

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural e hidrosanitario del Museo de Patrimonio Cultural Colonape, Cantón el Carmen - Manabí

INGE - 3039

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Kattya Antonella Intriago Mejia

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

A mi Mar:

Hija mía, nunca permitas que la oscuridad de los demás nuble tu cielo, sé siempre fiel a ti misma. En la vida encontrarás barreras y voces que intentarán detenerte; que la culminación de este proyecto sea para ti la prueba de que nada es imposible en esta vida, siempre que actúes con perseverancia, resiliencia y convicción en tus sueños.

Te amo siempre vida mía, esto va por ti y para ti. Gracias por acompañarme en este trayecto.

Juntitas siempre mi osita.

Agradecimientos

Gracias Dios.

Mi agradecimiento más grande es a mi madre, la Lic./Abg. Maribel Mejía:

Gracias madre por sostenerme, por nunca soltar mi mano, por amarme, por apoyarme, por cuidarme, preocuparte incluso estando lejos, por correr hacia mí cuando más te necesitaba y gracias por ser mi mamá. Por ti soy lo que soy y lo que seré. Espero me alcance la vida para llegar a ser el maravilloso ser y madre que eres.

Te amo esta vida y la otra.

Gracias a mis hermanas: Lic. Gema y Kiara, y a mis segundos padres: Ing. Héctor Cedeño y M.Sc. Flora Moreira, por acompañarme en el proceso.

Declaración Expresa

Yo Katty Antonella Intriago Mejia acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 14 de Octubre del 2025.

Katty A. Mejía

Katty Antonella Intriago Mejia

Evaluadores

M.Sc. Lenin Dender

Profesor de la materia

M.Sc. Walter Hurtares

Tutor de proyecto

Resumen

El presente proyecto integrador aborda el diseño estructural e hidrosanitario del Museo de Patrimonio Cultural Colonape, cantón El Carmen-Manabí, con el objetivo de generar una infraestructura cultural sostenible, funcional y acorde al entorno. El proyecto se desarrolla con la finalidad de resolver la carencia de un espacio adecuado para la conservación, exhibición y difusión del patrimonio cultural local, partiendo de la hipótesis de que el uso de caña bambú como material constructivo principal permite una solución estructural eficiente, ambientalmente responsable y con identidad territorial, justificándose por su disponibilidad local y bajo impacto ambiental. Durante el desarrollo del proyecto se realizó el análisis estructural, el diseño de cimentaciones y de las instalaciones hidrosanitarias, empleando criterios de ingeniería civil, normas técnicas vigentes, herramientas de modelación y principios de construcción sostenible, así como técnicas constructivas adaptadas al uso de caña bambú. Los resultados obtenidos demostraron la viabilidad estructural y funcional de la propuesta, evidenciando una adecuada integración con el entorno natural y cultural, además de un sistema hidrosanitario eficiente. Se concluye que el diseño estructural e hidrosanitario basado en caña bambú constituye una alternativa técnica y sostenible que contribuye a la preservación del patrimonio cultural y al desarrollo turístico y comunitario de Colonape.

Palabras Clave: Ingeniería civil, Caña Bambú, Sostenibilidad, Patrimonio, Materiales alternativos.

Abstract

This integrative project addresses the structural and plumbing design of the Colonape Cultural Heritage Museum, located in the El Carmen canton, Manabí, with the objective of generating a sustainable, functional, and context-responsive cultural infrastructure. The project is developed to address the lack of an adequate space for the preservation, exhibition, and dissemination of local cultural heritage, based on the hypothesis that the use of bamboo cane as the main construction material allows for an efficient, environmentally responsible structural solution with territorial identity, justified by its local availability and low environmental impact. During the project development, structural analysis, foundation design, and plumbing systems were carried out, applying civil engineering criteria, current technical standards, modeling tools, and sustainable construction principles, as well as construction techniques adapted to the use of bamboo cane. The results demonstrated the structural and functional feasibility of the proposal, evidencing appropriate integration with the natural and cultural environment, along with an efficient plumbing system. It is concluded that a bamboo-based structural and plumbing design represents a technically sound and sustainable alternative that contributes to the preservation of cultural heritage and to the tourism and community development of Colonape.

Keywords: Civil Engineering, Bamboo Cane, Sustainability, Heritage, Alternative Materials.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VI
Simbología	VII
Índice de figuras	X
Índice de tablas	XII
Índice de planos	XVI
Capítulo 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	3
1.2 Descripción del Problema	4
1.3 Justificación del Problema	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1 Revisión de literatura	9
2.2 Área de estudio.....	11
2.3 Trabajo de campo y laboratorio	13
2.4 Análisis de datos.....	15
2.5 Análisis de alternativas.....	16
Capítulo 3	18
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	19
3.1. Análisis y estudios preliminares.....	19

3.1.1. Arquitectura.....	20
3.1.2. Cargas.....	22
3.1.3. Combinaciones de cargas	30
3.1.4. Pre-dimensionamiento.....	32
3.1.5. Carga sísmica	39
3.2. Diseño definitivo	48
3.2.1. Modelado estructural.....	48
3.2.2. Columnas.....	54
3.2.3. Vigas.....	65
3.2.4. Vigas de techo	66
3.2.5. Cimentación	80
3.2.6. Distribución de aguas residuales (AARR) y agua potable (AAPP).....	90
3.2.7. Conexiones.....	98
Capítulo 4	100
4. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL.....	101
4.1 Descripción del proyecto.....	101
4.2 Línea base ambiental.....	102
4.2.1 Medio físico-químico inerte	102
4.2.2. Medio físico-biótico (biológico).....	103
4.2.3. Medio Humano.....	104
5. PRESUPUESTO	123
5.1. Estructura Desglosada de Trabajo.....	123
5.2. Especificaciones Técnicas.....	123
5.2.1 Material: Caña Guadúa (Gak)	124
5.2.2 Tratamiento e Inmunización de la Caña.....	124
5.2.3 Perforaciones y Ubicación de Pernos.....	125
5.2.4 Uniones Mecánicas (Varilla roscada 3/8").....	125

5.2.5 Columnas de Caña Guadúa	125
5.2.6 Vigas de Caña y Media Caña para Cubierta	126
5.2.7 Revestimientos en Caña Picada.....	126
5.2.8 Mantenimiento y Protección	126
5.2.9 Descripción de rubros.....	127
5.3. Rubros y análisis de precios unitarios	138
5.4. Cantidades de obra	140
5.5. Costo del proyecto.....	141
5.6. Cronograma de obra	142
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
6.1. Conclusiones	144
6.2. Recomendaciones.....	145
Referencias	147
PLANOS Y ANEXOS	150

Abreviaturas

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción

ACI American Concrete Institute

Simbología

PA → Planta Alta

PB → Planta Baja

E → Espesor

Ø o D → Diámetro

h → Altura

L → Longitud

A → Área

AAPP → Aguas Potables

AASS → Aguas Servidas Sanitarias

Q → Caudal

V → Velocidad del flujo

D → Diámetro de tubería

H → Carga hidráulica

hf → Pérdida de carga

P → Presión

m → Metro

mm → Milímetro

cm → Centímetro

m^2 → Metro cuadrado

m^3 → Metro cúbico

kg → Kilogramo

kN → Kilonewton

MPa → Megapascal

V → Fuerza cortante

M → Momento flector

M_n → Momento nominal resistente

M_u → Momento último actuante

P → Carga axial

P_u → Carga axial última

A_s → Área de acero de refuerzo

f_y → Esfuerzo de fluencia del acero

f'_c → Resistencia a la compresión del concreto

E → Módulo de elasticidad

ϕ (phi) → Factor de reducción de resistencia

LL → Límite Líquido

LP → Límite Plástico

IP → Índice de Plasticidad

w → Contenido de humedad

$\gamma \rightarrow$ Peso unitario del suelo

$\gamma_d \rightarrow$ Peso unitario seco

$\sigma \rightarrow$ Esfuerzo normal

$\tau \rightarrow$ Esfuerzo cortante

$c \rightarrow$ Cohesión

$\varphi \rightarrow$ Ángulo de fricción interna

Índice de figuras

Figura 1. Tolas de Colonape	4
Figura 2. Unión de Colonape, Google Earth	11
Figura 3. Resultados ensayo de corte directo	14
Figura 4. Vista en planta museo	20
Figura 5. Vista de fachada del museo	21
Figura 6. Vista en corte del museo	21
Figura 7. Especificaciones Duratecho	23
Figura 8. Sobrecargas mínimas	25
Figura 9. Distribución de vigas HA	33
Figura 10. Sección transversal vigas que forman la cruz	37
Figura 11. Sección transversal de las 12 vigas	39
Figura 12. Mapa para diseño sísmico	40
Figura 13. Fórmulas espectro elástico	44
Figura 14. Espectro elástico	46
Figura 15. Determinación del material caña	49
Figura 16. Modelo media caña	50
Figura 17. Modelo caña completa	50
Figura 18. Modelo columna PB	51
Figura 19. Modelo columna PA	51
Figura 20. Modelo estructural	52
Figura 21. Patrones de cragas	52
Figura 22. Carga sismo	53
Figura 23. Combinaciones de carga 1	53
Figura 24. Combinaciones de carga 2	54
Figura 25 . Diagrama de interacción M2 - Columna PB	61
Figura 26. Diagrama de interacción M3 - Columna PB	61
Figura 27. Diagrama de interacción M2 - Columna PA	64
Figura 28. Diagrama de interacción M3 - Columna PA	65
Figura 29. Sección caña completa	68

Figura 30. Sección media caña.....	69
Figura 31. Sección doble caña.....	69
Figura 32. Cimentación, columnas y vigas de hormigón.....	89
Figura 33. Sistema de recolección AASS	91
Figura 34. Sistema de distribución AAPP.....	95
Figura 35. Sistema de distribución AAPP isométrico.....	96
Figura 36. ConexionesTabla 82. Diámetros tuberías AAPP	¡Error! Marcador no definido.
Figura 37. Conexiones.....	99

Índice de tablas

Tabla 1. Valores característicos (MPa) de resistencia del culmo de <i>Guadua angustifolia</i>	10
Tabla 2. Módulos elásticos por partes del culmo de <i>Guadua angustifolia</i>	11
Tabla 3. Registro de calicata 1	13
Tabla 4. Registro de calicata 2	14
Tabla 5. Matriz de Likert.....	17
Tabla 6. Cálculos carga cubierta	23
Tabla 7. Carga viva	26
Tabla 8. Carga viva cubierta	26
Tabla 9. Valores de coeficiente de corrección σ	27
Tabla 10. Velocidad corregida de viento.....	28
Tabla 11. Coeficiente entorno/altura.....	28
Tabla 12. Determinación del factor de forma C_f	29
Tabla 13. Presión barlovento y sotavento	30
Tabla 14. Carga viento PA y PB	30
Tabla 15. Combinaciones de carga NEC-SE-CG.....	31
Tabla 16. Combinaciones de carga NEC-SE-GUADUA.....	31
Tabla 17. Acero máximo columna PB	32
Tabla 18. Acero máximo columna PA	33
Tabla 19. Altura mínima para vigas no pressforzadas	34
Tabla 20. Valores de f_y y f_c	35
Tabla 21. Cuantía max y min de acero vigas	36
Tabla 22. Acero max y min permitido	36
Tabla 23. Acero max y min.....	38
Tabla 24. Valor factor Z.....	40
Tabla 25. Tipo de perfil de suelo.....	41
Tabla 26. Factores de sitio F_d	42
Tabla 27. Factor de sitio F_a	43
Tabla 28. Fator de sitio F_s	43
Tabla 29. Valores de n.....	45

Tabla 30. Valores para espectro elástico	46
Tabla 31 . Coeficiente de importancia	47
Tabla 32. Determinación de k	48
Tabla 33. Resultados análisis sísmico	48
Tabla 34. Combinaciones de carga NEC-SE-GUADUA.....	55
Tabla 35. Esfuerzo permisible a compresión	55
Tabla 36. Comprobación de esfuerzo a compresión	55
Tabla 37. Acero columna PB	56
Tabla 38. Comprobación fuerza axial PB	56
Tabla 39. Comprobación cortante columna PB	57
Tabla 40. Acero columna PA	57
Tabla 41. Comprobación fuerza axial PA	58
Tabla 42. Comprobación cortante columna PA	58
Tabla 43. Curva 1 - Columna PB	59
Tabla 44. Curva 7 - Columna PB	59
Tabla 45. Curva 13 - Columna PB	60
Tabla 46. Curva 19 - Columna PB	60
Tabla 47. Curva 1 - Columna PA	62
Tabla 48. Curva 7 - Columna PA	63
Tabla 49. Curva 13 - Columna PA	63
Tabla 50. Curva 19 - Columna PA	64
Tabla 51. Comprobación de vigas + a momento.....	65
Tabla 52. Comprobación a cortante vigas +.....	66
Tabla 53. Comprobación de vigas dodecágono a momento.....	66
Tabla 54. Comprobación a cortante vigas dodecágono.....	66
Tabla 55. Inercia y centroide caña completa.....	67
Tabla 56. Inercia y centroide de media caña	67
Tabla 57. Inercia y centroide de caña completa compuesta.....	68
Tabla 58. Comprobación a flexión vigas cubierta.....	70
Tabla 59. Esfuerzo cortante de sección compuesta.....	74
Tabla 60. Parámetros para cortante caña completa	75

Tabla 61. Parámetros para cortante media caña	75
Tabla 62. Parámetros para cortante caña compuesta.....	76
Tabla 63. Esfuerzo cortante de varillas	76
Tabla 64. Comprobación a cortantes vigas cubierta	76
Tabla 65. Separación varillas caña compuesta.....	80
Tabla 66. Cálculo de q de contacto zapata continua	81
Tabla 67. Factores de capacidad de carga de Terzaghi	82
Tabla 68. Cálculo de q adm zapata continua.....	83
Tabla 69. Dimensionamiento zapata corrida.....	84
Tabla 70. Comprobación altura por cortante zapata corrida	84
Tabla 71. Acero usado zapata corrida	85
Tabla 72. Cálculo de q de contacto plinto	85
Tabla 73. Cálculo de q adm plinto	86
Tabla 74. L adoptado columna D=300mm.....	87
Tabla 75. L adoptado columna D=250mm.....	87
Tabla 76. Cumplimiento en una dirección plinto	88
Tabla 77. Cumplimiento en dos direcciones plinto	88
Tabla 78. Dimensiones tuberías AASS	92
Tabla 79. Verificación velocidad tuberías AASS	93
Tabla 80. Verificación velocidad tuberías AASS	94
Tabla 81. Tuberías finales AASS	94
Tabla 82. Diámetros tuberías AAPP	96
Tabla 83. Presión total.....	97
Tabla 84. Presión para bomba escogida	97
Tabla 85. Árbol de factores para el museo de Patrimonio Cultural Colonape – alternativa ganadora	107
Tabla 86. Actividades por fase de construcción.....	108
Tabla 87. Lista de revisión	109
Tabla 88. Características del Impacto	111
Tabla 89. Análisis del juicio.....	112
Tabla 90. Impactos asociados.....	113

Tabla 91. Valoración de impactos ambientales.....	116
Tabla 92. Medidas ambientales.....	118
Tabla 93. APU 1.1.....	139
Tabla 94. Cantidades de obra.....	140
Tabla 95. Presupuesto general.....	141
Tabla 96. Cronograma.....	142

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO E1 Detalle de conexiones

PLANO E2 Detalle de conexiones

PLANO E3 Cimentación, columnas y vigas

PLANO HS1 Redes hidrosanitarias

PLANO A1 Vistas arquitectónicas

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo que se encuentra en constante avance tecnológico y urbanístico, las infraestructuras modernas tienden a crecer en escala y complejidad. Frente a esta realidad, resulta importante regresar a construcciones más sostenibles, que prioricen la simplicidad, la armonía y el uso de materiales de origen natural. Este enfoque no solo promueve una conexión más profunda con la naturaleza, sino que también rescata saberes constructivos tradicionales, además de que contribuye al desarrollo de espacios más humanos y equilibrados.

El diseño estructural de infraestructuras que cumplan con las normativas y criterios de sostenibilidad es un componente esencial para el desarrollo urbano y aumenta su valor cuando se logra economizar en recursos. En este sentido, el proyecto aquí mencionado aborda el diseño estructural e hidrosanitario de un museo que tiene como principal material de construcción la caña guadúa. La integración armónica de la caña en un entorno natural es una ventaja para estructuras que se encuentran ubicadas en sectores donde existe abundante vegetación y riqueza natural para procurar el equilibrio ecológico del lugar. En este caso, se busca preservar la biodiversidad y cultura de la zona sin recurrir a materiales de apariencia rígida o pesada para la elaboración de la superestructura.

En cuanto al material de origen natural que será utilizado, la caña guadúa o también llamada caña bambú, posee menos emisiones de carbono en su proceso de producción en comparación con otros materiales utilizados en el campo de la ingeniería. Además, el bambú tiene mínimos requerimientos ambientales para su cultivo, un rápido crecimiento y una excelente capacidad de absorción de carbono. (Xu et al., 2022)

El proyecto aborda aspectos técnicos para garantizar la durabilidad, estabilidad, resistencia y funcionalidad de la estructura, diseñando conexiones adecuadas, estimando cargas y realizando modelamientos. Se pretende demostrar la viabilidad de la realización de estructuras con materiales naturales sin comprometer la durabilidad del sistema o resistencia estructural. En este capítulo se menciona de dónde nace la idea de construir un museo con caña guadúa, quiénes son los principales beneficiarios del

proyecto y qué se pretende alcanzar con el presente proyecto, identificando qué normativas vigentes existen para el tratamiento y construcción con caña guadúa.

1.1 Antecedentes

Colonape Güichipe es una comunidad rural ubicada en la vía a La Bramadora, a aproximadamente 20 minutos de la cabecera cantonal El Carmen, provincia de Manabí. La comunidad se asienta en una zona de clima cálido húmedo, con dos estaciones bien definidas: una lluviosa entre los meses de enero y mayo, y otra seca desde junio hasta diciembre. La temperatura promedio anual es de 25,6 °C, condiciones favorables para la agricultura y la biodiversidad local. Según el censo comunitario realizado en 2019, Colonape cuenta con 299 habitantes, distribuidos en 87 familias. (Maldonado, 2019)

La fuente de ingreso de los habitantes es principalmente la agricultura, cultivando y cosechando cacao, plátano, cítricos y otros productos que comercializan en el mercado central de El Carmen y que también forman parte de su alimentación diaria. Este ingreso les ayuda para abastecerse de servicios básicos, alimentos, gastos médicos y educativos. La comunidad también mantiene actividades organizadas a través del seguro social campesino y una asociación con una directiva que se encarga tomar decisiones que sean del beneficio para todos. Colonape posee una riqueza cultural significativa, destacando el sitio arqueológico conocido como “Las Tolas de Colonape”, con alrededor de 136 montículos (tolas) prehispánicos asociados a culturas Chorrera o Milagro-Quevedo. Las tolas significan para los habitantes unión y preservación, ya que, en conjunto desean que estas sean reconocidas y protegidas mediante el proyecto “Ciudad Milenaria”.

Figura 1.

Tolas de Colonape



Con este proyecto aspiran que la comunidad se consolide como un punto turístico, donde lo arquitectónico se integre con lo natural promoviendo la cultura y desarrollo local. Para lograr su desarrollo urbano, en el 2019 el INPC (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural) realizó una inspección de 111 montículos superficiales (tolas) y definió un área arqueológica, donde se podrán realizar los proyectos turístico-ecológicos propuestos por la comunidad con el fin de salvaguardar y conservar el sitio arqueológico.

El material principal para el diseño del museo es la caña guadúa, la que como material de construcción posee un valor de resistencia a la compresión mayor que la del hormigón y una resistencia a la tracción cercana a la del acero (Yadav & Mathur, 2021), materiales convencionales utilizados ampliamente en el campo de la ingeniería. El empleo del bambú como material de construcción ha incrementado su popularidad en los últimos años, como resultado países como Ecuador, Perú y Colombia cuentan con sus normativas y artículos que promueven el uso, manejo y especificaciones del material.

1.2 Descripción del Problema

Colonape se enfrenta a la ausencia de un espacio sostenible y funcional, destinado a conservar, exhibir y difundir el patrimonio cultural del proyecto “Ciudad Milenaria”, Colonape. La comunidad está perdiendo la oportunidad de desarrollarse económicamente y se están restringiendo las actividades educativas y turísticas del cantón.

Este problema no afecta a una sola institución, sino que involucra a todo el sector sociocultural y turístico de El Carmen, condicionando la preservación de la identidad local. De las personas que habitan la parte urbana del cantón, son escasas las que conocen la riqueza cultural e histórica que posee Colonape. Esto reduce las oportunidades de que la comunidad y visitantes reconozcan y participen en la preservación de la cultura.

La comunidad local, consciente de la riqueza cultural e histórica que poseen, demanda y exige la creación de un espacio que refleje su identidad, fomente el turismo sostenible y brinde oportunidades de desarrollo social, educativo y económico. En esta petición la principal condición es que el material de construcción predominante del museo sea la caña bambú.

Por otro lado, pese a que existen normativas ecuatorianas y de países cercanos sobre estructuras con caña, su aplicación práctica, protocolos de diseño estructural supervisión técnica, capacitación, reglamentos técnicos detallados y aplicables en obra aún es limitado. Además, es un material que requiere un manejo técnico especializado para garantizar su protección ante condiciones climáticas tropicales, como humedad y plagas.

1.3 Justificación del Problema

La materialización del museo significa garantizar la protección de la historia y tradiciones que hay detrás de Colonape, como también facilita la educación cultural de los estudiantes, investigadores y turistas. Además, dará vida a un sitio turístico que generará un flujo de visitantes potenciando la economía local mediante comercio, servicios y empleos relacionados con el turismo.

En el ámbito de la innovación e investigación, permitirá el uso de técnicas con materiales naturales y locales de manera segura mediante el uso de normativas, como así también se promoverá la investigación en estructuras sostenibles y alternativas a materiales convencionales. Por otro lado, el uso de caña como material principal contribuirá a la reducción de la huella de carbono y se favorece la integración de la infraestructura al entorno natural sin degradar ecosistemas locales.

Además, la ejecución de este proyecto permitirá generar un referente técnico y constructivo para futuras edificaciones con caña. La documentación de procesos de diseño estructural, uniones, tratamientos y dimensionamiento hidrosanitario constituirá una guía útil para ingenieros, arquitectos y técnicos interesados en replicar soluciones sostenibles y seguras en contextos similares.

En caso de que el proyecto no se ejecute, la ausencia de un espacio cultural sostenible en Colonape seguirá siendo evidente. No resolver el problema no solo afectaría el patrimonio, la comunidad y la economía, sino que también frenaría la innovación y transferencia de conocimientos en técnicas de construcción sostenible, desaprovechando el potencial de desarrollo de la ingeniería civil en la región.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar la estructura civil e instalaciones hidrosanitarias del Museo de Patrimonio Cultural, mediante la utilización del bambú como material constructivo principal, para la conservación del patrimonio cultural de la comunidad Colonape, cantón El Carmen.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Analizar las condiciones geotécnicas, climáticas y ambientales del terreno donde se emplazará el museo, garantizando la estabilidad de la estructura mediante estudios de suelo y análisis climático.
2. Diseñar la estructura principal del museo mediante software especializado, evaluando el comportamiento estructural de la caña guadúa ante cargas permanentes, vivas, sísmicas y viento para que asegure que el diseño estructural cumpla con los estándares de resistencia y seguridad.
3. Elaborar el diseño hidrosanitario del museo, incluyendo sistemas de captación de aguas lluvias, abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales, para que garantice un funcionamiento eficiente, sostenible y amigable con el medio ambiente.

4. Proponer soluciones constructivas y de mantenimiento para la caña guadúa empleando tratamientos biológicos, protectores contra humedad y técnicas de ensamblaje resistentes, permitiendo la durabilidad de la estructura, su resistencia a agentes biológicos y su bajo impacto ambiental.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Con el fin de preservar y transmitir la identidad cultural mediante una experiencia única sobre la vida de grupos históricamente conocidos se crean los museos, buscando conservar objetos, fotos, herramientas y cualquier tipo de evidencia de que un grupo o evento existió (Peng et al., 2025). En un inicio fueron utilizados principalmente por los grupos élite como modo de exhibir sus colecciones frente a sus visitas y con el tiempo estos espacios se fueron volviendo más frecuentes en los países, dando paso a los museos que hoy se conocen. Estos lugares son sinónimo de cultura y orgullo para los países, ya que son espacios de conocimiento, aprendizaje e identidad cultural. (Sogbesan, 2022).

Para construir una estructura es necesario el uso de materiales resistentes a cargas y factores climáticos para evitar el deterioro del material, daños estructurales y mantener sus propiedades iniciales en el tiempo. Materiales como el concreto, acero, ladrillo, yeso y PVC son altamente utilizados en la industria de la construcción, sin embargo, en los últimos tiempos se intenta reemplazarlos o modificarlos con fibras naturales para dar como resultado materiales más naturales y eco-amigables. (Mewomo et al., 2023; Nasr et al., 2023)

El uso de un material en específico en la construcción depende de prácticas culturales, recursos disponibles y métodos de construcción. Los ingenieros han tenido que adaptarse a lo que les rodea y al material que tienen disponible en el área para optimizar tiempo y recursos (Vann et al., 2026). Por esto y sobre todo para lograr la integración estética del museo en su entorno natural, el Museo de Patrimonio Cultural Colonape se realizará con el bambú como material principal de construcción.

Para el proceso constructivo y diseño estructural con bambú del museo se tienen como base las normativas de Ecuador, Perú y manual de construcción con bambú colombiana. La NEC-SE-GUADÚA abarca lineamientos sobre selección, preservación, secado y diseño estructural del material, además de métodos de cálculo para flexión, compresión y cortante (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2016). La Norma

Técnica E.100 para el uso de Bambú, contiene especificaciones sobre propiedades físicas y mecánicas del material, métodos de análisis estructural, esfuerzos admisibles, módulo de elasticidad y diseño de uniones (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2012). Finalmente, el Manual de Construcción con Bambú, explica paso a paso el proceso de construcción con bambú, desde la selección y tratamiento de la caña hasta la ejecución de cimentaciones, muros, techos y uniones (Hidalgo, 1981).

El bambú es uno de los materiales más antiguos de construcción. En comparación con el concreto que debe ser reforzado para resistir a la tensión, el bambú tiene alta resistencia a la tensión y mayor resistencia a la compresión que el concreto (Rathod, 2022). Es así como este material, además de ser considerado una alternativa viable y sostenible del acero en estructuras mixtas de concreto, es reconocido por su durabilidad y renovabilidad (Das et al., 2025).

Debido a la disponibilidad y abundancia comercial del material en el sitio donde se realizará el museo la caña que se utilizará es la del tipo *Guadua angustifolia Kunth* (*GaK*) o conocida en el sector como “caña brava”, especie nativa de Ecuador, Colombia y Perú (Baykara et al., 2025). En la Tabla 1 se presentan los valores de resistencia y en la Tabla 2 los módulos de elasticidad de esta especie (Luna et al., 2014).

Tabla 1.

Valores característicos (MPa) de resistencia del culmo de Guadua angustifolia

Ensayo	Parte Inferior	Parte Media	Parte Superior	Total de partes
Corte	3,2	4,3	3,0	3,5
Compresión paralela	19,1	19,3	23,6	20,3
Tensión paralela	39,9	37,1	41,4	40,7
Flexión		35,3	40,8	37,4
Compresión perpendicular	2,4	1,0	2,9	1,7

Tabla 2.

Módulos elásticos por partes del culmo de Guadua angustifolia

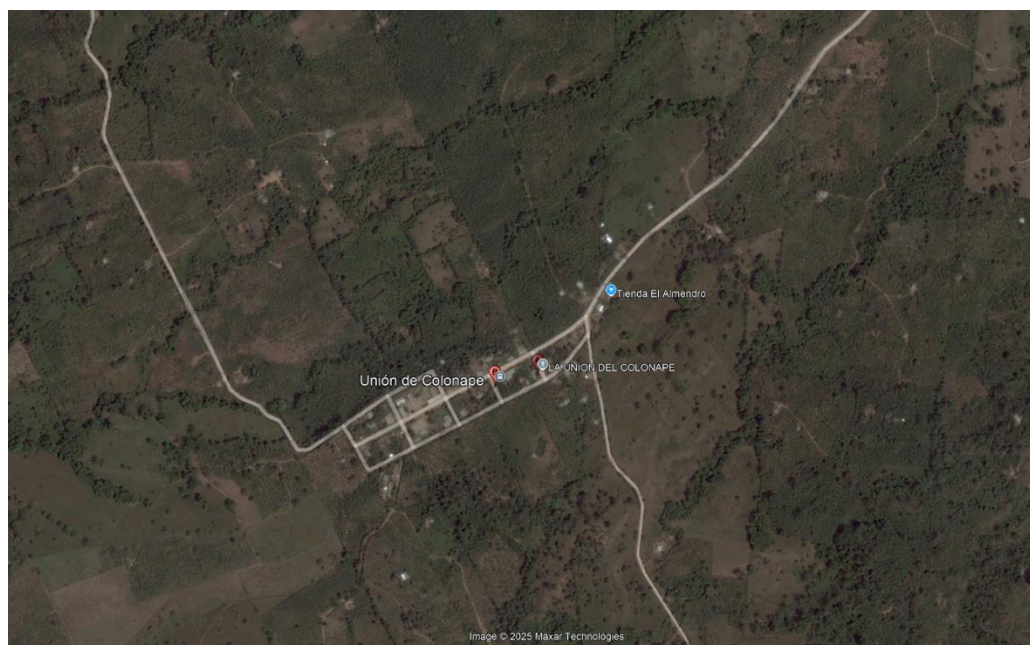
Propiedad	Estadístico	Parte Inferior	Parte Media	Parte Superior	Total partes
Módulo de elasticidad longitudinal a compresión (GPa)	Promedio	8,72	8,10	10,56	9,08
	Percentil 5	1,85	2,03	3,62	2,19
	Mínimo	1,13	1,08	2,75	1,08
Módulo de elasticidad longitudinal a tensión (GPa)	Promedio	6,63	6,08	6,99	6,54
	Percentil 5	3,65	2,81	3,10	3,03
	Mínimo	3,21	2,01	2,49	2,01
Módulo de elasticidad longitudinal a flexión (GPa)	Promedio	-	13,67	14,16	13,90
	Percentil 5	-	7,88	8,06	7,83
	Mínimo	-	6,19	3,00	3,00
Módulo de elasticidad circunferencial (GPa)	Promedio	0,25	0,48	0,83	0,56
	Percentil 5	0,12	0,12	0,18	0,13
	Mínimo	0,06	0,07	0,03	0,03
Módulo de rigidez a torsión (GPa)	Promedio	0,66	0,55	0,68	0,64
	Percentil 5	0,47	0,36	0,41	0,37
	Mínimo	0,47	0,33	0,31	0,31

2.2 Área de estudio

- Ubicación geográfica

Figura 2.

Unión de Colonape, Google Earth



Colonape, se encuentra ubicado en la parroquia y Cantón El Carmen, provincia de Manabí, con coordenadas 0°20'08.7"S 79°27'17.7"W, también conocido como La Unión de Colonape o Colonape Chigüipe, mostrada en la Figura 2; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

La zona donde se construirá el museo es a 10 minutos de distancia desde la entrada principal de Colonape, la misma que en honor a su historia cultural y museo planificado por años se denomina “La Ciudad Milenaria”.

La humedad en El Carmen, Manabí varía entre el 67% y 93%, convirtiendo a la Colonape una zona óptima para la agricultura, sin embargo, este factor más las frecuentes épocas lluviosas que se vive en el sector, supone un problema para una construcción hecho de caña, ya que, hay que asegurarse que la no esté expuesta al contacto directo y constante con el agua ya que se puede deteriorar, se debe asegurar tratamientos preventivos y ventilación.

Colonape cuenta con 299 habitantes que se distribuyen en 87 familias, las que viven principalmente de la agricultura y ganadería. La mayor parte de la población son descendientes de los primeros habitantes que llegaron al lugar, por lo que las costumbres y tradiciones se siguen preservando e impartiendo entre ellos y los que visitan.

- Descripción física o técnica del sitio

El terreno es principalmente para uso agrícola, sembrando y cosechando plátano, cítricos y cacao, lo que lo caracteriza al suelo como fértil, húmedo y con muchas raíces. El clima de la zona es cálido húmedo con temporadas secas y lluviosas, permitiendo el correcto desarrollo de su flora. Colonape está compuesto en su mayoría por áreas verdes, naturales y preservadas, sirviendo como hogar de múltiples especies de fauna.

El área donde se realizará el museo es de aproximadamente 108 m² y gracias a las visitas de campo realizadas se pudo determinar que esta sección donde será ubicado se encuentra en un punto alto plano, por lo que no fue necesario hacer un levantamiento topográfico. Además, la zona cuenta con varios pozos explotados por sus moradores para poder adquirir el líquido vital.

Colonape, al ser un sector rural se siguen conservando como en sus inicios, es un lugar donde las construcciones con concreto aún no han llegado a su máximo apogeo, es

por esto, que el lugar donde se asentará el museo y sus alrededores es principalmente matas de verde y árboles frutales.

2.3. Trabajo de campo y laboratorio

Para el diseño de la cimentación del museo era necesario realizar el estudio de suelo, por lo que de acuerdo con la NEC-SE-VIVIENDA se debe realizar como mínimo una calicata por cada 300 m² de construcción con una profundidad mínima de 2 m. Para el presente proyecto se realizaron 2 calicatas en las esquinas opuestas del terreno para un área de aproximadamente 100 m², de las cuales se tomaron cuatro muestras cada 50 cm de profundidad hasta alcanzar los 2 m requeridos por la normativa.

A estas muestras (8 en total) se le realizaron los ensayos de contenido de humedad, lavado para determinar su contenido de fino y proseguir a obtener los límites de Atterberg (líquidos y plásticos) con el uso de la cuchara de Casagrande. Adicional a esto, a la muestra 3 de la calicata 2 (correspondiente a la profundidad máxima de 1.50 m – 2.00 m) se le realizó el ensayo de corte directo para definir las propiedades de resistencia del suelo bajo el efecto de las cargas aplicadas.

A continuación, se presentan los registros de las calicatas realizadas en la Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3.

Registro de calicata 1

Muestra	Profundidad (m)	Profundidad de muestra (m)	Descripción	Estratigrafía	S.U.C.S	w [%]	T #200 [%]	LL(%)	LP(%)	IP (%)
0	0.00 - 0.50	0.25	Limo arenoso de alta plasticidad color café		MH	51.3	60.8	55	41	14
1	0.50 - 1.00	0.75	Limo arenoso de alta plasticidad color café		MH	61.8	70.8	56	33	23
2	1.00 - 1.50	1.25	Limo arenoso de baja plasticidad color café		ML	50.6	68.0	39	25	14
3	1.50 - 2.00	1.75	Limo arenoso de baja plasticidad color café		ML	50.2	67.2	44	31	13
FIN DE LA CALICATA										

Con la muestra C1M3 se realizó el ensayo de corte directo, cuyo objetivo es determinar los parámetros de resistencia al corte del suelo, es decir, la cohesión (c) y el ángulo de fricción interna (ϕ), a partir de la relación entre los esfuerzos normales aplicados y los esfuerzos cortantes obtenidos al momento de la falla.

Tabla 4.

Registro de calicata 2

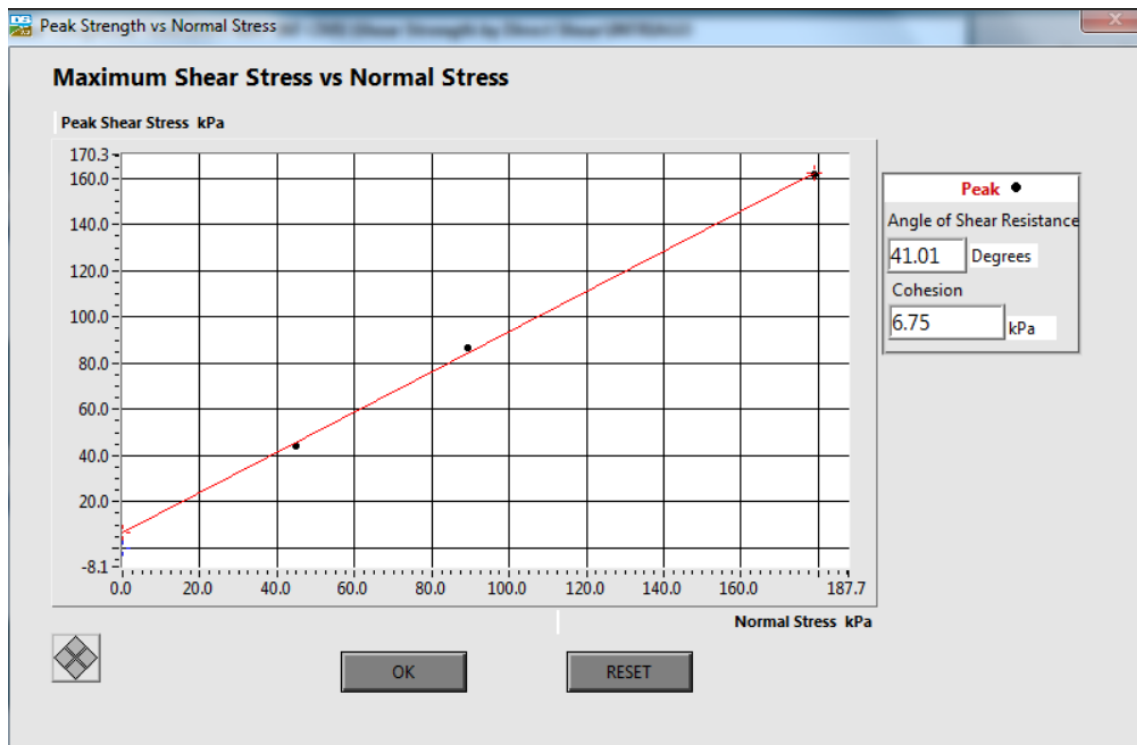
Muestra	Profundidad (m)	Profundidad de muestra (m)	Descripción	Estratigrafía	S.U.C.S	w [%]	T#200 [%]	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0	0.00 - 0.50	0.25	Limo arenoso de baja plasticidad color café		ML	51.9	62.4	45	30	15
1	0.50 - 1.00	0.75	Limo arenoso de baja plasticidad color café		ML	60.1	71.0	46	30	16
2	1.00 - 1.50	1.25	Limo arenoso de baja plasticidad color café		ML	46.3	68.6	39	27	12
3	1.50 - 2.00	1.75	Limo arenoso de baja plasticidad color café		ML	42.6	71.3	34	26	8
FIN DE LA CALICATA										

Como resultado del ensayo se obtuvieron los siguientes parámetros geotécnicos mostrados también a continuación en la Figura 3:

- Cohesión (c): 6.75 kPa
- Esfuerzo vertical efectivo ($\sigma'v$ o esfv): 29.8 kPa
- Ángulo de fricción interna (ϕ): 41.01°
- Resistencia al corte no drenado (S_u): 32.7 kPa

Figura 3.

Resultados ensayo de corte directo



El valor de cohesión relativamente bajo indica una ligera contribución cohesiva, característica de suelos finos con presencia de limo o arena fina. Por otro lado, el alto

ángulo de fricción interna refleja un comportamiento predominantemente friccional, típico de suelos granulares o limo–arenosos con buena interconexión entre partículas.

A partir de los parámetros obtenidos, se determinó la resistencia al corte no drenado (S_u) con la Ecuación 1, la cual es representativa del comportamiento del suelo bajo condiciones de carga rápida, donde no se permite la disipación de presiones intersticiales.

$$S_u = c + \sigma_n \tan \varphi \quad (2.3)$$

De acuerdo con el valor de $S_u = 32.7$ kPa, el suelo se clasifica como suelo suave, conforme a la tabla de clasificación de consistencia de suelos cohesivos basada en la resistencia al corte no drenado (S_u)

2.3 Análisis de datos

Los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio dieron como resultado un porcentaje pasante del tamiz #200 que supera el 60% clasificando al suelo por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) como limo arenoso (ML – MH) color café en su mayoría de baja plasticidad. Por otro lado, los valores de humedad oscilan entre 40% y 60%. El índice de plasticidad asciende de 8% a 23% ocasionado que unas muestras sean más trabajables que otras.

El porcentaje de limo que supera el 60% hace que este suelo tenga un drenaje medianamente pobre, sea poco manejable debido a la falta de cohesión, delicado y con una capacidad portante de pobre a media lo que suele causar que los resultados de laboratorio de resistencia al corte no drenado no sean fiables ya que son suelos que debido a su alta sensibilidad pueden ser alterados en el muestreo de campo y en ensayos de laboratorio se puede dar la rotura de su estructura durante el muestreo, recorte y preparación (Jaikaew et al., 2025).

El ensayo de corte directo es utilizado para definir las propiedades de resistencia del material bajo el efecto de cargas combinadas. El procedimiento consiste en inducir la falla a través de un plano determinado sobre el que actúan dos esfuerzos: normal y

cortante. Al finalizarlo, se obtienen los valores de cohesión (c) y del ángulo de rozamiento interno (ϕ).

2.4 Análisis de alternativas

El cliente en sus requisitos previos mencionó que el material principal de construcción del museo debe ser caña y materiales naturales que logren integrarse en el entorno que se asentará. Sin embargo, la columna central del museo debe soportar el peso de una plataforma, la misma que servirá como pasarela para un observatorio en la planta alta, por lo que, por temas constructivos con caña no es viable realizarlo.

Se proponen tres alternativas para esta columna central:

- Alternativa 1: columna central de hormigón armado revestido con caña picada
- Alternativa 2: columna central de acero pintada color madera con vetas
- Alternativa 3: columna central de madera

Para llegar a una decisión, se analizaron las alternativas por medio de la escala de Likert, tomando en cuenta aspectos económicos, cultural, técnicos y ambiental.

Se usará una escala Likert típica de 1 a 5:

1 = Muy deficiente 2 = Deficiente 3 = Aceptable 4 = Bueno 5 = Muy bueno

Tabla 5.*Matriz de Likert*

Categoría	Criterio	Alternativa 1: Hormigón	Alternativa 2: Acero	Alternativa 3: Madera
Económico (40%)	Costo de mantenimiento	5	3	3
	Disponibilidad local	5	1	3
Cultural (20%)	Coherencia con la identidad cultural	4	1	5
	Integración estética	5	3	3
	Aceptación comunitaria	4	3	5
Técnico (30%)	Capacidad estructural	5	5	4
	Durabilidad	5	5	4
	Seguridad y estabilidad	5	5	3
	Compatibilidad con diseño	4	2	5
Ambiental (10%)	Huella ambiental	3	2	5
	Impacto en el entorno	4	3	5
	Sostenibilidad	3	3	5
	Materiales sostenibles y de origen local	3	2	5
		4.6	2.8	3.8

De acuerdo con los resultados de la matriz de Likert la opción más viable para la columna central es la de hormigón revestido con caña picada.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1. Análisis y estudios preliminares

En esta sección se realizan los análisis y estudios preliminares que sirven de base para el desarrollo de los diseños y especificaciones del proyecto. Se incluye la revisión del planteamiento arquitectónico, la definición del sistema estructural y el predimensionamiento de los elementos, considerando criterios de funcionalidad, seguridad y economía. Asimismo, se determinan las cargas actuantes (muertas, vivas y accidentales) de acuerdo con la normativa vigente, y se evalúan las condiciones geotécnicas del suelo a partir de los estudios realizados. Como parte fundamental del análisis estructural, se establece el espectro de diseño sísmico, en función de la zonificación sísmica, el tipo de suelo y el uso de la edificación, permitiendo verificar el comportamiento esperado de la estructura frente a acciones sísmicas y otras sollicitaciones relevantes.

3.1.1. Arquitectura

El plano estructural, proporcionado por el arquitecto responsable del proyecto, presenta la vista en planta y alzado del museo, incluyendo sus dimensiones, cotas y medidas generales. En dicho plano se detalla la distribución estructural de las cañas tanto en la planta baja (PB) como en la planta alta (PA), permitiendo identificar la organización y el comportamiento del sistema portante. Las diferentes vistas se muestran en las siguientes figuras.

Figura 4.

Vista en planta museo

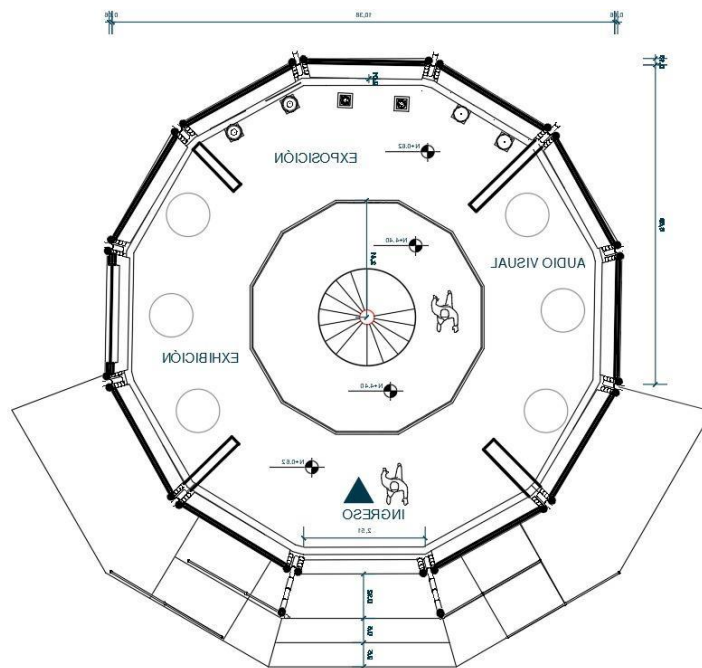


Figura 5.

Vista en corte del museo

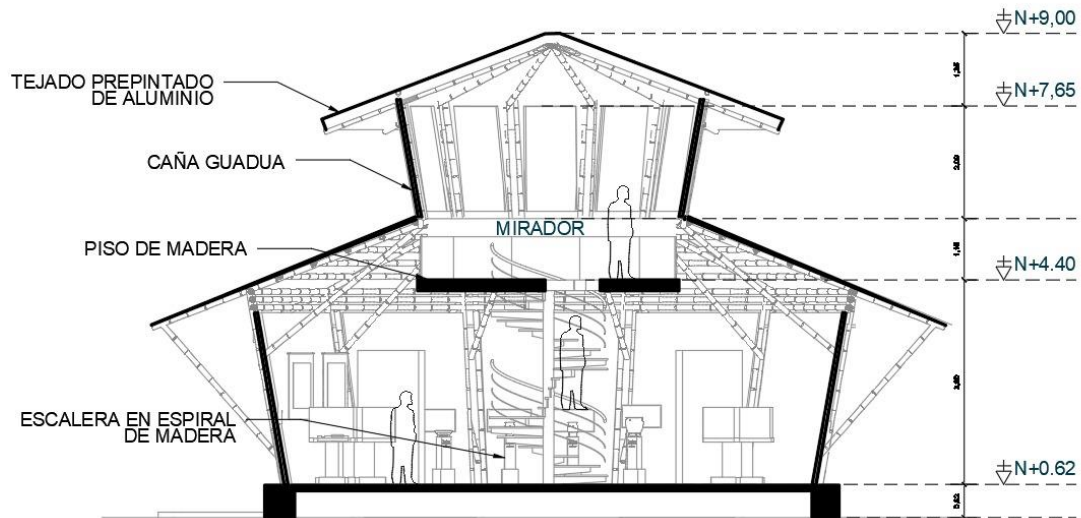
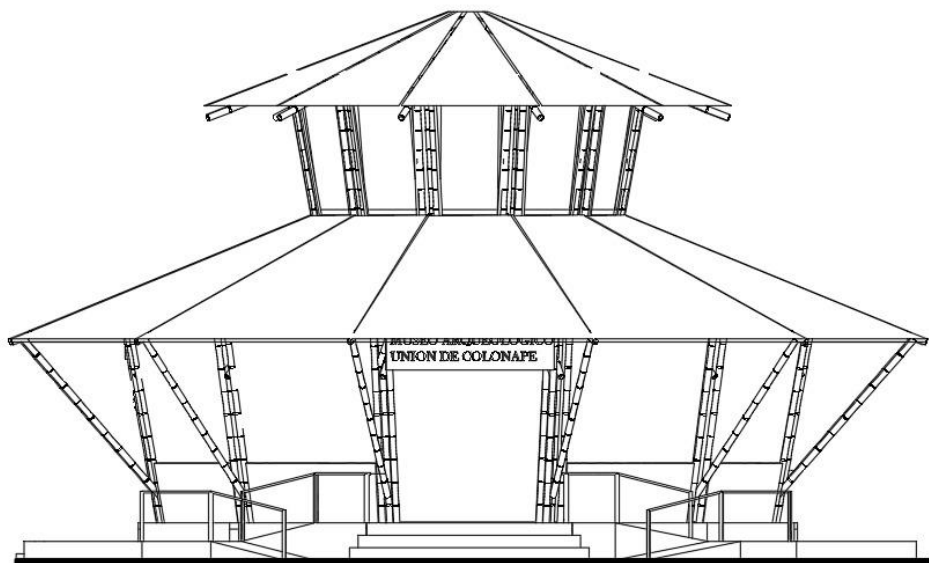


Figura 6.

Vista de fachada del museo



Se observa que la planta alta está conformada por una plataforma elevada, concebida como mirador para los visitantes, mientras que la planta baja dispone de un espacio destinado a la exhibición, organizado mediante módulos que presentan los hallazgos arqueológicos y la historia del patrimonio cultural de Colonape.

La configuración geométrica del museo corresponde a un dodecágono regular, razón por la cual tanto en la planta baja (PB) como en la planta alta (PA) se dispone un arreglo perimetral de 12 cañas estructurales, las cuales trabajan principalmente como elementos verticales portantes, encargados de transmitir las cargas gravitacionales de la cubierta a la plataforma y de la cubierta de PB hacia la cimentación.

En la planta baja, además de las cañas que funcionan como columnas, se incorporan dos elementos adicionales por cada caña principal, dispuestos como miembros inclinados de arriostramiento: uno conecta el extremo superior de la caña con el punto final de la cubierta (puntas), y el otro se vincula con la zona media de la plataforma elevada. Este sistema estructural contribuye significativamente a la estabilidad global, mejora la rigidez lateral y permite una distribución eficiente de las distintas combinaciones de carga, incluyendo cargas muertas, vivas y acciones accidentales.

La cubierta está conformada igualmente por un sistema de 12 cañas radiales, diferenciándose en dimensiones entre niveles, siendo la correspondiente a la planta baja de mayor desarrollo en comparación con la de la planta alta, acorde al esquema arquitectónico y funcional del proyecto.

Por otra parte, la plataforma elevada se encuentra soportada por una columna central, la cual, conforme a la alternativa estructural seleccionada, se proyecta en hormigón armado, garantizando la adecuada capacidad resistente y control de deformaciones. Así mismo la viga que sostiene la plataforma será de hormigón armado de forma de dodecágono. Dicha columna será recubierta con caña picada, con el fin de preservar la integración arquitectónica y paisajística del museo con el entorno natural. Asimismo, se dispone una columna central complementaria entre la plataforma y la cubierta, diseñado para resistir de manera segura las combinaciones de carga establecidas por la normativa vigente.

3.1.2. Cargas

Para la determinación de las cargas vivas, muertas y variables se consideró lo especificado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción, tanto en la NEC-SE-CG, NEC SE-GUADUA y NEC-SE-DS.

3.1.2.1. Carga muerta

Para la carga muerta se considera el peso propio de la estructura, que contiene el peso de las cañas, y columnas de hormigón de la PA y PB.

También se toma en cuenta el peso de la cubierta, para esto se utiliza el peso de un techo de referencia, las especificaciones se presentan en la Figura 7. Se utilizó el peso de Duratecho Plus de 0.30mm de espesor.

Figura 7.

Especificaciones Duratecho

Duratecho			
Datos Generales	Duramil	Duratecho Plus	
Espesor [mm]	0,30	0,25	0,30
Ancho total [mm]	1 115	1 107	1 107
Ancho útil [mm]	1 060	1 027	1 027
Altura de onda [mm]	18	25	25
Separación máxima* [m]	1,15	1,34	1,47
Peso, [kg/m ²]	2,57	2,13	2,60
Longitudes [m]: 2,40 - 3,00 - 3,60 - 4,20 - 4,80 - 5,00 - 5,40 - 6,00 - 7,00			
*Los cálculos fueron realizados considerando que son techos no accesibles y soportan una carga distribuida de 60 (kg/m ²) según NTE INEN 2221.			

Este peso se lo debe multiplicar por el área tributaria (AT) correspondiente tanto de PA y PB para poder distribuir la carga. Lo cálculos se presentan a continuación.

Tabla 6.

Cálculos carga cubierta

Carga cubierta	
Peso (kg/m²)	2.6
Peso (kN/m²)	0.026
AT PA (m)	2.545
AT PB (m)	1.1
Carga PA (kN/m)	0.029
Carga PB (kN/m)	0.066

3.1.2.2. Carga viva

Para la carga viva, se considera la sobrecarga mínima de uso asociada al tipo de ocupación de la edificación, así como la carga viva de cubierta, conforme a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC, específicamente en el capítulo NEC-SE-CG: Cargas no sísmicas. Estas acciones corresponden a cargas variables producidas por el uso, ocupación, tránsito eventual de personas y labores de mantenimiento en la cubierta, y son incorporadas en el análisis estructural para la correcta verificación de los estados límite últimos y de servicio, garantizando la seguridad y funcionalidad de la estructura.

Para la sobrecarga mínima se hace uso de la Tabla 9 de la sección 4.2. Carga viva: sobrecargas mínimas mostrado en Figura 8. En el caso de la carga viva actuante sobre la plataforma, dicha carga se considera como una sobrecarga uniformemente distribuida, la cual se aplica sobre el área total de la plataforma. Posteriormente, este valor se convierte en carga lineal al multiplicarse por el ancho tributario correspondiente, permitiendo su distribución a lo largo de la longitud de las vigas continuas que conforman el sistema estructural. Este procedimiento garantiza una representación adecuada de la acción de la carga viva en el análisis estructural y una correcta evaluación de los esfuerzos internos en las vigas. En la Tabla 7 se muestran los valores.

Figura 8.

Sobrecargas mínimas

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Almacenes		
Venta al por menor		
Primer piso	4.80	4.50
Pisos superiores	3.60	4.50
Venta al por mayor. Todos los pisos	6.00	4.50
Armerías y salas de instrucción militar	7.20	
Áreas de reunión y teatros		
Asientos fijos	2.90	
Áreas de recepción	4.80	
Asientos móviles	4.80	
Plataformas de reunión	4.80	
Escenarios	7.20	
Áreas de almacenamiento sobre techos	1.00	
Barreras vehiculares	Véase sección 4.5 ASCE 7-10	
Balcones	4.80	
Bibliotecas		
Salas de lectura	2.90	4.50
Estanterías	7.20 ^c	4.50
Corredores en pisos superiores a planta baja	4.00	4.50

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		

Tabla 7.*Carga viva*

PCV		
Sobrecarga mínima	2.9	kN/m ²
Área	15.68	m ²
Longitud	14.20	m
Carga viva	3.20	kN/m

Para el caso de la carga viva de cubierta o carga cubierta (CC) se multiplica el valor obtenido de la normativa por el ancho tributario mostrado en la Tabla 6 para distribuir la carga de cubierta sobre las vigas de cubierta de manera uniforme. En la Tabla 8 se muestran los resultados.

Tabla 8.*Carga viva cubierta*

Carga viva cubierta		
Cubierta	0.7	kN/m ²
Carga viga cubierta PA	0.77	kN/m
Carga viga cubierta PB	1.78	kN/m

3.1.2.3. Carga de viento

Para la carga de viento, se consideran las acciones de presión (barlovento) y succión (sotavento) aplicadas sobre las cubiertas de la planta alta (PA) y planta baja (PB), dado que el viento incide directamente sobre estas superficies. El análisis se realiza conforme a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC, específicamente en la sección 3.2.4 de la NEC-SE-CG: Cargas no sísmicas, considerando varios factores.

El primer paso es calcular la velocidad corregida del viento.

$$V_b = V * \sigma \quad (3.1.2.3.a)$$

Donde

- V = Velocidad instantánea máxima del viento en m/s, registrada a 10 m de altura sobre el terreno;
- σ = Coeficiente de corrección

El coeficiente de corrección se obtiene mediante una interpolación de los valores 5-10, ya que la altura de la estructura es de 9m, y considerando que tiene una característica topográfica Categoría A, ya que forma parte de edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.

Tabla 9.

Valores de coeficiente de corrección σ

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.8
10	1	0.9	0.8
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

El valor de V , correspondiente a la velocidad instantánea máxima del viento, expresada en m/s y registrada a 10 m de altura sobre el nivel del terreno, se adoptó como 21 m/s, conforme a los datos meteorológicos proporcionados por el INAMHI para estaciones ubicadas en sectores cercanos a la zona de estudio. Este valor se emplea como parámetro base para la determinación de las presiones de viento, de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG).

Los resultados de la ecuación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 10.*Velocidad corregida de viento*

σ	0.982
V (m/s)	21
Vb (m/s)	20.62

A continuación, se procede realizar el cálculo de la presión del viento. Para esto se utiliza la ecuación sacada de la NEC.

$$P = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 * c_e * c_f \quad (3.1.2.3.b)$$

Dónde:

- P= Presión de cálculo expresada en Pa (N/m²)
- ρ = Densidad del aire expresada en Kg/m³ (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m³)
- c_e = Coeficiente de entorno/altura
- c_f = Coeficiente de forma

El valor del coeficiente de entorno/altura se determina a partir de la tabla correspondiente, considerando que el entorno del edificio corresponde a una zona rural. Dado que la altura del elemento estructural se encuentra comprendida entre 5 y 10 m, el coeficiente se obtiene mediante interpolación lineal, con el fin de representar de manera más precisa la variación de la acción del viento con la altura.

Tabla 11.*Coeficiente entorno/altura*

Entorno del edificio	Altura de elementos sobre nivel de suelo exterior (m)					
	3	5	10	20	30	50
Centro de grandes ciudades	1,63	1,63	1,63	1,63	1,68	2,15
Zonas Urbanas	1,63	1,63	1,63	1,96	2,32	2,82
Zonas Rurales	1,63	1,63	1,89	2,42	2,75	3,2
Terreno abierto sin obstáculos	1,64	1,93	2,35	2,81	3,09	3,47

Por otro lado, el valor del coeficiente de forma se determina a partir de la tabla correspondiente de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG), el cual depende de la condición de exposición de la superficie (barlovento o sotavento), así como de la geometría del elemento y de su grado de inclinación. En este caso, el coeficiente se selecciona en función del tipo de superficie de la cubierta y de su ángulo de pendiente, permitiendo evaluar adecuadamente los efectos de presión y succión generados por la acción del viento.

Tabla 12.

Determinación del factor de forma C_f

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

A continuación, se presentan los valores adoptados para el análisis, así como los valores de presión de viento correspondientes a las condiciones de barlovento y sotavento, determinados conforme a los parámetros y criterios establecidos en la normativa vigente.

Tabla 13.

Presión barlovento y sotavento

Cf b	0.7	
Cf s	-0.6	
p	1.25	kg/m ³
Ce	1.741	
P barlovento	323.9	Pa (N/ m ²)
P sotavento	277.6	Pa (N/ m ²)

Para poder distribuir las acciones de viento sobre las vigas longitudinales de caña que conforman la cubierta, es necesario multiplicar la presión de viento por la longitud tributaria correspondiente, tanto para la planta alta (PA) como para la planta baja (PB). De este modo, la presión superficial se transforma en carga lineal aplicada sobre las vigas, permitiendo su correcta incorporación en el modelo estructural. En la tabla siguiente se presentan los valores de la presión (P) de viento en condiciones de barlovento y sotavento, aplicados sobre las cubiertas de la PA y PB, respectivamente.

Tabla 14.*Carga viento PA y PB*

	P PA	P PB	
Barlovento	0.36	0.82	kN/m
Sotavento	-0.31	-0.71	kN/m

3.1.3. Combinaciones de cargas

Para las combinaciones de carga, se consideran las establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC-SE-CG, así como aquellas especificadas en la NEC-SE-GUADUA, dado que la guadua (caña/bambú) constituye el material estructural principal del proyecto. Estas combinaciones permiten evaluar de manera adecuada la interacción de cargas permanentes, variables y accidentales, garantizando la seguridad estructural y el cumplimiento de los estados límite de resistencia y servicio. Las combinaciones de carga adoptadas se presentan a continuación.

Tabla 15.*Combinaciones de carga NEC-SE-CG*

Combinación	Expresión
Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5 max(Lr; S; R)
Combinación 3*	1.2 D + 1.6 max(Lr; S; R) + max(L; 0.5 W)
Combinación 4*	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max(Lr; S; R)
Combinación 5*	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

Tabla 16.*Combinaciones de carga NEC-SE-GUADUA*

Caso	Combinación
1	D
2	D + L
3	D + 0.75 L + 0.525 Ex
4	D + 0.75 L - 0.525 Ex
5	D + 0.75 L + 0.525 Ey
6	D + 0.75 L - 0.525 Ey
7	D + 0.7 Ex
8	D - 0.7 Ex
9	D + 0.7 Ey
10	D - 0.7 Ey

Dónde:

- D: Carga muerta
- L: Sobrecarga (Carga viva)
- S: Carga de granizo
- W: Carga de Viento
- E: Carga sísmica

3.1.4. Pre-dimensionamiento

3.1.4.1. Columnas

Para el pre-dimensionamiento estructural, el arquitecto del proyecto proporcionó las dimensiones iniciales de la columna, estableciéndose el uso de una columna central de sección circular. En la planta baja (PB) se adopta una columna de 30 cm de diámetro, mientras que en la planta alta (PA) se considera una columna de 25 cm de diámetro. Estas dimensiones preliminares constituyen la base para las verificaciones estructurales posteriores, en las cuales se evaluará su capacidad resistente y comportamiento frente a las combinaciones de carga definidas por la normativa vigente.

Para el acero de refuerzo longitudinal de la columna, se adopta un porcentaje de cuantía del 2 %, el cual cumple con los límites establecidos por la normativa vigente, que dispone que la cuantía de acero longitudinal en columnas no debe exceder el $0.08A_g$, ni menor que $0.01A_g$. A continuación, se presenta la expresión normativa correspondiente para la verificación de este requisito.

$$0.01 \leq \frac{A_s}{A_g} \leq 0.08 \quad (3.1.4.1.)$$

Dónde:

- A_s : área de refuerzo longitudinal
- A_g : área bruta de la sección

Es así como se obtiene el área máxima de refuerzo longitudinal para la columna de la planta baja de diámetro (D) 300mm:

Tabla 17.

Acero máximo columna PB

D	300	mm
A_g	70685	mm ²
Acero		
2% acero	1413	mm ²

Para la columna ubicada en la planta alta, de diámetro 250 mm, la cuantía máxima de acero longitudinal admisible, conforme a lo establecido por la normativa vigente, se determina y presenta a continuación.

Tabla 18.

Acero máximo columna PA

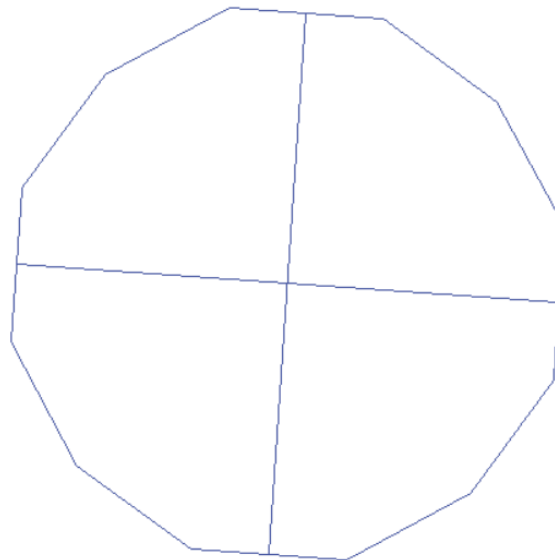
D	250	
Ag	49087	
Acero		
2% acero	981.7	mm ²

3.1.4.2. Vigas

En este caso, se proponen dos tipologías de vigas estructurales: aquellas que conforman el anillo perimetral en forma de dodecágono, y las vigas dispuestas en configuración de cruz en la zona central, tal como se ilustra en la figura correspondiente. Este esquema estructural permite una adecuada distribución de cargas, mejora la rigidez del sistema y facilita la transferencia eficiente de esfuerzos hacia los elementos portantes principales.

Figura 9.

Distribución de vigas HA



Vigas en cruz

Para el predimensionamiento, se emplea la tabla recomendada por el ACI con el fin de determinar la altura mínima requerida de vigas no preesforzadas, en función del tipo de apoyo y la luz del elemento, garantizando el control de deflexiones conforme a los criterios normativos.

Tabla 19.

Altura mínima para vigas no preesforzadas

Condición de apoyo	Altura mínima, h
Simplemente apoyada	l/16
Con un extremo continuo	l/18.5
Ambos extremos continuos	l/21
En voladizo	l/8

En este caso se tiene una longitud de cada viga que forma la cruz de 4420 mm, por lo que realizando los cálculos se obtiene:

$$\frac{l}{16} = \frac{4420}{16} = 276.25mm$$

En consecuencia, se adopta una altura de viga de 300 mm para ambas tipologías. Para la determinación del ancho de la sección, se consideran los criterios establecidos por el ACI, el cual especifica que este debe ser, como mínimo, igual al menor de los siguientes valores:

- $0.3h = 90 \text{ mm}$
- 250 mm

Por lo tanto, se adopta un ancho de viga de 200 mm, cumpliendo con los requisitos normativos. De esta manera, se definen dos vigas centrales dispuestas de forma ortogonal, conformando una configuración en cruz, con una sección transversal de $300 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$.

Aceros Máximos y Mínimos

Para determinar el acero de refuerzo requerido en cada viga, se emplea la expresión de cuantía de refuerzo establecida en el ACI 318-19, la cual permite definir el área mínima y requerida de acero longitudinal en función de las propiedades de resistencias de los materiales. Esta formulación garantiza el cumplimiento de los criterios de resistencia, ductilidad y control de fisuración exigidos por la normativa. A continuación, se presentan las expresiones correspondientes para el cálculo de la cuantía de refuerzo.

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6000}{6000+fy} \right) \quad (3.1.4.2.a.)$$

$$\rho_{min} = 0.71 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy} \quad (3.1.4.2.b.)$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b \quad (3.1.4.2.c.)$$

Se considera para los valores de f_y y f_c' que: Para los valores de f_y (esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo) y f_c' (resistencia a la compresión del hormigón), se adoptan los siguientes valores de diseño, de conformidad con la normativa estructural vigente:

Tabla 20.

Valores de f_y y f_c'

f_c'	210	kg/cm ²	21	Mpa
f_y acero	4200	kg/cm ²	420	Mpa

A continuación, se presentan los resultados del cálculo realizado para la determinación de la cuantía mínima y máxima de acero de refuerzo en las vigas en cruz:

Tabla 21.*Cuantía max y min de acero vigas*

ρ_b	0.0212
ρ_{min}	0.00241
ρ_{max}	0.0159

Con los límites de cuantía mínima y máxima establecidos, se procede a determinar la cantidad de acero de refuerzo longitudinal permitida para cada viga, verificando el cumplimiento de los criterios normativos de resistencia y ductilidad. Para efectos del cálculo y estandarización constructiva, se adopta el uso de varillas de 10 mm de diámetro para los estribos y varillas de 12 mm de diámetro para el refuerzo longitudinal y un recubrimiento de 40 mm, dimensiones comúnmente empleadas y compatibles con las exigencias del ACI 318-19 y la NEC.

Tabla 22.*Acero max y min permitido*

recubrimiento	40	mm
ϕ estribo	10	mm
h	300	mm
ϕ varilla long	16	mm
d	242	mm
bw	200	mm
A_{smin}	116.9	mm ²
A_{smax}	771.4	mm ²

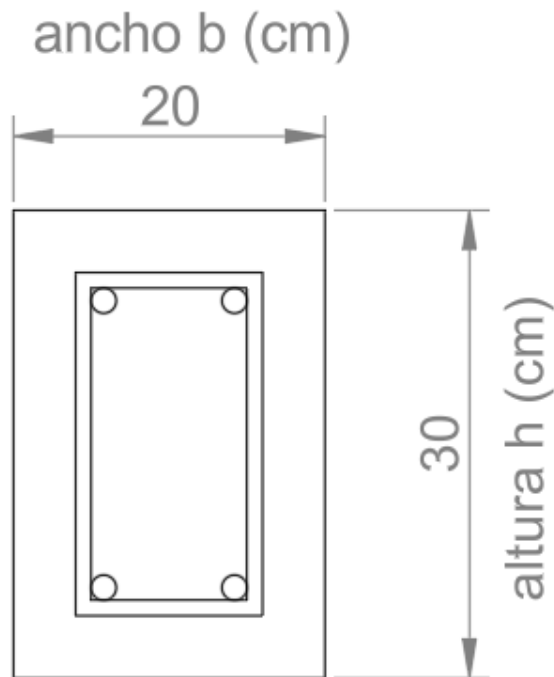
Dónde:

$$d = h - rec - \phi_{estr} - \frac{\phi_{long}}{2} \quad (3.1.4.2.d.)$$

La sección transversal de las 2 vigas que forman la cruz se muestra a continuación:

Figura 10.

Sección transversal vigas que forman la cruz



Vigas para dodecágono

Para las vigas que conforman el dodecágono, se dispone de una sección transversal previamente definida por el arquitecto. En consecuencia, se procede al cálculo de las cuantías mínima y máxima de acero de refuerzo, conforme a la normativa vigente, con el objetivo de verificar posteriormente que dichas dimensiones satisfacen los requisitos de resistencia.

Los valores de $f'c$ y fy se adoptan iguales a los utilizados en las vigas centrales en cruz, por lo que las cuantías mínima y máxima de refuerzo obtenidas resultan equivalentes, dado que estas dependen únicamente de las resistencias de los materiales y de los criterios normativos establecidos, manteniéndose constantes para ambas tipologías de vigas.

Posteriormente, se procede al cálculo de las cantidades de acero de refuerzo mínima y máxima, considerando los diámetros de varilla previamente adoptados tanto para los estribos como para el refuerzo longitudinal. Este procedimiento permite definir el arreglo de acero compatible con la sección propuesta, garantizando el cumplimiento de los requisitos normativos de resistencia y ductilidad.

Tabla 23.

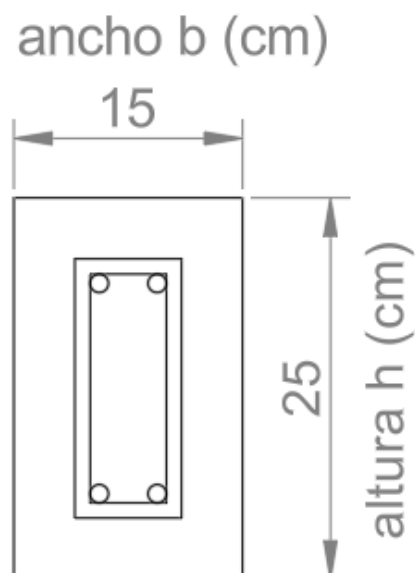
Acero max y min

recubrimiento	40	mm
ϕ estribo	10	mm
ϕ varilla long	12	mm
h	250	mm
d	194	mm
b	150	mm
A_smin	70.28	mm ²
A_smax	463.78	mm ²

La sección transversal de las 12 vigas se muestra a continuación:

Figura 11.

Sección transversal de las 12 vigas



3.1.5. Carga sísmica

El espectro de aceleración representa la respuesta máxima esperada de una estructura frente a la acción sísmica, en función del período natural de vibración y de las características sísmicas del sitio. Este se define a partir de los parámetros de zonificación sísmica, tipo de suelo y factor de importancia, conforme a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), y constituye la base para la determinación de las fuerzas sísmicas de diseño y la evaluación del comportamiento dinámico de la estructura bajo eventos sísmicos representativos.

Zonificación sísmica y factor de zona Z

El museo se ubicará en la provincia de Manabí; por lo tanto, de acuerdo con el mapa de zonificación sísmica establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y la tabla de valores del factor sísmico Z en función de la zona sísmica, el proyecto se localiza en la zona sísmica VI, correspondiente a un valor $Z=0.50g$, lo que

implica un nivel de peligro sísmico muy alto. Este parámetro es fundamental para la construcción del espectro de aceleración de diseño y la evaluación de la demanda sísmica sobre la estructura.

Figura 12.

Mapa para diseño sísmico

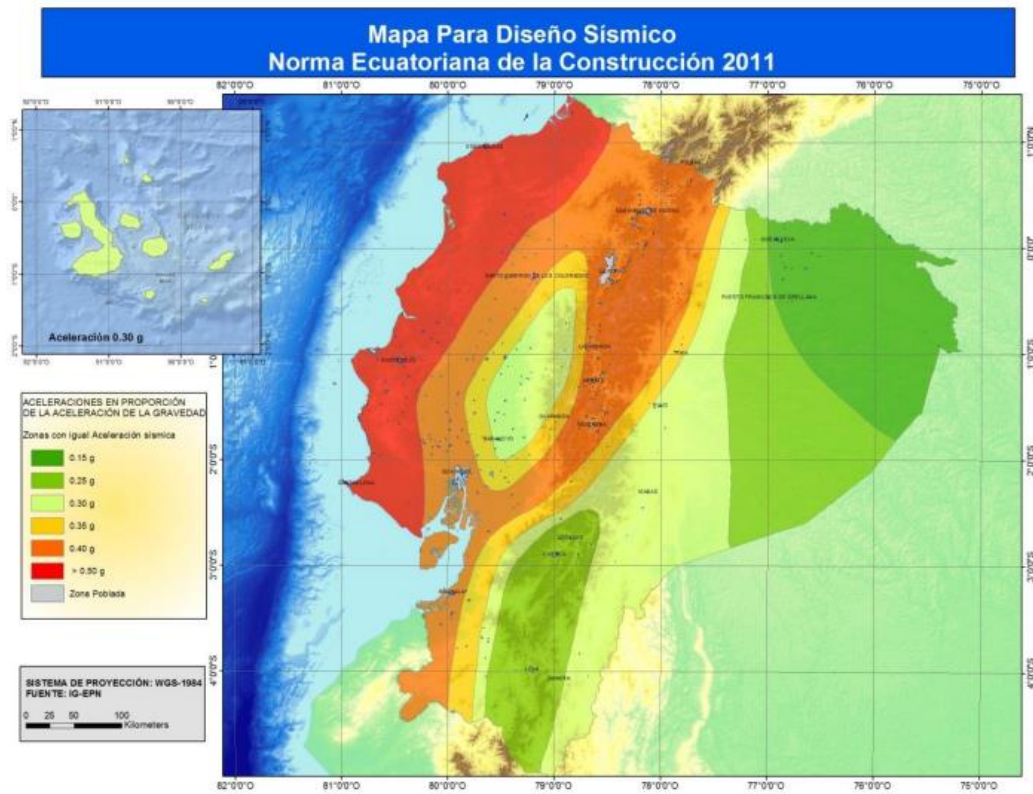


Tabla 24.

Valor factor Z

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico

La Norma Ecuatoriana de la Construcción proporciona una tabla de clasificación del perfil del suelo, la cual permite definir el tipo de suelo sobre el que estará asentado el museo. En este caso, de acuerdo con los resultados del estudio geotécnico y los parámetros obtenidos, el sitio de emplazamiento cumple con las características correspondientes a un suelo Tipo E, conforme a los criterios establecidos por la normativa. Esta clasificación es determinante para la definición de los factores de amplificación sísmica y la construcción del espectro de aceleración de diseño.

Tabla 25.

Tipo de perfil de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ kPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

Coefficientes de perfil de suelo F_a , F_d y F_s

De acuerdo con la caracterización sísmica establecida en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, para una ubicación geográfica en la Zona VI con un valor de aceleración pico de roca $Z = 0.50$, y considerando un perfil estratigráfico clasificado como Suelo Tipo E (arcillas blandas), se determinaron los coeficientes de amplificación de sitio correspondientes. Estos factores F_a (amplificación en periodo corto), F_d (amplificación en el rango de desplazamientos) y F_s (comportamiento no lineal)— permiten ajustar el espectro elástico de respuesta para considerar los efectos locales de sitio en la estructura.

Tabla 26.

Factores de sitio F_d

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 4 : Tipo de suelo y Factores de sitio F_d

Tabla 27.*Factor de sitio Fa*

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Tabla 3: Tipo de suelo y Factores de sitio F_a **Tabla 28.***Factor de sitio Fs*

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

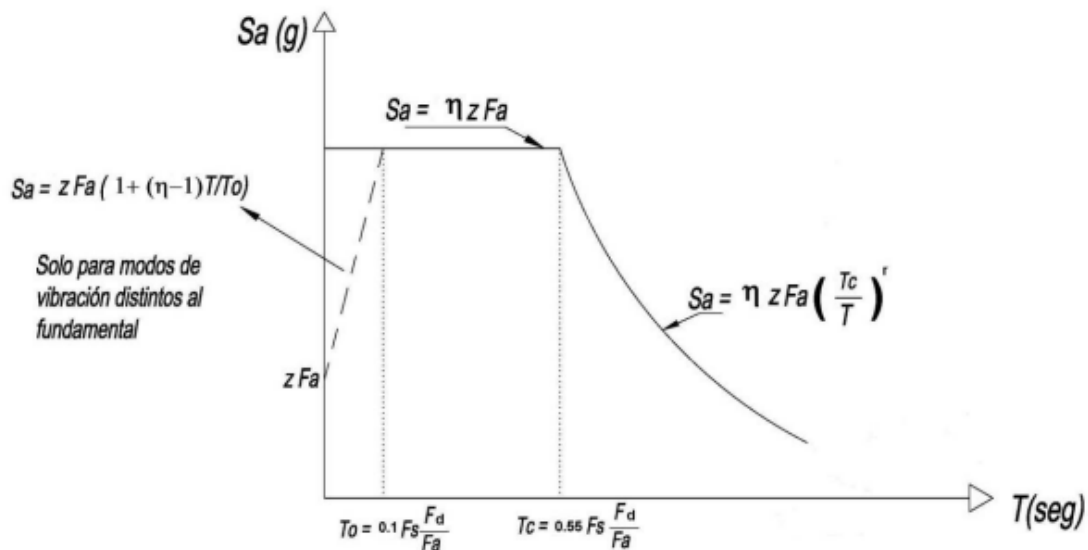
Tabla 5 : Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s

Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones

Una vez determinados los coeficientes de sitio (F_a , F_d , F_s), se procede a la construcción del espectro elástico de aceleraciones. Este modelo representa la respuesta dinámica máxima de un sistema de un solo grado de libertad con un amortiguamiento crítico del 5%. La NEC especifica las siguientes ecuaciones y forma para elaborar el espectro.

Figura 13.

Fórmulas espectro elástico



Dónde:

- η : Razón entre la aceleración espectral S ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
- F_a : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.
- F_d : Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

- F_s : Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.
- S_a : Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.
- T : Período fundamental de vibración de la estructura.
- T_0 : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- T_c : Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Dónde n en este caso, se usa como 1.80, ya que Colonape pertenece a es provincias de la Costa.

Tabla 29.

Valores de n

Región / Provincias	Valor de η
Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)	1.8
Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos	2.48
Provincias del Oriente	2.6

El espectro de aceleración elástica se muestra a continuación con sus respectivos datos:

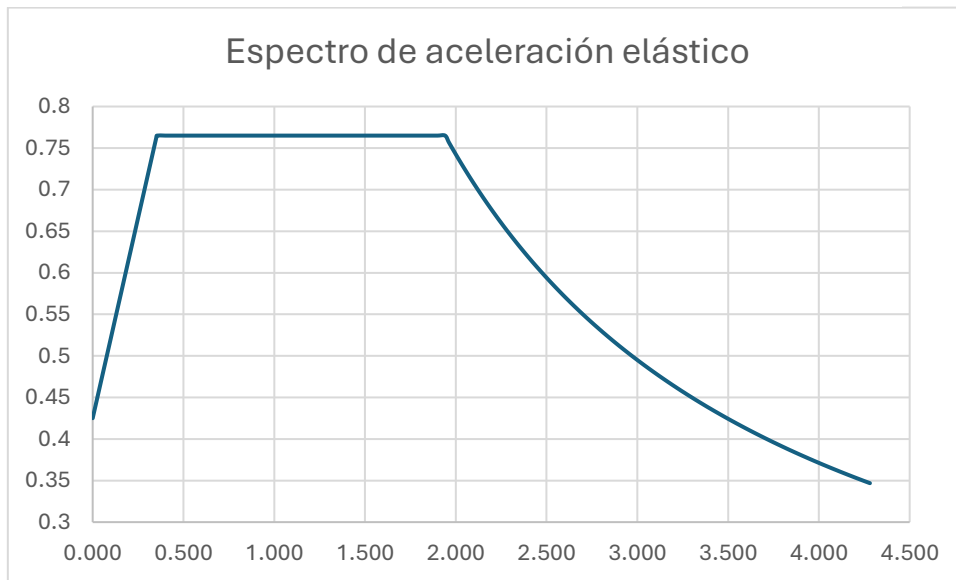
Tabla 30.

Valores para espectro elástico

Z	0.5
TIPO DE PERFIL	E
Fa	0.85
Fd	1.5
Fs	2
n	1.8
Tc	1.941
To	0.35294118

Figura 14.

Espectro elástico



Para el modelado y análisis estructural en un software, se determinó un período fundamental de vibración $T=0.77s$. Con este valor, es necesario proceder al cálculo del coeficiente sísmico de diseño C_s y del factor de distribución vertical de fuerzas K ,

conforme a los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Estos parámetros son fundamentales para la determinación del cortante sísmico basal y para la correcta distribución de las fuerzas sísmicas a lo largo de la altura de la estructura, permitiendo representar adecuadamente su comportamiento dinámico frente a la acción sísmica.

El C_s se obtiene mediante la fórmula:

$$C_s = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi_p \phi_E} \quad (3.1.5.)$$

Dónde:

- $S_a(T_a)$ = Espectro de diseño en aceleración;
- ϕ_P y ϕ_E = Coeficientes de configuración en planta y elevación, se asumen 1;
- I = Coeficiente de importancia;
- R = Factor de reducción de resistencia sísmica;
- T_a = Periodo de vibración.

Primero, I se obtiene mediante el conocimiento del tipo de uso de la estructura y la tabla siguiente:

Tabla 31 .

Coeficiente de importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

Segundo, el valor de k lo obtenemos mediante:

Tabla 32.

Determinación de k

Valores de T (s)	Valor de k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 33.

Resultados análisis sísmico

I	1
R	8
Sa(Ta)	0.765
ϕ_p	1
ϕ_E	1
T	0.77
k	1.135
Cs	0.095625

3.2. Diseño definitivo

Para el diseño estructural del museo se hará uso de 3 tipos de secciones: caña completa, media caña y doble caña/caña compuesta/sección compuesta.

3.2.1. Modelado estructural

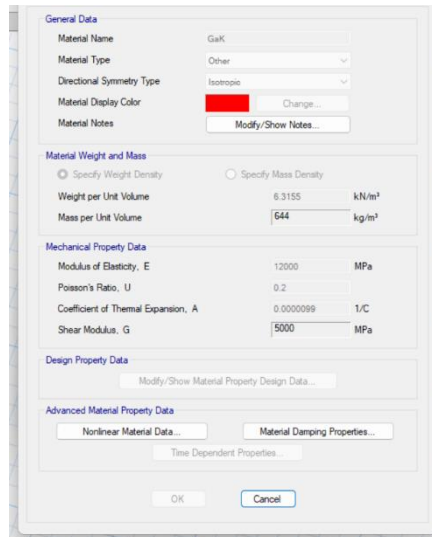
En primer lugar, se procede al modelado estructural en un software, donde se define la geometría de la edificación, las propiedades de los materiales, las secciones de los elementos estructurales y las condiciones de apoyo, con el fin de representar de manera adecuada el comportamiento estructural del sistema para su posterior análisis.

Es importante señalar que, de acuerdo con la NEC-SE-Guadua, todos los miembros y uniones que emplean caña deben modelarse y diseñarse como articulados, sin capacidad de transmisión de momentos flectores, considerándose únicamente la transferencia de fuerzas axiales y cortantes.

Primero, se define el material de la caña con valores establecidos por la NEC-SE-GUADUA y por documentos que han evaluado las propiedades de la caña GaK mostrados con anterioridad.

Figura 15.

Determinación del material caña



Segundo, se definen las secciones tanto para caña completa, media caña, vigas y columnas. Para la elaboración de la sección de caña se visitó un local donde vendían cañas secas y se pudo obtener el valor promedio de diámetro externo (105mm) y diámetro interno (85mm).

La media caña se dispone como elemento estructural resistente, cuya función principal es soportar y transmitir las cargas de la cubierta, incluyendo las cargas permanentes, variables y ambientales, hacia los elementos portantes del sistema estructural.

Figura 17.

Modelo caña completa

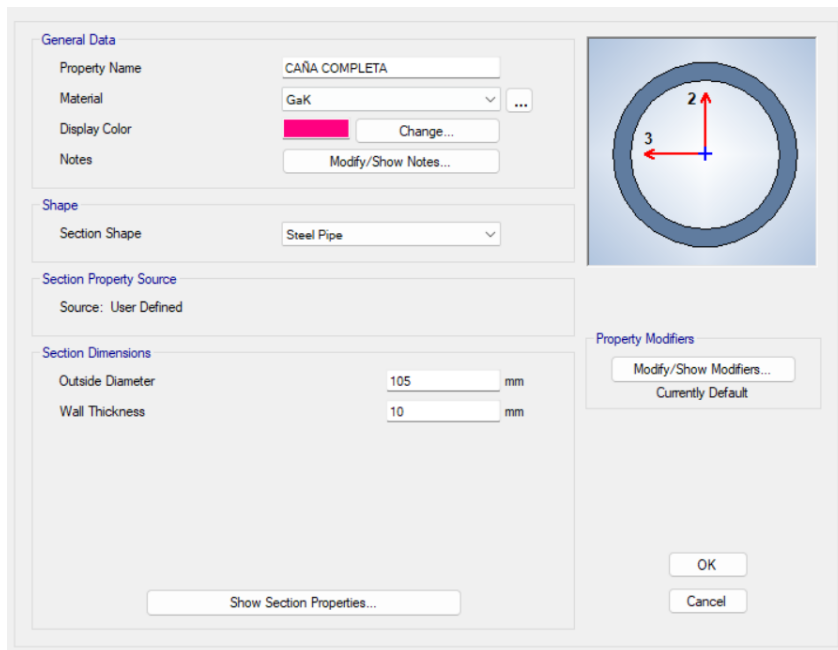
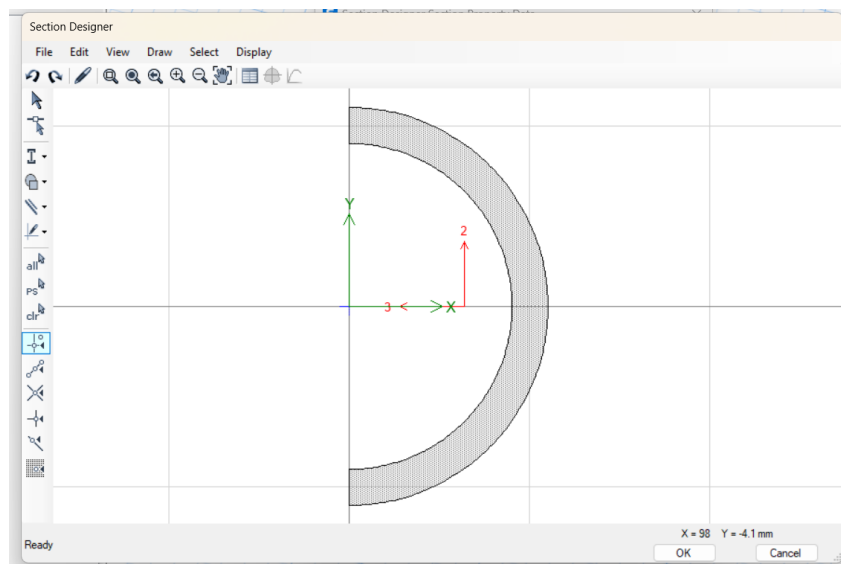


Figura 16.

Modelo media caña



A continuación, se muestran las secciones transversales de las columnas de la PB y PA respectivamente.

Figura 19.

Modelo columna PB

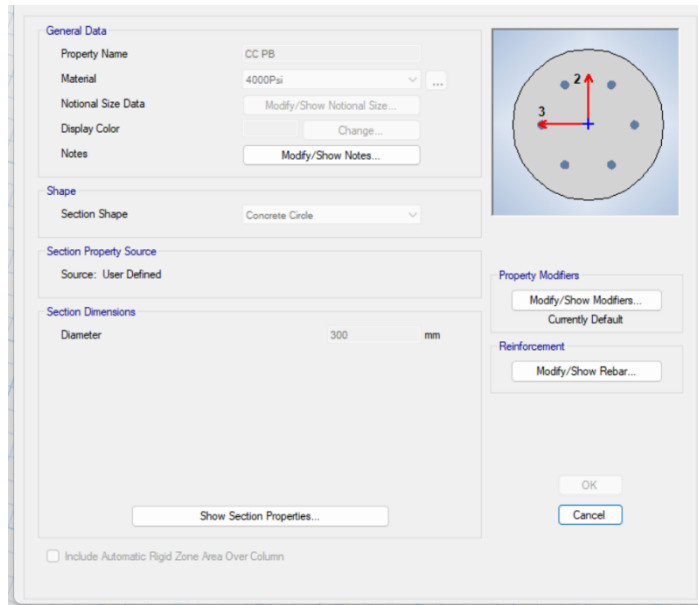
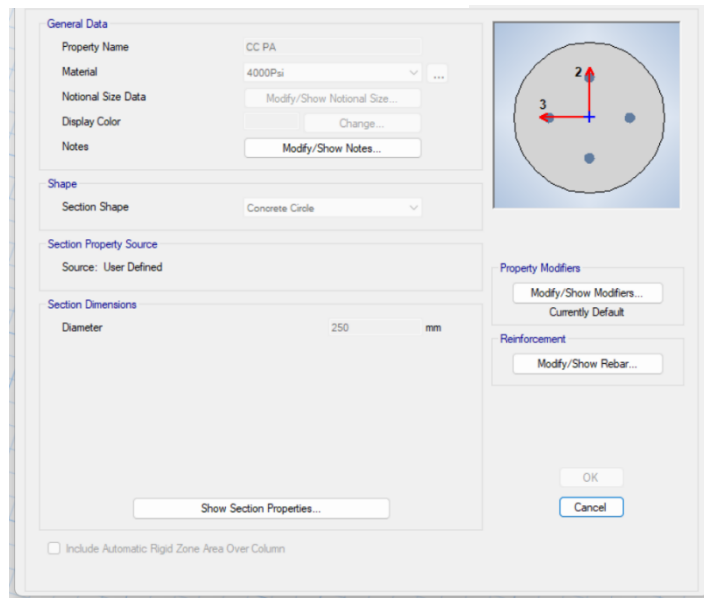


Figura 18.

Modelo columna PA

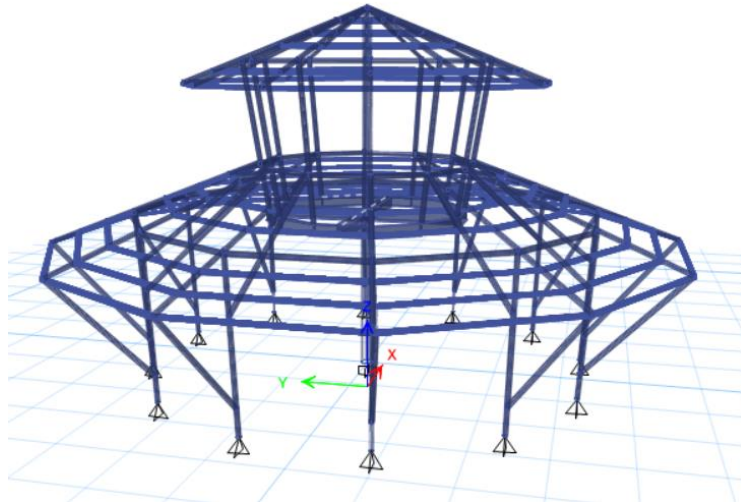


Luego de definir la malla estructural (grids) y establecer los niveles correspondientes al techo, inicio y fin de columnas, así como al inicio y fin de la

plataforma, y de asignar los elementos tipo frame, el modelo estructural final se visualiza de la siguiente manera.

Figura 20.

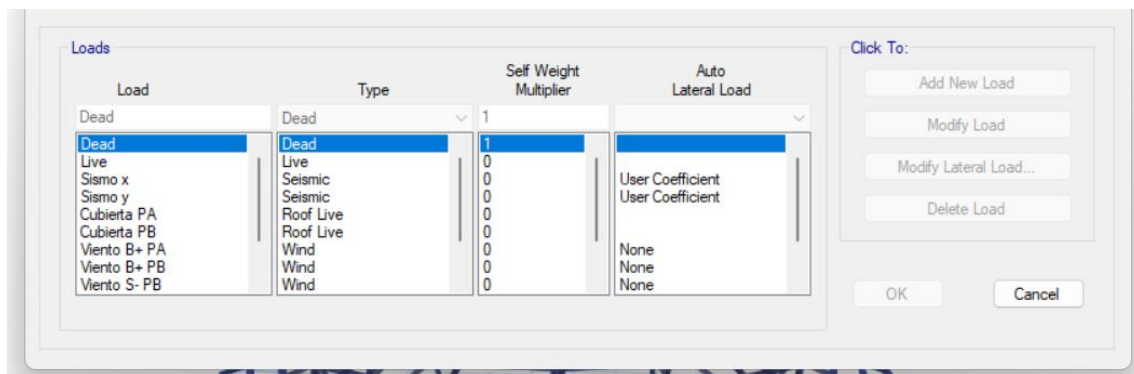
Modelo estructural



A continuación, el siguiente paso consiste en la definición y creación de los patrones de carga, incluyendo carga muerta, carga viva, carga viva de cubierta, techado, así como las acciones de viento y sismo, conforme a los criterios establecidos por la normativa vigente.

Figura 21.

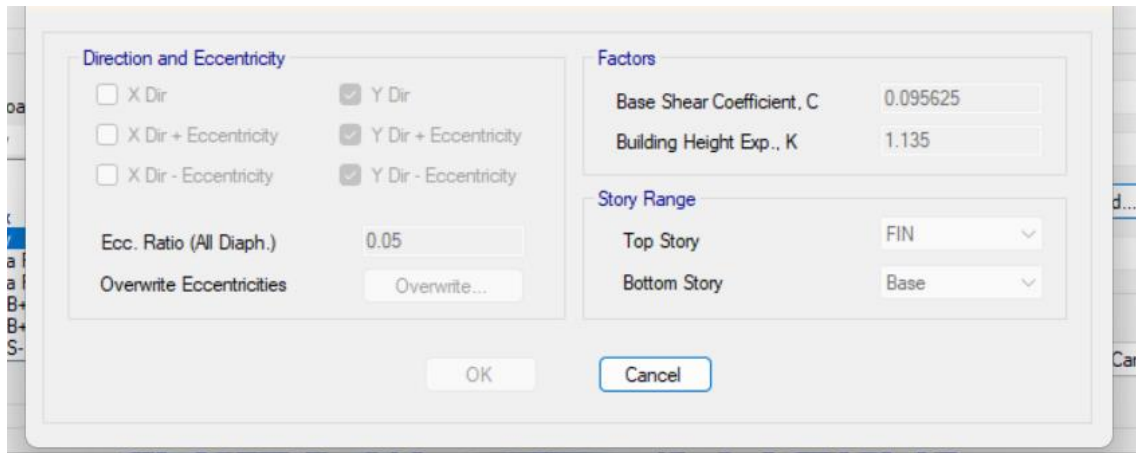
Patrones de cargas



Posteriormente, para la definición de la carga sísmica, se asignan los valores de C_s y K previamente determinados, los cuales se incorporan en el patrón de carga sísmica correspondiente.

Figura 22.

Carga sismo



Como siguiente etapa, se procede a la definición de las combinaciones de carga conforme a la normativa vigente, y a la asignación de las cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales dentro del modelo, con el fin de evaluar adecuadamente su respuesta estructural bajo las distintas condiciones de solicitación.

Figura 23.

Combinaciones de carga 1

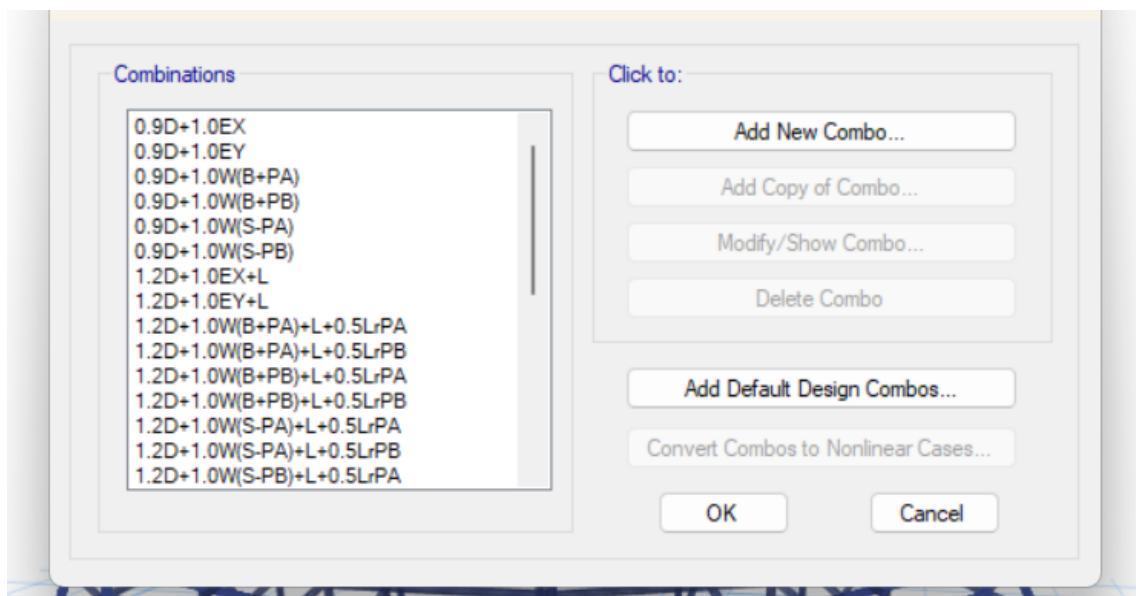
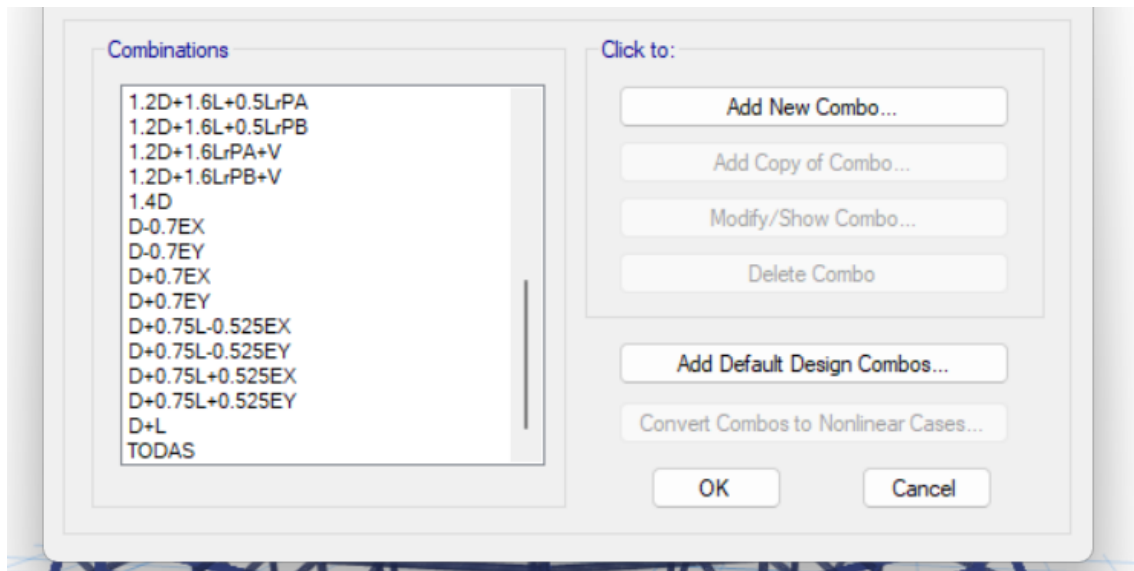


Figura 24.

Combinaciones de carga 2



Finalmente, se ejecuta el análisis estructural en el programa, obteniéndose los valores de momentos flectores, fuerzas axiales y fuerzas cortantes en los distintos elementos de la estructura.

3.2.2. Columnas

3.2.2.1. Puntales caña

Las cañas que van a trabajar como columnas son las 12 que se ubican en la PA y PB formando un dodecágono, y las 12 que sostienen el techado. Para esto se escoge el valor de carga axial más crítico, una para PA, una para PB y otra para PB transversal que sostiene la cubierta (Columnas T caña).

La NEC-SE-GUADUA establece que los miembros estructurales con caña deber ser trabajados con los esfuerzos admisibles presentados en la siguiente tabla.

Tabla 34.*Combinaciones de carga NEC-SE-GUADUA*

Fb Flexión	Ft Tracción	Fc Compresión	Fp* Compresión	Fv Corte
			⊥	
15	19	14	1,4	1,2

Para determinar si las cañas cumplen con estos esfuerzos, se divide el esfuerzo el Fc compresión paralela a la fibra para un factor de seguridad de 3.

Tabla 35.*Esfuerzo permisible a compresión*

Parámetro	Valor	Unidad
F'c	14	MPa
FS	3	
Esfuerzo permisible	4.67	MPa

A continuación, se muestra si cumplen o no el esfuerzo a compresión.

Tabla 36.*Comprobación de esfuerzo a compresión*

	Pmax (N)	A requerida (mm²)	CUMPLE O NO CUMPLE	# Cañas	# Cañas
Puntales caña PB verticales	-13850.8	2968	cumple	0.99	1
Puntales caña PA verticales	9946	2131	cumple	0.71	1
Puntales T caña	-3243.8	695.1	cumple	0.23	1

3.2.2.2. Columnas centrales de hormigón

La distribución del refuerzo longitudinal y del refuerzo a cortante se presenta a continuación. En el caso del refuerzo transversal, se adopta el refuerzo mínimo, dado que la fuerza cortante actuante V_u es menor que $0.5\phi V_c$, por lo que no se requiere refuerzo adicional a cortante, conforme a los criterios establecidos en la normativa.

Se usan varillas longitudinales de 16mm de diametro, con area de 2.011 cm².

Tabla 37.*Acero columna PB*

CC PB	D	300	mm		
	Ag	70686	mm ²		
	Acero				
	2% acero	1413	mm ²		
	As (2%)	14.14	cm ²		
	N varillas 16 necesarias	7.02			
	N varillas adoptadas	6	varillas de 16		
	As adoptado	12.07	cm ²		
	separación estribos	256	25.6		
		480	48	la menor	25cm
300		30			

Se debe comprobar que el As adoptado se encuentre dentro de los límites de refuerzo longitudinal permitidos, mostrado en la ecuación 3.1.4.1.

$$7.06 \text{ cm}^2 < 12.07 \text{ cm}^2 < 56.55 \text{ cm}^2$$

Así mismo se comprueba que $\phi P_n > P_u$.

Tabla 38.

Comprobación fuerza axial PB

P_n	952.6	kN
ϕP_n	619.2	kN
P_u	-165.0	kN
cumple		

A continuación, se comprueba el refuerzo a cortante. La normativa indica que debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante en todas las regiones donde $V_u > 0.5\phi V_c$

Tabla 39.*Comprobación cortante columna PB*

ϕ cortante	0.75			
ϕ estribo (mm)	10	Vu (kN)	212.33	
Recubrimiento (mm)	40	Vc (kN)	56571	
d	242	$0.5\phi Vc$ (kN)	21214	REQUIERE REFUERZO CORTANTE MÍNIMO

Se aplica el mismo procedimiento de diseño para la determinación del refuerzo de la columna de la planta alta, definiendo el número de barras de Ø16 mm a emplear y el área total de acero longitudinal requerida, verificando que dicha cuantía cumpla con los límites mínimo y máximo de acero permitidos por la normativa vigente.

Tabla 40.*Acero columna PA*

CC PA	D	250	mm			
	Ag	49087				
	2% acero	981.7	mm ²			
	As (2%)	9.817	cm ²			
	N varillas 16 necesarias	4.88				
	N varillas adoptadas	4	varillas de 16			
	As adoptado	8.044	cm ²			
	separación estribos		256	25.6		
			480	48	la menor	25cm
			250	250		

Se debe comprobar que el As adoptado se encuentre dentro de los límites de refuerzo longitudinal permitidos, mostrado en la ecuación 3.1.4.1.

$$4.91 \text{ cm}^2 < 8.04 \text{ cm}^2 < 39.27 \text{ cm}^2$$

Así mismo se comprueba que $\phi P_n > P_u$.

Tabla 41.

Comprobación fuerza axial PA

P_n	661.9	kN
ϕP_n	430.2	kN
P_u	-88.75	kN
cumple		

Se comprueba el refuerzo a cortante en la columna de la PA.

Tabla 42.

Comprobación cortante columna PA

ϕ cortante	0.75			
ϕ estribo (mm)	10	V_u (kN)	109.6	
Recubrimiento (mm)	40	V_c (kN)	37400	
d	192	0.5ϕV_c (kN)	14025	REQUIERE REFUERZO CORTANTE MÍNIMO

Para verificar que las columnas cumplen y resisten adecuadamente las diferentes combinaciones de carga, se evalúan los valores de fuerza axial y momento flector obtenidos del análisis estructural. Si todos los estados de carga se ubican dentro del diagrama de interacción $P-M$ de la columna, se concluye que el elemento satisface los criterios de resistencia y seguridad establecidos por la normativa vigente.

Para la columna de la planta baja se escogen 4 curvas que se muestran a continuación.

Tabla 43.*Curva 1 - Columna PB*

Curve #1	0 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
1100.859	0	0
1100.859	0	14.8862
1052.3523	0	28.0382
853.4993	0	38.9384
610.8429	0	44.5492
324.6157	0	45.4351
187.2474	0	45.5999
-11.6227	0	42.3675
-219.643	0	24.392
-397.919	0	6.9497
-449.0142	0	0

Tabla 44.*Curva 7 - Columna PB*

Curve #7	90 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
1100.859	0	0
1100.859	14.5857	0
1061.6252	27.3072	0
874.6275	37.6246	0
648.9027	44.0131	0
375.6565	45.4818	0
219.0205	48.5206	0
38.6899	44.1602	0
-220.7368	25.4713	0
-393.7102	7.4811	0
-449.0142	0	0

Tabla 45.*Curva 13 - Columna PB*

Curve #13	180 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
1100.859	0	0
1100.859	0	-14.8862
1052.3523	0	-28.0382
853.4993	0	-38.9384
610.8429	0	-44.5492
324.6157	0	-45.4351
187.2474	0	-45.5999
-11.6227	0	-42.3675
-219.643	0	-24.392
-397.919	0	-6.9497
-449.0142	0	0

Tabla 46.*Curva 19 - Columna PB*

Curve #19	270 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
1100.859	0	0
1100.859	-14.5857	0
1061.6252	-27.3072	0
874.6275	-37.6246	0
648.9027	-44.0131	0
375.6565	-45.4818	0
219.0205	-48.5206	0
38.6899	-44.1602	0
-220.7368	-25.4713	0
-393.7102	-7.4811	0

Obteniendo los siguientes diagramas de interacción;

Figura 25.

Diagrama de interacción M2 - Columna PB

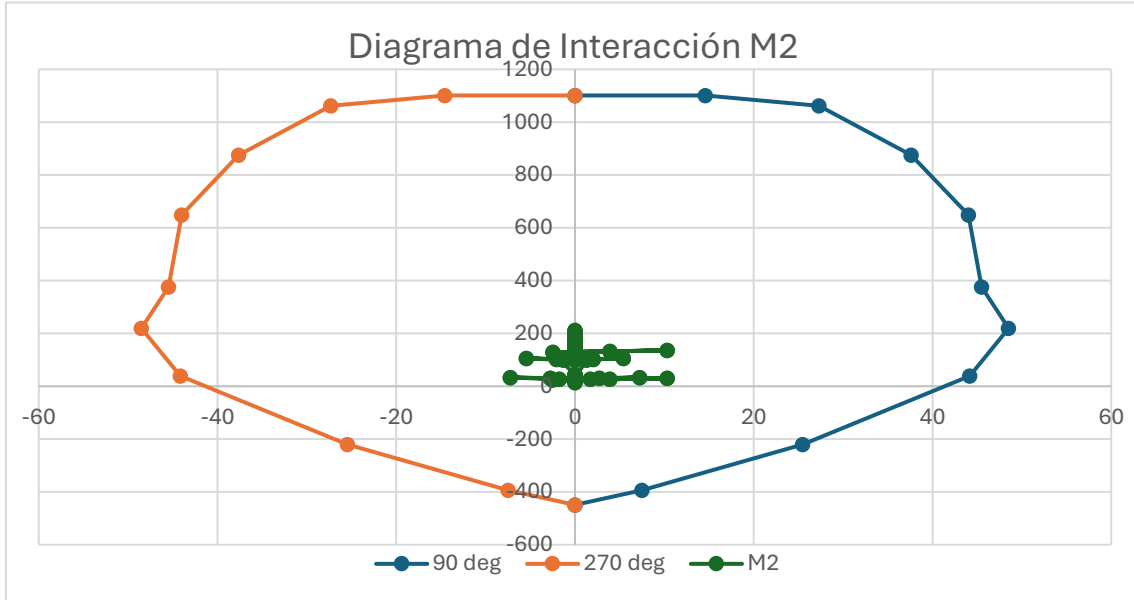
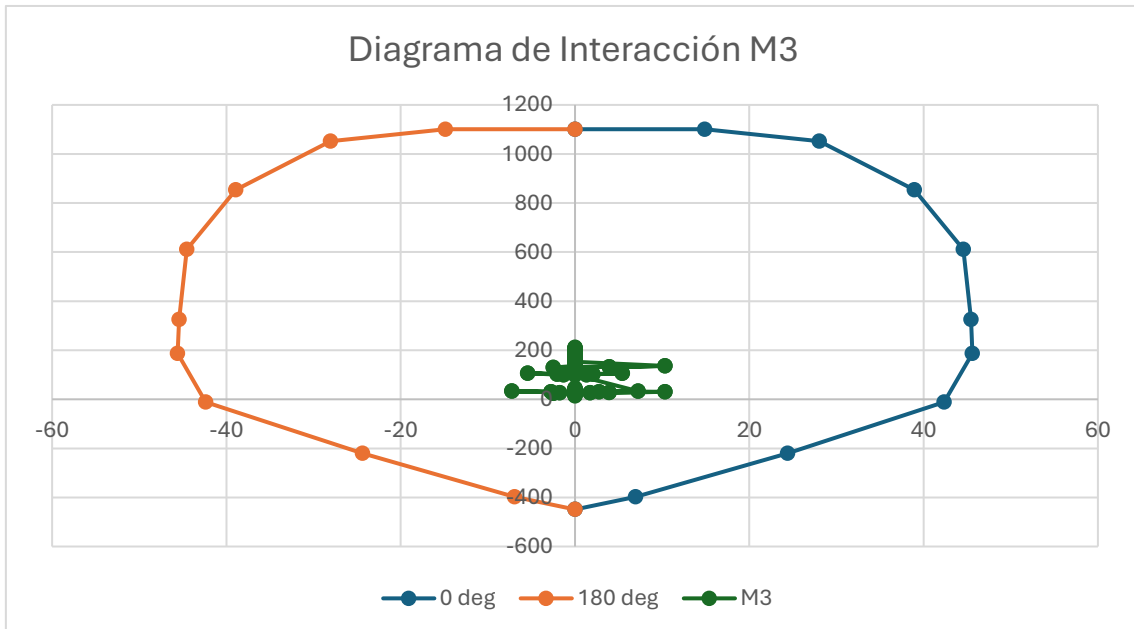


Figura 26.

Diagrama de interacción M3 - Columna PB



Se observa que todos los valores de fuerza axial se encuentran dentro del diagrama de interacción, tanto para los momentos alrededor del eje M2 como del eje

M3, verificándose que la columna cumple para todas las combinaciones de carga consideradas, de acuerdo con la NEC. Asimismo, se realiza para la columna de la PA, con las siguientes curvas.

Tabla 47.

Curva 1 - Columna PA

Curve #1	0 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
757.6874	0	0
757.6874	0	7.7587
726.1082	0	15.1971
588.6725	0	21.2052
422.8047	0	24.1336
230.1825	0	24.1227
124.7884	0	24.1834
-28.4469	0	22.3929
-154.4307	0	13.1978
-263.6904	0	4.0397
-299.3428	0	0

Tabla 48.*Curva 7 - Columna PA*

Curve #7	90 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
757.6874	0	0
757.6874	7.7587	0
726.1082	15.1971	0
588.6725	21.2052	0
422.8047	24.1336	0
230.1825	24.1227	0
124.7884	24.1834	0
-28.4469	22.3929	0
-154.4307	13.1978	0
-263.6904	4.0397	0
-299.3428	0	0

Tabla 49.*Curva 13 - Columna PA*

Curve #13	180 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
757.6874	0	0
757.6874	0	-7.7587
726.1082	0	-15.1971
588.6725	0	-21.2052
422.8047	0	-24.1336
230.1825	0	-24.1227
124.7884	0	-24.1834
-28.4469	0	-22.3929
-154.4307	0	-13.1978
-263.6904	0	-4.0397
-299.3428	0	0

Tabla 50.

Curva 19 - Columna PA

Curve #19	270 deg	
P kN	M2 kN-m	M3 kN-m
757.6874	0	0
757.6874	-7.7587	0
726.1082	-15.1971	0
588.6725	-21.2052	0
422.8047	-24.1336	0
230.1825	-24.1227	0
124.7884	-24.1834	0
-28.4469	-22.3929	0
-154.4307	-13.1978	0
-263.6904	-4.0397	0
-299.3428	0	0

Obteniendo los siguientes diagramas de interacción para la columna de la PA:

Figura 27.

Diagrama de interacción M2 - Columna PA

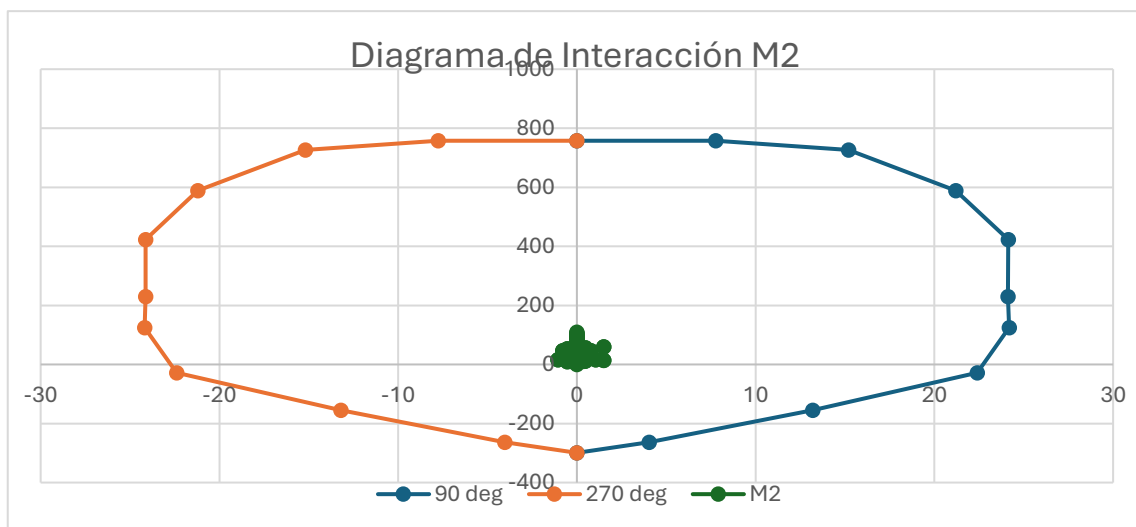
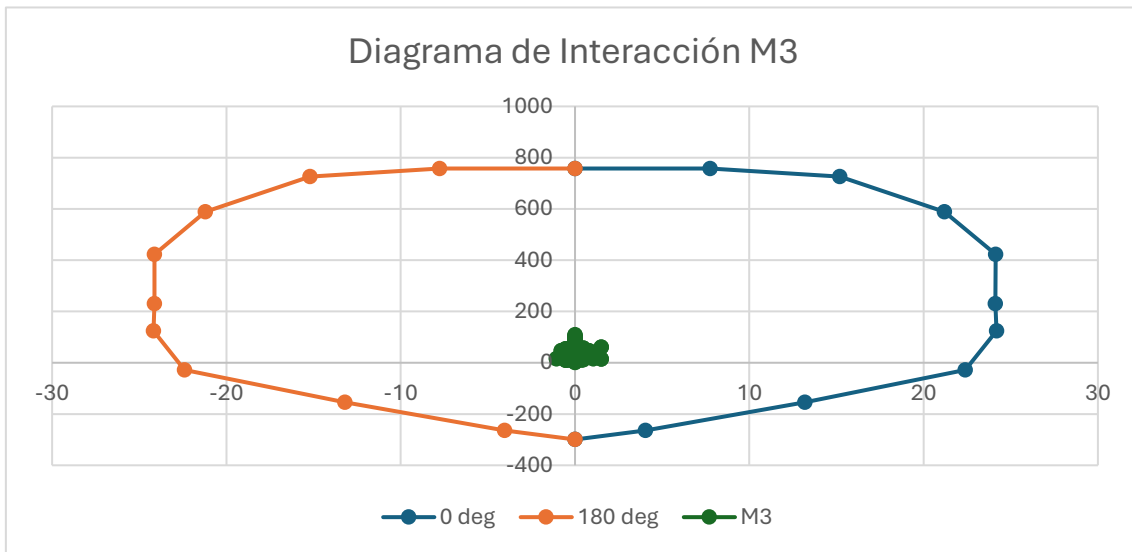


Figura 28.

Diagrama de interacción M3 - Columna PA



Se observa que todos los valores de fuerza axial se encuentran dentro del diagrama de interacción, tanto para los momentos alrededor del eje M2 como del eje M3, verificándose que la columna cumple para todas las combinaciones de carga consideradas, de acuerdo con la NEC.

3.2.3. Vigas

Se comprueba que las vigas cumplan con el momento y cortante. Empezando por las vigas que forman un +.

Tabla 51.

Comprobación de vigas + a momento

a	47.32	mm
Mn	33.19	kN*m
ϕMn	29.87	kN*m
	Mu vigas +	-26.26 kN*m
	$\phi Mn > Mu$	cumple

Tabla 52.*Comprobación a cortante vigas +*

Vu	21.89	kN
Vn	30.24	kN
ϕVn	22.68	kN
$\phi Vn > Vu$ cumple cortante		

Siguiendo con la comprobación de las vigas que forman el dodecágono.

Tabla 53.*Comprobación de vigas dodecágono a momento*

a	35.48		
Mn	30.14	kN*m	
ϕMn	27.12	kN*m	
	Mu 12 vigas	-4.5012	kN*m
$\phi Mn > Mu$			cumple

Tabla 54.*Comprobación a cortante vigas dodecágono*

Vu	-4.63	kN
Vn	1890	kN
ϕVn	1418	kN
$\phi Vn > Vu$ cumple cortante		

3.2.4. Vigas de techo

Las vigas destinadas a soportar la cubierta, tanto transversales como longitudinales, se conforman mediante el uso de cañas completas, medias cañas y cañas de sección compuesta. En este caso, se opta por el empleo de cañas de sección compuesta, debido a su mayor capacidad resistente frente a las combinaciones de esfuerzos cortantes y momentos flectores que actúan en las vigas de cubierta de la planta baja.

A continuación, se presentan las propiedades geométricas, específicamente el momento de inercia y la posición del centroide, correspondientes a los tres tipos de secciones analizadas: caña completa, media caña y caña compuesta.

Tabla 55.*Inercia y centroide caña completa*

CAÑA COMPLETA	
c (m)	0.0525
I (m⁴)	3.40E-06

Tabla 56.*Inercia y centroide de media caña*

MEDIA CAÑA				
	Área	y	yA	
	0.00433	0.0223	9.65E-05	
c (m)	-0.00284	0.0180	-5.12E-05	0.0303
	0.00149		4.53E-05	
I (m⁴)	1.70E-06			

La caña compuesta consiste en la superposición de una caña sobre otra, unidas mediante pernos, con el objetivo de incrementar la capacidad resistente del elemento estructural.

- Este sistema se utiliza para:
- Aumentar la capacidad de carga axial, permitiendo que el elemento soporte mayores esfuerzos de compresión.
- Mejorar la rigidez del conjunto, reduciendo deformaciones y esbeltez efectiva.
- Optimizar el comportamiento estructural, logrando que ambas cañas trabajen solidariamente como un solo elemento.
- Facilitar la construcción, ya que permite emplear cañas de menor diámetro o disponibilidad comercial, en lugar de una sola caña de gran sección.
- Mejorar la seguridad estructural, al distribuir los esfuerzos entre ambos elementos y reducir el riesgo de falla local.

Tabla 57.

Inercia y centroide de caña completa compuesta

CAÑA COMPUESTA					
c (m)	0.105				
	I_o	A	d₂	I_o+A*d₂	
I (m⁴)	3.401E-06	0.00298	0.00276	1.16E-05	2.33E-05
	3.401E-06	0.00298	0.00276	1.16E-05	

Se muestran a continuación el detalle de las secciones a utilizar:

Figura 29.

Sección caña completa

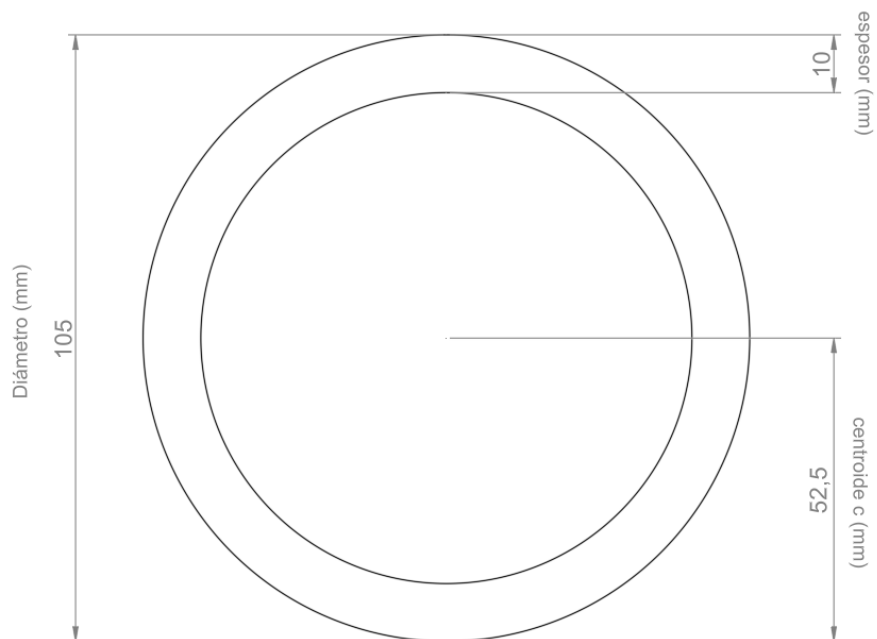


Figura 31.

Sección media caña

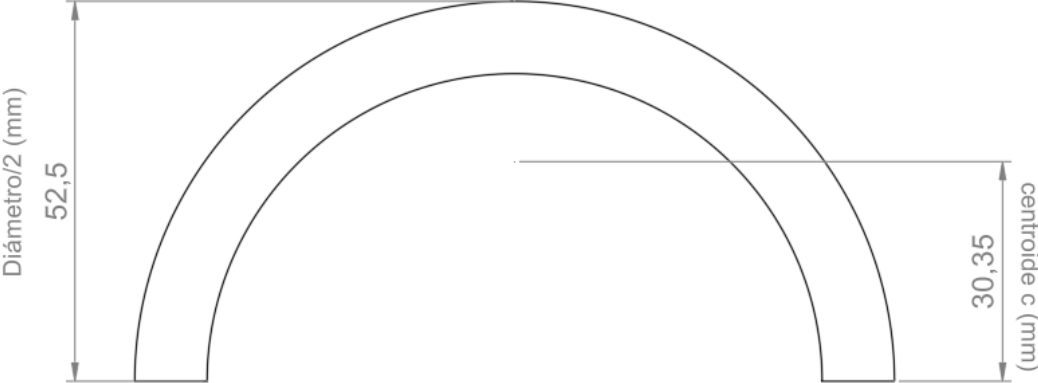
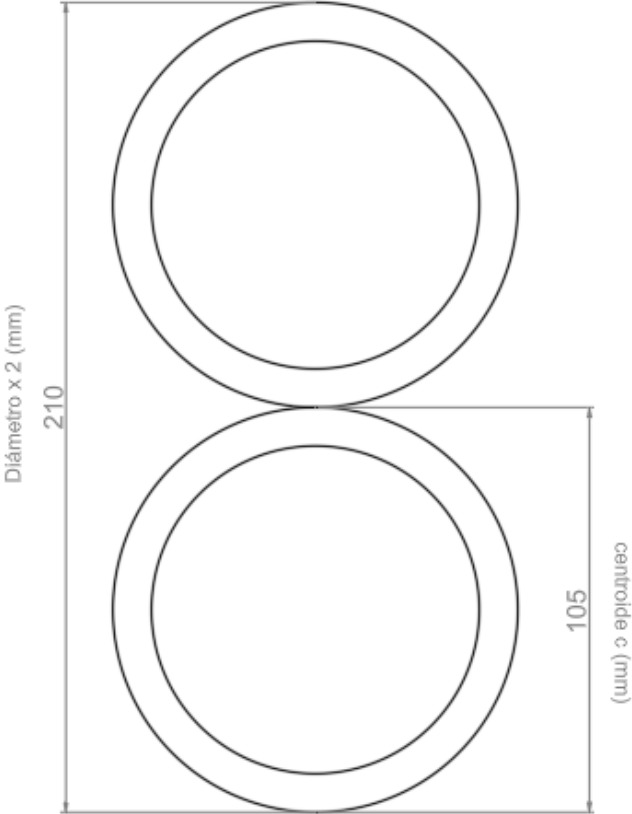


Figura 30.

Sección doble caña



A continuación, se presenta la verificación a flexión de las diferentes vigas que conforman y sostienen la cubierta, demostrando que todas cumplen los requisitos de resistencia, ya sea utilizando media caña, caña completa o sección compuesta, frente al momento flector máximo obtenido mediante el software de análisis estructural.

Para la determinación del esfuerzo máximo se utiliza la siguiente ecuación:

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} \quad (3.2.4.a.)$$

Dónde:

- σ_{max} = el esfuerzo normal máximo en el elemento, que se produce en el punto sobre el área de la sección transversal que está más alejado del eje neutro.
- M = el momento interno resultante, determinado a partir del método de las secciones y de las ecuaciones de equilibrio; se calcula en función del eje neutro de la sección transversal.
- c = la distancia perpendicular desde el eje neutro hasta el punto más alejado del eje neutro. Aquí es donde actúa σ_{max} .
- I = el momento de inercia del área de la sección transversal alrededor del eje neutro.

Tabla 58.

Comprobación a flexión vigas cubierta

		Cantidad	#Fila	M (kN*m)	σ max (kN*m ²)	
PA - Tranversales	media caña	1	1	-0.036	633	cumple
	media caña	1	2	0.018	80.35	cumple
	media caña	1	3	0.013	237	cumple
	caña completa	1	4	-0.083	1272	cumple

	media caña	1	5	0.006	107.0	cumple
	media caña	1	6	0.005	96.29	cumple
	caña completa	1	1	0.557	8590	cumple
	caña completa	1	2	0.541	8346	cumple
	caña completa	1	3	0.558	8602	cumple
	caña completa	1	4	0.557	8596	cumple
	caña completa	1	5	0.542	8351	cumple
	caña completa	1	6	0.557	8595	cumple
PA - longitudinales	caña completa	1	7	0.557	8595	cumple
	caña completa	1	8	0.541	8350	cumple
	caña completa	1	9	0.557	8593	cumple
	caña completa	1	10	0.557	8593	cumple
	caña completa	1	11	0.542	8351	cumple
	caña completa	1	12	0.558	8601	cumple

PB - transversales	caña completa	1	1	0.067	1027	cumple
	media caña	1	2	0.060	1077	cumple
	media caña	1	3	0.052	929	cumple
	media caña	1	4	0.038	678	cumple
	caña completa	1	5	-0.062	955	cumple
	media caña	1	6	0.023	415	cumple
	media caña	1	7	0.026	456	cumple
	media caña	1	8	0.019	346	cumple
PB - longitudinales	caña compuesta	1	1	-1.707	7706	cumple
	caña compuesta	1	2	-1.694	7649	cumple
	caña compuesta	1	3	-1.694	7648	cumple
	caña compuesta	1	4	-1.707	7704	cumple
	caña compuesta	1	5	-1.694	7646	cumple
	caña compuesta	1	6	-1.694	7646	cumple

	caña compuesta	1	7	-1.706	7703	cumple
	caña compuesta	1	8	-1.694	7645	cumple
	caña compuesta	1	9	-1.694	7646	cumple
	caña compuesta	1	10	-1.707	7704	cumple
	caña compuesta	1	11	-1.694	7648	cumple
	caña compuesta	1	12	-1.694	7648	cumple
	caña completa	1	1	-0.226	3488	cumple
	caña completa	1	2	-0.225	3476	cumple
	caña completa	1	3	-0.226	3488	cumple
PB - longitudinales transversales	caña completa	1	4	-0.226	3488	cumple
	caña completa	1	5	-0.225	3475	cumple
	caña completa	1	6	-0.226	3485	cumple
	caña completa	1	7	-0.226	3484	cumple

caña completa	1	8	-0.225	3473	cumple
caña completa	1	9	-0.226	3482	cumple
caña completa	1	10	-0.226	3484	cumple
caña completa	1	11	-0.225	3475	cumple
caña completa	1	12	-0.226	3487	cumple

Asimismo, es necesario verificar que las vigas que sostienen la cubierta cumplen para cortante. Sin embargo, dado que la caña compuesta tiene grandes esfuerzos en su centroide como se muestra a continuación en los puntos 1, 2, 3, 4 y 5 de la sección compuesta para una fuerza de 1kN, lo que va a resistir el esfuerzo cortante son varillas roscadas de 3/8”, ya que la normativa vigente (NEC-SE-GUADUA) especifica que el diámetro mínimo para unión longitudinal de cañas es de 9mm.

Tabla 59.

Esfuerzo cortante de sección compuesta

Punto	t	V	Y	A	Esf cortante
1	0.000001		0	0	0
2	20		0.0746	0.00149	0.239
3 (centroide)	0.000001	1	0.0525	0.00298	6736166
4	20		0.0746	0.00149	0.239
5	0.000001		0.0525	0	0

Para la comprobación de cortante se usa la formula siguiente.

$$\tau = \frac{VQ}{It} \quad (3.2.4.b.)$$

Dónde:

- t = el esfuerzo cortante en el elemento, en el punto situado a una distancia y desde el eje neutro. Se supone que este esfuerzo es constante y por lo tanto se promedia en toda la anchura t del elemento.
- V = la fuerza cortante, determinada con base en el método de las secciones y las ecuaciones de equilibrio
- I = El momento de inercia de toda la sección transversal calculada respecto del eje neutro.
- t = la anchura de la sección transversal del elemento, medida en el punto donde se determinará t .
- $Q = y'A'$, donde A' es la parte superior (o inferior) del área de la sección transversal del elemento, por encima (o debajo) del plano de sección donde se mide t , y y' es la distancia desde el eje neutro hasta el centroide de A' .

En cada sección de caña se evalúan las variables de diseño correspondientes, permitiendo identificar las regiones críticas en las que se generan los mayores esfuerzos cortantes, fundamentales para la verificación estructural.

Tabla 60.

Parámetros para cortante caña completa

Caña completa		
t	0.02	m
A	0.00149	m ²
y	0.0303	m
Q	4.537E-05	m ³

Tabla 61.

Parámetros para cortante media caña

Media caña		
t	0.0262	m
A	0.000659	m ²
y	0.0145	m
Q	9.58E-06	m ³

Tabla 62.*Parámetros para cortante caña compuesta*

Caña compuesta		
t	0.01	m
A	0.00298	m ²
y	0.0525	m
Q	0.0001567	m ³

A continuación, se muestra el cumplimiento de las secciones al cortante máximo, siendo que la sección compuesta lo resiste mediante las varillas roscadas, que en este caso su resistencia al corte representa el 60% del f_y del acero.

Tabla 63.

Esfuerzo cortante de varillas

f_y	248	MPa
Esfuerzo cortante de varillas	148.8	MPa

Tabla 64.*Comprobación a cortantes vigas cubierta*

	Cantidad	#Fila	V (kN)	Esf cort (kPa)		
PA - Tranversales	media caña	1	1	-0.085	18.184	cumple
	media caña	1	2	0.033	6.986	cumple
	media caña	1	3	0.004	0.924	cumple
	caña completa	1	4	0.120	159.7	cumple
	media caña	1	5	0.006	1.247	cumple
	media caña	1	6	0.006	1.204	cumple

PA - longitudinales	caña completa	1	1	0.815	1084	cumple
	caña completa	1	2	0.796	1060	cumple
	caña completa	1	3	0.716	953	cumple
	caña completa	1	4	0.797	1060	cumple
	caña completa	1	5	0.803	1068	cumple
	caña completa	1	6	0.803	1069	cumple
	caña completa	1	7	0.804	1069	cumple
	caña completa	1	8	0.806	1072	cumple
	caña completa	1	9	0.804	1069	cumple
	caña completa	1	10	0.804	1069	cumple
	caña completa	1	11	0.805	1071	cumple
	caña completa	1	12	0.801	1066	cumple
PB - transversales	caña completa	1	1	-0.066	87.7	cumple
	media caña	1	2	0.078	16.74	cumple
	media caña	1	3	0.060	12.81	cumple
	media caña	1	4	0.039	8.45	cumple
	caña completa	1	5	0.084	111.63	cumple
	media caña	1	6	0.016	3.48	cumple
	media caña	1	7	0.020	4.36	cumple

	media caña	1	8	0.018	3.89	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	1	3.752	34542	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	2	3.752	34542	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	3	3.776	34759	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	4	3.752	34542	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	5	3.752	34541	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	6	3.776	34758	cumple
PB - longitudinales	caña compuesta + perno 3/8"	1	7	3.752	34539	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	8	3.752	34539	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	9	3.776	34757	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	10	3.752	34540	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	11	3.752	34540	cumple
	caña compuesta + perno 3/8"	1	12	3.776	34758	cumple

PB - longitudinales t	caña completa	1	1	-0.176	235	cumple
	caña completa	1	2	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	3	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	4	-0.176	234	cumple
	caña completa	1	5	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	6	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	7	-0.176	235	cumple
	caña completa	1	8	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	9	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	10	-0.176	235	cumple
	caña completa	1	11	-0.175	233	cumple
	caña completa	1	12	-0.175	233	cumple

Para determinar la separación de los pernos en las cañas compuestas, se analiza el flujo cortante de las mismas con las siguientes ecuaciones.

$$Q = \bar{y}A \quad (3.2.4.c.)$$

$$q = \frac{VQ}{I} \quad (3.2.4.d.)$$

$$s = \frac{\text{resis perno}}{q/2} \quad (3.2.4.e.)$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 65.*Separación varillas caña compuesta*

y	0.0525	m
A	0.00298	m ²
Qb	0.000157	m ³
Vmax	3.7759	kN
I	2.33E-05	m ⁴
qb	25.44	kN/m
s	0.42	m
separación aplicada	0.4	m

3.2.5. Cimentación

3.2.5.1. Continua – puntales

Para la cimentación del proyecto se propone el uso de una zapata continua de forma circular, en la cual el esfuerzo de contacto suelo–cimentación se determina mediante la expresión correspondiente a la relación entre la carga transmitida y el área de apoyo de la zapata.

Esta zapata continua se plantea exclusivamente para las doce cañas perimetrales, ya que cada una de ellas requiere un soporte adecuado para la transmisión de cargas hacia el suelo. En este sentido, se adopta una zapata continua perimetral, diseñada para recibir y distribuir las cargas provenientes de las doce cañas–columnas, garantizando un comportamiento estructural uniforme y una adecuada capacidad portante del suelo de fundación.

Primero, es necesario encontrar el esfuerzo de contacto, que es el esfuerzo que hay entre el suelo y la cimentación. Por lo que la carga crítica de una de las 12 cañas que sirven como columna se multiplica por las 12 mismas y se divide este valor sobre el área de contacto, que en este caso se propone una cimentación continua con un ancho de 0.5m.

Tabla 66.*Cálculo de q de contacto zapata continua*

P	-14.97	kN
P (puntales)	179.67	kn
Dext	11.28	m
Dint	9.28	m
A contacto	32.31	m ²
q contacto	5.56	kPa
B	1.00	m
Df	0.50	m

Para evaluar si la sección de la cimentación propuesta cumple, se emplea la ecuación de capacidad portante última de Terzaghi, con el fin de determinar la presión última admisible del suelo q_{ult} .

El valor de q_{ult} se obtiene considerando los parámetros geotécnicos del suelo (cohesión, ángulo de fricción interna, peso unitario y dimensiones de la cimentación), conforme a los criterios de la NEC-SE-GC. Si embargo, por ser conservadores se asume un valor de 20° para ángulo de fricción.

Posteriormente, la presión de contacto transmitida por la estructura se compara con la capacidad portante admisible, definida como:

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} \quad (3.2.5.a.)$$

donde FS es el factor de seguridad, adoptado según la NEC, en este caso es 3.

Si la presión actuante es menor o igual que la presión admisible, se concluye que la sección de la cimentación propuesta cumple con los requisitos de capacidad portante establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

La ecuación de q_{ult} para zapatas continuas es la siguiente:

$$q_{ult} = c'N_c + \sigma'_{vDf}N_q + 0.5\gamma'BN_\gamma \quad (3.2.5.1.)$$

Dónde:

- c' = cohesión
- σ'_{vDf} = esfuerzo efectivo en el nivel de desplanta
- γ' = densidad del suelo
- B = ancho de la cimentación

Los valores de N_c , N_q y N_γ se sacan de la tabla a continuación.

Tabla 67.

Factores de capacidad de carga de Terzaghi

Tabla 3.1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi — ecuaciones (3.4), (3.5) y (3.6).
De Kumbhojkar (1993).

ϕ'	N_c	N_q	N_γ^*	ϕ'	N_c	N_q	N_γ^*
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Teniendo todos los datos para obtener el qult, se presenta el cálculo y resultados a continuación.

Tabla 68.*Cálculo de q_{adm} zapata continua*

σ_{vDf}	8.5	kPa
γ	17	kN/m ³
c	6.75	kPa
ang fricción	20	
S_u	32.7	kPa
N_c	17.69	
N_q	7.44	
N_y	3.64	
qult	213.6	kPa
FS	3	
qadm	71.2	kPa

Se comprueba que $q_{ult} > q_{cont}$. Por lo tanto, se adopta una zapata continua para la cimentación del proyecto, proponiéndose una sección con un ancho $B = 0.50$ m y una profundidad de desplante $D_f = 0.50$ m.

Con estas dimensiones se procede a verificar que la presión transmitida al suelo no supere la capacidad portante admisible, determinada previamente mediante la ecuación de Terzaghi, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la NEC-SE-GC.

Al comprobar que las tensiones actuantes son menores que la capacidad admisible del suelo se concluye que la sección propuesta de la zapata continua cumple con los requisitos de seguridad y servicio exigidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Una vez realizado el predimensionamiento de la zapata corrida que soportará los doce puntales de caña que conforman el sistema portante del museo, se procede al diseño del armado de refuerzo. De acuerdo con la normativa ACI 318, el peralte efectivo mínimo para zapatas es de 150 mm. Asimismo, para elementos de concreto contruidos contra el suelo y en contacto permanente con este, se establece un recubrimiento mínimo de 75 mm. En la siguiente tabla se presentan el espesor total y el

peralte efectivo adoptados para el diseño, considerando el uso de barras de refuerzo de 12 mm de diámetro.

Tabla 69.

Dimensionamiento zapata corrida

B	1000	mm
Recubrimiento	75	mm
D varillas	12	mm
d' min	150	mm
h	237	mm
h sado	250	mm
d' real	163	mm

Posterior a eso es necesario comprobar el peralte efectivo por cortante, el mismo que se analiza a una distancia d de la cara de la columna con la siguiente formula.

$$V_u = q_u \left(\frac{b_w}{2} - \frac{E_m}{2} - d \right) \quad (3.2.5.1.a.)$$

Dónde:

q_u = presión ultima

b_w = ancho de la zapata

E_m = espesor del muro

d = peralte efectivo de la zapata

Se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 70.

Comprobación altura por cortante zapata corrida

Vu	1.57	kN
fy	420	MPa
f'c	21	MPa
d efectivo	12.44	mm
h = 250 mm, adecuada		

Para determinar el acero de refuerzo mínimo la normativa establece que el área deber ser el mayor entre $\frac{0.25\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d$, $\frac{1.4}{f_y} b_w d$, $0.0018b_w d$. En este caso el b_w es el espesor del muro, que sería el diámetro de la caña, es decir, 105mm y por ser conservadores se coloca un espesor para diseño de 110mm.

Tabla 71.

Acero usado zapata corrida

D	110	mm
As min,	444.6	mm ²
mayor de	543.3	mm ²
	293.4	mm ²
varillas	12	mm
A varilla		
12	113.1	mm ²
#barras	4.80	
#barras		
usado	6	
A usado	679	mm ²
	6 ϕ 12 @170m	

3.2.5.2. Plinto – columna central

Se utiliza el mismo método para la columna central que para la zapata continua, con la diferencia de que en este caso el área de contacto es un cuadrado que en este caso cumplió con B=1.5 m, ya que la carga que baja de la columna es grande.

Tabla 72.

Cálculo de q de contacto plinto

P	165	kN
B	1.5	m
A contacto	2.25	m ²
q contacto	73.4	kPa

Para encontrar el qult se utiliza la siguiente ecuación:

$$q_{ult} = 1.3c'N_c + \sigma'_{vDf}N_q + 0.4\gamma'BN_\gamma \quad (3.2.5.2.)$$

Dónde:

- c' = cohesión

- σ'_{vDf} = esfuerzo efectivo en el nivel de desplanta
- γ' = densidad del suelo
- B = ancho de la cimentación

Los valores de N_c , N_q y N_γ se sacan de la misma tabla presentada anteriormente.

Tabla 73.

Cálculo de q_{adm} plinto

σ_{vDf}	8.5	kPa
γ	17	kN/m ³
c	6.75	kPa
ang fricc	20	
Su	32.7	kPa
Nc	17.7	
Nq	7.44	
Ny	3.64	
qult	255.6	kPa
FS	3	
qadm	85.20	kPa

Se comprueba que $q_{ult} > q_{cont}$. Por lo tanto, se adopta una zapata para la cimentación del proyecto de la columna central, proponiéndose una sección con un ancho $B = 2$ m y una profundidad de desplante $D_f = 0.50$ m.

En el caso de zapatas que soportan cargas provenientes de columnas de sección poligonal o circular, la normativa establece que, para efectos de diseño, dichas columnas pueden ser idealizadas como un miembro de sección cuadrada con un área equivalente a la del círculo o polígono original. En consecuencia, a continuación se determina el lado L de la columna cuadrada equivalente, el cual será utilizado para el cálculo del refuerzo y para las verificaciones estructurales del plinto.

Tabla 74.*L adoptado columna D=300mm*

D	300	mm
A	70685	mm ²
L	265.9	mm
L adop	266	mm
A adop	70756	mm

De manera análoga a la zapata corrida diseñada previamente, se adopta un peralte efectivo mínimo inicial de 150 mm, así como un recubrimiento de 75 mm, conforme a los criterios establecidos por la normativa vigente.

Tabla 75.*L adoptado columna D=250mm*

L columna	266	mm
B	1500	mm
Rec	75	mm
D varillas	12	mm
d min	150	mm
h	237	mm
H usado	250	mm
d real	163	mm

En el caso del plinto de sección cuadrada, es necesario verificar el cumplimiento de los estados límite de resistencia frente a cortante, tanto en una dirección (cortante unidireccional) como en dos direcciones (cortante bidireccional o punzonamiento). Estas verificaciones se realizan con el fin de garantizar que el elemento cuente con la capacidad resistente adecuada para transmitir de manera segura las cargas de la columna hacia el suelo, conforme a los criterios establecidos en la normativa de diseño estructural vigente.

Para el caso del cortante en una dirección ocurre a una distancia *d* de la cara de la columna. Los resultados de los cálculos de presentan a continuación.

Tabla 76.*Cumplimiento en una dirección plinto*

UNA DIRECCIÓN		
ρ min	0.0018	
f_y	420	MPa
f'_c	21	MPa
sin acero		
x	454	
V_u	49.95	kN
λs	1.10	
V_c	89954	
ϕV_c	67465	N
ϕV_n	67.47	kN
	$\phi V_n > V_u$	cumple

Para el caso de la fuerza de corte en dos direcciones esta ocurre a una distancia $d/2$ de la cara de la columna.

Tabla 77.*Cumplimiento en dos direcciones plinto*

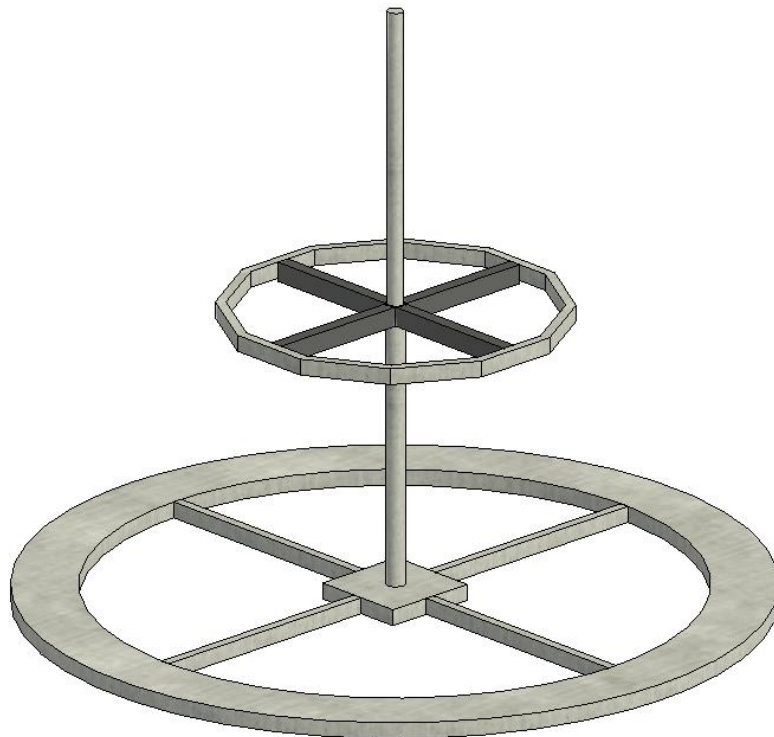
DOS DIRECCIONES		
$L+d$	429	mm
A	2065959	mm ²
	2.065959	m ²
V_u	151.536164	kN
B	1	
b_o	1716	
a_s	40	
V_c (a)	1.51	
V_c (b)	2.34	el menor
V_c (c)	2.21	
V_c	422988	N
	422.99	kN
ϕV_c	317.24	kN
	$\phi V_n > V_u$	CUMPLE
s_{max}	200	mm
#barras	8	
$A_{s\ min}$	675	mm ²
A varilla		mm ²
12	113	
A usado	905	mm ²
	8 ϕ 12 @ 185mm	

Del análisis de los resultados obtenidos se verifica que el plinto cuadrado cumple satisfactoriamente con las condiciones de resistencia a cortante tanto en una dirección como en dos direcciones. En ambos casos, los esfuerzos cortantes actuantes resultan menores que las capacidades resistentes del elemento, considerando los factores de reducción establecidos por la normativa ACI 318. En consecuencia, el peralte efectivo y el armado adoptados proporcionan un margen adecuado de seguridad, garantizando una correcta transmisión de cargas desde la columna hacia la zapata sin riesgo de falla por cortante unidireccional ni por punzonamiento.

A continuación, se presenta la representación tridimensional (3D) de la parte de hormigón armado correspondiente a la estructura mixta del proyecto, elaborada mediante un software de modelado. Este modelo 3D permite visualizar la disposición geométrica y constructiva de los elementos de hormigón, tales como vigas, columnas y sistema de cimentación, facilitando la comprensión de su integración con la estructura de caña bambú y el proceso constructivo general del museo.

Figura 32.

Cimentación, columnas y vigas de hormigón



3.2.6. Distribución de aguas residuales (AARR) y agua potable (AAPP)

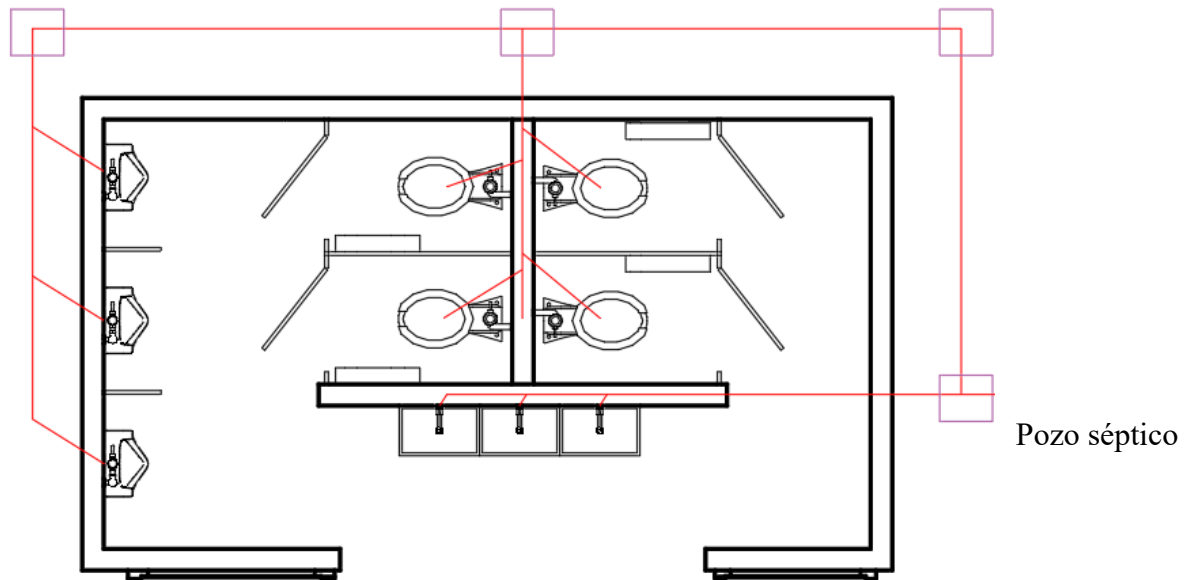
3.2.6.1. AARR

De acuerdo con los planos arquitectónicos proporcionados por el arquitecto, el sistema hidrosanitario de aguas residuales del edificio constará de cuatro inodoros, tres urinarios y tres lavamanos. Los inodoros se distribuirán en dos áreas independientes destinadas a usuarios femeninos y masculinos, respectivamente, mientras que los lavamanos serán de uso compartido entre ambas áreas.

La proyección de las tuberías de recolección de aguas residuales se muestra a continuación, considerando la adecuada conexión de cada aparato sanitario hacia los ramales horizontales y el colector principal. El diseño contempla pendientes reglamentarias que permitan el flujo por gravedad, evitando acumulaciones y garantizando el correcto funcionamiento del sistema. Asimismo, se prevé la incorporación de accesorios sanitarios como cajas de inspección y ventilación, conforme a la normativa técnica vigente, con el fin de asegurar la evacuación eficiente de las aguas residuales y la prevención de problemas de sobrepresión u olores.

Figura 33.

Sistema de recolección AASS



Se propusieron y definieron los puntos sanitarios (aparatos), asignando a cada uno sus respectivas Unidades de Descarga, caudales de diseño fluxómetros y diámetros nominales de las tuberías de descarga, de acuerdo con su tipología y condiciones de operación. Esta definición permitió establecer un dimensionamiento adecuado del sistema de recolección de aguas residuales, garantizando un funcionamiento eficiente, seguro y conforme a los criterios técnicos y normativos.

Tabla 78.*Dimensiones tuberías AASS*

Punto	Aparato	Unidad de descarga	Unidades de descarga acumuladas	Caudales flexómetro (l/s)	Diámetro (mm)
1	Urinario	2	2	0.338	50
2	Urinario	2	4	0.676	50
3	Urinario	2	6	1.014	50
4	Inodoro	3	3	0.507	110
5	Inodoro	3	6	1.014	110
6	Inodoro	3	9	1.521	110
7	Inodoro	3	12	2.028	110
8	Ramificación	-	18	3.042	110
9	Lavamanos	2	2	0.338	50
10	Lavamanos	2	4	0.676	50
11	Lavamanos	2	6	1.014	50
12	Ramificación	-	6	1.014	50

Se procede a verificar que la velocidad de escurrimiento en las tuberías cumpla con lo estipulado por la normativa vigente, la cual establece que no debe ser menor a 0,60 m/s, a fin de evitar la sedimentación de sólidos y asegurar el arrastre adecuado de las aguas residuales.

Para esta verificación se adopta una pendiente inicial del 1 %, la cual corresponde a la pendiente mínima recomendada para el diseño de tuberías de recolección de aguas residuales, garantizando así un funcionamiento hidráulico eficiente del sistema.

Tabla 79.*Verificación velocidad tuberías AASS*

Punto	Pendiente asumida	Caudal tubo lleno (l/s)	Velocidad tubo lleno (m/s)	Q/Qo	V/Vo	V real	Verificacion V>0.6m/s
1	1%	1.23	0.61	0.27	0.71	0.43	no cumple
2	1%	1.23	0.61	0.55	0.89	0.54	no cumple
3	1%	1.23	0.61	0.82	1.00	0.61	cumple
4	1%	7.78	0.96	0.07	0.47	0.45	no cumple
5	1%	7.78	0.96	0.13	0.58	0.55	no cumple
6	1%	7.78	0.96	0.20	0.65	0.62	cumple
7	1%	7.78	0.96	0.26	0.70	0.67	cumple
8	1%	7.78	0.96	0.39	0.80	0.77	cumple
9	1%	1.23	0.61	0.27	0.71	0.43	no cumple
10	1%	1.23	0.61	0.55	0.89	0.54	no cumple
11	1%	1.23	0.61	0.82	1.00	0.61	cumple
12	1%	1.23	0.61	0.82	1.00	0.61	cumple

Se observa que en algunos puntos la pendiente inicial del 1 % no resulta suficiente, por lo que se procede a iterar el diseño hasta obtener la pendiente adecuada, asegurando el cumplimiento de los criterios hidráulicos establecidos por la normativa. En todos los casos, se verifica que la pendiente adoptada no supere el 15 %, valor máximo permitido, con el fin de evitar velocidades excesivas y problemas operativos en la conducción de las aguas residuales.

Tabla 80.*Verificación velocidad tuberías AASS*

Punto	Pendiente asumida	Caudal tubo lleno (l/s)	Velocidad tubo lleno (m/s)	Q/Qo	V/Vo	V real	Verificación V>0.6m/s
1	3.0%	2.12	1.05	0.16	0.61	0.64	cumple
2	1.5%	1.5	0.74	0.45	0.84	0.62	cumple
3	1%	1.23	0.61	0.82	1.00	0.61	cumple
4	2.5%	12.31	1.52	0.04	0.40	0.60	cumple
5	1.5%	9.53	1.18	0.11	0.55	0.65	cumple
6	1%	7.78	0.96	0.20	0.65	0.62	cumple
7	1%	7.78	0.96	0.26	0.70	0.67	cumple
8	1%	7.78	0.96	0.39	0.80	0.77	cumple
9	3.0%	2.12	1.05	0.16	0.61	0.64	cumple
10	1.5%	1.5	0.74	0.45	0.84	0.62	cumple
11	1%	1.23	0.61	0.82	1.00	0.61	cumple
12	1%	1.23	0.61	0.82	1.00	0.61	cumple

Finalmente, se determina el diámetro de las tuberías y se verifica que cumplan con el número máximo permitido de unidades de descarga asignadas a los ramales horizontales, de conformidad con lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), capítulo de Instalaciones Hidrosanitarias (NEC-HS), garantizando el correcto funcionamiento hidráulico del sistema de aguas residuales.

Tabla 81.*Tuberías finales AASS*

#	Aparato	Unidad de descarga	Cantidad	Unidades totales por ramal	D ramal	Valor máximo de unidades	Cumple máximo
1	Urinario	2	3	6	75	20	cumple
2	Inodoro	3	4	12	110	160	cumple
3	Lavamanos	2	3	6	75	20	cumple

3.2.6.2. AAPP

Para la distribución de agua potable, debido a que el baño es de una sola planta, se utilizará una bomba con el fin de garantizar la presión necesaria para el abastecimiento de los 10 aparatos sanitarios existentes.

En consecuencia, es necesario determinar la sección más crítica del sistema hidráulico, entendida como el tramo por el cual debe circular el caudal máximo de diseño y que presenta las condiciones más desfavorables en términos de pérdidas de carga.

La sección más crítica del sistema se muestra a continuación y la vista isométrica de distribución, y sobre esta sección crítica se realizará el análisis hidráulico correspondiente para la selección del diámetro de tubería y la verificación de presiones adecuadas en los aparatos sanitarios.

Figura 34.

Sistema de distribución AAPP

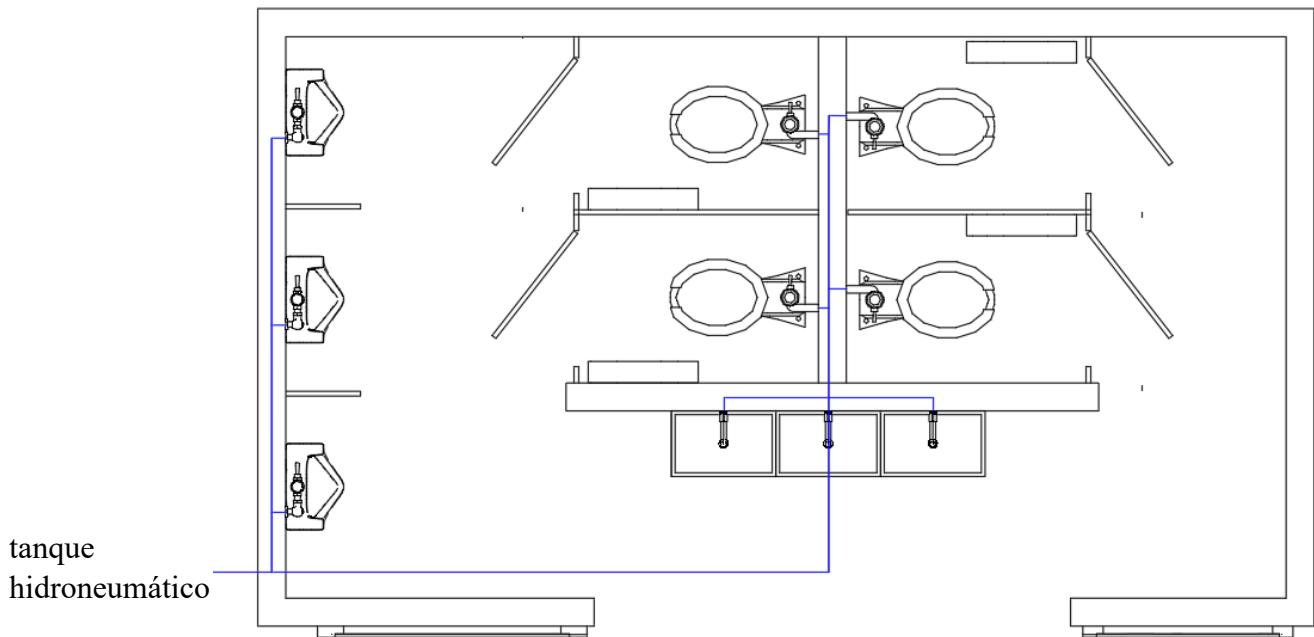
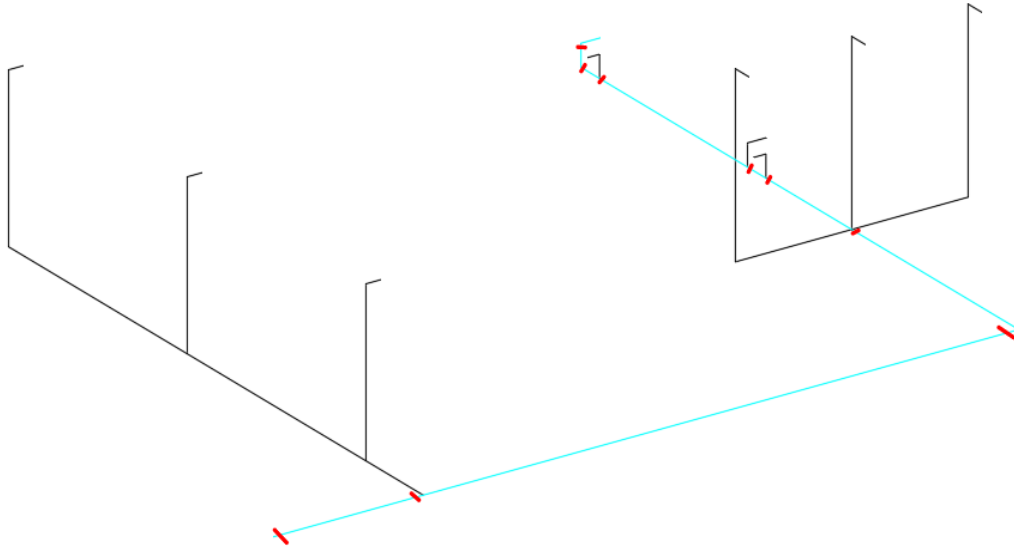


Figura 35.

Sistema de distribución AAPP isométrico



Se procede a determinar los diámetros, accesorios y presiones por tuberías.

Tabla 82.

Diámetros tuberías AAPP

Point	Pipe	Fitting	Diam.	Diam.	Quantity	Equiv.	Total Equiv.	Unidades	j	Horizontal	Vertical	Total	J	Flow rate	Velocity	Hv	Pressure Loss	
		Type	[in]	[m]		Length	Length											[m]
1		Codo 90°	1/2	0.0127	1.00	0.36												
	1-2						0.36	3	0.191	0.1257	0	0.4857	0.0927687	0.19	1.5	0.11	0.2027687	
2		Codo 90°	1/2	0.0127	1.00	0.36												
	2-3						0.36	3	0.191	0	0.15	0.51	0.09741	0.19	1.5	0.11	0.5601787	
3		Tee Uni	1/2	0.0127	1.00	0.20												
	3-4						0.2	3	0.191	0.1376	0	0.3376	0.0644816	0.19	1.5	0.11	0.7346603	
4		Tee Uni	1/2	0.0127	1.00	0.20												
	4-5						0.2	3	0.191	1.1015	0	1.3015	0.2485865	0.19	1.5	0.11	1.0932468	
5		Tee Uni	1/2	0.0127	1.00	0.20												
	5-6						0.2	4	0.191	0.1376	0	0.3376	0.0644816	0.25	1.97	0.2	1.3577284	
6		Tee Bi	3/4	0.01905	1.00	1.02												
	6-7						1.02	7	0.093	0.6384	0	1.6584	0.1542312	0.38	1.33	0.09	1.6019596	
7		Codo 90°	3/4	0.01905	1.00	0.36												
	7-8						0.36	7	0.093	1.244	0	1.604	0.149172	0.38	1.33	0.09	1.8411316	
8		Tee Uni	3/4	0.01905	1.00	0.29												
	8-9						0.29	10	0.151	3.9751	0	4.2651	0.6440301	0.5	1.75	0.16	2.6451617	
9		Codo 90°	3/4	0.01905	1.00	0.36												

Obteniendo la presión total.

Tabla 83.

Presión total

P_{min} (m.c.a)	3
Precom (m.c.a)	7
P_{total} (m.c.a)	9.65

Luego obtenemos el caudal necesario para la bomba y seleccionamos la bomba más apropiada.

Tabla 84.

Presión para bomba escogida

	Cantidad	Dot (L/s)	Qi	Ks	Qmp
Inodoro	4	0.1	0.4		
Lavabo	3	0.1	0.3		
Urinario	3	0.15	0.45		
	10		1.15	0.533	0.613
				Q_{bomb} (l/min)	35.24
				Bomba	PK60

En función del caudal requerido para el abastecimiento de los 10 aparatos sanitarios y de las pérdidas de carga asociadas a la sección más crítica del sistema, se considera que la bomba más apropiada es la PK60, ya que presenta características de caudal y presión compatibles con las condiciones de diseño del sistema de distribución de agua potable del baño.

Considerando que el sistema abastece a un baño público con uso frecuente, se prevé la instalación de un presostato en conjunto con un , con el fin de reducir los ciclos de arranque y parada de la bomba, mantener una presión estable en la red y prolongar la vida útil tanto del presostato como del equipo de bombeo. Esta configuración resulta adecuada para edificaciones de uso público, donde la demanda de agua es variable y continua.

Para el diseño de la cisterna se supone una dotación de 8/concurrente/día, asumiendo una cantidad de 100 concurrente por día. Se calcula el volumen requerido para la cisterna.

$$V_t = 100 \frac{\text{concurrentes}}{\text{dia}} \times \frac{8l}{\text{concurrente/dia}} = 800l \text{ por día}$$

De acuerdo al capítulo 16.7.2.4 de la NEC el sistema de protección contra incendios debe incluir un volumen de almacenamiento de 5 litros por metro cuadrado de superficie construida, lo que en este caso equivale a 500 litros. Este volumen se almacenará en la cisterna.

$$Volumen \text{ del agua en la cisterna} = 1300l$$

Para el diseño de la cisterna, construida en hormigón, no se encontró el nivel freático. El volumen total de la cisterna será de 1300 litros (1.3m³), con unas dimensiones de 1,10 m × 1,10 m × 1,30 m, dejando un borde libre de 30 cm para la ventilación de gases.

3.2.7. Conexiones

Para las conexiones entre cañas se disponen las siguientes, las mismas que el detallamiento se encuentra ubicado en la sesión de planos.

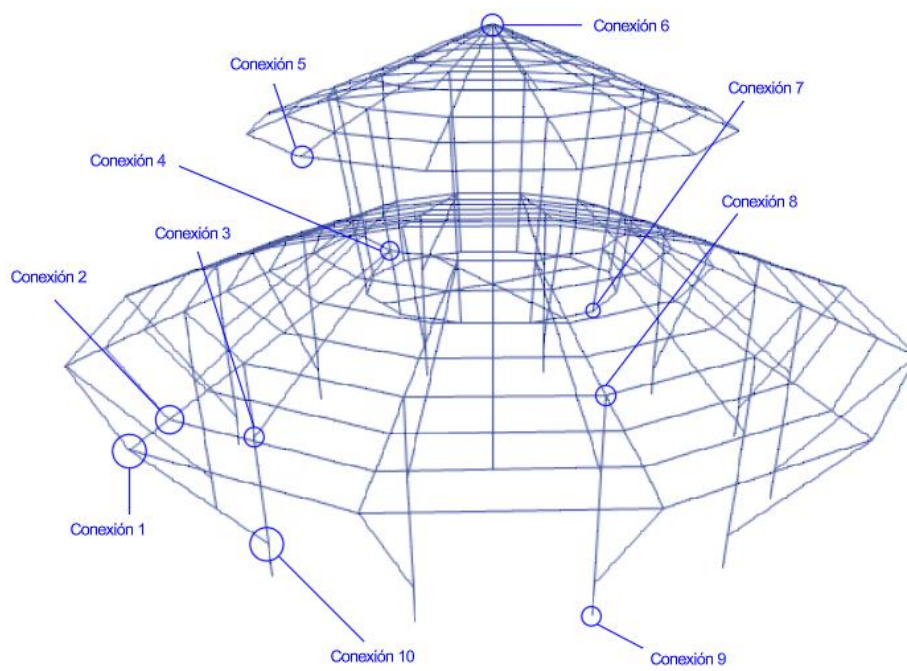


Figura 36.

Conexiones

Capítulo 4

4. ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El estudio de impacto ambiental para el diseño y construcción del Museo de Patrimonio Cultural Colonape se enfoca en evaluar los efectos derivados de la implantación del proyecto dentro de un entorno natural rodeado de vegetación, suelo fértil y presencia de fauna propia de la zona. El análisis se alinea directamente con los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), al promover un estudio de una infraestructura cultural resiliente, de bajo impacto ambiental y construida con materiales renovables como la caña guadúa.

El alcance comprende la zona de implantación del museo (aprox. 108 m²), ubicada en un sector elevado y plano dentro de Colonape, donde la intervención constructiva podría modificar temporalmente el suelo y la cobertura vegetal. Se evalúan las acciones generadoras de impactos, como: limpieza y preparación del terreno, extracción y transporte de caña guadúa, instalación de cimentaciones, montaje estructural, manejo de residuos y tránsito de maquinaria liviana. Los métodos constructivos emplean uniones especializadas para bambú, herramientas manuales y maquinaria liviana, buscando minimizar la remoción de suelo y la compactación innecesaria.

El proyecto utilizará tecnología constructiva basada en diseño estructural con caña guadua, uniones especializadas, tratamientos de preservación, y técnicas de cimentación acordes al tipo de suelo determinado en campo. La demanda de recursos naturales se concentra en el uso de caña guadúa local y agua para actividades de obra. Debido a que la caña es un recurso renovable y de disponibilidad local, únicamente se requerirá verificación de permisos asociados al aprovechamiento forestal no maderable, según corresponda a la normativa del Ministerio del Ambiente.

La elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (ESIA) para el Museo de Patrimonio Cultural Colonape es fundamental para garantizar que el proyecto se desarrolle de manera responsable, sostenible y en total armonía con el entorno natural y sociocultural donde se implantará. Este tipo de evaluación permite identificar de manera

anticipada los impactos ambientales potenciales que podrían generarse durante las fases de construcción, funcionamiento y abandono del proyecto, proporcionando así una comprensión integral de los efectos sobre el suelo, el paisaje, la vegetación, la fauna, la calidad del aire, los recursos hídricos y la dinámica social de la zona.

4.2 Línea base ambiental

La línea base ambiental es la descripción detallada y objetiva del estado actual del entorno donde se desarrollará el proyecto, antes de que se realice cualquier intervención. Esta etapa permite caracterizar las condiciones físicas, bióticas, perceptuales y socioeconómicas del área de influencia, identificando elementos como el clima, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje y la dinámica social y cultural. Su finalidad es establecer un punto de referencia con el cual se puedan comparar los cambios generados por el proyecto, facilitando la evaluación de impactos, la toma de decisiones y el diseño de las medidas de prevención, mitigación y control. Es, por tanto, un componente esencial para garantizar una lectura adecuada del territorio y fundamentar la viabilidad ambiental del proyecto.

4.2.1 Medio físico-químico inerte

Clima

- Zona de clima cálido húmedo con humedad relativa entre 67 % y 93 %.
- Dos estaciones: lluviosa (ene–may) y seca (jun–dic).
- Alta pluviosidad estacional que incrementa escorrentía.
- Temperatura promedio de 25.6 (Maldonado, 2019)

Atmósfera (aire)

- De acuerdo con lo que se visualizó en el sitio, la calidad del aire es buena, sin fuentes cercanas de contaminación industrial.

- Se visualizó que las principales emisiones actuales son quema agrícola ocasional y tránsito rural ligero.

Hidrosfera (agua superficial y subterránea)

- De acuerdo con el testimonio de los moradores existe presencia de pozos comunitarios y existe escorrentía natural en temporada lluviosa.
- De acuerdo con los ensayos realizados en laboratorio se determina una humedad constante del suelo.
- Gracias a la visita de campo no se visualiza cuerpos de agua superficiales dentro del polígono del museo.

Litosfera (suelo y subsuelo)

- Debido que es un sector donde la agricultura es su primera fuente de ingresos se constató un suelo fértil.
- De acuerdo con los ensayos realizados en laboratorio se determina que el suelo es Clasificación SUCS: limo arenoso (ML–MH). Tiene capacidad portante moderada, drenaje pobre, entre 40–60 % de humedad. Y posee alta sensibilidad a compactación y remoción de capa vegetal.

4.2.2. Medio físico–biótico (biológico)

Todo lo mencionado en esta sección se pudo determinar gracias a la visita de campo que se realizó y a las versiones emitidas por los moradores.

Vegetación (flora)

- Cobertura vegetal para uso agrícola, hay plantaciones de plátano, cítricos, cacao y arbustos.
- Especies frutales dispersas.
- No se registran especies nativas vulnerables dentro del área directa.

Fauna

- Aves locales, pequeños reptiles e insectos asociados a áreas agrícolas.
- No se han identificado especies protegidas en el área de implantación.

Espacios de interés ecológico

- Corredor biológico rural, con conectividad moderada entre áreas verdes.
- El museo se ubica fuera de zonas declaradas protegidas o reservas.

Paisaje (percepción visual)

- Entorno natural dominado por vegetación agrícola.

4.2.3. Medio Humano

Todo lo mencionado en esta sección se pudo determinar gracias a la visita de campo que se realizó y a las versiones emitidas por los moradores.

Medio socioeconómico

- Comunidad de 299 habitantes.
- Actividad económica principal: agricultura y ganadería a pequeña escala.
- Limitada infraestructura turística previa al proyecto.

Medio social

- Comunidad organizada mediante asociaciones locales y seguro campesino.
- Alto sentido de identidad cultural vinculado a las tolas arqueológicas.

Uso de recursos naturales

- Uso comunitario de pozos para agua.

- Disponibilidad local de caña guadua como recurso renovable.
- El suelo se usa principalmente para agricultura familiar.

Calidad de vida

- Servicios públicos limitados.
- Buen nivel de cohesión social, actividades comunitarias frecuentes.

Patrimonio cultural

- “Tolas de Colonape”: sitio arqueológico reconocido por el INPC. (Faubla, 2019)
- Alto interés comunitario por preservar y difundir su historia.
- El museo forma parte del plan “Ciudad Milenaria”.

4.3 Actividades del proyecto

La alternativa seleccionada para el diseño estructural del Museo de Patrimonio Cultural Colonape consiste en implementar una columna central de hormigón armado y vigas principales del mismo material, mientras que el resto de los elementos estructurales y arquitectónicos —muros, cerramientos, cubiertas y elementos decorativos— se construyen con caña guadua. Esta alternativa surge como la opción ganadora tras evaluar criterios de estabilidad estructural, durabilidad, sostenibilidad y armonización con el entorno natural de la zona de Colonape.

La elección del hormigón armado en el núcleo estructural se justifica debido a que proporciona mayor resistencia, rigidez, seguridad sísmica y soporte a cargas verticales y horizontales, garantizando el comportamiento adecuado de la edificación en condiciones climáticas y geotécnicas variables. Por otra parte, el uso predominante de caña guadua en el resto de la estructura permite mantener un enfoque sostenible, reducir la huella ambiental y lograr una integración visual con el paisaje natural, respetando la estética cultural del sector. Esta combinación híbrida minimiza los impactos ambientales y optimiza recursos, equilibrando estabilidad y sostenibilidad.

Para esta alternativa, se elaboró un árbol de factores ambientales, herramienta que permite analizar de manera ordenada todos los componentes del medio que podrían verse afectados por las actividades del proyecto. El árbol de factores organiza el entorno en medios físico, biótico, perceptual y socioeconómico, desglosando elementos como suelo, aire, agua, vegetación, fauna, paisaje, patrimonio cultural y comunidad local. Su uso es fundamental porque permite identificar con claridad qué partes del medio ambiente se ven influenciadas por cada acción del proyecto, facilitando posteriormente la valoración de impactos y el diseño de medidas de mitigación específicas.

Tabla 85.

Árbol de factores para el museo de Patrimonio Cultural Colonape – alternativa ganadora

Sistema	Medio	Elemento	Factor ambiental susceptible de afectación
Biofísico	Físico	Aire	Emisiones temporales por transporte de materiales y maquinaria ligera
		Tierra–Suelo	Remoción de capa vegetal, compactación del terreno, alteración del drenaje superficial
			Cambios puntuales en el relieve por excavaciones para cimentación
		Agua	Incremento de escorrentía en época lluviosa, uso de agua para mezcla y curado
		Procesos del medio físico	Riesgo de erosión local, saturación del suelo por lluvias
		Biótico	Vegetación
		Fauna	Perturbación temporal por ruido y movimiento humano
Biofísico	Perceptual	Paisaje	Alteración visual mínima; integración estética alta por uso de caña
Socioeconómico–Cultural	Territorial	Red vial	Aumento moderado del tránsito vehicular durante la obra
		Uso del suelo	Cambio de uso de agrícola a uso cultural–turístico
Demográfico		Población activa	Generación de empleo local temporal y permanente
Socio–cultural		Patrimonio	Mejora en la conservación, interpretación y difusión cultural

La siguiente tabla presenta de manera organizada las actividades que se ejecutan en cada fase de construcción del Museo de Patrimonio Cultural Colonape. En ella se detallan las labores principales y las acciones específicas que deben realizarse para cumplir cada una de ellas, permitiendo visualizar de forma clara y secuencial cómo avanza el proceso constructivo desde la preparación del terreno hasta la culminación de la estructura híbrida compuesta por hormigón armado y caña guadua. Esta clasificación facilita el análisis de impactos ambientales asociados a cada etapa y sirve como base para la posterior identificación y valoración de los efectos sobre el entorno.

Tabla 86.

Actividades por fase de construcción

Fase	Labor	Acción
Construcción	Limpieza y preparación del terreno	Desbroce vegetal puntual Retiro de residuos orgánicos y material superficial Nivelación ligera del terreno
	Movimiento de tierras	Excavación para cimentaciones Retiro y transporte de material excedente Compactación del terreno
	Acopio y transporte de materiales	Transporte de caña guadua, agregados y cemento Almacenamiento temporal de materiales
	Construcción estructural	Corte, perforado y armado de piezas de guadua Instalación de uniones Construcción de columna de hormigón armado Curado con uso de agua
	Instalación hidrosanitaria	Excavación de zanjas para tuberías Conexión a pozo o sistema de agua existente
	Gestión de residuos	Generación de escombros Manejo de residuos vegetales Disposición de empaques y materiales sobrantes
	Funcionamiento / Operación	Operación del museo
Mantenimiento preventivo		Reemplazo de piezas de guadua deterioradas Aplicación de protectores no tóxicos Limpieza general de instalaciones
Actividades culturales y turísticas		Incremento temporal de ruido y tránsito de personas Uso de áreas exteriores

Abandono / Cierre	Desmantelamiento	Retiro de estructura de guadua Demolición parcial o total de la columna de hormigón Retiro de instalaciones hidrosanitarias
	Manejo de materiales y residuos	Clasificación de residuos (orgánicos, reciclables y escombros) Transporte a sitios autorizados Reutilización de guadua y madera
	Restauración ambiental	Relleno de excavaciones Estabilización del suelo Revegetación con especies locales

4.4 Identificación de impactos ambientales

En esta sección se identifican los posibles impactos ambientales que pueden generarse como consecuencia de las actividades del proyecto en sus distintas fases. Para ello, se analizan las acciones específicas de construcción, operación y abandono del Museo de Patrimonio Cultural Colonape y se relacionan con los elementos del medio físico, biótico, perceptual y socioeconómico que podrían verse afectados. El objetivo es reconocer de manera anticipada qué cambios podrían producirse en el ambiente (ya sean positivos o negativos, directos o indirectos) y establecer la base para su posterior valoración, clasificación y manejo dentro del estudio de impacto ambiental. Este proceso permite comprender qué componentes del entorno requieren mayor atención y cuáles medidas deberán implementarse para prevenir, mitigar o controlar dichos impactos.

4.3.1. Lista de revisión

Tabla 87.

Lista de revisión

Posible impacto	Carácter		Duración		Tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Juicio
	Positivo	Negativo	Temporal	Permanente	Corto plazo	Largo plazo	Local	Extenso			
Alteración del paisaje durante la obra		x	x		x		x		x		Moderado

Generación de polvo por movimiento de suelos	x	x		x	x	x	Moderado
Emisiones atmosféricas por maquinaria	x	x		x	x	x	Compatible
Compactación del suelo por maquinaria	x	x		x	x	x	Moderado
Pérdida de vegetación secundaria	x		x	x	x	x	Moderado
Alteración de hábitats de fauna menor	x	x		x	x	x	Compatible
Generación de residuos sólidos de obra	x	x		x	x	x	Moderado
Generación de ruido por actividades constructivas	x	x		x	x	x	Compatible
Aumento de escorrentía superficial por remoción de suelo	x	x		x	x	x	Moderado
Riesgo de afectación a aguas superficiales por sedimentos	x	x		x	x	x	Moderado
Consumo moderado de recursos naturales (agua, energía)	x	x		x	x	x	Compatible

Generación de residuos por visitantes durante operación	x	x	x	x	x	Moderado
Incremento del tránsito y presencia humana en el área	x	x	x	x	x	Compatible
Puesta en valor del patrimonio cultural local	x	x	x	x	x	Muy positivo
Uso de bambú como material renovable y baja huella ambiental	x	x	x	x	x	Altamente compatible

Para interpretar correctamente la valoración otorgada a cada impacto identificado, es necesario comprender qué significa cada categoría de juicio ambiental. A continuación, se presenta una tabla que explica los juicios “compatible” y “moderado”, detallando su nivel de afectación y los criterios que se utilizan como referencia para clasificarlos dentro del análisis ambiental.

Tabla 88.

Características del Impacto

Juicio Ambiental negativo	Definición	Nivel de Afectación	Características del Impacto
Compatible	Impacto leve que no causa alteraciones significativas y cuya recuperación es rápida sin necesidad de medidas complejas.	Bajo	Temporal Reversible Localizado De corta duración No requiere medidas correctoras complejas

Moderado	Impacto apreciable que requiere cierto tiempo para recuperarse, pero que puede mitigarse con medidas simples y controladas.	Medio	Puede ser temporal o persistente Reversible con manejo adecuado De mayor intensidad que un compatible Requiere aplicación de medidas preventivas o correctoras
-----------------	---	--------------	---

Con el fin de comprender la magnitud y relevancia de los efectos generados por las actividades del proyecto, a continuación, se presenta un análisis detallado de los impactos ambientales clasificados como moderados y compatibles. En esta tabla se explica por qué cada impacto se considera negativo y cuál es la razón técnica que justifica el juicio asignado, permitiendo identificar cuáles requieren mayor atención dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 89.

Análisis del juicio

Posible Impacto	¿Por qué es negativo?	Análisis del juicio
Alteración del paisaje durante la obra	Modifica temporalmente el aspecto natural y armónico del área.	Es negativo porque altera la vista del entorno; moderado porque la afectación es notable pero reversible con revegetación y limpieza.
Generación de polvo por movimiento de suelos	Puede causar molestias y afectar vegetación cercana.	Es negativo por reducción temporal de la calidad del aire; moderado porque se controla fácilmente con riego y cubiertas.
Emisiones atmosféricas por maquinaria	Introducen gases y partículas al ambiente.	Es negativo por contaminación momentánea; compatible porque es de corta duración y su recuperación es inmediata.
Compactación del suelo por maquinaria	Afecta la estructura del suelo y su capacidad de infiltración.	Negativo porque altera el suelo; moderado porque es recuperable y manejable con medidas simples.
Pérdida de vegetación secundaria	Reduce la cobertura vegetal local.	Negativo por eliminación de plantas; moderado porque se puede restaurar mediante reforestación.
Alteración de hábitats de fauna menor	Perturba rutas y refugios de animales pequeños.	Es negativo por la molestia temporal; compatible porque la fauna regresa sin necesidad de medidas complejas.

Generación de residuos sólidos de obra	Puede contaminar el área si se acumula o dispersa.	Es negativo por riesgo de contaminación; moderado porque el control y recolección lo mitigan plenamente.
Generación de ruido por actividades constructivas	Molesta a fauna y trabajadores.	Es negativo por perturbación temporal; compatible porque desaparece completamente al finalizar la obra.
Aumento de escorrentía superficial	Puede causar erosión y arrastre de sedimentos.	Negativo porque altera procesos hidrológicos; moderado por ser manejable con canaletas y barreras.
Riesgo de afectación a aguas superficiales	Puede contaminar quebradas o cuerpos de agua.	Es negativo por el riesgo de contaminación; moderado porque se previene con medidas básicas.
Consumo moderado de recursos naturales	Extrae agua y energía del entorno.	Es negativo por el consumo de recursos; compatible porque es bajo y desaparece al finalizar la fase respectiva.
Generación de residuos por visitantes	Genera acumulación de desechos en áreas públicas.	Negativo por posible afectación visual y sanitaria; moderado porque se controla con contenedores y gestión adecuada.
Incremento del tránsito y presencia humana	Aumenta presión sobre el entorno inmediato.	Es negativo por mayor uso del área; compatible porque no ocasiona daños permanentes ni significativos.

Para comprender cómo cada actividad del proyecto puede generar efectos sobre el entorno, se presentan a continuación los posibles impactos ambientales asociados. Esta relación permite identificar de manera clara las consecuencias directas o indirectas que surgen durante la construcción y operación del museo, facilitando el análisis posterior de su magnitud, relevancia y necesidad de medidas de manejo ambiental.

Tabla 90.

Impactos asociados

Actividad	Impacto asociado 1	Impacto asociado 2	Impacto asociado 3
Alteración del paisaje durante la obra	Afectación visual temporal	Pérdida de armonía estética del entorno natural	Disminución de la percepción de naturalidad del área
Generación de polvo por movimiento de suelos	Disminución de la calidad del aire	Afectación a la vegetación cercana	Molestias a trabajadores y fauna

Emisiones atmosféricas por maquinaria	Incremento de GEI y contaminantes	Afectación temporal a la salud de fauna y personas	Reducción de la calidad del aire local
Compactación del suelo por maquinaria	Reducción de infiltración de agua	Mayor escorrentía superficial	Afectación de microorganismos del suelo
Pérdida de vegetación secundaria	Disminución de cobertura vegetal	Pérdida de biodiversidad local	Reducción de hábitat para fauna
Alteración de hábitats de fauna menor	Desplazamiento temporal de especies	Interrupción de rutas de movimiento	Alteración en patrones de alimentación
Generación de residuos sólidos de obra	Contaminación del suelo	Afectación visual	Riesgo para fauna por materiales peligrosos
Generación de ruido por actividades constructivas	Perturbación del comportamiento de fauna	Afectación temporal a la salud auditiva humana	Incomodidad para visitantes o comunidad cercana
Aumento de escorrentía superficial	Potencial erosión del suelo	Arrastre de sedimentos hacia zonas bajas	Riesgo de inundaciones menores
Riesgo de afectación a aguas superficiales	Incremento de turbidez	Alteración del hábitat acuático	Contaminación por sedimentos o residuos
Consumo moderado de recursos naturales	Reducción temporal de disponibilidad de agua	Incremento del consumo energético	Presión leve sobre servicios ecosistémicos
Generación de residuos por visitantes	Acumulación de basura en áreas recreativas	Contaminación del suelo	Afectación a la estética del museo
Incremento del tránsito y presencia humana	Mayor presión sobre la fauna	Incremento del ruido ambiental	Alteración de la dinámica natural del entorno

4.5 Valoración de impactos ambientales

En esta sección se realiza la valoración de los impactos ambientales previamente identificados, analizando sus características fundamentales como duración, extensión, intensidad, reversibilidad y magnitud. Para este estudio se seleccionan los 10 impactos más relevantes, considerando aquellos que tienen mayor probabilidad de ocurrencia y mayor efecto sobre el entorno. La valoración permite clasificarlos como compatibles, moderados, severos o críticos, y establece las prioridades para la aplicación de medidas de prevención, mitigación o compensación dentro del Plan de Manejo Ambiental.

A continuación, se realizará la valoración cualitativa de estos impactos, mediante la valoración cualitativa de Tito.

Tabla 91.

Valoración de impactos ambientales

Nº	Impacto	We	E	W _d	D	W _r	R	$\text{Imp} = \frac{We \cdot E + Wd \cdot D + Wr \cdot R}{2}$	M ₁₀₀	IA = $\pm \sqrt{ \text{Imp} \cdot \text{Mag} }$	Calificación
1	Disminución de cobertura vegetal	0.40	5	0.3	10	0.3	10	8	5	-6.325	Significativo
2	Pérdida de biodiversidad local	0.40	5	0.3	7.5	0.3	7.5	6.5	5	-5.701	Significativo
3	Reducción de hábitat para fauna	0.40	5	0.3	2.5	0.3	5	4.25	5	-4.61	Significativo
4	Afectación de microorganismos del suelo	0.40	5	0.3	10	0.3	5	6.5	5	-5.701	Significativo
5	Mayor escorrentía superficial	0.40	5	0.3	5	0.3	5	5	$\frac{2}{5}$	-3.536	Despreciable
6	Contaminación del suelo (residuos de obra)	0.40	5	0.3	2.5	0.3	2.5	3.5	$\frac{2}{5}$	-2.958	Despreciable
7	Arrastre de sedimentos hacia zonas bajas	0.40	5	0.3	5	0.3	5	5	$\frac{2}{5}$	-3.536	Despreciable
8	Interrupción de rutas de movimiento de fauna	0.40	5	0.3	10	0.3	7.5	7.25	$\frac{2}{5}$	-4.257	Despreciable
9	Disminución de la percepción de naturalidad del área	0.40	5	0.3	1	0.3	1	2.6	5	-3.606	Despreciable
10	Generación de ruido por actividades constructivas	0.40	5	0.3	2.5	0.3	1	3.05	$\frac{7}{5}$	-4.783	Significativo

La tabla presentada muestra la valoración cualitativa de los diez impactos ambientales seleccionados como los más relevantes para el proyecto, calculados mediante la metodología de Tito (2020). Cada impacto fue evaluado según su extensión (E), duración (D), reversibilidad (R) y su magnitud (Mag), ponderados mediante los pesos correspondientes (W_e , W_d , W_r) para obtener el índice de importancia (Imp) y posteriormente el valor del impacto ambiental (IA). Los resultados evidencian que los impactos más significativos corresponden principalmente a afectaciones ecológicas directas, como la disminución de cobertura vegetal, pérdida de biodiversidad, reducción de hábitat y afectación de microorganismos del suelo, los cuales obtuvieron valores de IA en rangos negativos altos, clasificándose como significativos. En contraste, otros impactos, aunque presentes, muestran menor intensidad y se consideran despreciables, tales como la contaminación del suelo, aumento de escorrentía superficial o disminución de la percepción de naturalidad. En conjunto, la valoración permite identificar con precisión cuáles impactos requieren prioridad en la formulación de medidas de manejo ambiental.

4.6 Propuestas de medidas de prevención/mitigación

En esta sección se establecen las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para reducir los impactos ambientales identificados como significativos durante la evaluación. Aquí se definen acciones concretas orientadas a evitar que los impactos ocurran (medidas preventivas), reducir su intensidad o duración cuando no pueden evitarse (medidas correctoras o mitigadoras) y, en casos donde el daño es inevitable, compensar o restaurar las condiciones afectadas (medidas compensatorias). Estas medidas se diseñan considerando el tipo de impacto, el factor ambiental involucrado, el momento de aplicación y los recursos necesarios, conformando la base del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

Tabla 92.*Medidas ambientales*

Medida ambiental	Impacto a minimizar	Actividades específicas	Responsable	Momento de aplicación	Ubicación	Presupuesto y recursos
Reforestación y manejo de vegetación	Disminución de cobertura vegetal	Reposición de plantas nativas; protección de áreas sensibles; delimitación de zonas de no intervención	Responsable ambiental / Contratista	Construcción y cierre	Áreas intervenidas del proyecto	Compra de especies nativas, herramientas, personal
Protección ecológica del sitio	Pérdida de biodiversidad local	Señalización de áreas frágiles; evitar actividades en zonas de mayor riqueza biológica; control de ingreso	Responsable ambiental	Construcción	Zonas con vegetación y fauna	Materiales de señalización, monitoreo

Restauración de microhábitats	Reducción de hábitat para fauna	Instalación de refugios temporales; restricción de maquinaria en zonas críticas	Responsable ambiental / Supervisión	Construcción	Áreas con presencia de fauna	Material para refugios, monitoreo
Manejo adecuado de suelo orgánico	Afectación de microorganismos del suelo	Retiro y almacenamiento adecuado de capa fértil; evitar contaminación por químicos	Supervisor de obra / Ambiental	Construcción	Sitios de excavación	Espacio de acopio, lonas, herramientas
Canales de drenaje y control de escorrentía	Mayor escorrentía superficial	Construcción de zanjas, cunetas y disipadores; compactación adecuada	Contratista	Construcción	Terreno del proyecto y pendientes	Excavadora, mano de obra, mantenimiento
Plan de manejo de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Colocación de contenedores; clasificación de residuos; transporte a gestor autorizado	Responsable de residuos	Construcción	Zona de obra	Contenedores, transporte, gestor ambiental

Barreras de retención de sedimentos	Arrastre de sedimentos hacia zonas bajas	Colocación de geotextiles, mallas o gaviones; monitoreo de escorrentía	Ambiental / Contratista	Construcción	Taludes y drenajes	Mallas, geotextil, mano de obra
Medidas de conectividad ecológica	Interrupción de rutas de movimiento de fauna	Dejar corredores libres; horarios de trabajo restringidos; señalética	Responsable ambiental	Construcción	Áreas con movilidad de fauna	Señales, personal de control
Gestión visual y paisajística	Disminución de la percepción de naturalidad del área	Uso de cerramientos estéticos; integración visual con bambú; ordenamiento del área de obra	Responsable del proyecto	Construcción y operación	Zona visible del museo	Materiales estéticos, diseño paisajístico
Control de ruido y vibraciones	Generación de ruido por actividades constructivas	Uso de maquinaria silenciosa; horarios limitados; barreras acústicas	Responsable de seguridad / Ambiental	Construcción	Zona de obra	Barreras, EPP, mantenimiento maquinaria

4.7 Resultados de medidas

El análisis de impacto ambiental realizado para el proyecto del Museo de Patrimonio Cultural Colonape permitió identificar y valorar los efectos más relevantes asociados a las fases de construcción y operación. Los resultados evidencian que los impactos negativos más significativos se relacionan principalmente con la disminución de la cobertura vegetal, la pérdida de biodiversidad, la reducción de hábitat para fauna y la afectación a microorganismos del suelo. Aunque varios impactos presentan una calificación “despreciable”, se reconoce que, de no aplicarse las medidas ambientales propuestas, su severidad podría incrementarse durante la ejecución del proyecto.

Las medidas de prevención y mitigación diseñadas (incluyendo reforestación, control de escorrentía, manejo adecuado de residuos, protección de fauna y restauración paisajística) son técnicamente viables y alineadas con la realidad ecológica del sitio. Estas permiten reducir de forma efectiva la magnitud y duración de los impactos, favoreciendo la recuperación del ecosistema intervenido y garantizando que las actividades del museo se integren armónicamente con el entorno natural y cultural.

Como recomendación general, se resalta la importancia de implementar de manera rigurosa el Plan de Manejo Ambiental, asegurando el seguimiento permanente mediante indicadores claros y responsables definidos. Se recomienda fortalecer el monitoreo en periodos críticos, como durante la remoción de suelo y el tránsito intensivo de maquinaria, para garantizar el cumplimiento de las medidas y ajustar oportunamente las estrategias en caso de desviaciones. Finalmente, se sugiere promover la participación comunitaria y actividades educativas vinculadas al uso sostenible del bambú y del patrimonio cultural, de modo que el museo no solo minimice sus impactos, sino que aporte activamente al desarrollo ambiental y social del cantón El Carmen.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1. Estructura Desglosada de Trabajo

A continuación, se presentan los rubros correspondientes al proyecto, junto con sus respectivos análisis de precios unitarios, elaborados en función de los rendimientos de mano de obra, consumo de materiales, uso de equipos y costos de transporte, de conformidad con las características constructivas y estructurales del museo de caña bambú.

5.2. Especificaciones Técnicas

El presente subcapítulo establece las especificaciones técnicas, normativas aplicables, procedimientos de ejecución, explicación técnica y resumen de cada uno de los ítems que conforman el Análisis de Precios Unitarios (APU) del proyecto.

Las especificaciones se aplican a todos los trabajos contemplados en los diseños arquitectónicos, estructurales y de instalaciones del proyecto, cuyo objetivo principal es definir claramente los criterios técnicos, constructivos y normativos que permitan determinar con precisión el presupuesto de obra.

El proyecto combina hormigón armado, estructura de caña guadúa, madera, cubierta liviana e instalaciones sanitarias, priorizando criterios de sostenibilidad, durabilidad y adaptación al entorno.

De manera general, los trabajos deberán cumplir con las siguientes normas y reglamentos:

- **Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC):**
 - NEC-SE-HM: Hormigón armado
 - NEC-SE-CG: Construcciones con guadúa y bambú
 - NEC-SE-MP: Madera
 - NEC-SE-GC: Geotecnia y cimentaciones

- **ACI 318:** Requisitos de diseño y construcción de hormigón estructural
- **ASTM:** Ensayos de materiales (acero, hormigón, madera)
- **INEN:** Normas ecuatorianas para materiales de construcción
- **Normas de seguridad y salud ocupacional** vigentes
- **Ordenanzas municipales y ambientales locales**

5.2.1 Material: Caña Guadúa (Gak)

- La guadúa deberá ser madura, con una edad comprendida entre 3 y 6 años, verificada visualmente por coloración y dureza.
- No se permitirá el uso de cañas verdes, fisuradas, atacadas por insectos o con deformaciones excesivas.
- El diámetro exterior mínimo recomendado para elementos estructurales será de 8 cm, y para vigas principales ≥ 10 cm.
- El espesor de pared no deberá ser menor a 10 mm en elementos portantes.

Norma: NEC-SE-GUADÚA / E.100 Bambú

5.2.2 Tratamiento e Inmunización de la Caña

- Toda la caña guadúa deberá ser tratada previamente contra hongos, insectos y humedad.
- Se recomienda el tratamiento por inmersión o método Boucherie, utilizando soluciones a base de sales de boro (Bórax–Ácido bórico).
- El contenido de humedad de la caña al momento de su colocación no deberá superar el 20%.
- La caña deberá secarse bajo sombra y ventilación natural, evitando la exposición directa al sol.

Norma: NEC-SE-GUADÚA / E.100 Bambú

5.2.3 Perforaciones y Ubicación de Pernos

- Las perforaciones para pernos o varillas roscadas deberán realizarse a una distancia máxima de 3 mm del nudo más cercano, nunca en el centro del entrenudo.
- No se permitirá perforar la caña en zonas alejadas de los nudos, debido a la reducción significativa de la resistencia.
- Cada unión mecánica deberá contar con arandelas metálicas en ambos lados para distribuir uniformemente los esfuerzos y evitar aplastamiento de la fibra.
- No se permitirá más de dos perforaciones alineadas en un mismo nudo.

Norma: NEC-SE-GUADÚA – Capítulo Uniones / E.100 Bambú

5.2.4 Uniones Mecánicas (Varilla roscada 3/8")

- Las uniones entre elementos de caña se realizarán mediante varillas roscadas galvanizadas de $\varnothing 3/8$ ", con tuercas hexagonales y arandelas galvanizadas.
- Las varillas deberán instalarse perpendiculares al eje longitudinal de la caña.
- En uniones caña–hormigón, las varillas deberán anclarse mediante placas metálicas o anclajes embebidos, garantizando la transferencia de cargas.
- No se permitirá el contacto directo de la caña con el hormigón sin un elemento separador o barrera impermeable.

Norma: NEC-SE-GUADÚA / E.100 Bambú

5.2.5 Columnas de Caña Guadúa

- Las columnas de caña deberán trabajar principalmente a compresión, evitando solicitaciones de flexión excesiva.

- Las bases de las columnas deberán elevarse al menos 20 cm sobre el nivel del suelo, para evitar contacto con humedad.
- Las columnas deberán estar arriostradas mediante elementos diagonales de caña para garantizar estabilidad lateral.

Norma: NEC-SE-GUADÚA

5.2.6 Vigas de Caña y Media Caña para Cubierta

- Las vigas de cubierta podrán ejecutarse con media caña, siempre que trabajen principalmente a flexión simple.
- La separación máxima entre vigas secundarias de caña no deberá exceder 60 cm, para cubiertas livianas (PVC, fibrocemento).
- Las uniones viga–viga y viga–columna deberán realizarse siempre cerca de los nudos, reforzadas con pernos y amarres.

Norma: NEC-SE-GUADÚA / E.100 Bambú

5.2.7 Revestimientos en Caña Picada

- La caña picada utilizada como revestimiento no tendrá función estructural.
- Deberá fijarse sobre subestructura de madera o caña mediante clavos galvanizados o tornillos.
- Se deberá aplicar barniz protector o sellador para protección contra humedad y radiación solar.

Norma: Criterio constructivo basado en NEC-SE-GUADÚA

5.2.8 Mantenimiento y Protección

- Todas las superficies de caña expuestas deberán recibir mantenimiento periódico, incluyendo reaplicación de barniz o protector.
- Se deberá inspeccionar anualmente el estado de uniones, pernos y arandelas.

5.2.9 Descripción de rubros

1. PRELIMINARES

RUBRO 1.1: Limpieza y desbroce del terreno

UNIDAD: m²

Descripción:

Comprende la limpieza general del terreno destinado a la construcción, incluyendo la eliminación de vegetación superficial, raíces, residuos orgánicos, escombros y cualquier material que interfiera con la correcta ejecución de los trabajos posteriores.

Procedimiento de ejecución:

Se inicia con la revisión de planos y delimitación del área de intervención. Se procede al desbroce manual del terreno, retirando vegetación, maleza y residuos existentes. El material extraído se acopia temporalmente y luego se carga para su transporte y disposición final en un sitio autorizado. El área deberá quedar limpia, nivelada superficialmente y libre de elementos que afecten el replanteo.

RUBRO 1.2: Replanteo y trazado arquitectónico y estructural

UNIDAD: m²

Descripción:

Consiste en la ubicación precisa en el terreno de los ejes, dimensiones, niveles y elementos estructurales del proyecto, conforme a los planos aprobados.

Procedimiento de ejecución:

Se verifican los planos arquitectónicos y estructurales, se establecen puntos fijos de referencia y se marcan ejes, perímetros y cotas mediante estacas, cuerdas, nivel y cinta métrica. El replanteo debe ser aprobado antes del inicio de las excavaciones, garantizando la correcta localización de zapatas, cimentaciones y estructuras.

RUBRO 1.3: Excavación manual para zapata central

UNIDAD: m³

Descripción:

Excavación manual del terreno para la construcción de la zapata central que soporta la estructura principal del proyecto.

Procedimiento de ejecución:

Se excava manualmente hasta alcanzar la profundidad indicada en planos, respetando dimensiones, alineación y verticalidad. El fondo de la excavación debe quedar firme y nivelado, retirando material suelto o inestable.

RUBRO 1.4: Excavación para cimentación corrida circular

UNIDAD: m³

Descripción:

Excavación del terreno para la ejecución de la cimentación corrida circular que distribuye las cargas perimetrales de la estructura.

Procedimiento de ejecución:

Se traza el perímetro circular, se excava siguiendo el ancho y profundidad especificados, manteniendo la continuidad del trazo. El fondo se limpia y nivela para recibir el replantillo de hormigón.

RUBRO 1.5: Excavación para riostras de unión**UNIDAD: m³****Descripción:**

Excavación de zanjas destinadas a la construcción de riostras que conectan la zapata central con la cimentación corrida.

Procedimiento de ejecución:

Se excavan zanjas alineadas según planos estructurales, cuidando la profundidad y sección transversal requerida para asegurar la correcta conexión estructural.

RUBRO 1.6: Desalojo de material producto de excavación**UNIDAD: m³****Descripción:**

Comprende la carga, transporte y disposición final del material sobrante generado durante las excavaciones.

Procedimiento de ejecución:

El material excavado no reutilizable se carga manualmente, se transporta y se deposita en un sitio autorizado, manteniendo el área de trabajo limpia y ordenada.

RUBRO 1.7: Relleno compactado con material seleccionado**UNIDAD: m³****Descripción:**

Relleno de excavaciones con material seleccionado, garantizando estabilidad y capacidad portante del terreno.

Procedimiento de ejecución:

El relleno se coloca por capas de espesor controlado, se humedece y compacta manual o mecánicamente hasta alcanzar una compactación uniforme y estable.

2. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO**RUBRO 2.1: Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para replantillo****UNIDAD: m³**

Descripción:

Colocación de una capa de hormigón simple como base de nivelación y protección del terreno natural.

Procedimiento de ejecución:

Se limpia el fondo de la excavación, se coloca el hormigón simple y se nivela para obtener una superficie uniforme que permita la correcta colocación del acero de refuerzo.

RUBRO 2.2: Zapata central cuadrada de hormigón armado

UNIDAD: m³

Descripción:

Construcción de zapata central de hormigón armado para soportar la columna principal.

Procedimiento de ejecución:

Se arma el acero de refuerzo conforme a planos, se coloca el encofrado y se vacía el hormigón, vibrándolo adecuadamente. Se realiza el curado para asegurar la resistencia especificada.

RUBRO 2.3: Cimentación corrida circular

UNIDAD: m³

Descripción:

Ejecución de cimentación corrida circular de hormigón armado que distribuye las cargas estructurales.

Procedimiento de ejecución:

Se arma el acero, se encofra y se vacía el hormigón de manera continua, asegurando correcta adherencia y alineación.

RUBRO 2.4: Riostras de unión de hormigón armado

UNIDAD: m³

Descripción:

Construcción de riostras de unión para garantizar el trabajo conjunto de las cimentaciones.

Procedimiento de ejecución:

Se colocan acero y encofrados, se vacía el hormigón y se controla la correcta conexión con los elementos adyacentes.

RUBROS 2.5 y 2.6: Columnas centrales de hormigón armado

UNIDAD: m³

Descripción:

Ejecución de columnas centrales en planta baja y planta alta, encargadas de transmitir las cargas verticales.

Procedimiento de ejecución:

Se arma el acero, se coloca el encofrado, se hormigona y se realiza el curado conforme a normativa estructural.

RUBROS 2.7 y 2.8: Vigas del mirador

UNIDAD: m³

Descripción:

Construcción de vigas perimetrales y cruzadas que conforman la estructura del mirador.

Procedimiento de ejecución:

Se instalan acero y encofrados, se vacía el hormigón, se vibra y se verifica alineación, nivel y resistencia.

RUBROS 2.9 y 2.10: Acero de refuerzo

UNIDAD: kg

Descripción:

Suministro, corte, doblado y colocación del acero de refuerzo para los elementos estructurales.

Procedimiento de ejecución:

El acero se trabaja según planos estructurales, respetando diámetros, recubrimientos y anclajes.

3. ESTRUCTURA DE CAÑA BAMBÚ**RUBRO 3.1: Columnas estructurales de caña guadúa tratada**

UNIDAD: u

Descripción

Este rubro comprende el suministro, preparación e instalación de columnas estructurales de caña guadúa, las cuales constituyen los elementos verticales principales del sistema portante del museo. Las columnas transmiten las cargas gravitacionales y laterales hacia la estructura de hormigón armado.

Procedimiento de ejecución

Las cañas utilizadas deberán ser guadúa madura (≥ 3 años), recta, sin fisuras longitudinales ni ataques biológicos visibles. Previamente a su colocación, la caña será tratada con solución inmunizante (sales bóricas o método equivalente), conforme a la NEC-SE-GUADÚA.

Los apoyos se realizarán sobre placas o anclajes metálicos empotrados en el hormigón, evitando el contacto directo con el suelo.

Las perforaciones para uniones mecánicas deberán realizarse a una distancia máxima de 3 cm del nudo, y nunca en la zona internodal libre, con el fin de evitar aplastamientos y pérdida de capacidad estructural. Las columnas se alinean, aploman y fijan mediante pernos roscados, arandelas y tuercas hexagonales.

RUBRO 3.2: Vigas transversales interiores de caña guadúa (sección completa)

UNIDAD: ml

Descripción

Incluye la colocación de vigas de caña guadúa de sección completa, dispuestas transversalmente para la transferencia de cargas entre columnas y como soporte de elementos secundarios.

Procedimiento de ejecución

Las vigas se seleccionan con diámetro uniforme y nudos bien definidos. Las uniones con columnas se ejecutan mediante varillas roscadas de 3/8", con arandelas metálicas de reparto para evitar concentraciones de esfuerzo.

Las perforaciones se realizan cercanas a los nudos, respetando la alineación estructural indicada en planos. Se verifica que las vigas queden niveladas y correctamente arriostradas antes de continuar con los elementos superiores.

RUBRO 3.3: Vigas de cubierta en media caña guadúa

UNIDAD: ml

Descripción

Este rubro corresponde a la instalación de vigas de cubierta elaboradas a partir de media caña guadúa, utilizadas para soportar directamente la estructura liviana de la cubierta.

Procedimiento de ejecución

La caña se corta longitudinalmente, cuidando la regularidad del corte. Las medias cañas se colocan con la concavidad orientada según diseño estructural, garantizando una adecuada distribución de cargas.

Las uniones se realizan con pernos pasantes de 3/8", arandelas y tuercas, ubicados preferentemente junto a los nudos. Posteriormente, se revisa la alineación, separación y continuidad de las vigas antes de la instalación de la cubierta.

RUBRO 3.4: Arriostramientos inclinados de caña guadúa

UNIDAD: u

Descripción

Comprende la ejecución de elementos diagonales de caña guadúa destinados a proporcionar rigidez lateral a la estructura, mejorando su comportamiento frente a cargas sísmicas y de viento.

Procedimiento de ejecución

Los arriostramientos se colocan según los ángulos indicados en planos estructurales, conectando columnas y vigas. Las uniones se realizan con pernos metálicos y refuerzos locales para evitar fisuración.

Se verifica que los arriostres trabajen a tracción y compresión según el diseño, asegurando su correcta fijación antes de continuar con los acabados.

RUBRO 3.5: Vigas secundarias de caña para soporte de cubierta

UNIDAD: ml

Descripción

Incluye la colocación de vigas secundarias de caña guadúa que sirven de soporte directo para la cubierta de PVC.

Procedimiento de ejecución

Las vigas se instalan perpendicularmente a las vigas principales, manteniendo separaciones uniformes. Se fijan mediante tornillería o pernos, cuidando que los apoyos coincidan con nudos de la caña principal. Se revisa la estabilidad general del sistema antes de colocar la cubierta.

RUBRO 3.6: Tratamiento inmunizante y protector de caña guadúa

UNIDAD: ml

Descripción

Este rubro contempla la aplicación de tratamientos protectores a todos los elementos de caña guadúa, con el fin de prolongar su vida útil.

Procedimiento de ejecución

Se aplica tratamiento inmunizante mediante brocha, aspersión o inmersión, utilizando productos aprobados contra hongos, insectos y humedad. El tratamiento se realiza antes y después del montaje, especialmente en zonas de corte y perforación.

4. REVESTIMIENTOS EN CAÑA PICADA

RUBRO 4.1: Revestimiento de columnas con caña picada

UNIDAD: m²

Descripción

Revestimiento decorativo y protector de columnas mediante caña guadúa picada, aportando identidad arquitectónica y protección superficial.

Procedimiento de ejecución

La caña se corta en piezas uniformes y se fija sobre una subestructura liviana, asegurando alineación y continuidad. Posteriormente se lija y se prepara la superficie para acabados.

RUBRO 4.2: Paredes exteriores de caña picada

UNIDAD: m²

Descripción

Construcción de cerramientos exteriores con caña picada, permitiendo ventilación natural y control visual.

Procedimiento de ejecución

Se instala una estructura secundaria, sobre la cual se fija la caña picada. Se controla la separación entre elementos y se garantiza la estabilidad del cerramiento.

RUBRO 4.4: Zócalo de ladrillo visto

UNIDAD: m²

Descripción

Ejecución de zócalo de ladrillo visto para protección inferior de los cerramientos.

Procedimiento de ejecución

Los ladrillos se colocan con mortero cemento-arena, cuidando alineación, nivelación y acabado final.

5. PISOS DE MADERA

RUBROS 5.1 – 5.4

Descripción

Incluyen la construcción de pisos de madera en tablones, con subestructura portante y tratamientos protectores.

Procedimiento de ejecución

Se instala la subestructura de madera nivelada, se colocan los tablones con separación controlada y se fijan mecánicamente. Posteriormente se aplica tratamiento impermeabilizante y protector.

6. CUBIERTA

RUBROS 6.1 y 6.2: Cubierta de PVC rojo

UNIDAD: m²

Descripción

Instalación de cubierta liviana de PVC sobre estructura de caña guadúa.

Procedimiento de ejecución

Las láminas se fijan a las vigas secundarias, respetando traslapos, pendientes y sellos para evitar filtraciones.

7. INSTALACIONES SANITARIAS

RUBRO 7.1: Inodoro

UNIDAD: u

Descripción

Suministro e instalación de inodoro de loza sanitaria, color blanco, de bajo consumo de agua, con sistema de descarga eficiente, incluyendo todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, tales como pernos de anclaje, sello de cera, válvula de alimentación y conexión a la red de desagüe.

Procedimiento de ejecución

Se verifica previamente la ubicación del punto sanitario conforme a planos. El inodoro se coloca sobre la descarga de la tubería de aguas servidas, asegurando un sellado hermético mediante anillo de cera. Posteriormente, se fija al piso con pernos de anclaje, cuidando la nivelación del aparato.

Se conecta la válvula de alimentación a la red de agua potable, se realizan pruebas de descarga y se revisa la ausencia de fugas. Finalmente, se limpia el área de trabajo y se deja el aparato listo para su uso.

RUBRO 7.2: Lavamanos

UNIDAD: u

Descripción

Instalación de lavamanos de loza sanitaria, con grifería cromada, sifón, válvula de desagüe y conexiones hidráulicas completas, conforme a las especificaciones técnicas del proyecto.

Procedimiento de ejecución

Se fija el lavamanos a muro o pedestal según diseño, garantizando una altura adecuada y correcta nivelación. Se conectan las tuberías de agua potable y el sifón a la red de aguas servidas. Se verifica el correcto funcionamiento del grifo y la evacuación del agua, asegurando estanqueidad en todas las conexiones.

RUBRO 7.3: Urinarios

UNIDAD: u

Descripción

Suministro e instalación de urinarios de loza sanitaria, diseñados para uso público, con sistema de descarga manual o automática, incluyendo válvulas, accesorios y conexión completa a la red sanitaria.

Procedimiento de ejecución

El urinario se fija al muro mediante anclajes mecánicos. Se conecta la válvula de descarga a la red de agua potable y el desagüe a la tubería de aguas servidas. Se realizan pruebas de funcionamiento y se ajusta la presión de descarga para optimizar el consumo de agua.

RUBRO 7.4: Tubería de agua potable de 1/2"

UNIDAD: ml

Descripción

Instalación de tubería para distribución de agua potable de diámetro nominal 1/2", fabricada en PVC presión o material aprobado, incluyendo accesorios, uniones y soportes.

Procedimiento de ejecución

Las tuberías se instalan siguiendo los trazados indicados en planos, fijándolas mediante abrazaderas. Las uniones se realizan por cementado o roscado según el tipo de tubería. Se ejecuta una prueba hidráulica para verificar la estanqueidad antes del cierre de zanjas o recubrimientos.

RUBRO 7.5: Tubería de agua potable de 3/4"

UNIDAD: ml

Descripción

Instalación de tubería principal de agua potable de 3/4", destinada a la alimentación general del sistema sanitario del museo.

Procedimiento de ejecución

Se colocan las tuberías respetando pendientes, alineaciones y puntos de conexión. Se instalan válvulas de corte cuando corresponda y se realiza prueba de presión conforme a normativa vigente.

RUBRO 7.6: Tubería de agua servida de 50 mm

UNIDAD: ml

Descripción

Colocación de tubería para evacuación de aguas servidas de diámetro 50 mm, fabricada en PVC sanitario, para lavamanos y urinarios.

Procedimiento de ejecución

Las tuberías se instalan con pendiente mínima del 2%, asegurando un flujo adecuado. Las uniones se realizan mediante adhesivo sanitario. Se verifica alineación, continuidad y ausencia de obstrucciones.

RUBRO 7.7: Tubería de agua servida de 110 mm

UNIDAD: ml

Descripción

Instalación de tubería principal de aguas servidas de 110 mm, destinada a la evacuación de inodoros y colectores principales.

Procedimiento de ejecución

La tubería se coloca con pendiente adecuada, cama de apoyo y correcta alineación. Antes del relleno, se realizan pruebas de flujo y estanqueidad.

8. ACABADOS Y COMPLEMENTARIOS

RUBRO 8.1: Barniz protector en caña picada

UNIDAD: m²

Descripción

Aplicación de barniz protector transparente sobre superficies de caña picada, destinado a proteger el material contra humedad, rayos UV, hongos y desgaste superficial, manteniendo su apariencia natural.

Procedimiento de ejecución

Las superficies se limpian y liján previamente. El barniz se aplica en capas uniformes mediante brocha o rodillo, respetando los tiempos de secado entre manos. Se verifica la cobertura total y el acabado final.

RUBRO 8.2: Barniz protector en pisos de madera

UNIDAD: m²

Descripción

Aplicación de barniz impermeabilizante y protector en pisos de madera, diseñado para zonas de tránsito peatonal.

Procedimiento de ejecución

Se realiza lijado fino del piso, eliminación de polvo y aplicación del barniz en varias capas, garantizando una superficie resistente y antideslizante.

RUBRO 8.3: Señalética y rotulación del museo

UNIDAD: u

Descripción

Suministro e instalación de señalética informativa, direccional y normativa del museo, elaborada en materiales resistentes al ambiente.

Procedimiento de ejecución

La señalética se coloca en puntos estratégicos definidos en el diseño arquitectónico, fijándose mediante anclajes o adhesivos industriales. Se verifica su legibilidad, orientación y estabilidad.

5.3. Rubros y análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios se ha elaborado considerando costos actualizados de materiales, mano de obra, equipos y transporte, cuyos valores referenciales han sido obtenidos de las Cámaras de la Construcción y fuentes técnicas oficiales. A continuación, se presenta un análisis de precios unitarios representativo, mientras que los análisis correspondientes a los demás rubros se incluyen en los anexos del presente documento.

Tabla 93.

APU 1.1.

RUBRO : 1.1 Limpieza y desbroce del terreno

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.21	0.21	1.00	0.21
SUBTOTAL M					0.21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.32	1.45
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.32	2.71
SUBTOTAL N					4.16
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.37
VALOR OFERTADO					4.37

5.4. Cantidades de obra

Tabla 94.

Cantidades de obra

ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	PRELIMINARES		
1.1	Limpieza y desbroce del terreno	m ²	89.23
1.2	Replanteo y trazado arquitectónico y estructural	m ²	89.23
1.3	Excavación manual para zapata central	m ³	1.13
1.4	Excavación para cimentación corrida circular	m ³	16.16
1.5	Excavación para riostras de unión	m ³	3.73
1.6	Desalojo de material producto de excavación	m ³	21.01
1.7	Relleno compactado con material seleccionado	m ³	10.51
2	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO		
2.1	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm ² para replantillo	m ³	0.40
2.2	Zapata central cuadrada 1.50 × 1.50 m en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.56
2.3	Cimentación corrida circular de 1.00 m de ancho en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	8.08
2.4	Riostras de unión entre zapata central y cimentación corrida circular en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	1.87
2.5	Columna central de hormigón armado Ø 30 cm – planta baja – f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.26
2.6	Columna central de hormigón armado Ø 25 cm – planta alta – f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.23
2.7	Vigas perimetrales del mirador, sección 25 × 15 cm, en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.60
2.8	Vigas cruzadas de soporte del mirador, sección 30 × 20 cm, en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.55
2.9	Acero de refuerzo Ø12mm fy = 4200 kg/cm ²	kg	54.00
2.10	Acero de refuerzo Ø16 fy = 4200 kg/cm ²	kg	45.00
3	ESTRUCTURA DE CAÑA BAMBÚ		
3.1	Columnas estructurales de caña guadúa tratada	u	48.00
3.2	Vigas transversales interiores de caña guadúa (sección completa)	ml	45.12
3.3	Vigas de cubierta en media caña guadúa	ml	202.08
3.4	Arriostramientos inclinados de caña guadúa	u	12.00
3.5	Vigas secundarias de caña para soporte de cubierta	ml	151.20
3.6	Tratamiento inmunizante y protector de caña guadúa	ml	418.192
4	REVESTIMIENTOS EN CAÑA PICADA		
4.1	Revestimiento de columnas con caña picada	m ²	13.34
4.2	Paredes exteriores de caña picada	m ²	20.43
4.3	Zócalo de ladrillo visto	m ²	18.69
5	PISOS DE MADERA		
5.1	Piso de madera en tablones – planta baja	m ²	87.91
5.2	Piso de madera en tablones – mirador	m ²	18.40
5.3	Subestructura de madera para piso	m ²	43.96
5.4	Tratamiento protector e impermeabilizante de madera	m ²	150.27
5.5	Escalera de madera	u	1.00
6	CUBIERTA		
6.1	Cubierta de PVC rojo planta baja	m ²	161.51
6.2	Cubierta de PVC rojo planta alta	m ²	55.42
7	INSTALACIONES SANITARIAS		
7.1	Inodoro	u	4.00
7.2	Lavamanos	u	3.00
7.3	Urinaros	u	3.00
7.4	Tubería de agua potable de 1/2"	ml	7.04
7.5	Tubería de agua potable de 3/4"	ml	5.16
7.6	Tubería de agua servida de 50mm	ml	3.03
7.7	Tubería de agua servida de 110mm	ml	22.28
8	ACABADOS Y COMPLEMENTARIOS		
8.1	Barniz protector en caña picada	m ²	418.19
8.2	Barniz protector en pisos de madera	m ²	150.27
8.3	Señalética y rotulación del museo	u	1.00

5.5. Costo del proyecto

Tabla 95.

Presupuesto general

PRESUPUESTO GENERAL DE OBRAS CIVILES PARA UN MUSEO DE CAÑA EN COLONAPE-MANABÍ					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	
				UNITARIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1.1	Limpieza y desbroce del terreno	m ²	89.23	4.37	389.94
1.2	Replanteo y trazado arquitectónico y estructural	m ²	89.23	0.83	74.06
1.3	Excavación manual para zapata central	m ³	1.13	6.79	7.64
1.4	Excavación para cimentación corrida circular	m ³	16.16	6.79	109.69
1.5	Excavación para riostras de unión	m ³	3.73	6.79	25.36
1.6	Desalajo de material producto de excavación	m ³	21.01	2.40	50.43
1.7	Relleno compactado con material seleccionado	m ³	10.51	17.73	186.29
				Subtotal	843.41
2	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO				
2.1	Hormigón simple f'c = 180 kg/cm ² para replantillo	m ³	0.40	126.84	50.74
2.2	Zapata central cuadrada 1.50 x 1.50 m en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.56	152.79	85.94
2.3	Cimentación corrida circular de 1.00 m de ancho en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	8.08	208.72	1,685.94
2.4	Riostras de unión entre zapata central y cimentación corrida circular en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	1.87	242.35	452.52
2.5	Columna central de hormigón armado Ø 30 cm – planta baja – f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.26	165.41	43.49
2.6	Columna central de hormigón armado Ø 25 cm – planta alta – f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.23	157.28	35.98
2.7	Vigas perimetrales del mirador, sección 25 x 15 cm, en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.60	295.51	176.86
2.8	Vigas cruzadas de soporte del mirador, sección 30 x 20 cm, en hormigón armado f'c = 210 kg/cm ²	m ³	0.55	257.61	142.20
2.9	Acero de refuerzo Ø12mm fy = 4200 kg/cm ²	kg	54.00	1.87	100.98
2.10	Acero de refuerzo Ø16 fy = 4200 kg/cm ²	kg	45.00	2.21	99.45
				Subtotal	2,874.10
3	ESTRUCTURA DE CAÑA BAMBÚ				
3.1	Columnas estructurales de caña guadúa tratada	u	48.00	10.29	493.92
3.2	Vigas transversales interiores de caña guadúa (sección completa)	ml	45.12	12.87	580.69
3.3	Vigas de cubierta en media caña guadúa	ml	202.08	8.25	1,667.16
3.4	Arriostamientos inclinados de caña guadúa	u	12.00	10.29	123.48
3.5	Vigas secundarias de caña para soporte de cubierta	ml	151.20	8.25	1,247.40
3.6	Tratamiento inmunizante y protector de caña guadúa	ml	418.192	3.25	1,359.12
				Subtotal	5,471.77
4	REVESTIMIENTOS EN CAÑA PICADA				
4.1	Revestimiento de columnas con caña picada	m ²	13.34	2.73	36.42
4.2	Paredes exteriores de caña picada	m ²	20.43	2.86	58.43
4.3	Zócalo de ladrillo visto	m ²	18.69	13.29	248.39
				Subtotal	343.24
5	PISOS DE MADERA				
5.1	Piso de madera en tablonos – planta baja	m ²	87.91	17.78	1,563.12
5.2	Piso de madera en tablonos – mirador	m ²	18.40	17.78	327.12
5.3	Subestructura de madera para piso	m ²	43.96	9.33	410.12
5.4	Tratamiento protector e impermeabilizante de madera	m ²	150.27	3.55	533.46
5.5	Escalera madera	u	1.00	229.50	229.50
				Subtotal	3,063.32
6	CUBIERTA				
6.1	Cubierta de PVC rojo planta baja	m ²	161.51	11.87	1,917.07
6.2	Cubierta de PVC rojo planta alta	m ²	55.42	11.87	657.81
				Subtotal	2,574.88
7	INSTALACIONES SANITARIAS				
7.1	Inodoro	u	4.00	94.98	379.92
7.2	Lavamanos	u	3.00	56.70	170.10
7.3	Urinarios	u	3.00	89.82	269.46
7.4	Tubería de agua potable de 1/2"	ml	7.04	4.40	30.99
7.5	Tubería de agua potable de 3/4"	ml	5.16	4.30	22.19
7.6	Tubería de agua servida de 50mm	ml	3.03	9.10	27.57
7.7	Tubería de agua servida de 110mm	ml	22.28	10.40	231.71
				Subtotal	1,131.94
8	ACABADOS Y COMPLEMENTARIOS				
8.1	Barniz protector en caña picada	m ²	418.19	3.78	1,580.77
8.2	Barniz protector en pisos de madera	m ²	150.27	7.32	1,099.98
8.3	Señalética y rotulación del museo	u	1.00	28.59	28.59
				Subtotal	2,709.34
A	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				19,012.00
B	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS HASTA EL 15 %		12.79860%		2,433.27
C=(A+B)	TOTAL DIRECTOS + INDIRECTOS			USD	21,445.27

5.6. Cronograma de obra

Tabla 96.

Cronograma

					ABRIL						MAYO					
					27	30-3	6-10	13-17	20-24	27-1	4-8	11-15	18-22	25-29		
1	Limpieza, desbroce y replanteo general	4	2/3/2026	5/3/2026	■											
2	Excavaciones generales y desalojo de material	5	6/3/2026	12/3/2026	■	■										
3	Relleno compactado	1	13/03/2026	13/03/2026		■										
4	Hormigón simple de replantillo	1	16/03/2026	16/03/2026			■									
5	Zapata, cimentación corrida y riostras (fundición)	4	17/03/2026	20/03/2026			■									
6	Columnas de hormigón armado PB y PA	3	23/03/2026	25/03/2026			■	■								
7	Vigas perimetrales y cruzadas del mirador	3	24/03/2026	30/03/2026			■	■								
8	Corte, doblado y colocación de acero de refuerzo	3	16/03/2026	22/03/2026		■	■									
9	Estructura principal de caña guadúa y arriostres	8	6/4/2026	15/04/2026					■	■						
10	Vigas secundarias y tratamiento de caña	4	8/4/2026	17/04/2026					■	■						
11	Cubiertas PVC planta baja y alta	4	16/04/2026	21/04/2026					■	■						
12	Revestimientos de caña picada (columnas y muros)	6	20/04/2026	30/04/2026					■	■						
13	Zócalo de ladrillo visto	2	4/5/2026	5/5/2026							■					
14	Pisos de madera y subestructura	6	4/5/2026	11/5/2026							■	■				
15	Tratamiento protector de pisos de madera	2	12/5/2026	13/05/2026								■				
16	Escalera de madera	4	14/05/2026	19/05/2026								■	■			
17	Instalación de inodoro, lavamanos y urinarios	1	22/04/2026	22/04/2026						■						
18	Instalaciones hidrosanitarias (tuberías)	4	18/04/2026	21/04/2026				■	■							
19	Barnices finales en caña y madera	2	20/05/2026	21/05/2026										■		
20	Señalética y rotulación del museo	1	22/05/2026	22/05/2026										■		

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El proyecto de diseño y construcción del Museo de Patrimonio Cultural con caña bambú permitió demostrar la viabilidad técnica, estructural y económica del uso de la caña guadúa como material principal en edificaciones de carácter cultural y turístico, integrándola de manera adecuada con elementos de hormigón armado y sistemas constructivos tradicionales. A partir de los resultados obtenidos en el diseño arquitectónico, estructural y en el análisis de precios unitarios, se concluye que el sistema propuesto cumple con los objetivos generales y específicos planteados al inicio del proyecto.

Desde el punto de vista estructural, la combinación de una cimentación de hormigón armado (zapata central, cimentación corrida circular y riostras de unión) con una superestructura mixta de hormigón y caña bambú garantiza una adecuada transferencia de cargas hacia el suelo, así como estabilidad global frente a cargas gravitacionales y acciones laterales. El uso de una columna central de hormigón armado permitió concentrar esfuerzos y mejorar el comportamiento estructural del mirador elevado, reduciendo deformaciones y aportando rigidez al conjunto.

El diseño de la estructura de caña bambú, conformada por columnas, vigas transversales, vigas de cubierta en media caña y arriostramientos, se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos en la normativa NEC-SE-Guadúa, asegurando un correcto desempeño estructural. La correcta disposición de uniones mediante varillas roscadas, tuercas y arandelas, así como el respeto a las distancias mínimas respecto a los nudos de la caña, contribuyen a un sistema constructivo seguro, eficiente y duradero.

En términos constructivos, los procedimientos definidos para cada rubro permiten una ejecución ordenada, controlada y coherente con las condiciones del sitio y la disponibilidad de mano de obra local. El empleo de caña picada como revestimiento de columnas y paredes, junto con el uso de pisos de madera y cubiertas livianas de PVC, refuerza el carácter arquitectónico del museo, generando espacios funcionales, estéticamente adecuados y en armonía con el entorno natural.

Desde el enfoque económico, el análisis de precios unitarios evidencia que el uso de caña bambú reduce significativamente los costos de materiales estructurales en comparación con sistemas convencionales de hormigón o acero, sin comprometer la seguridad ni la funcionalidad de la edificación. Los costos obtenidos se encuentran dentro de rangos razonables para proyectos de escala similar, demostrando que este tipo de soluciones constructivas son accesibles y replicables.

Finalmente, el proyecto cumple con un enfoque sostenible, al promover el uso de materiales renovables, de bajo impacto ambiental y de origen local, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono del proceso constructivo. En conjunto, los resultados confirman que el museo de caña bambú constituye una alternativa técnica, económica y ambientalmente responsable para el desarrollo de infraestructura cultural en contextos similares.

6.2. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos y del análisis integral del proyecto, se recomienda que en futuras etapas de diseño se realicen estudios geotécnicos más detallados que permitan optimizar aún más las dimensiones de la cimentación y mejorar la precisión en la estimación de asentamientos y capacidad portante del suelo. Esto permitiría ajustar los volúmenes de hormigón y, en consecuencia, reducir costos de construcción.

Se recomienda también complementar el análisis estructural con modelos numéricos avanzados que consideren el comportamiento no lineal de la caña bambú, especialmente en las uniones, con el fin de evaluar con mayor precisión la respuesta del sistema ante cargas sísmicas y de viento. Ensayos experimentales de elementos estructurales de caña, como columnas y vigas, aportarían información valiosa para validar los supuestos de diseño.

En cuanto al proceso constructivo, se sugiere capacitar previamente a la mano de obra en técnicas específicas de construcción con caña bambú, incluyendo tratamientos inmunizantes, ejecución de uniones y control de calidad. Esto permitirá mejorar la durabilidad de los elementos y minimizar errores durante la ejecución de la obra.

Se recomienda establecer un plan de mantenimiento periódico para la edificación, que incluya inspecciones visuales de la caña, reaplicación de tratamientos protectores, revisión de uniones metálicas y mantenimiento de cubiertas. Estas acciones son fundamentales para garantizar la vida útil del museo y preservar su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo.

Desde el punto de vista arquitectónico, se sugiere evaluar la incorporación de sistemas pasivos adicionales de ventilación e iluminación natural, aprovechando aún más las propiedades espaciales de la caña bambú y mejorando el confort térmico de los usuarios sin incrementar el consumo energético.

Finalmente, se recomienda que este tipo de proyectos sea tomado como referencia para futuras edificaciones culturales y comunitarias, fomentando la investigación, normalización y difusión del uso de la caña bambú en la construcción. La replicabilidad del sistema propuesto puede contribuir significativamente al desarrollo sostenible, especialmente en regiones donde este material es abundante y forma parte de la identidad cultural local.

Referencias

- Baykara, H., Massay-Aldaz, C., Riofrio, A., Coello Limones, M. N., Morales, E. A., Ordoñez Pazmiño, M. V., Izurieta, I., Manssur Nicola, R. J., & Hernández, L. (2025). Revaluation of Guadua Fiber for the Sustainable Production of Recycled Thermoplastic Composites with Potential Industrial Applications and Their Corresponding Life Cycle Analysis. *ACS Omega*, *10*(11), 11128–11157. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c10252>
- Das, I. P., Kini, P. G., & Prashant, S. (2025). A systematic literature review of bamboo as reinforcement in concrete. In *Discover Sustainability* (Vol. 6, Issue 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01132-w>
- Faubla, A. (2019). *Informe sobre los sitios arqueológicos registrado etapa II Copal, cantón El Carmen*.
- Hidalgo, O. (1981). *Manual de Construcción con Bambú*.
- Jaikaew, P., Jitsangiam, P., Qian, Y., Wongchana, P., & Xiao, Y. (2025). Undrained Shear Behavior of Reconstituted Low-Plasticity Silt Under Low Confinement: Revisiting the Role of Overconsolidation. *Transportation Infrastructure Geotechnology*, *12*(7). <https://doi.org/10.1007/s40515-025-00717-2>
- Luna, P., Lozano, J., & Takeuchi, C. (2014). Determinación experimental de valores característicos de resistencia para *Guadua angustifolia* / Experimental determination of characteristics values for *Guadua angustifolia*. *Maderas. Ciencia y Tecnología VO - 16*, *1*.
- Maldonado, M. (2019). *Diseño de un plan de desarrollo turístico para la comunidad Colonape Guichipe, cantón El Carmen, año 2019*.
- Mewomo, M. C., Mogaji, I. J., Iruka, A., & Makanjuola, S. A. (2023). Barriers to the Successful Adoption of Innovative Building Materials for Sustainable Construction: A Review. In *Towards a Sustainable Construction Industry: The Role of Innovation and Digitalisation: Proceedings of 12th Construction Industry*

Development Board (CIDB) Postgraduate Research Conference (pp. 103–112). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22434-8_11

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016). *NEC - ESTRUCTURAS DE GUADÚA (GaK)*.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2012). *norma_tecnica_e.100_para_el_uso_de_bambu_peru*.

Nasr, Y., El Zakhem, H., Hamami, A. E. A., El Bachawati, M., & Belarbi, R. (2023). Comprehensive Review of Innovative Materials for Sustainable Buildings' Energy Performance. In *Energies* (Vol. 16, Issue 21). <https://doi.org/10.3390/en16217440>

Peng, W., Gao, C., Zhu, B., Zhu, X., & Jing, Q. (2025). Visitor Behavioral Preferences at Cultural Heritage Museums: Evidence from Social Media Data. *Buildings*, 15(20). <https://doi.org/10.3390/buildings15203756>

Rathod, S. (2022). A Comparative Study of Bamboo Reinforced Vs Steel Reinforced Concrete Structure. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(12). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.48070>

Sogbesan, O. Z. (2022). MUSEUMS IN THE ERA OF DECOLONISATION: THE NIGERIAN PERSPECTIVE. *Museologica Brunensia*, 11(1). <https://doi.org/10.5817/MuB2022-1-2>

Vann, C., Ruiz-Valero, L., Zuluaga, S., Fishman, T., & Saxe, S. (2026). Differences in how we build: Material use and intensity in small multi-units' buildings in Brazil, Canada, Greece, Nigeria and Switzerland. *Resources, Conservation and Recycling*, 224. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108548>

Xu, X., Xu, P., Zhu, J., Li, H., & Xiong, Z. (2022). Bamboo construction materials: Carbon storage and potential to reduce associated CO2 emissions. *Science of The Total Environment*, 814, 152697. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.152697>

Yadav, M., & Mathur, A. (2021). Bamboo as a sustainable material in the construction industry: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 43, 2872–2876.
<https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.01.125>

PLANOS Y ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO : 1.1 Limpieza y desbroce del terreno

DETALLE:

UNIDAD: **M2**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.21	0.21	1.00	0.21
SUBTOTAL M					0.21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.32	1.45
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.32	2.71
SUBTOTAL N					4.16
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.37
VALOR OFERTADO					4.37

RUBRO :

1.2 Replanteo y trazado arquitectónico y estructural

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.02	0.02	1.00	0.02
SUBTOTAL M					0.02

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	0.05	0.21
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.05	0.21
SUBTOTAL N					0.51

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"x3"x4MT	U	0.04	4.00	0.16
TIRAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"x3"x4mt	U	0.03	2.50	0.08
CLAVOS 2-1/2"	KG	0.01	2.75	0.03
PIOLA NYLON # 8	MAZO	0.01	2.50	0.03
CEMENTINA	KG	0.02	0.22	0.00
SUBTOTAL O				0.30

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
MADERA DE ENCOFRADO SEMIDURO	GLOBAL	1.00	0.01	0.01
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.83
VALOR OFERTADO	0.83

RUBRO : 1.3 Excavación manual para zapata central

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20
SUBTOTAL M					0.20

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.43	1.94
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.55	4.65
SUBTOTAL N					6.59

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.79
VALOR OFERTADO	6.79

RUBRO : 1.4 Excavación para cimentación corrida circular

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20
SUBTOTAL M					0.20

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.43	1.94
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.55	4.65
SUBTOTAL N					6.59

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.79
VALOR OFERTADO	6.79

RUBRO : 1.5 Excavación para riostras de unión

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20
SUBTOTAL M					0.20

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.43	1.94
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.55	4.65
SUBTOTAL N					6.59

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.79
VALOR OFERTADO	6.79

RUBRO : 1.6 Desalojo de material producto de excavación

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.07	0.07	1.00	0.07
SUBTOTAL M					0.07

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.55	2.33
SUBTOTAL N					2.33

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.40
VALOR OFERTADO	2.40

RUBRO : 1.7 Relleno compactado con material seleccionado

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.19	0.19	1.00	0.19
COMPACTADOR	1.00	2.50	2.50	0.45	1.13
SUBTOTAL M					1.32

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.43	1.94
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.50	4.23
SUBTOTAL N					6.17

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CASCAJO MEDIANO	M3	1.25	8.08	10.10
AGUA	M3	0.20	0.72	0.14
SUBTOTAL O				10.24

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CASCAJO MEDIANO TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	17.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17.73
VALOR OFERTADO	17.73

RUBRO : 2.1 Hormigón simple f'c = 180 kg/cm² para replantillo

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	1.44	1.44	1.00	1.44
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.63	5.63	1.13	6.36
EQUIPOS DE LABORATORIO (1 CONO ABRAMS+6 CILINDROS)	1.00	2.00	2.00	0.40	0.80
SUBTOTAL M					8.60

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO D= C*R
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	1.25	5.65
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	1.25	10.70
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	6.00	4.23	25.38	1.25	31.73
SUBTOTAL N					48.08

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	6.00	7.50	45.00
ARENA	M3	0.50	12.50	6.25
PIEDRA 3/4	M3	0.90	19.85	17.87
AGUA	M3	0.20	0.72	0.14
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
SUBTOTAL O				69.26

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	6.00	0.15	0.90
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				0.90

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	126.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	126.84
VALOR OFERTADO	126.84

RUBRO : 2.2 Zapata central cuadrada 1.50 x 1.50 m en hormigón armado f'c = 210 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD:

M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	2.53	2.53	1.00	2.53
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.63	5.63	1.51	8.50
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.13	2.83
EQUIPOS DE LABORATORIO (1 CONO ABRAMS+6 CILINDROS)	1.00	2.00	2.00	0.60	1.20
SUBTOTAL M					15.06

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO D= C*R
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.50	2.26
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	2.15	18.40
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	2.15	9.20
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	6.00	4.23	25.38	2.15	54.57
SUBTOTAL N					84.43

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	7.50	60.00
ARENA	M3	0.48	12.50	6.00
PIEDRA 3/4	M3	0.95	19.85	18.86
AGUA	M3	0.15	0.72	0.11
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.15	5.00	20.75
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	3.27	4.00	13.08
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.50	2.75	4.13
SUBTOTAL O				122.93

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	0.50	4.00
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.15	0.15	0.62
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	3.27	0.10	0.33
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				4.95

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	227.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	227.37
VALOR OFERTADO	227.37

RUBRO : 2.3 Cimentación corrida circular de 1.00 m de ancho en hormigón armado f'c = 210 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	2.53	2.53	1.00	2.53
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.63	5.63	1.51	8.50
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.13	2.83
EQUIPOS DE LABORATORIO (1 CONO ABRAMS+6 CILINDROS)	1.00	2.00	2.00	0.60	1.20
SUBTOTAL M					15.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.50	2.26
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	2.15	18.40
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	2.15	9.20
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	6.00	4.23	25.38	2.15	54.57
SUBTOTAL N					84.43
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	15.00	7.50	112.50	
ARENA	M3	0.74	12.50	9.25	
PIEDRA 3/4	M3	1.15	19.85	22.83	
AGUA	M3	0.36	0.72	0.26	
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.15	5.00	20.75	
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	3.27	4.00	13.08	
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.50	2.75	4.13	
SUBTOTAL O					182.80
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
ARENA	M3	0.74	0.50	0.37	
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	3.27	0.15	0.49	
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.50	0.10	0.15	
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL					
SUBTOTAL P					1.01
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					283.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					283.30
VALOR OFERTADO					283.30

RUBRO : 2.4 Riostras de unión entre zapata central y cimentación corrida circular en hormigón armado $f_c = 2$

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	2.53	2.53	1.00	2.53
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.63	5.63	1.51	8.50
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.13	2.83
EQUIPOS DE LABORATORIO (1 CONO ABRAMS+6 CILINDROS)	1.00	2.00	2.00	0.60	1.20
SUBTOTAL M					15.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.50	2.26
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	2.15	18.40
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	2.15	9.20
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	6.00	4.23	25.38	2.15	54.57
SUBTOTAL N					84.43
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	7.50	60.00	
ARENA	M3	0.48	12.50	6.00	
PIEDRA 3/4	M3	0.95	19.85	18.86	
AGUA	M3	0.14	0.72	0.10	
MATERIAL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS	U	4.45	5.00	22.25	
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	5.05	4.00	20.20	
ALAMBRE ELECTRICO # 8 AWG	U	2.03	2.50	5.08	
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.85	2.75	5.09	
SUBTOTAL O					137.58
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	0.50	4.00	
MATERIAL PARA INSTALACIONES ELECTRICAS	U	4.45	0.15	0.67	
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	5.05	0.10	0.51	
ALAMBRE ELECTRICO # 8 AWG	U	2.03	0.05	0.10	
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL					
SUBTOTAL P					5.28
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					242.35
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					242.35
VALOR OFERTADO					242.35

RUBRO :

2.5 Columna central de hormigón armado Ø 30 cm – planta baja – f'c = 210 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD:

M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	1.38	1.38	1.00	1.38
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.63	5.63	0.75	4.22
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	0.56	1.40
ANDAMIO	1.00	0.42	0.42	1.07	0.45
SUBTOTAL M					7.45

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	1.07	4.84
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	1.07	4.58
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	4.00	4.23	16.92	1.07	18.10
SUBTOTAL N					27.52

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	7.00	7.50	52.50
ARENA	M3	0.46	12.50	5.75
RIPIO	M3	0.93	12.50	11.63
AGUA	M3	0.14	0.72	0.10
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	5.15	5.00	25.75
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	6.35	4.00	25.40
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.50	2.75	4.13
SUBTOTAL O				125.26

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	0.50	4.00
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.45	0.15	0.67
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	5.05	0.10	0.51
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				5.18

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	165.41
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	165.41
VALOR OFERTADO	165.41

RUBRO : 2.6 Columna central de hormigón armado Ø 25 cm – planta alta – f'c = 210 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD:

M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	1.38	1.38	1.00	1.38
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.63	5.63	0.75	4.22
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	0.56	1.40
ANDAMIO	1.00	0.42	0.42	1.07	0.45
SUBTOTAL M					7.45

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	1.07	4.84
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	1.07	4.58
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	4.00	4.23	16.92	1.07	18.10
SUBTOTAL N					27.52

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	6.00	7.50	45.00
ARENA	M3	0.44	12.50	5.50
RIPIO	M3	0.90	12.50	11.25
AGUA	M3	0.14	0.72	0.10
YEE PVC DESAGUE ø 4"X4"	U	5.15	5.00	25.75
YEE PVC DESAGUE ø2"X2"	U	6.35	4.00	25.40
TUBO PVC DESAGUE ø2"X3MT	KG	1.50	2.75	4.13
SUBTOTAL O				117.13

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	0.50	4.00
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.45	0.15	0.67
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	5.05	0.10	0.51
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				0.00
SUBTOTAL P				5.18

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	157.28
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	157.28
VALOR OFERTADO	157.28

RUBRO : 2.7 Vigas perimetrales del mirador, sección 25 × 15 cm, en hormigón armado f'c = 210 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	3.65	3.65	1.00	3.65
CONCRETERA 1 SACO	1.00	3.50	3.50	2.57	9.00
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.93	4.83
EQUIPOS DE LABORATORIO (1 CONO ABRAMS+6 CILINDROS)	1.00	2.00	2.00	1.03	2.06
SUBTOTAL M					19.54

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	2.85	12.88
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	2.85	24.40
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	2.85	12.20
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	6.00	4.23	25.38	2.85	72.33
SUBTOTAL N					121.81

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	8.00	7.50	60.00
ARENA	M3	0.48	12.50	6.00
PIEDRA 3/4	M3	0.95	19.85	18.86
AGUA	M3	0.15	0.72	0.11
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	5.65	5.00	28.25
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	3.61	4.00	14.44
TIRAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"x3"X4mt	U	6.35	2.50	15.88
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.85	2.75	5.09
SUBTOTAL O				148.63

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	M3	8.00	0.50	4.00
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	5.65	0.15	0.85
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	KG	3.61	0.10	0.36
TIRAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"x3"X4mt	0	6.35	0.05	0.32
ARENA Y PIEDRA 3/4 TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				5.53

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	295.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	295.51
VALOR OFERTADO	295.51

RUBRO : 2.8 Vigas cruzadas de soporte del mirador, sección 30 × 20 cm, en hormigón armado $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	3.65	3.65	1.00	3.65
CONCRETERA 1 SACO	1.00	3.50	3.50	2.57	9.00
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.93	4.83
EQUIPOS DE LABORATORIO (1 CONO ABRAMS+6 CILINDROS)	1.00	2.00	2.00	1.03	2.06
SUBTOTAL M					19.54

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	2.85	12.88
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	2.85	24.40
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	2.85	12.20
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	6.00	4.23	25.38	2.85	72.33
SUBTOTAL N					121.81

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	5.00	7.50	37.50
ARENA	M3	0.48	12.50	6.00
PIEDRA 3/4	M3	0.95	19.85	18.86
AGUA	M3	0.15	0.72	0.11
TABLAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.10	5.00	20.50
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	U	2.95	4.00	11.80
TIRAS DE ENCOFRADO SEMIDURAS 1"x3"X4mt	U	5.48	2.50	13.70
CLAVOS 2-1/2"	KG	1.45	2.75	3.99
SUBTOTAL O				112.46

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	M3	5.00	0.50	2.50
ENCOFRADO SEMIDURAS 1"X10"X4MT	U	4.65	0.15	0.70
ENCOFRADO SEMIDURO 2"X3"X4MT	KG	3.100	0.100	0.31
ENCOFRADO SEMIDURAS 1"x3"X4mt	0	5.84	0.05	0.29
TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				3.80

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	257.61
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	257.61
VALOR OFERTADO	257.61

RUBRO :

2.9 Acero de refuerzo Ø12mm fy = 4200 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD:

U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
CORTADORA/DOBLADORA	1.00	2.130	2.13	0.055	0.12
SUBTOTAL M					0.13

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C2	0.10	4.52	0.45	0.06	0.02
FIERRERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	0.06	0.24
AYUDANTE DE FIERRERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.23	4.23	0.06	0.23
SUBTOTAL N					0.49

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
VARILLA GALVANIZADO 12MM	KG	1.05	1.18	1.24
DISCO DE CORTE METAL		0.001	7.50	0.01
SUBTOTAL O				1.25

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
KIT DE ACERO ESTRUCTURAL TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.87
VALOR OFERTADO	1.87

RUBRO :

2.1 Acero de refuerzo Ø16 fy = 4200 kg/cm²

DETALLE:

UNIDAD:

U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
CORTADORA/DOBLADORA	1.00	2.130	2.13	0.055	0.12
SUBTOTAL M					0.13

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C2	0.10	4.52	0.45	0.06	0.02
FIERRERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	0.06	0.24
AYUDANTE DE FIERRERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.23	4.23	0.06	0.23
SUBTOTAL N					0.49

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
VARILLA GALVANIZADO 16MM	KG	1.00	1.58	1.58
DISCO DE CORTE METAL		0.001	7.50	0.01
SUBTOTAL O				1.59

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
KIT DE ACERO ESTRUCTURAL TRANSPORTE SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL				
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.21
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.21
VALOR OFERTADO	2.21

RUBRO : 3.1 Columnas estructurales de caña guadúa tratada

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.80	1.00	0.80
SUBTOTAL M					0.800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	3.69	3.69	
VARILLA ROSCADA 3/8"	U	2.00	1.50	3.00	
TUERCA HEXAGONAL 3/8"	U	4.00	0.07	0.28	
ARANDELA 3/8"	U	4.00	0.20	0.80	
SUBTOTAL O					7.77
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	1.50	1.50	
SUBTOTAL P					1.50
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10.29
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.29
VALOR OFERTADO					10.29

RUBRO : 3.2 Vigas transversales interiores de caña guadúa (sección completa)

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.80	1.00	0.80
SUBTOTAL M					0.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	3.69	3.69
VARILLA ROSCADA 3/8"	U	3.00	1.50	4.50
TUERCA HEXAGONAL 3/8"	U	8.00	0.07	0.56
ARANDELA 3/8"	U	8.00	0.20	1.60
SUBTOTAL O				10.35

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	1.50	1.50
SUBTOTAL P				1.50

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.87
VALOR OFERTADO	12.87

RUBRO : 3.3 Vigas de cubierta en media caña guadúa

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.80	1.00	0.80
SUBTOTAL M					0.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	3.69	3.69
VARILLA ROSCADA 3/8"	U	1.00	1.50	1.50
TUERCA HEXAGONAL 3/8"	U	2.00	0.07	0.14
ARANDELA 3/8"	U	2.00	0.20	0.40
SUBTOTAL O				5.73

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	1.50	1.50
SUBTOTAL P				1.50

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.25
VALOR OFERTADO	8.25

RUBRO : 3.4 Arriostramientos inclinados de caña guadúa

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.80	1.00	0.80
SUBTOTAL M					0.80
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	3.69	3.69	
VARILLA ROSCADA 3/8"	U	2.00	1.50	3.00	
TUERCA HEXAGONAL 3/8"	U	4.00	0.07	0.28	
ARANDELA 3/8"	U	4.00	0.20	0.80	
SUBTOTAL O					7.77
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	1.50	1.50	
SUBTOTAL P					1.50
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10.29
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.29
VALOR OFERTADO					10.29

RUBRO : 3.5 Vigas secundarias de caña para soporte de cubierta

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 5.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.80	1.00	0.80
SUBTOTAL M					0.80

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	3.69	3.69
VARILLA ROSCADA 3/8"	U	1.00	1.50	1.50
TUERCA HEXAGONAL 3/8"	U	2.00	0.07	0.14
ARANDELA 3/8"	U	2.00	0.20	0.40
SUBTOTAL O				5.73

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA GUADUA TRATADA	U	1.00	1.50	1.50
SUBTOTAL P				1.50

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.25
VALOR OFERTADO	8.25

RUBRO :

3.6 Tratamiento inmunizante y protector de caña guadúa

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
BROCHAS, RECIPIENTES	1.00	0.20	0.20	1.00	0.20
SUBTOTAL M					0.20

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.49	2.07
SUBTOTAL N					2.07

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
INMUNIZANTE	LT	0.15	6.50	0.98
SUBTOTAL O				0.98

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.25
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.25
VALOR OFERTADO	3.25

RUBRO :

4.1 Revestimiento de columnas con caña picada

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SOLDADORA	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00
SUBTOTAL M					0.01

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
CAÑA PICADA	M2	1.05	1.50	1.58
ALAMBRE GALVANIZADO	KG	0.10	2.80	0.28
CLAVOS	KG	0.05	2.75	0.14
SUBTOTAL O				2.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TRANSPORTE MATERIALES	M2	1.00	0.50	0.50
SUBTOTAL P				0.50

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.73
VALOR OFERTADO	2.73

RUBRO : 4.2 Paredes exteriores de caña picada

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CAÑA PICADA	M2	1.10	1.50	1.65	
ALAMBRE GALVANIZADO	KG	0.12	2.80	0.34	
CLAVOS	KG	0.05	2.75	0.14	
SUBTOTAL O					2.13
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
TRANSPORTE MATERIALES	M2	1.00	0.50	0.50	
SUBTOTAL P					0.50
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.86
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.86
VALOR OFERTADO					2.86

RUBRO : 4.4 Zócalo de ladrillo visto

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.16	0.16	1.00	0.16
SUBTOTAL M					0.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
ALBAÑIL ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	0.42	3.60
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.42	1.78
SUBTOTAL N					5.47
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (50KG)	SAC	0.24	7.50	1.80	
ARENA	M3	0.03	12.50	0.38	
AGUA	M3	0.02	0.72	0.01	
LADRILLO TIPO BLOQUE (0,07x0,3x0,41) CORRUGADO	U	8.13	0.55	4.47	
HIERRO CORRUGADO ø 6 mm. - CHICOTES	KG	0.25	0.80	0.20	
SUBTOTAL O					6.86
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
MATERIALES	M2	1.00	0.80	0.80	
SUBTOTAL P					0.80
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.29
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.29
VALOR OFERTADO					13.29

RUBRO : 5.1 Piso de madera en tablonos – planta baja

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SOLDADORA	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
TABLÓN DE MADERA TRATADA	M2	1.05	15.00	15.75	
CLAVOS/TORNILLOS	GLB	1.00	0.80	0.80	
SUBTOTAL O					16.55
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
TABLÓN DE MADERA TRATADA	M2	1.00	1.00	1.00	
SUBTOTAL P					1.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.78
VALOR OFERTADO					17.78

RUBRO : 5.2 Piso de madera en tablonos – mirador

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SOLDADORA	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
TABLÓN DE MADERA TRATADA	M2	1.05	15.00	15.75	
CLAVOS/TORNILLOS	GLB	1.00	0.80	0.80	
SUBTOTAL O				16.55	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
TABLÓN DE MADERA TRATADA	M2	1.00	1.00	1.00	
SUBTOTAL P				1.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					17.78
VALOR OFERTADO					17.78

RUBRO : 5.30 Subestructura de madera para piso

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
AYUDANTE ESTRUCT. OCUP. E2	3.00	4.23	12.69	0.01	0.13
SUBTOTAL N					0.22
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
MADERA ESTRUCTURAL	M2	1.00	8.50	8.50	
TORNILLOS	GLB	1.00	0.60	0.60	
SUBTOTAL O					9.10
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9.33
VALOR OFERTADO					9.33

RUBRO :

5.4 Tratamiento protector e impermeabilizante de madera

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.07	0.07	1.00	0.07
SUBTOTAL M					0.07

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.54	2.28
SUBTOTAL N					2.28

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
BARNIZ	LT	0.15	8.00	1.20
SUBTOTAL O				1.20

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.55
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.55
VALOR OFERTADO	3.55

RUBRO :

6.1 Cubierta de PVC rojo planta baja

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SUBTOTAL M					0.01

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	0.25	4.52	1.13	0.12	0.14
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	0.25	4.23	1.06	0.15	0.16
SUBTOTAL N					0.30

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
PVC ROJO	UNIDAD	1.05	9.50	9.98
TORNILLO AUTOPERFORANTE DE 2"	UNIDAD	1.60	0.17	0.27
SUBTOTAL O				10.25

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
PVC ROJO	UNIDAD	1.05	1.25	1.31
SUBTOTAL P				1.31

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.87
VALOR OFERTADO	11.87

RUBRO :

6.2 Cubierta de PVC rojo planta alta

DETALLE:

UNIDAD:

M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SUBTOTAL M					0.01

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	0.25	4.52	1.13	0.12	0.14
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	0.25	4.23	1.06	0.15	0.16
SUBTOTAL N					0.30

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
PVC ROJO	UNIDAD	1.05	9.50	9.98
TORNILLO AUTOPERFORANTE DE 2"	UNIDAD	1.60	0.17	0.27
SUBTOTAL O				10.25

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
PVC ROJO	UNIDAD	1.05	1.25	1.31
SUBTOTAL P				1.31

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.87
VALOR OFERTADO	11.87

RUBRO : 7.1 Inodoro

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C= A*B	R	D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.87	0.87	1.00	0.87	
SUBTOTAL M					0.87	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C= A*B	R	D= C*R	
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.40	1.81	
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	3.18	13.61	
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	3.18	13.45	
SUBTOTAL N					28.87	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C= A*B		
INODORO TANQUE BAJO (INCLUYE HERRAJE Y PERNOS DE FIJACION)	U	1	57.60	57.60		
TUBO DE ABASTO DE 5/8"X 1/2"	U	1	3.64	3.64		
ANILLO DE CERA	U	1	2.10	2.10		
TEFLON	U	1.25	0.32	0.40		
SUBTOTAL O					63.74	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C= A*B		
INODORO	U	1.00	1.50	1.50		
SUBTOTAL P					1.50	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					94.98	
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00	
OTROS INDIRECTOS %					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					94.98	
VALOR OFERTADO					94.98	

RUBRO : 7.2 Lavamanos

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C= A*B	R	D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.49	0.49	1.00	0.49	
SUBTOTAL M					0.49	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C= A*B	R	D= C*R	
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.15	0.68	
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	1.85	7.92	
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	1.85	7.83	
SUBTOTAL N					16.43	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C= A*B		
LAVAMANOS COMERCIAL BLANCO (INCLUYE SOPORTES Y TORNILLOS CON TACOS FISHER)	U	1	22.18	22.18		
GRIFERIA LAVAMANO ECONOMICA	U	1	8.90	8.90		
TUBO DE ABASTO DE 1/2"	U	1	3.64	3.64		
SIFON 1 1/4" PVC CON REGISTRO DE 2" (INCLUYE REDUCTOR 2"x1 1/4)	U	1	3.85	3.85		
TEFLON	U	0.65	0.32	0.21		
SUBTOTAL O					38.78	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C= A*B		
LAVAMANOS COMERCIAL BLANCO (INCLUYE SOPORTES	U	1.00	1.00	1.00		
SUBTOTAL P					1.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					56.70	
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00	
OTROS INDIRECTOS %					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					56.70	
VALOR OFERTADO					56.70	

RUBRO : 7.3 Urinarios

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.49	0.49	1.00	0.49
SUBTOTAL M					0.49

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.15	0.68
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	1.85	7.92
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	1.85	7.83
SUBTOTAL N					16.43

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
URINARIO CERÁMICO	U	1.00	70.00	70.00
SIFÓN Y ACCESORIOS	GLB	0.20	7.00	1.40
TORNILLOS Y SELLOS	GLB	0.20	2.50	0.50
SUBTOTAL O				71.90

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
URINARIO CERÁMICO	U	1.00	1.00	1.00
SUBTOTAL P				1.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	89.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	89.82
VALOR OFERTADO	89.82

RUBRO : 7.4 Tubería de agua potable de 1/2"

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.04	0.04	1.00	0.04
SUBTOTAL M					0.04

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	0.10	0.86
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.10	0.42
SUBTOTAL N					1.37

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBERIA PVC PRESION ROSCABLE ø1/2"x6.00 MTS.	U	0.17	8.53	1.45
CODO PVC PRESION ø1/2" ROSCABLE	U	0.67	0.65	0.44
TEFLON	U	0.25	0.32	0.08
LADRILLO TIPO BLOQUE CORRUGADO (0,07x0,3x0,41)	U	0.01	1.98	0.02
ARENA PARA REPLANTILLO	M3	0.02	12.50	0.25
SUBTOTAL O				2.24

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBERIAS Y ACCESORIOS ARENA SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL	GLB	1.00	0.75	0.75
SUBTOTAL P				0.75

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.40
VALOR OFERTADO	4.40

RUBRO : 7.5 Tubería de agua potable de 3/4"

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.04	0.04	1.00	0.04
SUBTOTAL M					0.04

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.02	0.09
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	0.10	0.86
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.10	0.42
SUBTOTAL N					1.37

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBERIA PVC PRESION ROSCABLE ø3/4"X6.00 MTS.	U	0.15	9.15	1.37
CODO PVC PRESION ø3/4" ROSCABLE	U	0.57	0.74	0.42
TEFLON	U	0.25	0.32	0.08
PERMATEX 125 cc	TUBO	0.01	1.98	0.02
ARENA PARA REPLANTILLO	M3	0.02	12.50	0.25
SUBTOTAL O				2.14

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBERIAS Y ACCESORIOS ARENA SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL	GLB	1.00	0.75	0.75
SUBTOTAL P				0.75

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.30
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.30
VALOR OFERTADO	4.30

RUBRO : 7.6 Tubería de agua servida de 50mm

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 2.75% MANO DE OBRA)	1.00	0.10	0.10	1.00	0.10
SUBTOTAL M					0.10

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.03	0.14
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	0.20	1.71
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.20	1.69
SUBTOTAL N					3.54

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBO PVC DESAGUE 50MMX3ML	U	0.35	11.50	4.03
POLIPEGA	LTS	0.01	16.74	0.17
ARENA PARA LECHO	M3	0.08	12.50	1.00
SUBTOTAL O				5.20

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBO PVC DESAGUE 50MMX3ML ARENA SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL	U	0.35	0.75	0.26
SUBTOTAL P				0.26

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	9.10
VALOR OFERTADO	9.10

RUBRO : 7.7 Tubería de agua servida de 110mm

DETALLE:

UNIDAD: ML

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 2.75% MANO DE OBRA)	1.00	0.10	0.10	1.00	0.10
SUBTOTAL M					0.10

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.03	0.14
PLOMERO ESTRUCT. OCUP. D2	2.00	4.28	8.56	0.20	1.71
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	2.00	4.23	8.46	0.20	1.69
SUBTOTAL N					3.54

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBO PVC DESAGUE 110MMX3ML	U	0.35	15.24	5.33
POLIPEGA	LTS	0.01	16.74	0.17
ARENA PARA LECHO	M3	0.08	12.50	1.00
SUBTOTAL O				6.50

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
TUBO PVC DESAGUE 110MMX3ML ARENA SE INCLUYE EN COSTO DE MATERIAL	U	0.35	0.75	0.26
SUBTOTAL P				0.26

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.40
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.40
VALOR OFERTADO	10.40

RUBRO : 8.1 Barniz protector en caña picada

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.05% MANO DE OBRA)	1.00	0.08	0.08	1.00	0.08
SUBTOTAL M					0.08

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	0.59	2.67
SUBTOTAL N					2.67

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
BARNIZ PROTECTOR	LT	0.12	8.00	0.96
DILUYENTE	LT	0.02	3.50	0.07
SUBTOTAL O				1.03

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.78
VALOR OFERTADO	3.78

RUBRO : 8.2 Barniz protector en pisos de madera

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.17	0.17	1.00	0.17
SUBTOTAL M					0.17

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
MAESTRO ESTRUCT. OCUP. C1	1.00	4.52	4.52	1.25	5.65
SUBTOTAL N					5.65

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
BARNIZ PARA PISO	LT	0.15	9.50	1.43
DILUYENTE	LT	0.02	3.50	0.07
SUBTOTAL O				1.50

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.32
VALOR OFERTADO	7.32

RUBRO : 8.3 Señalética y rotulación del museo

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
SUBTOTAL M					0.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.00	0.00
SUBTOTAL N					0.00

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SEÑALÉTICA IMPRESA + SOPORTE	U	1	25.00	25.00
ANCLAJES + FIJACIONES	GLB	1.00	2.50	2.50
SUBTOTAL O				27.50

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C= A*B
SUBTOTAL P				0.00

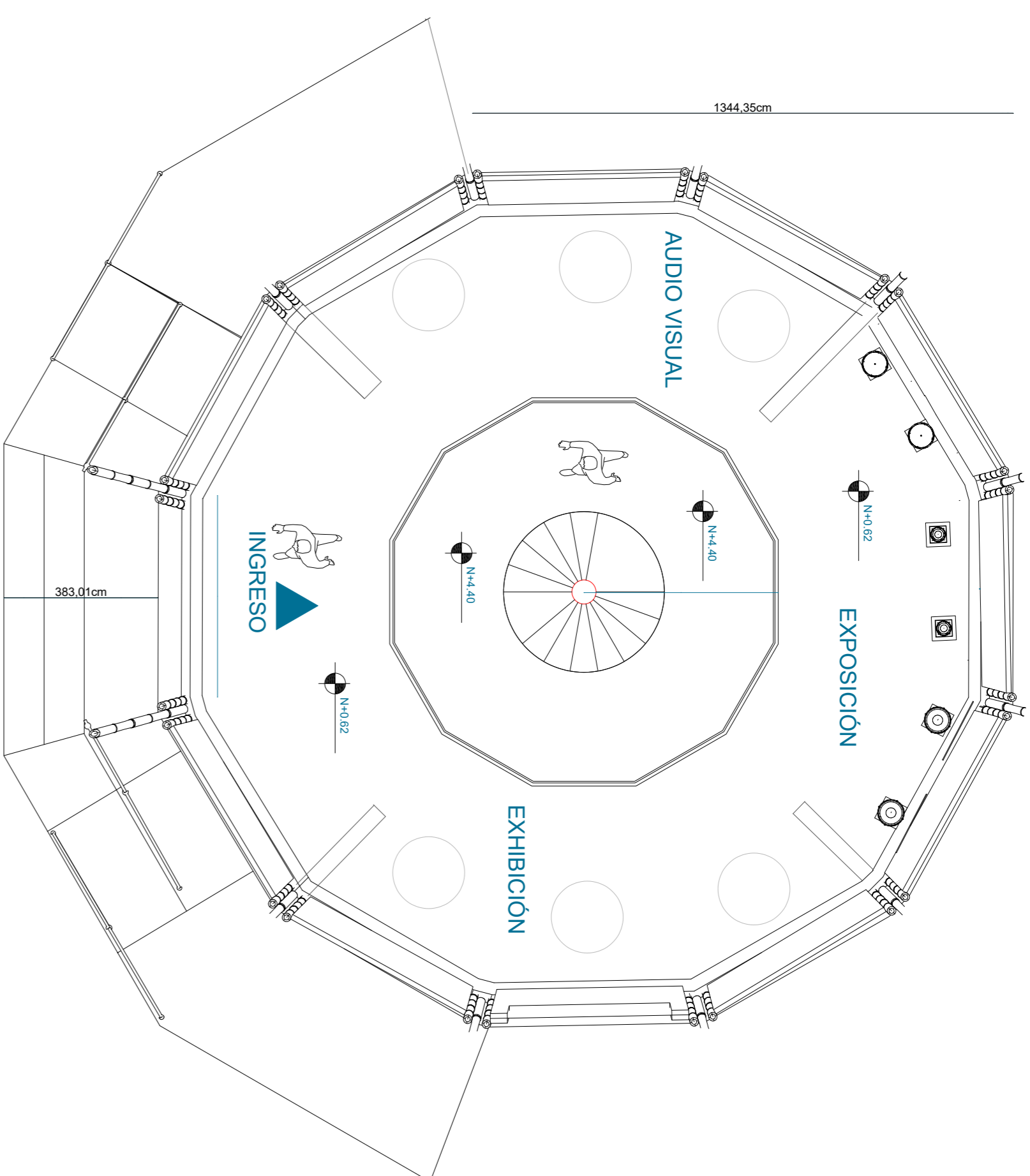
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	27.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
OTROS INDIRECTOS %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	27.50
VALOR OFERTADO	27.50

RUBRO : 5.5 Escalera

DETALLE:

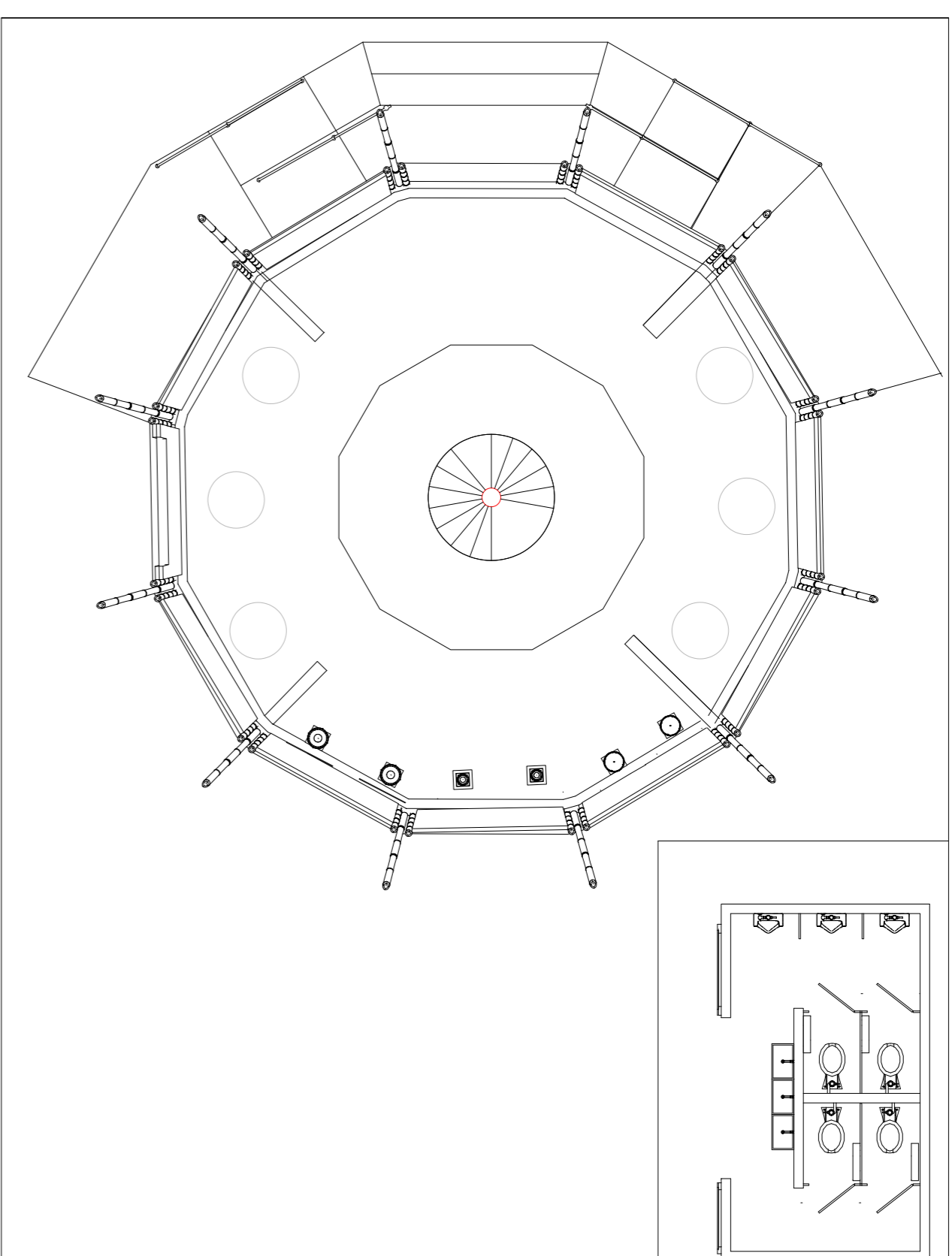
UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (TARIFA 3.00% MANO DE OBRA)	1.00	0.01	0.01	1.00	0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
CARPINTERO ESTRUCT. OCUP. D2	1.00	4.28	4.28	0.05	0.21
PEON ESTRUCT. OCUP. E2	1.00	4.23	4.23	0.05	0.21
SUBTOTAL N					0.42
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
Madera estructural seca (huellas, estructura)	m³	0.18	50.00	9.00	
Madera para pasamanos	ml	6.00	19.02	114.12	
Tornillos galvanizados	kg	1.50	3.50	5.25	
Pernos y anclajes metálicos	u	54.00	1.20	64.80	
Adhesivo estructural para madera	kg	1.00	6.50	6.50	
Barniz protector e impermeabilizante	l	2.00	14.70	29.40	
SUBTOTAL O					229.07
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C= A*B	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					229.50
INDIRECTOS Y UTILIDADES %					0.00
OTROS INDIRECTOS %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					229.50
VALOR OFERTADO					229.50



Planta Arquitectónica

ESC: 1:120

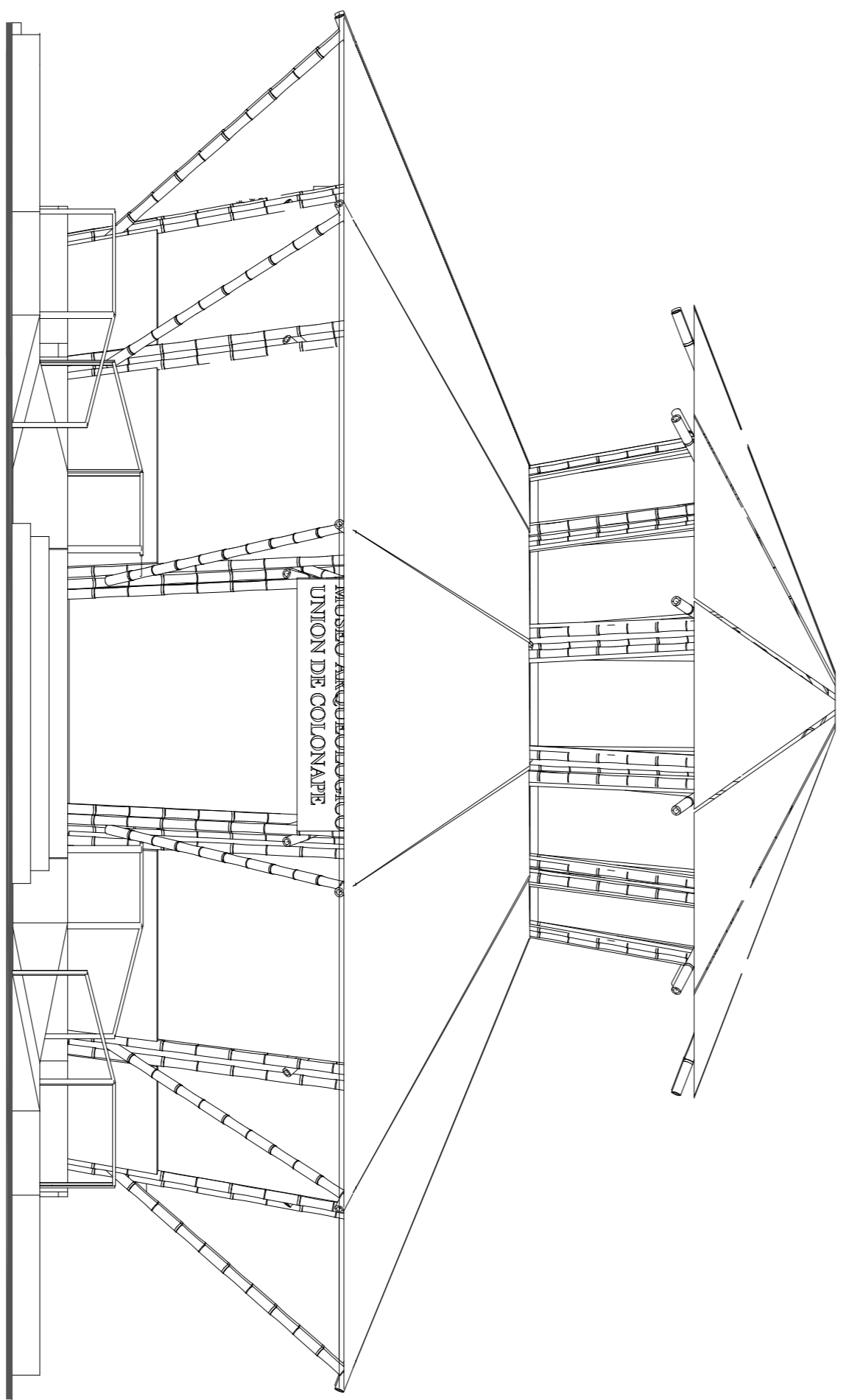


Implantación

ESC: 1:120

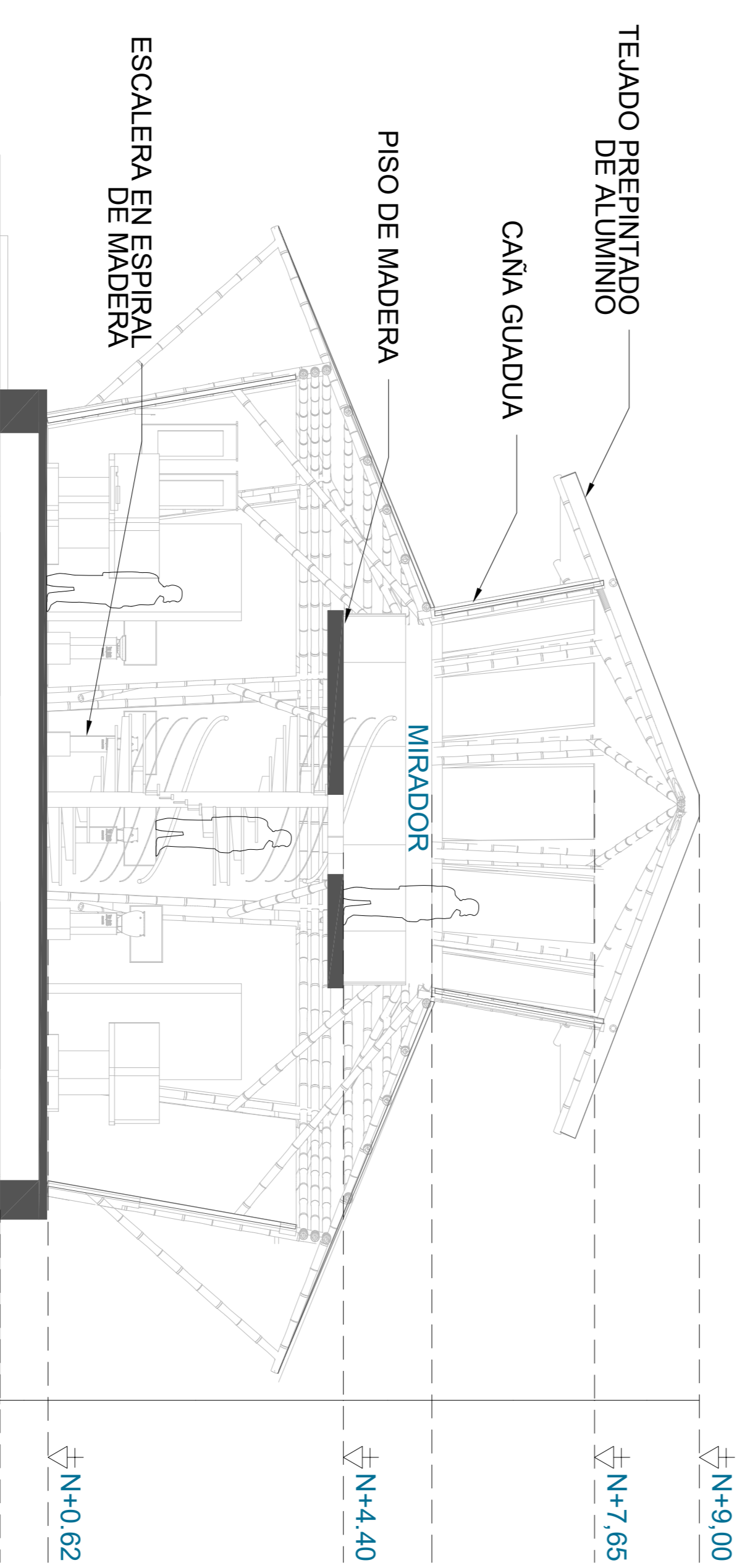
Notas especificaciones técnicas

- **Norma utilizada:** NEC-15 y NORMA TÉCNICA E. 100 BAMBÚ PERÚ
- Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
- El primer conector se debe ubicar a una distancia igual a 50 mm, medidos desde la cara del apoyo.
- Los pernos usados para las conexiones empernadas deben ser de acero estructural con refuerzo de fluencia no menor a 240 MPa
- **Resistencia del concreto para estructura:** $f'c=21\text{MPa}$
- **Resistencia del acero de refuerzo:** $f_y=420\text{MPa}$
- **Recubrimiento:** para cimentación 75mm, para columnas y vigas 40mm



Fachada frontal

ESC: 1:120



Corte transversal

ESC: 1:120

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO

Diseño estructural e hidrosanitario del Museo de Patrimonio Cultural Colonape, Cantón el Carmen - Manabí

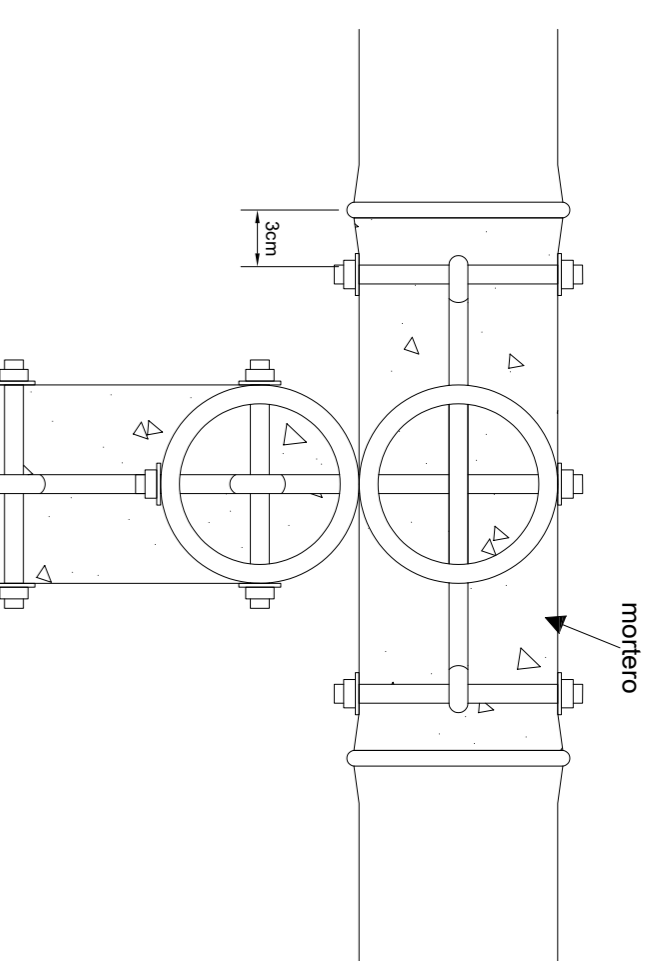
CONTENIDO:

Vistas arquitectónicas

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Paulina Vilela	Estudiante: Intriago Mejía Katya Antonella	Fecha de Entrega: 16 de Enero, 2026
Tutor de proyecto: M.Sc. Walter Hurtado		Última Escala: A 1/1 1:120

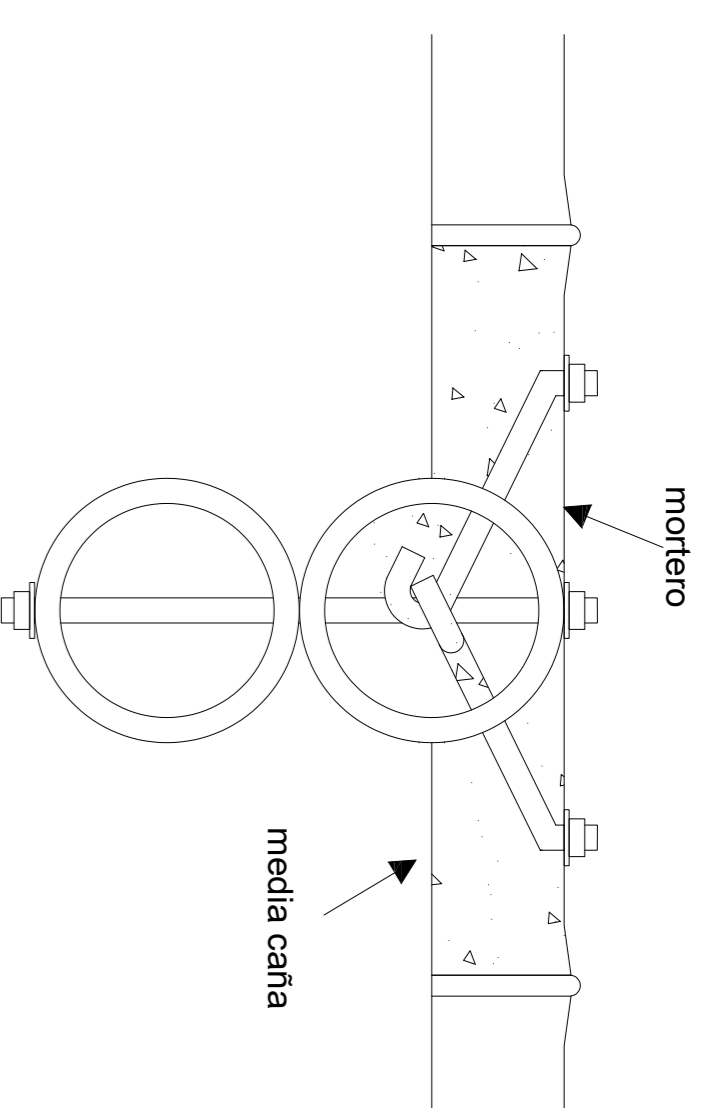
Notas especificaciones técnicas

- **Norma utilizada:** NEC-15 y NORMA TÉCNICA E. 100 BAMBÚ PERÚ
- Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
- El primer conector se debe ubicar a una distancia igual a 50 mm, medidos desde la cara del apoyo.
- Los pernos usados para las conexiones empernadas deben ser de acero estructural con refuerzo de fluencia no menor a 240 MPa
- **Resistencia del concreto para estructura:** $f_c=21\text{MPa}$
- **Resistencia del acero de refuerzo:** $f_y=420\text{MPa}$
- **Recubrimiento:** para cimentación 75mm, para columnas y vigas 40mm



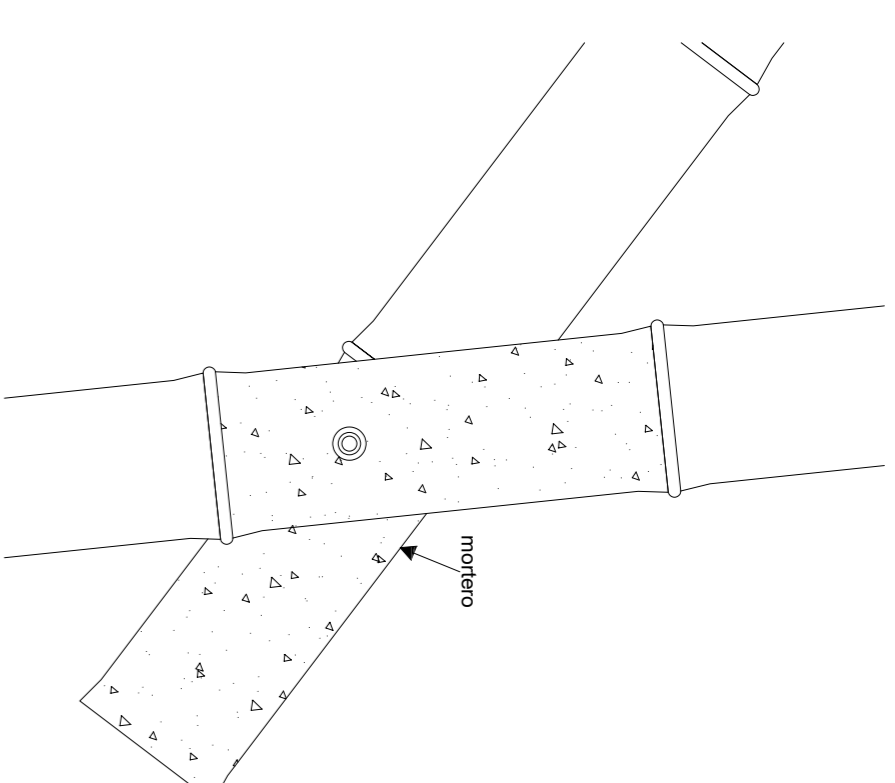
Conexión 1 - Vista frontal

ESC: 1:4



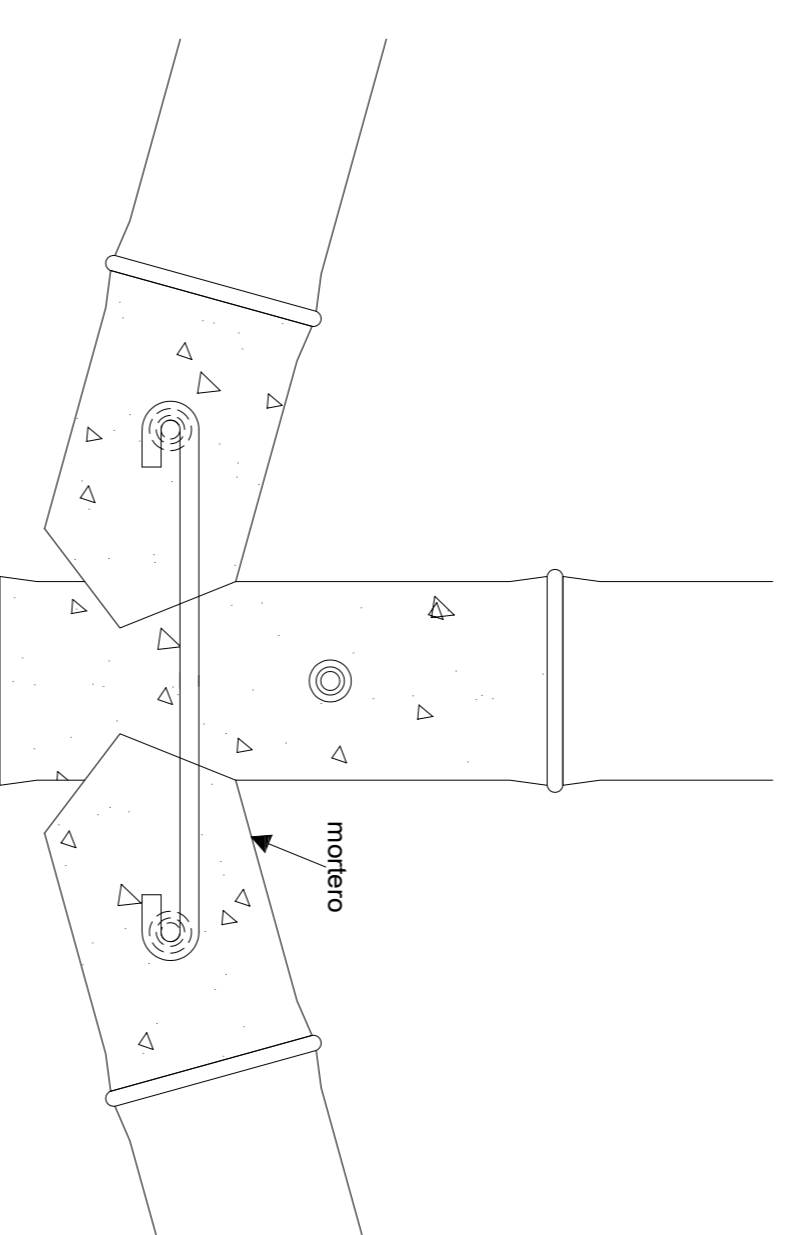
Conexión 2 - Vista frontal

ESC: 1:3



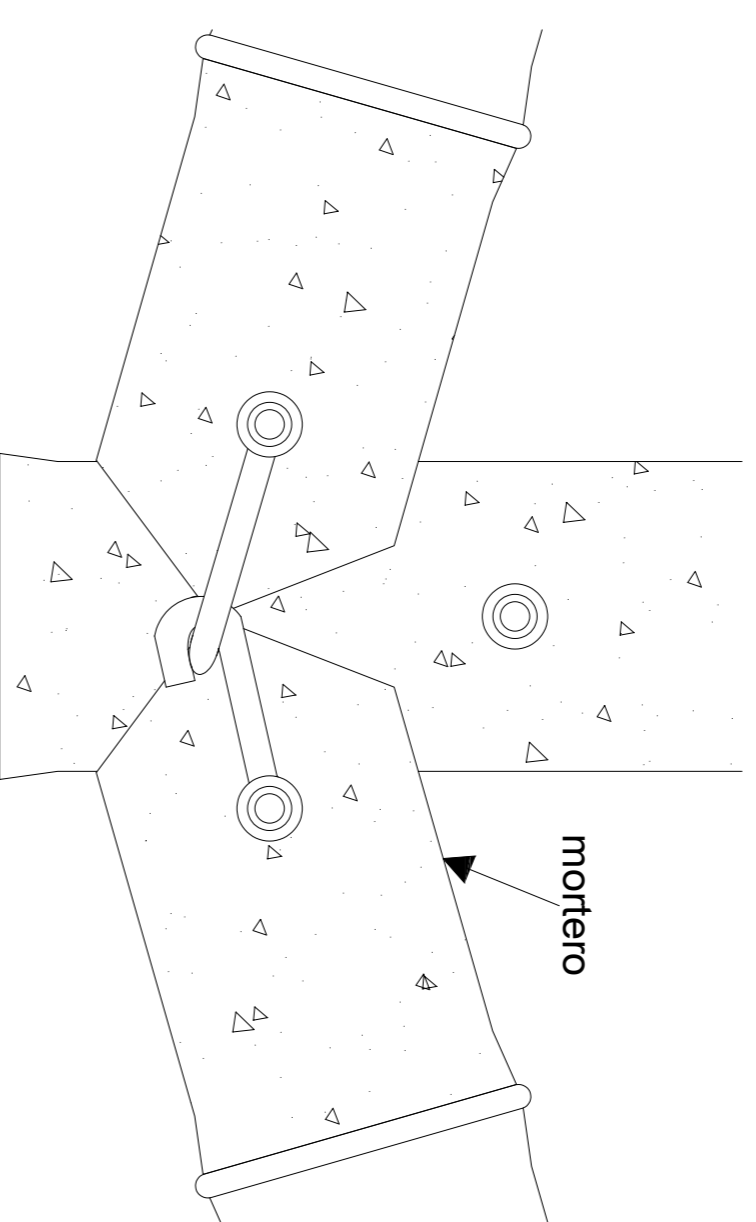
Conexión 3 - Vista lateral

ESC: 1:5



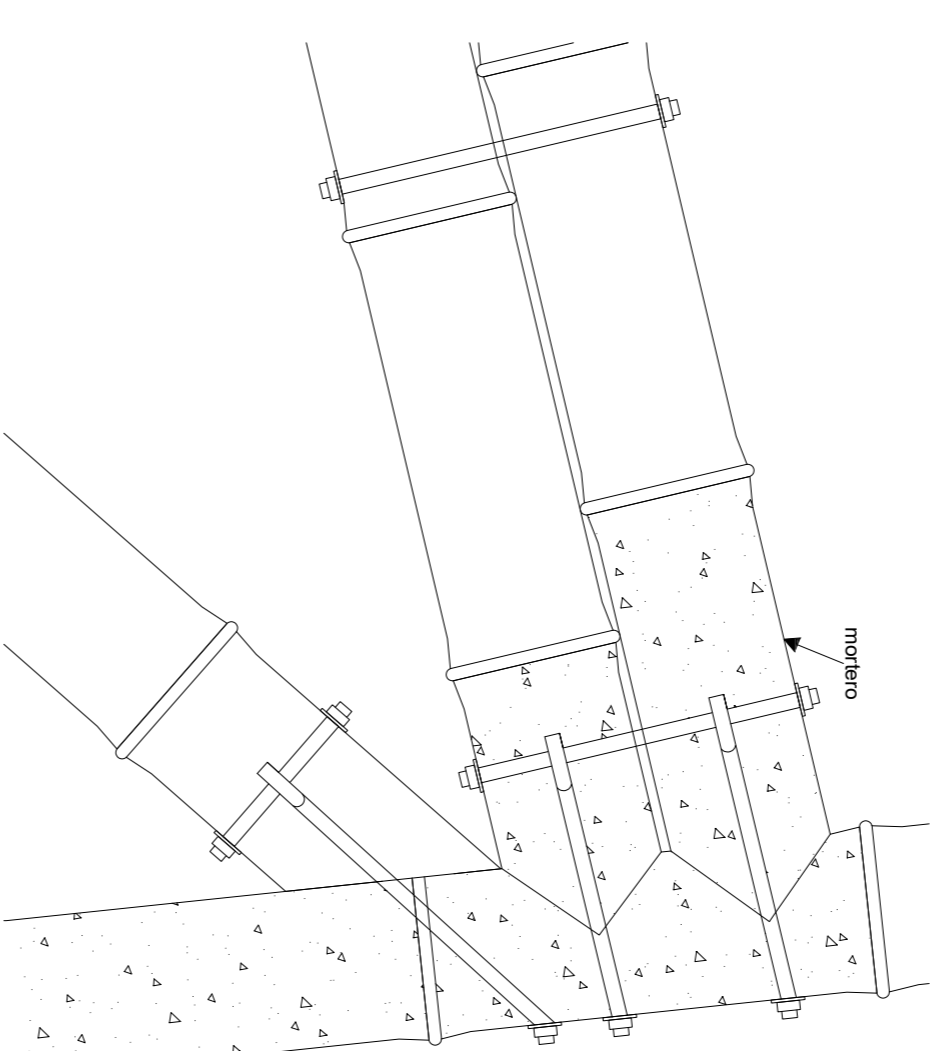
Conexión 1 - Vista en planta

ESC: 1:4



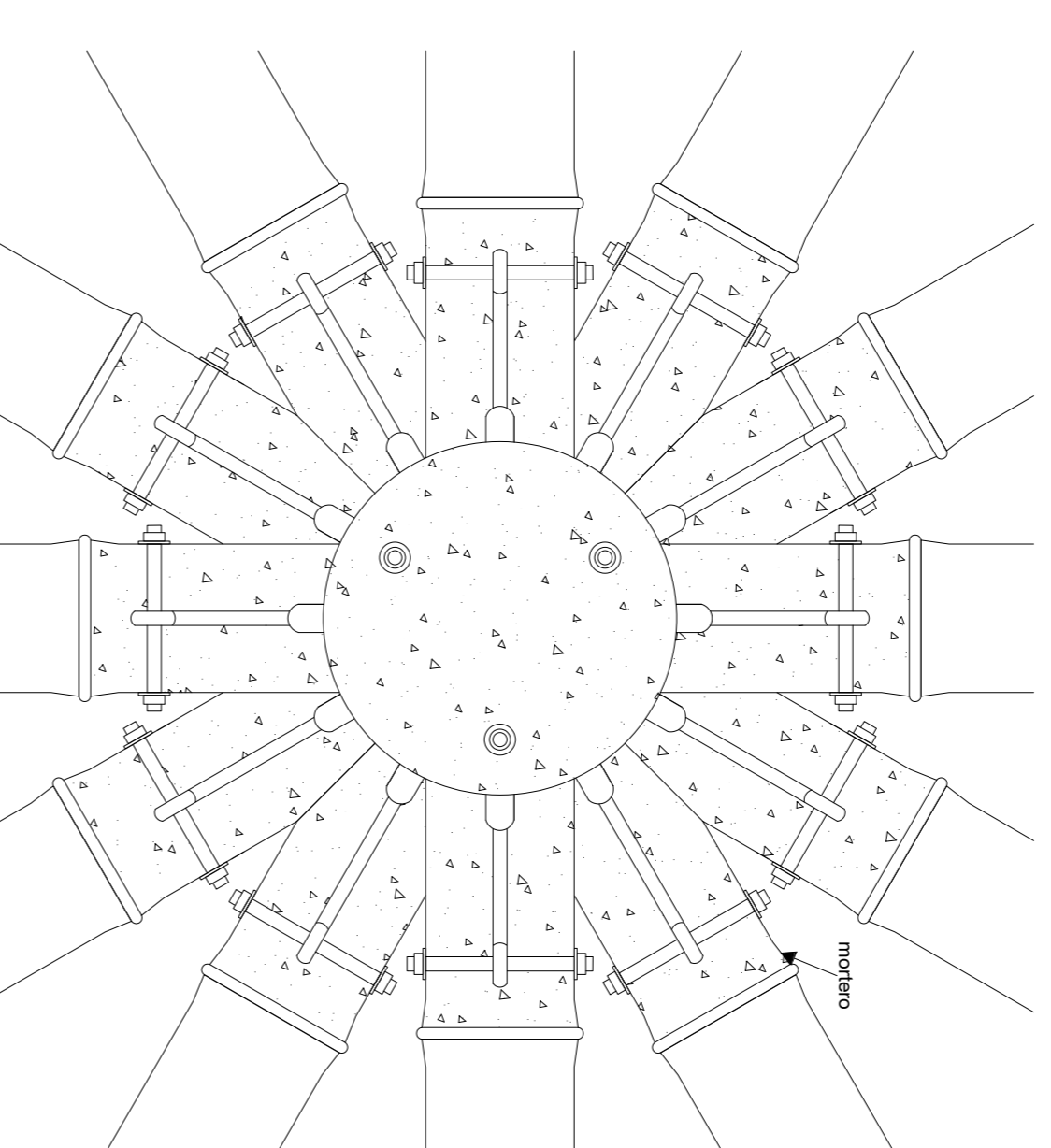
Conexión 2 - Vista en planta

ESC: 1:4



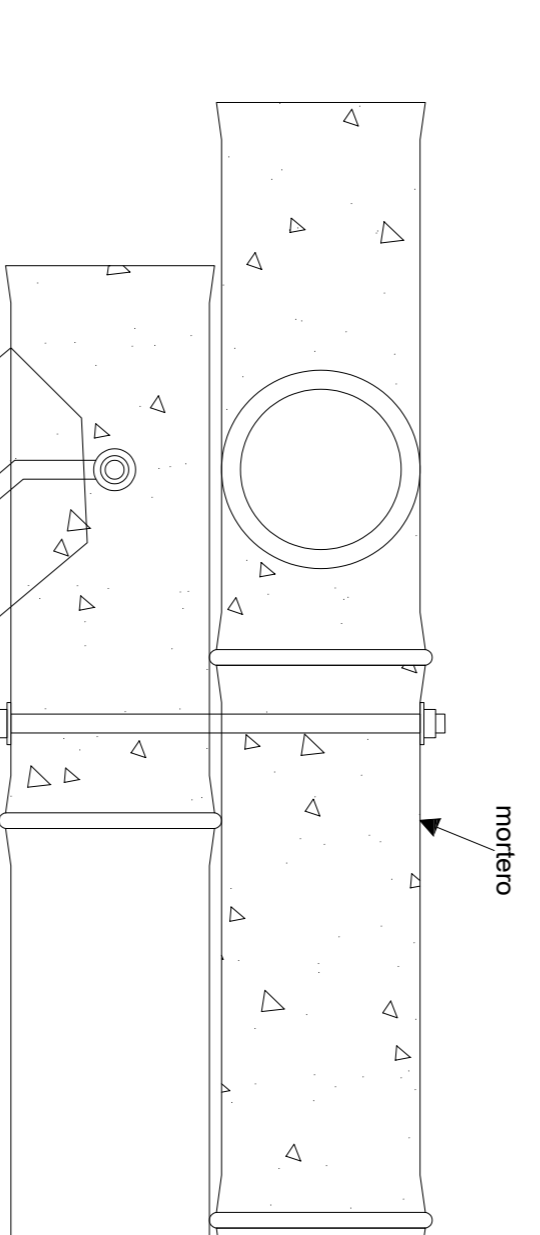
Conexión 4 - Vista lateral

ESC: 1:5



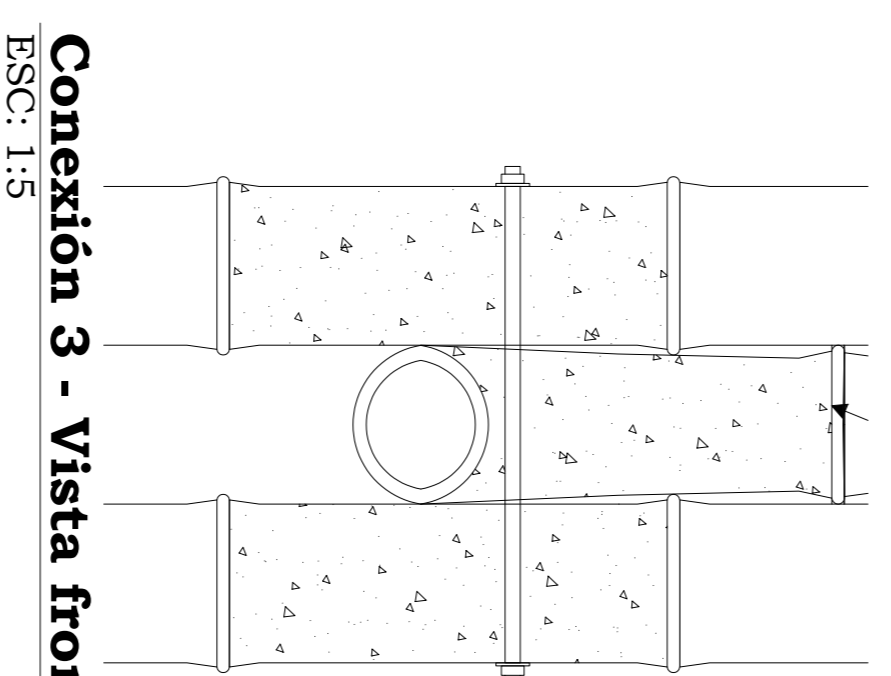
Conexión 6 - Vista en planta

ESC: 1:5



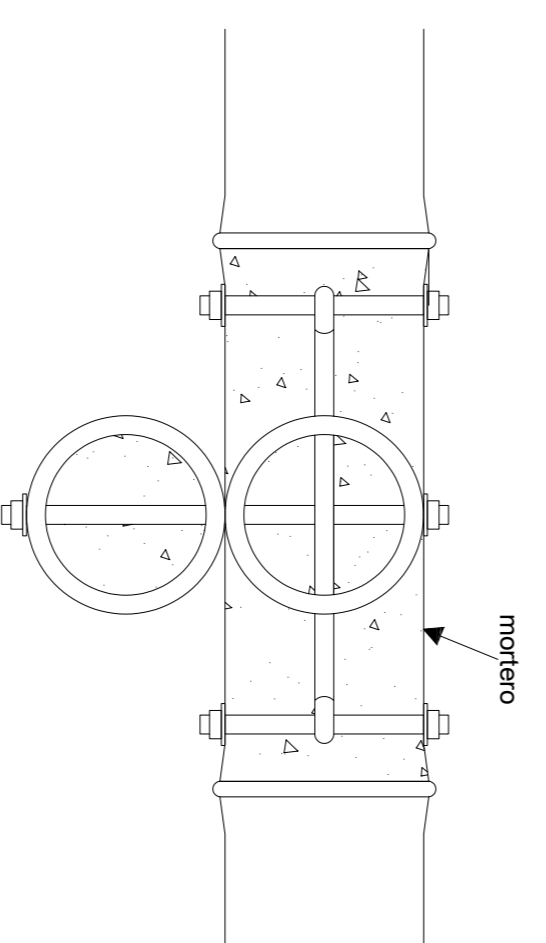
Conexión 1 - Vista lateral

ESC: 1:4



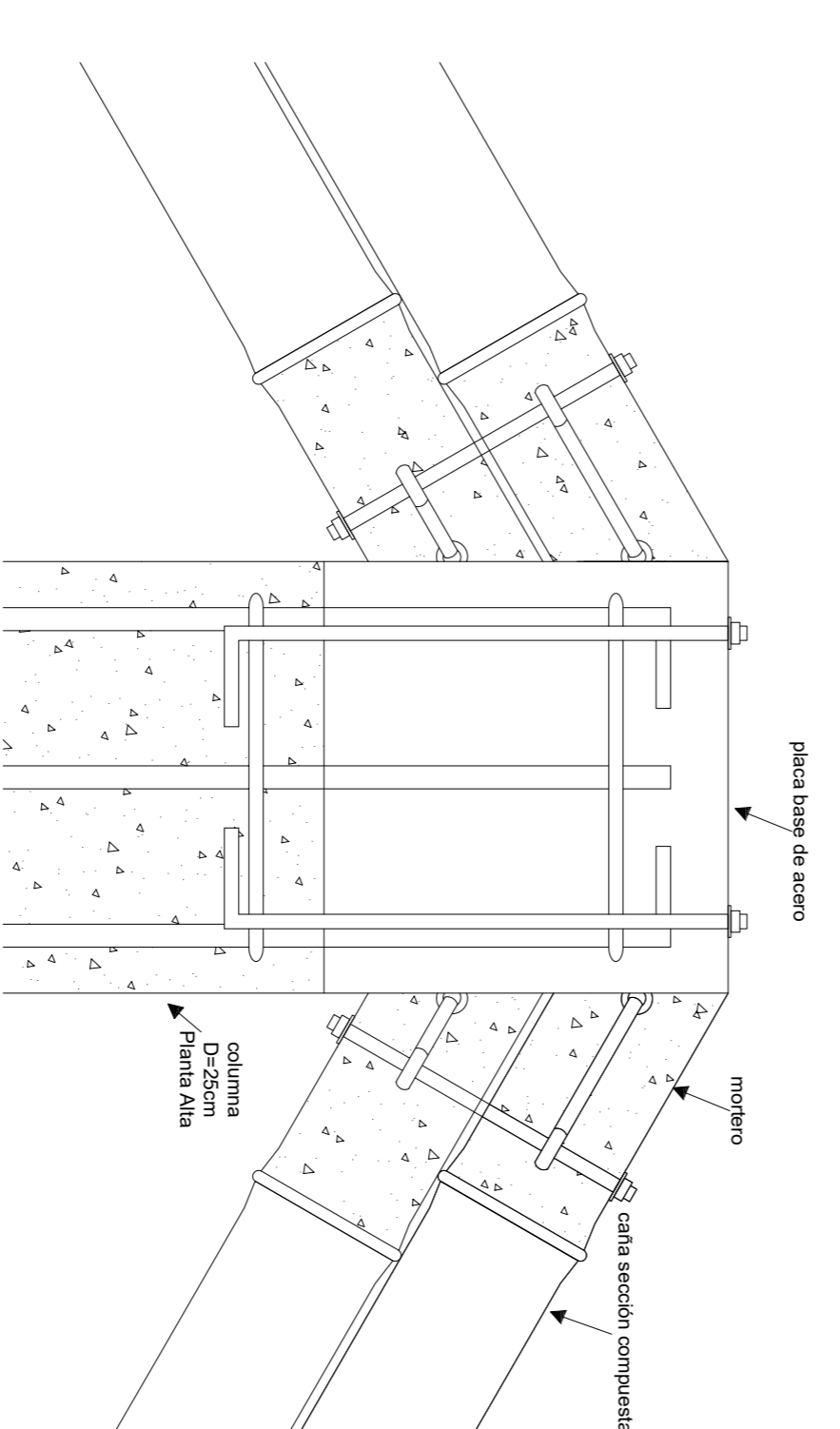
Conexión 3 - Vista frontal

ESC: 1:5



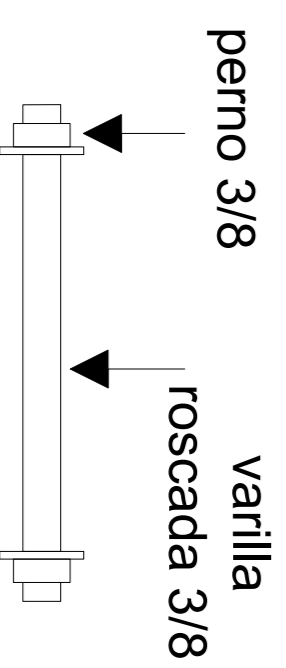
Conexión 5 - Vista frontal

ESC: 1:4



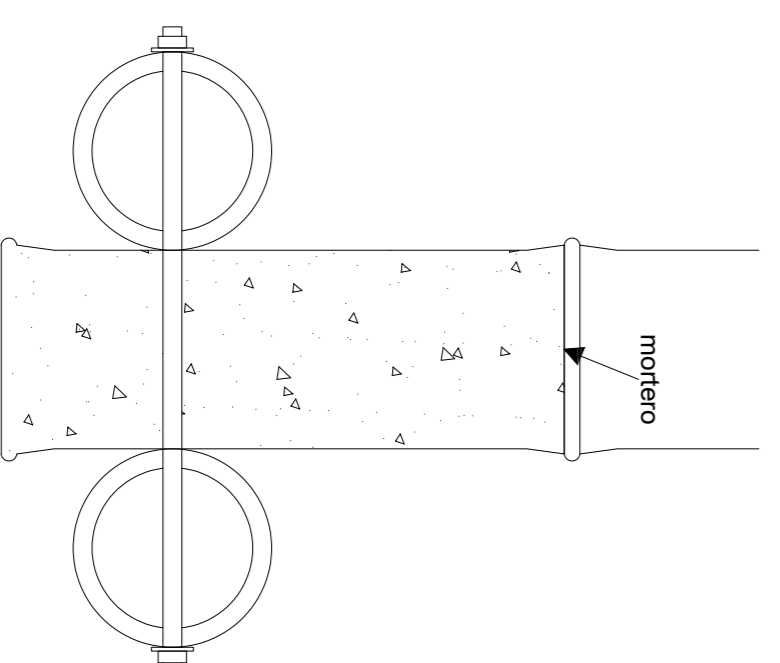
Conexión 6 - Vista frontal

ESC: 1:5



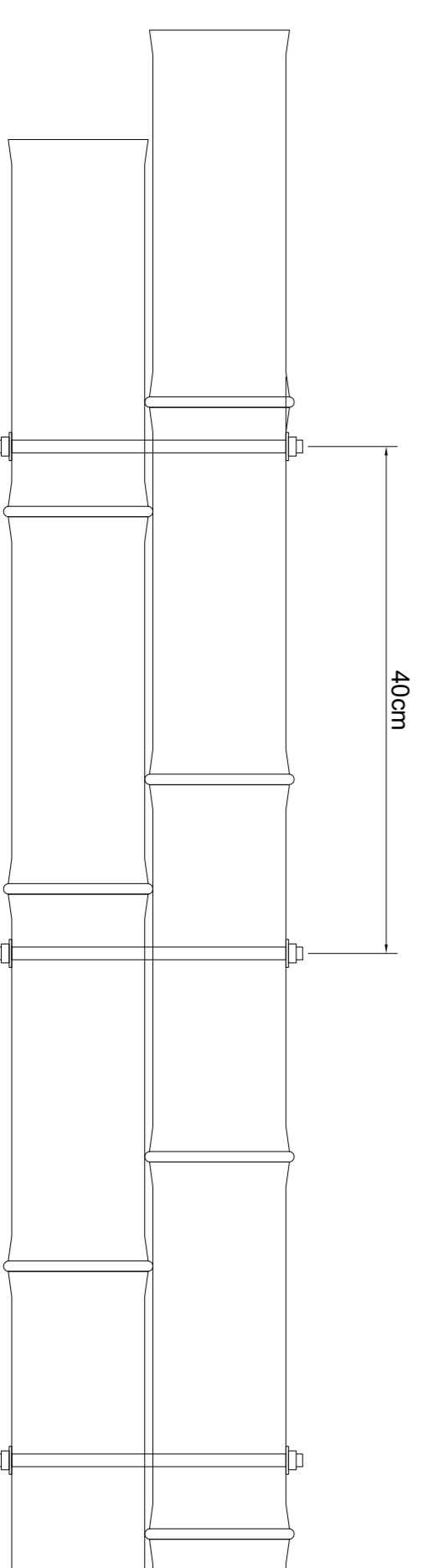
Sistema de unión

ESC: 1:2



Conexión 3 - Vista en planta

ESC: 1:4



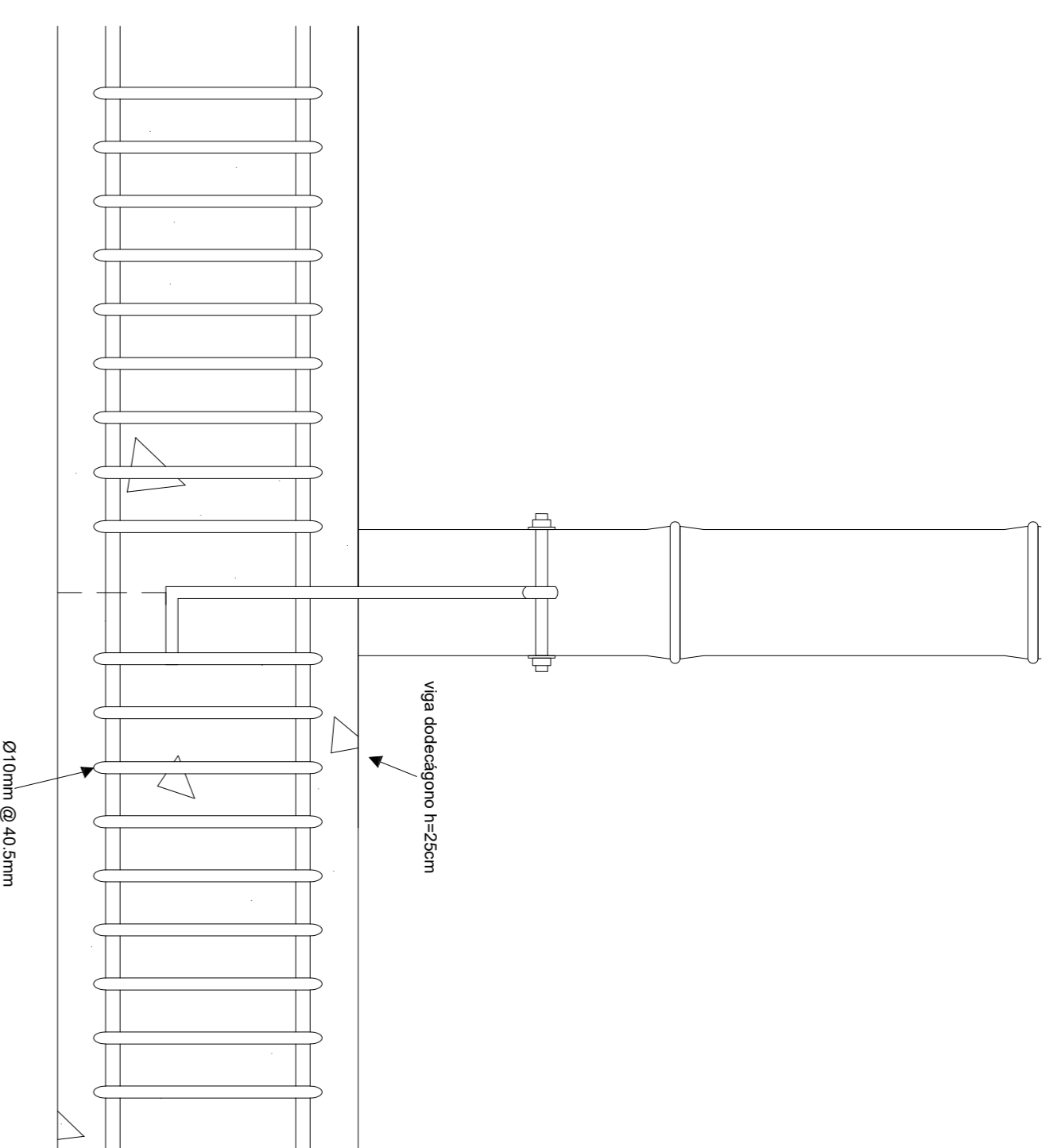
Conexión sección compuesta

ESC: 1:5

<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENCIAS DE LA TIERRA</p>			
<p>PROYECTO: Diseño estructural e hidrosanitario del Museo de Patrimonio Cultural Colonape, Cantón el Carmen - Manabí</p>			
CONTENIDO:		DETALLE DE CONEXIONES	
Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Paulina Vilela	Estudiante: Intriago Mejía Katya Antonella	Fecha de Entrega: 16 de Enero, 2026	Escala: Varías
Tutor de proyecto: M.Sc. Waller Hurtado			

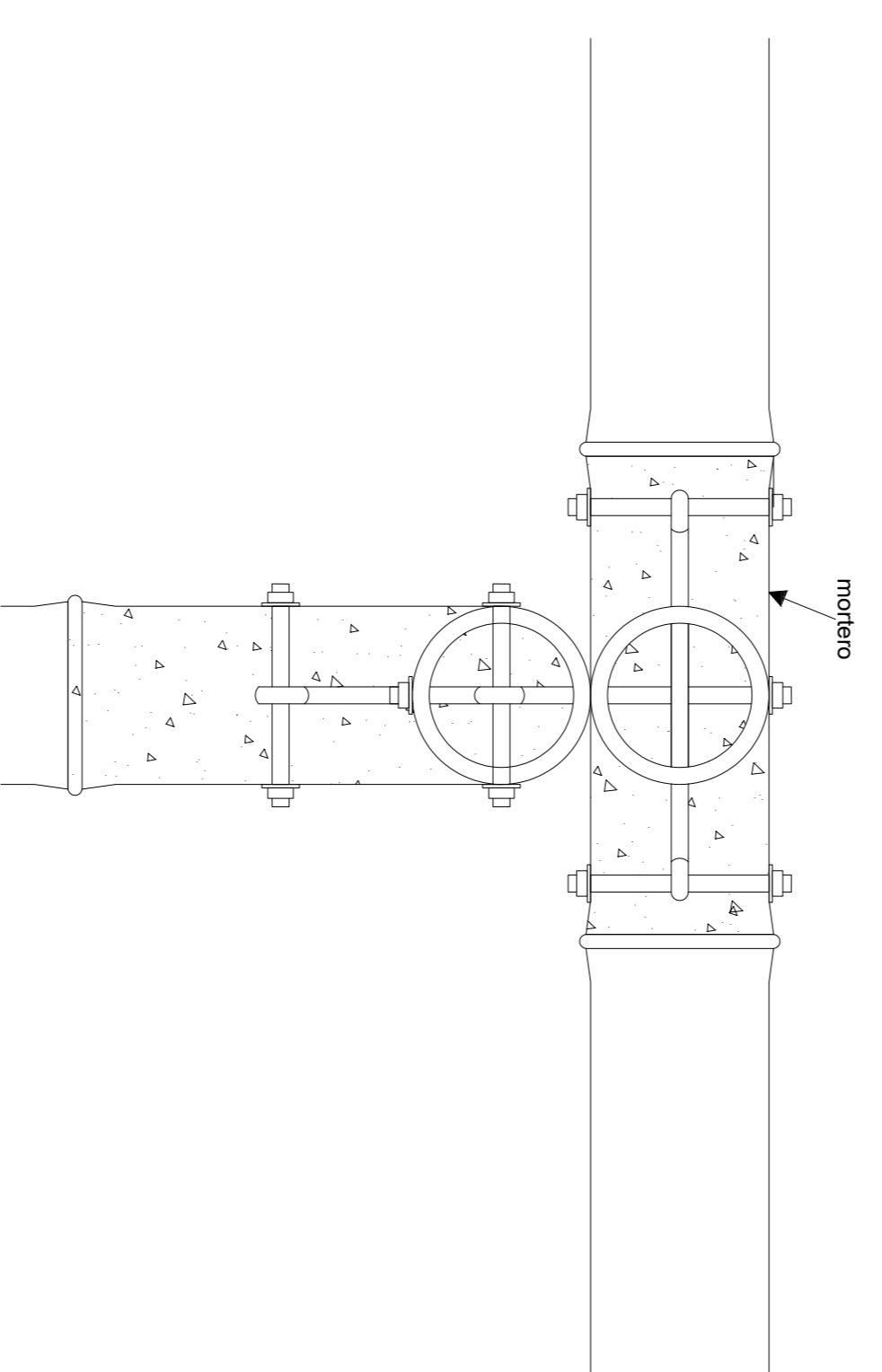
Notas especificaciones técnicas

- **Norma utilizada:** NEC-15 y NORMA TÉCNICA E. 100 BAMBÚ PERÚ
- Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
- El primer conector se debe ubicar a una distancia igual a 50 mm, medidos desde la cara del apoyo.
- Los pernos usados para las conexiones empernadas deben ser de acero estructural con refuerzo de fluencia no menor a 240 MPa
- **Resistencia del concreto para estructura:** $f'c=21\text{MPa}$
- **Resistencia del acero de refuerzo:** $f_y=420\text{MPa}$
- **Recubrimiento:** para cimentación 75mm, para columnas y vigas 40mm



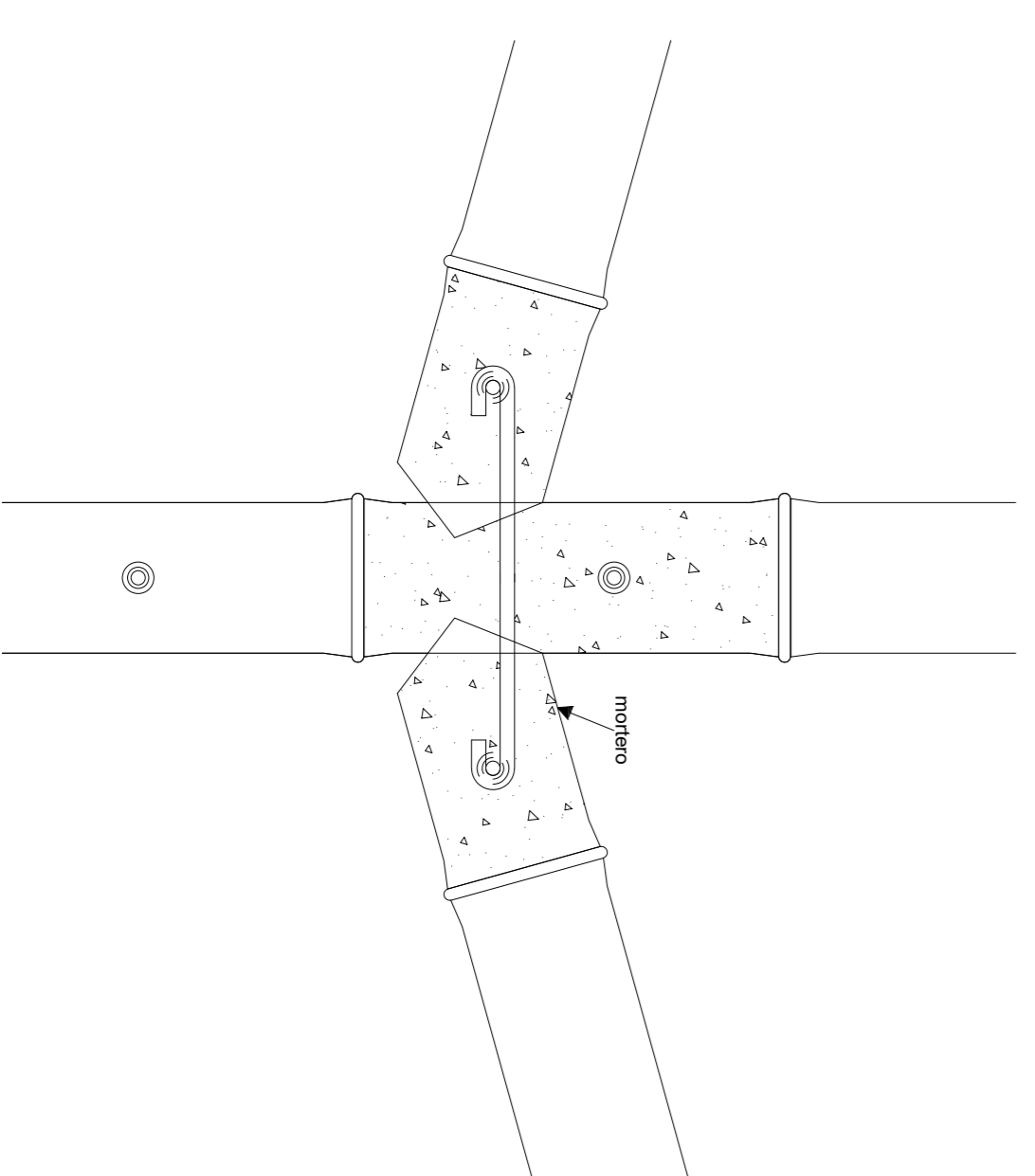
Conexión 7 - Vista frontal

ESC: 1:5



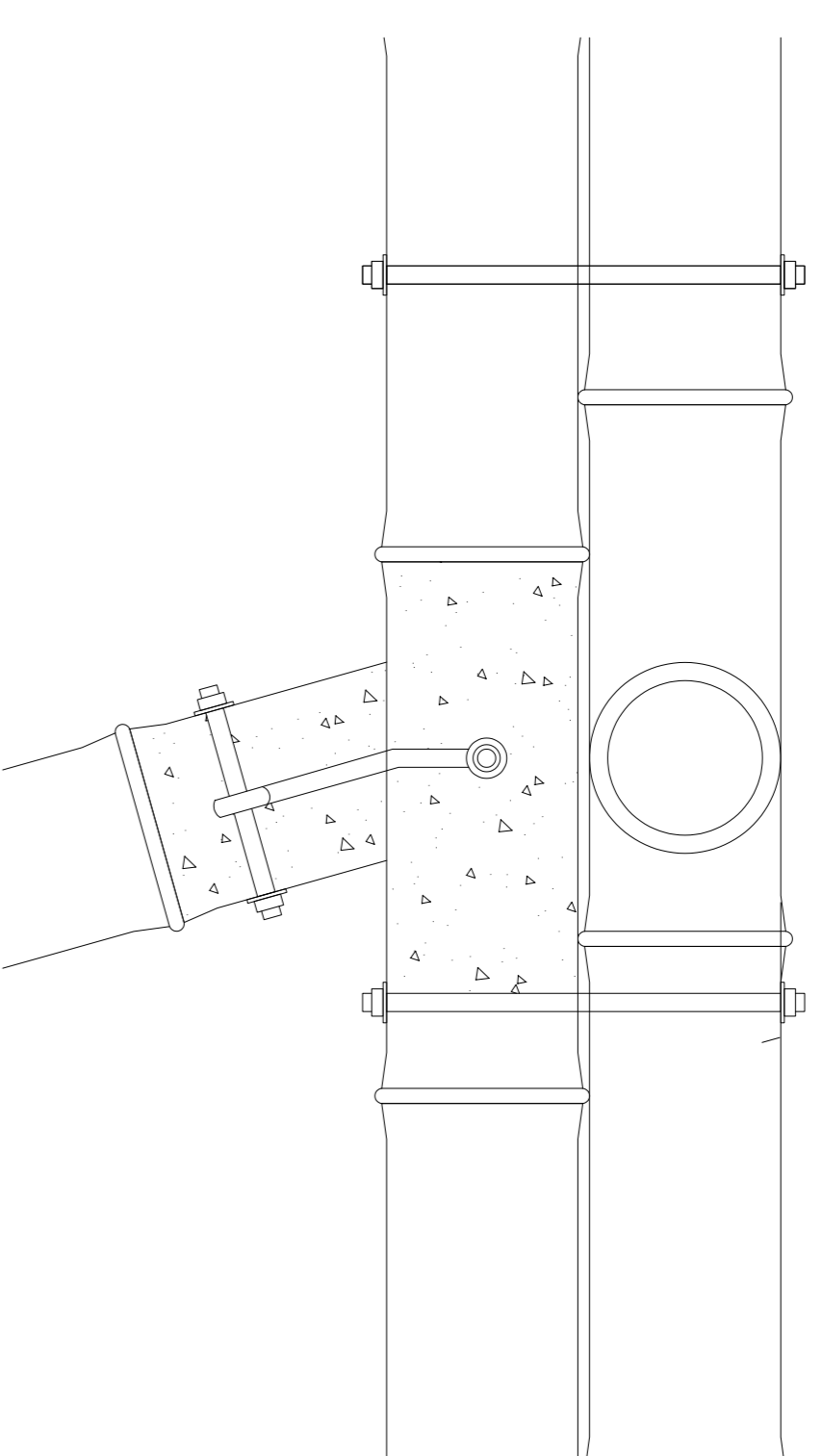
Conexión 8 - Vista frontal

ESC: 1:4



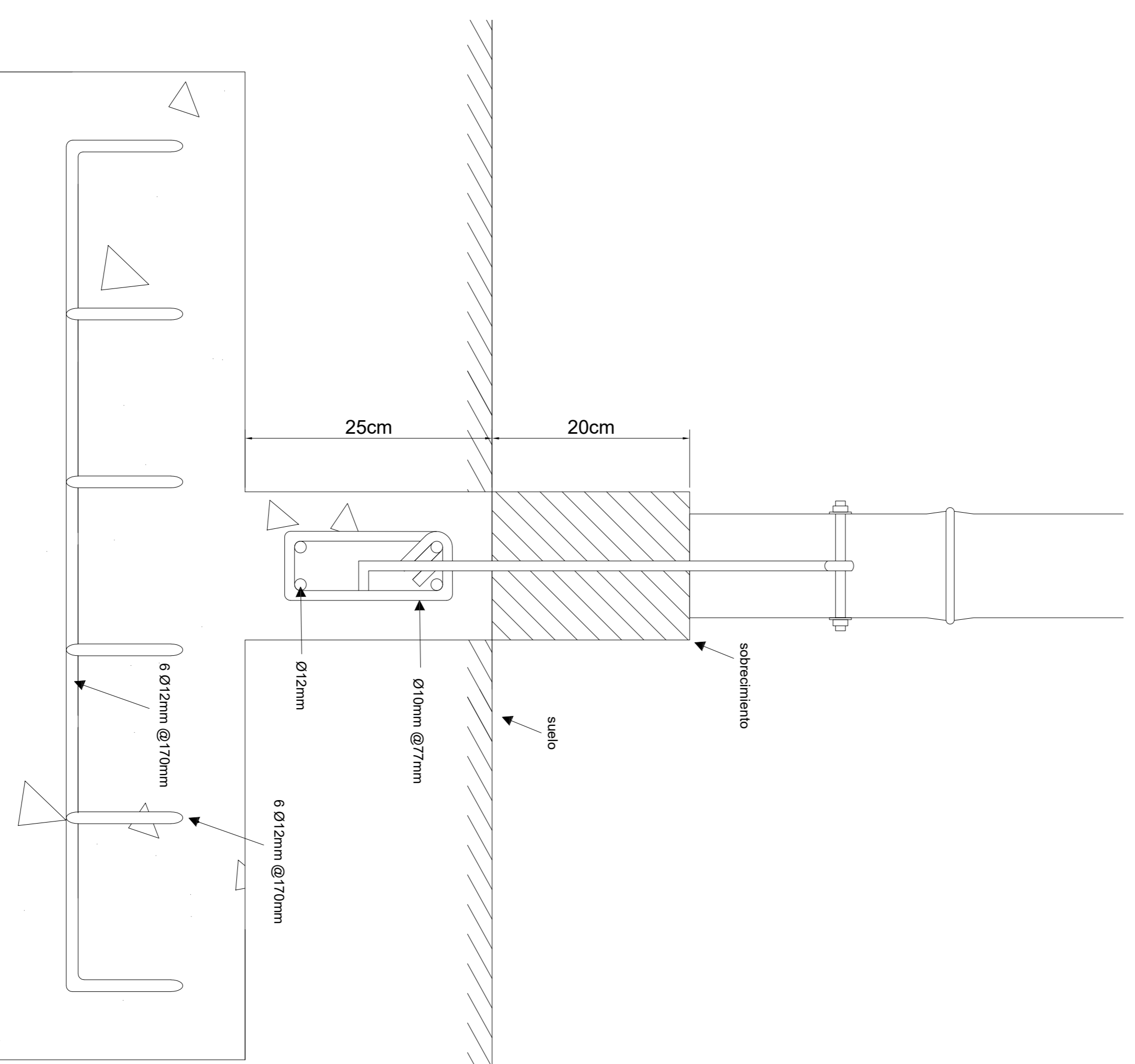
Conexión 8 - Vista en planta

ESC: 1:5



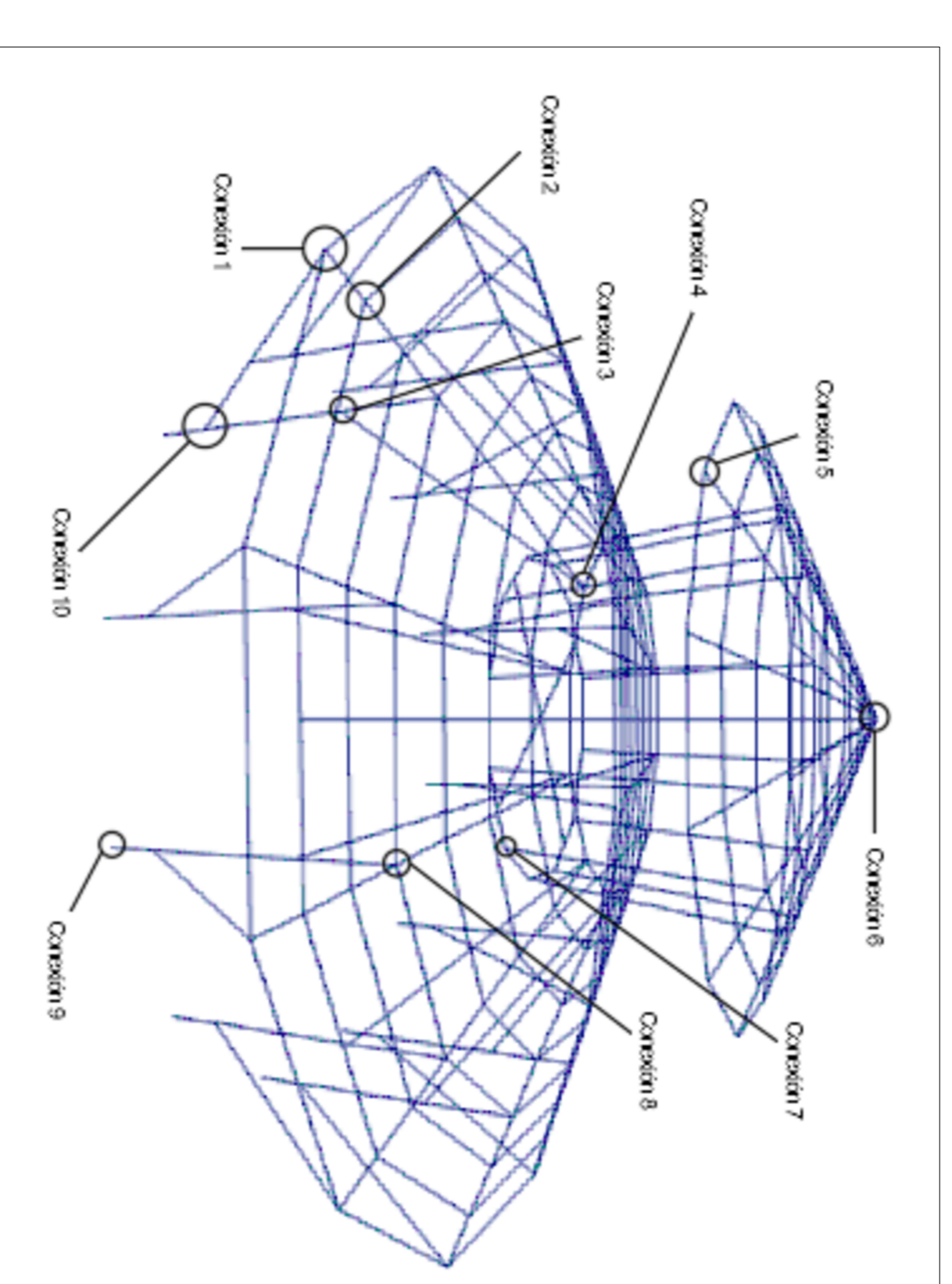
Conexión 8 - Vista lateral

ESC: 1:4



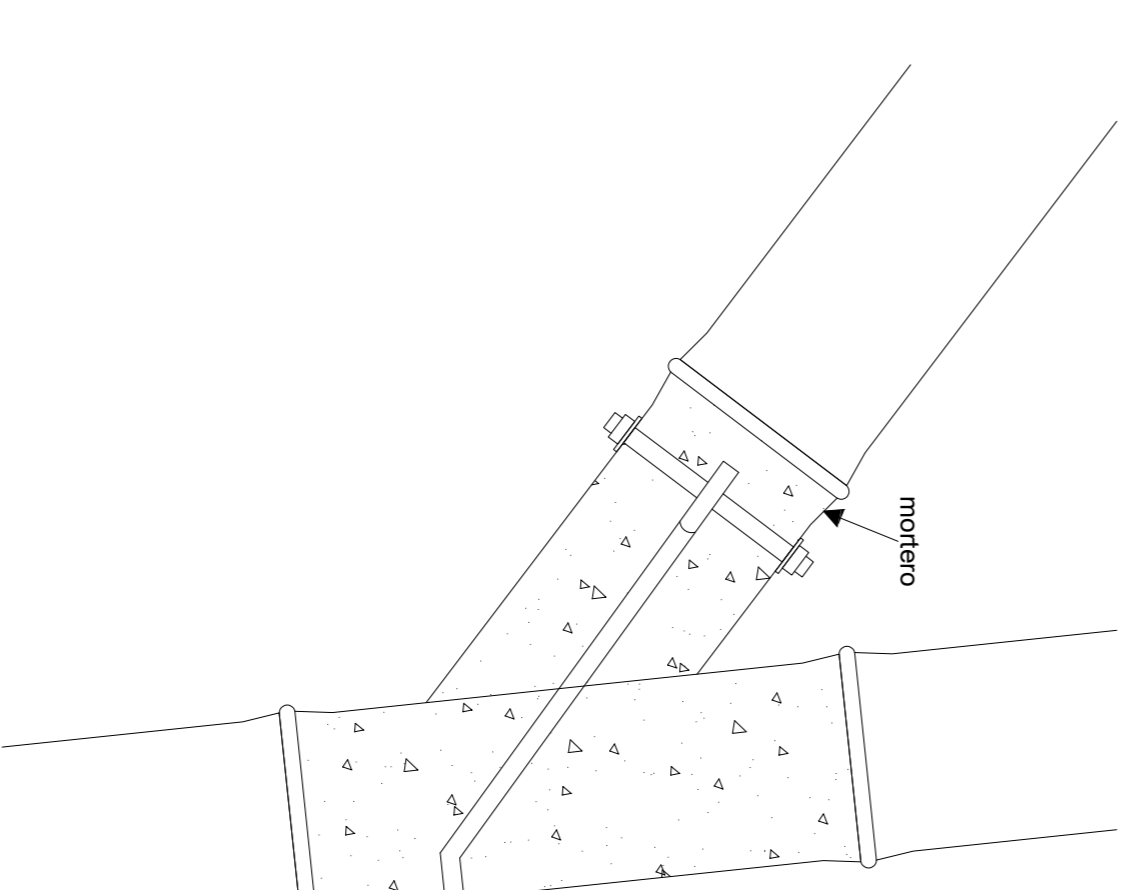
Conexión 9 - Vista lateral

ESC: 1:4



Conexiones - Vista 3D

ESC: 1:40



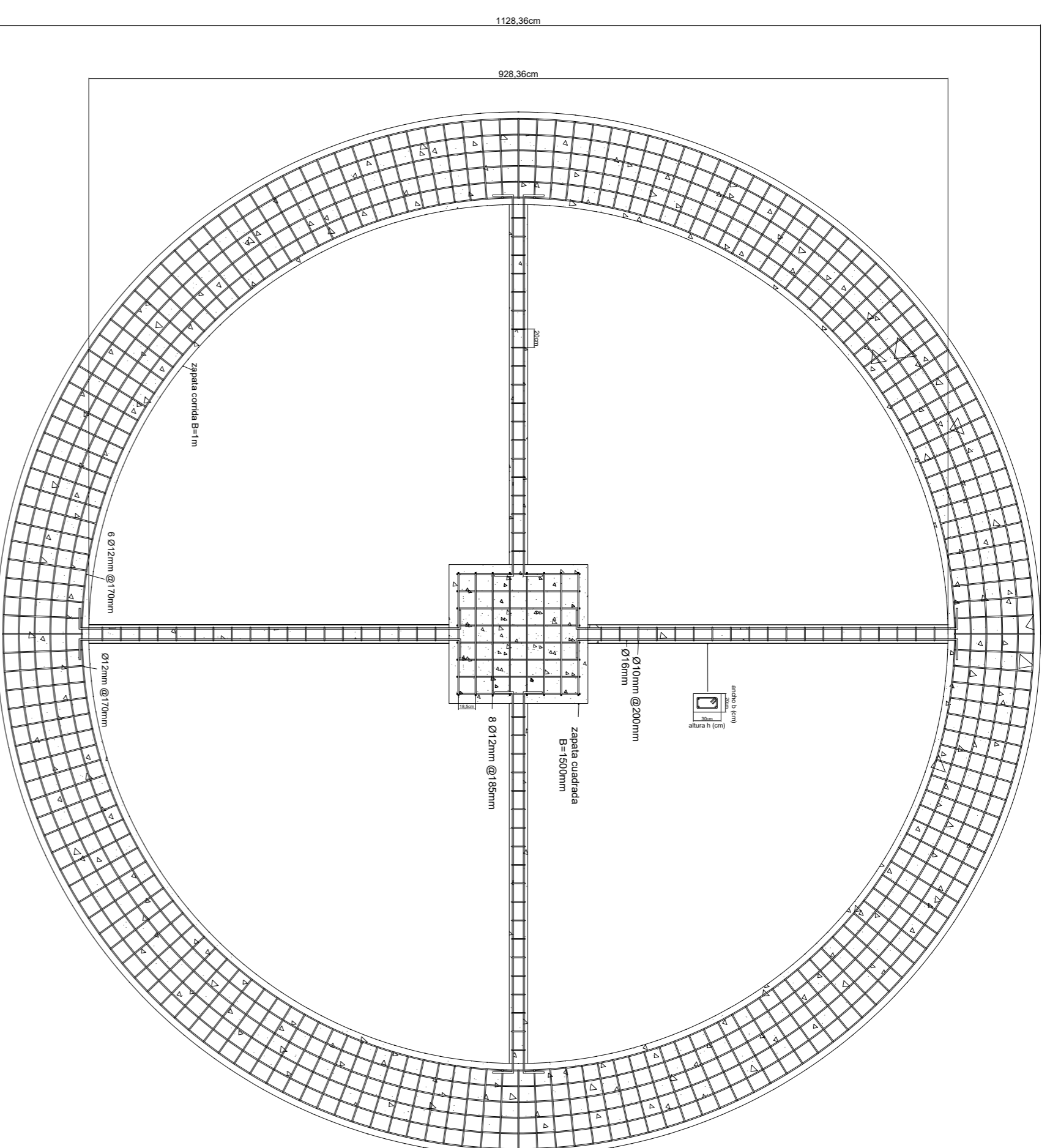
Conexión 10 - Vista lateral

ESC: 1:4

PROYECTO			
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENCIAS DE LA TIERRA			
DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO DEL MUSEO DE PATRIMONIO CULTURAL COLONAPE, CANTÓN EL CARMEN - MANABI			
CONTENIDO:			
DETALLE DE CONEXIONES			
Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Paulina Vilela	Estudiante: Intriago Mejía Karly Antonella	Fecha de Entrega: 16 de Enero, 2026	Escala: Varías
Tutor de proyecto: M.Sc. Waller Hurtado		Última: E 23	

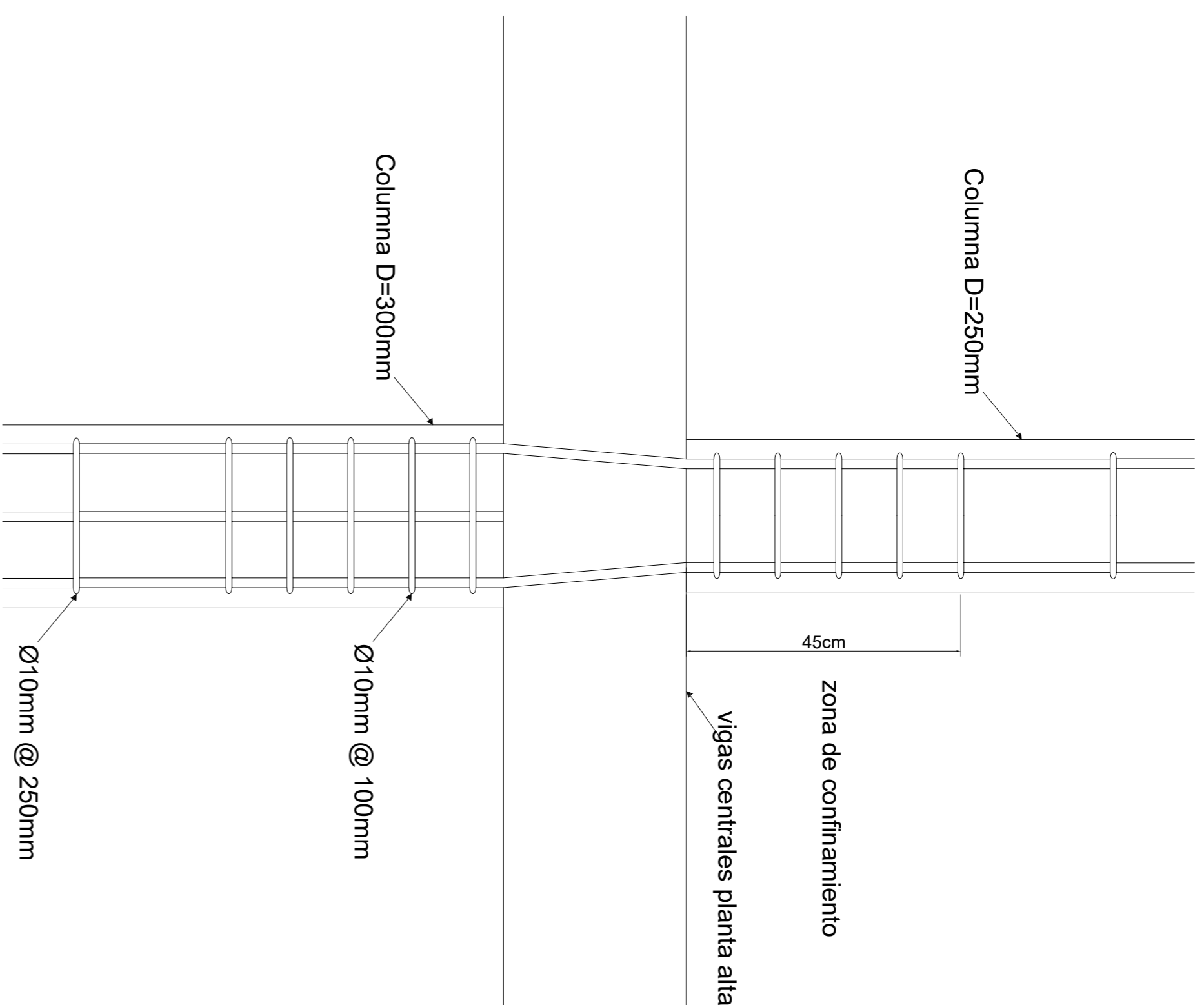
Notas especificaciones técnicas

- **Norma utilizada:** NEC-15 y NORMA TÉCNICA E. 100 BAMBÚ PERÚ
- Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
- El primer conector se debe ubicar a una distancia igual a 50 mm, medidos desde la cara del apoyo.
- Los pernos usados para las conexiones empernadas deben ser de acero estructural con refuerzo de fluencia no menor a 240 MPa
- **Resistencia del concreto para estructura:** $f'c=21\text{MPa}$
- **Resistencia del acero de refuerzo:** $f_y=420\text{MPa}$
- **Recubrimiento:** para cimentación 75mm, para columnas y vigas 40mm



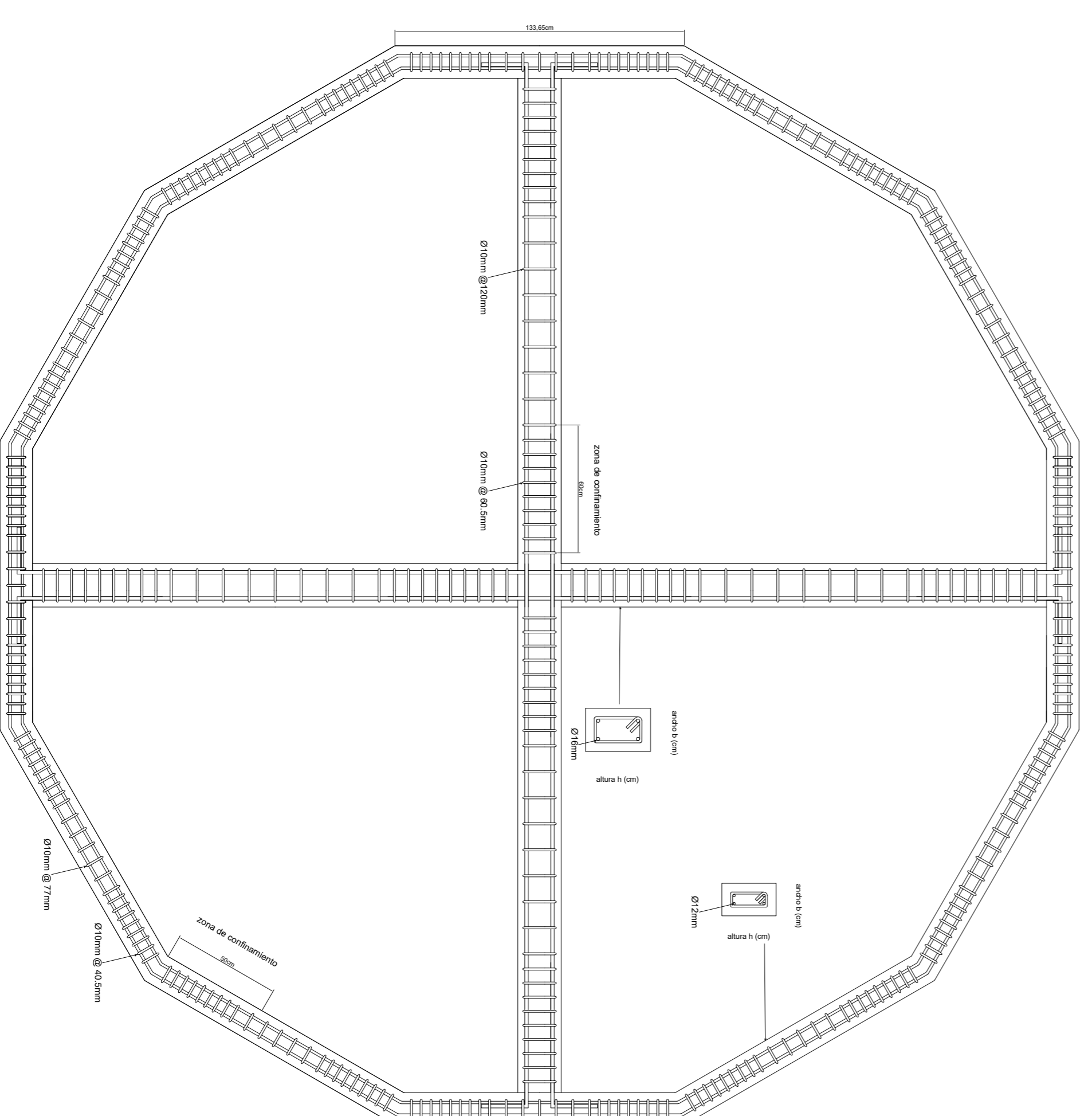
Cimentación - Vista en planta

ESC: 1:50



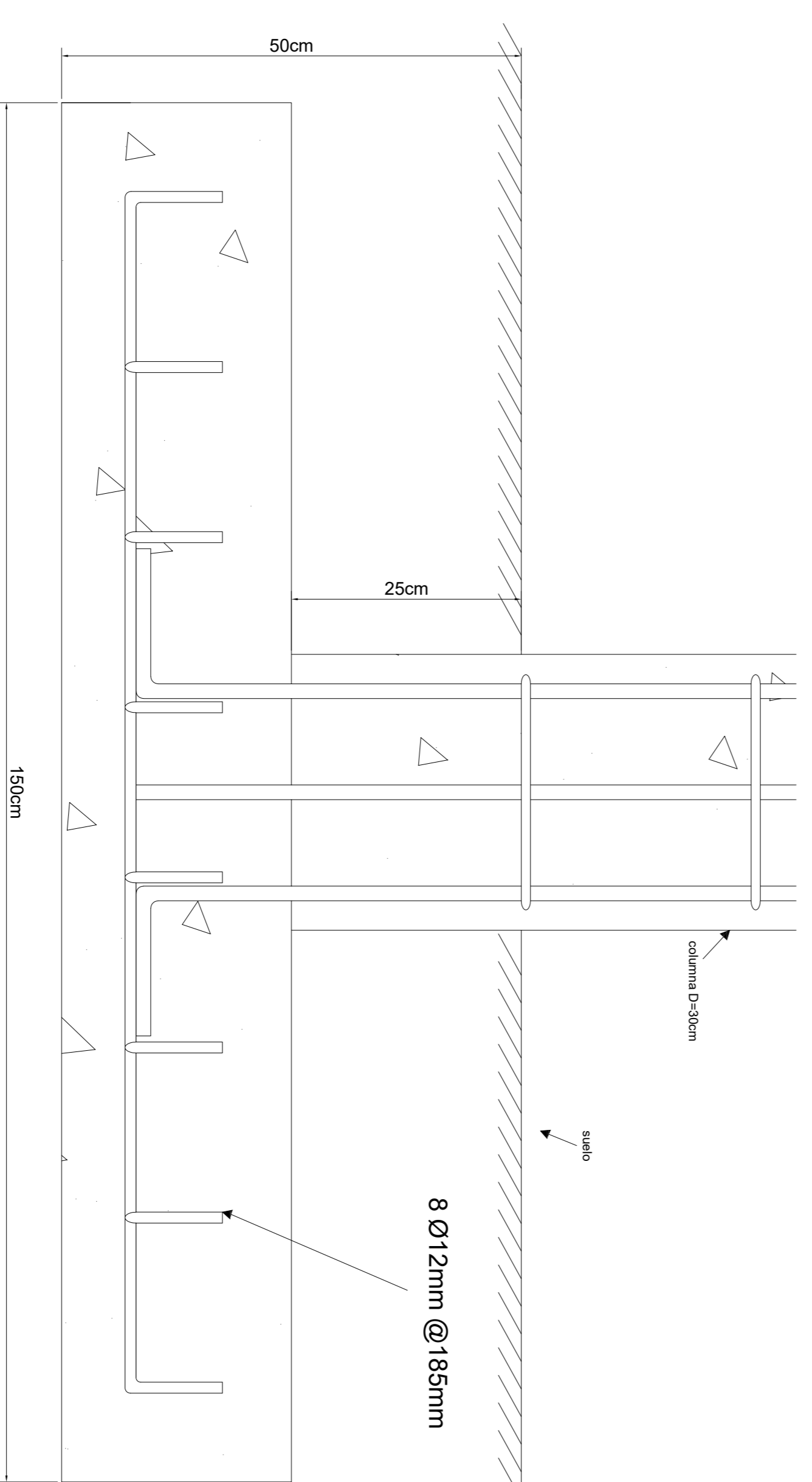
Columnas - Vista frontal

ESC: 1:8



Vigas de la Planta Alta - Vista en planta

ESC: 1:20



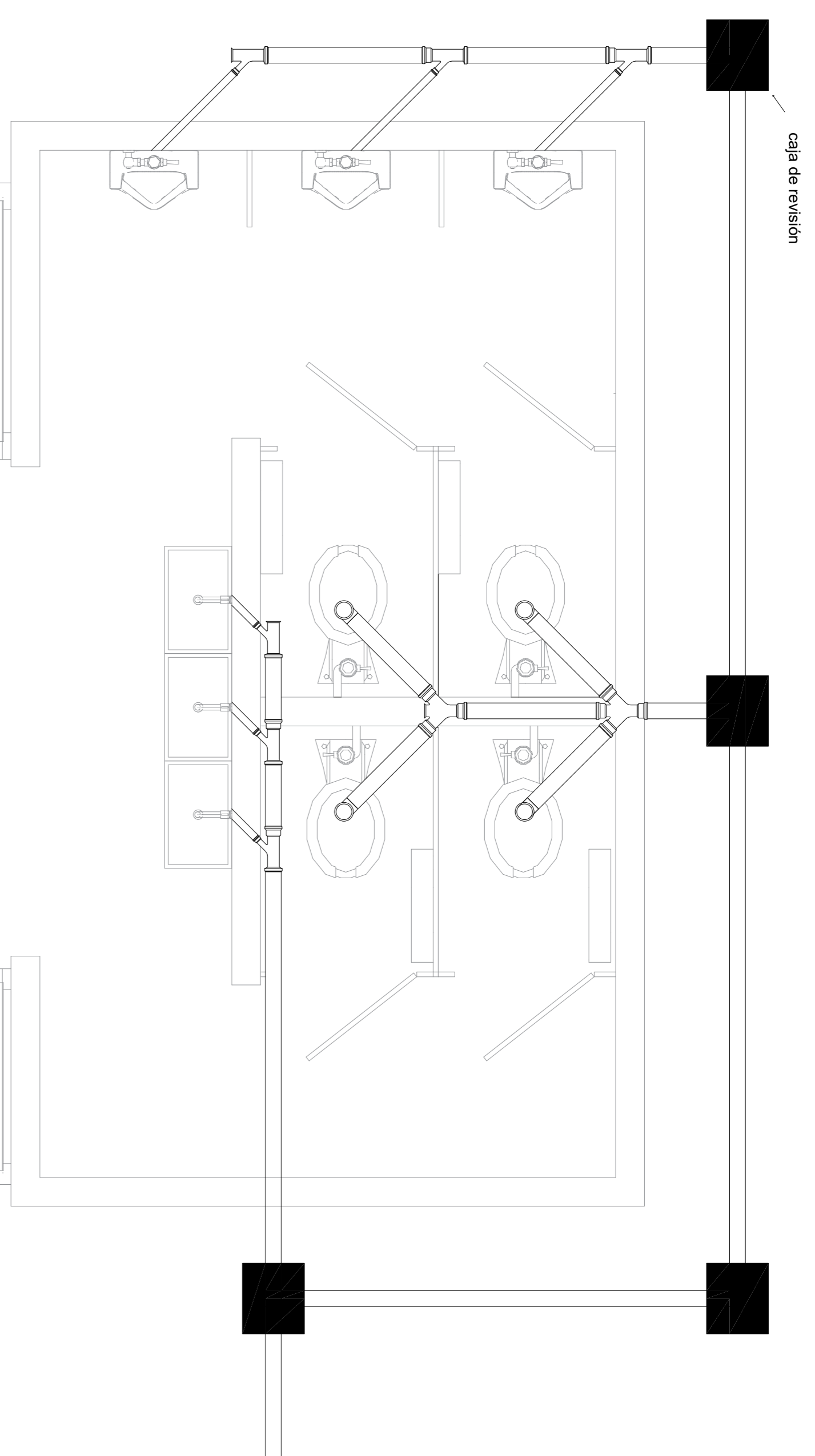
Zapata central - Vista en planta

ESC: 1:5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: Diseño estructural e hidrosanitario del Museo de Patrimonio Cultural			
CONTENIDO: Cimentación, columnas y vigas			
Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Paulina Vilela	Estudiante: Intriago Mejía Katya Antonella	Fecha de Entrega: 16 de Enero, 2026	Escala: Varías
Tutor de proyecto: M.Sc. Waller Hurtado			

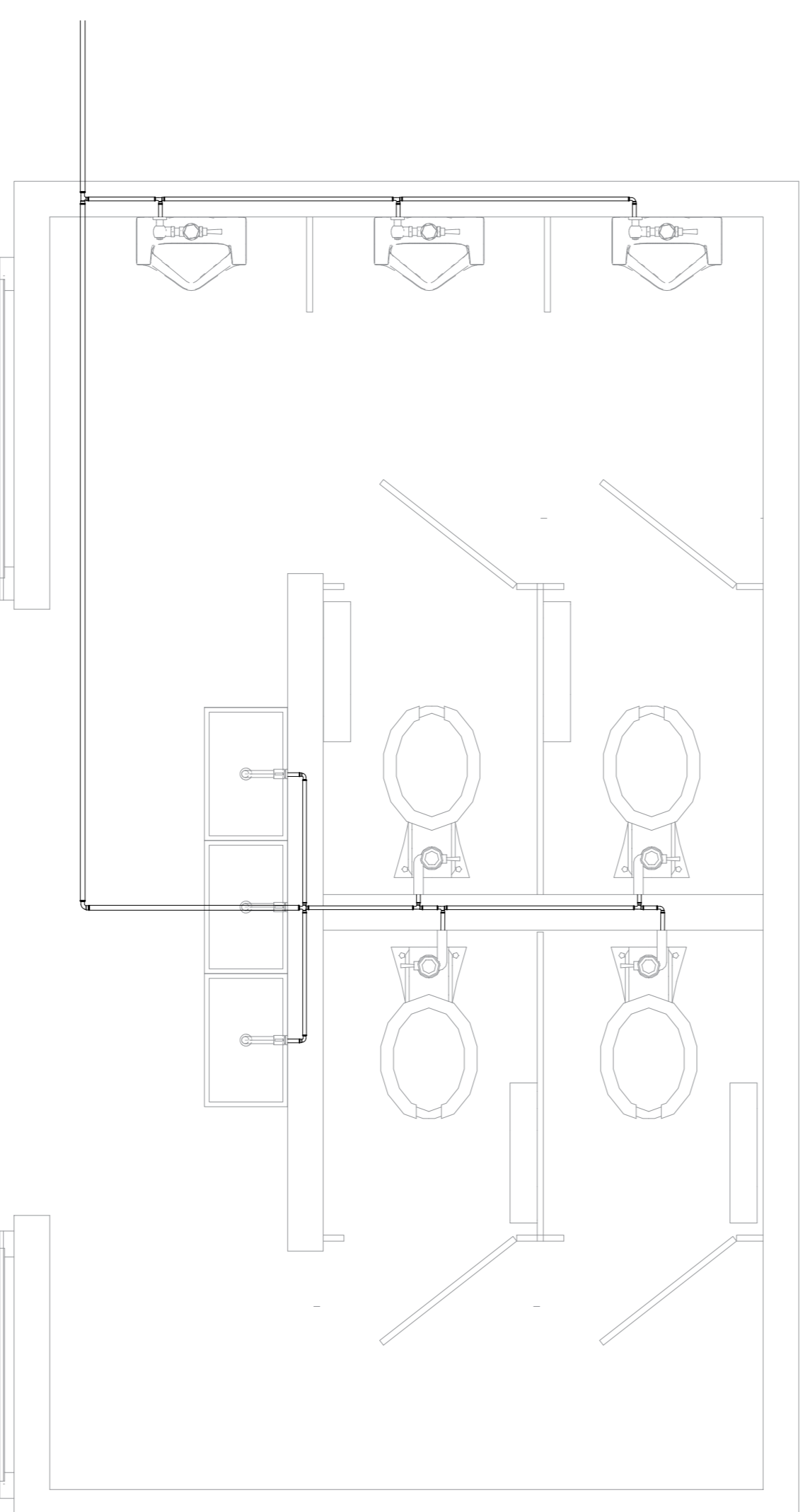
Notas especificaciones técnicas

- **Norma utilizada:** NEC-15 y NORMA TÉCNICA E. 100 BAMBÚ PERÚ
- Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.
- El primer conector se debe ubicar a una distancia igual a 50 mm, medidos desde la cara del apoyo.
- Los pernos usados para las conexiones empernadas deben ser de acero estructural con refuerzo de fluencia no menor a 240 MPa
- **Resistencia del concreto para estructura:** $f'c=21\text{MPa}$
- **Resistencia del acero de refuerzo:** $f_y=420\text{MPa}$
- **Recubrimiento:** para cimentación 75mm, para columnas y vigas 40mm



Recolección de aguas residuales - Vista en planta

ESC: 1:30



Distribución de agua - Vista en planta

ESC: 1:30

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO

**Diseño estructural e hidrosanitario del Museo de Patrimonio Cultural
Colonape, Cantón el Carmen - Manabí**

CONTENIDO:

REDES HIDROSANTARIAS

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Paulina Vilela	Estudiante: Intriago Mejía Katya Antonella	Fecha de Entrega: 16 de Enero, 2026
Tutor de proyecto: M.Sc. Waller Hurtado		Última Escala: HS 1/1
		Varias