonatación en núcleos de concreto: 31
6.2.1 Ensayo de compresión en muestras de guadua 33
6.2.2 Regatas y caracterización de acero de refuerzo: 34
6.2.3 Detección magnética de refuerzo: 36
6.2.1 Determinación Del Índice Esclerométrico 39
6.2.2 Apiques para cimentación 41
6.2.3 Levantamiento topográfico 43
7 ESTUDIO GEOTECNICO 47
Geología 47
Resultados: 48
8 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA 50
8.1 Índice de flexibilidad por derivas. 50
8.1.1 Módulo 1: 50
8.1.2 Módulo 2: 51
8.2 Índice de flexibilidad por deflexiones 53
Módulo 1: 53
Módulo 2: 54
8.3 ÍNDICES DE SOBREESFUERZO 58
8.3.1 CARGAS VERTICALES 60
8.3.2 CARGAS VERTICALES Y DE SISMO 62
8.4 EVALUACIÓN DE REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. 64
Potencial Combustible 65
Resistencia Mínima En La Estructura 66
Resistencia en elementos de la edificación 66
8.5 HIPÓTESIS DE LA SECUENCIA DE FALLA 67

9 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL..... 68
9.1 Recomendaciones de reforzamiento. 68
9.2 Selección de la alternativa de reforzamiento..... 68
9.3 ELECCIÓN DE ALTERNATIVA 70
10 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL 71
10.1 CONFIGURACIÓN 71
10.2 REVISIÓN ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD..... 71
Módulo 1: 71
Módulo 2: 72
10.3 REVISIÓN ÍNDICES DE SOBREESFUERZO 73
Módulo 1: 73
Módulo 2: 74
10.4 PLANOS REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL. 76
Modulo 1: 76
Modulo 2: 78
10.5 CIMENTACIÓN..... 79
11 PRESUPUESTO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL 81
11.1 CRONOGRAMA..... 84
12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 85

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Levantamiento de la Edificación. Fuente: SENA..... 13
Imagen 2. Licencia Obra Nueva. Abril 2010 13
Imagen 3. Publicación Valla informativa. Licencia 005329 abril 2010..... 13
Imagen 4. Balance de Obra. Contrato 000458 de 2008..... 14
Imagen 5. Plano 1/5 Aprobados Licencia 005329 abril 2010 14
Imagen 6. Plano 2/5 Aprobados Licencia 005329 abril 2010 14
Imagen 7. Plano 5/5 Aprobados Licencia 005329 abril 2010 15
Imagen 8. Registro estudio topográfico. 16
Imagen 9. Puntos de referencia para topografía. 16
Imagen 10. Verticalidades en columnas. 17
Imagen 11. Plano topográfico de localización edificio guadua CDITI. 17
Imagen 12. Planta de Nivel 1. Módulo 1..... 18
Imagen 13. Planta de Nivel 1. Módulo 2..... 18
Imagen 14. Planta de Nivel 2. Módulo 1..... 19
Imagen 15. Planta de Nivel 2. Módulo 2..... 19
Imagen 16. Planta arquitectónica Nivel 3. Módulo 2..... 19
Imagen 17. Planta Arquitectónica Nivel Cubierta..... 20
Imagen 18. Fachadas arquitectónicas. 20
Imagen 19. Cortes 21
Imagen 20. Levantamiento arquitectónico 21
Imagen 21. Levantamiento arquitectónico 22
Imagen 22. Estructura Modulo 1..... 23
Imagen 23. Modelo de levantamiento estructural. 24
Imagen 24. Registro medición en campo. 24

Imagen 25. Registro digitalización..... 25
Imagen 26. Plano estructural..... 25
Imagen 27. Ficha de inspección de lesiones..... 26
Imagen 28. Columna I6 Nivel 2. Fisuras Severas..... 28
Imagen 29. Columna L6 Nivel 2..... 28
Imagen 30. Vigas con manchas Nivel 1..... 28
Imagen 31. Registro extracción de núcleos..... 30
Imagen 32. Resultados ensayos de compresión núcleos..... 30
Imagen 33. Resultados calculo resistencia a la compresión por criterio de Chauvenet..... 31
Imagen 34. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en núcleos en concreto..... 33
Imagen 35. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en núcleos en concreto..... 34
Imagen 36. Registro regatas para caracterización de refuerzo..... 35
Imagen 37. Equipo para Detección de refuerzo..... 37
Imagen 38. Ficha de inspección de la cimentación existente..... 41
Imagen 39. Columnas con control de verticalidad..... 43
Imagen 40. Resultados Verticalidades Módulos 1 y 2..... 44
Imagen 41. Registro estudio topográfico..... 44
Imagen 42. Puntos de referencia para topografía..... 44
Imagen 43. Verticalidades en columnas..... 46
Imagen 44. Plano topográfico de localización edificio guadua CDITI..... 46
Imagen 45. Localización de las perforaciones a nivel local..... 47
Imagen 46. Mapa Geológico de Dosquebradas..... 48
Imagen 47. Índice de flexibilidad por derivas..... 51
Imagen 48. Índice de flexibilidad por derivas UMBRAL DE DAÑO..... 51
Imagen 49. Índice de flexibilidad por derivas..... 52
Imagen 50. Índice de flexibilidad por derivas UMBRAL DE DAÑO..... 52
Imagen 51. Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de carga..... 53
Imagen 52. Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de carga..... 54
Imagen 53. Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de carga..... 55
Imagen 54. Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de rigidez..... 56
Imagen 55. Índice de flexibilidad por deflexiones Vigueta..... 57
Imagen 56. Coeficientes de Modificación Para esfuerzos admisibles..... 59
Imagen 57. Índices de sobresfuerzo Comparación cargas verticales y de sismo..... 64
Imagen 58. Características Subgrupo I-3. NSR 10..... 64
Imagen 59. Clasificación de acuerdo a su uso, área y número de pisos. NSR 10..... 65
Imagen 60. Protección contra el fuego Estructuras de Guadua. NSR-10..... 67
Imagen 61. Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.2.6..... 71
Imagen 62. Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.12 Umbral de Daño..... 72
Imagen 63. Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.2.6..... 72
Imagen 64. Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.12. Umbral de Daño..... 73
Imagen 65. Plano estructural. Reforzamiento de cimentación..... 76
Imagen 66. Plano Ubicación de columnas. Reforzamiento..... 76
Imagen 67. Plano reforzamiento vigas de entrepiso..... 76
Imagen 68. Plano reforzamiento Columnas Piso 2..... 77
Imagen 69. Plano reforzamiento Columnas Piso 2..... 77
Imagen 70. Plano reforzamiento Columnas Piso 2..... 77
Imagen 71. Plano estructural Reforzamiento. Localización Columnas Piso 2..... 78
Imagen 72. Plano Ubicación de columnas. Vigas de Entrepiso..... 78
Imagen 73. Plano reforzamiento Vigas de Cubierta..... 78

Imagen 74. Cortes de Reforzamiento Estructural 79
Imagen 75. Recomendaciones Geotécnicas para reforzamiento 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la Información Existente recolectada..... 12
Tabla 2. Porcentaje de afectación de lesiones a elementos estructurales 27
Tabla 3. Causas de las lesiones 27
Tabla 4. Ficha de información. Prueba de fenolftaleína en núcleos de concreto. 32
Tabla 5. Reporte de ensayo de carbonatación. 32
Tabla 6. Ficha de Inspección de acero existente 35
Tabla 7. Reporte regatas. 36
Tabla 8. Ficha de análisis. Detección magnética de acero de refuerzo. 38
Tabla 9. Reporte detección magnética de refuerzo. 39
Tabla 10. Ficha técnica ensayo de esclerometría, toma 5 Columna E-03 Piso 5 40
Tabla 11. Resumen ensayos de esclerometría 40
Tabla 12. Esfuerzos admisibles para Elementos de Guadua. NSR10 G.12.7-1 58
Tabla 13. Coeficientes y cálculos de verificación para índices de Sobresfuerzo. 59
Tabla 14. Módulos de elasticidad elementos de Guadua..... 59
Tabla 15. Equilibrio Contenido de Humedad para Pereira..... 60
Tabla 16. Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10) 60
Tabla 17. Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11) 60
Tabla 18. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1) 61
Tabla 19. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2) 61
Tabla 20. Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.1)..... 61
Tabla 21. Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.2)..... 61
Tabla 22. Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10) 61
Tabla 23. Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11) 61
Tabla 24. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1) 61
Tabla 25. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2) 61
Tabla 26. Resumen de índices CARGAS VERTICALES para la edificación CDITI 62
Tabla 27. Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10) 62
Tabla 28. Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11) 62
Tabla 29. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1) 62
Tabla 30. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2) 62
Tabla 31. Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.1)..... 63
Tabla 32. Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.2)..... 63
Tabla 33. Índices de sobresfuerzo Comparación cargas verticales y de sismo. 63
Tabla 34. Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10) 63
Tabla 35. Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11) 63
Tabla 36. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1) 63
Tabla 37. Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2) 63
Tabla 38. Potencial combustible EDIFICIO DE GUADUA 66
Tabla 39. Cálculo de Potencial combustible de la Edificación. 66
Tabla 40. Resistencia requerida al fuego normalizado..... 66
Tabla 41. Índice de sobreesfuerzo en vigas. 73
Tabla 42. Índice de sobreesfuerzo en vigas. 73
Tabla 43. Índice de sobreesfuerzo en columnas. 74

Tabla 44. Índice de sobreesfuerzo en columnas. 74
Tabla 45. Índice de sobreesfuerzo en vigas. 74
Tabla 46. Índice de sobreesfuerzo en vigas. 75
Tabla 47. Índice de sobreesfuerzo en columnas. 75
Tabla 48. Índice de sobreesfuerzo en columnas. 75
Tabla 49. Diseño de la cimentación. Zapatas concéntricas 80
Tabla 50. Diseño de la cimentación. Zapatas Excéntricas 80
Tabla 51. Diseño de la cimentación. Zapatas Combinadas 80
Tabla 52. Presupuesto obras de reforzamiento. Módulo 1 82
Tabla 53. Presupuesto obras de reforzamiento. Módulo 2 83
Tabla 54. Cronograma de obras de reforzamiento. 84

1 INTRODUCCIÓN

EL Contrato CO1.PCCNTR.4092839 DE 2022 con objeto: "REALIZAR LA CONSULTORIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, PATOLOGIA ESTRUCTURAL Y DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL" contempla la realización de un modelo matemático teórico para proponer una alternativa de reforzamiento sismo resistente que cumpla con los lineamientos de la NSR-10, ante solicitaciones sísmicas y de cargas gravitacionales.

Se pretende continuar en la edificación con el sistema existente de pórticos de Guadua con Diagonales, donde se requiere reforzar las columnas existentes y crear nuevos elementos verticales, con el fin de generar pórticos completos con elementos que cumplan los índices de sobresfuerzo requeridos. Se reforzarán las vigas que presenten índices de sobresfuerzo mayores al permitido adicionando elementos de guadua nuevos y generando las uniones requeridas por el capítulo G.12 para estos elementos necesarios para dar cumplimiento a los índices de flexibilidad y sobresfuerzo.

El presente documento corresponde las actividades realizadas durante la ejecución del contrato CO1.PCCNTR.4092839 DE 2022 con objeto: "REALIZAR LA CONSULTORIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, PATOLOGIA ESTRUCTURAL Y DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL" en el cual se el diagnostico, reconocimiento y verificación de la estructuras existentes, las patologías estructurales, los levantamientos topográficos arquitectónicos y estructurales, incluyendo los análisis de verticalidad de elementos estructurales y horizontalidad de entrepisos, las capacidades de carga de los servicios existentes, el análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación existente para verificar el cumplimiento de los requerimientos de seguridad y funcionalidad de los sistemas estructurales y de los elementos no estructurales y los diseños del reforzamiento estructural a los que haya lugar teniendo en cuenta los problemas estructurales que presenta la edificación existente, realizar los diseños de las adecuaciones y/o estructuras y/o elementos que se requieran para garantizar que la edificación se encuentre en óptimas condiciones.

2 INFORMACION EXISTENTE

Se realizó la investigación documental acerca de los antecedentes de la edificación acerca del diseño geotécnico y estructural, así como del proceso de construcción de la edificación original, en esta investigación se recopilo la siguiente información:

ENTIDAD	DOCUMENTO	OBSERVACIONES
SENA	14 Construcción nivel 5 17 Construcción nivel 6 23 Construcción nivel 7	3 Plantas de Levantamiento con identificación de espacios y de algunos elementos.
Archivo Municipal	Folder con 90 folios	Documentos de Licencia de Construcción en la modalidad de Obra Nueva (LIC 0025329 abril de 2010). Otros documentos indican que la edificación en ese momento era existente (Fotos de valla informativa) y que se realizaron adecuaciones a lo existente (Presupuestos)
		No se encuentran memorias de Cálculo. Se observa Estudio de Suelos del año 1991.
	5 planos de Levantamiento.	Los planos no presentan la geometría real de los elementos estructurales faltan elementos. No presentan ejes. No tienen detalles de elementos existentes o de cómo se reforzará la estructura. Solo se anexan imágenes de algunas prácticas para la ejecución de edificaciones de Guadua

Tabla 1. *Resumen de la Información Existente recolectada*

2.1 Registro fotográfico

A continuación, se muestran imágenes de la recopilación de la información.

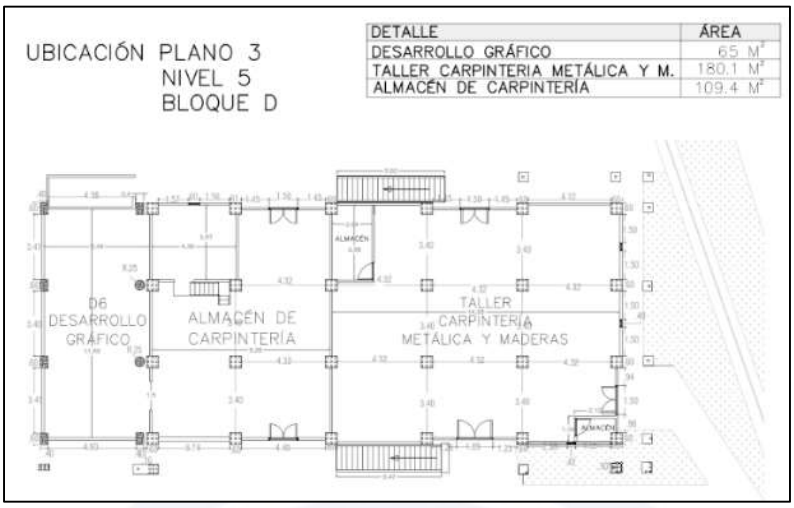


Imagen 1. *Levantamiento de la Edificación. Fuente: SENA*



CURADURIA URBANA DOS QUEBRADAS

LICENCIA URBANISTICA DE CONSTRUCCION No. 005329
MODALIDAD OBRA NUEVA
Abril 20 de 2.010

RADICACION No. 100003
ESTRATO 3
SOLICITUD NUEVA

EL CURADOR URBANO DOS DEL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS, ARQUITECTO ROBERTO DUQUE RESTREPO, en uso de sus atribuciones legales en especial de las conferidas por la Ley 388 de 1.997, Ley 400 de 1997, Ley 810 del 2003 y Decreto 564 de Febrero 24 de 2.006, Decreto 518 de Diciembre 06 de 2.007, y demás Decretos y Leyes que le sean aplicables, y

CONSIDERANDO:

A. Que la Señora ROSALBA LOPEZ GOMEZ, identificada con la cédula de ciudadanía No. 42.059.730 expedida en Pereira y quien actúa como Representante Legal del SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA" regional Risaralda, identificado con el NIT. 899.999.034, posee un lote de terreno con un área aproximada de 21.600,00 m², mediante Escritura Pública No. 2.966 de la Notaría Única del Circulo de Santa Rosa de Cabal, de fecha Noviembre 29 de 1.990, ubicado en el Barrio Santa Isabel CL 26 TR 7.

B. Que según la citada Escritura Pública el terreno se identifica con la ficha catastral No. 01-02-0136-0001-000, registrado según matrícula inmobiliaria No. 294-33574.

C. Que la Señora ROSALBA LOPEZ GOMEZ, identificada con la cédula de ciudadanía No. 42.059.730 expedida en Pereira y quien actúa como Representante Legal del SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE "SENA" regional Risaralda, identificado con el NIT. 899.999.034, solicito a este despacho LICENCIA DE CONSTRUCCION PUNTUAL MODALIDAD OBRA NUEVA para el predio en mención.

D. Que este acto administrativo se expide con base en la información presentada por los solicitantes y conforme a su explícita manifestación de voluntad; en consecuencia, cualquier diferencia que pueda existir entre la información presentada y la realidad física o legal del inmueble (linderos, áreas, localización, etc.) será exclusiva responsabilidad de los solicitantes.

E. Que se deberá dar estricto cumplimiento a lo establecido en el Decreto 833 de 2.002 reglamentario de la Ley 397 de 1.997 y en especial a lo contenido en el Artículo 8 sobre el encuentro fortuito de bienes integrantes del patrimonio arqueológico.

Imagen 2. *Licencia Obra Nueva. Abril 2010*



Imagen 3. *Publicación Valla informativa. Licencia 005329 abril 2010*

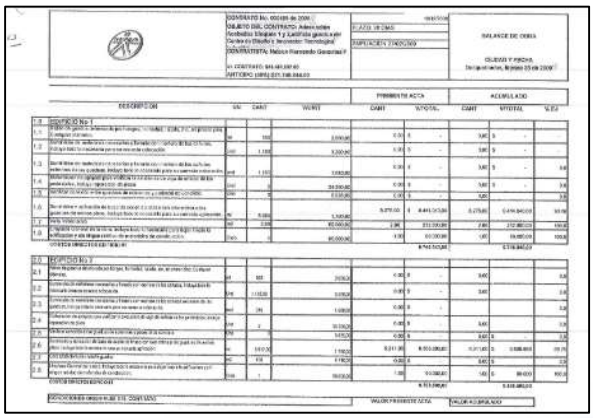


Imagen 4. *Balance de Obra. Contrato 000458 de 2008*

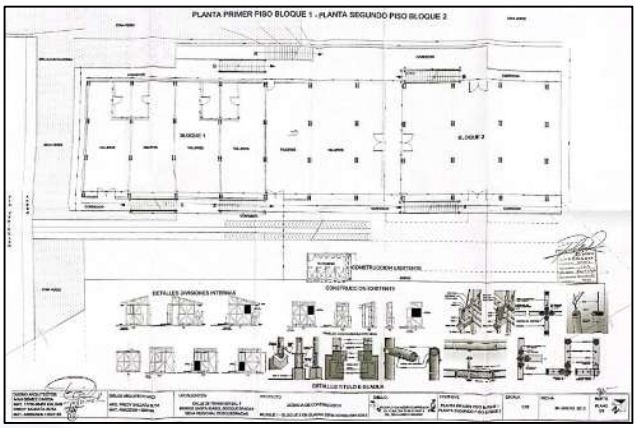


Imagen 5. *Plano 1/5 Aprobados Licencia 005329 abril 2010*

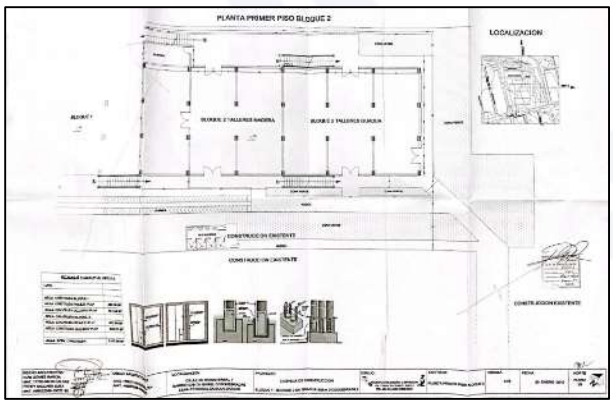


Imagen 6. *Plano 2/5 Aprobados Licencia 005329 abril 2010*

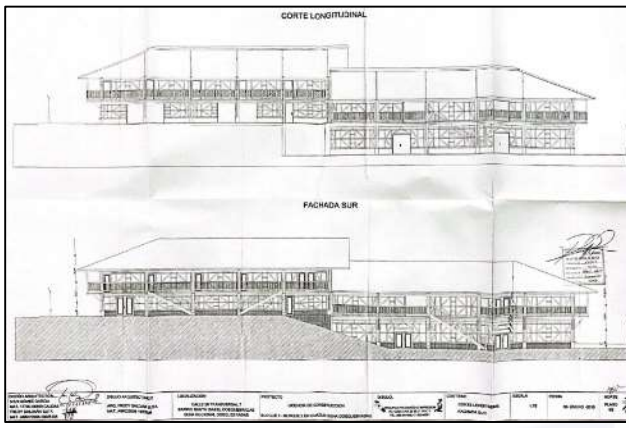


Imagen 7. *Plano*

5/5 Aprobados Licencia 0053 29 abril 2010

A partir de la información existente se evidencia la necesidad de un Informe de Patología de la Edificación existente y de Vulnerabilidad Sísmica, el cual según la norma sismo resistente colombiana NSR-10 en su capítulo A.10 es la etapa denominada EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE y esta evaluación es la etapa previa al análisis de la INTERVENCION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.
Es necesario realizar un informe patológico, toda vez que la edificación presenta lesiones y por solicitud de la entidad, previo al análisis de vulnerabilidad se deben determinar el estado de la estructura y analizar las lesiones presentes en la edificación y sus causas.

3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento para la referencia del levantamiento estructural de la edificación existente.

Para esto, se realizó la visita al predio en donde con ayuda de equipos especializados se tomó la información de los linderos, las edificaciones colindantes, los elementos representativos de la edificación en estudio para verificar su ubicación. SE realizaron control de verticalidad en columnas, perfiles y curvas de nivel para ubicar la edificación en su entorno geográfico.

3.1 Registro fotográfico



Imagen 8. *Registro estudio topográfico.*



Imagen 9. *Puntos de referencia para topografía.*



Imagen 10. *Verticalidades en columnas.*

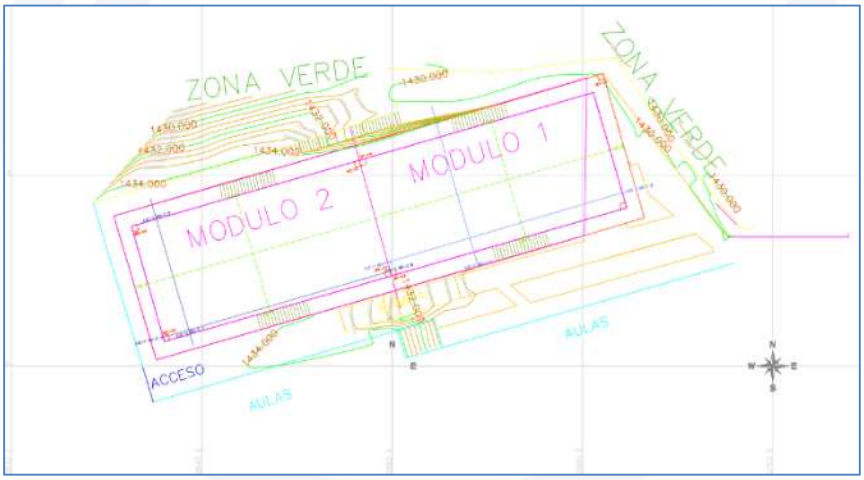


Imagen 11. *Plano topográfico de localización edificio guadua CDITI.*

4 LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO

El levantamiento arquitectónico detallado de un edificio constituye el instrumento básico e indispensable de trabajo del diseñador y de su equipo interdisciplinario. Este no sólo conforma la base documental técnica de toda intervención en un bien, sino que define, en gran medida, el desarrollo y el éxito de todas las posteriores etapas de trabajo.

Para realizar el levantamiento arquitectónico se contó con un equipo de trabajo y las herramientas que permitieron la identificación de la conformación espacial y volumétrica de la edificación, así como sus dimensiones y proporciones.

Esta edificación corresponde a una estructura de baja complejidad, la edificación posee tres (3) niveles, según lo encontrado en las inspecciones de campo para el levantamiento arquitectónico y estructural y las verificaciones realizadas a la estructura.

Nivel 1

Área aproximada 354 m^2, es la parte más baja de la edificación y está destinado como taller de aprendizaje de madera, aluminio y drywall, almacén de productos para construcción, de elementos de carpintería y desarrollo gráfico, con muros divisorios y exteriores construidos con guadua y yeso, cuenta con ventanas y puertas en madera y vidrio incoloro

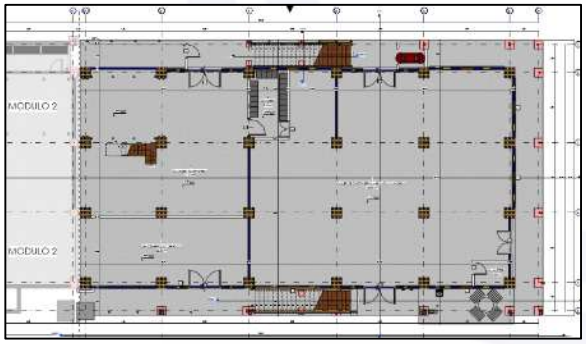


Imagen 12. *Planta de Nivel 1. Módulo 1*

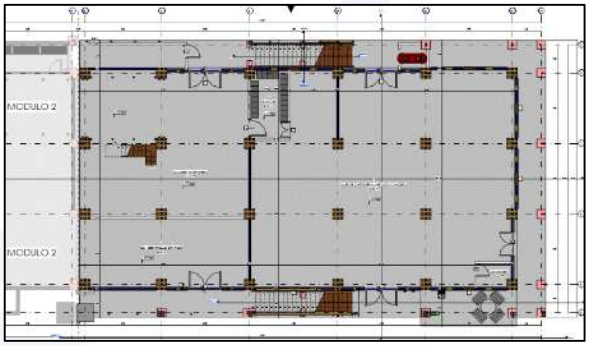


Imagen 13. *Planta de Nivel 1. Módulo 2*

Nivel 2

Área aproximada 809.07 m², este sector se encuentra destinado a aulas de especialidades para la construcción, oficinas, laboratorios, y almacenamiento, en la parte inferior que conforma el piso 2, se encuentran los Ambientes C1 ,C2 , C3, C4, C5,C6, C7 y está construido con divisiones en paneles de aluminio y en paneles de yeso, algunas particiones en vidrio y madera, en el sector superior se encuentran el almacén de construcción, taller de instalaciones de redes a gas, laboratorio de suelos, almacén de desarrollo gráfico y estructuras livianas está divido por muros en guadua y yeso.

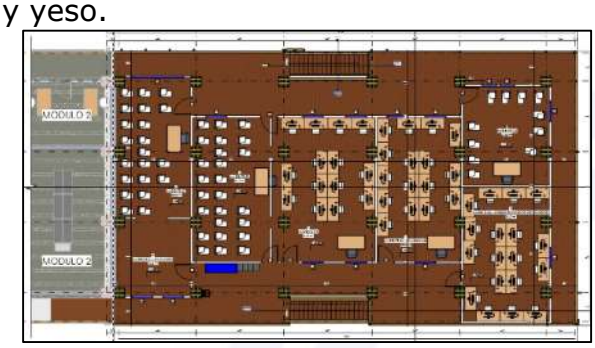


Imagen 14. *Planta de Nivel 2. Módulo 1*



Imagen 15. *Planta de Nivel 2. Módulo 2*

Nivel 3

Área aproximada 376.3m², este sector se encuentra destinado a aulas de aprendizaje, archivos y depósitos, con divisiones en paneles de aluminio y en paneles de yeso, algunas particiones en vidrio y madera., el nivel 3 cuenta con corredores en 3 de sus 4 lados.

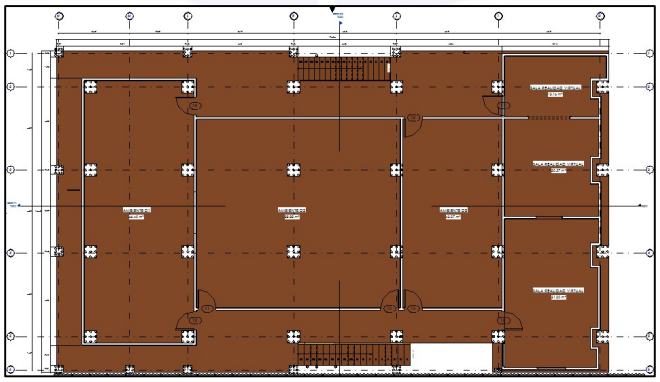


Imagen 16. *Planta arquitectónica Nivel 3. Módulo 2*

Cubiertas: Área aproximada 900 m^2, La cubierta está conformada por un conjunto de elementos en guadua, y teja de fibrocemento.

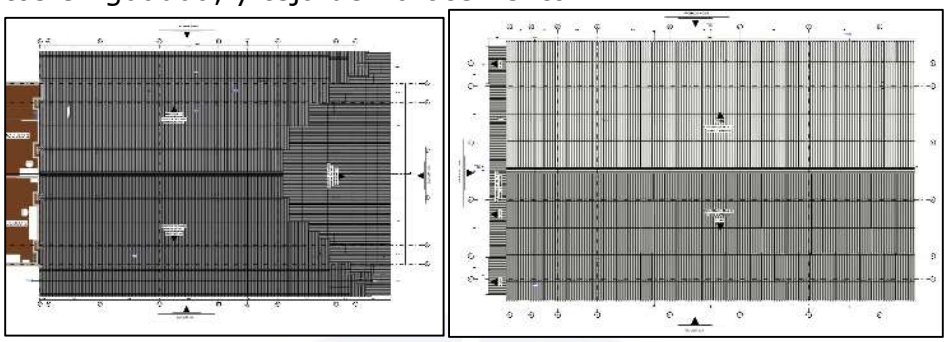


Imagen 17. *Planta Arquitectónica Nivel Cubierta*

Fachadas

Las fachadas arquitectónicas se encuentran conformadas por columnas, vigas, presenta un sistema de muros en guadua complementados con yeso en el primer piso, el segundo piso está conformado por paneles de aluminio y yeso, ventanearía en madera y vidrio incoloro, en la fachada occidental de la estructura se observa que el segundo nivel lo conforman muros en guadua complementados con yeso y paneles de aluminio con yeso, se observa que el tercer nivel está conformado con muros de paneles de aluminio y yeso.



Imagen 18. *Fachadas arquitectónicas.*

Corte típico

La edificación cuenta con alturas libre en el primer piso de 3.39 m, nivel 2 de 3.27m, en el nivel 3 la altura libre es de 2.76m, la altura libre a la cubierta es de aproximadamente de 1m, la altura promedio del entrepiso es de 41cm incluyendo acabados.

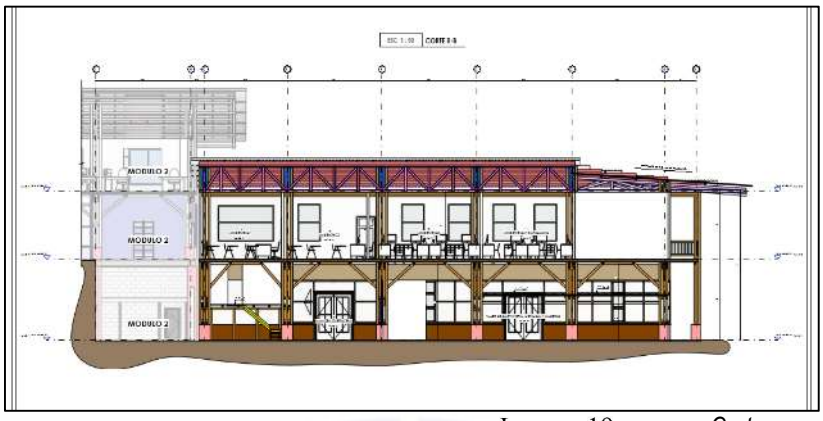


Imagen 19. *Cortes*

4.1 Registro fotográfico



Imagen 20. *Levantamiento arquitectónico*



Imagen 21. *Levantamiento arquitectónico*

5 LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL

Este procedimiento nos permite evaluar de manera inicial o preliminar las condiciones en que se encuentra la estructura de una edificación; fundamentada en la observación, para formar una idea clara y precisa del estado general y determinar qué tipo de problemas la afectan.

La configuración estructural DEL EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL se describe a continuación:
La edificación se encuentra conformada por dos módulos estructurales independientes y separados:

Módulo 1: Compuesto por los dos niveles inferiores, en el cual se encuentran columnas, vigas y diagonales de guadua, el entrepiso está conformado por Viguetas de guadua sobre la cuales se encuentra un sistema de esterilla en guadua con listones de madera maciza y láminas de madera como acabado de piso. Los muros de nivel 1 son de entramado en guadua y panel de yeso, los de nivel 2 están elaborados en sistema de Drywall. Las columnas principales que componen el están compuestas por 9 elementos de guadua con una distribución de 3x3, las columnas de fachadas sostienen los corredores externos y cubierta, las vigas de carga (perpendiculares a las viguetas) constan de dos (2) vigas de sección compuesta (dos guaduas), en los ejes que constituyen las fachadas se observan elementos sencillos de guadua que funcionan como viga de rigidez. En cada vano en ambas direcciones se cuenta con arrostramientos excéntricos de elementos tipo guadua..

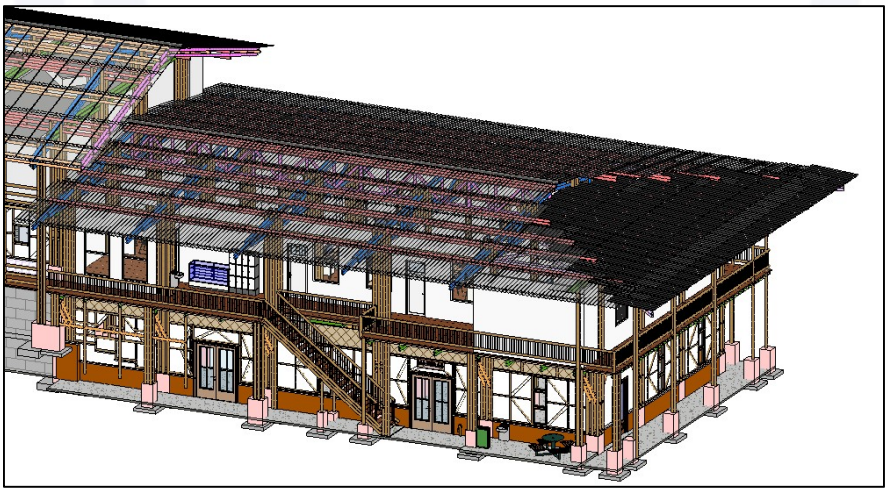


Imagen 22. *Estructura Modulo 1*

Módulo 2: Entre ejes H e I, se observa semisótano compuesto por muros de bloque de concretos rellenos, y columnas de concreto reforzado, sobre las cuales es apoya una losa aligerada de 40cm de altura. Sobre esta losa y sobre el terreno se desarrollan los dos pisos de guadua que corresponden a este módulo (Ver planos de Lev Estructural). Se encuentran columnas, vigas y diagonales de guadua, el entrepiso está conformado por Viguetas de guadua sobre la cuales se encuentra un

sistema de esterilla en guadua con listones de madera maciza y láminas de madera como acabado de piso. Los muros de nivel 1 son de entramado en guadua y panel de yeso, los de nivel 2 están elaborados en sistema de Drywall. Las columnas principales que componen el están compuestas por 9 elementos de guadua con una distribución de 3x3, las columnas de fachadas sostienen los corredores externos y cubierta, las vigas de carga (perpendiculares a las viguetas) constan de dos (2) vigas de sección compuesta (dos guaduas), en los ejes que constituyen las fachadas se observan elementos sencillos de guadua que funcionan como viga de rigidez. En cada vano en ambas direcciones se cuenta con arrostramientos excéntricos de elementos tipo guadua.

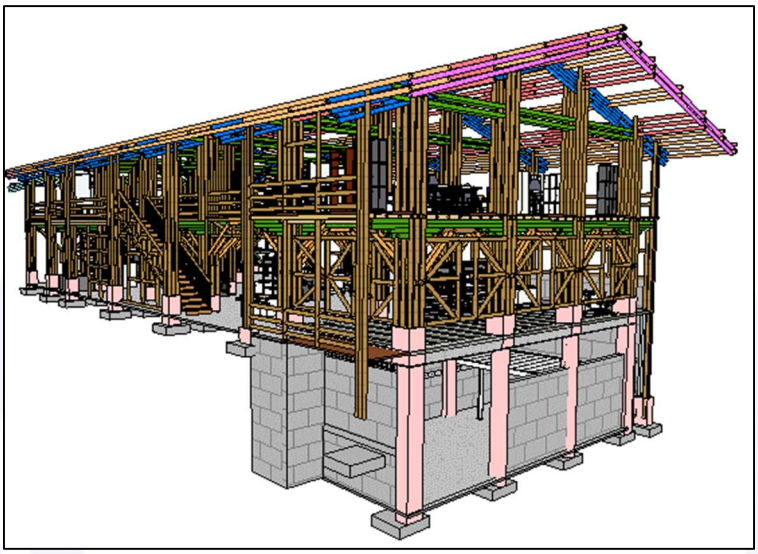


Imagen 23. *Modelo de levantamiento estructural.*

5.1 Registro fotográfico



Imagen 24. *Registro medición en campo.*

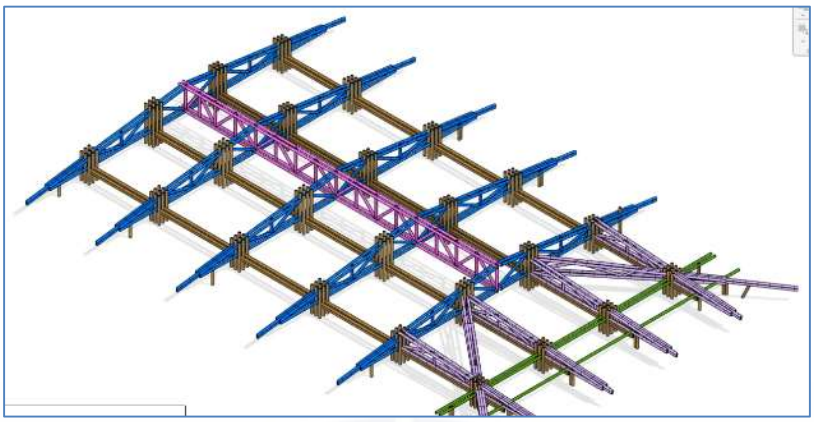


Imagen 25. *Registro digitalización.*

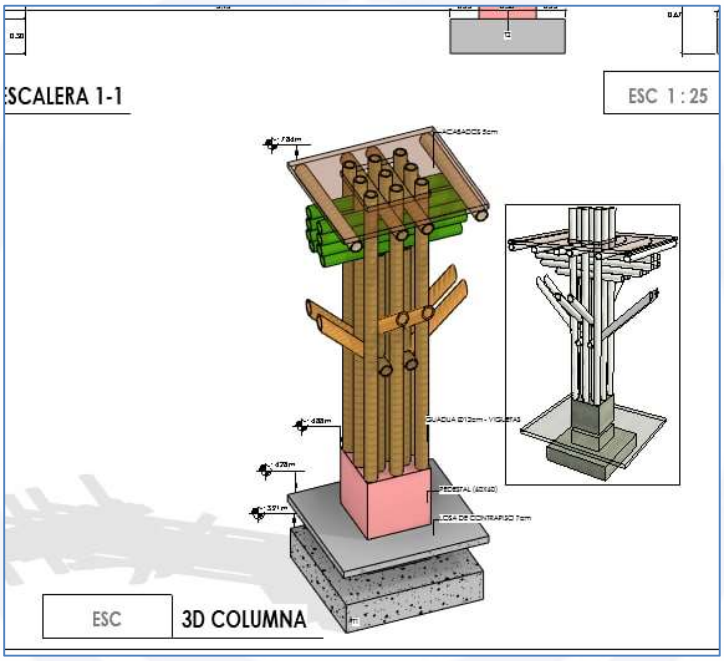


Imagen 26. *Plano estructural.*

6 ESTUDIO PATOLOGICO

El estudio patológico es un procedimiento técnico mediante el cual se hace la identificación del estado de una construcción con la información obtenida mediante ensayos de campo y de laboratorio, esto nos permite realizar un inventario detallado de las lesiones encontradas en la edificación identificando la sintomatología presente, su tipo, cantidad y ubicación en los elementos que integran la estructura.

En relación al EDIFICIO DE GUADUA CDITI se aplica una patología geriátrica dado sus años de construcción.

6.1 LESIONES

Para la recolección de la información se usó una ficha de inspección detallada en la cual se toma la información referente a la lesión, ubicación, descripción, y medición, se realiza un registro fotográfico de la lesión para complementar la ficha técnica y en los casos que sea necesario se ubican fisurómetros para el seguimiento de posibles cambios en fisuras. Las lesiones encontradas en cada piso se incluyen en los anexos del presente informe.

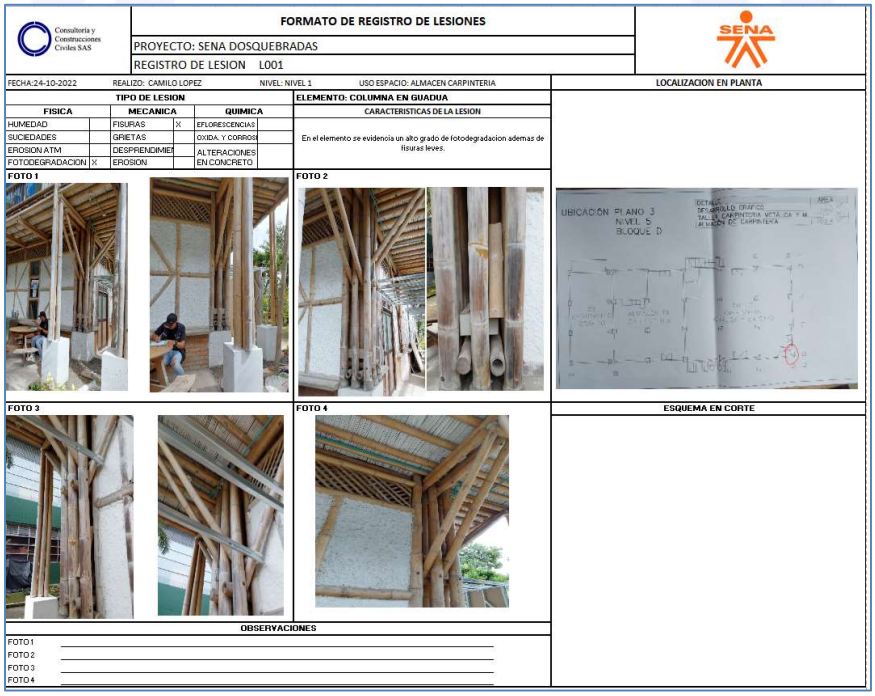


Imagen 27. *Ficha de inspección de lesiones*

Una vez analizadas las lesiones encontradas se puede inferir que la mayor parte de las lesiones presentes en la estructura del proyecto se deben a la falta de mantenimiento periódico, dicha patologías afecta la estructura en su totalidad debido al material que se emplea, por lo tanto, se analiza la cantidad de elementos que son afectados, con respecto a la totalidad de todos los elementos que se encuentran en todos los niveles de la estructura, la información es presentada en la siguiente tabla:

Lesión	TIPO	CANTIDAD
FISURA LEVES	COLUMNAS	65%
FISURAS MODERADAS	COLUMNAS	31%
FOTODEGRADACION LEVE	COLUMNAS	15%
FOTODEGRADACION MODERADA	COLUMNAS	17%
FOTODEGRADACION SEVERA	COLUMNAS	10%
MICROORGANISMOS Y HONGOS	COLUMNAS	30%
FISURA LEVES	VIGAS	45%
FISURAS MODERADAS	VIGAS	5%
MANCHAS MODERAS	VIGAS	8%
MICROORGANISMOS	VIGAS	4%

Tabla 2. *Porcentaje de afectación de lesiones a elementos estructurales*

6.1.1 Clasificación y origen de las lesiones

A continuación, se presenta un resumen de cada una de las lesiones con sus respectivas descripciones y causas.

Lesión	TIPO	CANTIDAD	DIAGNOSTICO-CAUSA
FISURA LEVES	COLUMNAS	65%	Fisuras leves en columnas del primer nivel, de tipo mecanico, posiblemente generadas esfuerzos mecanicos, errores o defectos de diseño
FISURAS MODERADAS	COLUMNAS	31%	Fisuras moderadas en columnas del primer nivel, de tipo mecanico, posiblemente generadas esfuerzos mecanicos, errores o defectos de diseño, malos procesos de construccion.
FOTODEGRADACION LEVE	COLUMNAS	15%	Cambio de coloracion y perdida de propiedades iniciales, debido a su exposicion al sol
FOTODEGRADACION MODERADA	COLUMNAS	17%	Cambio de propiedades iniciales, cambio de color, adquiere un color blanquecino, se debe a la alta exposicion de los elementos a la luz solar.
FOTODEGRADACION SEVERA	COLUMNAS	10%	Cambio de color extremo, se empieza a presentar fisuras por la misma fotodegradacion, se debe a las exposicion prolongada a la luz directa solar,
MICROORGANISMOS Y HONGOS	COLUMNAS	8%	Precensia de moho, o cobertura vegetal, que se aprecia en el exterior de los elementos en los que la superficie adquiere una coloracion grisácea, genera por factores como agentes externos como lo es la zona boscosa cercana a las columas, o tambien producido como una secuela de la fotodegradacion
FISURA LEVES	VIGAS	45%	Fisuras leves en vigas del primer nivel, de tipo mecanico, posiblemente generadas esfuerzos mecanicos, errores o defectos de diseño.
FISURAS MODERADAS	VIGAS	5%	Fisuras moderadas en columnas del primer nivel, de tipo mecanico, posiblemente generadas esfuerzos mecanicos, errores o defectos de diseño, malos procesos de construccion.
MANCHAS MODERAS	VIGAS	8%	Manchas de color marron, que se encuentram situadas en algunos elemetos, posiblemente generadas por hongos, insectos
MICROORGANISMOS	VIGAS	4%	Precensia de moho, o cobertura vegetal, que se aprecia en el exterior de los elementos en los que la superficie adquiere una coloracion grisácea, genera por factores como agentes externos como lo es la zona boscosa cercana a las columas.

Tabla 3. *Causas de las lesiones*



Imagen 28. *Columna I6 Nivel 2. Fisuras Severas*



Imagen 29. *Columna L6 Nivel 2*



Imagen 30. *Vigas con manchas Nivel 1*

6.2 ENSAYOS

Para la caracterización estructural de la edificación se requiere realizar pruebas y ensayos a los elementos estructurales y no estructurales; se propone realizar el siguiente plan de ensayos: Extracción de núcleos de concreto para ensayos de carbonatación y de resistencia a la compresión, detecciones Magnética de las armaduras por medio de escáner de refuerzo, extracción de muestras de guadua Rel 1:1 ó 2:1 y ensayo a compresión, regatas para inspección de acero de refuerzo, excavación manual para inspección visual de cimentación (apiques), Las ejecuciones de estas pruebas se realizaron una vez fueron aprobadas por parte de la supervisión del proyecto.

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD
8.2.1	Extracción y ensayos de Núcleos de concreto	UN	5
8.2.2	Prueba de Profundidad de Carbonatación sobre Núcleo de concreto	UN	5
8.2.3	Extracción de muestras de Guadua Rel. 1:1 ó 2:1 y ensayo a compresión.	UN	8
8.2.4	Realización de regatas para inspección de acero de refuerzo.	UN	8
8.2.5	Detección Magnética de las armaduras por medio de escáner de refuerzo (lectura por elemento)	UN	3
8.2.6	Determinación de índice de Esclerométrico	UN	5
8.2.7	Apiques para la inspección de la cimentación	UN	4

Tabla 1. Plan de ensayos. EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA.

La ubicación de estos ensayos se muestra en los planos de levantamiento estructural.

6.2.1 Ensayo de compresión en núcleos de concreto:

Este procedimiento permite determinar la resistencia a la compresión a partir de especímenes obtenidos de los elementos estructurales del edificio como caisson, vigas y columnas. En la exploración de campo se escogió la ubicación de un total de cinco (5) extracciones de núcleos.



Imagen 31. *Registro extracción de núcleos.*

En la exploración de campo se escogió la ubicación de un total de cinco (5) extracciones de núcleos, de los diferentes elementos que componen la edificación como vigas y columnas del primer nivel de módulo 2 y de los pedestales de ambos módulos. Los núcleos extraídos fueron identificados y llevados para evaluación a E.I.E. – ECHEVERRY INGENIERIA Y ENSAYOS S.A.S., para la determinación de resistencia a la rotura, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Laboratorio de Control de Calidad

E.I.E. Echeverry Ingeniería y Ensayos S.A.S.

Dirección: Carrera 29C No. 71A – 30
Teléfonos: 2255814 – 6304515 - 2315608
Bogotá, D.C. - Colombia

CALIDAD QUE GENERA CONFIANZA

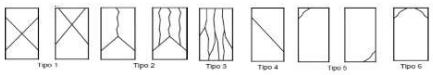
INFORME DE ENSAYO
MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN Y ENSAYO DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS Y VIGAS DE CONCRETO ASERRADAS (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS EXTRAÍDOS)

Norma	Control de documentos	Revisión No.	
NTC 3658/2018	EIE-F-03-68	Fecha de edición:	2021-01-08

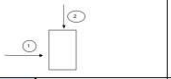
Compañía:	CONSULTORIA Y CONTRUCCIONES CIVILES LTDA.		INFORME - 2022 / 1507
Dirección:	Calle 93B No. 17-42 / Oficina 502	Orden trabajo No.	10383
Obra:	Sena - Pereira dos Quebradas	Fecha de entrada:	2022-11-12 Hora inicial: 10:40:00
Atención:	Ing. Juan Jacobo Pinilla	Fecha de ensayo:	2022-11-16 Hora final: 11:30:00

Muestra No.	Localización	Fecha de obtención AAAA-MM-DD	Hora de obtención hh:mm	Diam. mm	Altura mm	Masa kg	Área de carga cm^2	Altura Refrentado (mm)	Relación A/D	Densidad kg/m^3	Carga máx. N.	Esfuerzo máximo MPa	Factor de corrección	Esfuerzo corregido MPa	Esfuerzo corregido kg/cm^2	Caso	Tipo de falla	Observaciones
3846	Sena dos Quebradas Pereira N-04-PEDESTAL - MODULO - 2	2022-11-01		49.3	99.4	0.424	19.05		2.02	2039	32770	17	0.98	16.8	171.7	II	3	
3847	Sena dos Quebradas Pereira N-VIGA - 03 - MODULO - 1	2022-11-01		49.2	94.2	0.408	18.97		1.92	2395	52190	28	0.98	26.8	273.5	II	5	
3848	Sena dos Quebradas Pereira N-COLUMNA -02-MODULO - 1	2022-11-01		49.4	84.5	0.373	19.13		1.71	2309	31470	16	0.97	15.9	162.3	II	3	
3849	Sena dos Quebradas Pereira N-COLUMNA-01 - MODULO - 1	2022-11-01		49.2	79.8	0.360	18.99		1.62	2377	43700	23	0.96	22.2	226.3	II	3	
3850	Sena dos Quebradas Pereira N-03-PEDESTAL-MODULO-1	2022-11-01		49.3	75.2	0.322	19.05		1.53	2249	32130	17	0.96	16.2	165.3	II	5	
												PROMEDIO						

TIPOS DE FALLA



CASO I



CASO II



Condición de humedad: Seco X Húmedo
Historia de acondicionamiento de humedad: Bolsa sellada Contenedor no absorbente
Tamaño máximo nominal del agregado en mm:
Condiciones ambientales: 23.1°C 50.2%HR

OBSERVACIONES: Tamaño máximo nominal del agregado: Información suministrada por el cliente

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	REVISÓ	ABROBÓ	
2022-11-25	Danilo Monroy	Ing. Diego Ramírez	
	Auxiliar de Ingeniería	Director de Laboratorio	FIRMA Y SELLO

Imagen 32. *Resultados ensayos de compresión núcleos.*

Con los resultados de estos núcleos se realiza un análisis estadístico por medio del criterio de Chauvenet para determinar la resistencia a la compresión del concreto presente en la edificación, dichos resultados se analizaron teniendo en cuenta.

Consultoría y Construcciones Civiles SAS

REPORTE DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOBRE NÚCLEOS DE CONCRETO

SENA

PROYECTO:	CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA
REALIZADO POR:	EIE ECHEVERRY INGENIERIA Y ENSAYOS SAS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MASA (g)	AREA (mm^2)	CARGA (N)	Altura (mm)	Diametro (mm)	RESISTENCIA A LA ROTURA (MPa)	RESISTENCIA A LA ROTURA (kg/cm^2)	relacion h/D	factor de correccion	Esfuerzo corregido (Mpa)
NC - 01 Modulo 2	424	1905	32770	99.40	49.30	17.2	175.41	2.02	0.98	16.86
NC - 02 Modulo 2	428	1897	52190	94.20	49.20	27.5	280.54	1.91	0.98	26.85
NV - 03 Modulo 2	373	1913	31470	84.50	49.40	16.5	167.75	1.71	0.97	15.97
NPedestal - 05 Mod 2	360	1899	43700	79.80	49.20	23.0	234.66	1.62	0.97	22.32
NPedestal - 04 Mod 1	322	1905	32130	75.20	49.30	16.9	171.99	1.53	0.96	16.22

**PARA DATOS MÁS DETALLADOS REMITIRSE AL ANEXO DE RESULTADOS DE LABORATORIO

TODOS

TOMA	UBICACIÓN	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido(Mpa)	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido (kg/cm^2)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (Mpa)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (kg/cm^2)
NC - 01 Modulo 2	COL MOD 2	16.9	171.90	19.6	200.3
NC - 02 Modulo 2	COL MOD 2	26.8	273.78		
NV - 03 Modulo 2	VIGA MOD 2	16.0	162.83		
NPedestal - 05 Mod 2	PED MOD 2	22.3	227.62		
NPedestal - 04 Mod 1	PED MOD 1	16.2	165.39		

COLUMNAS MODULO 2

TOMA	UBICACIÓN	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido(Mpa)	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido (kg/cm^2)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (Mpa)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (kg/cm^2)
NC - 01 Modulo 2	COL MOD 2	16.9	171.90	21.9	222.8
NC - 02 Modulo 2	COL MOD 2	26.8	273.78		

PEDESTALES

TOMA	UBICACIÓN	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (Mpa)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (kg/cm^2)
NPedestal - 05 Mod 2	PED MOD 2	22.3	227.62	19.3	196.5
NPedestal - 04 Mod 1	PED MOD 1	16.2	165.39		

TOMA	UBICACIÓN	f'c Mpa	CRITERIO DE RECHAZO Chauvenet	CRITERIO DE RECHAZO Resultado
1	NC - 01 Modulo 2	16.86	0.58	INCLUIR
2	NC - 02 Modulo 2	26.85	1.50	INCLUIR
3	NV - 03 Modulo 2	15.97	0.77	INCLUIR
4	NPedestal - 05 Mod 2	22.32	0.56	INCLUIR
5	NPedestal - 04 Mod 1	16.22	0.71	INCLUIR
Limite Criterio		1.65		

RESULTADOS

Desv est=	4.80	Promedio con datos rechazados (Mpa)	19.6
Prom=	19.64		
Varianza=	23.02	Promedio sin datos rechazados (Mpa)	19.6
Coef de variacion=	0.24		
Fc mínima (Mpa)=	15.97	RESISTENCIA (Mpa)	19.6
Fc máxima (Mpa)=	26.85		

Imagen 33. *Resultados calculo resistencia a la compresión por criterio de Chauvenet.*

Resultados:

Con los resultados de laboratorio del ensayo de fallo a compresión de los núcleos extraídos y luego del análisis estadístico por medio del criterio de Chauvenet, la resistencia a la compresión del concreto debe tomarse como 19.7MPa para los elementos de concreto de las estructuras.

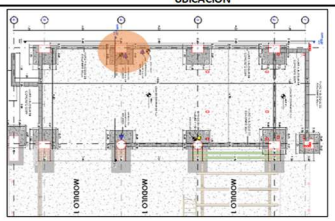
6.2.2 Ensayo de carbonatación en núcleos de concreto:

La carbonatación es un proceso corriente en el deterioro del hormigón y resulta de la reacción del hidróxido cálcico con el dióxido de carbono del aire, este proceso favorece la pérdida de la capa de recubrimiento activando el proceso de corrosión de las armaduras en presencia de agua y oxígeno. Para caracterizar el estado de conservación del hormigón de la estructura se realizó la verificación de la profundidad de carbonatación del material mediante la aplicación la aplicación de un indicador químico de fenolftaleína sobre los núcleos extraídos, cuando el hormigón reacciona con la fenolftaleína y se torna de color magenta se interpreta como NO CARBONATADO, en caso contrario el área no coloreada se supone como carbonatada y se mide el avance de este indicador en el núcleo.

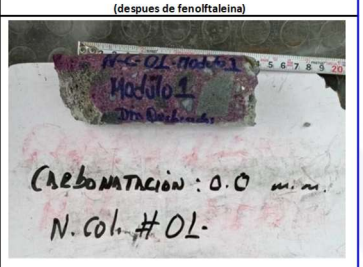
Consultoría y Construcciones Civiles SAS	REPORTE DE ENSAYO CARBONATACION EN NUCLEOS DE CONCRETO	SENA

LOCALIZACION	PISO 1 - Modulo 2
REALIZÓ	JORGE OLARTE
FECHA	oct-22
IDENTIFICACIÓN	NC - 01 Modulo 2

UBICACIÓN



REGISTRO FOTOGRAFICO

(antes de fenolftaleina)	(despues de fenolftaleina)
	

CARBONATACION

Carbonatacion:	No: **X**	Espesor Pañete	— mm
	Si:	Espesor Rec Concreto	20 mm
	Profundidad 0 mm		

Ensayo de laboratorio:

Resistencia a la Compresion: **X**
Velocidad de Pulso ultrasonico: ____
Modulo de elasticidad:
Densidad Asbsorcion y contenido de vacios permeables: ____

CRITERIO ACEPTACION

Carbonatación 0mm. ACEPTABLE/Tomar acción Preventiva

Tabla 4. *Ficha de información. Prueba de fenolftaleína en núcleos de concreto.*

Consultoría y Construcciones Civiles SAS	REPORTE DE ENSAYO DE CARBONATACION EN CAMPO	SENA

PROYECTO:	CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA
REALIZÓ:	JORGE OLARTE
FECHA:	OCTUBRE DE 2022

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	PROFUNDIDAD DE CARBONATACION (mm)	RECUBRIMIENTO (mm)	CRITERIO DE ACEPTACION
NC - 01 Modulo 2	0	20	ACEPTABLE/Tomar acción Preventiva
NC - 02 Modulo 2	28	60	Carbonatación 28mm. ACEPTABLE/Tomar acción Preventiva
NV - 03 Modulo 2	17	30	Carbonatación 17mm. ACEPTABLE/Tomar acción Preventiva
NPedestal - 05 Modulo 2	24	40	Carbonatación 24mm. ACEPTABLE/Tomar acción Preventiva
NPedestal - 04 Modulo 1	34	90	Carbonatación 34mm. ACEPTABLE/Tomar acción Preventiva

Tabla 5. *Reporte de ensayo de carbonatación.*

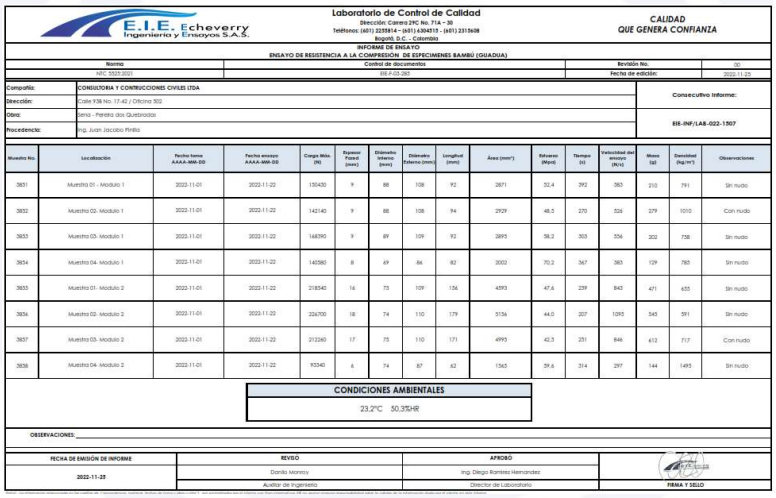
Resultados:

Se puede apreciar que el 80% de las muestras (4 de 5) presentan procesos de avance del frente de carbonatación. Esto permite inferir que en general el concreto de la edificación presenta procesos de carbonatación, aunque este frente carbonatado todavía no ha llegado al acero de refuerzo, por los recubrimientos encontrados en las

regatas de inspección, se debe continuar el mantenimiento regular de la edificación y tomar las acciones preventivas, para evitar que el frente siga avanzando y pueda generar procesos corrosivos en el acero de refuerzo.

6.2.1 Ensayo de compresión en muestras de guadua

Para la caracterización de los elementos de guadua se hace necesario la extracción de muestras para la determinación de la resistencia a la compresión. Este ensayo permite evaluar la resistencia de la guadua a partir de los especímenes obtenidos, esta evaluación se realiza cuando se desea conocer la resistencia a la compresión de los elementos de la estructura existente. La resistencia de los núcleos de concreto depende del grado de humedad al que está sometido, de la orientación hacia la cual fue extraído y de la ubicación del elemento.
En la exploración de campo se escogió la ubicación de un total de ocho (8) muestras, cuatro (4) de cada módulo, de los diferentes elementos que componen la edificación como vigas y columnas. Las muestras extraídas fueron identificados y llevados para evaluación a E.I.E. – ECHEVERRY INGENIERIA Y ENSAYOS S.A.S., para la determinación de resistencia a la compresión, los resultados obtenidos fueron los siguientes:



E.I.E. Echeverry Ingeniería y Ensayos S.A.S.

Laboratorio de Control de Calidad
Dirección: Carrera 29C No. 71A – 30
Teléfonos: (601) 2258514 – (601) 6304515 – (601) 2313698
Bogotá, D.C. – Colombia

CALIDAD QUE GENERA CONFIANZA

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES BAMBÚ (GUADUA)

Norma	Control de documentos	Revisión No.	00
NTC 5525:2021	EIE-F-03-285	Fecha de edición:	2022-11-23

Compañía:	CONSULTORIA Y CONTRUCCIONES CIVILES LTDA	Consecutivo Informe:
Dirección:	Calle 93B No. 17-42 / Oficina 502	
Obra:	Sena - Parelra dos Quetriados	EIE-INF/LAB-022-1507
Procedencia:	Ing. Juan Jacobo Pinilla	

Muestra No.	Localización	Fecha Ivmo AAAA-MM-DD	Fecha ensayo AAAA-MM-DD	Carga Máx. (N)	Espesor Pared (mm)	Diámetro Interno (mm)	Diámetro Externo (mm)	Longitud (mm)	Área (mm²)	Esfuerzo (Mpa)	Tiempo (s)	Velocidad del ensayo (N/s)	Masa (g)	Densidad (kg/m³)	Observaciones
3831	Muestra 01 - Modulo 1	2022-11-01	2022-11-22	130430	9	88	108	92	2871	52.4	392	383	210	791	Sin nudo
3832	Muestra 02- Modulo 1	2022-11-01	2022-11-22	142140	9	88	108	94	2929	48.5	270	526	229	1010	Con nudo
3833	Muestra 03- Modulo 1	2022-11-01	2022-11-22	148390	9	89	109	92	2895	58.2	303	556	202	758	Sin nudo
3834	Muestra 04- Modulo 1	2022-11-01	2022-11-22	140580	8	69	86	82	2002	70.2	367	383	129	783	Sin nudo
3835	Muestra 01- Modulo 2	2022-11-01	2022-11-22	218540	14	75	109	156	4393	47.6	239	843	471	655	Sin nudo
3836	Muestra 02- Modulo 2	2022-11-01	2022-11-22	226700	18	74	110	179	5156	44.0	207	1095	545	591	Sin nudo
3837	Muestra 03- Modulo 2	2022-11-01	2022-11-22	212260	17	75	110	171	4995	42.5	251	846	612	717	Con nudo
3838	Muestra 04- Modulo 2	2022-11-01	2022-11-22	93340	6	74	87	82	1365	39.6	314	297	144	1495	Sin nudo

CONDICIONES AMBIENTALES
23.2°C 50.3%HR

OBSERVACIONES: _____

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	REVISO	APROBÓ	
2022-11-25	Danila Marroy	Ing. Diego Ramirez Hernandez	FIRMA Y SELLO
	Auxiliar de Ingeniería	Director de Laboratorio	

Imagen 34. *Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en núcleos en concreto.*

Con los resultados de estos núcleos se realiza un análisis estadístico por medio del criterio de Chauvenet para determinar la resistencia a la compresión de la guadua presente en la edificación.

Consultoría y Construcciones Civiles SAS

REPORTE DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOBRE MUESTRAS DE GUADUA

SENA

PROYECTO:	CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA
FECHA	
REALIZADO POR:	EJE ECHEVERRY INGENIERIA Y ENSAYOS SAS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	MASA (g)	Espesor de la pared (mm)	OBSERVACIONES	AREA (mm²)	Altura (mm)	Diametro (mm)	relacion h/D	RESISTENCIA A LA ROTURA (MPa)	RESISTENCIA A LA ROTURA (kg/cm²)
Muestra 01 Modulo 1	210	9	Sin Nudo	2871	92.0	108	0.85	52.4	534.33
Muestra 02 Modulo 1	279	9	Con Nudo	2929	94.0	108	0.87	48.5	494.56
Muestra 03 Modulo 1	202	9	Sin Nudo	2895	92.0	109	0.84	58.2	593.48
Muestra 04 Modulo 1	129	8	Sin Nudo	2002	82.0	86	0.95	70.2	715.84
Muestra 01 Modulo 2	471	16	Sin Nudo	4593	156.0	109	1.43	47.6	485.39
Muestra 01 Modulo 2	545	18	Sin Nudo	5156	179.0	110	1.63	44.0	448.68
Muestra 01 Modulo 2	612	17	Con Nudo	4905	171.0	110	1.55	42.5	433.38
Muestra 01 Modulo 2	144	6	Sin Nudo	1565	62.0	87	0.71	59.6	607.75

**PARA DATOS MÁS DETALLADOS REMITIRSE AL ANEXO DE RESULTADOS DE LABORATORIO

TODOS

TOMA	UBICACIÓN	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c (Mpa)	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c (kg/cm²)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (Mpa)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (kg/cm²)
Muestra 01 Modulo 1	COL MOD 2	52.40	534.33	55.38	564.7
Muestra 02 Modulo 1	COL MOD 2	48.50	494.56		
Muestra 03 Modulo 1	VIGA MOD 2	58.20	593.48		
Muestra 04 Modulo 1	PED MOD 2	70.20	715.84		
Muestra 01 Modulo 2	PED MOD 1	47.60	485.39		

COLUMNAS MODULO 2

TOMA	UBICACIÓN	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c (Mpa)	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c (kg/cm²)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (Mpa)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (kg/cm²)
Muestra 01 Modulo 1	COL MOD 2	52.40	534.33	50.45	514.4
Muestra 02 Modulo 1	COL MOD 2	48.50	494.56		

PEDESTALES

TOMA	UBICACIÓN	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido(Mpa)	RESISTENCIA A LA ROTURA F'c corregido	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (Mpa)	PROMEDIO DE RESISTENCIA F'c (kg/cm²)
Muestra 04 Modulo 1	PED MOD 2	70.20	715.84	58.90	600.6
Muestra 01 Modulo 2	PED MOD 1	47.60	485.39		

TOMA	UBICACIÓN	f'c Mpa	CRITERIO DE RECHAZO Chauvenet	CRITERIO DE RECHAZO Resultado	RESULTADOS			
1	Muestra 01 Modulo 1	52.40	0.32	INCLUIR	Desv est=	9.28	Promedio con datos rechazados (Mpa)	55.38
2	Muestra 02 Modulo 1	48.50	0.74	INCLUIR	Prom=	55.38		
3	Muestra 03 Modulo 1	58.20	0.30	INCLUIR	Varianza=	86.08	Promedio sin datos rechazados (Mpa)	55.38
4	Muestra 04 Modulo 1	70.20	1.60	INCLUIR	Coef de variacion=	0.17		
5	Muestra 01 Modulo 2	47.60	0.84	INCLUIR	f'c mínima (Mpa)=	47.60	RESISTENCIA (Mpa)	55.38
Límite Criterio		1.65			f'c máxima (Mpa)=	70.20		

Imagen 35. *Resultados de ensayo de resistencia a la compresión en núcleos en concreto.*

En base a estos valores, se determina que las muestras podrían corresponder a la Var. Macana.

Resultados:

Con los resultados de laboratorio del ensayo de fallo a compresión de muestras de guadua y luego del análisis estadístico por medio del criterio de Chauvenet, la resistencia a la compresión corresponde a la angustifolia Var. Macana en seco, los valores de Fc y de Ec. Se tomarán como se indican en el capítulo G.12 de la NSR10.

6.2.2 Regatas y caracterización de acero de refuerzo:

Consiste en un proceso que permite determinar las características del acero de refuerzo trasversal y longitudinal mediante el retiro del recubrimiento del elemento. Se realizaron veintinueve (29) regatas, ocho (8) en elementos tipo viga, diez (10) en elementos tipo columna, dos (5) para caracterizar los elementos tipo losas (Entrepiso, escaleras), cuatro (4) en para caracterizar los muros de concreto y dos (2) para verificar la unión de la escalera metálica externa a la estructura.



Imagen 36. *Registro regatas para caracterización de refuerzo.*

Consultoría y Construcciones Civiles SAS	**REPORTE DE REGATAS**	SENA

PROYECTO	928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA
REALIZÓ	JO
FECHA	28/10/2022
IDENTIFICACIÓN	R7 - PEDESTAL 60X60 MOD 1

DATOS

Elemento:	PEDESTAL		**Ref. Transversal Zona central**	Separación:	15.0 cm
Piso o Nivel	1			Diámetro #:	3
Dimensiones:	60cm X 60cm		**Ref. Transversal Zona confinada**	Separación:	N/A
Ref. Longitudinal	Posición			Diámetro #:	N/A
	Cantidad:	3	**Long Zona confinada (m)**		
	Diámetro #:	5	**Recubrimiento:**	Pañete:	0.0 cm
Recubrimiento (cm):	Pañete:	0.0 cm		Concreto:	9.0 cm
	Concreto:	9.0 cm	**Tipo de refuerzo:**	Corrugado	
Tipo de refuerzo:	Corrugado		**Presenta corrosion**	No	

OBSERVACIONES

Pedestal de 60cm X 60cm bajo columnas de guadua, se encuentran 3 barras de acero corrugado #5 por cada cara, con estribos de confinamiento #3 separados cada 15cm. El acero se encuentra en buen estado, el recubrimiento del acero es de 9cm de concreto.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



COINCIDENCIA PLANOS HISTORICOS

No se cuenta con planos historicos la revision.

Tabla 6. *Ficha de Inspección de acero existente*

Consultoría y Construcciones Civiles SAS		INSPECCIÓN VISUAL DE ACERO DE REFUERZO - REGATAS						SENA
		PROYECTO	928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA					
		REALIZÓ	DPCB					
REFERENCIA		ELEMENTO	REFUERZO LONG.	REFUERZO TRANSVERSAL	RECUBRIMIENTO (cm)	REF LONGITUDINAL	REF TRANSVERSAL	OBSERVACIONES
R7 - PEDESTAL 60X60 MOD 1	CANTIDAD	PEDESTAL	3 por cara	c/ 15 cm	0cm de Pañete	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	Pedestal de 60cm X 60cm bajo columnas de guadua, se encuentran 3 barras de acero corrugado #5 por cada cara, con estribos de confinamiento #3 separados cada 15cm. El acero se encuentra en buen estado, el recubrimiento del acero es de 9cm de concreto.
	VARILLA #		#5	#3	9cm de Concreto			
RG Contrapiso MOD 1	CANTIDAD	Contrapiso	15.0 cm	15.0 cm	0cm de Pañete	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	Se encuentra losa de contrapiso de 8cm con una malla de 5mm de diametro en su parte inferior.
	VARILLA #		5mm	5mm	8cm de Concreto			
RColumna 01 - MOD 1	CANTIDAD	COLUMNA	3 por cara	Cada 10cm	0cm de Pañete	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	Se encuentra 2 barras #6 y 1 barra # 8 en la cara de 6cm, con estribos #3 corrugados cada 10cm. Acero en Buen estado, no se observan procesos de Oxidacion/corrosion.
	VARILLA #		2#6 y 1#8	#3	2cm de Concreto			
RColumna 02 - MOD 2	CANTIDAD	COLUMNA	2 por cara	Cada 20cm	0cm de Pañete	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	Se encuentra 2 barras #7 En medio perimetro, con estribos #3 circulares y corrugados cada 20cm. Acero en Buen estado, no se observan procesos de Oxidacion/corrosion.
	VARILLA #		7	#3	6cm de Concreto			
RViga 01 - MOD 2	CANTIDAD	VIGA	2 por cara	Cada 20cm	0cm de Pañete	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	Viga de 20X20cm co 2 barras #3 arriba y abajo, con estribos #2 corrugados cada 20cm. Acero en Buen estado, no se observan procesos de Oxidacion/corrosion.
	VARILLA #		3	#2	3cm de Concreto			
R8 - PEDESTAL 60X60 MOD 2	CANTIDAD	PEDESTAL	3 por cara	Cada 6cm	0cm de Pañete	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	Pedestal de 60cm X 60cm bajo columnas de guadua, se encuentran 3 barras de acero corrugado #5 por cada cara, con estribos de confinamiento #3 separados cada 6cm. El acero se encuentra en buen estado, el recubrimiento del acero es de 4cm de concreto.
	VARILLA #		5	#3	4cm de Concreto			
R Entrepiso MOD 2	CANTIDAD	Entrepiso	1 inferior			NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	NO HAY REGISTROS HISTÓRICOS	se encuentra loseta inferior de 2cm, Viguets de 18cm de ancho con 1 barra #4 inferior. Separacion de viguetas de 60cm entre viguetas, la altura de la vigueta interna es de 28cm.
	VARILLA #		#4					

Tabla 7. *Reporte regatas.*

Resultados

Con la inspección visual del acero de refuerzo se determinó que este es de tipo corrugado para el acero longitudinal y liso para el acero transversal, se encuentran en buen estado de conservación, por lo que se asume que el acero de la edificación tiene un esfuerzo de fluencia (f_y) de 420MPa, no se puede comparar las regatas pues no existen planos históricos, por lo que se debe determinar a través de estas y las detecciones magnéticas de refuerzo la cuantía presente en los elementos estructurales, para su evaluación en el análisis de vulnerabilidad. Los detalles de las regatas se pueden observar en los planos de levantamiento estructural.

6.2.3 Detección magnética de refuerzo:

Se usa un equipo especial de detección magnética para identificar la presencia de refuerzo y complementando con regatas se puede determinar si los elementos estructurales poseen la cuantía de refuerzo necesaria, las zonas de confinamiento y el recubrimiento del refuerzo.



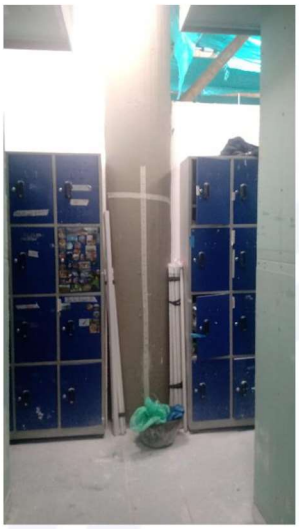
Imagen 37. *Equipo para Detección de refuerzo.*

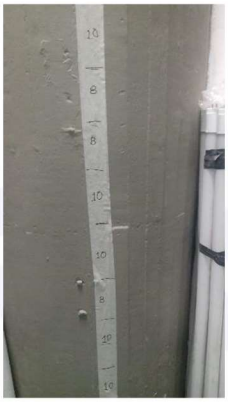
De la información extraída del equipo de detección magnética se procede a realizar una comparación con lo encontrado en planos y en las regatas realizadas a elementos similares. Todo esto se realiza en una ficha de recolección de la información para cada elemento.

Consultoría y Construcciones Civiles SAS	REPORTE DE DETECCION MAGNETICA DE REFUERZO		SENA
	PROYECTO	CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA	
	REALIZÓ	DC	
	FECHA	28/10/2022	
	IDENTIFICACIÓN	DR_01-COL H-4 Mod 2	

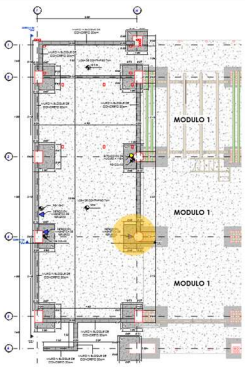
DATOS			
Elemento:	COLUMNA CIRCULAR	**Seccion:**	50cm Diam

REGISTRO FOTOGRAFICO







UBICACIÓN PLANTA	DESCRIPCIÓN
	Se encuentran recubrimientos mayores a 6cm, Separacion de estribos aprox de 20cm.

COINCIDENCIA PLANOS HISTORICOS

No se encuentran planos historicos para comparacion

Tabla 8. *Ficha de análisis. Detección magnética de acero de refuerzo.*

Consultoría y Construcciones Civiles SAS	DETECCION MAGNETICA DE ACERO DE REFUERZO					SENA
	PROYECTO	CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA				
	REALIZÓ	DC				
REFERENCIA	ELEMENTO	SECCION	NIVEL	ZONA CENTRAL	ZONA CONF.	CONCORDANCIA CON PLANOS
DR_01-COL H-4 Mod 2	COLUMNA CIRCULAR	50cm Diam	PISO 1	Estribos c/20cm	Estribos c/20cm	No se encontraron planos historicos para comparacion
DR_02-COL I-04 Mod 2	COLUMNA	40X60cm	PISO 1	3 barras de Ref Longitudinal Estribos c/ 8cm	3 barras de Ref Longitudinal Estribos c/ 8cm	No se encontraron planos historicos para comparacion
DR_03-Mcontencion Mod 2	MURO CONTENCION	e=20cm	PISO 1	Ref. Vertical en cada perforacion del bloque	Ref. Vertical en cada perforacion del bloque	No se encontraron planos historicos para comparacion

Tabla 9. *Reporte detección magnética de refuerzo.*

Resultados:

No se cuenta con planos históricos de la estructura para comparación, esta información se debe comparar con los resultados de las regatas de inspección para generalizar la cuantía de acero de refuerzo presente en los elementos estructurales.

6.2.1 Determinación Del Índice Esclerométrico

El ensayo Esclerométrico o índice de rebote mediante esclerómetro es una prueba mecánica no destructiva de la resistencia del hormigón. Patentado como martillo SCHMIDT, siendo su valor «R» (índice de rebote) una unidad adimensional que relaciona la dureza superficial del hormigón con su resistencia de modo experimental. Como se trata de un instrumento totalmente manual debemos "cargar" el émbolo para enviarlo con una energía de impacto fija. Para ello se presiona el mismo sobre la superficie del hormigón, una vez el émbolo llega a un determinado punto un resorte lo libera y golpea el hormigón, el émbolo golpea sobre la superficie y dependiendo de la dureza de misma, rebota con mayor o menor fuerza. Es la respuesta de rebote la que desplaza una guía sobre un visor escalado (de 10 a 100) y consigue la medición. Ese valor es adimensional y arbitrario ya que depende de la energía almacenada en el resorte y la masa utilizada.

Los ensayos se realizaron usando la metodología propuesta en ASTM-C 805. Los resultados de las esclerometrías se analizan en una ficha que recopila las lecturas obtenidas.

Las pruebas de golpe de esclerómetro se realizaron a los elementos seleccionados en la estructura. En total se realizaron cuatro (4) pruebas de golpe a lo largo de la edificación.

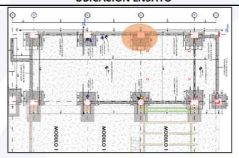
Consultoría y Construcciones Civiles SAS	ENSAYO ESCLERÓMETRO	SENA
	PROYECTO: CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA	
	REALIZÓ D.C	
	FECHA NOV 2022	

IDENTIFICACION DEL PUNTO	COLUMNA I-03 Modulo 2
LOCALIZACION	Dosquebradas/Risaralda
ANGULO	0° - HORIZONTAL
CONDICIÓN	SECO
INSTRUMENTO	ESCLEREMETRO DRC - REF.TAM100
CERO DEL INSTRUMENTO (und)	10

GOLPE	LECTURA
1	32
2	32
3	33
4	33
5	34
6	34
7	34
8	34
9	35
10	35
11	35
12	36
13	36
14	36
15	38
16	38

PROCESAMIENTO		
DATOS	R	34.6
33	VALOR DE CARTA (MPa)	30.41
34		
34	Error Estadístico Esclerómetro (+/-)	0.196
34		
34	Valor Estadístico 1	24.4
35	Valor Estadístico 2	36.4
35	Valor Tomado	24.4
35	Resistencia Especificada (Mpa)	n/a
36		
36	% de Resistencia	n/a

UBICACIÓN ENSAYO



REGISTRO FOTOGRAFICO



Tabla 10. *Ficha técnica ensayo de esclerometría, toma 5 Columna E-03 Piso 5*

Realizados los ensayos a lo largo de la estructura, se procede a usar el criterio de Chauvenet para el procesamiento de los datos obtenidos en los ensayos, esto con el fin de eliminar datos atípicos, y definir la resistencia a la compresión del material de los elementos estructurales ensayados.

Consultoría y Construcciones Civiles SAS	ENSAYO ESCLERÓMETRO NTC 3692 - PROCESAMIENTO DE DATOS POR EL CRITERIO DE CHAUVENET	SENA
	PROYECTO	CYC 928 EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA
	REALIZÓ	DPCB
	FECHA	NOV 2022

TOMA	UBICACIÓN	N° DE REBOTE	f'c	CRITERIO DE RECHAZO	
			Mpa	Chauvenet	Resultado
1	COLUMNA I-03 Modulo 2	34.60	24.44	1.02	INCLUIR
2	COLUMNA H-03 Modulo 2	29.70	20.64	0.04	INCLUIR
3	Pedestal M-05 Modulo 2	22.60	15.18	1.37	INCLUIR
4	Viga Modulo 2	31.10	21.71	0.31	INCLUIR
Límite Criterio		1.56			

ANALISIS			
Desv est=	3.9	PROMEDIO CON DATOS RECHAZADOS (Mpa)	20.49
Prom=	20.5		
Varianza=	15.1	PROMEDIO SIN DATOS RECHAZADOS (Mpa)	20.49
Coef de variación=	0.2		
f'c mínima (Mpa)=	15.2	RESISTENCIA COLUMNAS (Mpa)	20.5
f'c máxima (Mpa)=	24.4		

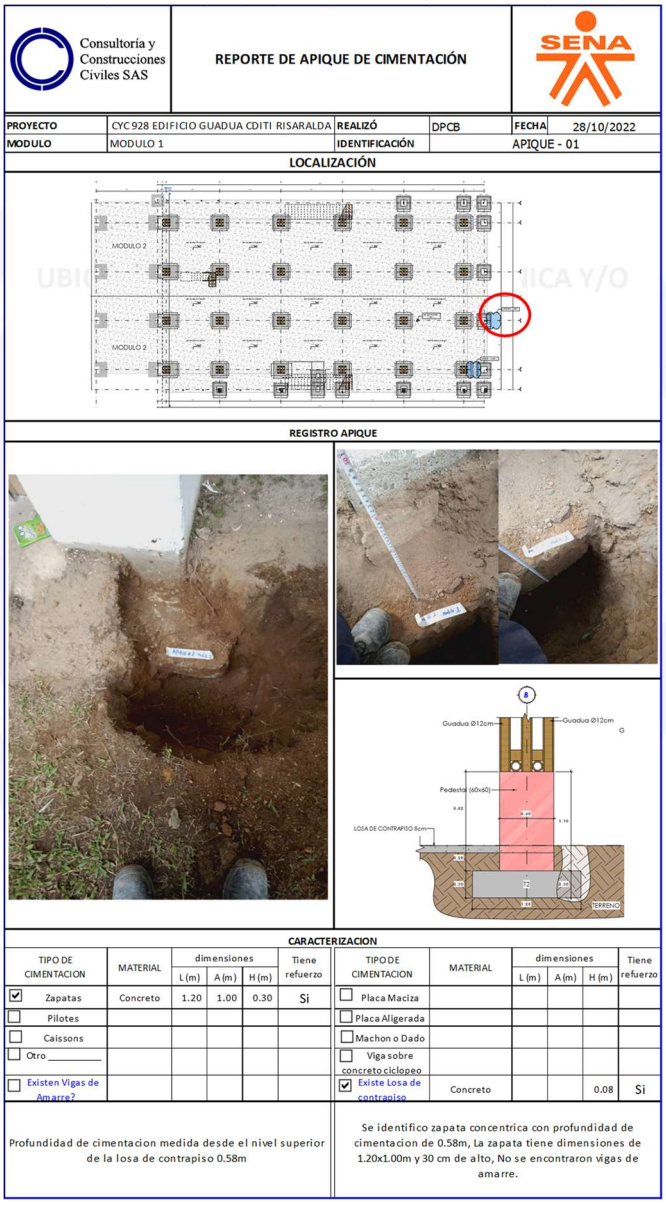
Tabla 11. *Resumen ensayos de esclerometría*

Resultados:

De los ensayos realizados, y según el criterio usado para procesar la información, no se descartó ninguna toma, y se agruparon por elementos estructurales para mejorar el análisis de la información, la resistencia a la compresión en general de los elementos es de 20.5MPa. Este valor se debe comparar con el obtenido en núcleos para determinar la resistencia a la compresión de los elementos de concreto.

6.2.2 Apiques para cimentación

Para la caracterización de la cimentación de la estructura se realizaron dos (2), para la inspección visual de la cimentación existente en la edificación, estos apiques se ubicaron en zonas donde fuera posible apreciar el sistema de cimentación existente. Para lograr la inspección se realizan excavaciones manuales, hasta tener a la vista la mayor cantidad de elementos de la cimentación, de la cual el operario debió tomar medidas y realizar registro fotográfico, para luego completar con esta información una ficha de inspección.



Consultoría y Construcciones Civiles SAS — REPORTE DE APIQUE DE CIMENTACIÓN — SENA

PROYECTO	CYC 928 EDIFICIO GUADUA CDITI RISARALDA	REALIZÓ	DPCB	FECHA	28/10/2022
MODULO	MODULO 1	IDENTIFICACIÓN	APIQUE - 01		

LOCALIZACIÓN

REGISTRO APIQUE

CARACTERIZACION

TIPO DE CIMENTACION	MATERIAL	dimensiones L (m)	dimensiones A (m)	dimensiones H (m)	Tiene refuerzo	TIPO DE CIMENTACION	MATERIAL	dimensiones L (m)	dimensiones A (m)	dimensiones H (m)	Tiene refuerzo
☑ Zapatas	Concreto	1.20	1.00	0.30	Si	☐ Placa Maciza					
☐ Pilotes						☐ Placa Aligerada					
☐ Caissons						☐ Machon o Dado					
☐ Otro _____						☐ Viga sobre concreto ciclopeo					
☐ Existen Vigas de Amarre?						☑ Existe Losa de contrapiso	Concreto			0.08	Si

Profundidad de cimentacion medida desde el nivel superior de la losa de contrapiso 0.58m

Se identifico zapata concentrica con profundidad de cimentacion de 0.58m, La zapata tiene dimensiones de 1.20x1.00m y 30 cm de alto, No se encontraron vigas de amarre.

Imagen 38. *Ficha de inspección de la cimentación existente*

Resultados:

Con los apiques para la inspección visual de la cimentación y la exploración directa se pudo determinar que está conformada por zapatas concéntricas de entre 1.0m a 1.3m de lado, la profundidad de cimentación para estas zapatas es de entre 30cm y 50cm.

6.2.3 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también sus variaciones y alteraciones, se denomina a este acopio de datos o plano que refleja al detalle y sirve como instrumento para la referencia del levantamiento estructural de la edificación existente.
Para esto, se realizó la visita al predio en donde con ayuda de equipos especializados se tomó la información de los linderos, las edificaciones colindantes, los elementos representativos de la edificación en estudio para verificar su ubicación. SE realizaron control de verticalidad en columnas, perfiles y curvas de nivel para ubicar la edificación en su entorno geográfico.

Verticalidad en columnas

Desde el DELTA-01 se materializaron y referenciaron 5 Deltas alrededor del edificio, desde allí se realizaron lecturas a cada una de las 8 Columnas en los 2 módulos, la lectura se realizó a la base del vértice visible interno de cada una de las Columnas, de la misma forma para los entre pisos y vértices superiores.

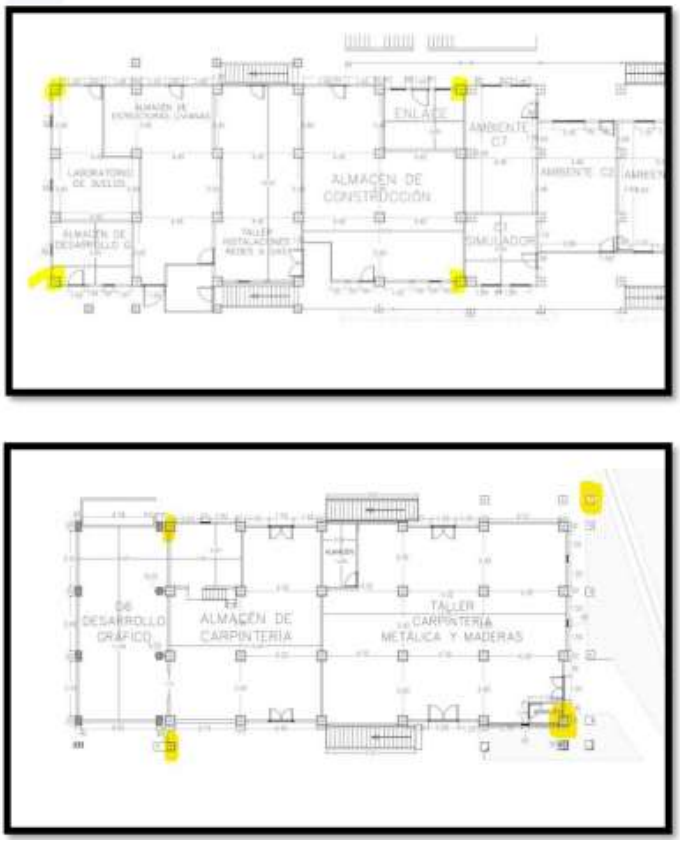


Imagen 39. *Columnas con control de verticalidad*

Módulo 2

COLUMNA 1

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093101.422	4702655.970
ALT/INCLINACIÓN	2,50 metros	0%
ENTREPISO	2093101.422	4702655.970
ALT/INCLINACIÓN	3,98 metros	0%
SUPERIOR	2093101.422	4702655.970

COLUMNA 2

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093089.296	4702659.351
ALT/INCLINACIÓN	2,50 metros	0%
ENTREPISO	2093096.600	4702684.655
ALT/INCLINACIÓN	3,98 metros	0%
SUPERIOR	2093096.600	4702684.655

COLUMNA 3

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093082.571	4702636.050
ALT/INCLINACIÓN	2,50 metros	0%
ENTREPISO	2093082.571	4702636.050
ALT/INCLINACIÓN	2,98 metros	0%
SUPERIOR	2093082.571	4702636.050

COLUMNA 4

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093094.663	4702632.599
ALT/INCLINACIÓN	2,30 metros	0%
ENTREPISO	2093094.663	4702632.599
ALT/INCLINACIÓN	3,90 metros	0%
SUPERIOR	2093094.663	4702632.599

Módulo 1

COLUMNA 1

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093110.710	4702682.129
ALT/INCLINACIÓN	3,90 metros	0%
ENTREPISO	2093110.710	4702682.129
ALT/INCLINACIÓN	3,90 metros	0%
SUPERIOR	2093110.710	4702682.129

COLUMNA 2

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093096.600	4702684.655
ALT/INCLINACIÓN	3,90 metros	0%
ENTREPISO	2093096.600	4702684.655
ALT/INCLINACIÓN	3,90 metros	0%
SUPERIOR	2093096.600	4702684.655

COLUMNA 3

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093089.463	4702659.928
ALT/INCLINACIÓN	2,30 metros	0%
ENTREPISO	2093089.463	4702659.928
ALT/INCLINACIÓN	2,98 metros	0%
SUPERIOR	2093089.463	4702659.928

COLUMNA 4

VERTICE	NORTE	ESTE
BASE	2093101.588	4702656.546
ALT/INCLINACIÓN	2,30 metros	0%
ENTREPISO	2093101.588	4702656.546
ALT/INCLINACIÓN	3,90 metros	0%
SUPERIOR	2093101.588	4702656.546

Imagen 40. *Resultados Verticalidades Módulos 1 y 2*

Resultados:

Según los datos del levantamiento topográfico, no se observan deviaciones en las verticalidades de los elementos tipo columna que sean de consideración.

Registro fotográfico



Imagen 41.



Imagen 42.

enci

a

para

topo

grafí

a.



Imagen 43. *Verticalidades en columnas.*

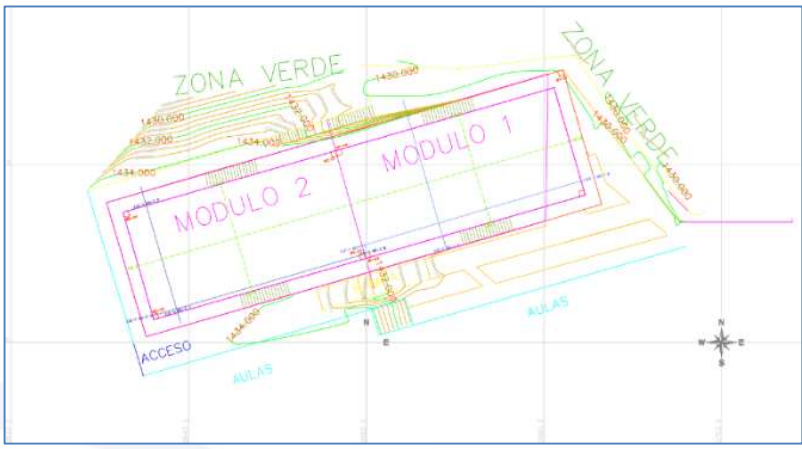


Imagen 44. *Plano topográfico de localización edificio guadua CDITI.*

7 ESTUDIO GEOTECNICO

Se realizó un estudio de suelos con el objetivo de evaluar la situación de la edificación con respecto a su cimentación desde el punto de vista geotécnico y establecer las recomendaciones de reforzamiento para la estructura. Se Realizaron 4 perforaciones con una profundidad de 25 metros en la primera perforación, 15 metros en la segunda, 6 metros en la tercera y cuarta perforación, para la debida caracterización mecánica de las propiedades del suelo, adicionalmente se realizaron ensayos de laboratorio para la determinación de propiedades del subsuelo tales como: humedad natural, granulometría, límites de Atterberg, etc.



Imagen 45. *Localización de las perforaciones a nivel local*

Geología

La geología del municipio de Dosquebradas fue realizada en la década de los 90 por personal adscrito al INGEOMINAS, entidad estatal encargada de las funciones de conocimiento en temas minero-energéticos en Colombia y que posteriormente se descentralizaría en otras entidades según la naturaleza del sector a tratar. Posteriormente, el mapa geológico fue actualizado por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER entre el 2000 y 2003. Por último, el municipio de Dosquebradas con fines de forma y no de fondo, ha realizado productos derivados de la información original mencionada en los presentes antecedentes.

La geología es uno de los componentes abióticos que tiene una relación directa frente a los diferentes procesos erosivos que se dan sobre un área específica. Esto debido a que las características de las unidades geológicas tales como tipo de roca, estado de meteorización, fracturamiento y demás, permiten el entendimiento de los procesos. Por ello se recurrió a la memoria explicativa a escala 1:200.000 de Pereira, en el cual se encuentra el mapa generalizado de Risaralda que incluye al municipio de Dosquebradas y las unidades geológicas que allí afloran.

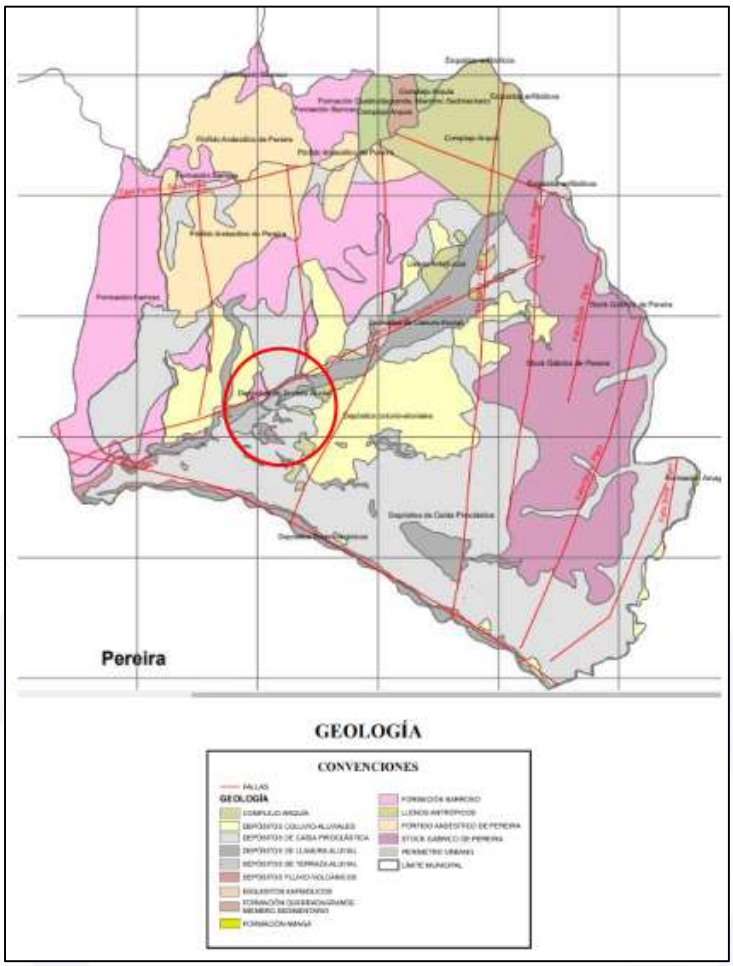


Imagen 46. *Mapa Geológico de Dosquebradas*

Resultados:

En el sitio estudiado, la formación predominante del sector son los depósitos suelo natural, donde se presentan en superficie depósitos de caída piro clástica seguida de suelos residuales.

En términos generales los depósitos de la zona de estudio corresponden a suelos de consistencia media a alta.

Los parámetros dinámicos necesarios para el diseño de las fundaciones deben ser los contemplados en la Norma en lo que tiene que ver con las zonas de riesgo sísmico alto.

El perfil de suelo típico corresponde al D, siempre y cuando las cimentaciones superen los materiales relleno

Debido a que el lote se ubica sobre una zona urbana intervenida, se presentan vegetación o especies arbustivas que pueden llegar afectar las futuras fundaciones del proyecto por lo cual sus sistemas radiculares deben ser evaluados con el fin de ver con no interfieran con la cimentación existente o propuesta.

El nivel de las aguas freáticas no se detectó en las perforaciones, durante la realización de las perforaciones.

8 ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SISMICA

Este estudio consiste en analizar y establecer el grado de vulnerabilidad de la construcción identificando la capacidad de la estructura frente a condiciones de uso, las solicitaciones de diseño contempladas en la NSR-10 en el titulo A.10 y los eventos extremos que se puedan presentar, a través de los cuales se determina el grado de daño de los elementos para posteriormente proponer y diseñar las alternativas de reforzamiento en caso de requerirse.

Se debe realizar la identificación de los materiales usados para la construcción del edificio, las dimensiones y el estado es el que se encuentran los elementos estructurales que componen el sistema de resistencia sísmica, la identificación de cargas en las que se incluyen las cargas vivas que corresponden al uso de cada espacio de la edificación y su distribución en cada planta y se encuentran especificadas en el titulo B de la NSR-10, las cargas muertas corresponden al peso mismo de la estructura y de todos los elementos fijos que componen al edificio como son vigas, columnas, placas de entrepiso, cubierta, muros, escaleras, vidrios, acabados entre otros, también las cargas sísmicas que dependen de la zona de amenaza sísmica, el tipo de suelo y del sistema estructural de la construcción, a estas se deben incluir cargas naturales de viento y de granizo.

El estudio de vulnerabilidad debe tener como resultado el índice de flexibilidad por derivas y por deflexiones y el índice de sobreesfuerzo por cargas verticales y por carga de sismo en todos los elementos estructurales. También se analiza la resistencia de la estructura ante un incendio.

8.1 Índice de flexibilidad por derivas.

Se utilizó el espectro de aceleraciones con un coeficiente de importancia de I = 1.0 para hallar los desplazamientos horizontales y posteriormente para calcular las derivas de piso para cada uno de los puntos de las estructuras. Una vez calculadas las derivas se calculó el índice de flexibilidad de cada uno de los puntos comparando el valor obtenido con el valor máximo de 1 %hpi.

Se utilizó el espectro de aceleraciones de Umbral de daño según la zona de amenaza sísmica y los parámetros donde se ubica la edificación para hallar los desplazamientos horizontales y posteriormente para calcular las derivas de piso para cada uno de los puntos de las estructuras. Una vez calculadas las derivas se calculó el índice de flexibilidad de cada uno de los puntos comparando el valor obtenido con el valor máximo de 0.4%hpi.

8.1.1 Módulo 1:

Es evaluado en cada nivel del edificio y el mayor de estos corresponde al índice de flexibilidad de la estructura, este depende de los desplazamientos horizontales obtenidos en los resultados de la modelación de la estructura.

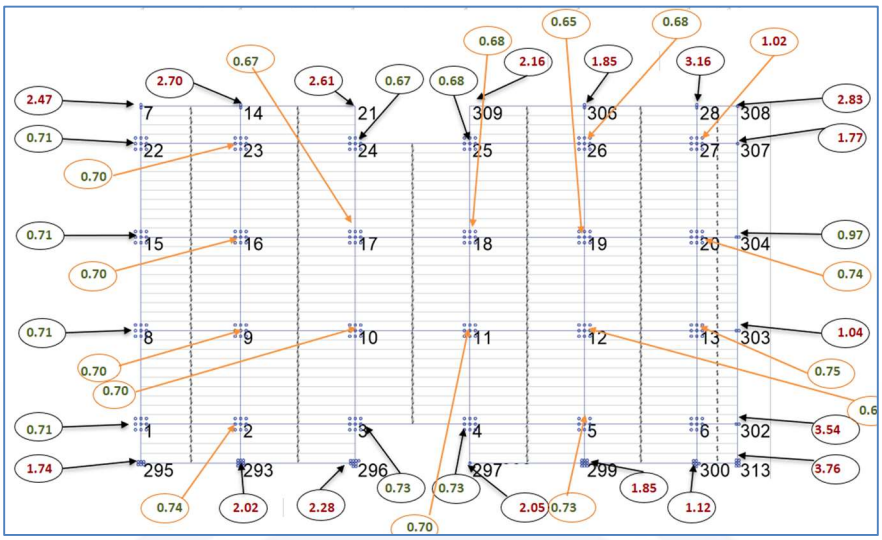


Imagen 47. *Índice de flexibilidad por derivas.*

El índice de flexibilidad asociado a la deriva máxima se presenta con un índice de 3.76 en las esquinas en la intersección del eje A-06

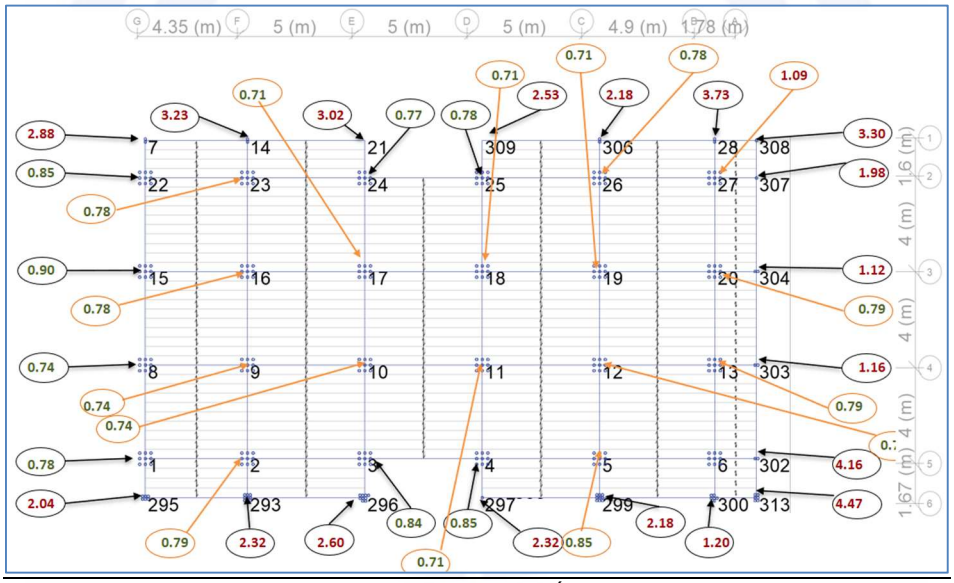


Imagen 48. *Índice de flexibilidad por derivas UMBRAL DE DAÑO*

El índice de flexibilidad asociado a la deriva máxima se presenta con un índice de 4.47 en las esquinas en la intersección del eje A-06 de la edificación.

8.1.2 Módulo 2:

Es evaluado en cada nivel del edificio y el mayor de estos corresponde al índice de flexibilidad de la estructura, este depende de los desplazamientos horizontales obtenidos en los resultados de la modelación de la estructura.

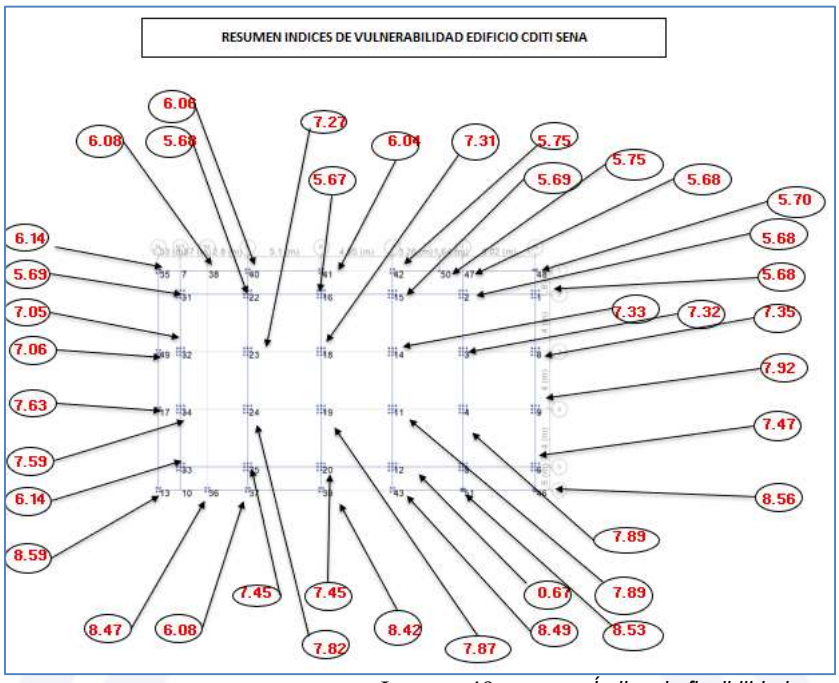


Imagen 49. *Índice de flexibilidad por derivas.*

El índice de flexibilidad asociado a la deriva máxima se presenta con un índice de 8.59 en las esquinas en la intersección del eje N-06 de la edificación.

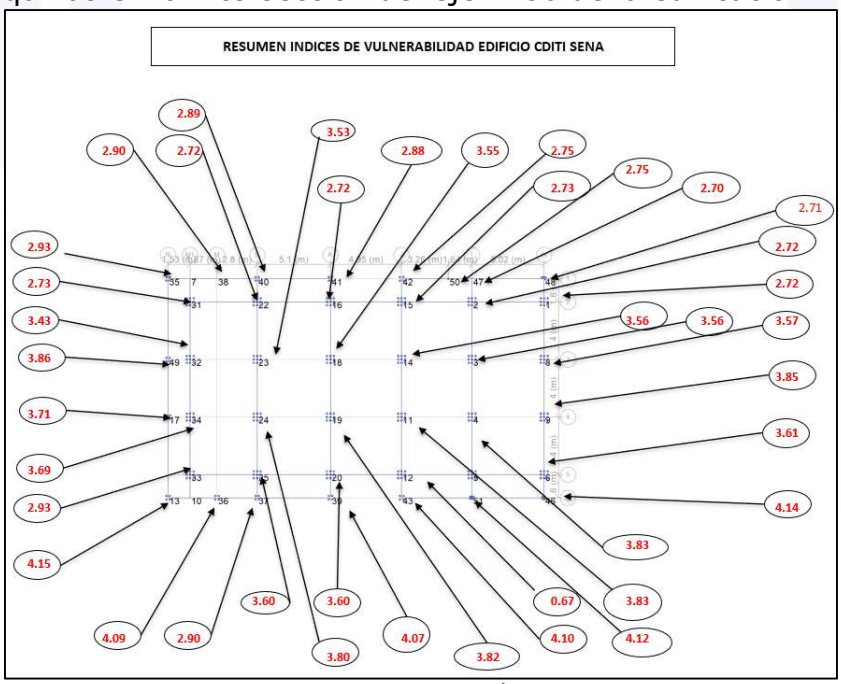


Imagen 50. *Índice de flexibilidad por derivas UMBRAL DE DAÑO*

El índice de flexibilidad asociado a la deriva máxima se presenta con un índice de 4.15 en las esquinas en la intersección del eje N-06 de la edificación

8.2 Índice de flexibilidad por deflexiones

Se evalúa la susceptibilidad de la estructura a tener deflexiones verticales excesivas, con respecto a las permitidas por el reglamento, para esto se analizan las deflexiones a largo plazo de las viguetas, vigas de carga y de rigidez que conforman el entrepiso de la edificación, esto permite determinar en qué grado la edificación es vulnerable a tener deflexiones en su losa de entrepiso. Según el análisis realizado a las losas aligeradas de entrepiso presentes en el EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA son susceptibles a tener deflexiones a largo plazo en las vigas de rigidez internas y su índice de flexibilidad por deflexiones máximo.

Módulo 1:

Consultoría y Construcciones Civiles Ltda.

CALCULO DE DEFLEXIONES PARA VIGAS CONTINUAS

Proyecto:	928 VULN SENA RISARALDA
Realizó:	DC-LB-AU
Contiene:	Cálculo de deflexiones vigas
Fecha:	7/12/2022
Versión:	VA

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA VIGA

D_e:	0.12 m
e:	0.015 m
long	4.00 m
Inercia	0.009908 m4
Uso	VIGA DE CARGA
seccion de analisis	VGA 4 GUADUA CARGA

CARGAS

-Muerta:		-Muerta total:	2.86 KN/m
Por m²:	0.57 KN/m²	Aferencia:	5.00 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viva:		-Viva total:	10.0 KN/m
Por m²:	2.00 KN/m²	Aferencia:	5.00 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viento:		-Viento total:	0.00 KN/m
Por m²:	0.00 KN/m²	Aferencia:	5.00 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		

COEFICIENTES DE MODIFICACION PARA MODULO DE ELASTICIDAD

POR HUMEDAD	C_M 0.97	G.12.7.8	$E_{0.5}$	9500 MPa CH=14%
POR TERMERATURA	C_T 1.00	G.12.7.7	$E'_{0.5}$ ETABS	9215 MPa CH= 90%
EFECTO DEL CORTANTE				

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

G.12.8.9.6 Para los elementos con relacion de $l/D_e \leq 15$ se debe realizar una correccion por cortante (C_v) para el modulo de elasticidad promedio

l/D_e	C_v
33.3	1

Luz de diseño

G.12.8.8 La luz de diseño considerada para vigas con apoyo simple, o en voladizo, sera la luz libre entre caras de soporte mas la mitad de la longitud de apoyo en cada extremo. En el caso de vigas cotinuas la luz de diseño considerada sera la distancia centro a centro de apoyos.

Modulo de Elasticidad

G.12.7.3 Para el analisis de elementos estructurales se debe utilizar $E_{0.5}$, como modulo de elasticidad del material. El E_{min} se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas (C_L) y de columnas(C_P). El $E_{0.05}$ se debe utilizar para calcular las deflexiones cuando las condiciones de servicio sean criticas o requieran un nivel de seguridad superior al promedio. En todo caso, la escogencia del modulo de elasticidad indicado dependera del criterio del ingeniero calculista.

G.12.8.9.2 las delfexiones en elementos de guadua se deben calcular de acuerdo a las formulas de la teroia elastica tradicional, se debe considerar la deflexion producida por la flexion y si el caso de analisis lo amerita se debe realizar una correcion del modulo de elasticidad $E'_{0.5}$ por cortante (G).

G.12.8.9.3 para el calculo de la deflexion en vigas simplemente apoyadas se utilizaran las formulas de la tabla **G.12.8-1**

Carga puntual en el centro de la luz		Carga distribuida	
$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI} K$	(G.12.8-2)	$\Delta = \frac{5}{384}\frac{\omega l^4}{EI} K$	(G.12.8-3)

CALCULO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas	Viento o Granizo	Cargas totales	Modulo E	
Carga distribuida	4.06 mm	0.00 mm	7.83 mm	9215 MPa	E'0.5

DEFLEXIONES ADMISIBLES

G.12.8.9.4 Las deflexiones admisibles estaran limitadas a los valores de la **tabla G.12.8-2**

	Cargas vivas		Viento o Granizo	Cargas totales	
Elementos de techo /Cubiertas					
N/A	-	-	-	-	
Entrepisos					
elementos de entrepiso	11.11 mm	l/360	-	16.67 mm	l/240
Muros exteriores					
N/A	-	-	-	-	

CHEQUEO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas (L)	Viento o Granizo	Cargas totales (D+L+V)
Δcalculada ≤ Δadmisible	CUMPLE	-	CUMPLE
INDICE δTotal /δadmisible	0.37	-	0.47

Imagen 51. *Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de carga*

Consultoría y Construcciones Civiles Ltda.

CALCULO DE DEFLEXIONES PARA VIGAS CONTINUAS

Proyecto:	928 VULN SENA RISARALDA
Realizó:	DC-LB-AU
Contiene:	Cálculo de deflexiones vigas
Fecha:	7/12/2022
Versión:	VA

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA VIGA

D_e:	0.12 m
e:	0.015 m
long	5.00 m
Inercia	0.096492 m4
Uso	VIGA DE RIGIDEZ EXTERNA
seccion de analisis	VGA 2 GUADUA RIGIDEZ

CARGAS

-Muerta:		-Muerta total:	1.33 KN/m
Por m²:	0.46 KN/m²	Aferencia:	2.90 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viva:		-Viva total:	14.5 KN/m
Por m²:	5.00 KN/m²	Aferencia:	2.90 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viento:		-Viento total:	0.00 KN/m
Por m²:	0.00 KN/m²	Aferencia:	2.90 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		

COEFICIENTES DE MODIFICACION PARA MODULO DE ELASTICIDAD

POR HUMEDAD	C_M 0.97	G.12.7.8
POR TERMERATURA	C_T 1.00	G.12.7.7
EFECTO DEL CORTANTE		

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$E_{0.5}$	9500 MPa CH=14%
$E'_{0.5}$ ETABS	9215 MPa CH= 90%

G.12.8.9.6 Para los elementos con relacion de $l/D_e \leq 15$ se debe realizar una correccion por cortante (C_v) para el modulo de elasticidad promedio

l/D_e 41.7 | C_v 1

Luz de diseño

G.12.8.8 La luz de diseño considerada para vigas con apoyo simple, o en voladizo, sera la luz libre entre caras de soporte mas la mitad de la longitud de apoyo en cada extremo. En el caso de vigas cotinuas la luz de diseño considerada sera la distancia centro a centro de apoyos.

Modulo de Elasticidad

G.12.7.3 Para el analisis de elementos estructurales se debe utilizar $E_{0.5}$, como modulo de elasticidad del material. El E_{min} se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas (C_L) y de columnas(C_P). El $E_{0.05}$ se debe utilizar para calcular las deflexiones cuando las condiciones de servicio sean criticas o requieran un nivel de seguridad superior al promedio. En todo caso, la escogencia del modulo de elasticidad indicado dependera del criterio del ingeniero calculista.

G.12.8.9.2 las delfexiones en elementos de guadua se deben calcular de acuerdo a las formulas de la teroia elastica tradicional, se debe considerar la deflexion producida por la flexion y si el caso de analisis lo amerita se debe realizar una correcion del modulo de elasticidad $E'_{0.5}$ por cortante **(G)**.

G.12.8.9.3 para el calculo de la deflexion en vigas simplemente apoyadas se utilizaran las formulas de la tabla **G.12.8-1**

Carga puntual en el centro de la luz		Carga distribuida	
$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI} K$	(G.12.8-2)	$\Delta = \frac{5}{384}\frac{\omega l^4}{EI} K$	(G.12.8-3)

CALCULO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas	Viento o Granizo	Cargas totales	Modulo E	
Carga distribuida	1.84 mm	0.00 mm	3.02 mm	9215 MPa	E'0.5

DEFLEXIONES ADMISIBLES

G.12.8.9.4 Las deflexiones admisibles estaran limitadas a los valores de la **tabla G.12.8-2**

	Cargas vivas		Viento o Granizo	Cargas totales	
Elementos de techo /Cubiertas					
N/A	-	-	-	-	
Entrepisos					
elementos de entrepiso	13.89 mm	l/360	-	20.83 mm	l/240
Muros exteriores					
N/A	-	-	-	-	-

CHEQUEO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas (L)	Viento o Granizo	Cargas totales (D+L+V)
Δcalculada ≤ Δadmisible	CUMPLE	-	CUMPLE
INDICE δTotal /δadmisible	0.13	-	0.14

Imagen 52. *Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de carga*

Módulo 2:

Consultoría y Construcciones Civiles Ltda.

CALCULO DE DEFLEXIONES PARA VIGAS CONTINUAS

Proyecto:	928 VULN SENA RISARALDA MOD 2
Realizó:	DC-CL-CS
Contiene:	Cálculo de deflexiones vigas
Fecha:	15/12/2022
Versión:	VA

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA VIGA



D_e:	0.12 m
e:	0.015 m
long	4.00 m
Inercia	0.009908 m4
Uso	VIGA DE CARGA
seccion de analisis	VGA 4 GUADUA CARGA

CARGAS

-Muerta:		***-Muerta total:***	2.78 KN/m
Por m²:	0.55 KN/m²	Aferencia:	5.03 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viva:		***-Viva total:***	10.1 KN/m
Por m²:	2.00 KN/m²	Aferencia:	5.03 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viento:		***-Viento total:***	0.00 KN/m
Por m²:	0.00 KN/m²	Aferencia:	5.03 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		

COEFICIENTES DE MODIFICACION PARA MODULO DE ELASTICIDAD

POR HUMEDAD	C_H 0.97	G.12.7.8	
POR TERMERATURA	C_T 1.00	G.12.7.7	
EFECTO DEL CORTANTE			

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$E_{0.5}$	9500 MPa CH=14%
$E'_{0.5}$ ETABS	9215 MPa CH=14%

G.12.8.9.6 Para los elementos con relacion de $l/D_e \leq 15$ se debe realizar una correccion por cortante (C_c) para el modulo de elasticidad promedio

l/D_e 33.3	C_c 1

Luz de diseño

G.12.8.8 La luz de diseño considerada para vigas con apoyo simple, o en voladizo, sera la luz libre entre caras de soporte mas la mitad de la longitud de apoyo en cada extremo. En el caso de vigas cotinuas la luz de diseño considerada sera la distancia centro a centro de apoyos.

Modulo de Elasticidad

G.12.7.3 Para el analisis de elementos estructurales se debe utilizar $E_{0.5}$, como modulo de elasticidad del material. El E_{min} se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas ($C_{L)}$ y de columnas(C_P). El $E_{0.05}$ se debe utilizar para calcular las deflexiones cuando las condiciones de servicio sean criticas o requieran un nivel de seguridad superior al promedio. En todo caso, la escogencia del modulo de elasticidad indicado dependera del criterio del ingeniero calculista.

G.12.8.9.2 las deflexiones en elementos de guadua se deben calcular de acuerdo a las formulas de la teroia elastica tradicional, se debe considerar la deflexion producida por la flexion y si el caso de analisis lo amerita se debe realizar una correcion del modulo de elasticidad $E'_{0.5}$ por cortante **(G).**

G.12.8.9.3 para el calculo de la deflexion en vigas simplemente apoyadas se utilizaran las formulas de la tabla **G.12.8-1**

Carga puntual en el centro de la luz		**Carga distribuida**	
$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI}K$	(G.12.8-2)	$\Delta = \frac{5}{384}\frac{\omega l^4}{EI}K$	(G.12.8-3)

CALCULO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas	Viento o Granizo	Cargas totales	Modulo E	
Carga distribuida	4.08 mm	0.00 mm	7.80 mm	9215 MPa	E'0.5

DEFLEXIONES ADMISIBLES

G.12.8.9.4 Las deflexiones admisibles estaran limitadas a los valores de la **tabla G.12.8-2**

	Cargas vivas		Viento o Granizo	Cargas totales	
Elementos de techo /Cubiertas					
N/A	-	-	-	-	
Entrepisos					
elementos de entrepiso	11.11 mm	l/360	-	16.67 mm	l/240
Muros exteriores					
N/A	-	-	-	-	-

CHEQUEO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas (L)	Viento o Granizo	Cargas totales (D+L+V)
Δcalculada ≤ Δadmisible	CUMPLE	-	CUMPLE
INDICE δTotal /δadmisible	0.37	-	0.47

Imagen 53. *Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de carga*

Consultoría y Construcciones Civiles Ltda.

CALCULO DE DEFLEXIONES PARA VIGAS CONTINUAS

Proyecto:	928 VULN SENA RISARALDA MOD 2
Realizó:	DC-CL-CS
Contiene:	Cálculo de deflexiones vigas
Fecha:	15/12/2022
Versión:	VA

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA VIGA

D_e:	0.12 m
e:	0.015 m
long	1.70 m
Inercia	0.000696 m4
Uso	VIGA DE RIGIDEZ
seccion de analisis	VIGA 1 GUADUA RIGIDEZ



CARGAS

-Muerta:		***-Muerta total:***	1.23 KN/m
Por m²:	0.44 KN/m²	Aferencia:	2.80 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viva:		***-Viva total:***	5.6 KN/m
Por m²:	2.00 KN/m²	Aferencia:	2.80 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viento:		***-Viento total:***	0.00 KN/m
Por m²:	0.00 KN/m²	Aferencia:	2.80 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		

COEFICIENTES DE MODIFICACION PARA MODULO DE ELASTICIDAD

POR HUMEDAD	C_M 0.97	G.12.7.8
POR TERMERATURA	C_T 1.00	G.12.7.7
EFECTO DEL CORTANTE		

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$E_{0.5}$	9500 MPa CH=14%
$E'_{0.5}$ ETABS	8514 MPa CH= 90%

G.12.8.9.6 Para los elementos con relacion de $l/D_e \leq 15$ se debe realizar una correccion por cortante (C_c) para el modulo de elasticidad promedio

l/D_e 14.2 | C_c 0.923957407

Luz de diseño

G.12.8.8 La luz de diseño considerada para vigas con apoyo simple, o en voladizo, sera la luz libre entre caras de soporte mas la mitad de la longitud de apoyo en cada extremo. En el caso de vigas cotinuas la luz de diseño considerada sera la distancia centro a centro de apoyos.

Modulo de Elasticidad

G.12.7.3 Para el analisis de elementos estructurales se debe utilizar $E_{0.5}$, como modulo de elasticidad del material. El E_{min} se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas (C_L) y de columnas(C_P). El $E_{0.05}$ se debe utilizar para calcular las deflexiones cuando las condiciones de servicio sean criticas o requieran un nivel de seguridad superior al promedio. En todo caso, la escogencia del modulo de elasticidad indicado dependera del criterio del ingeniero calculista.

G.12.8.9.2 las delfexiones en elementos de guadua se deben calcular de acuerdo a las formulas de la teroia elastica tradicional, se debe considerar la deflexion producida por la flexion y si el caso de analisis lo amerita se debe realizar una correcion del modulo de elasticidad $E'_{0.5}$ por cortante **(G).**

G.12.8.9.3 para el calculo de la deflexion en vigas simplemente apoyadas se utilizaran las formulas de la tabla **G.12.8-1**

Carga puntual en el centro de la luz		Carga distribuida	
$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI}K$	(G.12.8-2)	$\Delta = \frac{5}{384}\frac{\omega l^4}{EI}K$	(G.12.8-3)

CALCULO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas	Viento o Granizo	Cargas totales	Modulo E	
Carga distribuida	0.49 mm	0.00 mm	0.89 mm	8514 MPa	E'0.5

DEFLEXIONES ADMISIBLES

G.12.8.9.4 Las deflexiones admisibles estaran limitadas a los valores de la **tabla G.12.8-2**

	Cargas vivas		Viento o Granizo	Cargas totales	
Elementos de techo /Cubiertas					
N/A	-	-	-	-	
Entrepisos					
elementos de entrepiso	4.72 mm	l/360	-	7.08 mm	l/240
Muros exteriores					
N/A	-	-	-	-	-

CHEQUEO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas (L)	Viento o Granizo	Cargas totales (D+L+V)
Δcalculada ≤ Δadmisible	CUMPLE	-	CUMPLE
INDICE δTotal /δadmisible	0.10	-	0.13

Imagen 54. *Índice de flexibilidad por deflexiones Viga de rigidez*

Consultoría y Construcciones Civiles Ltda.

CALCULO DE DEFLEXIONES PARA VIGAS CONTINUAS

Proyecto:	928 VULN SENA RISARALDA MOD 2
Realizó:	DC-CL-CS
Contiene:	Cálculo de deflexiones vigas
Fecha:	15/12/2022
Versión:	VA

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LA VIGA

D_e:	0.12 m
e:	0.015 m
long	1.67 m
Inercia	0.000696 m4
Uso	VIGUETA
seccion de analisis	VGTA 1 GUADUA



CARGAS

-Muerta:		***-Muerta total:***	0.14 KN/m
Por m²:	0.38 KN/m²	Aferencia:	0.37 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viva:		***-Viva total:***	1.9 KN/m
Por m²:	5.00 KN/m²	Aferencia:	0.37 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		
-Viento:		***-Viento total:***	0.00 KN/m
Por m²:	0.00 KN/m²	Aferencia:	0.37 m
adicional por metro:	0.00 KN/m		

COEFICIENTES DE MODIFICACION PARA MODULO DE ELASTICIDAD

POR HUMEDAD	C_M 0.97	G.12.7.8
POR TERMERATURA	C_T 1.00	G.12.7.7
EFECTO DEL CORTANTE		

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$E_{0.5}$	9500 MPa CH=14%
$E'_{0.5}$ ETABS	8489 MPa CH= 90%

G.12.8.9.6 Para los elementos con relacion de $l/D_e \leq 15$ se debe realizar una correccion por cortante (C_c) para el modulo de elasticidad promedio

l/D_e	13.9
C_c	0.921252199

Luz de diseño

G.12.8.8 La luz de diseño considerada para vigas con apoyo simple, o en voladizo, sera la luz libre entre caras de soporte mas la mitad de la longitud de apoyo en cada extremo. En el caso de vigas cotinuas la luz de diseño considerada sera la distancia centro a centro de apoyos.

Modulo de Elasticidad

G.12.7.3 Para el analisis de elementos estructurales se debe utilizar $E_{0.5}$, como modulo de elasticidad del material. El E_{min} se debe utilizar para calcular los coeficientes de estabilidad de vigas (C_L) y de columnas(C_P). El $E_{0.05}$ se debe utilizar para calcular las deflexiones cuando las condiciones de servicio sean criticas o requieran un nivel de seguridad superior al promedio. En todo caso, la escogencia del modulo de elasticidad indicado dependera del criterio del ingeniero calculista.

G.12.8.9.2 las delfexiones en elementos de guadua se deben calcular de acuerdo a las formulas de la teroia elastica tradicional, se debe considerar la deflexion producida por la flexion y si el caso de analisis lo amerita se debe realizar una correcion del modulo de elasticidad $E'_{0.5}$ por cortante (G).

G.12.8.9.3 para el calculo de la deflexion en vigas simplemente apoyadas se utilizaran las formulas de la tabla G.12.8-1

Carga puntual en el centro de la luz		Carga distribuida	
$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI} K$	(G.12.8-2)	$\Delta = \frac{5}{384}\frac{\omega l^4}{EI} K$	(G.12.8-3)

CALCULO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas	Viento o Granizo	Cargas totales	Modulo E	
Carga distribuida	0.15 mm	0.00 mm	0.24 mm	8489 MPa	E'0.5

DEFLEXIONES ADMISIBLES

G.12.8.9.4 Las defexiones admisibles estaran limitadas a los valores de la tabla G.12.8-2

	Cargas vivas		Viento o Granizo	Cargas totales	
Elementos de techo /Cubiertas					
N/A	-	-	-	-	
Entrepisos					
elementos de entrepiso	4.64 mm	l/360	-	6.96 mm	l/240
Muros exteriores					
N/A	-	-	-	-	-

CHEQUEO DE DEFLEXIONES

	Cargas vivas (L)	Viento o Granizo	Cargas totales (D+L+V)
Δcalculada ≤ Δadmisible	CUMPLE	-	CUMPLE
INDICE δTotal /δadmisible	0.03	-	0.03

Imagen 55. *Índice de flexibilidad por deflexiones Vigueta*

8.3 ÍNDICES DE SOBREESFUERZO

Para el cálculo de los índices de sobresfuerzo en los elementos de Guadua se tuvieron en cuenta los parámetros indicados en el Capítulo G.12. de los cuales se resalta lo siguiente:

> *"**G.12.6.1.1** -Todos los elementos de guadua de una estructura deben ser diseñados, construidos y empalmados para resistir los esfuerzos producidos por las combinaciones de cargas de servicio consignadas en B.2.3.1 del presente Reglamento y las limitaciones de deflexión estipuladas en G.12.8.9"*

> *"**G.12.7.1** — Todos los elementos deben ser diseñados por el método de los esfuerzos admisibles como se define el Título B del presente Reglamento"*

> *"**G.12.7.2 —** Todas las uniones de la estructura se consideran articuladas y no habrá transmisión de momentos entre los diferentes elementos que conformen una unión, salvo si uno de los elementos es continuo, en este caso habrá transmisión solo en el elemento continuo"*

Para efectos de cálculo se utilizaron los valores de esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad consignados en las tablas G.12.7-1 y G.12.7-2 respectivamente, y que fueron obtenidos según lo estipulado en G.12.7.4 del presente Capitulo.

Tabla G.12.7-1
Esfuerzos admisibles F_i (MPa), CH=12%

F_b Flexión	F_t Tracción	F_c Compresión ∥	F_{p*} Compresión ⊥	F_v Corte
15	18	14	1.4	1.2

∥ = compresión paralela al eje longitudinal.

⊥ = compresión perpendicular al eje longitudinal.

*La resistencia a la compresión perpendicular está calculada para entrenudos rellenos con mortero de cemento.

Tabla 12. *Esfuerzos admisibles para Elementos de Guadua. NSR10 G.12.7-1*

A partir de estos valores de Esfuerzos admisibles se aplicaron los coeficientes de modificación a los que hubiera lugar según lo indica el Capitulo G.12.7.5

$$F_i' = F_i C_D C_m C_t C_L C_F C_r C_p C_c \qquad \text{(G.12.7-3)}$$

Donde

i	=	tiene el mismo significado que en el numeral anterior
C_D	=	coeficiente de modificación por duración de carga
C_m	=	coeficiente de modificación por contenido de humedad
C_t	=	coeficiente de modificación por temperatura
C_L	=	coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas
C_F	=	coeficiente de modificación por forma
C_r	=	coeficiente de modificación por redistribución de cargas, acción conjunta
C_p	=	coeficiente de modificación por estabilidad de columnas
C_c	=	coeficiente de modificación por cortante
F_i	=	esfuerzo admisible en la solicitación i
F_i'	=	esfuerzo admisible modificado para la solicitación i

Imagen 56. *Coeficientes de Modificación Para esfuerzos admisibles.*

Además de estos coeficientes, se aplicaron los coeficientes de reducción de resistencia indicados en el Titulo A.10 para obtener así los índices de sobresfuerzo en los elementos. Los coeficientes aplicados y los cálculos específicos de cada verificación de diseño se pueden observar en las hojas de cálculo anexas al presente informe.

COEFICIENTES DE MODIFICACION				COEFICIENTES DE REDUCCION		G.12.8.10 FLEXION			Esfuerzos admFi	G.12.8.10.8 Momento resistente						
Modulo E a usar	Por duracion de la carga	Por contenido de humedad	Por temperatura	Calidad de diseño y construccion	Estado de la estructura	Estabilidad lateral de vigas compuestas			según Tabla G.12.7-1 CH=12%	Admisible	Actuante		CHEQUEO		CHEQUEO INDICES	
						d/b	CL	Recomendación según G.12.8.10.7	F_b (kn/m2)	F'_b (kn/m2)	f_b 22 (kn/m2)	f_b 33 (kn/m2)	G.12.8.10.8		δ total /δadmisible	δ total /δadmisible
E'0.5 Mpa	CD FLEXION	CM FLEXION	CT FLEXION	Φc	Φe				Flexion	Flexion	Flexion	Flexion	fb ≤ F'b 22	fb ≤ F'b 33	22	33
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	480.95512	3100.3997	OK	OK	0.08	0.53
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	549.25201	314.8843	OK	OK	0.09	0.05
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	500.69045	3257.8418	OK	OK	0.08	0.55
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	616.62831	3524.2824	OK	OK	0.10	0.60
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	686.53625	314.8843	OK	OK	0.12	0.05
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	562.48562	3463.7277	OK	OK	0.10	0.59
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	308.68815	3306.2856	OK	OK	0.05	0.56
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	365.76525	290.6625	OK	OK	0.06	0.05
9215	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	1	1.0	N/A	15000	5896	352.01381	3245.7309	OK	OK	0.06	0.55

Tabla 13. *Coeficientes y cálculos de verificación para índices de Sobresfuerzo.*

La NSR-10 también indica los diferentes módulos de elasticidad y su aplicación para cada verificación de diseño de acuerdo a la tabla G.12.7-2

Tabla G.12.7-2
Módulos de elasticidad, E_i (MPa), CH=12%

Módulo promedio $E_{0.5}$	Módulo percentil 5 $E_{0.05}$	Módulo mínimo E_{min}
9.500	7.500	4.000

Tabla 14. *Módulos de elasticidad elementos de Guadua.*

Para el análisis de elementos estructurales se debe utilizar $E_{0.5}$, como módulo de elasticidad del material. Además, se aplicará al módulo de elasticidad el Coeficiente de Humedad por la ubicación de la estructura bajo análisis. Según lo indicado en la tabla G.12.

Tabla G-D-1
Equilibrio de Contenido de Humedad (*ECH*) para las principales ciudades de Colombia.

Ciudad	HR%	T °C	ECH%
Armenia	77	22	15
Barranquilla	76	28	14
Bogotá	80	11	16
Bucaramanga	75	22	14
Buenaventura	87	28	18.5
Cali	75	24	12
Cartagena	79	28	15
Cúcuta	66	27	16
Ibagué	80	21	16
Manizales	78	18	13
Medellín	69	21	12
Montería	82	27	16
Neiva	67	26	16
Pasto	79	17	16
Pereira	75	22	14
Popayán	79	18	16
Quibdó	87	28	18.5
Sincelejo	77	28	15
Tunja	80	13	16
Turbo	85	27	17.5
Valledupar	70	28	13
Villavicencio	75	25	14

Tabla 15. *Equilibrio Contenido de Humedad para Pereira*

8.3.1 CARGAS VERTICALES

Se analizarán los elementos estructurales existentes para las cargas verticales o de servicio a las que se ve sometida. Para su evaluación se utilizó una envolvente se considera las combinaciones del capítulo B en el numeral B.2-3 (Según lo indicado en el capítulo G.12) que solo están compuestas por cargas verticales.

Módulo 1:

FLEXION (G.12.8.10)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	126	89%
1.0 < I.S < 1.99	13	9%
2.0 < I.S < 2.99	1	1%
I.S > 3.00	2	1%

Tabla 16. *Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10)*

CORTANTE (G.12.8.11)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	109	77%
1.0 < I.S < 1.99	21	15%
2.0 < I.S < 2.99	10	7%
I.S > 3.00	2	1%

Tabla 17. *Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11)*

TENSION AXIAL (G.12.9.1)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	48	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 18. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1)*

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	48	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 19. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2)*

FLEXION CON TENSION AXIAL (G.12.10.1)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	46	98%
1.0 < I.S < 1.99	1	2%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 20. *Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.1)*

FLEXOCOMPRESION (G.12.10.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	46	98%
1.0 < I.S < 1.99	1	2%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 21. *Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.2)*

Módulo 2:

FLEXION (G.12.8.10)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	72	50%
1.0 < I.S < 1.99	22	15%
2.0 < I.S < 2.99	8	6%
I.S > 3.00	42	29%

Tabla 22. *Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10)*

CORTANTE (G.12.8.11)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	52	36%
1.0 < I.S < 1.99	9	6%
2.0 < I.S < 2.99	15	10%
I.S > 3.00	68	47%

Tabla 23. *Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11)*

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	48	50%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	48	50%

Tabla 24. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1)*

FLEXOCOMPRESION (G.12.10.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	31	65%
1.0 < I.S < 1.99	15	31%
2.0 < I.S < 2.99	2	4%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 25. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2)*

En el análisis se evidencia que el 65% de los puntos de columnas presentan un índice menor a 1.0, el 35% restante entre 1 y 2.99; este porcentaje demuestra que las columnas cumplen las cargas verticales y de sismo a las que está sometida, el porcentaje de vigas cuyo índice es mayor a 1.0 se debe a los coeficientes de reducción que se deben aplicar en el análisis de edificaciones existentes.

	Índice de sobre esfuerzo	FLEXION (G.12.8.10)	CORTANTE (G.12.8.11)	TENSION AXIAL (G.12.9.1)	COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)	FLEXOCOMPRESION (G.12.10.1)	FLEXOCOMPRESIO N (G.12.10.2)
CARGAS VERTICALES	I.S < 1.0	99%	99%	100%	100%	100%	100%
	1.0 < I.S < 1.99	1%	1%	0%	0%	0%	0%
	2.0 < I.S < 2.99	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	I.S > 3.00	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabla 26. *Resumen de índices CARGAS VERTICALES para la edificación CDITI*

8.3.2 CARGAS VERTICALES Y DE SISMO

Se analizarán los elementos estructurales existentes para las cargas verticales y de sismo de diseño de la NSR10. Para su evaluación se utilizó una envolvente se considera las combinaciones del capítulo B en el numeral B.2-3 (Según lo indicado en el capítulo G.12) que solo están compuestas por cargas verticales y sismo.

Módulo 1:

FLEXION (G.12.8.10)		
Indices	Cantidad de datos	% Indices en el rango
I.S < 1.0	93	65%
1.0 < I.S < 1.99	27	19%
2.0 < I.S < 2.99	19	13%
I.S > 3.00	3	2%

Tabla 27. *Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10)*

CORTANTE (G.12.8.11)		
Indices	Cantidad de datos	% Indices en el rango
I.S < 1.0	47	33%
1.0 < I.S < 1.99	32	23%
2.0 < I.S < 2.99	25	18%
I.S > 3.00	38	27%

Tabla 28. *Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11)*

TENSION AXIAL (G.12.9.1)		
Indices	Cantidad de datos	% Indices en el rango
I.S < 1.0	48	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 29. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1)*

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	Cantidad de datos	% Indices en el rango
I.S < 1.0	48	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 30. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2)*

FLEXION CON TENSION AXIAL (G.12.10.1)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	46	98%
1.0 < I.S < 1.99	1	2%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 31. *Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.1)*

FLEXOCOMPRESION (G.12.10.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	46	98%
1.0 < I.S < 1.99	1	2%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 32. *Índices de sobresfuerzo columnas. Flexo-Compresión (G.12.10.2)*

	Índice de sobre esfuerzo	FLEXION (G.12.8.10)	CORTANTE (G.12.8.11)	TENSION AXIAL (G.12.9.1)	COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)	FLEXOCOMPRESION (G.12.10.1)	FLEXOCOMPRESIO N (G.12.10.2)
CARGAS VERTICALES	I.S < 1.0	89%	77%	100%	100%	98%	98%
	1.0 < I.S < 1.99	9%	15%	0%	0%	2%	2%
	2.0 < I.S < 2.99	1%	7%	0%	0%	0%	0%
	I.S > 3.00	1%	1%	0%	0%	0%	0%
CARGAS VERTICALES Y SISMO	I.S < 1.0	65%	33%	100%	100%	98%	98%
	1.0 < I.S < 1.99	19%	23%	0%	0%	2%	2%
	2.0 < I.S < 2.99	13%	18%	0%	0%	0%	0%
	I.S > 3.00	2%	27%	0%	0%	0%	0%

Tabla 33. *Índices de sobresfuerzo Comparación cargas verticales y de sismo.*

Módulo 2:

FLEXION (G.12.8.10)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	72	50%
1.0 < I.S < 1.99	22	15%
2.0 < I.S < 2.99	8	6%
I.S > 3.00	42	29%

Tabla 34. *Índices de sobresfuerzo vigas. Flexión (G.12.8.10)*

CORTANTE (G.12.8.11)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	52	36%
1.0 < I.S < 1.99	9	6%
2.0 < I.S < 2.99	15	10%
I.S > 3.00	68	47%

Tabla 35. *Índices de sobresfuerzo vigas. Cortantes (G.12.8.11)*

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	48	50%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	48	50%

Tabla 36. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.1)*

FLEXOCOMPRESION (G.12.10.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	31	65%
1.0 < I.S < 1.99	15	31%
2.0 < I.S < 2.99	2	4%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 37. *Índices de sobresfuerzo columnas. Carga Axial (G.12.9.2)*

	Índice de sobre esfuerzo	FLEXION (G.12.8.10)	CORTANTE (G.12.8.11)	TENSION AXIAL (G.12.9.1)	COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)	FLEXOCOMPRESION (G.12.10.1)	FLEXOCOMPRESIO N (G.12.10.2)
CARGAS VERTICALES	I.S < 1.0	99%	99%	100%	100%	100%	100%
	1.0 < I.S < 1.99	1%	1%	0%	0%	0%	0%
	2.0 < I.S < 2.99	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	I.S > 3.00	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CARGAS VERTICALES Y SISMO	I.S < 1.0	50%	36%	100%	50%	67%	65%
	1.0 < I.S < 1.99	15%	6%	0%	0%	29%	31%
	2.0 < I.S < 2.99	6%	10%	0%	0%	4%	4%
	I.S > 3.00	29%	47%	0%	50%	0%	0%

Imagen 57. *Índices de sobresfuerzo Comparación cargas verticales y de sismo*

8.4 EVALUACIÓN DE REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Para la evaluación de los requisitos de protección contra incendio del EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL primero se clasifica la estructura según el Capitulo K.2 de la NSR-10 "CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES POR GRUPOS DE OCUPACION" en el cual se establece la clasificación de las edificaciones y espacios existentes, de acuerdo con su uso y ocupación.

K.2.6.4 — SUBGRUPO DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL DE EDUCACIÓN (I-3) — En el Subgrupo de Ocupación Institucional de Educación (I-3) se clasifican las edificaciones o espacios empleados para la reunión de personas con propósitos educativos y de instrucción. En la tabla K.2.6-3 se presenta una lista indicativa de edificaciones que deben clasificarse en el Subgrupo de Ocupación (I-3).

Tabla K.2.6-3
Subgrupo de ocupación institucional de educación (I-3)

Universidades
Colegios
Escuelas
Centros de educación
Academias
Jardines infantiles
Otras instituciones docentes

Imagen 58. *Características Subgrupo I-3. NSR 10*

Para clasificar la categoría de riesgo de la edificación se siguen las especificaciones de la NSR-10 en J.3.3 CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIONES EN FUNCIÓN DEL RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS O AMENAZA DE COMBUSTIÓN y según J.3.3.2 toda edificación debe clasificarse en una de las categorías de riesgo definidas en J.3.3-1.

Tabla J.3.3-1
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, área construida, y número de pisos.

Grupos y subgrupos de ocupación	Área total construida, A_T m²	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	≥ 7
(C-1)	$A_T > 1500$	III	III	II	II	II	I	I
	$A_T < 1500$	III	III	III	II	II	II	I
(C-2)	$A_T > 500$	II	I	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$			II	I	I	I	I
(E)	Sin límite	III	III	III	II	II	II	I
(I-2), (I-4)	$A_T > 1000$	III	II	II	I	I	I	I
	$500 < A_T < 1000$	III	III	II	II	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	III	II	II	II	I
(I-3)	$A_T > 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 1000$		III	II	II	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	$A_T > 1000$	II	I	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	$500 < A_T < 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	II	II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades > 140 m²				II	I	I	I
	Unidades ≤ 140 m²				III	II	II	I
(R-3)	$A_T > 5000$	III	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 5000$	III	II	II	II	I	I	I

Imagen 59. *Clasificación de acuerdo a su uso, área y número de pisos. NSR 10*

Por lo tanto, se determina que de acuerdo a la tabla J.3.3-1 el EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL que está clasificada en el grupo de ocupación Institucional - Subgrupo de ocupación institucional de educación (I-3), tiene dos pisos en cada uno de sus módulos y su área es mayor a 1000 metros cuadrados, por tanto, se clasifica en **Categoría II.**

Potencial Combustible

Como medida de magnitud para el potencial combustible de la edificación, se indican los diferentes materiales encontrados en el levantamiento estructural, lo que muestra la importancia de tomar todas las medidas indicadas para la protección contra el fuego en edificaciones de Guadua.

A continuación, se observa el cálculo aprox. De potencial combustible para los materiales existentes en el EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL:

POTENCIAL COMBUSTIBLE	
MATERIAL	**MJ/m2**
Aparatos eléctricos	9.56
Artículos de madera	71.70
Libros	119.5
Madera en bruto	358.5
Material de equipos de oficina	47.8
Muebles	47.8
Puertas de madera	100.4
Televisores	12

Madera laminada	239
Material de construcción	47.8
Material eléctrico	19.12
Placas de madera aglomerada	382.4
Ventanas de madera	19.1

Tabla 38. *Potencial combustible EDIFICIO DE GUADUA*

Alternativamente, según lo indica la NSR-10 EN SU TITULO J.3.4.1.1 el potencial combustible se podrá expresar en términos de masa equivalente de la madera por unidad de área de piso. La conversión se hará con base en que 1 kg de madera tiene un poder calorífico de 18 MJ.
Potencial combustible aproximado de la estructura en guadua:

Modulo	Peso Aproximado (Kg)	Potencial Combustible (MJ)
Módulo 1	57,603.8	1,036,868.4

Tabla 39. *Cálculo de Potencial combustible de la Edificación.*

Resistencia Mínima En La Estructura

La resistencia de los elementos estructurales y de compartimentación de la edificación se expresa en unidades de tiempo en función del concepto de tiempo equivalente, o tiempo que tarda un elemento determinado en alcanzar, en una prueba normalizada de incendio, el máximo calentamiento que experimentaría en un incendio real.
Los elementos estructurales y demás elementos de la construcción deberán tener como mínimo las resistencias al fuego normalizado exigidas en la tabla J.3.4-3:

Elementos de la construcción	Categoría según la clasificación dada en J.3.3.1		
	I	II	III
Muros Cortafuego	3	2	1
Muros de cerramiento de escaleras, ascensores, buitrones, ductos para basuras y corredores de evacuación protegidos	2	2	1
Muros divisorios entre unidades	1	1	1
Muros interiores no portantes	½	½	-
Elementos estructurales de los materiales cubiertos por los Títulos C a G del Reglamento NSR-10	2	1	1
Cubiertas	1	1	½
Escaleras interiores no encerradas con muros	2	1	1

Nota 1. En la sección J.3.3.3 se indican los grupos de ocupación que están exentos de cuantificación de resistencia contra el fuego y para los cuales no hay necesidad de aplicar la presente tabla.

Tabla 40. *Resistencia requerida al fuego normalizado*

Resistencia en elementos de la edificación

De acuerdo a los parámetros para la resistencia al fuego según la NSR-10 en su capítulo G.12.12.4.6, se establece que la guadua es un material combustible que se inflama con facilidad por lo cual se deben tomar medidas explicitas para proteger las estructuras de guadua y las estructuras adyacentes.

G.12.12.4.6 — PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO — Para el diseño debe tenerse en cuenta que la guadua es un material combustible y que se inflama con facilidad., aunque algunas substancias impregnantes o de recubrimiento pueden acelerar o retardar el proceso, véase Titulo J del presente Reglamento. Las siguientes medidas contribuyen a proteger las estructuras de guadua contra el fuego:

(a) Deben evitarse elementos de calefacción que aumenten peligrosamente la temperatura de los ambientes.
(b) Las paredes y elementos estructurales próximos a fuentes de calor como chimeneas, hornos, estufas, etc. Deben aislarse con materiales incombustibles.
(c) En ningún caso se debe utilizar estructuras en guadua cuando la temperatura a la que estarán sometidas durante toda su vida útil exceda los **65°C** .
(d) Los depósitos destinados para el almacenamiento de combustibles deben localizarse fuera de las edificaciones de guadua y estar rodeados de materiales incombustibles.
(e) Es recomendable limitar el uso de acabados como barnices, lacas, pinturas oleosolubles y cualquier otra sustancia que acelere el desarrollo del fuego.
(f) Las estructuras adyacentes de guadua deben estar separadas como mínimo 1.20 m; caso contrario los elementos deben contar con coberturas de materiales incombustibles con resistencia mínima de 1 hora de exposición. En el caso que dos estructuras estén unidas, el paramento común debe estar separado con un muro cortafuego que debe sobresalir en la parte superior como mínimo 0.50 m y en los extremos 1.00 m, medidos a partir de la parte más sobresaliente de las estructuras colindantes. Este muro debe estar diseñado para continuar estable aun con el colapso de la estructura incendiada.
(g) En las edificaciones de uso comunitario como escuelas, centros de salud, comercio, etc., se deben considerar las siguientes recomendaciones:
- Debe existir un acceso rápido y señalizado a las fuentes más probables de incendio.
- La distribución de extintores, aspersores y mangueras contra incendios debe seguir las recomendaciones dadas por expertos.
- La estructura debe contar con suficientes salidas de emergencia de fácil acceso y claramente señalizadas.

Imagen 60. *Protección contra el fuego Estructuras de Guadua. NSR-10*

Teniendo en cuenta el Grupo de Uso de la edificación existente y de los materiales almacenados en esta estructura se hace de vital importancia el cumplimiento de todos los parámetros para protección contra el fuego. Además, se recomienda realizar un estudio detallado para garantizar una red de protección contra incendios que contribuya a proteger la estructura y a los usuarios de la misma.

8.5 HIPÓTESIS DE LA SECUENCIA DE FALLA.

A partir de la línea de menor resistencia, toda vez que los índices muestran que el actual sistema está en la capacidad de asumir los esfuerzos que son producto de los eventos sísmicos, ante la presencia de un movimiento sísmico los elementos más vulnerables son los elementos horizontales, ya que las vigas no cumplen con los índices de sobresfuerzo menores a la unidad ante las carga de sismo, seguido a esto las Columnas internas y externas; lo anterior implica que el mecanismo de falla de los módulos estructurales EDIFICIO DE GUADUA CDITI SENA RISARALDA, haciendo vulnerable la estructura en la totalidad de los elementos.

9 ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

La estructura está constituida por un sistema de Pórticos de Guadua con diagonales. En el caso del EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL el sistema debe ser actualizado según las modificaciones de la NSR-10, teniendo en cuenta que la edificación fue construida en el año 2001, con la vigencia de la norma NSR98 que no contenía parámetros para las construcciones de Guadua. Con el reforzamiento propuesto se debe garantizar que la estructura cumpla con las solicitaciones del sismo de diseño y los requisitos de diseño sismo resistente establecidos en la NSR-10.

ALTERNATIVA 1. REFORZAMIENTO DE COLUMNAS Y VIGAS CON ADICION DE ELEMENTOS DE GUADUA, REEMPLAZO DE ELEMENTOS DETERIORADOS, CREACIÓN DE RIOSTRAS CONCENTRICAS DE GUADUA.

ALTERNATIVA 2. REFORZAMIENTO DE COLUMNAS Y VIGAS POR MEDIO DE PLATINAS, CREACIÓN DE PÓRTICOS ARRIOSTRADOS CON DIAGONALES CONCÉNTRICAS EN ACERO.

9.1 Recomendaciones de reforzamiento.

Rigidez de la estructura: Posible creación de Diagonales (Riostras concéntricas) de Guadua, reforzamiento de columnas y vigas existentes en Guadua con adición de elementos, creación de columnas nuevas donde sea necesario.

Sobre esfuerzos en Vigas: Reforzamiento de vigas existentes en Guadua con adición de elementos y reforzamiento de uniones donde se requiera.

Sobre esfuerzos en Columnas: Reforzamiento de columnas existentes en Guadua con adición de elementos y reforzamiento de uniones donde se requiera. Adición de columnas nuevas donde sea necesario.

Sistema estructural: Se mantiene el sistema estructural existente de Pórticos de Guadua con Diagonales el cual es permitido por la NSR10 Capitulo G.12.

Cimentación: Se deben revisar las alternativas de reforzamiento según las recomendaciones de un estudio geotécnico.

9.2 Selección de la alternativa de reforzamiento.

Para seleccionar la alternativa de reforzamiento más adecuada se deben tener en cuenta los siguientes factores:

Magnitud de intervención (Fmi): Hace referencia a la cantidad de elementos existentes a intervenir en cada una de las alternativas, así como de la construcción de elementos nuevos, donde se considerará como la mejor alternativa aquella que requiera la menor intervención de elementos existentes y la menor construcción de

elementos nuevos. Se evaluará con un factor (**Fmi**) de 1 a 10, teniendo a 1 como la menor intervención posible y a 10 como la mayor intervención posible.

Alternativa 1: La magnitud de la intervención se considera de nivel medio-alto, dado que es necesario el recalce de las columnas y vigas existentes, así como la posible creación de elementos nuevos que requieren a su vez el reforzamiento de la cimentación existente ante la nueva distribución de cargas. **Factor(Fmi)=7**

Alternativa 2: La magnitud de la intervención se considera de nivel alto, dado que es necesaria además de la intervención de los elementos existentes la creación de muros que requieren una fabricación especializada de alto costo con mano de obra especializada. **Factor(Fmi)=9**

Tiempo de ejecución (Fte): Hace referencia al tiempo de ejecución que pueda llevar la realización de las intervenciones del reforzamiento estructural en cada una de las alternativas. Se tomará como la mejor alternativa ante este criterio aquella cuyo tiempo de ejecución sea menor. Se evaluará con un factor (**Fte**) de 1 a 10, teniendo a 1 como al menor tiempo de ejecución posible y a 10 como el mayor tiempo de ejecución posible.

Alternativa 1: El tiempo de ejecución se considera de medio, dado que las intervenciones implican tener en cuenta conexiones con zuncho, pernos y rellenos de mortero de mediana dificultad. **Factor(Fte)=5**

Alternativa 2: El tiempo de ejecución se considera de nivel medio-alto, dado que las intervenciones implican tener en cuenta múltiples conexiones para los muros en Laminados de Guadua y su unión al pórtico. **Factor(Fte)=8**

Impacto sobre el proyecto arquitectónico (Fia): Se refiere a la afectación que tendrán los elementos recalzados o nuevos dentro de la estructura actual, es decir la afectación sobre espacios, ventanas, puertas, iluminación y demás. Se considerará como la mejor alternativa aquella que tenga una menor influencia dentro del componente arquitectónico actual. Se evaluará con un factor (**Fia**) de 1 a 10, teniendo a 1 como el menor impacto a la arquitectura estimado y a 10 como el mayor impacto.

Alternativa 1: El impacto arquitectónico se considera de nivel medio-bajo, dado que se realiza con el material existente, afectando de manera mínima los espacios, las diagonales en pórticos de Guadua pueden dar lugar a la reubicación de puertas y ventanas existentes que pudieran ser afectados, con la intervención se afectarían de manera mínima los elementos arquitectónicos y rutas de evacuación existentes. **Factor(Fia)=4**

Alternativa 2: El impacto arquitectónico se considera de nivel alto, a pesar de usar un material existente, los muros de guadua laminada no dan lugar a la ubicación de elementos arquitectónicos como puertas y ventanas, pudiendo afectar además las rutas de evacuación existentes. **Factor(Fia)=10**

9.3 ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Teniendo en cuenta los parámetros descritos se procede a determinar el valor general para cada una de las alternativas, se aclara que un mayor valor implica que es más invasiva, razón por la cual se seleccionará la alternativa que produzca un factor menor.

$$EA = \frac{Fmi + Fte + Fia}{3}$$

Alternativa 1:

$$EA_1 = \frac{7 + 5 + 4}{3}$$

$$EA_1 = \mathbf{5.33}$$

Alternativa 2:

$$EA_2 = \frac{9 + 8 + 10}{3}$$

$$EA_2 = \mathbf{9.0}$$

Se selecciona la Alternativa 1 por ser la de menor valor de afectación para reforzamiento, que hace referencia al reforzamiento de columnas y vigas con adición de elementos de guadua, creación de columnas nuevas de guadua, reemplazo de elementos deteriorados, creación de riostras concéntricas de guadua que garanticen la resistencia y rigidez de la edificación ante las cargas sísmicas como la mejor alternativa. Que además es una alternativa viable técnica y económicamente adecuada.

10 REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

Seleccionada la alternativa de reforzamiento estructural e identificadas las necesidades del sistema de resistencia estructural realizan los diseños de las vigas, columnas y demás elementos necesarios que permitan cumplir con los requisitos de la NSR-10.

10.1 CONFIGURACIÓN

Se propone el reforzamiento de las columnas existentes, de tal forma que su resistencia aumente y garantice un buen comportamiento estructural ante las cargas descritas en la NSR-10; se realizara también el reforzamiento de vigas cuyo índice de sobresfuerzo se encuentra por debajo del permitido. Además, se crearán columnas nuevas para generar pórticos completos en todos los ejes principales. Estos reforzamientos se realizarán mediante la adición de culmos que cumplan con todos los parámetros estructurales exigidos por la NSR-10 y demás normativa técnica vigente

10.2 REVISIÓN ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD

Módulo 1:

Se realiza el análisis de índices de flexibilidad de la estructura con el espectro de derivas, del cual se puede concluir que el reforzamiento propuesto cumple con los índices establecidos por la NSR-10

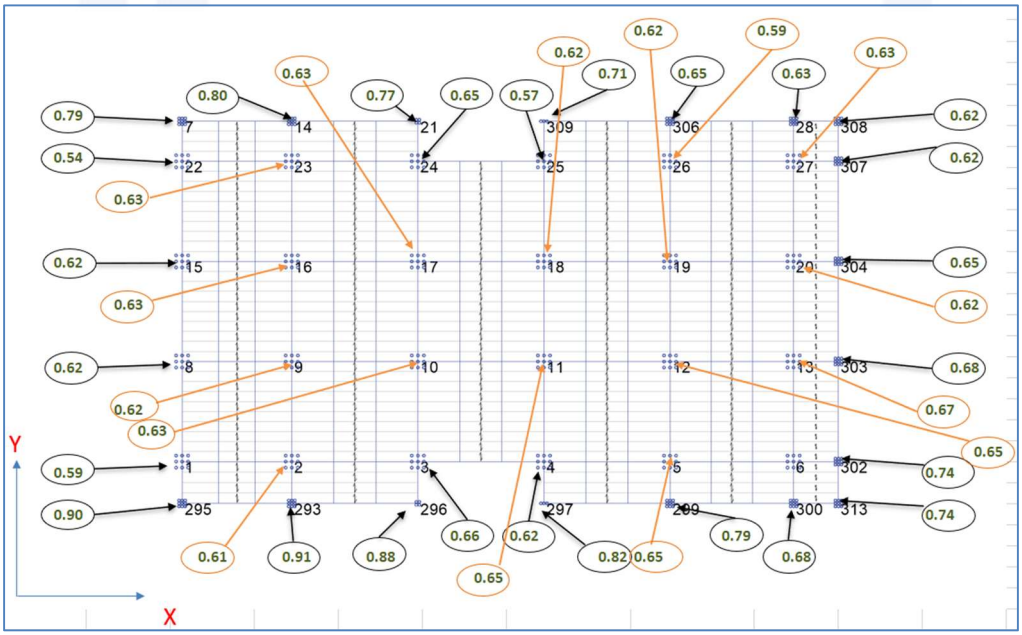


Imagen 61. *Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.2.6*

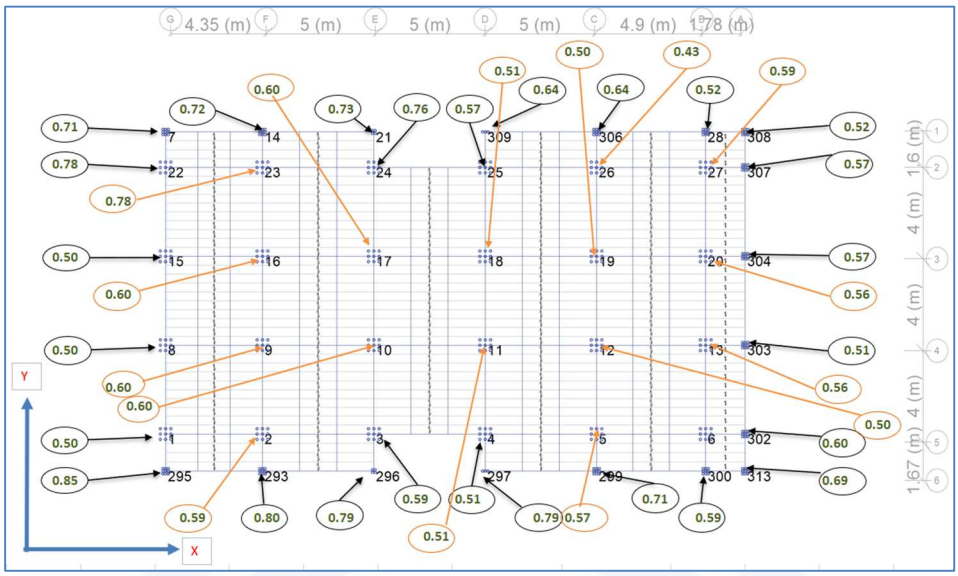


Imagen 62. *Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.12 Umbral de Daño*

Módulo 2:

Se realiza el análisis de índices de flexibilidad de la estructura con el espectro de derivas, del cual se puede concluir que el reforzamiento propuesto cumple con los índices establecidos por la NSR-10

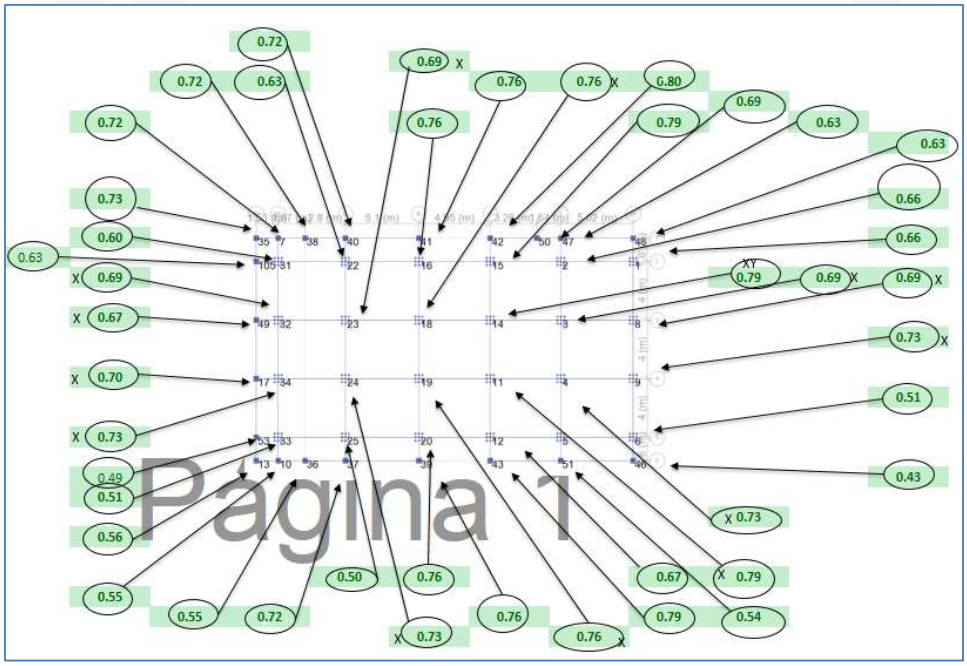


Imagen 63. *Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.2.6*

Página 1

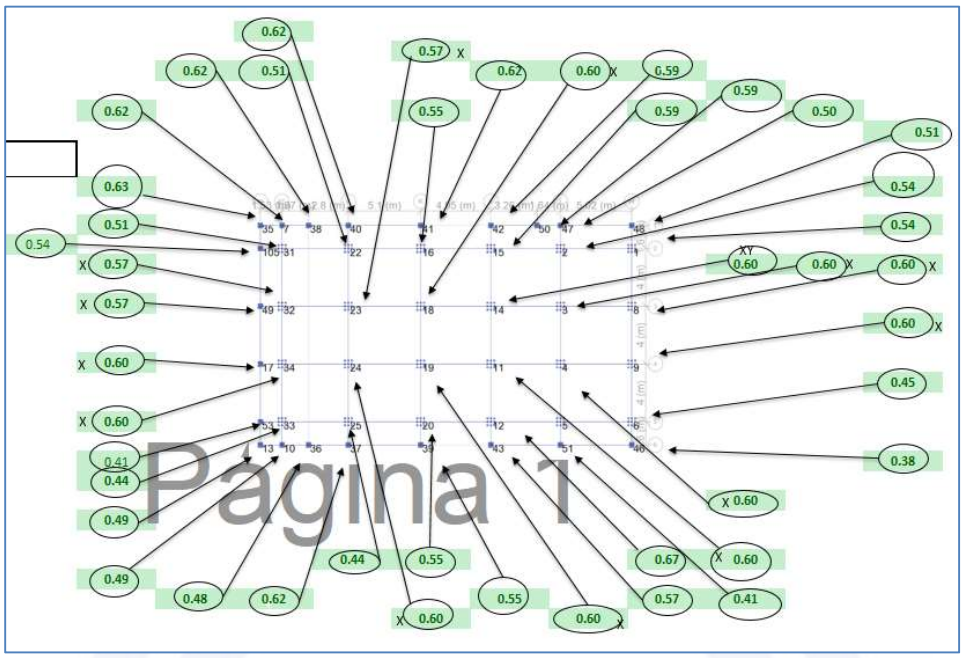


Imagen 64. *Resúmenes índices de flexibilidad. Espectro A.12. Umbral de Daño*

10.3 REVISIÓN ÍNDICES DE SOBREESFUERZO

Para los índices de sobreesfuerzo de las vigas se consideraron las combinaciones del capítulo B en el numeral B.2-3.

Se evaluaron todas las vigas de la estructura, de acuerdo al método de los esfuerzos admisibles y todas las consideraciones del Capitulo G.12.Para el análisis de los elementos a flexión.

Módulo 1:

FLEXION (G.12.8.10)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	183	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 41. *Índice de sobreesfuerzo en vigas.*

CORTANTE (G.12.8.11)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	162	86%
1.0 < I.S < 1.99	27	14%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 42. *Índice de sobreesfuerzo en vigas.*

TENSION AXIAL (G.12.9.1)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	48	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	48	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 43. *Índice de sobreesfuerzo en columnas.*

Indices	Cantidad de datos	% Indices en el rango
I.S < 1.0	36	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	36	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 44. *Índice de sobreesfuerzo en columnas.*

Módulo 2:

FLEXION (G.12.8.10)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	183	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 45. *Índice de sobreesfuerzo en vigas.*

CORTANTE (G.12.8.11)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	189	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 46. *Índice de sobreesfuerzo en vigas.*

TENSION AXIAL (G.12.9.1)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	60	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

COMPRESION AXIAL (G.12.9.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	60	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 47. *Índice de sobreesfuerzo en columnas.*

FLEXION CON TENSION AXIAL (G.12.10.1)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	60	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

FLEXOCOMPRESION (G.12.10.2)		
Indices	**Cantidad de datos**	**% Indices en el rango**
I.S < 1.0	60	100%
1.0 < I.S < 1.99	0	0%
2.0 < I.S < 2.99	0	0%
I.S > 3.00	0	0%

Tabla 48. *Índice de sobreesfuerzo en columnas.*

10.4 PLANOS REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.

Modulo 1:

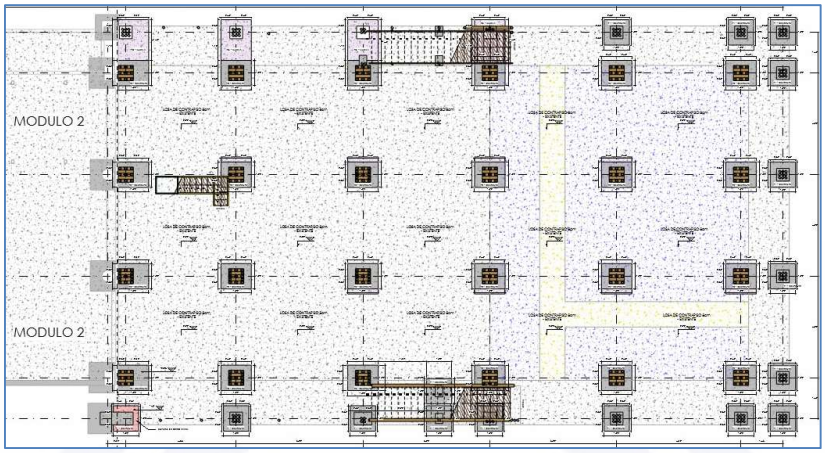


Imagen 65. *Plano estructural. Reforzamiento de cimentación.*

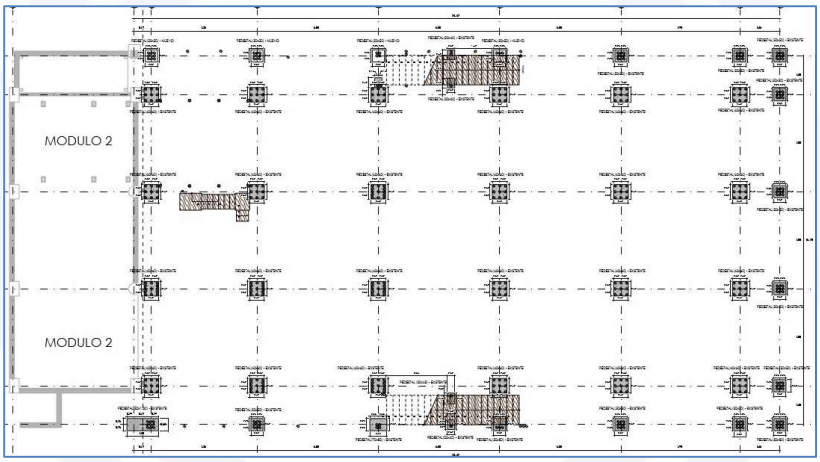


Imagen 66. *Plano Ubicación de columnas. Reforzamiento.*

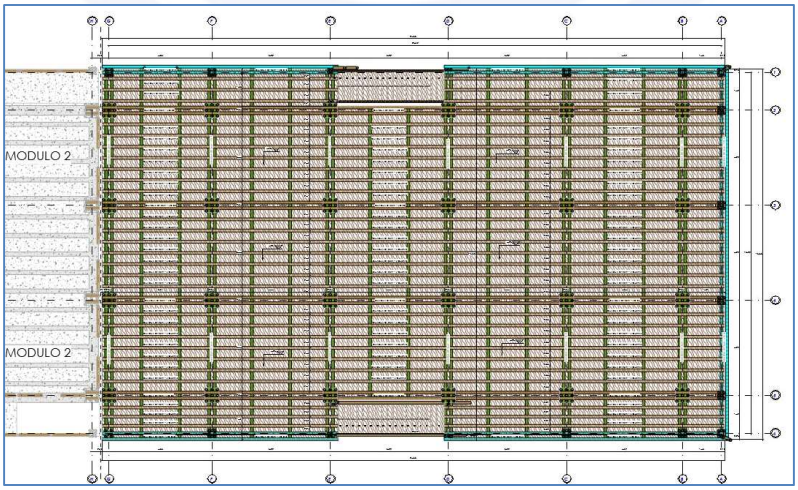


Imagen 67. *Plano reforzamiento vigas de entrepiso.*

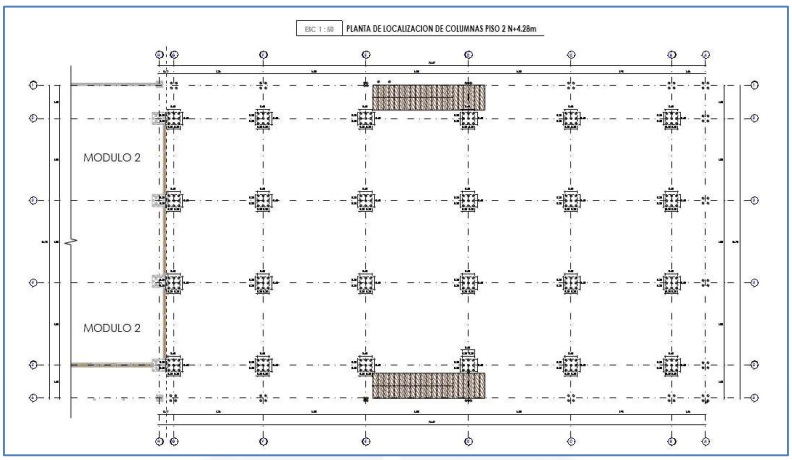


Imagen 68. *Plano reforzamiento Columnas Piso 2.*

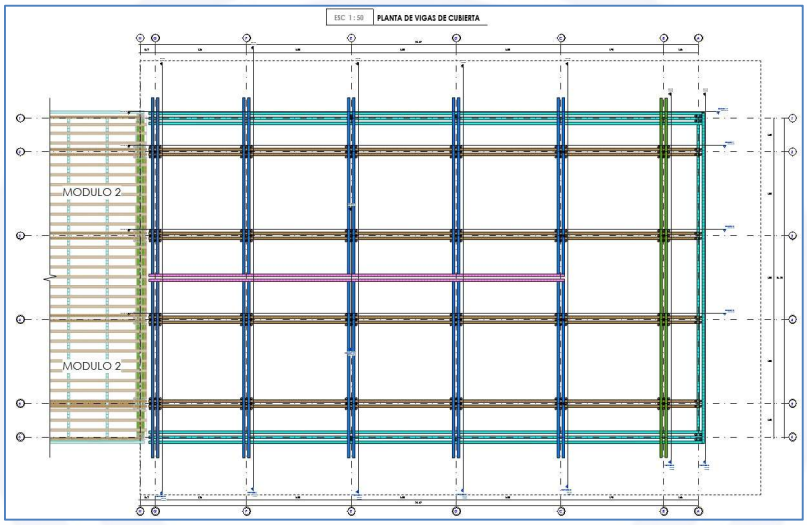


Imagen 69. *Plano reforzamiento Columnas Piso 2.*

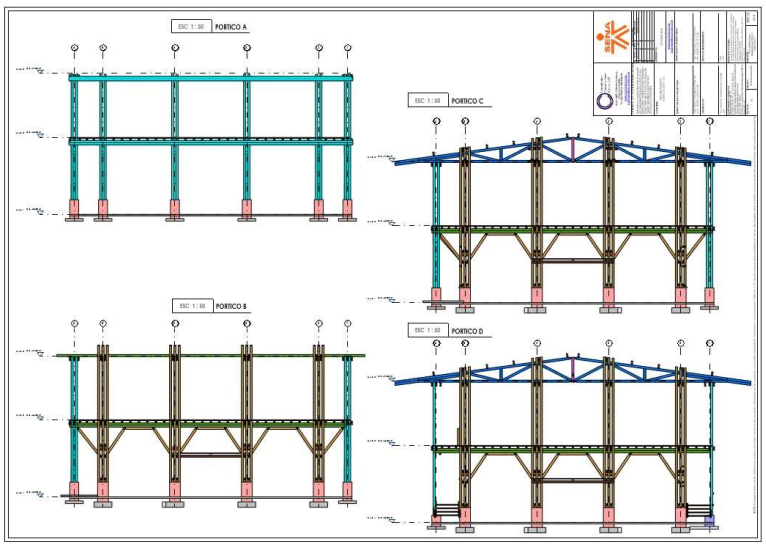


Imagen 70. *Plano reforzamiento Columnas Piso 2.*

Modulo 2:

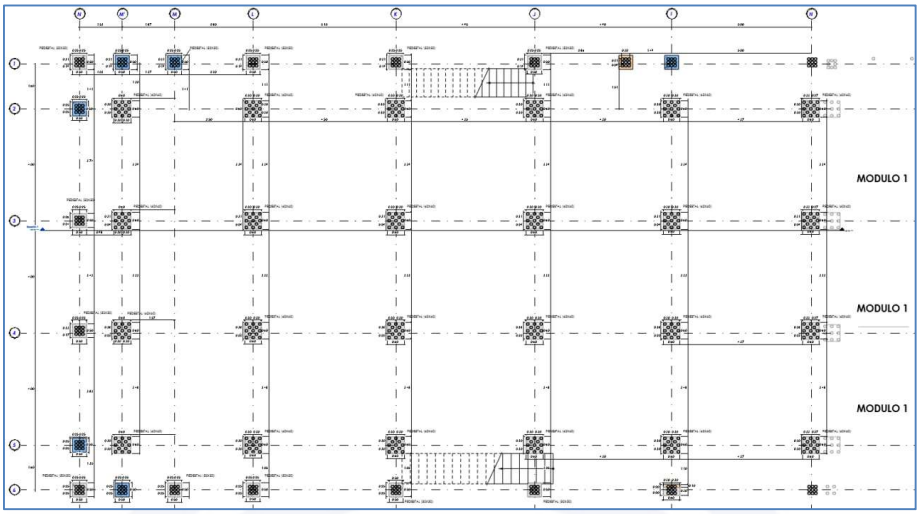


Imagen 71. *Plano estructural Reforzamiento. Localización Columnas Piso 2.*

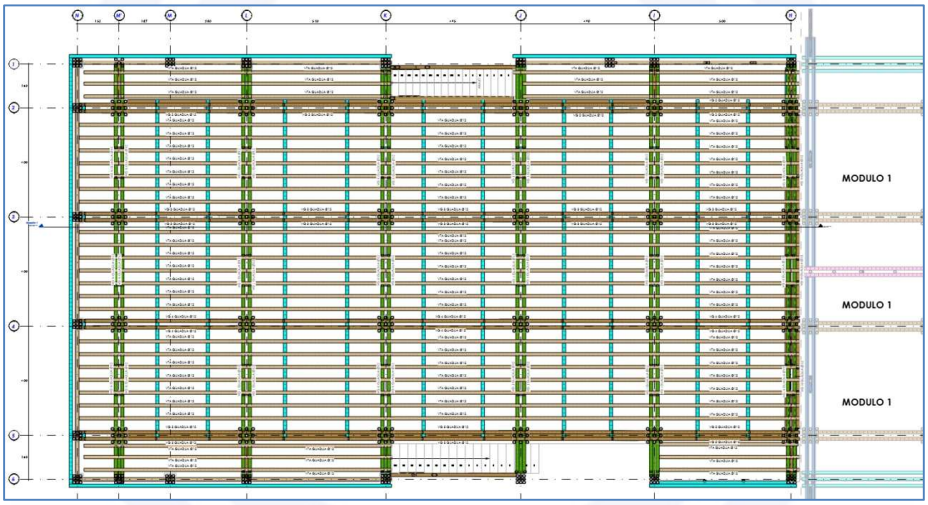


Imagen 72. *Plano Ubicación de columnas. Vigas de Entrepiso.*

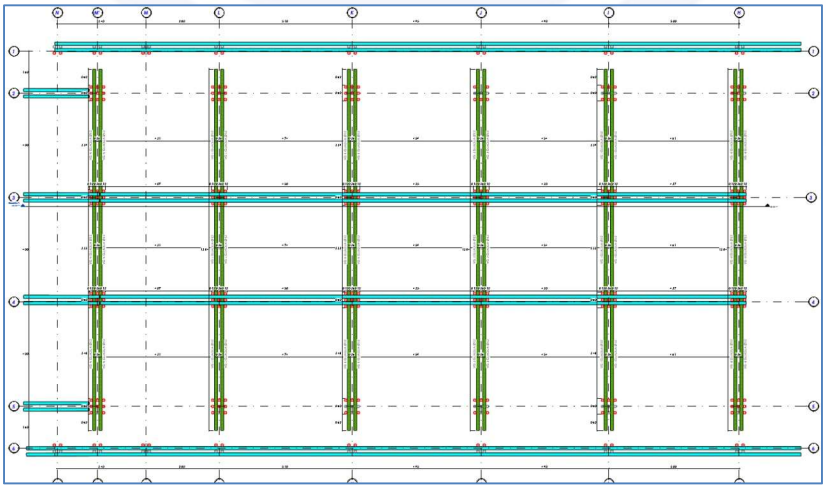


Imagen 73. *Plano reforzamiento Vigas de Cubierta.*

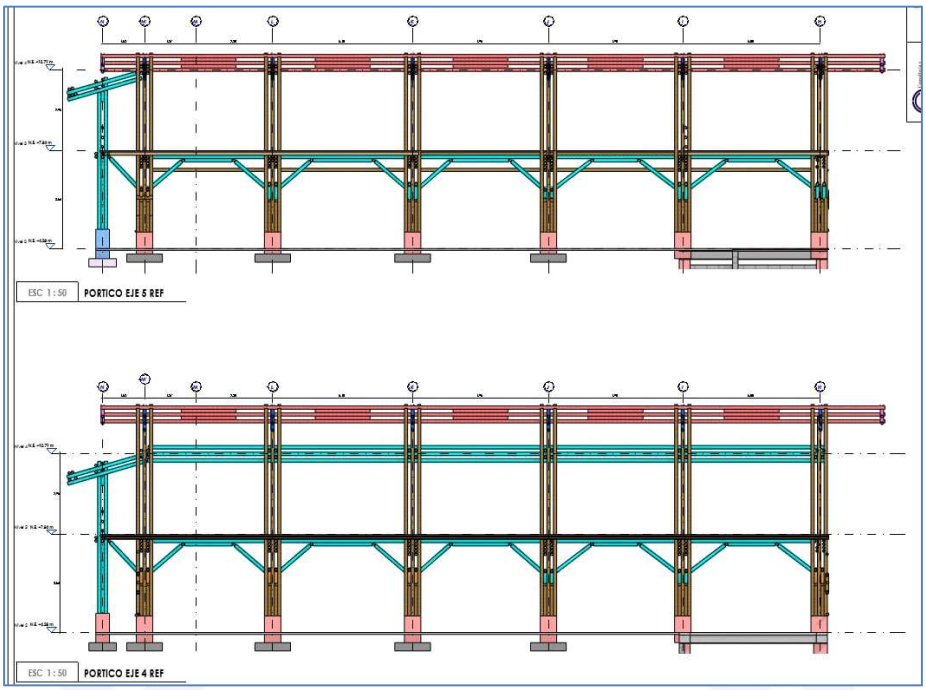


Imagen 74. *Cortes de Reforzamiento Estructural*

10.5 CIMENTACIÓN

Luego de modelar la estructura con el reforzamiento propuesto y analizar su comportamiento ante cargas verticales y de sismo, se obtienen las solicitaciones a las que está sometida y las reacciones que llegan a la base, con estos datos y la capacidad portante del suelo suministrada por el estudio de suelos realizado por esta consultoría, se procede entonces a verificar si la cimentación actual es suficiente para que el terreno soporte las cargas de la edificación.

Modulo 1		
CUADRO DE RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN		
COMBINACIÓN DE CARGAS	**Carga muerta + Carga viva normal**	**Carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño pseudo estático**
Estrato de fundación:	limos color café	limos color café
Profundidad de cimentación de las zapatas (mínima)	0.30 m	0.30 m
Capacidad portante para dimensionamiento de zapatas:	65 kN/m2	130 kN/m2
Menor dimensión recomendada para las zapatas:	1.20 m	1.20 m

Imagen 75. *Recomendaciones Geotécnicas para reforzamiento*

Para realizar el reforzamiento, se extraen del modelo matemático de la estructura reforzada, las cargas máximas para las combinaciones de diseño requeridas que llegan a los apoyos con el fin de verificar si las dimensiones existentes de las zapatas,

cumplen los requerimientos mínimos de diseño, o en dado caso, tener la necesidad de aumentar las dimensiones.

ID ZAPATA	DATOS DE LA COLUMNA				FLEXIÓN			INDICES DE SOBRESFUERZO			
	Columna	Número ETABS	Eje X	Eje Y	Lado Definitivo A (m)	Lado Definitivo B (m)	Altura de la zapata	INDICE A FLEXION	INDICE A CORTANTE	VERIFICACION FLEXION	VERIFICACION CORTANTE
REF TIPO 02	A - 1	90	A	1	2.20	2.60	0.40	0.27	0.01	CUMPLE	CUMPLE
EXT TIPO 01	B - 1	91	B	1	1.70	1.90	0.40	0.00	-0.04	CUMPLE	CUMPLE
EXT TIPO 01	C - 1	92	C	1	1.70	1.90	0.40	0.00	-0.04	CUMPLE	CUMPLE
EXT TIPO 01	D - 1	93	D	1	1.70	1.90	0.40	0.00	-0.04	CUMPLE	CUMPLE
EXT TIPO 01	E - 1	94	E	1	1.70	1.90	0.40	0.00	-0.04	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 01	F - 1	95	F	1	1.70	2.10	0.40	0.12	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	A - 2	84	A	2	2.10	2.30	0.40	0.06	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	B - 2	85	B	2	2.10	2.30	0.40	0.06	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	E - 2	88	E	2	2.10	2.30	0.40	0.06	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 04	F - 2	89	F	2	1.90	2.10	0.40	0.01	-0.02	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	A - 3	78	A	3	2.20	2.40	0.40	0.09	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	B - 3	79	B	3	2.20	2.40	0.40	0.09	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	E - 3	82	E	3	2.20	2.40	0.40	0.09	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 04	F - 3	83	F	3	1.90	2.10	0.40	0.02	-0.03	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 07	A - 4	75	A	4	2.30	2.50	0.40	0.14	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 07	B - 4	74	B	4	2.30	2.50	0.40	0.14	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 07	E - 4	76	E	4	2.30	2.50	0.40	0.14	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 04	F - 4	77	F	4	1.90	2.10	0.40	0.02	-0.03	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	A - 5	71	A	5	2.20	2.40	0.40	0.09	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	B - 5	70	B	5	2.20	2.40	0.40	0.10	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	C - 5	66	C	5	2.10	2.30	0.40	0.06	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	D - 5	67	D	5	2.10	2.30	0.40	0.07	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	E - 5	69	E	5	2.20	2.40	0.40	0.10	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 06	F - 5	68	F	5	2.20	2.40	0.40	0.10	0.00	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 03	A - 6	6	A	6	2.70	3.10	0.40	0.66	0.03	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	B - 6	12	B	6	2.10	2.30	0.40	0.07	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
EXT TIPO 01	C - 6	57	C	6	1.70	1.90	0.40	0.00	-0.05	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	D - 6	63	D	6	2.10	2.30	0.40	0.05	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 05	E - 6	64	E	6	2.10	2.30	0.40	0.07	-0.01	CUMPLE	CUMPLE
REF TIPO 03	F - 6	65	F	6	2.70	3.10	0.40	0.70	0.03	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 49. *Diseño de la cimentación. Zapatas concéntricas*

	DATOS DE LA COLUMNA								columna). DISION COM		
Identificación de la Zapata	Columna	Número ETABS	Eje X	Eje Y	L1 (m) Definitivo	L2 (m) Definitivo	σadmisible (KN/m²)	σactuante (KN/m²)	Cumple σ?	Altura de la zapata	Verificación de cortante
REF TIPO 08	C - 2	86	C	2	2.00	1.90	120.000	112.027	CUMPLE	0.40	CUMPLE
REF TIPO 08	D - 2	87	D	2	2.00	1.90	120.000	112.020	CUMPLE	0.40	CUMPLE
EXT TIPO 02	C - 3	80	C	3	1.70	1.90	120.000	116.155	CUMPLE	0.40	CUMPLE
EXT TIPO 02	D - 3	81	D	3	1.70	1.90	120.000	115.950	CUMPLE	0.40	CUMPLE
REF TIPO 09	C - 4	72	C	4	2.20	2.40	120.000	109.025	CUMPLE	0.40	CUMPLE
REF TIPO 09	D - 4	73	D	4	2.20	2.40	120.000	108.940	CUMPLE	0.40	CUMPLE

Tabla 50. *Diseño de la cimentación. Zapatas Excéntricas*

ID ZAPATA	PREDIMENSIONAMIENTO											
	Distancia eje columnas (m)	Distancia borde Col1 a borde zapata (m)	Centro de gravedad cargas (m)	Lado teorico (m)	Lado Definitivo L (m)	Distancia borde Col2 a borde zapata (m)	Area min de cimentación (m²)	Lado B mínimo (m)	Lado Definitivo B (m)	σneta (KN/m²)	σterreno (KN/m²)	verificacion
TIPO T3	1.60	0.20	0.63	2.26	2.60	0.25	0.37	0.90	1.20	23.45	199.68	ok
TIPO T3	1.60	0.20	0.57	2.14	2.60	0.25	0.74	0.90	1.20	47.26	199.68	ok
TIPO T3	1.60	0.20	0.58	2.17	2.60	0.25	0.67	0.90	1.20	43.03	199.68	ok
TIPO T3	1.60	0.20	0.42	1.84	2.60	0.25	0.58	0.90	1.20	37.25	199.68	ok

Tabla 51. *Diseño de la cimentación. Zapatas Combinadas*

11 PRESUPUESTO PARA REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

Con el reforzamiento propuesto se procede a determinar las actividades necesarias para ejecutar las obras que permitan llevar la edificación a cumplir los parámetros de la NSR-10. A partir de los detalles constructivos de los planos de levantamiento arquitectónico, estructural y de reforzamiento se procede a determinar las cantidades de obra necesarias listadas en la Sabana de Presupuesto.

Se desarrolla el análisis de precios unitarios de las actividades necesarias para la ejecución del reforzamiento, a partir de cotizaciones actualizadas al año 2022, con estos APU y las cantidades de las actividades se determina el presupuesto general para las actividades específicas del reforzamiento propuesto.

PRESUPUESTO DE OBRAS DE REFORZAMIENTO - MODULO 1

"REALIZAR LA CONSULTORIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, PATOLOGIA ESTRUCTURAL Y DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL"

CODIGO:	CYC 928
FECHA:	15/12/2022
LUGAR:	RISARALDA - DOS QUEBRADAS
MODULO:	SENA - MODULO 1

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL CAPITULO	% INCIDENCIA COSTO DIRECTO
0	PRELIMINARES					$ 13,906,582	4.3%
0.1	LOCALIZACION, TRAZADO Y REPLANTEO	m2	830.54	$ 4,605	3,824,724		
0.2	CERRAMIENTO PROVISIONAL EN TELA VERDE. ALTURA 2.5M	m	92.73	$ 13,086	1,213,459		
0.3	APUNTALAMIENTO TEMPORAL PARA ENTREPISO (INCLUYE CERCHAS, PARALES, CAMILLAS)	m2/mes	498.32	$ 17,796	8,868,398		
1	DESMONTES, DEMOLICIONES Y ESCARIFICACIONES					$ 46,096,544	14.2%
1.1	DEMOLICIÓN DE LOSA DE CONTRAPISO, ESPESOR MAXIMO 10CM (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m2	48.00	$ 57,638	2,766,636		
1.2	DESMONTE DE MUROS Y DIVISIONES LIVIANAS EN DRYWALL O SIMILAR	m2	180.00	$ 49,363	8,885,265		
1.3	DESMONTE DE PUERTAS DE VIDRIO, MADERA O METALICAS (INCLUYENDO MARCO Y HERRAJES)	und	10.00	$ 49,363	493,626		
1.4	DESMONTE DE VENTANERIA (VIDRIO, MARCO, REJAS Y HERRAJES)	m2	21.60	$ 49,363	1,066,232		
1.5	DESMONTE DE CIELORRASO (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m2	276.85	$ 49,363	13,665,867		
1.6	DEMOLICIÓN DE ACABADOS DE PISO EN MADERA (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m2	112.00	$ 4,848	543,027		
1.7	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE PEDESTALES DE CONCRETO PARA REFORZAMIENTO, ANCHO MAXIMO 50CM Y ESPESOR DE= 4CM (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m	160.00	$ 30,799	4,927,839		
1.8	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE ZAPATAS DE CONCRETO PARA REFORZAMIENTO, ANCHO MAXIMO 50CM Y ESPESOR DE= 4CM (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m	176.00	$ 30,799	5,420,623		
1.9	DESMONTE DE CUBIERTA LIVIANA EN TEJA FIBROCEMENTO, INCLUYENDO ESTRUCTURA DE SOPORTE	m2	415.27	$ 20,053	8,327,430		
2	CIMENTACION					$ 76,818,903	23.7%
2.1	EXCAVACIÓN MANUAL (INCLUYE CARGUE Y RETIRO)	m3	48.00	$ 37,988	1,823,446		
2.2	CONCRETO DE 2500PSI DE LIMPIEZA. ESPESOR 5CM	m2	48.00	$ 57,257	2,748,351		
2.3	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA REFORZAMIENTO DE ZAPATAS	m3	5.76	$ 1,005,514	5,791,759		
2.4	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA ZAPATAS NUEVAS	m3	5.76	$ 1,005,514	5,791,759		
2.5	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA REFORZAMIENTO DE PEDESTALES	m3	6.91	$ 970,885	6,710,756		
2.6	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA PEDESTALES NUEVOS	m3	6.91	$ 970,885	6,710,756		
2.7	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA LOSA DE CONTRAPISO. ESPESOR MAXIMO 10CM TERMINADO Y PULIDO	m2	48.00	$ 129,390	6,210,698		
2.8	PUENTE DE ADHERENCIA ENTRE CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO EN CIMENTACION. ANCHO MAXIMO 50CM	m	336.00	$ 35,092	11,790,899		
2.9	RELLENO CON MATERIAL COMPACTADO Y DENSIDAD SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS (INCLUYE TRANSPORTE)	m3	36.48	$ 207,791	7,580,231		
2.10.	MALLA ELECTROSOLDADA ESTANDAR FY=420MPA. SECCION 2.35MX6M. DIAMETRO BARRAS 4.5 A 7MM	Kg	120.95	$ 10,057	1,216,396		
2.11	ACERO CORRUGADO DE 60000 PSI (420MPa) PARA REFORZAMIENTO DE ZAPATAS	Kg	1036.80	$ 8,963	9,292,660		
2.12	ACERO CORRUGADO DE 60000 PSI (420MPa) PARA REFORZAMIENTO DE PEDESTALES	Kg	1244.16	$ 8,963	11,151,192		
3	ESTRUCTURAS EN MADERA (GUADUA)					$ 117,331,022	36.3%
3.1	COLUMNAS PRINCIAPALES NUEVAS	m	120.00	$ 50,000	6,000,000		
3.2	REFORZAMIENTO DE COLUMNAS EXISTENTES CON ELEMENTOS NUEVOS	m	24.00	$ 50,000	1,200,000		
3.3	REFORZAMIENTO DE UNIONES DE COLUMNAS EXISTENTES CON PERNOS Y MORTERO	und	6.00	$ 35,000	210,000		
3.4	VIGAS/VIGUETAS DE AMARRE Y RIGIDEZ NUEVAS	m	796.80	$ 50,000	39,840,000		
3.5	REFORZAMIENTO DE VIGAS/VIGUETAS EXISTENTES CON ELEMENTOS NUEVOS	m	199.20	$ 50,000	9,960,000		
3.6	REFORZAMIENTO DE UNIONES DE VIGAS/ VIGUETAS EXISTENTES CON PERNOS Y MORTERO	und	50.00	$ 35,000	1,750,000		
3.7	ARRIOSTRAMIENTO CONCENTRICO NUEVOS	m	183.36	$ 40,000	7,334,400		
3.8	DIAGONALES DE APOYO NUEVAS	m	36.67	$ 40,000	1,466,880		
3.9	CONEXIÓN DE COLUMNAS NUEVAS A PEDESTAL	und	40.00	$ 35,000	1,400,000		
3.10.	REFORZAMIENTO DE CONEXIÓN DE GUADUA EXISTENTE A PEDESTAL	und	40.00	$ 35,000	1,400,000		
3.11	CAMBIO ELEMENTOS GUADUA (DIAMETRO 10-13 CM)	m	44.01	$ 50,000	2,200,320		
3.12	REFORZAMIENTO CON ABRAZADERA 1" GALVANIZADA RESISTENTE A LA HUMEDAD, AL CALOR Y A LA ABRACIÓN	und	800.00	$ 10,000	8,000,000		
3.13	REFORZAMIENTO CON ANCLAJE PERNO DE 1/2" L<= 50CM	und	800.00	$ 25,000	20,000,000		
3.14	REPERACION DE ELEMENTOS DE GUADUA	und	45.00	$ 25,000	1,125,000		
3.15	PINTURA HIDROFUGA, FUNGICIDA Y CON FILTRO UV PARA MADERA	m	1404.04	$ 11,000	15,444,422		
4	MONTAJES, RECONSTRUCCIONES Y REPOSICIONES TOTALES					$ 62,736,691	19.4%
4.1	MONTAJE DE DIVISION LIVIANA EN DRYWALL	m2	180.00	$ 20,000	3,600,000		
4.2	MONTAJE DE CIELO RASO	m2	276.85	$ 18,000	4,983,240		
4.3	MONTAJE DE PUERTAS DE VIDRIO, MADERA O METALICAS	und	10.00	$ 52,913	529,125		
4.4	MONTAJE DE VENTANERIA	m2	21.60	$ 52,913	1,142,910		
4.5	SUMINISTRO DE PISO EN MADERA TIPO TARIMA	m2	112.00	$ 150,000	16,800,000		
4.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE CUBIERTA LIVIANA EN TEJA PLASTICA CON ESTRUCTURA DE SOPORTE	m2	415.27	$ 85,923	35,681,416		
5	ASEO DE OBRA Y TRASIEGO DE MATERIALES					$ 6,660,276	2.1%
5.1	ASEO GENERAL EN LA OBRA	m2	830.54	$ 3,133	2,601,750		
5.2	TRASIEGO DE MATERIALES Y ESCOMBROS	mes	3.00	$ 1,352,842	4,058,526		

COSTO DIRECTO OBRA:	$ 323,550,019
ADMINISTRACION 46.09%	$ 149,116,814
IMPREVISTOS 1%	$ 3,235,500
UTILIDAD 5%	$ 16,177,501
IVA SOBRE LA UTILIDAD 19%	$ 3,073,725
PRESUPUESTO INTERVENTORIA	$ 142,545,203
COSTO INDIRECTO OBRA:	$ 314,148,743
COSTO TOTAL DE OBRA	$ 637,698,762
AREA m2	830.54
COSTO TOTAL DE OBRA POR m2	$ 767,812

Tabla 52. *Presupuesto obras de reforzamiento. Módulo 1*

PRESUPUESTO DE OBRAS DE REFORZAMIENTO - MODULO 2

"REALIZAR LA CONSULTORIA PARA EL ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, PATOLOGIA ESTRUCTURAL Y DISEÑOS DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE GUADUA DEL CENTRO DE DISEÑO E INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL"

CODIGO:	CYC 928
FECHA:	15/12/2022
LUGAR:	RISARALDA - DOS QUEBRADAS
MODULO:	SENA - MODULO 2

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL CAPITULO	% INCIDENCIA COSTO DIRECTO
0	**PRELIMINARES**					**$ 13,986,615**	**4.5%**
0.1	LOCALIZACION, TRAZADO Y REPLANTEO	m2	835.40	$ 4,605	3,847,105		
0.2	CERRAMIENTO PROVISIONAL EN TELA VERDE. ALTURA 2.5M	m	93.17	$ 13,086	1,219,217		
0.3	APUNTALAMIENTO TEMPORAL PARA ENTREPISO (INCLUYE CERCHAS, PARALES, CAMILLAS)	m2/mes	501.24	$ 17,796	8,920,293		
1	**DESMONTES, DEMOLICIONES Y ESCARIFICACIONES**					**$ 42,016,075**	**13.4%**
1.1	DEMOLICIÓN DE LOSA DE CONTRAPISO, ESPESOR MAXIMO 10CM (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m2	0.00	$ 57,638	-		
1.2	DESMONTE DE MUROS Y DIVISIONES LIVIANAS EN DRYWALL O SIMILAR	m2	166.50	$ 49,363	8,218,870		
1.3	DESMONTE DE PUERTAS DE VIDRIO, MADERA O METALICAS (INCLUYENDO MARCO Y HERRAJES)	und	10.00	$ 49,363	493,626		
1.4	DESMONTE DE VENTANERIA (VIDRIO, MARCO, REJAS Y HERRAJES)	m2	21.60	$ 49,363	1,066,232		
1.5	DESMONTE DE CIELORRASO (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m2	278.47	$ 49,363	13,745,834		
1.6	DEMOLICIÓN DE ACABADOS DE PISO EN MADERA (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m2	112.00	$ 4,848	543,027		
1.7	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE PEDESTALES DE CONCRETO PARA REFORZAMIENTO, ANCHO MAXIMO 50CM Y ESPESOR DE= 4CM (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m	148.00	$ 30,799	4,558,251		
1.8	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE ZAPATAS DE CONCRETO PARA REFORZAMIENTO, ANCHO MAXIMO 50CM Y ESPESOR DE= 4CM (INCLUYE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS)	m	162.80	$ 30,799	5,014,076		
1.9	DESMONTE DE CUBIERTA LIVIANA EN TEJA FIBROCEMENTO, INCLUYENDO ESTRUCTURA DE SOPORTE	m2	417.70	$ 20,053	8,376,159		
2	**CIMENTACION**					**$ 68,507,492**	**21.9%**
2.1	EXCAVACIÓN MANUAL (INCLUYE CARGUE Y RETIRO)	m3	48.00	$ 37,988	1,823,446		
2.2	CONCRETO DE 2500PSI DE LIMPIEZA. ESPESOR 5CM	m2	48.00	$ 57,257	2,748,351		
2.3	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA REFORZAMIENTO DE ZAPATAS	m3	5.76	$ 1,005,514	5,791,759		
2.4	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA ZAPATAS NUEVAS	m3	5.76	$ 1,005,514	5,791,759		
2.5	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA REFORZAMIENTO DE PEDESTALES	m3	6.91	$ 970,885	6,710,756		
2.6	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA PEDESTALES NUEVOS	m3	6.91	$ 970,885	6,710,756		
2.7	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA LOSA DE CONTRAPISO. ESPESOR MAXIMO 10CM TERMINADO Y PULIDO	m2	0.00	$ 129,390	-		
2.8	PUENTE DE ADHERENCIA ENTRE CONCRETO NUEVO Y ANTIGUO EN CIMENTACION. ANCHO MAXIMO 50CM	m	310.80	$ 35,092	10,906,582		
2.9	RELLENO CON MATERIAL COMPACTADO Y DENSIDAD SEGÚN ESTUDIO DE SUELOS (INCLUYE TRANSPORTE)	m3	36.48	$ 207,791	7,580,231		
2.10.	MALLA ELECTROSOLDADA ESTANDAR FY=420MPA. SECCION 2.35MX6M. DIAMETRO BARRAS 4.5 A 7MM	Kg	0.00	$ 10,057	-		
2.11	ACERO CORRUGADO DE 60000 PSI (420MPa) PARA REFORZAMIENTO DE ZAPATAS	Kg	1036.80	$ 8,963	9,292,660		
2.12	ACERO CORRUGADO DE 60000 PSI (420MPa) PARA REFORZAMIENTO DE PEDESTALES	Kg	1244.16	$ 8,963	11,151,192		
3	**ESTRUCTURAS EN MADERA (GUADUA)**					**$ 118,871,022**	**38.0%**
3.1	COLUMNAS PRINCIAPALES NUEVAS	m	120.00	$ 50,000	6,000,000		
3.2	REFORZAMIENTO DE COLUMNAS EXISTENTES CON ELEMENTOS NUEVOS	m	24.00	$ 50,000	1,200,000		
3.3	REFORZAMIENTO DE UNIONES DE COLUMNAS EXISTENTES CON PERNOS Y MORTERO	und	6.00	$ 35,000	210,000		
3.4	VIGAS/VIGUETAS DE AMARRE Y RIGIDEZ NUEVAS	m	796.80	$ 50,000	39,840,000		
3.5	REFORZAMIENTO DE VIGAS/VIGUETAS EXISTENTES CON ELEMENTOS NUEVOS	m	199.20	$ 50,000	9,960,000		
3.6	REFORZAMIENTO DE UNIONES DE VIGAS/ VIGUETAS EXISTENTES CON PERNOS Y MORTERO	und	50.00	$ 35,000	1,750,000		
3.7	ARRIOSTRAMIENTO CONCENTRICO NUEVOS	m	183.36	$ 40,000	7,334,400		
3.8	DIAGONALES DE APOYO NUEVAS	m	36.67	$ 40,000	1,466,880		
3.9	CONEXIÓN DE COLUMNAS NUEVAS A PEDESTAL	und	37.00	$ 35,000	1,295,000		
3.10.	REFORZAMIENTO DE CONEXIÓN DE GUADUA EXISTENTE A PEDESTAL	und	37.00	$ 35,000	1,295,000		
3.11	CAMBIO ELEMENTOS GUADUA (DIAMETRO 10-13 CM)	m	44.01	$ 50,000	2,200,320		
3.12	REFORZAMIENTO CON ABRAZADERA 1" GALVANIZADA RESISTENTE A LA HUMEDAD, AL CALOR Y A LA ABRACIÓN	und	850.00	$ 10,000	8,500,000		
3.13	REFORZAMIENTO CON ANCLAJE PERNO DE 1/2" L<= 50CM	und	850.00	$ 25,000	21,250,000		
3.14	REPERACION DE ELEMENTOS DE GUADUA	und	45.00	$ 25,000	1,125,000		
3.15	PINTURA HIDROFUGA, FUNGICIDA Y CON FILTRO UV PARA MADERA	m	1404.04	$ 11,000	15,444,422		
4	**MONTAJES, RECONSTRUCCIONES Y REPOSICIONES TOTALES**					**$ 62,704,645**	**20.0%**
4.1	MONTAJE DE DIVISION LIVIANA EN DRYWALL	m2	166.50	$ 20,000	3,330,000		
4.2	MONTAJE DE CIELO RASO	m2	278.47	$ 18,000	5,012,400		
4.3	MONTAJE DE PUERTAS DE VIDRIO, MADERA O METALICAS	und	10.00	$ 52,913	529,125		
4.4	MONTAJE DE VENTANERIA	m2	21.60	$ 52,913	1,142,910		
4.5	SUMINISTRO DE PISO EN MADERA TIPO TARIMA	m2	112.00	$ 150,000	16,800,000		
4.6	SUMINISTRO E INSTALACION DE CUBIERTA LIVIANA EN TEJA PLASTICA CON ESTRUCTURA DE SOPORTE	m2	417.70	$ 85,923	35,890,210		
5	**ASEO DE OBRA Y TRASIEGO DE MATERIALES**					**$ 6,675,500**	**2.1%**
5.1	ASEO GENERAL EN LA OBRA	m2	835.40	$ 3,133	2,616,974		
5.2	TRASIEGO DE MATERIALES Y ESCOMBROS	mes	3.00	$ 1,352,842	4,058,526		

COSTO DIRECTO OBRA:	**$ 312,761,350**
ADMINISTRACION 47.07%	**$ 147,228,797**
IMPREVISTOS 1%	**$ 3,127,613**
UTILIDAD 5%	**$ 15,638,067**
IVA SOBRE LA UTILIDAD 19%	**$ 2,971,233**
PRESUPUESTO INTERVENTORIA	**$ 142,545,203**
COSTO INDIRECTO OBRA:	**$ 311,510,914**
COSTO TOTAL DE OBRA	**$ 624,272,263**
AREA m2	**835.40**
COSTO TOTAL DE OBRA POR m2	**$ 747,273**

Tabla 53. *Presupuesto obras de reforzamiento. Módulo 2*

El presupuesto detallado se entrega con los productos finales del contrato en mención, en formato Excel y pdf.

11.1 CRONOGRAMA

Para el desarrollo del cronograma de la ejecución de las obras de reforzamiento se organizaron las actividades de ejecución de las obras según el proceso constructivo determinado en los planos de reforzamiento. Con base en estos lineamientos y en la experiencia de reforzamiento en edificaciones similares se pudo determinar el desarrollo de las obras de ejecución de reforzamiento. El cronograma en formato Project y en PDF se anexa en los productos finales del proyecto.

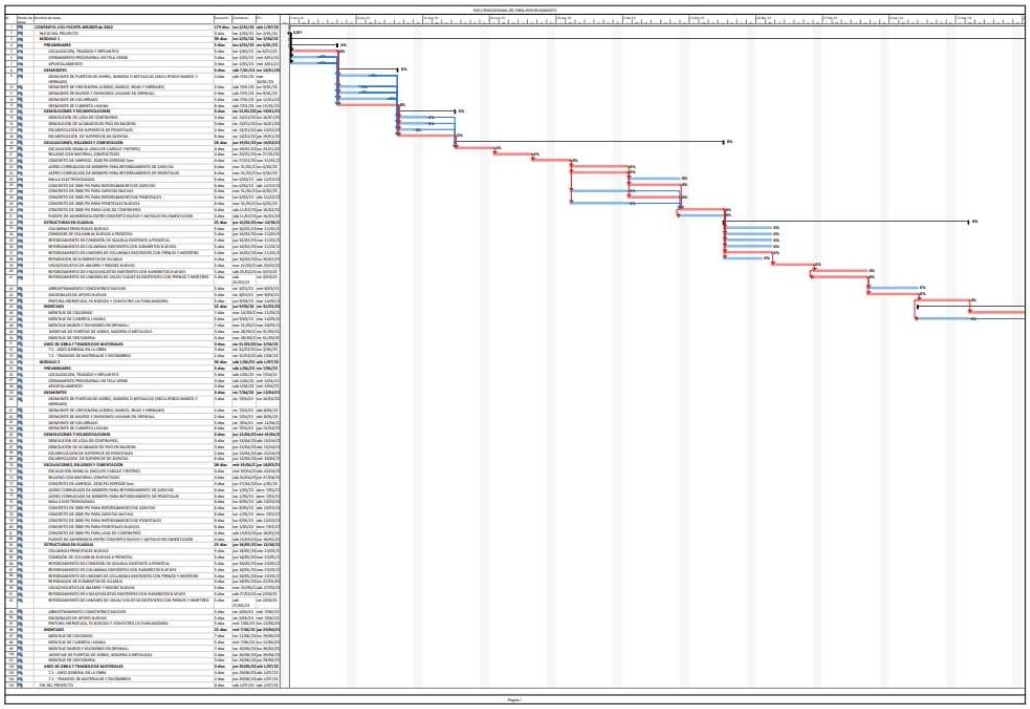
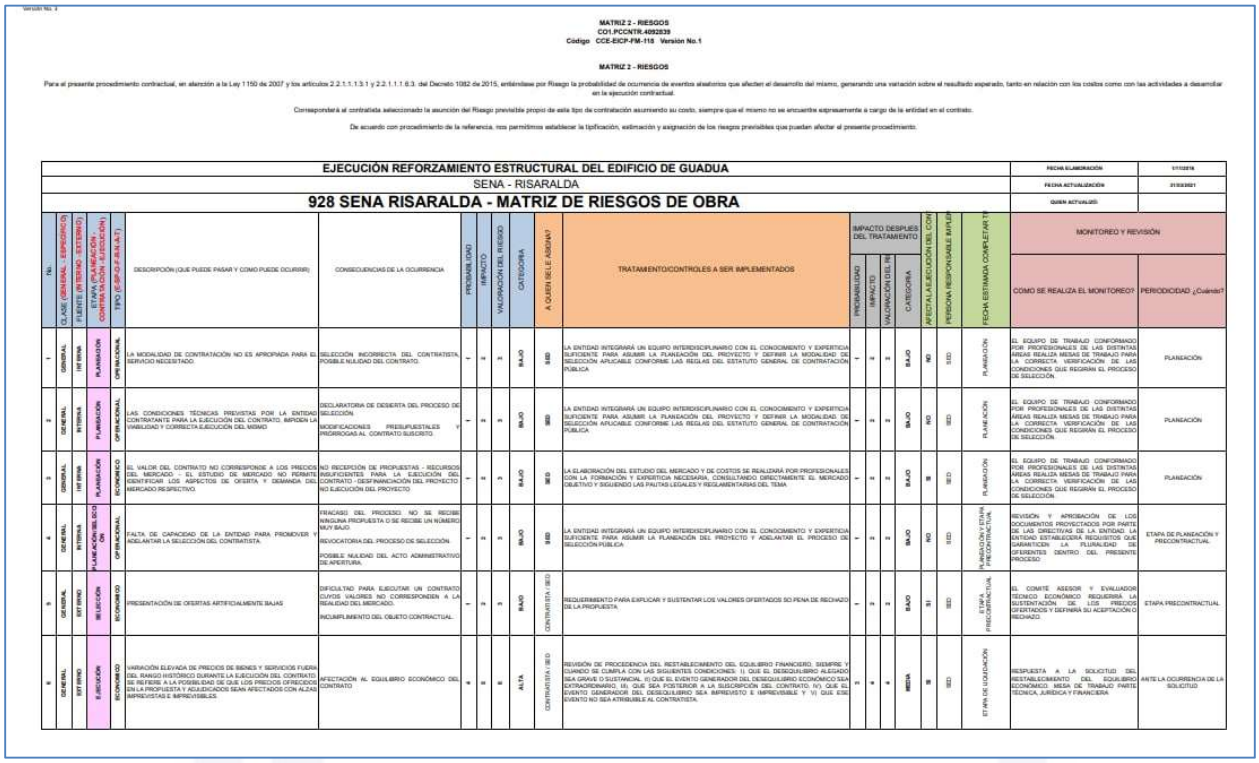


Tabla 54. *Cronograma de obras de reforzamiento.*

11.1 MATRIZ DE RIESGO



MATRIZ 2 - RIESGOS
COI.PCONTR.4892839
Código CCE-EICP-FM-118 Versión No.1

MATRIZ 2 - RIESGOS

Para el presente procedimiento contractual, en atención a la Ley 1150 de 2007 y los artículos 2.2.1.1.1.3.1 y 2.2.1.1.1.6.3. del Decreto 1082 de 2015, entiéndase por Riesgo la probabilidad de ocurrencia de eventos aleatorios que afecten el desarrollo del mismo, generando una variación sobre el resultado esperado, tanto en relación con los costos como con las actividades a desarrollar en la ejecución contractual.

Corresponderá al contratista seleccionado la asunción del Riesgo previsible propio de este tipo de contratación asumiendo su costo, siempre que el mismo no se encuentre expresamente a cargo de la entidad en el contrato.

De acuerdo con procedimiento de la referencia, nos permitimos establecer la tipificación, estimación y asignación de los riesgos previsibles que pueden afectar el presente procedimiento.

EJECUCIÓN REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE GUADUA
SENA - RISARALDA
928 SENA RISARALDA - MATRIZ DE RIESGOS DE OBRA

FECHA ELABORACIÓN: 17/12/18
FECHA ACTUALIZACIÓN: 21/03/2021
QUIEN ACTUALIZÓ:

No.	CLASE (GENERAL - ESPECIFICO)	FUENTE (INTERNA - EXTERNO)	ETAPA (PLANEACION - CONTRATACION - EJECUCION)	TIPO (E.SP.O.F.A.R.A.L.F.)	DESCRIPCIÓN (QUE PUEDE PASAR Y COMO PUEDE OCURRIR)	CONSECUENCIAS DE LA OCURRENCIA	PROBABILIDAD	IMPACTO	VALORACIÓN DEL RIESGO	CATEGORIA	A QUIEN (ELLE ASIGNA?)	TRATAMIENTO/CONTROLES A SER IMPLEMENTADOS	IMPACTO DESPUES DEL TRATAMIENTO: PROBABILIDAD	IMPACTO	VALORACIÓN DEL RIESGO	CATEGORIA	APROBACIÓN EJECUCIÓN DEL CONTRATO	PERSONA RESPONSABLE IMPLEMENTAR	FECHA ESTIMADA COMPLETAR TRATAMIENTO	MONITOREO Y REVISIÓN: COMO SE REALIZA EL MONITOREO?	MONITOREO Y REVISIÓN: PERIODICIDAD ¿Cuándo?
1	GENERAL	INTERNA	PLANEACIÓN	OPERACIONAL	LA MODALIDAD DE CONTRATACIÓN NO ES APROPIADA PARA EL SERVICIO NECESITADO.	SELECCIÓN INCORRECTA DEL CONTRATISTA, POSIBLE NULIDAD DEL CONTRATO.	1	3	3	BAJO	SED	LA ENTIDAD INTEGRARÁ UN EQUIPO INTERDISCIPLINARIO CON EL CONOCIMIENTO Y EXPERTICIA SUFICIENTE PARA ASUMIR LA PLANEACIÓN DEL PROYECTO Y DEFINIR LA MODALIDAD DE SELECCIÓN APLICABLE CONFORME LAS REGLAS DEL ESTATUTO GENERAL DE CONTRATACIÓN PUBLICA	1	3	3	BAJO	NO	SED	PLANEACIÓN	EL EQUIPO DE TRABAJO CONFORMADO POR PROFESIONALES DE LAS DISTINTAS AREAS REALIZA MESAS DE TRABAJO PARA LA CORRECTA VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES QUE REGIRÁN EL PROCESO DE SELECCIÓN.	PLANEACIÓN
2	GENERAL	INTERNA	PLANEACIÓN	OPERACIONAL	LAS CONDICIONES TÉCNICAS PREVISTAS POR LA ENTIDAD CONTRATANTE PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO, IMPIDEN LA VIABILIDAD Y CORRECTA EJECUCIÓN DEL MISMO	DECLARATORIA DE DESIERTA DEL PROCESO DE SELECCIÓN. MODIFICACIONES PRESUPUESTALES Y PRORROGAS AL CONTRATO SUSCRITO.	1	3	3	BAJO	SED	LA ENTIDAD INTEGRARÁ UN EQUIPO INTERDISCIPLINARIO CON EL CONOCIMIENTO Y EXPERTICIA SUFICIENTE PARA ASUMIR LA PLANEACIÓN DEL PROYECTO Y DEFINIR LA MODALIDAD DE SELECCIÓN APLICABLE CONFORME LAS REGLAS DEL ESTATUTO GENERAL DE CONTRATACIÓN PUBLICA	1	3	3	BAJO	NO	SED	PLANEACIÓN	EL EQUIPO DE TRABAJO CONFORMADO POR PROFESIONALES DE LAS DISTINTAS AREAS REALIZA MESAS DE TRABAJO PARA LA CORRECTA VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES QUE REGIRÁN EL PROCESO DE SELECCIÓN.	PLANEACIÓN
3	GENERAL	INTERNA	PLANEACIÓN	ECONOMICO	EL VALOR DEL CONTRATO NO CORRESPONDE A LOS PRECIOS DEL MERCADO. - EL ESTUDIO DE MERCADO NO PERMITE IDENTIFICAR LOS ASPECTOS DE OFERTA Y DEMANDA DEL MERCADO RESPECTIVO	NO RECEPCIÓN DE PROPUESTAS - RECURSOS INSUFICIENTES PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO - DESFINANCIACIÓN DEL PROYECTO NO EJECUCIÓN DEL PROYECTO	1	3	3	BAJO	SED	LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEL MERCADO Y DE COSTOS SE REALIZARÁ POR PROFESIONALES CON LA FORMACIÓN Y EXPERTICIA NECESARIA, CONSULTANDO DIRECTAMENTE EL MERCADO OBJETIVO Y SIGUIENDO LAS PAUTAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS DEL TEMA	1	3	3	BAJO	SI	SED	PLANEACIÓN	EL EQUIPO DE TRABAJO CONFORMADO POR PROFESIONALES DE LAS DISTINTAS AREAS REALIZA MESAS DE TRABAJO PARA LA CORRECTA VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES QUE REGIRÁN EL PROCESO DE SELECCIÓN.	PLANEACIÓN
4	GENERAL	INTERNA	PLANEACIÓN DEL SECO	OPERACIONAL	FALTA DE CAPACIDAD DE LA ENTIDAD PARA PROMOVER Y ADELANTAR LA SELECCIÓN DEL CONTRATISTA.	FRACASO DEL PROCESO. NO SE RECIBE NINGUNA PROPUESTA O SE RECIBE UN NÚMERO MUY BAJO. REVOCATORIA DEL PROCESO DE SELECCIÓN. POSIBLE NULIDAD DEL ACTO ADMINISTRATIVO DE APERTURA.	1	3	3	BAJO	SED	LA ENTIDAD INTEGRARÁ UN EQUIPO INTERDISCIPLINARIO CON EL CONOCIMIENTO Y EXPERTICIA SUFICIENTE PARA ASUMIR LA PLANEACIÓN DEL PROYECTO Y ADELANTAR EL PROCESO DE SELECCIÓN PUBLICA	1	3	3	BAJO	NO	SED	PLANEACIÓN Y ETAPA PRECONTRACTUAL	REVISIÓN Y APROBACIÓN DE LOS DOCUMENTOS PROYECTADOS POR PARTE DE LAS DIRECTIVAS DE LA ENTIDAD. LA ENTIDAD ESTABLECERA REQUISITOS QUE GARANTICEN LA PLURALIDAD DE OFERENTES DENTRO DEL PRESENTE PROCESO.	ETAPA DE PLANEACIÓN Y PRECONTRACTUAL
5	GENERAL	EXTERNO	SELECCIÓN	ECONOMICO	PRESENTACIÓN DE OFERTAS ARTIFICIALMENTE BAJAS	DIFICULTAD PARA EJECUTAR UN CONTRATO CUYOS VALORES NO CORRESPONDEN A LA REALIDAD DEL MERCADO. INCUMPLIMIENTO DEL OBJETO CONTRACTUAL.	1	3	3	BAJO	CONTRATISTA / SED	REQUERIMIENTO PARA EXPLICAR Y SUSTENTAR LOS VALORES OFERTADOS SO PENA DE RECHAZO DE LA PROPUESTA	1	3	3	BAJO	SI	SED	ETAPA PRECONTRACTUAL	EL COMITÉ ASESOR Y EVALUADOR TECNICO ECONÓMICO REQUERIRA LA SUSTENTACIÓN DE LOS PRECIOS OFERTADOS Y DEFINIRA SU ACEPTACIÓN O RECHAZO	ETAPA PRECONTRACTUAL
6	GENERAL	EXTERNO	EJECUCIÓN	ECONOMICO	VARIACIÓN ELEVADA DE PRECIOS DE BIENES Y SERVICIOS FUERA DEL RANGO HISTÓRICO DURANTE LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO SE REFIERE A LA POSIBILIDAD DE QUE LOS PRECIOS OFRECIDOS EN LA PROPUESTA Y ADJUDICADOS SEAN AFECTADOS CON ALZAS IMPREVISTAS E IMPREVISIBLES.	AFECTACIÓN AL EQUILIBRIO ECONÓMICO DEL CONTRATO	4	4	8	ALTA	CONTRATISTA / SED	REVISIÓN DE PROCEDENCIA DEL RESTABLECIMIENTO DEL EQUILIBRIO FINANCIERO, SIEMPRE Y CUANDO SE CUMPLA CON LAS SIGUIENTES CONDICIONES: I) QUE EL DESEQUILIBRIO ALEGADO SEA GRAVE O SUSTANCIAL II) QUE EL EVENTO GENERADOR DEL DESEQUILIBRIO ECONÓMICO SEA EXTRAORDINARIO, III) QUE SEA POSTERIOR A LA SUSCRIPCIÓN DEL CONTRATO IV) QUE EL EVENTO GENERADOR DEL DESEQUILIBRIO SEA IMPREVISTO E IMPREVISIBLE Y V) QUE ESE EVENTO NO SEA ATRIBUIBLE AL CONTRATISTA.	2	4	8	MEDIA	SI	SED	ETAPA DE LIQUIDACIÓN	RESPUESTA A LA SOLICITUD DEL RESTABLECIMIENTO DEL EQUILIBRIO ECONOMICO MESA DE TRABAJO PARTE TECNICA, JURIDICA Y FINANCIERA	ANTE LA OCURRENCIA DE LA SOLICITUD

Imagen 76. *matriz de riesgo. SENA RISARALDA*

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ESTADO ACTUAL

La edificación se encuentra conformada por dos módulos estructurales independientes y separados. Cada módulo Compuesto por los dos niveles, en el cual se encuentran columnas, vigas y diagonales de guadua, el entrepiso está conformado por Viguetas de guadua sobre la cuales se encuentra un sistema de esterilla en guadua con listones de madera maciza y láminas de madera como acabado de piso. Los muros de nivel 1 son de entramado en guadua y panel de yeso, los de nivel 2 están elaborados en sistema de Drywall. Las columnas principales que componen el están compuestas por 9 elementos de guadua con una distribución de 3x3, las columnas de fachadas sostienen los corredores externos y cubierta, las vigas de carga (perpendiculares a las viguetas) constan de dos (2) vigas de sección compuesta (dos guaduas), en los ejes que constituyen las fachadas se observan elementos sencillos de guadua que funcionan como viga de rigidez. En cada vano en ambas direcciones se cuenta con arrostramientos excéntricos de elementos tipo guadua. Ademas en modulo 2 se encuentra un nivel inferior en Concreto reforzado.
La cimentación se encuentra conformada pedestales que transmiten las cargas de las columnas de Guadua hacia las zapatas concéntricas.

Una vez analizadas las lesiones encontradas se puede inferir que la mayor parte de las lesiones presentes en la estructura del proyecto se deben a la falta de mantenimiento periódico, dicha patologías afecta la estructura en su totalidad debido al material existente.

Con la información de los ensayos realizados a la estructura se determinan las características de los materiales presentes en la estructura para su modelación.

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

- La edificación está configurada con un sistema de pórtico de Guadua con Diagonales que está permitido por el título G.12 de la NSR-10, al realizar el análisis de vulnerabilidad la edificación se determina que no cumple los índices de flexibilidad y de sobresfuerzo, por lo cual es indispensable reforzar la edificación de tal forma que cumpla con la rigidez y resistencia necesarias para soportar las cargas ante un evento de sismo.

DISEÑO DE REFORZAMIENTO

- Se realizó el diseño de una propuesta de reforzamiento de la edificación que propone al reforzamiento de columnas y vigas con adición de elementos de guadua, creación de columnas nuevas de guadua, reemplazo de elementos deteriorados, que garanticen la resistencia y rigidez de la edificación ante las cargas sísmicas como la mejor alternativa.

- Todos los detalles del reforzamiento de los elementos estructurales, procesos constructivos, así como la secuencia constructiva propuesta por esta consultoría para la ejecución de las obras de reforzamiento se pueden consultar en las memorias de diseño de reforzamiento y en los planos de reforzamiento entregados como productos finales del proyecto.