

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

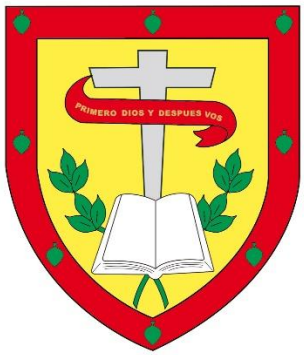
AUTOR: MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

DIRECTOR: JOSÉ DAVID QUIZHPE CAMPOVERDE

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESAR



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y CONSTRUCCION

CARRERA DE ARQUITECTURA

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTOR: MARCELA PARICIA TAPIA PERALTA

DIRECTOR: JOSÉ DAVID QUIZHPE CAMPOVERDE

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Marcela Patricia Tapia Peralta portador de la cédula de ciudadanía Nº 0105782874. Declaro ser el autor de la obra: "Propuesta de anteproyecto arquitectónico de un subcentro de salud tipo B mediante sistemas constructivos de caña guadúa.", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 27 de octubre de 2026



F: .....
Marcela Patricia Tapia Peralta
0105782874

CERTIFICADO

Yo, José David Quizhpe Campoverde certifico que el presente trabajo “Propuesta de anteproyecto arquitectónico de un subcentro de salud tipo B mediante sistemas constructivos de caña guadúa” fue desarrollado por Marcela Patricia Tapia Peralta, bajo mi supervisión.



Arq. José David Quizhpe Campoverde
DIRECTOR

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño de un anteproyecto arquitectónico de un subcentro de salud en la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, desarrollado a partir del análisis de las condiciones territoriales, urbanas y funcionales del sector, así como de las deficiencias del equipamiento de salud existente. La propuesta surge ante la necesidad de contar con espacios adecuados para la atención primaria, considerando criterios de funcionalidad, accesibilidad y adaptación al contexto climático de la zona. El proyecto se justifica por la importancia de fortalecer la infraestructura sanitaria rural y contribuir al bienestar de la población mediante una arquitectura eficiente. El estudio posee un carácter descriptivo y aplicado, orientado al desarrollo del anteproyecto mediante análisis urbano-arquitectónicos, revisión bibliográfica, estudio de referentes y levantamiento de información del sitio. La población beneficiaria corresponde a los habitantes de la parroquia Los Encuentros y sectores aledaños. Como resultado, se plantea un anteproyecto arquitectónico que integra criterios bioclimáticos, organización funcional y materiales acordes al entorno, para mejorar la calidad espacial y el acceso a los servicios de salud.

*Palabras clave***:** anteproyecto arquitectónico, subcentro de salud, guadúa, preexistencia, infraestructura rural.

ABSTRACT

This study presents the design of a preliminary architectural proposal for a primary healthcare center in the parish of Los Encuentros, Yantzaza canton, Zamora Chinchipe province, Ecuador. The proposal is based on an analysis of the area's territorial, urban, and functional conditions, as well as the deficiencies of the existing healthcare facilities. It addresses the need for adequate spaces for primary healthcare services, considering functionality, accessibility, and adaptation to the local climatic conditions. The project is justified by the importance of strengthening rural healthcare infrastructure and contributing to the well-being of the population through efficient architectural design. The study is descriptive and applied in nature, focusing on the development of the preliminary architectural proposal through urban and architectural analyses, a literature review, the examination of architectural precedents, and on-site data collection. The beneficiary population comprises the inhabitants of Los Encuentros parish and surrounding areas. As a result, a preliminary architectural proposal is developed that incorporates bioclimatic design principles, functional organization, and materials suited to the local environment, with the aim of improving spatial quality and access to healthcare services.

Keywords: preliminary architectural proposal, primary healthcare center, guadua, pre-existence, rural infrastructure.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD - 3 -

CERTIFICADO - 4 -

RESUMEN - 5 -

ÍNDICE DE CONTENIDOS - 7 -

LISTA DE FIGURAS - 10 -

LISTA DE TABLAS - 14 -

LISTA DE ANEXOS - 15 -

CAPÍTULO I - 16 -

1. INTRODUCCIÓN - 16 -
5.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA - 18 -
5.2 JUSTIFICACIÓN - 18 -
5.3 OBJETIVOS - 19 -
1.3.1. General - 19 -
1.3.2. Específicos - 19 -
5.4 METODOLOGÍA - 20 -
1.4.1 Fase 1: Fundamentación - 20 -
1.4.2 Fase 2: Análisis de casos de estudio - 20 -
1.4.3 Fase 3: Análisis de sitio - 21 -
1.4.4 Fase 3: Programa arquitectónico - 22 -
1.4.5 Fase 4: Anteproyecto arquitectónico - 22 -

CAPÍTULO II – SUBCENTRO DE SALUD - 23 -

2.1 SUBCENTRO DE SALUD - 23 -
2.2 HISTORIA DE LOS SUBCENTROS DE SALUD - 23 -
2.3 SUBCENTROS DE SALUD EN ECUADOR - 25 -
2.4 NIVELES DE ATENCIÓN - 26 -
2.4.1 Primer nivel de atención - 27 -
2.4.2 Segundo nivel de atención - 28 -
2.4.3 Tercer nivel de atención - 28 -
2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE ATENCIÓN - 29 -
2.5.1 Tipo A - 29 -
2.5.2 Tipo B - 29 -
2.5.3 Tipo C - 30 -
2.6 SOSTENIBILIDAD EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD - 33 -
2.6.1 Calidad ambiental interior - 36 -
2.6.2 Eficiencia energética - 40 -
2.6.3 Materiales y recursos - 42 -
2.7 NORMATIVA - 44 -
2.8 SISTEMA DE SALUD PÚBLICO EN LA PARROQUIA LOS ENCUENTROS - 46 -
2.9 ESTRATEGIAS DERIVADAS DEL CAPÍTULO - 47 -

CAPÍTULO III – LA CAÑA GUADÚACAÑA GUADÚA - 48 -

3.1 LA CAÑA GUADÚA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN - 48 -
3.1.1 Ciclo de vida de la caña guadúa - 48 -
3.1.2 Proceso de preparación de la caña guadúa para la construcción - 50 -
3.1.3 Propiedades físicas y mecánicas - 55 -
3.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA CAÑA GUADÚA COMO SISTEMA CONSTRUCTIVO - 57 -

3.2.1 Bambú a nivel internacional - 59 -
3.2.2 Caña Guadúa en Ecuador - 65 -
3.3 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON GUADÚA - 67 -
3.3.1 Protección por diseño - 67 -
3.3.2 Protección frente a escorrentías - 68 -
3.3.3 Cimentación y sobrecimiento - 68 -
3.3.4 Anclaje de los culmos a los sobrecimientos - 69 -
3.3.5 Corte para uniones entre culmos de Guadua - 71 -
3.3.6 Uniones entre piezas estructurales de GaK - 71 -
3.3.7 Elementos constructivos de Guadúa - 74 -
3.4 MARCO NORMATIVO PARA EL USO DE LA CAÑA GUADÚA EN ECUADOR - 76 -
3.4.1 Normativa nacional vigente - 76 -
3.5 PREDIMENSIONAMIENTO CON GUADÚA - 79 -
3.5.1 Enfoque normativo para el predimensionamiento en guadúa - 79 -
3.5.2 Variables consideradas en el predimensionamiento - 79 -
3.5.3 Predimensionamiento de vigas - 80 -
3.5.4 Predimensionamiento de columnas - 81 -
3.5.5 Tabla referencial de predimensionamiento en guadua - 82 -
3.6 ESTRATEGIAS DERIVADAS DEL CAPÍTULO - 82 -

CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO - 83 -

ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO - 83 -

4.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE REFERENTES - 83 -
4.1.1 Función y flexibilidad espacial - 83 -
4.1.2 Componentes arquitectónicos y su influencia - 83 -
4.1.3 Dinamismo y experiencia del usuario - 83 -
4.1.4 Estética como soporte funcional - 83 -
4.2 CASO DE ESTUDIO: HOSPITAL RURAL CONSTRUIDO CON BAMBÚ EN MYANMAR - 84 -
4.2.1 Análisis - 85 -
5.5 CASO DE ESTUDIO: CLÍNICA EN MEDELLÍN / LUCA BULLARO - 92 -
4.2.1 Análisis arquitectónico - 93 -
5.6 CASO DE ESTUDIO: CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE BAMBÚ - 100 -
4.2.2 Análisis arquitectónico - 101 -

5 CAPÍTULO V – ANÁLISIS DEL SITIO - 106 -

ANÁLISIS DE SITIO - 106 -

5.7 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE SITIO - 106 -
5.8 LOCALIZACIÓN - 107 -
5.9 CLIMA - 109 -
5.10 TEMPERATURA - 109 -
5.11 PRECIPITACIONES - 110 -
5.12 SOLEAMIENTO - 110 -
5.13 SUELO - 112 -
5.14 USOS DE SUELO - 112 -
5.15 INFRAESTRUCTURA URBANA - 113 -
5.16 JERARQUÍA VIAL - 113 -
5.17 SECCIONES VIALES - 114 -
5.18 TRANSPORTE URBANO - 116 -
5.19 ANÁLISIS DE LA PREEXISTENCIA - 117 -
5.19.1 Análisis formal de la preexistencia. - 118 -
5.19.2 Análisis de circulación de la preexistencia. - 119 -
5.19.3 Organización espacial - 120 -

5.19.4 Análisis constructivo y material - 122 -
5.19.5 Análisis de patologías - 125 -
5.19.6 Síntesis de la evaluación de la preexistencia y justificación de derrocamiento. - 132 -

6 CAPÍTULO VI – PROCESO DE DISEÑO - 133 -

6.1 PROCESO DE DISEÑO - 133 -
6.2 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO - 135 -
6.3 IDEA RECTORA - 136 -
6.4 ORGANIGRAMA Y ZONIFICACIÓN - 138 -
6.4.1 Matriz de relaciones ponderadas - 139 -
6.4.2 Organigrama de relaciones - 140 -
6.4.3 Zonificación - 141 -
6.5 SISTEMA CONSTRUCTIVO - 142 -
6.5.1 Cimentación - 142 -
6.5.2 Columnas - 143 -
6.5.3 Vigas - 144 -
6.6 RESULTADOS - 145 -
6.7 CONCLUSIÓN - 152 -
6.8 RECOMENDACIONES - 153 -

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS - 154 -

8 ANEXOS - 160 -

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Definición de subcentro de salud. 21
Figura 2. Historia global de la medicina social 23
Figura 3. Historia local de la medicina social 23
Figura 4. Subcentros de salud en Ecuador. 24
Figura 5. Niveles de Atención. 26
Figura 6. Sostenibilidad en subcentros de salud. 33
Figura 7. Calidad ambiental interior 38
Figura 8. Eficiencia energética 40
Figura 9. Materiales y recursos. 41
Figura 10. Mapa de la parroquia Los Encuentros y ubicación de equipamientos de Salud 45
Figura 11. Estrategias derivadas del capítulo “subcentro de salud”. 45
Figura 12. Partes de la caña guadúa 46
Figura 13. Partes de la caña guadúa 47
Figura 14. Ciclo de vida de la caña guadúa 48
Figura 15. Producción de la caña guadúa. 52
Figura 16. Propiedades físicas de la caña guadúa. 54
Figura 17. Propiedades mecánicas de la caña guadúa 55
Figura 18. Historia de la Guadua como material de construcción 57
Figura 19. The Green School / PT Bambu en Bali 58
Figura 20. The Green School / PT Bambu en Bali 59
Figura 21. Construcción de cerramiento de bambú en África. 61
Figura 22. Catedral provisional de guadua en Pereira 62
Figura 23. Bambú a nivel internacional. 62
Figura 24. Guadúa en Ecuador. 64
Figura 25. Anclaje del culmo a cadena de amarre 66
Figura 26. Anclaje del culmo con varillas 68
Figura 27. Anclaje del culmo con pletina de acero 69
Figura 28. Unión horizontal compuesta por pernos 70
Figura 29. Unión horizontal con zunchos 70
Figura 30. Unión horizontal con madera. 71
Figura 31. Unión transversal con perno tensor. 71
Figura 32. Unión transversal con zuncho. 71
Figura 33. Unión columna - viga. 73
Figura 34. Unión para viga 74
Figura 35. Normativa de la guadúa en Ecuador 76
Figura 36. Estrategias derivadas del capítulo Caña Guadúa. 80
Figura 37. Exterior del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. 82
Figura 38. Diagrama de la forma del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. 83
Figura 39. Detalle constructivo de la estructura del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. 84
Figura 40. Diagrama de la circulación principal del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. 85
Figura 41. Diagrama de ventilación del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. 86
Figura 42. Diagrama del soleamiento del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático 87
Figura 43. Diagrama de servicios del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. 88

Figura 44. Textura de piso del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____88
Figura 45. Textura de piso del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____88
Figura 46. Textura de puertas del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____89
Figura 47. Revestimiento interior de bambú del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. _____89
Figura 48. Membrana textil tensada del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____89
Figura 49. Paneles modulares desmontables del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____89
Figura 50. Clínica en Medellín / Luca Bullaro._____91
Figura 51. Planta arquitectónica de clínica en Medellín / Luca Bullaro._____92
Figura 52. Detalle constructivo de mampostería de clínica en Medellín / Luca Bullaro__94
Figura 53. Detalle constructivo de mampostería de clínica en Medellín / Luca Bullaro__94
Figura 54. Diagrama de circulación de clínica en Medellín / Luca Bullaro_____95
Figura 55. Diagrama de ventilación de clínica en Medellín / Luca Bullaro_____96
Figura 56. Diagrama de soleamiento de clínica en Medellín / Luca Bullaro._____97
Figura 57. Material de piso de clínica en Medellín / Luca Bullaro._____97
Figura 58. Material de mampostería de clínica en Medellín / Luca Bullaro._____97
Figura 59. Centro de documentación de Bambú._____98
Figura 60. Diagrama de forma de centro de documentación de Bambú._____100
Figura 61. Diagrama de circulación de centro de documentación de Bambú._____101
Figura 62. Diagrama de ventilación de centro de documentación de Bambú._____102
Figura 63. Diagrama de soleamiento de centro de documentación de Bambú_____102
Figura 64. Mapa de ubicación de la parroquia Los Encuentros._____106
Figura 65. Localización del subcentro de salud Tipo A de la parroquia Los Encuentros._____106
Figura 66. Cartografía de la parroquia Los Encuentros_____108
Figura 67. Cartografía solar del Subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros durante el equinoccio._____109
Figura 68. Cartografía solar del Subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros durante el solsticio._____109
Figura 69. Mapa de uso del suelo alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros._____110
Figura 70. Mapa de jerarquías viales alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros_____111
Figura 71. Mapa de secciones viales alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros_____112
Figura 72. Secciones viales alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros._____113
Figura 73. Mapa de ruta de transporte urbano de la parroquia Los Encuentros._____114
Figura 74. Subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____115
Figura 75. Zonificación del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros_116
Figura 76. Análisis formal del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____116
Figura 77. Circulación del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._118
Figura 78. Zonificación del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros_119
Figura 79. Material de piso exterior del bloque 1 del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____121
Figura 80. Revestimiento de mampostería exterior del bloque 1 del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____121
Figura 81. Cubierta del subcentro del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros_____121

Figura 82. Material de suelo exterior del subcentro del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 121
Figura 83. Mampostería exterior del subcentro del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 121
Figura 84. Cubierta del subcentro del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 121
Figura 85. Piso exterior del subcentro del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 121
Figura 86. Mampostería del subcentro del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 121
Figura 87. Cubierta del subcentro del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 121
Figura 88. Material de suelo del subcentro del bloque 4 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 122
Figura 89. Material de mampostería del subcentro del bloque 4 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 122
Figura 90. Cubierta del subcentro del bloque 4 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 122
Figura 91. Material de piso interior del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 122
Figura 92. Material de mampostería interior del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 122
Figura 93. Material de cielo raso interior del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 122
Figura 94. Material de piso interior del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 123
Figura 95. Material de mampostería interior del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 123
Figura 96. Material de cielo raso interior del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 123
Figura 97. Material de piso interior del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 123
Figura 98. Material de mampostería interior del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 123
Figura 99. Material de cielo raso interior del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 123
Figura 100. Grietas en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros 125
Figura 101. Humedades por capilaridad en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 126
Figura 102. Humedades por filtración en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 127
Figura 103. Degradación de la estructura de cubierta por humedad en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 128
Figura 104. Patologías en subcentro en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. 129
Figura 105. Idea rectora 134
Figura 106. Idea rectora – configuración formal 135
Figura 107. Idea rectora – circulación. 135
Figura 108. Matriz de ponderaciones 137
Figura 109. Organigrama 138
Figura 110. Zonificación 139
Figura 111. Axonometría del sistema constructivo 140
Figura 112. Detalle constructivo de cimentación 141
Figura 113. Detalle constructivo de unión de culmos a la columna. 141
Figura 114. Detalle constructivo de ensamble de la columna a la cimentación. 142

Figura 115. Detalle constructivo de ensamble de viga a la columna._____143
Figura 116. Detalle constructivo de ensamble de viga cerchada._____143
Figura 117. Emplazamiento_____144
Figura 118: Planta arquitectónica._____145
Figura 119: Elevación frontal – acceso a emergencias._____145
Figura 120: Elevación posterior – pasillo de servicios._____145
Figura 121: Elevación lateral – acceso vehicular y peatonal. _____146
Figura 122: Elevación lateral – área de imagenología._____146
Figura 123: Sección longitudinal 02._____146
Figura 124: Sección longitudinal 03. _____146
Figura 125: Sección transversal 04. _____147
Figura 126: Sección transversal._____147
Figura 127: Render vista de pájaro. _____147
Figura 128: Render elevación frontal - acceso a emergencia. _____148
Figura 129: Render elevación lateral – acceso vehicular y peatonal._____148
Figura 130: Render de jardín interno._____149
Figura 131: Render de emergencia. _____149

LISTA DE TABLAS

Lista de tablas

Tabla 1. Comparación de los niveles de atención de acuerdo con el tipo de atención, cobertura, profesionales y prestaciones_____26
Tabla 2. Requerimientos físicos de los establecimientos de salud de acuerdo con su clasificación_____28
Tabla 3. Aproximación a programa arquitectónico de subcentro de salud tipo B_____29
Tabla 4. Normativa y estándares utilizados para el diseño arquitectónico del Subcentro de Salud Tipo B._____42
Tabla 5. Criterios orientativos para luces y diámetros de elementos estructurales de guadúa._____80
Tabla 6. Materiales empleados en el proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____87
Tabla 7. Programa arquitectónico del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático._____89
Tabla 8. Materiales empleados en el proyecto Clínica En Mededellín / Luca Bullaro.._____96
Tabla 9. Programa arquitectónico del proyecto Clínica En Medellín / Luca Bullaro.._____97
Tabla 10: Programa arquitectónico del centro de documentación del bambú._____102

Tabla 11: Programa arquitectónico del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____118

Tabla 12: Materiales exteriores empleados en el subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____118

Tabla 13: Materiales interiores empleados en el subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros._____120

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Emplazamiento

Anexo 2: Planta Baja

Anexo 3: Elevaciones

Anexo 4: Secciones

Anexo 5: Detalles

Anexo 6: Renders

Anexo 7: Presupuesto referencial

CAPÍTULO I

1. Introducción

La salud es un derecho reconocido en los principales instrumentos internacionales de derechos humanos. La Declaración Universal de Derechos Humanos establece que toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure la salud y el bienestar, incluyendo alimentación, vestido, vivienda, asistencia médica y servicios sociales necesarios (Naciones Unidas, 1948, art. 25). A su vez, el artículo 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales reconoce “el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental” (Naciones Unidas, 1966, art. 12). Esto implica accesibilidad, disponibilidad de los centros de salud en cuanto a su infraestructura y medicamentos, calidad y aceptabilidad con todas las culturas, creencias y necesidades de las personas (Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 2000).

Desde esta perspectiva, el derecho a la salud no depende únicamente de la existencia formal de servicios médicos, también responde a las condiciones materiales, espaciales y territoriales que permiten a la población acceder efectivamente a ellos. Por ello, la infraestructura sanitaria cumple un papel fundamental en la garantía de este derecho, especialmente en parroquias rurales donde las distancias, el crecimiento poblacional, las condiciones climáticas y las limitaciones de conectividad pueden dificultar la atención oportuna. En este contexto se ubica la parroquia Los Encuentros, perteneciente al cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, territorio amazónico cuya realidad permite analizar la relación entre salud pública, planificación territorial e infraestructura arquitectónica.

La parroquia Los Encuentros cuenta con un subcentro de salud tipo A que no ha tenido mantenimiento adecuado, provocando que sea de difícil accesibilidad para los habitantes del sector; además, hay un rápido crecimiento poblacional provocado por los flujos económicos del sector, lo que podría implicar que la categoría de subcentro actual no sea suficiente para abastecer a la población (GAD Parroquial de Los Encuentros, 2014-2019, PDOT). Esta problemática local se inscribe dentro de un escenario más amplio de planificación sanitaria en el Ecuador, donde la clasificación de los establecimientos de salud y sus condiciones de funcionamiento dependen de criterios técnicos, normativos y territoriales establecidos por las instituciones competentes.

En el contexto ecuatoriano, la organización y el funcionamiento de la infraestructura sanitaria se regulan mediante el Reglamento para establecer la tipología de los

establecimientos de salud del Sistema Nacional de Salud, emitido por el Ministerio de Salud Pública (2020). Este documento define los niveles de atención y las categorías de los establecimientos según su complejidad, con el propósito de garantizar la cobertura básica de servicios en todo el territorio nacional. No obstante, gran parte de los subcentros de salud en zonas rurales continúan operando bajo condiciones limitadas de infraestructura, sin responder plenamente a las características demográficas y geográficas de cada territorio, tal como se evidencia en los diagnósticos realizados por los gobiernos locales a través de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, entre ellos, el de la parroquia Los Encuentros (GAD Parroquial, 2023–2027), donde se reconoce la insuficiencia del actual subcentro tipo A para atender a una población en constante crecimiento.

En este escenario, la propuesta de un nuevo equipamiento sanitario exige articular los criterios técnicos establecidos para su funcionamiento con las condiciones territoriales, ambientales y materiales del lugar donde se emplaza. Partiendo de esta perspectiva, el empleo de sistemas constructivos con caña guadua adquiere relevancia como alternativa proyectual capaz de vincular la respuesta arquitectónica con los recursos disponibles en el territorio y con las condiciones propias del contexto amazónico.

En paralelo, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2017) ha incorporado dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción–NEC-SE-GUADÚA lineamientos técnicos específicos para el empleo de la Guadua angustifolia Kunth como material estructural en edificaciones de baja y mediana altura. Esta normativa reconoce la resistencia, durabilidad y comportamiento sismo-resistente del material, siempre que se cumplan las condiciones de preservación, secado y unión estructural establecidas. La existencia de este marco técnico-normativo representa un avance significativo hacia la incorporación de materiales alternativos en la construcción pública del país.

Investigaciones recientes, como la de Cedeño, Torres y Gallo (2020), han demostrado la viabilidad estructural de la guadúa mediante ensayos de uniones empernadas y zunchadas, alcanzando resistencias superiores a los 700 kg sin fallas por aplastamiento. Por su parte, Herrera Juárez (2021) plantea que la guadúa puede industrializarse a través de sistemas prefabricados modulares, permitiendo reducir costos, optimizar tiempos de construcción y promover el empleo local en zonas amazónicas como Yantzaza y Los Encuentros.

En cuanto a su aplicación en el ámbito de la infraestructura pública, el MIDUVI (2017) y la Red Internacional del Bambú y Ratán (INBAR) implementaron módulos habitacionales y educativos en las provincias de Manabí y Esmeraldas después del terremoto de 2016, comprobando el adecuado desempeño estructural del material. Estas

experiencias demostraron la factibilidad técnica de la caña guadúa para edificaciones sociales de pequeña y mediana escala. Sin embargo, en el campo de la infraestructura sanitaria ecuatoriana aún no existen experiencias consolidadas que validen su empleo en equipamientos de salud, a pesar de su potencial como material estructural y ambientalmente pertinente.

Por tanto, se identifica un vacío técnico y proyectual en torno al uso de sistemas constructivos de caña guadúa en edificaciones de salud pública. La mayoría de los subcentros rurales continúan diseñándose con materiales convencionales, lo que limita la exploración de soluciones locales más accesibles y contextualizadas. En este sentido, el estudio y desarrollo de un anteproyecto arquitectónico de subcentro de salud tipo B en la parroquia Los Encuentros, empleando la guadúa como sistema constructivo alternativo, representa una oportunidad para vincular la normativa sanitaria vigente con las posibilidades técnicas y materiales del territorio amazónico ecuatoriano.

5.1 Identificación del problema

En la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, el subcentro de salud tipo A existente presenta condiciones estructurales y funcionales limitadas, lo que dificulta responder de manera adecuada a la demanda creciente de servicios médicos. Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (GAD Parroquial, 2023–2027), el incremento poblacional y la expansión urbana derivados de la actividad minera han generado una presión significativa sobre la infraestructura sanitaria del sector. Esta situación evidencia la necesidad de evaluar alternativas de equipamiento con mayor capacidad, mejor organización funcional y mayor pertinencia frente a las condiciones territoriales de la parroquia.

En este marco, el problema central que aborda la presente investigación radica en la insuficiencia del subcentro de salud tipo A para atender las necesidades de la población de Los Encuentros, así como en la limitada incorporación de modelos arquitectónicos adaptados al contexto amazónico, capaces de responder a los requerimientos sociales, funcionales, normativos y ambientales del territorio. En consecuencia, la ausencia de una propuesta arquitectónica pertinente restringe la posibilidad de plantear una infraestructura sanitaria adecuada a la demanda actual y a las características específicas del lugar.

5.2 Justificación

El desarrollo de un subcentro de salud tipo B en la parroquia constituye una acción prioritaria para mejorar la atención primaria, garantizar la continuidad de los servicios y reducir los desplazamientos hacia otras localidades. Además, su diseño permitirá dar

cumplimiento a los lineamientos nacionales del Ministerio de Salud Pública (2020) en cuanto a funcionalidad, accesibilidad universal y calidad de la infraestructura sanitaria.

La pertinencia de esta investigación radica en que el anteproyecto permite traducir una necesidad sanitaria identificada en una propuesta espacial concreta, ajustada a criterios normativos, funcionales y territoriales. De esta manera, el estudio no solo contribuye a la planificación de un equipamiento de mayor capacidad, también aporta criterios de diseño aplicables a contextos rurales amazónicos, donde la infraestructura pública requiere soluciones adaptadas al entorno, a los recursos disponibles y a las condiciones de uso de la población.

Paralelamente, la propuesta incorpora el uso de la caña guadúa como sistema constructivo alternativo regulado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GUADÚA (MIDUVI, 2017), que establece los parámetros técnicos y estructurales para su empleo seguro en edificaciones de baja y mediana altura. Este material, abundante en la región amazónica, permite reducir costos, disminuir el impacto ambiental y fomentar el uso de recursos locales en concordancia con los principios de economía territorial y sostenibilidad que promueven los gobiernos locales.

5.3 Objetivos

1.3.1. General

Elaborar un anteproyecto arquitectónico de un subcentro de salud tipo "B" para la parroquia Los Encuentros, en el cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador, a través de los sistemas constructivos de caña guadúa, de bajo costo y adaptadas al contexto local.

1.3.2. Específicos

- Investigar las características físicas, estructurales y normativas de la guadúa, mediante revisión bibliográfica y normativa vigente, para fundamentar técnicamente el uso de estos materiales en el diseño arquitectónico.
- Analizar las condiciones ambientales, sociales y constructivas del contexto local a través de estudios de sitio y recopilación de datos, para definir criterios de diseño adecuados al entorno de Zamora Chinchipe.
- Proponer un anteproyecto arquitectónico que integre soluciones constructivas aplicando la caña guadúa, validando su viabilidad técnica y ambiental, con el objetivo de fomentar el uso de materiales alternativos en edificaciones públicas.

5.4 Metodología

La metodología utilizada es de tipo proyectiva, con un nivel descriptivo–exploratorio. Se desarrolla en cuatro fases: fundamentación, análisis del sitio, programa arquitectónico y diseño.

1.4.1 Fase 1: Fundamentación

Corresponde al primer objetivo: Investigar las características físicas, estructurales y normativas de la guadúa mediante la revisión bibliográfica y normativa vigente, con el fin de fundamentar técnicamente el uso de este material en el diseño arquitectónico.

Para su desarrollo se realiza revisión bibliográfica de fuentes académicas digitales, tales como artículos científicos, tesis y normativas. Esta primera fase se divide en el análisis de los establecimientos de salud y de la caña guadúa.

En cuanto al análisis de los establecimientos de salud se revisan artículos y normativas de la OMS, OPS y MSP, proyectos tesis elaborados tanto desde de la Universidad de Cuenca y Universidad católica de Cuenca y artículos de revistas médicas como IATREIA. En cuanto a la sección de sustentabilidad de subcentros de salud se analizan artículos de las revistas sustainability, BMC, Revista Española de Salud Pública, Cuadernos de investigación urbanística, Health Services Research y ASRI, también documentos de entidades como Green Mark for Healthcare, LEED for Healthcare, BREEAM for Healthcare, Green Star for Healthcare, IGBC for Healthcare y NIST.

Además, para análisis de la caña guadúa se obtiene información de trabajos de titulación de la biblioteca de la Universidad Católica de Cuenca, artículos de revistas como DAYA, researchGatte, CEDAF y Didasc@lia también se revisa la normativa NEC – SE – GUADÚA. Esta información sirve para tener conocimiento sobre la morfología, proceso de vida, producción y capacidades físicas de la caña guadúa.

1.4.2 Fase 2: Análisis de casos de estudio

Se consideran tres obras arquitectónicas que usen la caña guadúa en su sistema constructivo, Las edificaciones son preferencialmente de uso sanitario y se analizan mediante el planteamiento de Farshid Moussavi en su obra *The Function of Style*. Entre los criterios a analizar están: forma, organización espacial, materialidad, estructura, circulación, soleamiento y relación con los vientos dominantes.

1.4.3 Fase 3: Análisis de sitio

La segunda fase sirve al segundo objetivo: Analizar las condiciones ambientales, sociales y constructivas del contexto local a través de estudios de sitio y recopilación de datos, para definir criterios de diseño adecuados al entorno de Zamora Chinchipe.

El análisis del sitio se desarrolla mediante una metodología de análisis espacial integral basada en el estudio del medio físico, urbano y social propuesto por Plazola (1994), quien plantea que el diseño arquitectónico debe partir de la comprensión del entorno donde se implantará el proyecto. Este enfoque permite analizar de manera articulada las condicionantes naturales, urbanas y socioculturales que influyen en la configuración espacial y funcional de la propuesta arquitectónica (Plazola, 1994).

La metodología inicia con la identificación y caracterización del sitio, considerando aspectos como localización, accesibilidad y relación con el entorno inmediato. Posteriormente, se realiza el análisis físico-natural del terreno mediante variables como topografía, clima, orientación solar y vientos predominantes, las cuales condicionan la implantación y las estrategias ambientales del proyecto. Asimismo, se desarrolla un análisis urbano enfocado en estructura vial, usos de suelo, equipamientos, infraestructura y movilidad, complementado con un análisis socio-cultural que permite reconocer las dinámicas y necesidades de la población usuaria (Plazola, 1994).

El análisis de la preexistencia arquitectónica se desarrolla mediante una metodología de diagnóstico arquitectónico basada en la observación directa, el levantamiento arquitectónico y el registro fotográfico de las edificaciones existentes en el área de intervención. Este procedimiento permite identificar las características físicas, espaciales, constructivas y funcionales de las construcciones presentes, con el fin de comprender su condición actual y su relación con el contexto del proyecto.

Como parte del diagnóstico físico, se evalúa el estado de conservación de las edificaciones mediante la metodología plateada por Sancho Arándiga en 2016, que consiste en la identificación de patologías constructivas visibles, como humedad, fisuras, corrosión y goteras, clasificando su condición general como buena, regular, mala o en estado de ruina. Finalmente, se analiza el valor arquitectónico y urbano de la preexistencia, considerando su valor funcional, histórico, simbólico y urbano, así como su potencial de reutilización dentro de la propuesta arquitectónica.

Para este propósito se analiza el PDOT vigente que brindará información bioclimática, social y demográfica del sitio.

Posteriormente, se realizan varias visitas al sector con el fin de tomar un levantamiento topográfico con la herramienta RTK y procesar los datos al software civil 3D, estos datos son transferidos al programa Archicad 26 para hacer el dibujo arquitectónico del estado actual del establecimiento de salud. En paralelo se usa el Dron para tomas aéreas del sitio y la cámara fotográfica del teléfono para evidenciar las patologías presentes en la edificación y el análisis urbano inmediato del territorio.

1.4.4 Fase 3: Programa arquitectónico

La tercera fase sirve al tercer objetivo: Proponer un anteproyecto arquitectónico que integre soluciones constructivas aplicando la caña guadúa, validando su viabilidad técnica y ambiental, con el propósito de fomentar el uso de materiales alternativos en edificaciones públicas.

Para cumplir con este propósito se elabora una tabla que en primer lugar contenga los espacios para un subcentro de salud tipo B establecidas por el MSP en el Reglamento para establecer la tipología de los establecimientos de salud del Sistema Nacional de Salud, emitido mediante el Acuerdo Ministerial No. 00030-2020. La matriz también contiene las áreas para cada espacio, tomadas de la institución internacional FGI.

1.4.5 Fase 4: Anteproyecto arquitectónico

La cuarta fase también sirve para cumplir con el tercer objetivo: Proponer un anteproyecto arquitectónico que integre soluciones constructivas aplicando la caña guadúa, validando su viabilidad técnica y ambiental, con el propósito de fomentar el uso de materiales alternativos en edificaciones públicas.

Para esta acción, a partir del programa arquitectónico se realiza un diagrama de áreas colocadas por afinidad con su circulación. Posteriormente, se dibuja en el programa Archicad 26 las plantas, elevaciones y secciones.

CAPÍTULO II – SUBCENTRO DE SALUD

2.1 Subcentro de salud

Los subcentros de salud son parte de un sistema de equipamientos de atención primaria. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la atención primaria se refiere al primer nivel de contacto entre las personas y los servicios médicos, y debe procurar un acceso equitativo, continuo e integral a la salud (OMS, 1978).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) dice que los centros de primer nivel de atención deben brindar servicios esenciales como son la consulta externa, vacunación, promoción de la salud, atención maternal e infantil, prevención de enfermedades y primeros auxilios. Por lo general se ubican en lugares de difícil acceso o que no tengan cobertura hospitalaria, y su funcionamiento debe adaptarse a las necesidades sociales, económicas y culturales de cada región (OPS, 2019).

De acuerdo con el Ministerio de Salud Pública (MSP), define a los subcentros de salud como unidades operativas de atención en zonas urbanas marginales y rurales, integrado por personal médico básico y servicios de medicina general, obstetricia, enfermería y vacunación (MSP, 2018).

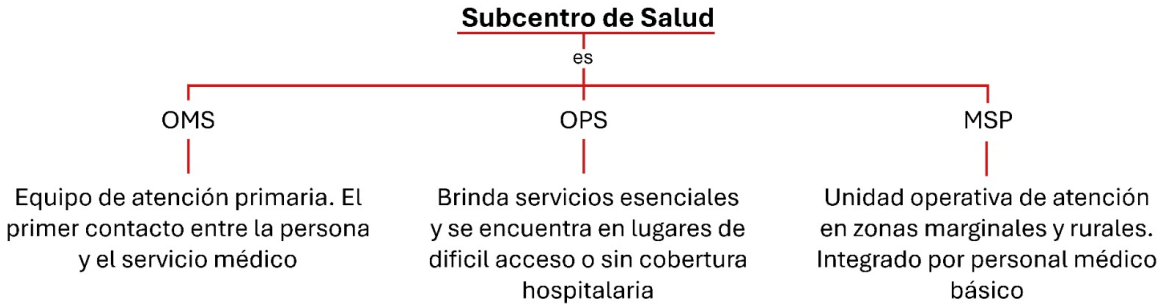


Figura 1: Definición de subcentro de salud.

Fuente: Elaboración propia con base en OMS (1978), OPS (2019) y MSP (2018).

2.2 Historia de los subcentros de salud

Según Sigerist (2006), Johann Peter Frank constituye una figura precursora de la medicina social, al evidenciar la relación entre las condiciones de vida de la población, la enfermedad y la responsabilidad del Estado en materia sanitaria. En este contexto, comenzaron a reconocerse desigualdades en salud vinculadas a las transformaciones sociales y económicas de Europa entre los siglos XVIII y XIX, lo que permitió gestar nuevas formas de comprender la relación entre sociedad, enfermedad y Estado. En Alemania, Inglaterra y Francia aparecieron modelos que vinculaban la salud con la clase social y el acceso desigual a los servicios básicos. Esto dio origen a políticas de seguros sociales, estrategias de prevención y programas de salud laboral (Sigerist, 2006).

Posteriormente, tras la Segunda Guerra Mundial, en 1948, la Organización Mundial de la Salud (OMS) promovió el concepto de salud como un derecho humano universal. En 1974, impulsó el programa “Salud para Todos”, y posteriormente, la Declaración de Alma-Ata (1978) definió la atención primaria como “la atención esencial basada en métodos prácticos puesta al alcance de todos los individuos” (OMS, 1978).

Luego, en una conferencia dictada en 1974 y posteriormente difundida en publicaciones vinculadas al campo de la salud pública, Michel Foucault abordó el nacimiento de la medicina social como parte de un proceso histórico en el que la salud de la población empezó a convertirse en objeto de intervención política. Desde esta perspectiva, la medicina no puede entenderse únicamente como una práctica individual orientada al tratamiento de la enfermedad, sino como una estrategia vinculada con la organización social, el control del cuerpo y la gestión de la vida colectiva (Foucault, citado en OPS, 1978).

A su vez, durante las décadas de 1960 y 1970 surgieron experiencias exitosas en distintos países. En China, por ejemplo, aparecieron los llamados “médicos descalzos”, quienes brindaban atención sanitaria en zonas rurales (Zhou, 2017).

En paralelo, en septiembre de 1978 se llevó a cabo la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud en Alma-Ata (Kazajistán), organizada por la OMS y UNICEF. Este evento fue suscrito por 134 países y estableció principios fundamentales como la equidad y la accesibilidad, sentando las bases de los ejes de la atención primaria (OMS, 1978).

A nivel local, en el caso del Ecuador, durante la época colonial, tras la conquista europea de América Latina, se produjo un intercambio entre los saberes médicos ancestrales y los conocimientos europeos, dando lugar a un sistema mixto. Sin embargo, la medicina tradicional se vio parcialmente desplazada. El nuevo enfoque en el tratamiento de las enfermedades condujo al establecimiento de hospitales con influencia religiosa, en los cuales la atención variaba según la clase social (Vintimilla, 2024).

Las revoluciones ocurridas en América del Norte a finales del siglo XVIII inspiraron los movimientos independentistas y la posterior creación de la Gran Colombia (Rodríguez, 2011). A inicios del siglo XIX, las guerras de independencia situaron la salud como una prioridad militar: los hospitales adquirieron funciones múltiples, brindando atención a los heridos y cumpliendo también roles estratégicos para las campañas bélicas (Rodríguez, 2006).

Seguidamente, en el período republicano, los gobiernos de Gabriel García Moreno y Eloy Alfaro promovieron un enfoque comunitario en la medicina social (Breilh, 1995). Más adelante, durante el gobierno de Isidro Ayora, se creó el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), que introdujo modelos de protección social y sistemas de atención de primer nivel dirigidos a áreas prioritarias (Vintimilla, 2024).

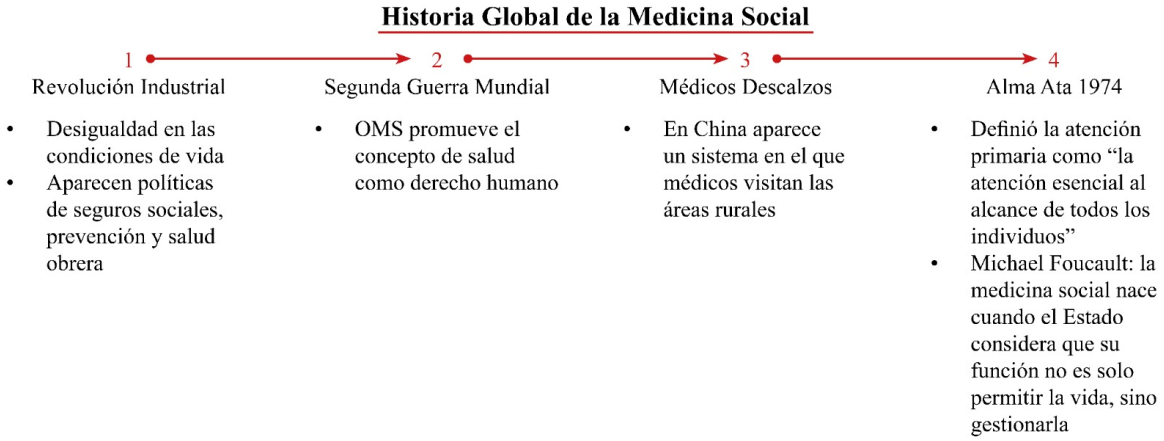


Figura 2: Historia global de la medicina social.

Fuente: Elaboración propia en a base a (OMS, 1978), (Foucault, citado en OPS, 1978), (Zhou, 2017) y (OMS, 1978).

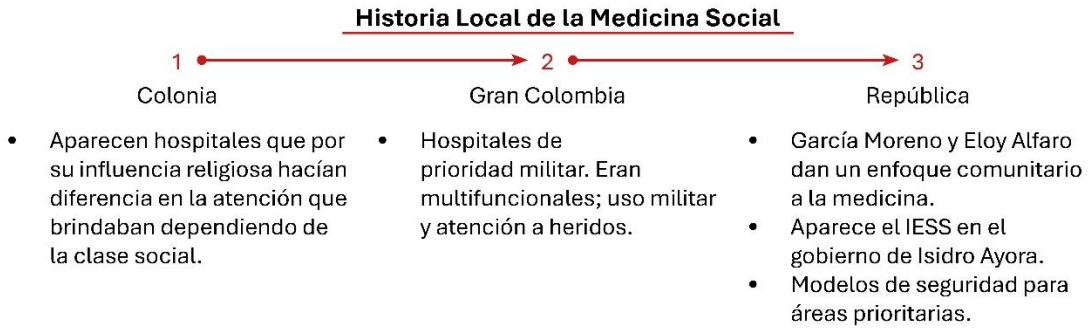


Figura 3: Historia local de la medicina social.

Fuente: Elaboración propia en base a Vintimilla (2024), Rodríguez (2011), Rodríguez (2006) y Breilh (1995).

2.3 Subcentros de salud en Ecuador

Dentro del Sistema Nacional de Salud del Ecuador, los subcentros de salud constituyen unidades operativas de primer nivel de atención, cuya función esencial es proporcionar servicios médicos básicos, preventivos y comunitarios. De acuerdo con el Ministerio de Salud Pública (MSP, 2018), estos equipamientos arquitectónicos están concebidos como espacios de atención integral, orientados principalmente a la promoción de la salud, la prevención de enfermedades y la asistencia médica general, priorizando su implantación en zonas rurales, urbano-marginales y de difícil acceso.

Desde una perspectiva funcional, los subcentros cumplen un papel estratégico dentro de la red sanitaria, al descongestionar los niveles superiores del sistema de salud y resolver aproximadamente el 80% de las patologías más recurrentes (MSP, 2015). Su infraestructura está diseñada para garantizar la accesibilidad y continuidad del servicio médico, integrando espacios destinados a la educación y promoción sanitaria comunitaria (OPS, 2019).

En el contexto amazónico, la presencia de subcentros de salud adquiere relevancia estratégica debido a las condiciones geográficas y socioeconómicas adversas que limitan el acceso a servicios especializados. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022), las comunidades indígenas enfrentan barreras territoriales y de conectividad que dificultan su desplazamiento hacia centros urbanos. Frente a ello, los subcentros de salud representan nodos esenciales de atención primaria, cuya implantación arquitectónica debe responder a las particularidades ambientales, culturales y logísticas de cada territorio.

En concordancia con la Política Nacional de Salud, el Estado ecuatoriano promueve la planificación, diseño y construcción de subcentros de salud que se integren a la red nacional de servicios, asegurando estándares mínimos de infraestructura, equipamiento y personal. No obstante, diversos diagnósticos realizados por la Agencia de Aseguramiento de la Calidad de los Servicios de Salud y Medicina Prepagada (ACESS, 2018) evidencian deficiencias en las condiciones físicas, dotación tecnológica y recursos humanos de algunos establecimientos, lo cual repercute negativamente en la calidad y continuidad de la atención médica.

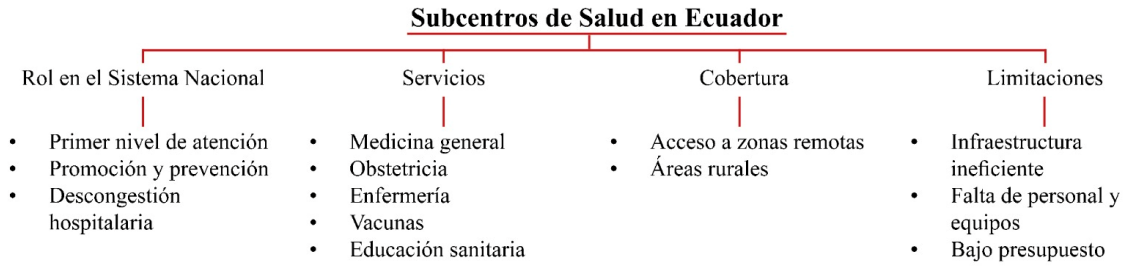


Figura 4: Subcentros de salud en Ecuador.

Fuente: Elaboración propia con base en MSP (2018), MSP (2015), OPS (2019), OPS (2022) y ACESS (2018).

2.4 Niveles de atención

El Reglamento para Establecer la Tipología de los Establecimientos de Salud del Sistema Nacional de Salud, emitido mediante el Acuerdo Ministerial No. 00030-2020, organiza los establecimientos conforme a sus niveles de atención, el grado de formación

del personal sanitario, las prestaciones médicas disponibles y la complejidad de su capacidad resolutiva (MSP, 2020).

Esta jerarquización tiene como objetivo fortalecer la red pública integral de salud, garantizando eficiencia operativa, cobertura equitativa y continuidad en la atención médica.

El reglamento determina tres niveles de atención: primer, segundo y tercer nivel, estructurados bajo un sistema de referencia y contrarreferencia que optimiza la atención progresiva de los pacientes según la complejidad del diagnóstico y el tratamiento requerido (MSP, 2020).

2.4.1 Primer nivel de atención

El primer nivel de atención constituye la base operativa del sistema sanitario nacional, encargada de brindar servicios ambulatorios o de corta estancia enfocados en la promoción de la salud, prevención de enfermedades y atención médica general. Está integrado por profesionales con títulos de tercer nivel y especializaciones reconocidas por la Autoridad Sanitaria Nacional. Estos establecimientos mantienen contacto directo con la comunidad, lo que les permite identificar las necesidades prioritarias del territorio y resolver hasta el 80% de las patologías más frecuentes. Sus prestaciones incluyen prevención, promoción, rehabilitación, atención de urgencias, cuidados paliativos y control epidemiológico local (MSP, 2020).

También se especifica que cuentan con servicios de consulta externa, diagnóstico, enfermería y terapia, incluyendo áreas de medicina general, odontología, obstetricia, pediatría, ginecología y psicología. Su infraestructura debe incorporar zonas funcionales específicas como urgencias, atención de partos, laboratorio clínico, imagenología básica, farmacia, rehabilitación y espacios de apoyo técnico-administrativo. De esta manera, se subclasifican los establecimientos del primer nivel en: Puesto de Salud, Consultorio General, Centro de Salud Tipo A, B y C, y Centro de Salud para Privados de Libertad (MSP, 2020).

Entre ellos, los Centros de Salud Tipo B representan un modelo intermedio de atención primaria, con mayor complejidad arquitectónica y capacidad resolutiva, destinados a poblaciones rurales o urbano-periféricas de mediana densidad. Este tipo de equipamiento constituye el objeto de estudio del presente trabajo, donde se analizarán sus requerimientos espaciales, funcionales, técnicos y normativos.

2.4.2 Segundo nivel de atención

El segundo nivel agrupa establecimientos que brindan servicios especializados de salud, tanto ambulatorios como hospitalarios, con el propósito de complementar la atención primaria. Estos centros desarrollan actividades de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de mediana complejidad, incluyendo áreas como cirugía general, gineco-obstetricia, pediatría, medicina interna y salud mental (MSP, 2020).

Su estructura puede corresponder a centros de especialidades, consultorios especializados o hospitales básicos generales, con infraestructura adaptada a la atención integral y equipos tecnológicos intermedios.

2.4.3 Tercer nivel de atención

El tercer nivel de atención comprende los establecimientos de alta especialidad y subespecialidad médica, diseñados para realizar diagnósticos, terapias y procedimientos de alta complejidad. Estos pueden operar bajo modalidad ambulatoria o con hospitalización prolongada, y su dirección técnica recae en profesionales con título de cuarto nivel (MSP, 2020).

Estos establecimientos se clasifican en centros especializados o hospitales de referencia nacional, orientados al tratamiento de patologías complejas y la formación académica avanzada en ciencias médicas (MSP, 2020).

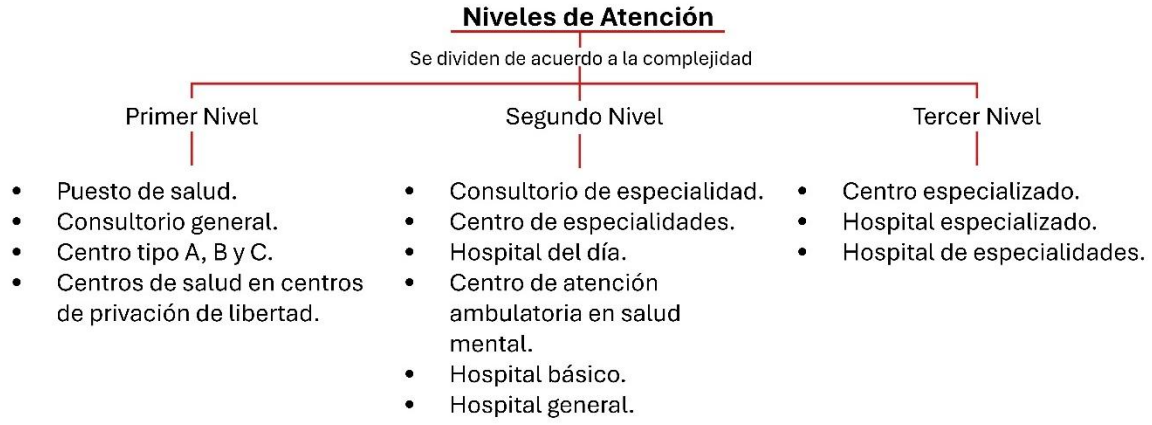


Figura 5: Niveles de Atención.

Fuente: Elaboración propia con base en MSP (2020).

Tabla 1: Comparación de los niveles de atención de acuerdo con el tipo de atención, cobertura, profesionales y prestaciones.

Criterio	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Tipo de atención	Ambulatoria o de corta estancia	Ambulatoria y hospitalaria de mediana complejidad	Ambulatoria y hospitalaria de alta complejidad
Cobertura	Comunitaria y territorial (poblaciones locales)	Intermedia, articulada con el primer nivel	Regional y nacional
Profesionales	Médicos generales, enfermeras, obstetras, odontólogos	Médicos especialistas y técnicos de apoyo	Especialistas y subespecialistas con formación de cuarto nivel
Prestaciones	Promoción, prevención, urgencias básicas, rehabilitación	Diagnóstico y tratamiento especializado	Diagnóstico, cirugía y terapia avanzada

Fuente: Elaboración propia con base en MSP (2020).

2.5 Clasificación de los niveles de atención

El Ministerio de Salud Pública (MSP) clasifica los establecimientos de salud del primer nivel de acuerdo con su capacidad, servicios y cobertura territorial. De acuerdo con esta clasificación, los subcentros de salud pueden pertenecer a los tipos A, B y C de acuerdo con la norma (MSP, 2012).

2.5.1 Tipo A

El subcentro de salud tipo A es una unidad ambulatoria que brinda consulta externa con mínimo dos expertos de la salud, los cuales pueden ser de distintas áreas como medicina general, familiar, odontología, psicología, nutrición u obstetricia. Asimismo, puede contener servicios de enfermería con auxiliares o técnicos en atención primaria. Sus servicios complementarios incluyen farmacia, servicio vacunatorio y un laboratorio clínico. Un profesional de la salud habilitado por la Autoridad Sanitaria Nacional y registrado ante la SENESCYT debe ser el responsable (MSP, 2020).

2.5.2 Tipo B

El tipo B también es un establecimiento ambulatorio de atención primaria que facilita consulta externa con un mínimo de dos profesionales de distintas ramas de la salud. También, dispone de servicios de enfermería con auxiliares o técnicos en atención primaria. Ciertas veces, incluso se integra personal especializado en áreas como medicina alternativa, pediatría o ginecología (MSP, 2020).

Ofrecen atención con mayor cobertura y capacidad. Tiene servicios de obstetricia, vacunación, farmacia, atención prenatal, planificación familiar y odontología (ACESS, 2018). También tiene laboratorio clínico, toma de muestras biológicas, radiología de baja complejidad, rehabilitación física y laboratorio de anatomía patológica. (MSP, 2020). Están propuestos para localidades intermedias y requieren una infraestructura más completa, personal estable y equipamiento médico básico (ACESS, 2018).

Si el establecimiento atiende partos con alojamiento o servicios de urgencias, debe contar con laboratorio clínico, imagenología básica y farmacia. La dirección establecimiento se le debe atribuir a un profesional de la salud habilitado ante la Autoridad Sanitaria Nacional y debidamente registrado en la SENESCYT (MSP, 2020).

2.5.3 Tipo C

El subcentro de salud tipo C, al igual que los otros, es una unidad ambulatoria de atención primaria que debe da consulta externa en áreas como medicina general, medicina familiar, odontología, psicología, nutrición y obstetricia. A su vez presta servicios de enfermería que pueden estar secundados por auxiliares o técnicos de atención primaria. Asimismo, puede comprender atención en ginecoobstetricia, pediatría o medicina alternativa (MSP, 2020).

Debe integrar como mínimo uno de los siguientes: atención de partos con alojamiento, urgencias, laboratorio clínico, imagenología o rehabilitación. Puede tener, también, servicios complementarios como laboratorio de anatomía patológica de baja complejidad, servicio vacunatorio, farmacia, centro de recolección de leche materna, medicina transfusional y medicina alternativa. La responsabilidad debe estar bajo un profesional de la salud registrado en la SENESCYT y habilitado ante la Autoridad Sanitaria Nacional (MSP, 2020).

Tabla 2: Requerimientos físicos de los establecimientos de salud de acuerdo con su clasificación.

Requisitos	Tipo		
	A	B	C
Consulta externa (mínimo 2 profesionales)	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Medicina general / familiar / obstetricia	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Enfermería	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
Auxiliares / técnicos de atención primaria	Opcional	Opcional	Opcional
Odontología / psicología / nutrición	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
Especialistas (ginecoobstetricia, pediatría…)	No requerido	Opcional	Obligatorio
Medicina alternativa	No requerido	Opcional	Opcional
Laboratorio clínico	No requerido	Opcional	Obligatorio
Puesto de toma de muestras	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
Radiología e imagen de baja complejidad	No requerido	Opcional	Obligatorio
Rehabilitación física	No requerido	Opcional	Obligatorio
Sevicio vacunatorio	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
Farmacia	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
Atención de partos	No requerido	Opcional	Obligatorio
Alojamiento conjunto (corta estancia)	No requerido	Opcional, pero si se usa debe incluir laboratorio, imagen y farmacia.	Obligatorio
Urgencias	No requerido	Opcional, pero si se usa debe incluir laboratorio, imagen y farmacia.	Obligatorio
Banco / recolección de leche materna	No requerido	Opcional	Obligatorio
Medicina transfusional	No requerido	Opcional	Obligatorio
Responsable técnico con título registrado	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio

Fuente: Elaboración propia con base en MSP (2020).

La aplicación de la normativa nacional del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2020) junto con referentes internacionales como las Health Facility Guidelines – Outpatients Unit (TAHPI, 2025), las FGI Guidelines (2018) y la Guía de diseño arquitectónico para establecimientos de salud de Santo Domingo, República dominicana (2015) permite establecer las condiciones espaciales y técnicas que sustentan el diseño del subcentro de salud tipo B. Estas guías coinciden en la importancia de garantizar una organización funcional que optimice la atención ambulatoria, la eficiencia operativa y el confort del usuario. En este sentido, el programa arquitectónico se plantea como una traducción espacial de los servicios definidos en la tipología tipo B, considerando los flujos diferenciados de pacientes, personal y suministros, así como los requerimientos ambientales, de seguridad e higiene que rigen en los espacios clínicos.

Tabla 3: Aproximación a programa arquitectónico de subcentro de salud tipo B.

Zona	Subzona	Cantidad	Espacio	Subespacio	Área del espacio	Área total de la zona
Planta baja	Vestíbulo	1	Acceso/vestíbulo rampa	Mostrador recepción, control de acceso	9m² (mostrador) + 30m² (sala de espera)	39 m²
	Triaje/enfermería	1	Triaje (preurgencias) + sala de observación 2 módulos de atención	Módulo1, módulo 2, lavamanos asistencial	Triaje 7m² + urgencias/observación 22m²	29 m²
	Consultorios médicos (medicina general, obstetricia/ginecología, pediatría)	3	Consultorio de examen	Área de examen, escritorio médico, almacenamiento pequeño	14m² c/u	42 m²
	Consultorio odontológico (con esterilización)	1	Consultorio + área de esterilización pequeña	Unidad dental, autoclave, mesones	17m² (consultorio) + 3m² (esterilización)	20 m²
	Sala obstétrica de baja complejidad (parto sin alojamiento/ control prenatal)	1	Sala de atención obstétrica/examen	Camilla obstétrica, mesa de instrumentos	17m²	17 m²
	Laboratorio clínico de baja complejidad	1	Laboratorio con mesa de trabajo y centrifugado	Recepción muestras, procesado, almacenamiento de reactivos	20,16m²	20,16 m²
	Sala de radiografía (placa simple) + sala de control	1	Sala placa + cabina de control	Sala de pacientes, sala técnica	43,20	43,20 m²
	Sala terapias físicas	1	Área multifuncional (ejercicio + electroterapia)	Camillas, equipo de electroterapia, espacio de ejercicios	22m²	22 m²
	Farmacia	1	Mostrador farmacia + almacén frío (vacunas)	Mostrador, estanterías, nevera para vacunas	12m²	12 m²
	Administración	1	Oficinas administrativas	Despacho director, archivo, sala coordinación	Dirección 14m² + Secretaría 14m² + Sala 18 m²	46 m²

Soporte técnico	1	Almacenamiento y soporte	Estanterías, control temperatura, zona sucia/limpia	Bodega $10m^2$ + Almacen $10m^2$ + Esterilizacón $7m^2$ + Residuos $6m^2$	33 m^2
Baterías Sanitarias	2	Baños	Baños	$4m^2$	8 m^2
			Subtotal (m^2)		319,36
			Circulación 32%		102,19
			Área total (m^2)		421,55

Fuente: Elaboración propia con base en Facility Guidelines Institute. (2018), TAHPI, 2025 y Ministerio de Salud Pública de Santo Domingo (2015)

2.6 Sostenibilidad en establecimientos de salud

De acuerdo con el diccionario de la lengua española sostenibilidad se refiere a que se puede mantener por largo tiempo sin agotar los recursos o causar daño al ambiente (Real Academia Española [RAE], 2001). En relación con la salud, la sostenibilidad se puede relacionar con la perspectiva de los hospitales verdes que aparte de contribuir a la reducción de morbilidad, busca disminuir su impacto ambiental (Rodríguez López, 2021).

Sin embargo, el sector sanitario es responsable de entre el 4% y el 5% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial y, por lo tanto, un factor clave en la degradación climática. Se pueden tomar medidas para llegar hacia fuentes de energía renovable e implementar iniciativas de ahorro energético mediante el desarrollo y adopción de políticas internas. Además, se podrían establecer políticas enfocadas en la conservación del agua y la gestión adecuada de residuos (Walsh et al., 2024).

Los edificios verdes consumen un 26% menos de energía que el edificio promedio y generan un 33% menos de emisiones de gases de efecto invernadero (Green Building Council of Australia [GBCA], 2009). IGBC for Healthcare dice que los hospitales ecológicos pueden ofrecer enormes beneficios, tanto tangibles como intangibles. Los más tangibles son la reducción del consumo de agua y energía desde el primer día de ocupación. El ahorro energético puede oscilar entre el 30 % y el 40 %, y el de agua, entre el 20% y el 30%. Los beneficios intangibles son la mejora de la salud y la higiene, la mayor iluminación natural, la conexión con la naturaleza, la mejora de la salud y la higiene para un mejor control de infecciones, una recuperación más rápida de los pacientes (15%) y una reducción del 4 % en la estancia hospitalaria (Indian Green Building Council [IGBC], s. f.).

De acuerdo con el artículo Crafting Sustainable Healthcare Environments Using Green Building Ratings for Aging Societies, los sistemas de calificación de edificaciones verdes apropiados para establecimientos de salud son LEED for Healthcare , BREEAM for

Healthcare, Green Star for Healthcare, Green Mark for Healthcare e IGBC for Healthcare (Miao et al., 2024).

En general, los criterios de evaluación de LEED incluyen ubicación y transporte, planificación sostenible del sitio, eficiencia hídrica, energía y atmósfera, materiales y recursos y calidad ambiental interior (Golbazi & Aktas, 2020).

Para el caso de salud en específico LEED incluye otros criterios tales como; reducción de la fuente de mercurio, plomo, cadmio, cobre persistentes, bioacumulativos y tóxicos; planificación y diseño integrados de proyectos, evaluación ambiental del sitio, muebles y mobiliario médico, diseño para la flexibilidad, lugares de respiro, acceso directo al exterior, densidad circundante y usos diversos, acceso a un tránsito de calidad, reducción del uso de agua en interiores, rendimiento mínimo de calidad del aire interior, confort térmico, iluminación interior, vistas de calidad y rendimiento acústico (USGBC, s. f.).

En cuanto a BREEAM for Healthcare toca puntos como el uso de suelo y ecología, agua, energía, materiales, salud y bienestar, desperdicios, transporte, contaminación y gestión (Miao et al., 2024).

Para Green Star for Healthcare los parámetros son eficiencia energética, eficiencia del agua, calidad del ambiente interior, conservación de recursos, gestión, transporte, materiales, emisiones, innovación y uso de sueño y ecología (GBCA, 2009).

Por otro lado, Green Mark for Healthcare, tiene requisitos para eficiencia energética, eficiencia hídrica, protección ambiental y calidad del ambiente interior. En cada uno de estos establece diferentes parámetros a tomar en cuenta. Se debe cumplir con un mínimo de 30 puntos para obtener una certificación de Green Mark (Building and Construction Authority [BCA], 2021).

IGBC establece criterios como calidad ambiental interior, saneamiento e higiene, conservación del agua, eficiencia energética, materiales y recursos de construcción, selección y planificación del sitio (IGBC, s. f.).

En conclusión, la sostenibilidad en centros de salud no es solo un aporte ecológico; también puede significar un ahorro de costos a largo plazo, dado que el gasto de agua y energía se reduce considerablemente. Para lograr un “hospital verde” se pueden seguir las pautas que brindan algunas instituciones como son LEED, BREEAM, Green Star, Green Mark e IGBC. Entre las recomendaciones que dan está la gestión del agua, energía y residuos; la planificación del proyecto, valoración ambiental del emplazamiento y confort.

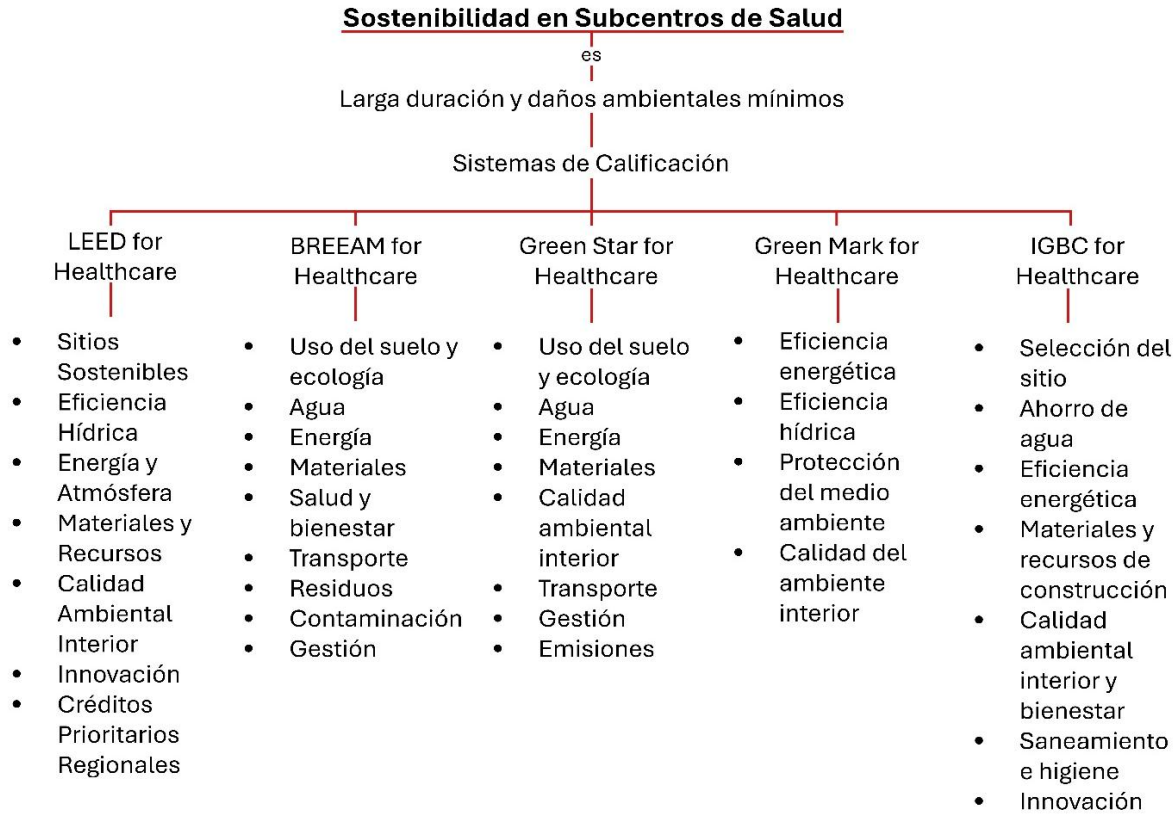


Figura 6: Sostenibilidad en subcentros de salud.

Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez López (2021), Walsh et al. (2004), GBCA (2009), IGBC (s. f.), Miao et al. (2024), Golbazi & Aktas (2020), USGBC (s. f.) y BCA (2021).

Para el desarrollo del anteproyecto arquitectónico del subcentro de salud tipo B en la parroquia Los Encuentros, se seleccionaron tres factores de sostenibilidad prioritarios: calidad ambiental interior, eficiencia energética y materiales y recursos, debido a su relación directa con el confort, el desempeño ambiental y la viabilidad técnica del sistema constructivo en caña guadúa.

En primer lugar, la calidad ambiental interior (CAI) constituye un eje esencial en edificaciones del sector salud, pues influye directamente en la salud física, mental y emocional de los usuarios. Según Vargas Marcos y Gallego Pulgarín (2005), la CAI representa un avance conceptual que integra la salud, el confort y el bienestar en los espacios interiores, superando la noción limitada de “calidad del aire” y orientándose a ambientes saludables que equilibran confort y sostenibilidad energética. Asimismo, Neila (2000) señala que las buenas prácticas bioclimáticas deben asegurar condiciones adecuadas de temperatura, humedad y calidad del aire como parte fundamental del diseño arquitectónico sostenible. En este proyecto, la aplicación de la caña guadúa favorece la ventilación natural, la regulación higrotérmica y la reducción de contaminantes interiores, alineándose con los principios de confort ambiental y salud en edificaciones sanitarias.

El segundo factor, la eficiencia energética, responde a la necesidad de reducir los consumos y emisiones derivadas del funcionamiento de los edificios. Neila (2000) indica que la optimización energética debe basarse en estrategias pasivas como la ventilación controlada, el aislamiento térmico y la eliminación de puentes térmicos. Estudios como los de Boity et al. (2022) y Harries (2025) sostienen que la incorporación de bambú como material estructural puede reducir de forma significativa las emisiones y la energía embebida en el sector de la construcción. En ese sentido, la guadúa permite una envolvente térmica eficiente y facilita la integración de sistemas activos de energías renovables, como paneles fotovoltaicos o colectores solares, en coherencia con las directrices de certificaciones internacionales de eficiencia energética.

Por último, el criterio de materiales y recursos se fundamenta en la selección de materiales locales y renovables de bajo impacto ambiental. Zea Escamilla et al. (2018) demostraron que los sistemas constructivos basados en bambú presentan una menor huella de carbono y una reducción significativa de la energía incorporada frente a materiales convencionales como el hormigón o el ladrillo. Asimismo, Bredenoord (2024) destaca el valor social y ambiental de este material por su disponibilidad regional, bajo costo y capacidad de regeneración, promoviendo la participación comunitaria y el desarrollo local. En coincidencia, el National Institute of Standards and Technology (Zhang et al., 2024) recomienda la evaluación del carbono embebido en todo el ciclo de vida de los materiales de construcción para fomentar la selección de opciones bajas en emisiones.

En conjunto, estos tres criterios fortalecen la propuesta arquitectónica al integrar sostenibilidad ambiental, eficiencia energética y bienestar humano, consolidando al subcentro de salud como una infraestructura resiliente y coherente con los principios del desarrollo sostenible.

2.6.1 Calidad ambiental interior

La calidad ambiental interior (CAI) se refiere al conjunto de condiciones físicas, químicas y sensoriales que determinan el bienestar y la salud de los ocupantes de un edificio. Comprende los parámetros de temperatura, humedad, movimiento del aire, iluminación y pureza del ambiente interior. Estos factores no solo afectan la comodidad, también influyen en la eficiencia y la salud de las personas, por lo que constituyen un criterio esencial del diseño arquitectónico sostenible (Neila, 2000).

En este contexto, el término higrotérmico alude a la relación entre la humedad relativa del aire y la temperatura dentro de un espacio. Ambas variables influyen de manera conjunta en la percepción de confort térmico del usuario: un exceso de humedad puede

incrementar la sensación de calor, mientras que niveles muy bajos provocan sequedad ambiental y malestar fisiológico. Por ello, mantener condiciones higrotérmicamente equilibradas resulta fundamental para asegurar ambientes saludables y confortables (Neila, 2000).

Los principales componentes de la calidad ambiental interior son el confort térmico, la calidad del aire, el confort lumínico y el confort acústico.

El confort térmico se define como el equilibrio entre la temperatura ambiental, la humedad relativa y la velocidad del aire que permite al usuario sentirse cómodo sin experimentar sensaciones de calor o frío excesivos. La arquitectura bioclimática busca este equilibrio mediante estrategias pasivas, como el aislamiento térmico, la ventilación natural controlada, la eliminación de puentes térmicos y el uso de materiales con alta capacidad de acumulación térmica. La calidad del aire interior implica mantener un ambiente libre de contaminantes, olores o gases nocivos, mediante una ventilación higiénica permanente y la elección de materiales de acabado que no desprendan sustancias tóxicas, como disolventes o formaldehídos. Además, se recomienda evitar la acumulación de humedad para impedir la proliferación de microorganismos (Neila, 2000).

En cuanto al confort lumínico, se promueve el uso de la iluminación natural, no solo por su ahorro energético, sino también por su aporte al bienestar psicológico. Para ello, se orientan los huecos hacia el norte o hacia zonas de radiación difusa, se incorporan dispositivos de reflexión y distribución de la luz, como bandejas reflectoras, parteluces o conductos de luz, que permiten aprovechar la iluminación solar sin deslumbramientos (Neila, 2000).

En conjunto, estos elementos permiten crear ambientes higrotérmica y sensorialmente saludables, que equilibran las variables físicas del entorno construido con las necesidades del usuario.

En el contexto hospitalario, la calidad ambiental interior adquiere un carácter crítico, ya que incide directamente en la salud, la recuperación y el confort de los pacientes. La literatura especializada señala que la calidad del aire interior (Indoor Air Quality, IAQ) es uno de los principales factores ambientales en estos espacios, dado que los hospitales concentran fuentes potenciales de contaminación biológica y química, como materiales de limpieza, desinfectantes, agentes infecciosos y sistemas de climatización mal mantenidos (Vaquero de la Hoz, 2011).

Mantener una adecuada calidad del aire interior en edificaciones hospitalarias implica controlar la ventilación, la temperatura y la humedad, además de establecer

presiones diferenciales entre áreas críticas para evitar la propagación de patógenos. Asimismo, el diseño debe considerar materiales de acabado que sean inocuos, fácilmente lavables y resistentes a los desinfectantes. Estas medidas no solo previenen infecciones intrahospitalarias, tambien contribuyen al bienestar térmico y psicológico del personal y los pacientes (Vaquero de la Hoz, 2011).

La calidad del aire interior en hospitales se encuentra determinada por una serie de factores reguladores que influyen de manera directa en el confort y la salubridad de los ocupantes. Entre los principales se encuentran:

- Ventilación y renovación de aire: es el elemento más determinante, ya que permite diluir los contaminantes generados en el ambiente y controlar las concentraciones de dióxido de carbono, partículas en suspensión y microorganismos. Los hospitales requieren sistemas de ventilación mecánica o natural controlada que garanticen un flujo de aire constante, evitando recirculaciones contaminadas (Vaquero de la Hoz, 2011).

- Temperatura y humedad relativa: deben mantenerse dentro de rangos confortables y estables, ya que la humedad excesiva favorece la proliferación de hongos y bacterias, mientras que la sequedad excesiva afecta las vías respiratorias. El equilibrio higrotérmico resulta esencial para minimizar riesgos biológicos y mantener la comodidad de pacientes y personal sanitario (Vaquero de la Hoz, 2011).

- Presión diferencial entre espacios: en áreas críticas como quirófanos, unidades de cuidados intensivos o laboratorios, es indispensable mantener presiones positivas o negativas según el nivel de asepsia requerido, con el fin de evitar la transferencia de aire contaminado entre zonas limpias y sucias. Este control presional es una estrategia fundamental en la prevención de infecciones intrahospitalarias.

- Filtración del aire: los sistemas de climatización deben incorporar filtros de alta eficiencia (HEPA o ULPA) capaces de retener partículas finas, microorganismos y agentes alérgenos. Su mantenimiento y sustitución periódica son esenciales para conservar la calidad del aire.

- Fuentes internas de contaminación: los materiales constructivos, pinturas, adhesivos, mobiliario y productos de limpieza pueden emitir compuestos orgánicos volátiles (COV), por lo que se recomienda el uso de acabados no tóxicos, fácilmente lavables y resistentes a desinfectantes.

Mantener un adecuado control sobre estos factores permite reducir significativamente la transmisión de enfermedades respiratorias, mejorar el confort térmico

y psicológico del personal y los pacientes, y por tanto, prolongar la vida útil de los sistemas de climatización. Por ello, la calidad del aire interior hospitalario además de concebirse como una exigencia técnica, representa un componente esencial del diseño arquitectónico sostenible orientado al bienestar y la salud (Vaquero de la Hoz, 2011).

En cuanto al confort ambiental en edificaciones de guadúa, el estudio comparativo desarrollado por Flores Zambonino (2025) en la ciudad de Jama, provincia de Manabí, evaluó el comportamiento térmico entre una vivienda construida con bambú (Guadua angustifolia Kunth) y otra de bloque de hormigón, ambas ubicadas bajo condiciones climáticas y de orientación similares. Los resultados evidenciaron que la vivienda de bambú presenta menores temperaturas interiores promedio y menos horas de disconfort térmico que la de bloque. En un periodo de 255 horas de medición, la vivienda de bambú registró 31,11% de horas de disconfort térmico por calor, frente al 33,77% de la vivienda de mampostería, lo que demuestra una mejor capacidad del bambú para mantener condiciones térmicas estables y confortables.

Esta diferencia se explica por las propiedades térmicas de la guadúa, un material natural de baja densidad y menor inercia térmica, que permite una disipación más rápida del calor acumulado durante el día. A diferencia de la mampostería, que retiene el calor en su masa y lo libera lentamente durante la noche, el bambú permite un intercambio más dinámico con el entorno, reduciendo las temperaturas internas en horas nocturnas y favoreciendo un ambiente más fresco (Flores Zambonino, 2025).

Además, el estudio determinó que la elevación del piso en las viviendas de bambú (25 cm sobre el nivel del terreno) contribuye al enfriamiento del ambiente interior mediante la ventilación natural por debajo de la estructura. Este principio, sumado al comportamiento higrotérmico del material, mejora la sensación térmica del usuario y reduce la necesidad de sistemas activos de climatización.

Asimismo, en un estudio realizado por Cobeña Loor David y Moerira Macias Lyli en se demostró que la guadua puede llagar a tener una mejor conducta térmica que el hormigón al transmitir manera homogénea la temperatura y consecuentemente dar más sensación de confort térmico, esto se debe a que la guadua tiene baja conductividad térmica. (Cobeña-Loor, David, & Moreira-Macías, Lyli, 2026)

En síntesis, la guadúa, por su estructura porosa, baja conductividad térmica y capacidad de regulación higrométrica, ofrece condiciones de confort térmico superiores frente a los materiales convencionales como el bloque u hormigón. Su uso en la arquitectura sostenible ecuatoriana no solo representa una alternativa ecológica, sino

también una respuesta eficaz para lograr espacios interiores más saludables, confortables y energéticamente eficientes.

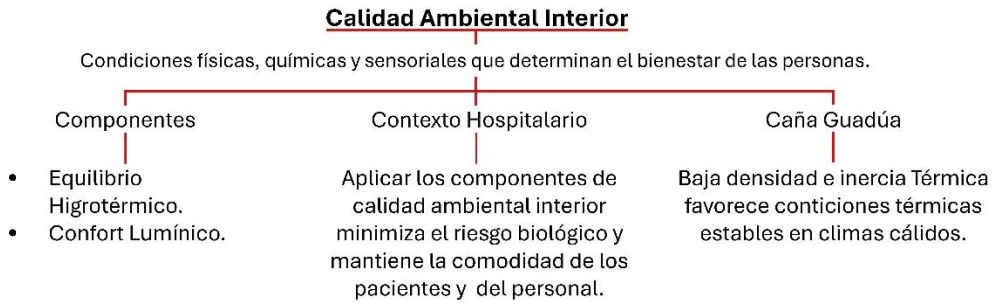


Figura 7: Calidad ambiental interior.

Fuente: Elaboración propia con base en Neila (2000), Vaquero de la Hoz (2011), Flores Zambonino (2025) y Cobeña-Loor, David, & Moreira-Macías, Lyli (2026)

2.6.2 Eficiencia energética

La eficiencia energética constituye uno de los pilares fundamentales de la arquitectura sostenible, al buscar el uso racional de los recursos naturales y la reducción del consumo energético en las edificaciones. Según Martí y Tiers (s.f.), el aumento constante del consumo de energía y de los costos asociados ha impulsado la necesidad de que los edificios y las instalaciones adopten medidas cada vez más eficientes, con el objetivo de disminuir la demanda energética y, en consecuencia, los costos operativos. La eficiencia no se limita únicamente a la reducción del gasto, sino que implica una planificación integral que abarque desde el diseño arquitectónico hasta la operación y mantenimiento de las edificaciones.

De acuerdo con Acevedo Agudelo et al. (2012), la eficiencia energética debe entenderse como un componente transversal de la sostenibilidad, que combina la planificación bioclimática con el uso de tecnologías eficientes. Los autores señalan que el sector de la construcción representa una de las mayores fuentes de consumo energético a nivel global, por lo que la incorporación de estrategias sostenibles desde la fase de diseño contribuye no solo a la reducción de emisiones, sino también a la creación de entornos confortables y económicamente viables.

El documento de Martí y Tiers (s.f.) identifica la gestión del consumo energético como un proceso continuo que abarca tanto las decisiones de diseño como la elección de sistemas tecnológicos. En este sentido, la eficiencia energética puede desarrollarse en tres niveles complementarios:

1. Diseño pasivo, basado en la optimización del comportamiento térmico y lumínico del edificio mediante la orientación adecuada, la ventilación natural, el aislamiento térmico y el control solar.

2. Sistemas activos eficientes que incluyen equipos de iluminación LED, climatización de bajo consumo, bombas de calor y sistemas de recuperación energética.

3. Gestión energética orientada al monitoreo y control del consumo mediante sistemas automatizados que permitan ajustar la demanda en tiempo real.

Acevedo Agudelo et al. (2012) resaltan, además, que la sostenibilidad energética implica una cultura de eficiencia, donde la responsabilidad no recae únicamente en la tecnología, también alcanza a los usuarios y gestores de los edificios. El ahorro energético y el mantenimiento preventivo forman parte de una visión de largo plazo que busca prolongar la vida útil de las instalaciones y reducir su impacto ambiental.

Por otra parte, la integración de energías renovables constituye un elemento esencial de la eficiencia contemporánea. Martí y Tiers (s.f.) destacan que la incorporación de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos, así como tecnologías eólicas de pequeña escala, permite satisfacer parcialmente la demanda eléctrica y térmica de las edificaciones, reduciendo su dependencia de fuentes convencionales. Este tipo de soluciones se alinea con el modelo de edificios de energía casi nula, cuyo objetivo es equilibrar la energía consumida con la generada a partir de fuentes limpias.

En el contexto hospitalario, la eficiencia energética adquiere una relevancia aún mayor. Martí y Tiers (s.f.) explican que las instalaciones sanitarias presentan altas demandas energéticas continuas debido a los requerimientos de climatización, ventilación y equipos médicos. Los hospitales deben gestionar su consumo para garantizar el confort, la seguridad y el control de enfermedades, mediante estrategias que aseguren un uso racional de la energía sin comprometer la calidad asistencial. Entre los sistemas de alto consumo destacan los filtros HEPA de alta eficiencia en ventilación, necesarios para prevenir infecciones, y los mecanismos de renovación constante del aire interior en quirófanos y unidades críticas, que implican un elevado gasto eléctrico.

Por ello, la aplicación de medidas de eficiencia energética en los hospitales no solo responde a una necesidad económica, sino también sanitaria y ambiental. Un diseño hospitalario eficiente mejora la calidad ambiental interior, garantiza condiciones óptimas para la atención médica y contribuye a la sostenibilidad operativa de las infraestructuras de salud.

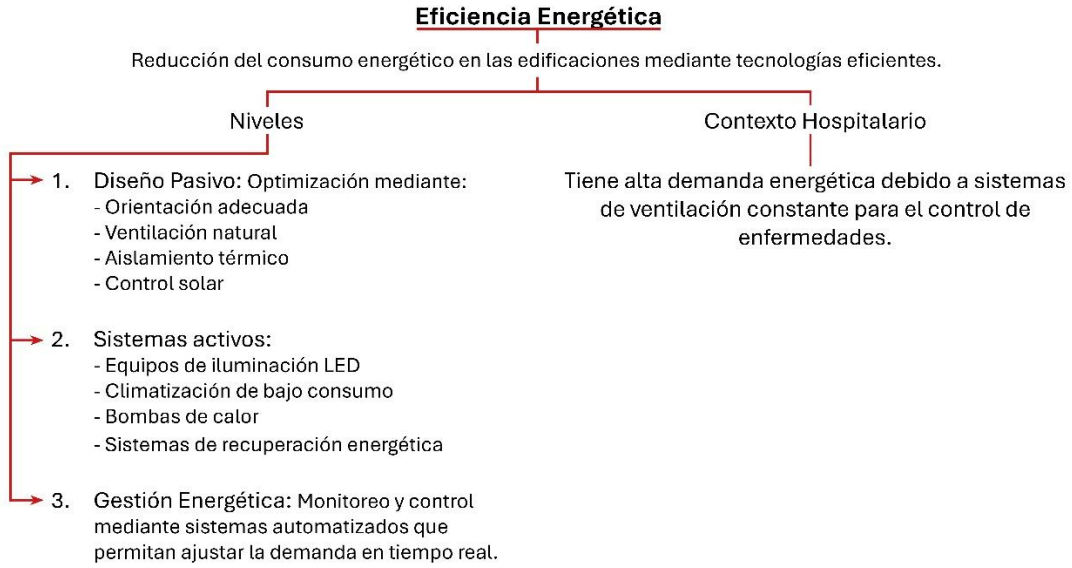


Figura 8: Eficiencia energética.

Fuente: Elaboración propia con base en Acevedo Agudelo et al. (2012) y Martí y Tiers (s.f.)

2.6.3 Materiales y recursos

Los materiales de construcción tienen una relación directa con el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida. Desde la fase de extracción de materias primas, pasando por su procesamiento, utilización y disposición final, generan impactos en el aire, el agua y el suelo. Además de requerir un alto consumo energético para su producción, emiten gases como dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno y dióxidos de azufre, que contribuyen al deterioro ambiental y al cambio climático (Serrano Tapia et al., 2015).

En este contexto, Acevedo Agudelo et al. (2012) plantean que para que un material pueda considerarse verdaderamente sostenible, es necesario analizar todos los procesos que intervienen a lo largo de su vida útil: la extracción, el transporte, la transformación, el uso, la reutilización y la disposición final. Además, destacan la importancia de aprovechar residuos y subproductos industriales como materia prima alternativa en la fabricación de nuevos materiales, con el fin de reducir el impacto ambiental y valorizar los desechos. Paralelamente, se ha retomado el uso de materiales del entorno, como la tierra, las fibras naturales y la guadúa. Los cuales, combinados con otros componentes, pueden mejorar sus propiedades y optimizar su desempeño constructivo desde una perspectiva ambiental.

En este marco, la caña guadúa (Guadua angustifolia Kunth) se ha consolidado como un material de construcción sostenible que responde simultáneamente a criterios ambientales, sociales y técnicos. Diversos estudios coinciden en que el bambú y sus derivados presentan una baja energía incorporada en comparación con materiales convencionales como el hormigón o el acero (Zea Escamilla et al., 2018; Boity et al., 2022).

Su rápido crecimiento, elevada relación resistencia-peso y capacidad de captura de carbono lo convierten en un recurso renovable con alto potencial de sustitución dentro del sector constructivo (Harries, 2025).

Desde la perspectiva del ciclo de vida, el uso de guadúa permite reducir tanto las emisiones operativas como las asociadas a la fabricación de materiales. Zea Escamilla et al. (2018) demostraron que los sistemas constructivos basados en bambú generan una huella de carbono significativamente menor que las edificaciones en ladrillo y cemento, mientras que el National Institute of Standards and Technology (Zhang et al., 2024) enfatiza la importancia de seleccionar materiales que minimicen el carbono embebido y maximicen la eficiencia de los recursos.

Además, la guadúa posee ventajas adicionales en términos de disponibilidad local y adaptabilidad constructiva, lo que favorece su integración en proyectos de pequeña y mediana escala, como infraestructuras sanitarias o comunitarias. Bredenoord (2024) resalta su capacidad para promover la participación social en los procesos constructivos, fortalecer las economías locales y reducir los costos energéticos vinculados al transporte. En el mismo sentido, Boity et al. (2022) destacan que el bambú, al ser un recurso natural con una amplia distribución en regiones tropicales, contribuye a la creación de modelos de construcción sostenibles y resilientes frente a los desafíos ambientales actuales.

Por tanto, la implementación de la guadúa en la arquitectura sanitaria no solo representa una alternativa ecológica por su bajo impacto ambiental y su carácter renovable, también comprende una estrategia para fomentar economías circulares locales, reducir la dependencia de materiales industriales y promover una arquitectura coherente con los principios del desarrollo sostenible.

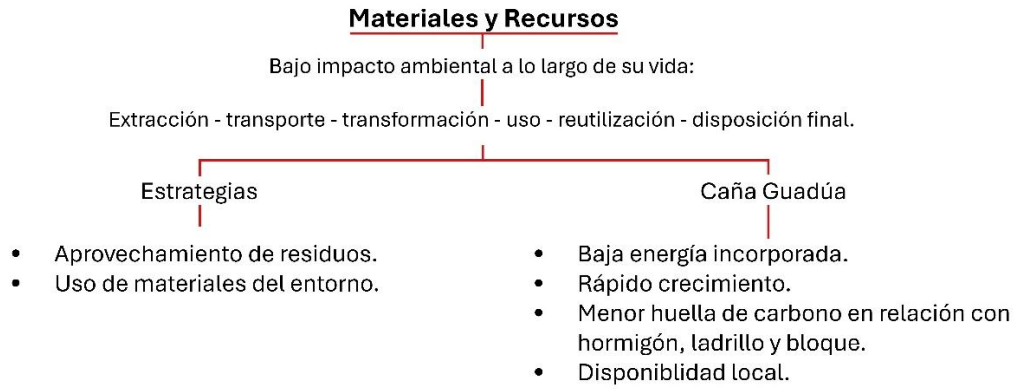


Figura 9: Materiales y recursos.

Fuente: Elaboración propia con base en Serrano Tapia et al. (2015), Acevedo Agudelo et al. (2012), Zea Escamilla et al. (2018), Boity et al. (2022), Harries (2025), Zhang et al. (2024) y Bredenoord (2024).

Dentro de las tres estrategias principales de sostenibilidad, eficiencia energética, energías renovables y materiales y recursos, la presente investigación adopta esta última como eje central de desarrollo. Esta decisión responde a que el criterio de materiales y recursos se alinea directamente con el enfoque del proyecto de tesis, basado en la aplicación de sistemas constructivos con caña guadúa (Guadua angustifolia Kunth) en infraestructuras de salud. La elección de este material permite abordar de manera integral la sostenibilidad desde su dimensión ambiental, social y técnica, al tratarse de un recurso natural renovable, de bajo impacto ambiental y con una amplia disponibilidad local. De esta manera, el proyecto prioriza la optimización de los recursos constructivos y la reducción de la energía incorporada, fortaleciendo la relación entre arquitectura, contexto y sostenibilidad material.

2.7 Normativa

El diseño arquitectónico de un Subcentro de Salud Tipo B requiere la integración coherente de normativa obligatoria nacional y de estándares internacionales de referencia que complementan los vacíos técnicos existentes en la legislación ecuatoriana. En este sentido, la base regulatoria fundamental está constituida por el Reglamento para Establecer la Tipología de los Establecimientos de Salud del Sistema Nacional de Salud, emitido por el Ministerio de Salud Pública (MSP), el cual determina las prestaciones, la cartera de servicios y las condiciones mínimas de funcionamiento para los establecimientos del primer nivel de atención. Sin embargo, este marco normativo debe articularse con lineamientos internacionales que aportan criterios más específicos sobre distribución espacial, flujos funcionales, condiciones ambientales, diseño de consulta externa y requerimientos técnicos de salas clínicas.

Para este proyecto se utilizaron como referentes técnicos complementarios, la *Guía de Diseño Arquitectónico de Establecimientos de Salud* de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/PAHO), los *International Health Facility Guidelines (iHFG)* para unidades de consulta externa, el estándar estadounidense de diseño *Facility Guidelines Institute (FGI)* para salas de examen y procedimientos, así como la *Guía de Acabados Interiores para Hospitales*, que orienta la selección de materiales con criterios de bioseguridad y durabilidad. La combinación de estos documentos permite desarrollar una propuesta arquitectónica funcional, segura y alineada con buenas prácticas internacionales, sin contravenir la normativa ecuatoriana vigente.

Tabla 4: Normativa y estándares utilizados para el diseño arquitectónico del Subcentro de Salud Tipo B.

Documento	Tipo (obligatorio /referencial)	Alcance	Aplicación	Contenido Relevante para Arquitectura
Reglamento para Establecer la Tipología de los Establecimientos de Salud (MSP, 2020)	Obligatorio	Define tipologías, niveles de atención, capacidades resolutivas, habilitación y requisitos básicos para establecimientos del Sistema Nacional de Salud.	Determina que el Subcentro de Salud Tipo B pertenece al primer nivel, define qué servicios debe ofrecer y qué prestaciones son obligatorias.	Estructura normativa oficial; establece servicios permitidos (consulta externa, procedimientos, laboratorio básico, imagen, urgencias menores).
Guía de Diseño Arquitectónico para Establecimientos de Salud (OPS/PAHO)	Referencial internacional (LatAm)	Lineamientos generales para diseño de establecimientos de salud con enfoque en funcionalidad, accesibilidad, confort ambiental y eficiencia.	Aporta criterios para distribución funcional, accesos, relación entre áreas, diseño centrado en el paciente y resiliencia en salud.	Circulaciones limpias/sucias, privacidad, iluminación natural, ergonomía, accesibilidad universal.
International Health Facility Guidelines – Outpatients Unit (iHFG)	Referencial técnico internacional	Proporciona modelos funcionales de consulta externa, flujos, diagramas, tamaños de unidades y relaciones entre espacios.	Sirve para estructurar la unidad de consulta externa del Subcentro B, definiendo relaciones entre recepción, consultorios, salas de espera y apoyo.	Modelos de pasillo simple/doble, ubicación óptima de consultorios, vital signs room, blood collection, staff areas.
FGI – Guidelines for Design and Construction (Procedure, Operating & Imaging Rooms)	Referencial técnico (EE.UU.)	Estándares arquitectónicos para salas de examen, procedimientos, imagen y requisitos ambientales (ACH, presiones, tamaños mínimos)	Aporta criterios de dimensionamiento de salas de examen/procedimiento, ventilación (ACH) y acabados según nivel de riesgo. Útil para salas de curaciones y procedimientos ambulatorios del Tipo B.	Áreas; requisitos de presión positiva; acabados; clasificaciones de salas.
Guía de Acabados Interiores para Hospitales	Referencial técnico	Define tipos de acabados, materiales, resistencias, criterios de limpieza, control de infecciones y durabilidad.	Permite seleccionar acabados adecuados para cada área del Subcentro Tipo B (humedades, tráfico, bioseguridad, zonas críticas y semicríticas).	Requisitos para pisos, paredes y cielos rasos; superficies lisas, lavables, sin juntas; especificaciones según nivel de riesgo.

Fuente: Elaboración propia.

2.8 Sistema de salud público en la parroquia Los Encuentros

La parroquia Los Encuentros está ubicada en el cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe. Al norte limita con la parroquia Pachicutza y Tundayme del cantón El Pangui, al sur con la parroquia Paquisha y Bella Vista, al este con Perú y la Oeste con Chicaña y Yantzaza. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023)

Ocupa el 47% del Cantón Yantzaza con 47,615 hectáreas. Está conformado por los barrios San Luis del Vergel, Numbaime, El Pincho, Nungui, Achnut, El Padmi, El Pindal, Los Encuentros, Masuk Las Vegas, La Delicia, La Centza, Santa Lucía, Mercadillo, San José, Santa Rosa, Huambime, Muchime, Nankais, La Merced, Reina del Cisne, Los Almendros, El Mirador, Jardín del Cóndor, El Sarza y San Antonio del Cóndor (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023).

El acceso principal a la parroquia está dado por la vía estatal de la troncal amazónica E-45 que conecta con Pachicutza y Yantzaza. También cuenta con vías de tercer orden que conectan con Paquisha, Bella Vista y Chicaña. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023)

La temperatura media anual en la Parroquia Los Encuentros se sitúa entre 17 y 21 °C, el rango más alto de precipitación se encuentra entre 2.000 mm y 2.200 mm, con una frecuencia del 45,97%. En la localidad se identifican cuatro tipos distintos de ecosistemas el Bosque Húmedo Montano Subandino Oriental, el Bosque Húmedo Montano Andino Oriental, el Bosque Siempreverde de la Llanura Amazónica, y el Bosque Siempreverde del Piedemonte Amazónico (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023).

La población de la parroquia se dedica principalmente a actividades mineras y pecuarias que pueden estar relacionadas a afecciones respiratorias como la neumonía que la que está en primer lugar en el índice de morbilidad. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023)

La parroquia cuenta con tres equipamientos de salud; Un puesto de salud en El Pincho, otro en El Zarza y un subcentro de salud tipo A en Los Encuentros. El tiempo de desplazamiento del puesto de salud El Pincho al Subcentro de Los Encuentros es de 10 min con 8,4 km y desde El Zarza hasta Los Encuentros es de 45 minutos con 23,3km. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023)

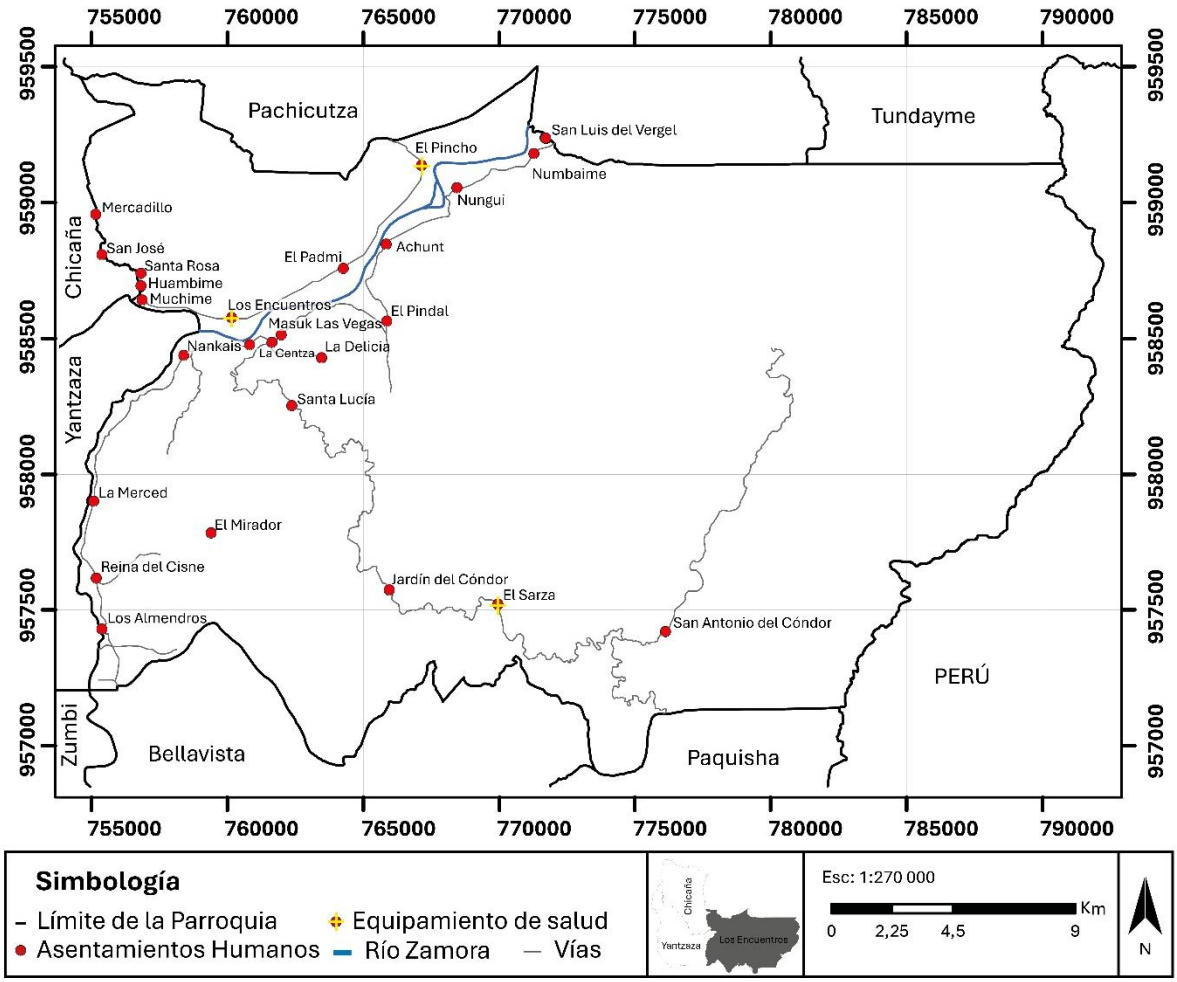


Figura 10: Mapa de la parroquia Los Encuentros y ubicación de equipamientos de Salud.

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros, 2023. Elaboración propia.

2.9 Estrategias derivadas del capítulo

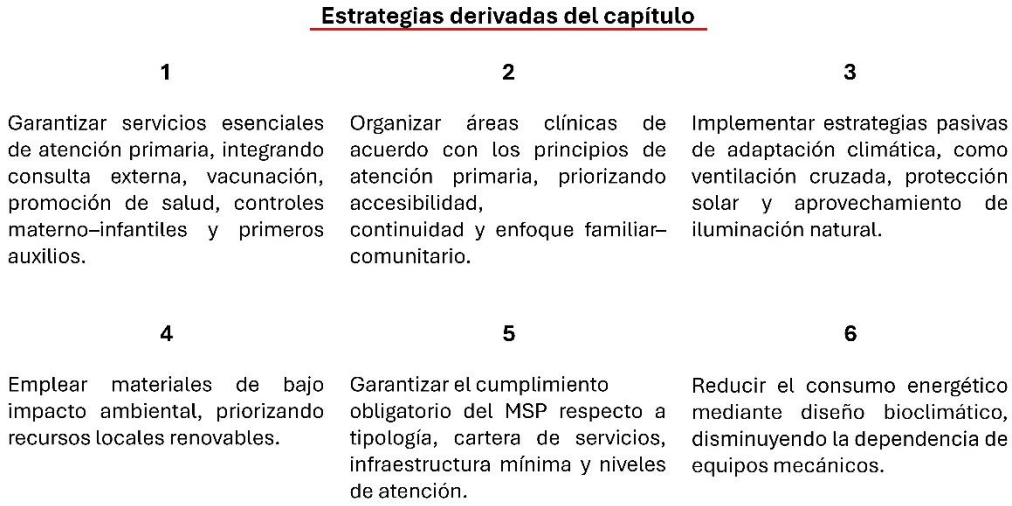


Figura 11: Estrategias derivadas del capítulo “subcentro de salud”.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III – LA CAÑA GUADÚA

3.1 La caña guadúa como material de construcción

La caña guadúa es una especie de bambú. Existen aproximadamente 1500 especies que son cultivadas en áreas tropicales y subtropicales. El tipo de guadúa adecuado para la construcción por sus características físico-mecánicas es la Guadúa Angustifolia Kunth (Delgado & Universidad del Azuay, 2017).

De acuerdo con Calva, L. (2015), los elementos que conforman la morfología de la guadúa son:

- Rizoma: es la raíz de la planta.
- Culmo: es el tallo de la planta que está conformado por cuello, nudos y entrenudos.
- Nudo: el es punto de unión entre dos entrenudos y por consecuencia el entrenudo es el espacio que está entre los dos nudos.
- Yema: es el brote que aparece en los nudos y comúnmente está protegido por la hoja caulinar.
- Ramas: se encuentran la línea nodal de la planta.



Figura 12: Partes de la caña guadúa.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Ciclo de vida de la caña guadúa

No es muy común que la caña guadúa se propague a través de semillas debido a que le toma varios años llegar a florecer y después de eso la planta muere. En su lugar, es

más común que se propague mediante de los brotes o yemas que crecen en toda la planta (Mercedes, 2006).

El rizoma de la guadúa es leptomorfo; es decir, que tiene forma cilíndrica alargada. Allí las yemas que van naciendo alrededor del rizoma por lo general se convierten en tallos o muy rara vez en nuevos rizomas (Mercedes, 2006).



Figura 13: Partes de la caña guadúa.
Fuente: Elaboración propia.

En la Guía Técnica Cultivo del Bambú, Mercedes menciona el ciclo de Vida de estas plantas de la siguiente forma:

1.- Brote: Aparecen los culmos aún sin entrenudos y está envuelto por las hojas caulinares.

2.- Fase juvenil: La planta se elonga y aparecen los entrenudos de un color verde intenso, los nudos apenas empiezan a mostrar su color blancuzco, la planta empieza a tener ramas y las hojas caulinares empiezan a caer.

3.- Fase madura: El color verde de los tallos empieza a hacerse pálido, las ramas se ven completamente desarrolladas, muchas veces comienza a mostrar líquenes y la madera se vuelve resistente.

4.- Fase de sazonamiento: La madera pierde resistencia y se llena de líquenes, la densidad de follaje disminuye y su color se vuelve más pálido.

5.- Fase sobremadura: Los tallos muestran quebraduras o rajaduras. Tiene muy poco follaje y da la apariencia de estar seco.



Figura 14: Ciclo de vida de la caña guadúa.

Fuente: Elaboración propia con base en Mercedes (2006).

3.1.2 Proceso de preparación de la caña guadúa para la construcción

3.1.2.1 Producción

De acuerdo con Mercedes (2006), para el uso comercial de la planta existen otras maneras de propagación que maximizan su producción. Estas son por cortes del rizoma, secciones del tallo, o la siembra del tallo:

3.1.2.2 Corte del rizoma

Consiste en cortar la raíz de una planta que tenga una longevidad de 2 a 4 años. Se divide en secciones de 30 cm aproximadamente, se siembra a 60 cm de profundidad con las yemas hacia los costados y se cubre con 5 a 10 cm de capa de tierra.

3.1.2.3 Secciones del tallo

Se trata de cortar los tallos que tengan de 2 a 3 años en secciones que tengan 4 o 4 entrenudos con yemas. Cada 2 nudos se hace un hueco que se llena con agua y luego se cubre con tierra.

3.1.2.4 Siembra del tallo

Es similar al anterior método, pero en este caso se eligen plantas que tengan entre 1 a 2 años. Se usa el tallo completo sembrándolo con las yemas hacia los costados, cada entrenudo va a tener un hueco por el cual se le va a llenar de agua y luego tapar el hueco con la misma sección que se extrajo o con alguna piedra. Por último, se cubre con una capa de tierra de 5 a 8 cm de espesor.

3.1.2.5 Selección de culmos

La NEC, en ESTRUCTURAS DE GUADÚA (GaK), brinda los requisitos para seleccionar los culmos adecuados para la construcción y dice que se debe llevar control de la longevidad de las plantas, un equilibrio ideal sería de 10% brotes, 30% jóvenes y 60% guadúa madura.

Como señala Cadena (2018), los culmos adecuados para la construcción son aquellos que tienen de entre 4 a 6 años de longevidad debido a que se vuelven más resistentes y tienen menos humedad, se pueden identificar por su coloración verde oscura en el entrenudo y los nudos blancos poco perceptibles y algunas manchas blanquecinas de líquenes. De acuerdo con la NEC, hay que tomar en cuenta que si hay demasiada presencia de líquenes que empiezan a dar tonos amarillentos es porque la planta ya está sobremadura y ya no se puede aprovechar. Si presenta agujeros producidos por plagas o empieza a secarse desde la parte superior del tallo tampoco es apta (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017). También Morán Ubidia (s.f.) explica que otra manera para identificar el culmo adecuado es verificando la ausencia de hojas caulinales.

3.1.2.6 Corte de culmos y ramas

De acuerdo con Morán Ubidia (s.f.) el corte de los culmos de guadua, de manera popular en Latinoamérica, se realiza en una temporada específica que es cuando la luna está en su fase de cuarto menguante. Esto se debe a que durante la luna llena la planta absorbe los líquidos y nutrientes del suelo con mayor facilidad por la acción de la luna sobre las masas de agua, al estar en luna menguante hay más probabilidad de que la planta tenga menos humedad. También señala que el corte por lo general se lo realiza en la madrogada o noche para evitar que la planta esté en un proceso de fotosíntesis y así también tenga menos humedad. A su vez recomienda el corte en épocas secas o de poca lluvia porque el agua en el corte recién hecho podría dar paso a la proliferación de agentens patógenos.

El corte se debe realizar al ras del primer nudo para evitar que el entrenudo que queda se llene de agua y pudra la planta. Al momento de la caída del culmo se debe evitar que este sufra alguna lesión.

Las ramas se deben cortar desde el ángulo inferior para evitar que se desgarren las fibras del culmo (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017).

3.1.2.7 Preservación

La caña guadúa que se va a usar en la construcción debe ser tratada para evitar que el material se deteriore y afecte sus cualidades estructurales. El tratamiento debe elegirse tomando en cuenta el impacto ambiental y el efecto sobre el ser humano. Para lo cual hay preservantes hidrosolubles y óleo solubles.

La fórmula más común de preservante es colocar 2 kg de ácido bórico y bórax cada uno por cada 96 litros de agua. Para facilitar la disolución se debe hacer paulatinamente en cada cinco galones de agua a temperatura que oscile los 50°C Y 80°C. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017).

3.1.2.7.1 Métodos de preservación

- *Preservación por inmersión*

Primero se debe lavar el culmo en el exterior para evitar que se contamine la fórmula, esto debe hacerse evitando dañar la piel del culmo. Para el proceso de preservación se hace una perforación longitudinal en el culmo usando una varilla cuyo diámetro puede ser de 12 mm a 16 mm, se colocan los culmos perforados en un tanque que contenga la fórmula de tal manera que el extremo quede al ras del agua para que el aire contenido en el culmo salga, los culmos deben permanecer allí por cinco días o si la temperatura de la fórmula está entre 50°C y 80°C el tiempo de inmersión es de seis horas. Después de esto se extraen los culmos y se colocan de forma inclinada con la parte más ancha hacia arriba para que se escurra fácilmente. Para comprobar si los culmos absorbieron suficiente preservante se usa un higrómetro para maderas duras tipo A que marque un contenido de humedad mínimo del 30% (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017).

- *Preservación por presión*

Para esto se usa un equipo de presión que inyecta el preservante en cada culmo. Se necesita que los culmos sean frescos; es decir, que no tengan más de ocho horas para que puedan absorber el fluido, de lo contrario se seca la parte del corte y es más difícil para la máquina penetrar. Si eso llega a pasar se hace un corte extra de 10 cm aproximadamente. El proceso inicia colocando los culmos de manera horizontal con sus extremos acoplados a las mangueras que conectan con la máquina y asegurados con broquillas. Para verificar si el culmo absorbió el preservante se usan medidores de pH. Finalmente, el líquido que sobra se debe tratar para evitar la contaminación ambiental (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017).

- *Preservación por difusión vertical*

Se perfora el culmo longitudinalmente evitando perforar el último nodo del extremo más angosto, este proceso se realiza con una varilla de 12 mm y 16 mm de diámetro. Se colocan los culmos de forma vertical con la parte angosta hacia abajo y se llenan con el preservante, debe mantenerse así por tres semanas luego se eso se perfora el último nodo para que salga el líquido. La fórmula restante debe recolectarse y tratarse de tal manera que no afecte al ambiente ni a las personas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017).

- *Preservación con humo*

De acuerdo con Morán Ubidia (s.f.) la cultura shuar, que aprecia la guadua como material de construcción como de herramientas de caza, empíricamente usa el humo para preservar la guadua. Este procedimiento consiste en que una vez construida la vivienda, sellan cualquier abertura con hojas para dejarla lo más hermética posible y que llegue a tener características similares a un horno, posteriormente llenan el piso con tierra húmeda y sobre ella colocan troncos frescos de una planta a la que denominan cedro blanco, dejan humear estos troncos dentro de la casa por aproximadamente cinco días y después la ocupan.

Montoya (2002) apoya esta idea explicando que la guadua debe estar en un lugar cerrado con una chimenea para que el huma pueda penetrar. Este espacio debe mantenerse entre los 52°C y 57°C durante dos semanas.

3.1.2.8 Secado

La guadúa es un material que absorbe la humedad del ambiente lo que lo hace vulnerable a factores biológicos. Por eso los culmos deben pasar por un proceso de secado que reduzca su contenido de humedad del ambiente. Para eso existen dos mecanismos de secado:

Al ambiente

Colocar los culmos verticalmente sostenidos por caballetes con una longitud aproximada de 2/3 de la longitud de los culmos y asentados sobre un material que impida que la humedad del suelo se transmita. Para que se seque completamente se debe girar longitudinalmente el culmo a diario por 15 días y los siguientes días con menos frecuencia. El secado dura de dos a seis meses dependiendo del clima (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017).

Secado artificial

Para esto, de acuerdo con NEC, ESTRUCTURAS DE GUADÚA (GaK) se necesita preparar la guadúa con un secado previo de ocho días y hay varios métodos para llevar este proceso a cabo:

- Horno de secado.
- Inyección de aire caliente: se colocan los culmos de forma horizontal y se les inyecta aire caliente.
- Secado solar

  Pasivo: se usa un colector solar que permite la salida de la humedad e ingreso del aire frío.

  Activo: son cámaras que funcionan con energía solar permiten el ingreso del aire y salida de la humedad.

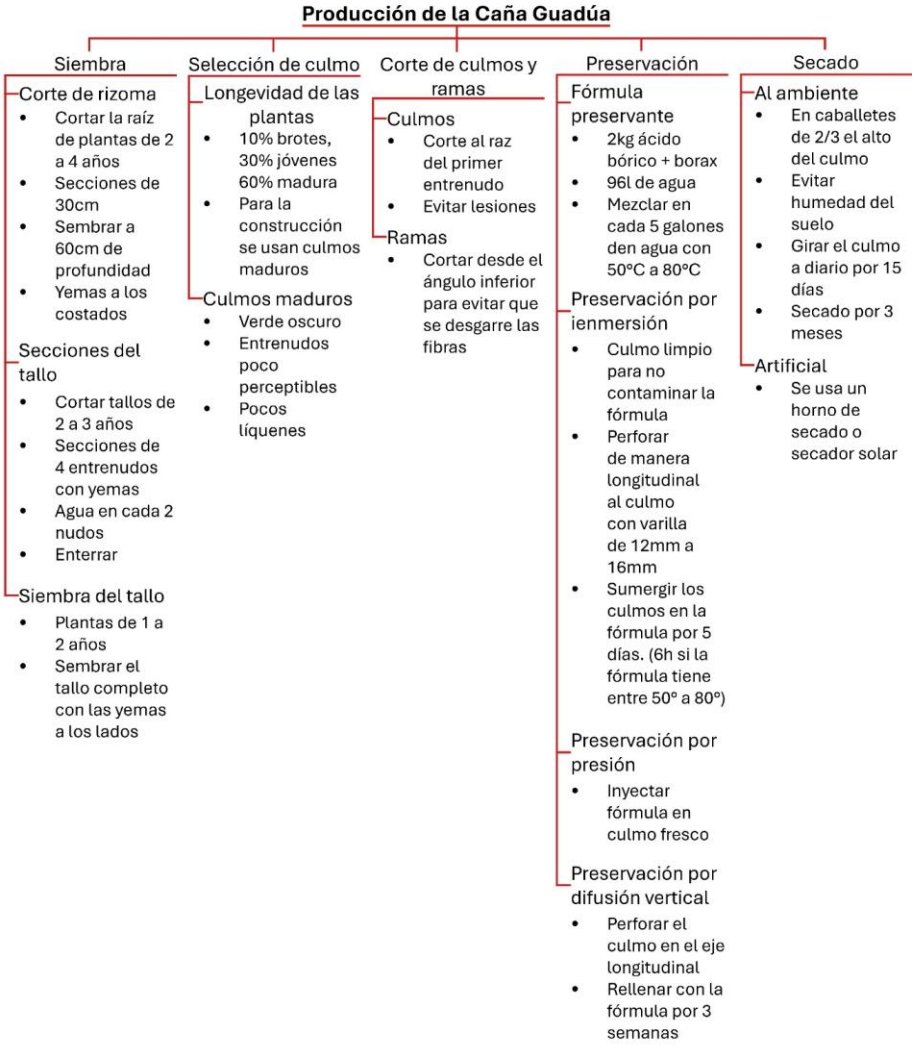


Figura 15: Producción de la caña guadúa.

Fuente: Elaboración propia con base en Mercedes (2006), Cadena (2018), Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2017), Morán Ubidia (s.f.) y Montoya (2002).

3.1.3 Propiedades físicas y mecánicas

3.1.3.1 Propiedades físicas

3.1.3.1.1 Densidad

La densidad es una de las propiedades físicas fundamentales utilizadas para evaluar la calidad de *Guadua angustifolia Kunth*. En el estudio desarrollado en el Eje Cafetero colombiano, la densidad fue calculada mediante la medición del volumen y del peso seco y húmedo de muestras extraídas de culmos maduros. Los resultados obtenidos indican que la guadua presenta una densidad promedio de 0,67 g/cm³, con valores que varían entre 0,36 g/cm³ y 0,81 g/cm³, tal como se reporta en el Cuadro 3 del documento analizado (García Sierra & Camargo García, 2010).

La importancia estructural de la densidad radica en que este parámetro está directamente relacionado con la cantidad de material resistente presente en la sección del culmo. Los autores demuestran que las propiedades mecánicas del bambú dependen significativamente de variables físicas como el espesor de pared (t) y la circunferencia externa (C), las cuales son indicadores directos de la cantidad de material presente en la sección transversal. Las variaciones en estos parámetros generan cambios sistemáticos en la resistencia a compresión, flexión, tracción y corte, lo que confirma la influencia de la cantidad de material, y por tanto, de la densidad estructura en el comportamiento mecánico del bambú (Liu et al., 2021).

3.1.3.1.2 Humedad

La humedad es una propiedad física determinante en el comportamiento estructural del bambú, debido a su influencia directa en la rigidez y la resistencia del material. En el estudio realizado en el Eje Cafetero de Colombia, la *Guadua angustifolia Kunth* presentó una humedad promedio del 52,83%, con valores mínimos de 41,48% y máximos de 60,83%, determinados a partir del pesaje seco y húmedo de las muestras extraídas de culmos maduros (García Sierra & Camargo García, 2010). Este parámetro forma parte de las variables de calidad evaluadas para caracterizar el material.

La importancia de la humedad radica en su efecto sobre las propiedades mecánicas del bambú, fenómeno ampliamente documentado en investigaciones experimentales. En el estudio de Wang et al. (2013), se evaluaron muestras de *Phyllostachys pubescens* a diferentes contenidos de humedad y se determinó que el módulo de elasticidad en compresión paralela a la fibra (CMOE) disminuye de manera lineal a medida que aumenta la humedad por debajo del punto de saturación de fibras.

3.1.3.1.3 Dureza

La dureza es una propiedad física relevante dentro de la caracterización de *Guadua angustifolia Kunth*, ya que permite evaluar la resistencia del material frente a esfuerzos de penetración o indentación y, por ende, su comportamiento ante cargas locales. En el estudio desarrollado en el Eje Cafetero de Colombia, la dureza fue incluida como una de las variables de calidad del material, obteniéndose valores que permiten diferenciar el desempeño físico y mecánico de los culmos analizados. Los resultados muestran que la dureza presentó un valor promedio de 38,36 en la escala utilizada por los autores, con un mínimo de 30,30 y un máximo de 49,80, lo que evidencia variabilidad asociada a factores como el estado del material y su procedencia (García Sierra & Camargo García, 2010).



Figura 16: Propiedades físicas de la caña guadúa.

Fuente: Elaboración propia con base en García Sierra & Camargo García (2010), Liu et al. (2021) y Wang et al. (2013).

3.1.3.2 Propiedades mecánicas

La NEC-SE-GUADUA establece las propiedades mecánicas que un culmo debe cumplir para ser empleado en la construcción.

3.1.3.2.1 Esfuerzos admisibles (Fi)

- Flexión (Fb): 15 MPa
- Tracción paralela a la fibra (Ft): 19 MPa
- Compresión paralela a la fibra (Fc∥): 14 MPa
- Compresión perpendicular (Fp⊥): 1,4 MPa
- Cortante (Fv): 1,2 MPa

3.1.3.2.2 Esfuerzos últimos a la falla (Fu)

- Flexión: 45 MPa
- Tracción paralela: 117 MPa
- Compresión paralela: 37 MPa
- Cortante: 7 MPa

3.1.3.2.3 Módulos de elasticidad (Ei)

- Módulo percentil 5 ($E_{0.5}$): 12 000 MPa
- Módulo percentil 5 ($E_{0.05}$): 7 500 MPa
- Módulo mínimo (Emin): 4 000 MPa

La norma establece que:

- $E_{0.5}$ se utiliza para análisis estructural.
- Emin se emplea para estabilidad de vigas y columnas.
- E (módulo general) se usa cuando las deflexiones sean críticas.

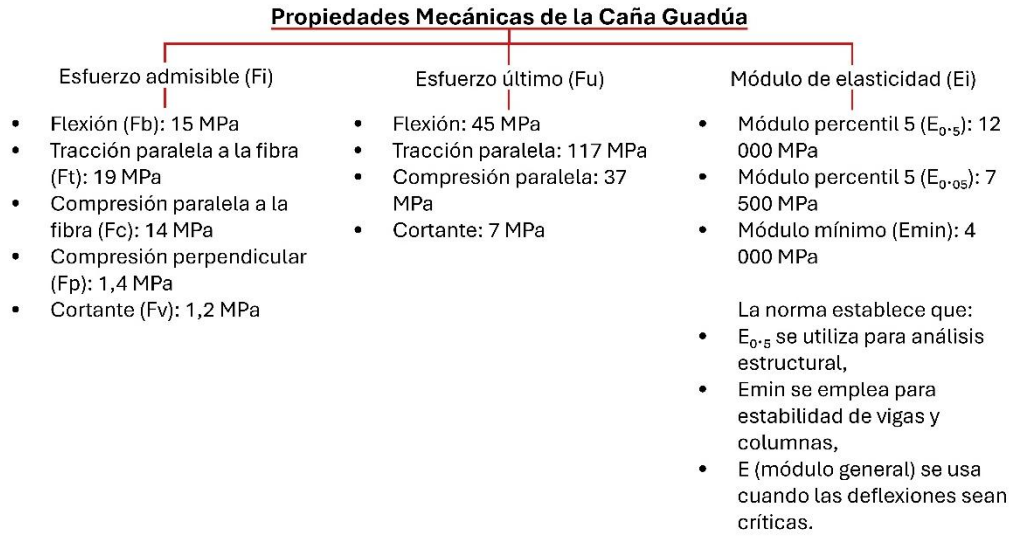


Figura 17: Propiedades mecánicas de la caña guadúa.

Fuente: Elaboración propia con base en NEC-SE-GUADUA.

3.2 Historia y evolución de la caña guadúa como sistema constructivo

Desde tiempos inmemorables, las sociedades del trópico han utilizado el bambú, incluida la caña guadua, como un material esencial para la construcción de viviendas, balsas, herramientas, armas y una gran variedad de objetos. Su tallo hueco facilitaba el corte y el transporte en comparación con troncos de madera maciza, lo que permitió que este recurso se empleara desde las primeras etapas de la humanidad. Tal relevancia ha llevado a proponer la existencia de una “Edad del Bambú”, incluso anterior a la Edad de Piedra, basada en vestigios etnográficos presentes en regiones como África oriental y en diversas culturas tropicales (Stamm, 2008).

Las primeras expresiones arquitectónicas basadas en bambú se desarrollaron a partir de refugios elaborados con ramas tejidas y estructuras tipo cesta, características de sociedades cazadoras-recolectoras. Con el tiempo, estas configuraciones dieron paso a

sistemas más definidos, como las estructuras de poste y viga, que permitieron crear cobijos más estables. Observaciones en distintas regiones tropicales muestran que estas técnicas comparten principios comunes derivados del uso directo de materiales vegetales disponibles en el entorno (Stamm, 2008).

El desarrollo posterior dio lugar a las casas tribales, en las cuales se consolidaron técnicas como el bahareque, las uniones tipo “boca de pescado”, los amarres con bejuco o cuero y la conformación de techos curvos mediante fibras naturales. Estos sistemas integraban conocimientos para asegurar ventilación, protección frente a la humedad y un adecuado desempeño frente a la actividad sísmica. Su amplia presencia en comunidades del Caribe, la Orinoquía y la Amazonía evidencia el papel fundamental de la guadua en la configuración de la arquitectura tradicional en zonas donde este recurso era abundante (Stamm, 2008).

Estas prácticas derivaron en una construcción tradicional tecnificada, que incorporó elementos como tejas de barro o zinc, así como el uso de bambú aplastado o rajado para conformar los muros. Se aplicaron métodos de preservación como el curado por “vinagrado”, el corte del tallo en fases de luna menguante y su secado prolongado para reducir la susceptibilidad a ataques de insectos. Aunque algunos sectores comenzaron a abandonar estas técnicas por cambios culturales, las zonas rurales continuaron perfeccionando estos sistemas al combinar saberes ancestrales con métodos más racionales (Stamm, 2008).

Durante el siglo XX, la construcción en guadua incorporó principios de carpintería tradicional, como las cerchas de par y nudillo y la cercha rey, adaptándolos a las características físicas del bambú. Esto permitió desarrollar cerchas compuestas, columnas espaciadas, vigas reforzadas y uniones con pernos y mortero capaces de transmitir cargas de forma eficiente. La posibilidad de prefabricar elementos en el suelo y levantarlos con mínima asistencia mecánica, gracias al bajo peso del material, facilitó la construcción de edificaciones de varios niveles y puentes de grandes luces, marcando una transición hacia un uso ingenieril del bambú (Stamm, 2008).

En el siglo XXI emergieron sistemas ultramodernos que explotan la flexibilidad y ligereza del bambú, como estructuras reticuladas tridimensionales, paraboloides hiperbólicos, membranas tensadas, conchas estructurales y sistemas tejidos. Estas configuraciones permiten crear geometrías complejas con un consumo reducido de material. Ejemplos como el hangar de 30 metros en Antioquia o la estructura “Three Mountains” en Bali demuestran el potencial del bambú en la arquitectura contemporánea mediante soluciones innovadoras, eficientes y estéticamente avanzadas (Stamm, 2008).

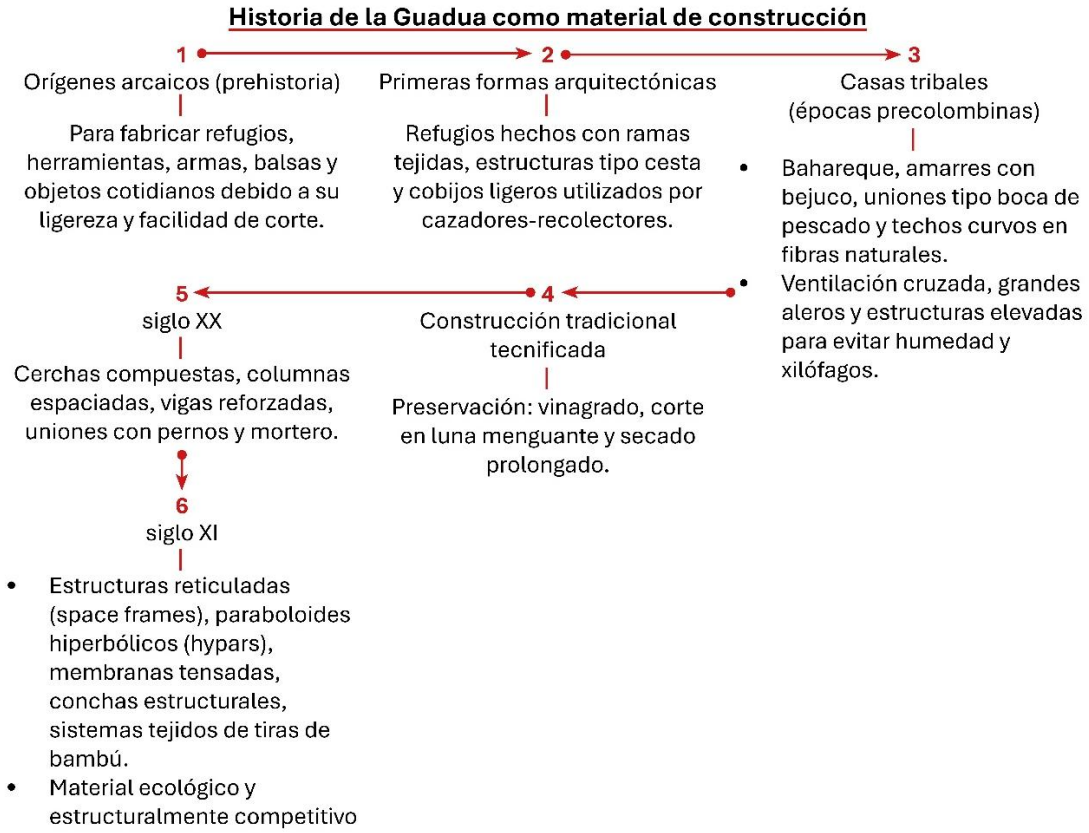


Figura 18: Historia de la Guadua como material de construcción.

Fuente: Elaboración propia con base en Stamm (2008).

3.2.1 Bambú a nivel internacional

El uso de materiales naturales y de bajo impacto ambiental en la construcción ha cobrado relevancia a nivel mundial, especialmente en contextos donde la sostenibilidad, la eficiencia energética y la resiliencia estructural son prioritarias. Entre estos materiales, el bambú y la guadua se han consolidado como alternativas viables gracias a su rápida regeneración, su notable relación resistencia–peso y su capacidad para adaptarse a una amplia variedad de sistemas constructivos. Países de Asia, América Latina y África han desarrollado técnicas constructivas que combinan tradiciones locales con innovaciones contemporáneas, posicionando al bambú como un recurso versátil tanto para vivienda económica como para proyectos arquitectónicos de alta complejidad.

3.2.1.1 Asia

Asia es considerada por Soler (2017) como *"*el lugar de culto al bambú*"* debido al peso cultural, espiritual y arquitectónico que este material ha tenido en China, Japón, India, Indonesia y el Sudeste Asiático. En China, el bambú simboliza la humildad, la juventud perpetua y la rectitud moral; incluso fue soporte de la escritura tradicional mediante tablillas de caña y pinceles de bambú. En Japón, la expresión *"*tener el espíritu del bambú*"*

representa la capacidad de ser flexible pero resistente frente a la adversidad, concepto que inspira su arquitectura ligera y resiliente.

Estas raíces culturales han influido profundamente en los sistemas constructivos asiáticos, caracterizados por estructuras flexibles, artesanales y de rápida construcción. En Japón, las grandes arquerías y cubiertas artesanales se integran en instalaciones artísticas y arquitectónicas como el interior de la cúpula “Light of Shodoshima”(Soler, 2017).

En la arquitectura contemporánea asiática, destacan obras como la Green School en Bali, que utiliza bambú local para crear estructuras educativas que funcionan como un manifiesto ambiental para las nuevas generaciones. Asimismo, el Diamond Island Community Center en Vietnam incorpora sistemas tradicionales de cubierta de paja con cerchas de bambú para lograr ventilación natural y espacios abiertos inspirados en la arquitectura vernácula (Soler, 2017).



Figura 19: The Green School / PT Bambu en Bali.

Fuente: ArchDaily en Español, https://www.archdaily.cl/cl/610362/the-green-school-pt-bambu



Figura 20: The Green School / PT Bambu en Bali.

Fuente: *ArchDaily en Español*, https://www.archdaily.cl/cl/779141/centro-comunitario-diamond-island-vo-trong-nghia-architects

3.2.1.2 África

En el África Subsahariana, la arquitectura vernácula se caracteriza por la estrecha relación entre las comunidades y el paisaje que habitan. Los asentamientos rurales construyen sus viviendas con materiales que forman parte del entorno inmediato, entre ellos la tierra, la paja, la madera y el bambú, recursos que se convierten en elementos culturales y constructivos esenciales dentro de la vida cotidiana. El bambú aparece integrado en esta tradición como un material accesible, fácilmente manipulable y adecuado para responder a las necesidades prácticas de las comunidades rurales (González Yagüe, 2018).

En muchas regiones, el bambú participa en la conformación de muros ligeros elaborados mediante cañas dispuestas y unidas con fibras vegetales. Este sistema permite construcciones rápidas, artesanales y basadas en el trabajo colectivo, aspecto que caracteriza a la organización social de numerosos poblados subsaharianos. Las técnicas, transmitidas entre generaciones, conservan un fuerte vínculo con la identidad comunitaria y producen cerramientos permeables que favorecen la ventilación, condición indispensable en climas tropicales (González Yagüe, 2018).

Dentro de esta arquitectura también son frecuentes las edificaciones circulares, una tipología representativa de diversas culturas africanas. El bambú contribuye a definir su volumetría, pues su flexibilidad permite elaborar entramados curvos que acompañan la forma del espacio doméstico y comunitario. Estas estructuras suelen destinarse a cocinas, almacenes y espacios de uso común, donde los muros de caña trenzada y las aberturas naturales permiten mantener condiciones interiores frescas y renovadas. Su ejecución, basada en nudos, amarres y piezas vegetales, forma parte del patrimonio constructivo de la región (González Yagüe, 2018).

El bambú también interviene en las cubiertas tradicionales, que combinan cañas cortadas y dispuestas como soporte con capas de paja o palma. Estas cubiertas, de gran presencia en la arquitectura rural, expresan el conocimiento vernacular sobre el clima, ya que permiten evacuar la humedad y proteger los interiores frente a la radiación solar. Al mismo tiempo, su aspecto artesanal refuerza el carácter comunitario y simbólico de las construcciones, al ser levantadas mediante procesos colectivos y técnicas ancestrales. Asimismo, el bambú se emplea en estructuras destinadas a usos cotidianos y comunitarios, tales como cocinas exteriores, resguardos agrícolas, cercamientos y pequeñas edificaciones auxiliares. Estas construcciones, de carácter efímero o semipermanente, muestran la adaptabilidad del material a distintas funciones dentro de la vida rural africana. Su presencia en estas tipologías refleja la capacidad de las comunidades para transformar elementos naturales en soluciones arquitectónicas funcionales, coherentes con las formas de habitar y con los ciclos productivos locales (González Yagüe, 2018).

En conjunto, el bambú en el África Subsahariana se integra como componente fundamental de la arquitectura vernácula, no por criterios técnicos, sino por su significado cultural, su disponibilidad y su afinidad con los modos de vida comunitarios. Las construcciones que lo emplean revelan una arquitectura profundamente enraizada en la tradición, en la colaboración y en la adaptación al medio, consolidándolo como parte esencial del paisaje construido en la región (González Yagüe, 2018).



Figura 21: Construcción de cerramiento de bambú en África.

Fuente: *Estudio y aplicación de la arquitectura vernácula del África Subsahariana*, por B. González Yagüe, 2018, Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid.

3.2.1.3 América latina

En Colombia existen viviendas rurales y urbanas construidas con bambú, presentes tanto en pequeñas poblaciones como en grandes centros urbanos y zonas de crecimiento donde el material se encuentra disponible en el entorno inmediato. En ciudades como Manizales se conservan edificaciones de varios pisos realizadas con estructura de bambú, algunas de ellas reconstruidas tras incendios, así como viviendas periféricas donde el material sigue siendo empleado y donde la fachada principal adquiere especial relevancia en la configuración de la edificación (Hidalgo López, 1974).

La construcción con bambú registrada en Colombia abarca diversos sistemas tradicionales. En los pisos, el material se utiliza como base estructural para superficies interiores. En los muros, se identifican soluciones como el bahareque, conformado por entramados de cañas que funcionan como soporte para revestimientos aplicados sobre la estructura; también se registran cerramientos ligeros elaborados con cañas dispuestas de manera alineada o trenzada. En los techos, el bambú actúa como soporte de cubiertas vegetales dispuestas según las prácticas constructivas locales. Estos sistemas se

presentan en viviendas rurales y urbanas donde el material interviene en la estructura, los cerramientos y los elementos de acabado (Hidalgo López, 1974).

En América Latina, el género de bambú más empleado en arquitectura es Guadua, en particular *Guadua angustifolia*. Esta especie se incorpora en obras contemporáneas que retoman técnicas asociadas a la tradición constructiva colombiana. Entre ellas se encuentra la Iglesia Temporal de Pereira, en Risaralda, donde se utilizaron bastones curvos de *Guadua angustifolia* para conformar la estructura, los muros y la cubierta de un espacio comunitario levantado tras el terremoto de 1999 (Soler, 2017).



Figura 22: Catedral provisional de guadua en Pereira.

Fuente: Adaptado de *Catedral provisional de guadua*, por Historia de Pereira, 2015, Blogspot https://historiadepereira.blogspot.com/2015/11/catedral-provisional-de-guadua.html



Figura 23: Bambú a nivel internacional.

Fuente: Elaboración propia Soler (2017), González Yagüe (2018) e Hidalgo López (1974).

3.2.2 Caña Guadúa en Ecuador

La guadua (*Guadua angustifolia Kunth*) ha sido utilizada en el Ecuador de manera continua como material constructivo, tanto en sistemas tradicionales como en propuestas técnicas contemporáneas. Su aplicación se ha desarrollado principalmente en regiones donde el recurso se encuentra disponible de forma natural, integrándose a prácticas constructivas locales y a sistemas de vivienda adaptados a las condiciones climáticas, sociales y territoriales del país (Delgado, 2017).

En el ámbito constructivo, el uso de la guadua en Ecuador abarca elementos estructurales y no estructurales, tales como columnas, vigas, entrepisos, cerramientos y panelería, así como sistemas mixtos que combinan guadua con hormigón, madera u otros materiales industrializados. Estas aplicaciones evidencian un proceso de evolución desde técnicas empíricas hacia sistemas constructivos progresivamente estandarizados y tecnificados (Delgado, 2017).

En la región Costa, la guadua ha sido históricamente uno de los principales materiales utilizados en la construcción de viviendas, especialmente en zonas rurales y periurbanas. Su empleo se ha consolidado en sistemas constructivos como el bahareque, donde la guadua cumple funciones estructurales y de cerramiento, configurando edificaciones de baja altura ampliamente difundidas en provincias como Manabí y Esmeraldas (INBAR, 2015).

Tras el terremoto ocurrido en abril de 2016, se evidenció que numerosas edificaciones construidas con sistemas de guadua presentaron un comportamiento estructural favorable, lo que motivó su reconsideración como material apto para procesos de reconstrucción. A partir de estas evaluaciones, se promovió el uso del bahareque estructural o tecnificado, incorporando sobrecimientos de hormigón armado, uniones mecanizadas y criterios de diseño orientados a la resistencia sísmica (INBAR, 2015).

En este contexto, la guadua ha sido utilizada en la Costa ecuatoriana no solo como recurso tradicional, sino también como componente de sistemas constructivos formalizados aplicados en proyectos de vivienda y reconstrucción post-desastre. No obstante, su uso continúa enfrentando limitaciones asociadas a deficiencias en el control de calidad del material, ausencia de tratamientos preservantes y escasa capacitación técnica de la mano de obra especializada (INBAR, 2015).

En la región Amazónica, el uso de la guadua se ha desarrollado principalmente a partir de prácticas constructivas tradicionales vinculadas al aprovechamiento directo de recursos locales. Su aplicación se concentra en estructuras livianas, cerramientos y

elementos secundarios, integrándose a tipologías arquitectónicas adaptadas a condiciones de alta humedad, precipitaciones intensas y suelos de baja capacidad portante (INBAR, 2015).

Las edificaciones que incorporan guadua en la Amazonía suelen presentar soluciones constructivas elevadas del suelo, cubiertas de amplia proyección y sistemas abiertos que favorecen la ventilación natural, reduciendo el contacto directo del material con la humedad. Estas estrategias permiten mitigar los procesos de deterioro del material en contextos climáticos adversos (INBAR, 2015).

Sin embargo, el uso de la guadua en la Amazonía ecuatoriana se ha mantenido mayoritariamente en el ámbito informal, debido a la limitada incorporación de criterios técnicos estandarizados y a la ausencia histórica de regulación específica. La inclusión de la guadua en la normativa ecuatoriana ha abierto nuevas posibilidades para su aplicación en proyectos formales, siempre que se garantice el cumplimiento de criterios técnicos relacionados con diseño estructural, protección y ejecución constructiva (INBAR, 2015).

El uso de la guadua en Ecuador evidencia una evolución desde sistemas constructivos tradicionales hacia enfoques técnicos orientados a la formalización de su aplicación en la arquitectura contemporánea. Este proceso se manifiesta en la estandarización de elementos constructivos, el desarrollo de sistemas prefabricados y la incorporación de detalles que optimizan su aplicación constructiva en distintos contextos territoriales (Delgado, 2017).

A pesar de su amplia trayectoria en el país, la consolidación de la guadua como material constructivo formal depende de la articulación entre disponibilidad del recurso, capacitación técnica, control de calidad y aplicación normativa. En este sentido, su uso continúa representando una alternativa vigente dentro de los sistemas constructivos adaptados al contexto ecuatoriano, particularmente en regiones donde el material forma parte de la cultura constructiva local (Delgado, 2017; INBAR, 2015).

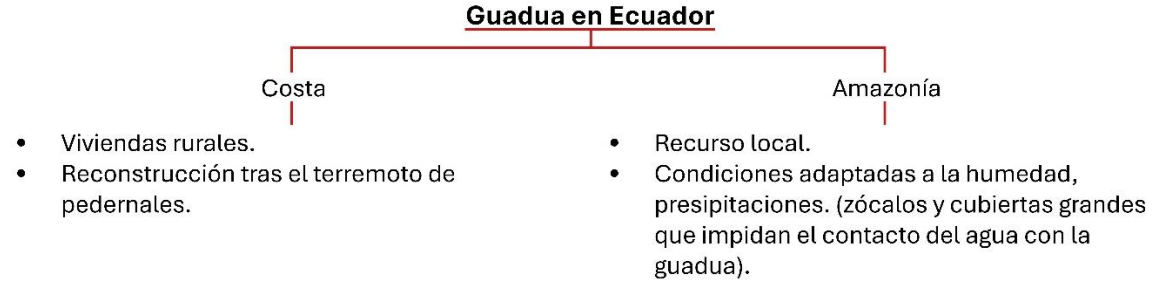


Figura 24: Guadúa en Ecuador.

Fuente: Elaboración propia con base en Delgado (2017) e INBAR (2015).

3.3 Sistemas constructivos con guadúa

3.3.1 Protección por diseño

La NEC-SE-GUADÚA parte de que la GaK es un material poroso e higroscópico, por lo que la acumulación de humedad en su interior puede afectar sus propiedades físico-mecánicas y favorecer el ataque de hongos con posterior putrefacción. En consecuencia, la durabilidad del sistema depende de incorporar criterios de protección desde el diseño arquitectónico y constructivo, considerando que la humedad en una edificación llega principalmente por capilaridad, lluvias o condensación (MIDUVI, 2017).

La pudrición es causada por el ataque de hongos. Para que los hongos sobrevivan, la guadúa necesita estar relativamente húmeda, con al menos un 20 % de humedad, lo que significa que debe estar expuesto a la lluvia o a la humedad del suelo durante un tiempo, sin dejar que se seque. (Trujillo et al., 2025).

Como lineamiento constructivo, la norma establece que las columnas de GaK no pueden estar en contacto directo con el suelo natural y deben apoyarse sobre un sobrecimiento (zócalos, pedestales, pilares u otros) con impermeabilización en la superficie de contacto. Además, se prohíbe que los culmos estén enterrados o inmersos en la cimentación o en cualquier componente de hormigón, evitando así la exposición permanente a humedad y agentes degradantes (MIDUVI, 2017).

En términos de control ambiental, se dispone que mediante el diseño se debe evitar la exposición directa de los elementos estructurales a condiciones climáticas del lugar (lluvia, sol, salinidad, entre otros), recomendando aleros generosos y canales de recolección de aguas lluvias. Cuando ello no sea posible, la norma indica prever el recubrimiento de cada elemento estructural con sustancias hidrófugas o superficies impermeables; y, para reducir riesgos por condensación, se prescribe procurar ventilación interior y protección impermeable adicional en ambientes con vapor (baños, cocinas). Trujillo et al. (2025) explica que la presencia de insectos puede afectar las construcciones de guadúa, por eso, de forma complementaria, la protección por diseño incluye medidas para limitar el deterioro por agentes bióticos y fallas por intervención inadecuada: sellar aberturas del armado estructural para impedir ingreso de roedores e insectos; evitar que andamios se anclen a la estructura; y prohibir que instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, electrónicas o mecánicas atraviesen o comprometan los culmos del sistema estructural. Asimismo, se recomienda la limpieza previa sin dañar la epidermis y evitar impactos, aplastamientos o caídas durante el proceso constructivo. Cuando exista posibilidad de

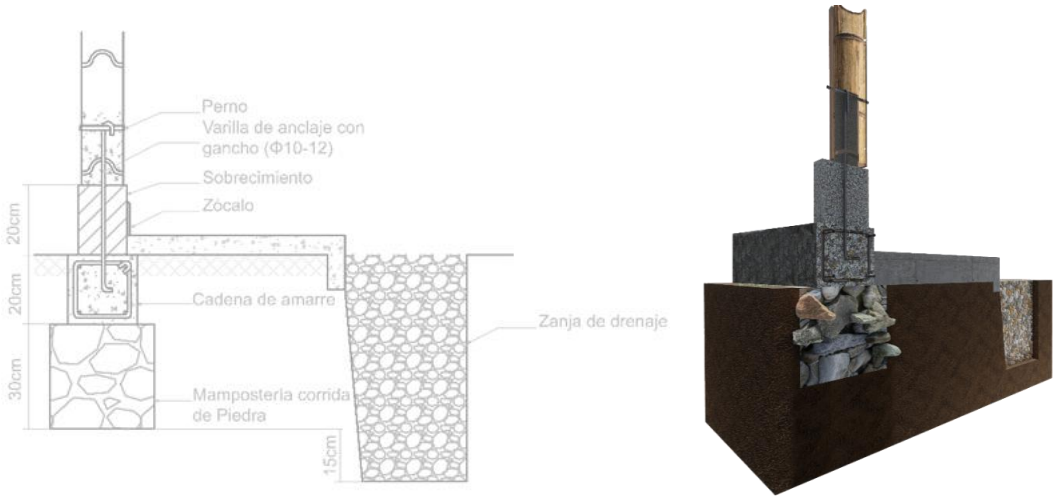
termitas, la norma recomienda incorporar una barrera sobre la capa anticapilar, mediante una plancha metálica (protegida con anticorrosivos) que cubra la cabeza del sobrecimiento y sobresalga de sus bordes, o el reemplazo por planchas de neopreno en ambientes salinos o costeros; esto refuerza la estrategia de aislar el material de ataques biológicos y condiciones agresivas asociadas a humedad y exposición ambiental (MIDUVI, 2017).

3.3.2 Protección frente a escorrentías

Como condición de implantación y diseño exterior, la NEC-SE-GUADÚA exige que las edificaciones estén protegidas de las escorrentías mediante infraestructura y conformación del terreno, incluyendo drenajes, cunetas, sumideros, plataformas u otros elementos. Esta disposición busca reducir el impacto del agua superficial en la base de la edificación y evitar que la humedad alcance los elementos estructurales de GaK, coherente con el principio general de control de capilaridad y salpicadura de lluvia (MIDUVI, 2017).

3.3.3 Cimentación y sobrecimiento

Una vez ejecutado el trazado y las excavaciones, la norma dispone que las obras de cimentación se desarrollen conforme a los capítulos pertinentes de la NEC según el sistema constructivo adoptado, y con base en los planos estructurales, detalles constructivos y especificaciones del proyecto. En particular, se prescribe construir un sobrecimiento con altura mínima de 200 mm sobre el nivel del terreno natural, destinado a recibir los elementos estructurales verticales de GaK (columnas o muros estructurales), reforzando el criterio de separación del material respecto del suelo para evitar humedad por capilaridad. (Cadena, 2018).



Esc 1:20 Anclaje a cadena de amarre

Figura 25: Anclaje del culmo a cadena de amarre.

Fuente: Elaboración propia.

En particular, se prescribe construir un sobrecimiento con altura mínima de 200 mm sobre el nivel del terreno natural, destinado a recibir los elementos estructurales verticales de GaK (columnas o muros estructurales), reforzando el criterio de separación del material respecto del suelo para evitar humedad por capilaridad. (Cadena, 2018).

Existen otras maneras de separar la guadúa del suelo, por ejemplo Trujillo et al. (2025) indican implementar una membrana impermeable sobre el cimiento y sobre el mismo colocar una placa sobre la que irá asentada la guadúa. Esto es factible si el alero es lo suficientemente largo como para que la lluvia no llegue a los culmos.

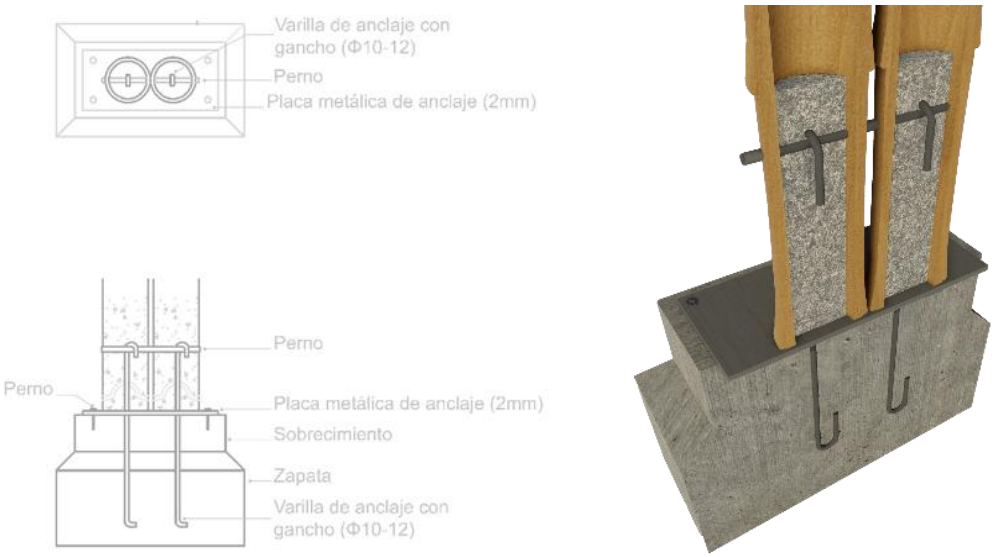
3.3.4 Anclaje de los culmos a los sobrecimientos

La NEC-SE-GUADÚA reconoce que el anclaje entre culmos y sobrecimientos puede resolverse mediante varias opciones (p. ej., varilla corrugada, pletinas, tubos de acero, elementos articuladores), cuya selección depende de los requerimientos del diseño estructural. La norma desarrolla con mayor detalle dos sistemas usuales, estableciendo condiciones geométricas y constructivas para asegurar continuidad y transferencia adecuada de esfuerzos entre el soporte de hormigón y los elementos de GaK. En el anclaje mediante varillas de acero, se indica que las varillas deben iniciar en el cimiento y sobresalir en la cabeza del sobrecimiento para cumplir la función de anclaje, permitiendo el apoyo de uno o más culmos. Se establece que el/los culmo(s) deben apoyarse 20–30 mm por debajo del nudo, y que, antes de introducirlos, debe eliminarse el diafragma interior de los dos nudos inmediatos, retirando restos del diafragma, para habilitar el correcto asiento y posterior relleno o disposición del anclaje dentro del culmo (MIDUVI, 2017).

Para anclar la guadua al sobrecimiento con varillas se usan las varillas a marra que gancho y van amarradas a la cimentación, la parte del gancho va dentro de la guadua y se ancla a los demás culmos mediante pernos (Delgado, 2017).

El procedimiento también fija criterios dimensionales: realizar una abertura de 25 mm de diámetro en el entrenudo del culmo a 300 mm del sobrecimiento; y seleccionar el diámetro del anclaje que penetra en el culmo según la altura de columnas, con límites entre 10 mm (mín.) y 18 mm (máx.). Además, los anclajes que sobresalen del zócalo o pedestal deben tener no menos de 300 mm de longitud, y se recomienda orientar el culmo “como en la naturaleza” (parte basal sobre zócalo/pedestal). Respecto al mortero asociado a este sistema, la norma recomienda no rellenar con mortero hasta concluir todos los soportes, utilizando proporción arena/cemento 1:3 (preferiblemente con aditivo plastificante) y, para mayor resistencia, ajustar la mezcla incorporando cisco. Asimismo, se sugiere golpear el

culmo con mazo de caucho para facilitar la penetración y distribución uniforme del mortero en el interior, sin aplicar fuerza excesiva, con el fin de garantizar un relleno continuo y minimizar vacíos que afecten el desempeño del anclaje (MIDUVI, 2017).



Esc 1:20 Anclaje con varillas

Figura 26: Anclaje del culmo con varillas.
Fuente: Elaboración propia.

En el anclaje mediante pletinas de acero, se establece que el sistema permite asegurar uno o más culmos al sobrecimiento sin introducir morteros al interior del culmo. Se indica que deben sobresalir dos pletinas metálicas de 40 mm de ancho y 5 mm de espesor, y que su anclaje puede iniciar desde el cimiento o desde el sobrecimiento, debiendo sobresalir no menos de 250 mm desde la cabeza del pedestal o zócalo; además, se contemplan consideraciones para asegurar la alineación de perforaciones durante el fraguado y para minimizar el efecto de corte sobre fibras, disponiendo pernos desfasados en caras distintas cuando aplique (MIDUVI, 2017).

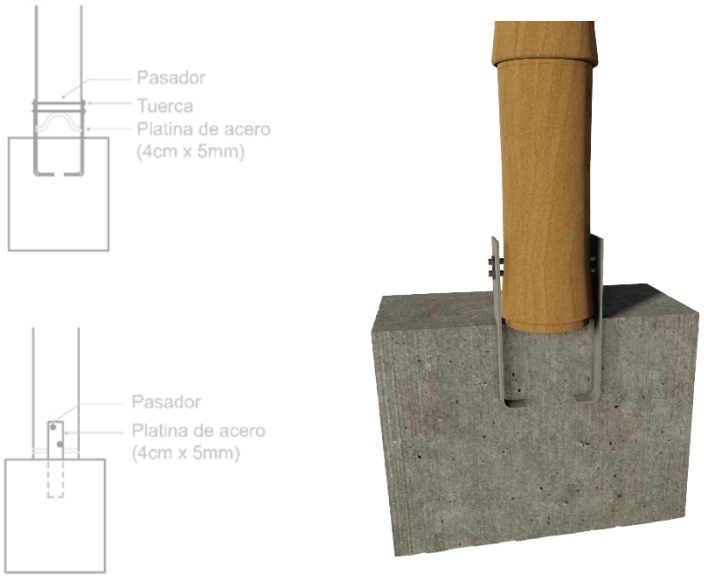


Figura 27: Anclaje del culmo con pletina de acero.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Corte para uniones entre culmos de Guadua

Para la preparación de uniones, la norma exige que las piezas de bambú sean cortadas de manera que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, con una distancia máxima D = 60 mm respecto del nudo. Se identifican tres cortes base: corte recto (plano y perpendicular al eje), boca de pez (cóncavo transversal al eje) y pico de flauta (a diversos ángulos respecto al eje), los cuales estructuran la mayoría de soluciones de unión en GaK (MIDUVI, 2017).

Trujillo et al. (2025) exponen que el corte plano es para cuando va asentado directamente sobre una superficie plana y que los cortes en flauta y boca de pez son para uniones estre culmos, es decir uniones con objetos cilíndricos.

La norma advierte que los detalles de cortes tipo boca de pez y pico de flauta requieren mano de obra calificada, dado que deben acoplarse a la pieza colindante con precisión, siendo un proceso que demanda tiempo y, por tanto, debe considerarse explícitamente en la planificación y cronograma de obra para evitar pérdidas de calidad por ejecución apresurada (MIDUVI, 2017).

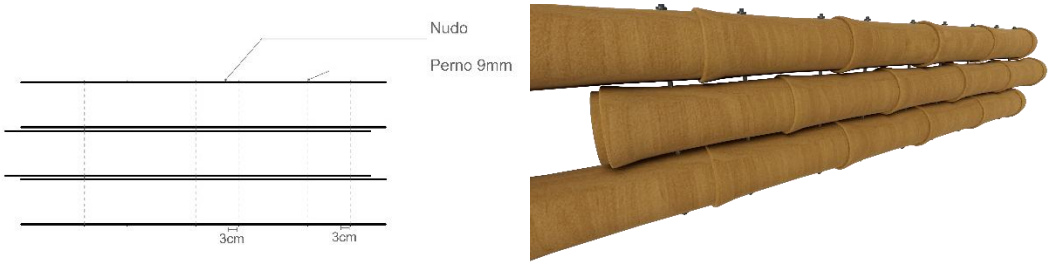
3.3.6 Uniones entre piezas estructurales de GaK

La NEC-SE-GUADÚA establece que la estructura de una edificación en GaK demanda diversos tipos de uniones o nodos, requiriendo herramientas eficientes y el empleo de elementos metálicos (pernos, tuercas, varillas roscadas, pletinas, entre otros)

que faciliten su ejecución. De forma taxativa, se prohíbe el uso de clavos o elementos que fisuren los culmos que forman parte de la estructura, orientando la conexión hacia sistemas empernados, tensados o con accesorios que controlen el daño en fibras y diafragmas (MIDUVI, 2017).

Como requisitos generales, se dispone que los culmos destinados a uniones cumplan condiciones de calidad (maduración, preservación, secado, conicidad) y que las uniones sean capaces de resistir las cargas externas previstas, prestando especial atención a uniones sometidas a tensión perpendicular a la fibra y corte paralelo a la fibra. Además, se reiteran restricciones sobre uniones clavadas que provoquen grietas longitudinales, reforzando el enfoque de integridad del culmo como condición de seguridad estructural (MIDUVI, 2017).

En las uniones longitudinales (a tope), utilizadas para aumentar la longitud manteniendo la conicidad y un eje longitudinal común, se exige seleccionar piezas de diámetros similares y resolver la conexión según casos (p. ej., con pieza de madera o piezas metálicas), empleando pernos de 9 mm como mínimo y ubicándolos como máximo a 30 mm de los nudos. Estas condiciones buscan controlar el riesgo de fisuración y mejorar el desempeño mecánico del conjunto empalmado (MIDUVI, 2017).



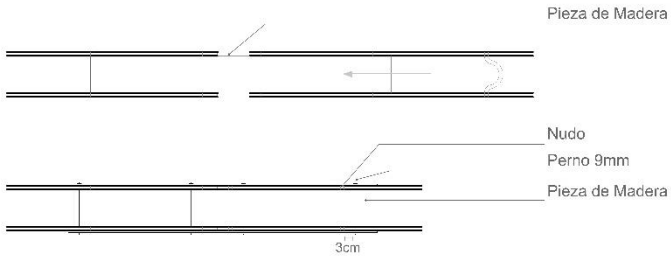
Esc 1:20 Unión Horizontal compuesta con pernos

Figura 28: Unión horizontal compuesta por pernos.
Fuente: Elaboración propia.



Esc 1:20 Unión horizontal con zunchos

Figura 29: Unión horizontal con zunchos.
Fuente: Elaboración propia.



Esc 1:20 Unión horizontal con madera

Figura 30: Unión horizontal con madera.

Fuente: Elaboración propia.

Para uniones perpendiculares (típicamente con boca de pez), la norma indica que el culmo que asienta debe encajar totalmente, que los culmos a unir sean de diámetro similar y que se logre el mayor contacto posible entre piezas. Se establece, además, que el culmo con boca de pez sea despojado de su diafragma inmediato e interior y que la distancia entre el nudo y la parte inferior del corte sea de 40–60 mm, junto con la disposición de varilla roscada (perno de anclaje) y perno tensor para asegurar la unión y su confinamiento adecuado (MIDUVI, 2017).



Esc 1:20 Unión con perno tensor

Figura 31: Unión transversal con perno tensor.

Fuente: Elaboración propia.



Esc 1:20 Unión con zuncho

Figura 32: Unión transversal con zuncho.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando las uniones trabajan con aplastamiento, la norma dispone rellenar con mortero (mezcla 1:3, preferiblemente con plastificante) los entrenudos adyacentes a la unión y por donde pasen los pernos, para disminuir el riesgo de aplastamiento local y mejorar la transmisión de esfuerzos. Este criterio se articula con la exigencia de diseñar pernos y elementos metálicos según normativas de acero, incorporando tratamientos de protección cuando corresponda para preservar la integridad de los conectores y la durabilidad del sistema de unión (MIDUVI, 2017).

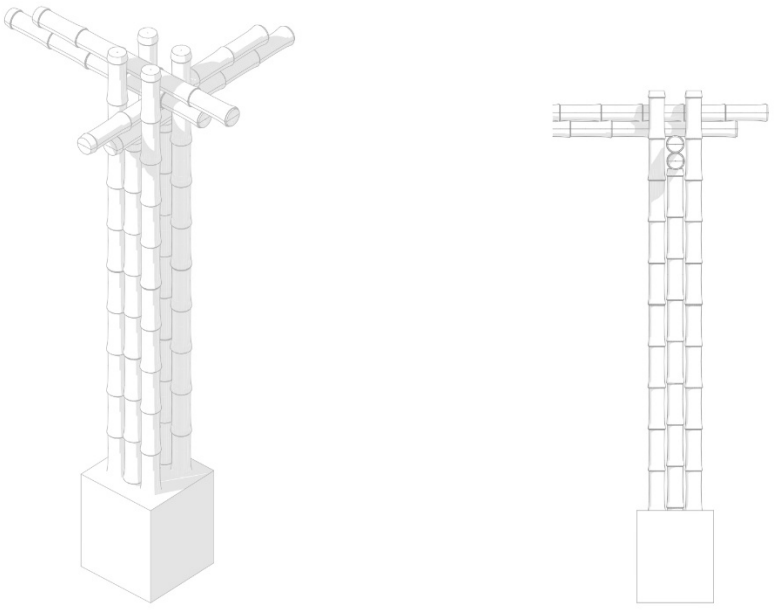
3.3.7 Elementos constructivos de Guadúa

En el desarrollo de elementos horizontales, la norma indica que las vigas pueden conformarse por uno o por la unión de dos o más culmos, debiendo estar respaldadas por el diseño estructural. Para vigas compuestas se permite el uso de zunchos, tarugos de madera preservada o pernos espaciados, se prescribe alternar uniones para que se traslapen y evitar coincidir entrenudos en las zonas de empalme; además, se recomienda pernos de 10 mm procurando su ubicación a 30 mm de los nudos y el sellado de puntas expuestas con materiales que impidan el paso de insectos y animales (MIDUVI, 2017).

Para cerramientos y muros livianos, la NEC-SE-GUADÚA describe la construcción de paneles o tabiques con distintas configuraciones: estructura de culmos, estructura de madera preservada o sistemas mixtos GaK-madera. En paneles con estructura de GaK se recomienda prefabricar módulos manejables (máx. 3 m de longitud), asegurar culmos intermedios y laterales a soleras mediante unión boca de pez con pernos de anclaje y tensores, espaciar culmos intermedios a no más de 0,6 m entre ejes y disponer diagonales en extremos mediante unión pico de flauta; también se admite modificar la estructura para incorporar vanos con dinteles y alféizares. En paneles mixtos GaK-madera, la norma define componentes (soleras, pies derechos y recubrimientos), exige que los culmos no tengan diámetro inferior a 80 mm y remite a que cortes y uniones se ejecuten conforme a las secciones específicas (cortes y uniones). Para la continuidad entre muros/paneles, se prescribe unión mediante pernos o zunchos, con un mínimo de tres conexiones por unión (a tercios de altura) y pernos de al menos 9 mm de diámetro, reforzando la estabilidad del cerramiento frente a acciones laterales. En cuanto al recubrimiento de paneles, se permite el uso de latillas extraídas de los culmos, con requisitos de secado y preservación, uniformidad dimensional y colocación de la epidermis hacia el exterior. Se describen alternativas de fijación (ortogonal, diagonales o patrones geométricos) y se establece que, antes del recubrimiento, debe ejecutarse la instalación sanitaria (hasta 50 mm) y eléctrica dejando cajas correspondientes; además, se recomiendan incisiones previas para no provocar fisuras durante el clavado y se incluye el uso de alambre galvanizado como parte

del sistema de aseguramiento del recubrimiento. Trujillo et al. (2025) muestran que una vez armado un pórtico de guadua con sus diagonales, se usan matrices hechas de guadua que van clavadas sobre la estructura de pared, sobre esas matrices va una malla de alambre galvanizado o nailon para ayudar a que se adhiera el mortero de enlucido.

Para el sistema de entrepiso, la norma prescribe recubrimientos livianos con peso máximo de 120 kg/m² (salvo justificación estructural) y medidas para evitar el aplastamiento de vigas en apoyos, ya sea con tacos de madera del peralte de la viga o rellenando con mortero los entrenudos de apoyo. Adicionalmente, se enfatiza facilitar ventilación si se construye cielo raso debajo de la estructura, alineando el diseño interior con la estrategia general de control de condensación y durabilidad del material. En la cubierta, la NEC-SE-GUADÚA indica que debe ser liviana e impermeable y disponer aleros que cubran fachadas con un ángulo de 20° a 30° respecto a la radiación solar, con el objetivo de proteger los culmos de rayos UV y lluvias con viento. Se exige que los elementos portantes conformen un conjunto estable para cargas verticales y laterales mediante anclajes y arriostramientos, que las uniones se ejecuten conforme a la sección de uniones, y que la alineación considere la conicidad de la GaK; además, cuando el recubrimiento transmite humedad por capilaridad (p. ej., teja de barro) se debe evitar su contacto directo con la estructura para prevenir pudrición (MIDUVI, 2017).



Unión columna – viga

Figura 33: Unión columna - viga.
Fuente: Elaboración propia.

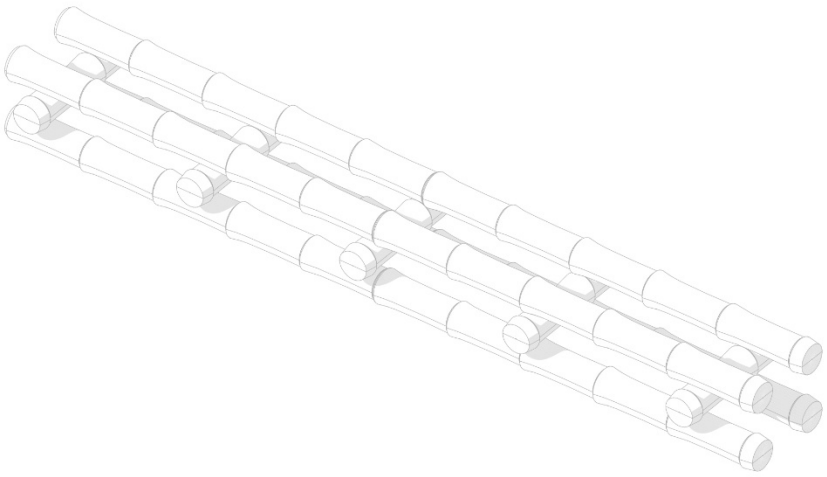


Figura 34: Unión para viga.
Fuente: Elaboración propia.

3.4 Marco normativo para el uso de la caña guadúa en Ecuador

3.4.1 Normativa nacional vigente

En el Ecuador, el uso de la caña guadúa como material estructural se encuentra regulado principalmente por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), específicamente a través del capítulo NEC-SE-GUADÚA, el cual establece los criterios técnicos mínimos obligatorios para el diseño y construcción de edificaciones que emplean este material. Esta normativa constituye el marco regulatorio nacional para garantizar condiciones adecuadas de seguridad estructural, particularmente frente a acciones sísmicas, en concordancia con el contexto geográfico y tectónico del país. El alcance de la NEC-SE-GUADÚA se orienta principalmente a edificaciones de baja y mediana altura, de uso habitacional, comunitario y equipamental, en las cuales la guadúa cumple funciones estructurales dentro de sistemas portantes claramente definidos. Sus disposiciones deben aplicarse de manera complementaria con los demás capítulos de la NEC relacionados con cargas, sismo-resistencia y criterios generales de diseño estructural (MIDUVI, 2017).

3.4.1.1 Requisitos generales del material

La normativa establece criterios básicos para la selección de la guadúa destinada a uso estructural, definiendo las condiciones mínimas que debe cumplir el material para garantizar un comportamiento adecuado en obra. Estos criterios consideran la especie empleada, priorizando la *Guadua angustifolia Kunth*, así como el estado de madurez del culmo, su integridad física y la ausencia de defectos que puedan comprometer su

capacidad resistente. Debido al carácter natural y heterogéneo del material, la norma busca reducir la variabilidad inherente de la guadúa mediante lineamientos generales que permitan estandarizar su empleo dentro de parámetros mínimos de seguridad estructural (MIDUVI, 2017).

3.4.1.2 Propiedades físicas y mecánicas de diseño

La NEC-SE-GUADÚA incorpora valores de referencia para las propiedades físicas y mecánicas del material, los cuales sirven como base para el diseño estructural. Estos valores consideran el comportamiento de la guadúa frente a esfuerzos de compresión, tracción, flexión y corte, así como la influencia de factores como la humedad y las condiciones de servicio. Asimismo, la normativa establece coeficientes de seguridad aplicables al diseño, alineados con los principios generales de la NEC, permitiendo integrar la guadúa dentro de un enfoque de cálculo estructural compatible con otros materiales regulados por la normativa nacional (MIDUVI, 2017).

3.4.1.3 Sistemas estructurales

La norma define los sistemas estructurales en los cuales la guadúa puede emplearse como elemento portante, incluyendo estructuras entramadas, pórticos y sistemas arriostrados. Se enfatiza la necesidad de garantizar la estabilidad global de la edificación, la adecuada transmisión de cargas y un comportamiento sísmico controlado. En este marco, se establecen criterios generales para la disposición de los elementos estructurales verticales y horizontales, así como para la relación entre la estructura principal, los cerramientos y la cubierta, priorizando la continuidad estructural y la configuración adecuada del sistema resistente (MIDUVI, 2017).

3.4.1.4 Uniones y conexiones estructurales

Uno de los aspectos centrales de la NEC-SE-GUADÚA es la regulación de las uniones y conexiones entre los elementos estructurales. La normativa reconoce que estos puntos constituyen zonas críticas del sistema constructivo, especialmente en zonas sísmicas, por lo que establece lineamientos para el uso de uniones mecánicas mediante pernos, platinas, abrazaderas y otros elementos de fijación. Se incluyen criterios generales para la perforación del culmo, el refuerzo de las zonas de conexión y la prevención de fallas frágiles asociadas a concentraciones de esfuerzo, con el objetivo de asegurar un comportamiento estructural adecuado frente a solicitaciones sísmicas (MIDUVI, 2017).

3.4.1.5 Cimentaciones, sobrecimientos y anclajes

La normativa aborda la relación entre la estructura de guadúa y el terreno, estableciendo principios generales para el diseño de cimentaciones y sobrecimientos que permitan una adecuada transmisión de cargas y protejan el material frente a la humedad. Se enfatiza la necesidad de evitar el contacto directo de la guadúa con el suelo, mediante elementos de transición que contribuyan a su durabilidad. Asimismo, se incluyen criterios generales para el anclaje de los elementos estructurales a la cimentación, garantizando la estabilidad de la edificación y su comportamiento frente a cargas laterales (MIDUVI, 2017).

3.4.1.6 Durabilidad y criterios de protección

La NEC-SE-GUADÚA incorpora consideraciones generales orientadas a la protección del material frente a agentes de deterioro como la humedad, insectos y hongos. Aunque no se especifican tratamientos químicos detallados, la normativa resalta la importancia del diseño arquitectónico y constructivo como estrategia de protección pasiva, a través de aleros, ventilación adecuada y control de la exposición ambiental. Estas disposiciones evidencian que la durabilidad de la guadúa depende tanto de sus características materiales como de las decisiones de diseño y de la correcta ejecución de la obra (MIDUWhatsApp Image 2026-07-13 at 5.48.14 PMVI, 2017).



Figura 35: Normativa de la guadúa en Ecuador.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Predimensionamiento con guadúa

El predimensionamiento estructural constituye una etapa preliminar del proceso de diseño, cuyo objetivo es establecer dimensiones iniciales de los elementos portantes, tales como diámetros, espesores de pared, separaciones y luces aproximadas, antes de realizar el cálculo estructural definitivo. En edificaciones construidas con Guadua angustifolia Kunth, esta etapa permite verificar la viabilidad estructural del sistema adoptado y su coherencia con las exigencias normativas y arquitectónicas del proyecto.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-GUADÚA no plantea el predimensionamiento como un procedimiento independiente, sino que este se deriva directamente de los criterios establecidos para el diseño por esfuerzos admisibles, los límites de deformación y las condiciones de estabilidad definidas para los distintos elementos estructurales (MIDUVI, 2017) .

3.5.1 Enfoque normativo para el predimensionamiento en guadúa

El predimensionamiento en estructuras de guadúa se fundamenta en el método de esfuerzos admisibles, el cual establece que los esfuerzos actuantes producidos por las cargas de servicio no deben superar los esfuerzos admisibles del material, una vez aplicados los correspondientes factores de modificación por duración de carga, contenido de humedad, temperatura y condiciones de estabilidad.

En esta etapa preliminar, el diseño se apoya en valores normativos de:

- Esfuerzos admisibles a flexión, compresión y cortante.
- Módulos de elasticidad.
- Límites de esbeltez y deflexión.
- Coeficientes de longitud efectiva para elementos comprimidos.

Estos, permitiendo seleccionar secciones iniciales seguras que posteriormente deberán ser verificadas mediante el cálculo estructural completo (MIDUVI, 2017).

3.5.2 Variables consideradas en el predimensionamiento

3.5.2.1 Propiedades geométricas del culmo.

El predimensionamiento en estructuras de guadúa se fundamenta en el método de esfuerzos admisibles, el cual establece que los esfuerzos actuantes producidos por las cargas de servicio no deben superar los esfuerzos admisibles del material, una vez

aplicados los correspondientes factores de modificación por duración de carga, contenido de humedad, temperatura y condiciones de estabilidad.

En esta etapa preliminar, el diseño se apoya en valores normativos de:

- Esfuerzos admisibles a flexión, compresión y cortante.
- Módulos de elasticidad.
- Límites de esbeltez y deflexión.
- Coeficientes de longitud efectiva para elementos comprimidos.

Estos, permitiendo seleccionar secciones iniciales seguras que posteriormente deberán ser verificadas mediante el cálculo estructural completo (MIDUVI, 2017).

La guadúa presenta una sección tubular, por lo que sus propiedades geométricas se determinan a partir del diámetro exterior y el espesor de pared.

Sea:

D = diámetro exterior
t = espesor de pared
Di = D – 2t

- **Área de la sección transversal**

  $A = (\pi/4)(D^2 - Di^2)$

- **Momento de inercia**

  $I = (\pi/64)(D^4 - Di^4)$

- **Módulo de sección**

  $S = I / (D/2)$

Estas propiedades permiten estimar la resistencia del elemento frente a flexión y compresión (MIDUVI, 2017).

3.5.3 Predimensionamiento de vigas

Para el predimensionamiento de vigas de guadúa, se considera inicialmente la luz de diseño y las cargas actuantes provenientes del peso propio, cargas permanentes y

cargas de uso. Con estos valores se obtiene el momento flector actuante, el cual se compara con la capacidad resistente preliminar del elemento.

De forma paralela, se verifica el control de deflexiones, ya que la norma establece límites máximos de deformación admisible en función de la luz del elemento. Esta condición suele ser determinante en el predimensionamiento, obligando en muchos casos a seleccionar diámetros mayores o a emplear vigas de sección compuesta, conformadas por dos o más culmos conectados entre sí, cuando las luces son mayores (MIDUVI, 2017).

- **Momento máximo**

  $M = wL^2 / 8$

- **Esfuerzo de flexión**

  $\sigma = M / S$

- **Deflexión**

  $\delta = (5wL^4) / (384EI)$

3.5.4 Predimensionamiento de columnas

En el caso de las columnas, el predimensionamiento se realiza a partir de la carga axial estimada que el elemento debe soportar y de la longitud no arriostrada. Con estos datos se evalúa la relación de esbeltez, parámetro que permite clasificar la columna como corta, intermedia o esbelta. La norma establece coeficientes de longitud efectiva en función de las condiciones de apoyo y arriostramiento, los cuales se utilizan para evitar fenómenos de pandeo. En esta etapa se selecciona un diámetro preliminar del culmo que garantice estabilidad y resistencia adecuada bajo cargas de servicio (MIDUVI, 2017).

- **Esfuerzo de compresión**

  $\sigma c = P / A$

- **Relación de esbeltez**

  $\lambda = kL / r$

  Donde $r = \sqrt{(I/A)}$

3.5.5 Tabla referencial de predimensionamiento en guadua

Tabla 5: Criterios orientativos para luces y diámetros de elementos estructurales de guadúa

Elemento	Luz aproximada	Diámetro sugerido
Viguetas de cubierta	2.0 – 2.5 m	8–10 cm
Vigas simples	3.0 – 4.0 m	10–12 cm
Vigas compuestas	4.0 – 6.0 m	2–3 culmos
Columnas 1 piso	2.5 – 3.0 m	10–12 cm
Columnas 2 pisos	3.0 – 3.5 m	12–14 cm

Fuente: Elaboración propia con base en MIDUVI (2017).

3.6 Estrategias derivadas del capítulo

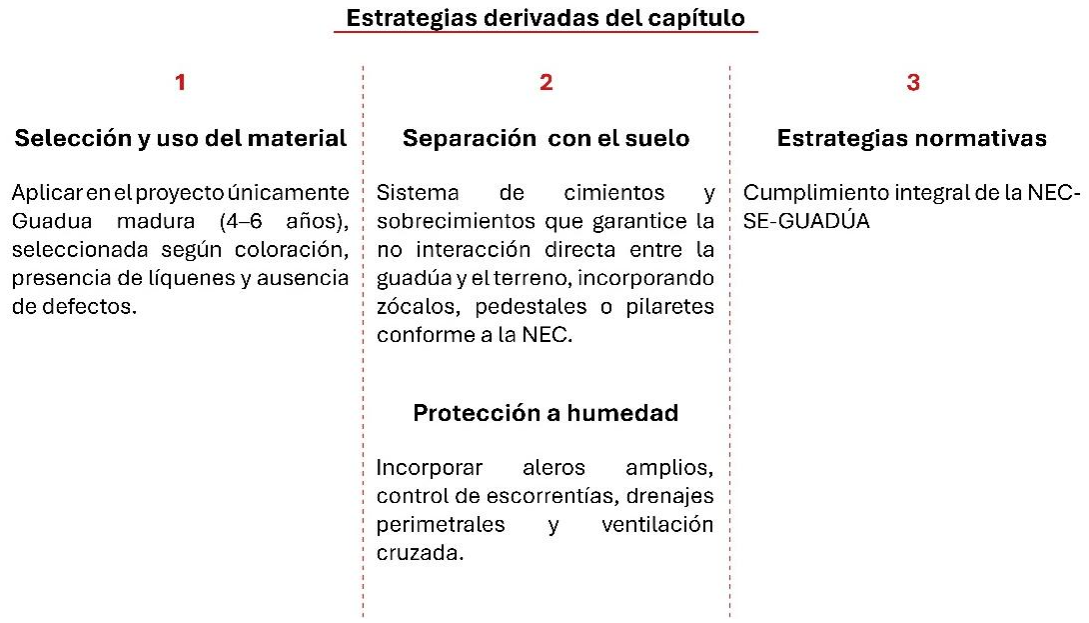


Figura 36: Estrategias derivadas del capítulo Caña Guadúa.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO

Análisis de casos de Estudio

4.1 Metodología de análisis de referentes

Para el análisis de referentes arquitectónicos del presente trabajo de titulación se adopta como base teórica el enfoque planteado por Farshid Moussavi en su obra *Function of Style* (2014). Esta metodología parte del estudio de la relación inseparable entre forma, función y experiencia, entendiendo que ninguno de estos aspectos predomina sobre otro dentro del proceso de diseño arquitectónico.

El método se orienta al análisis de los distintos componentes que conforman el proyecto, considerando su tipología, organización espacial, materialidad y configuración formal. A través de este enfoque, se busca comprender cómo las decisiones proyectuales influyen directamente en el funcionamiento del espacio y en la percepción sensorial de los usuarios, así como en la generación de experiencias espaciales diversas. Asimismo, esta metodología permite identificar de manera crítica las razones detrás de cada decisión de diseño y evaluar cómo estas repercuten tanto en el desempeño funcional del proyecto como en la interacción social y el aprendizaje pasivo de los distintos usuarios.

Entre los criterios necesarios para el análisis están:

4.1.1 Función y flexibilidad espacial

Analiza la capacidad del espacio para adaptarse a diferentes usos y situaciones, mediante la distribución, el mobiliario y los sistemas constructivos, permitiendo configuraciones no rígidas y dinámicas.

4.1.2 Componentes arquitectónicos y su influencia

Estudia de manera individual elementos como muros, vanos, superficies y envolventes, evaluando su incidencia en la percepción espacial, la iluminación, la ventilación y la relación interior–exterior.

4.1.3 Dinamismo y experiencia del usuario

Examina la forma en que la organización espacial genera recorridos, secuencias y cambios perceptivos, promoviendo experiencias variadas a lo largo del proyecto.

4.1.4 Estética como soporte funcional

Considera la estética no solo como un valor visual, sino como un recurso que contribuye al funcionamiento del espacio, reforzando la identidad del proyecto y favoreciendo la diversidad de usos y sensaciones.

4.2 Caso de Estudio: Hospital rural construido con bambú en Myanmar

- Arquitectos: a+r ARCHITEKTEN
- Lugar: Magyizin, Myanmar
- Área: 515 m²
- Año: 2020

En el marco del desarrollo de infraestructura sanitaria en contextos rurales del Sudeste Asiático, el estudio a+r Architekten proyectó y construyó el Project Burma Hospital en la localidad de Magyizin, Myanmar, finalizado en el año 2020. El edificio fue concebido como un hospital funcional de atención médica básica y especializada, empleando un sistema arquitectónico basado en el uso de materiales locales, destacando la incorporación del bambú como elemento estructural y arquitectónico en la cubierta, con el objetivo de optimizar la ventilación natural, el confort térmico y la eficiencia constructiva en un entorno de recursos limitados. Este proyecto se consolida como un referente construido de arquitectura hospitalaria sostenible, al demostrar la viabilidad del bambú en edificaciones de uso sanitario permanente (Pintos, 2021).



Figura 37: Exterior del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

Fuente: Conexión de espacios del centro de salud, adaptado de Architizer. https://architizer.com/idea/980909/.

El proyecto gestiona la variabilidad espacial y la relación con el entorno a partir de su sistema constructivo, materialidad y estrategias bioclimáticas, permitiendo que los distintos espacios del Project Burma Hospital sean claramente identificables durante su

recorrido y uso. Mediante el empleo de estructuras de bambú en la cubierta, una organización espacial abierta y la incorporación de sistemas de ventilación natural, el hospital genera cambios perceptivos que favorecen la orientación, el confort ambiental y la apropiación del espacio por parte de usuarios y personal médico. Asimismo, la disposición de patios, áreas semicubiertas y espacios de transición contribuye a mejorar las condiciones térmicas, lumínicas y acústicas, funcionando como referencias espaciales fundamentales en un edificio destinado a la atención continua de un número significativo de personas.

De este modo, el proyecto trasciende su función como infraestructura sanitaria convencional y se consolida como un equipamiento comunitario, capaz de humanizar la experiencia hospitalaria. La arquitectura transforma la imagen tradicional del hospital, frecuentemente asociada a ambientes rígidos y despersonalizados, en un espacio cálido, accesible y vinculado al paisaje y a la cultura local, fortaleciendo la relación entre el edificio, la comunidad y su entorno rural (Pintos, 2021).

4.2.1 Análisis

4.2.1.1 Forma

El proyecto adopta una configuración modular y lineal, basada en la repetición de unidades funcionales articuladas mediante patios y espacios de transición, lo que permite un orden formal claro y una organización espacial eficiente y flexible. La reiteración de módulos constructivos, junto con el uso del bambú en la cubierta y elementos arquitectónicos, garantiza eficiencia constructiva, legibilidad espacial y una relación armónica con el entorno natural y rural en el que se implanta el edificio.

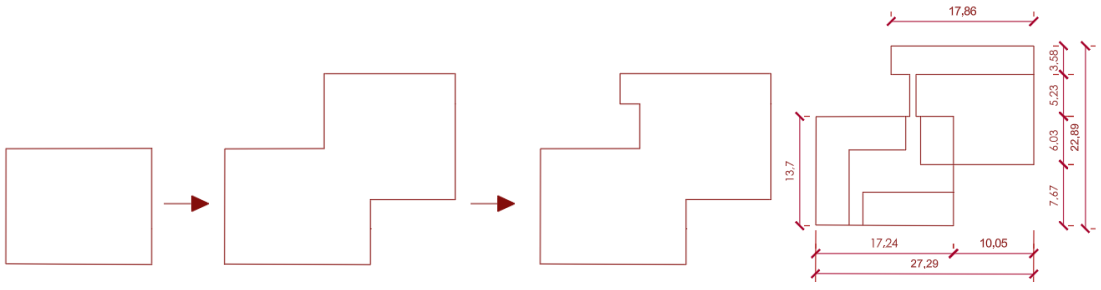


Figura 38: Diagrama de la forma del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Organización de los espacios

La organización espacial se estructura a partir de módulos articulados alrededor de patios, lo que favorece una circulación clara, funcional y jerarquizada. Esta disposición

garantiza flexibilidad en el uso de los espacios y una relación directa entre las áreas interiores y el entorno natural.

4.2.1.3 Estructura

La estructura se organiza a partir de dos cuerpos articulados con mallas regulares de columnas de hormigón armado de sección 0,30 m × 0,30 m. El primer cuerpo se resuelve mediante una retícula 3 × 3, que aporta mayor rigidez y estabilidad al volumen principal, mientras que el segundo cuerpo adopta una malla 3 × 2, adecuada para espacios de menor carga y mayor flexibilidad funcional. Sobre ambos cuerpos se dispone una estructura de cubierta ligera, conformada por cerchas apoyadas en las columnas, que permite cubrir luces amplias, reducir el peso propio y garantizar una correcta evacuación de aguas lluvias, integrándose de manera coherente al sistema estructural general.

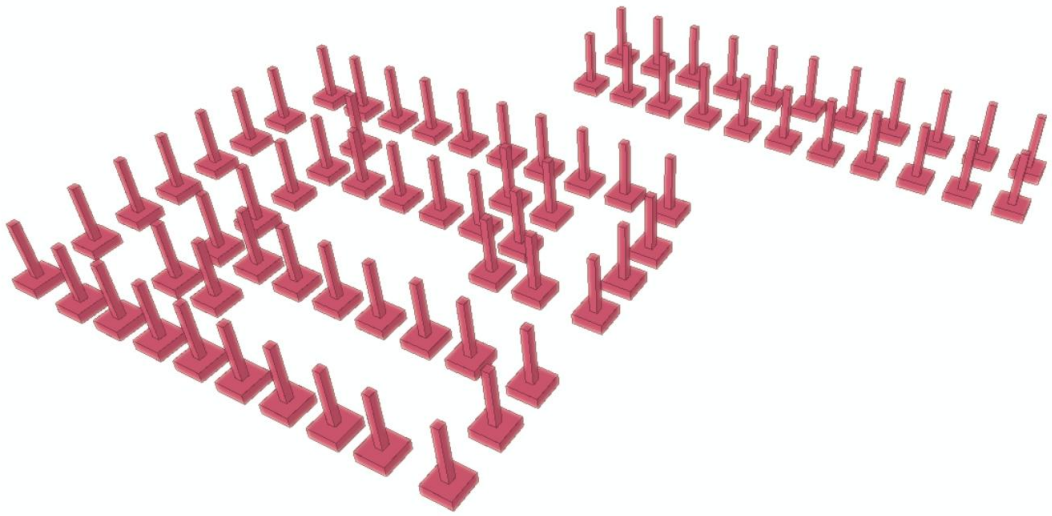


Figura 39: Detalle constructivo de la estructura del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.4 Circulación

La circulación se organiza de manera clara y jerarquizada, a través de ejes longitudinales que conectan los distintos cuerpos del edificio y articulan los accesos principales. Los recorridos se desarrollan mediante corredores semicubiertos, que facilitan la orientación, garantizan la accesibilidad universal y favorecen la ventilación natural. Esta disposición permite una circulación fluida entre áreas públicas y funcionales, reduciendo cruces innecesarios y fortaleciendo la relación visual y espacial con los patios y el entorno natural.

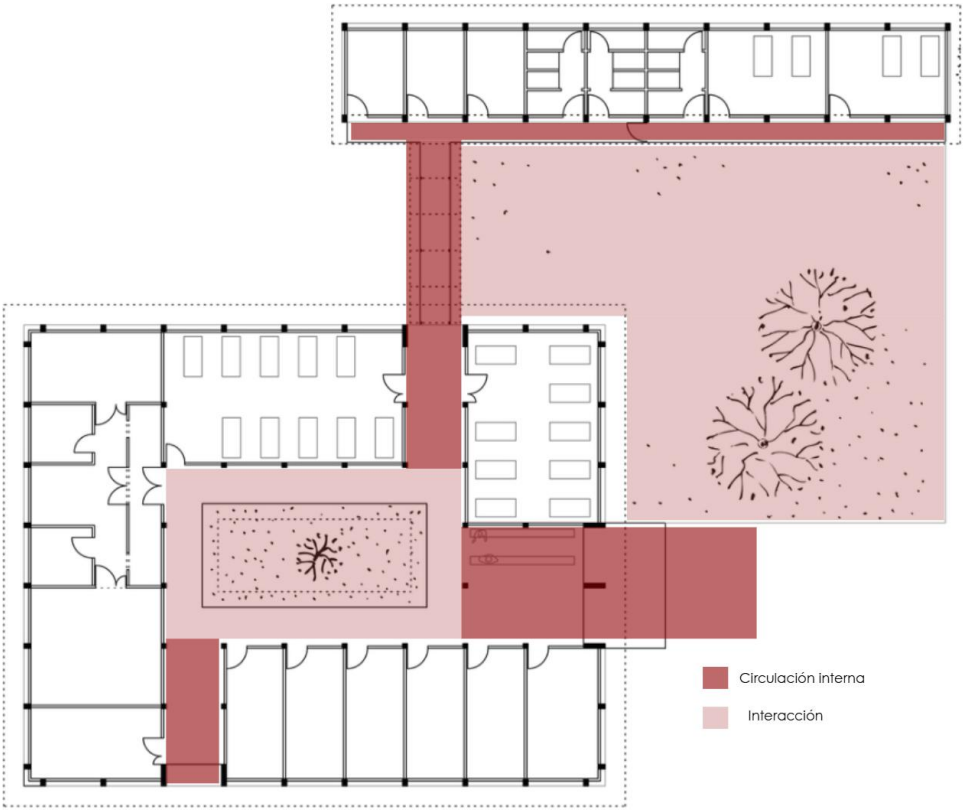


Figura 40: Diagrama de la circulación principal del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.5 Administración

La administración se localiza en una zona estratégica del conjunto, próxima al acceso principal, lo que permite un control eficiente del ingreso y una relación directa con las áreas de atención al público. Su disposición garantiza una adecuada separación entre los espacios administrativos y las áreas médicas, favoreciendo la organización interna, la confidencialidad y el correcto funcionamiento operativo del establecimiento.

4.2.1.6 Ventilación

La estructura de techos, soportada por cerchas de madera, está cubierta por debajo con esteras tejidas de bambú, material que, además de remitir a técnicas tradicionales regionales, permite el paso y la circulación del aire hacia el exterior de forma eficaz. A través de este revestimiento de bambú, el aire caliente que ingresa por las aberturas y ventanas protegidas por persianas de madera asciende hacia la cubierta y se canaliza hacia el exterior mediante rejillas ubicadas en la cumbrera del techo.

Este sistema genera una ventilación cruzada continua: el aire fresco entra por los huecos protegidos, circula por los espacios interiores y se eleva hasta salir por la zona alta del techo a través del entramado de bambú. El resultado es un flujo de aire constante que contribuye a mantener condiciones térmicas más confortables en el interior y a gestionar eficientemente el aire caliente y húmedo típico de climas tropicales, aprovechando el comportamiento higroscópico y la permeabilidad del bambú sin requerir energía adicional.

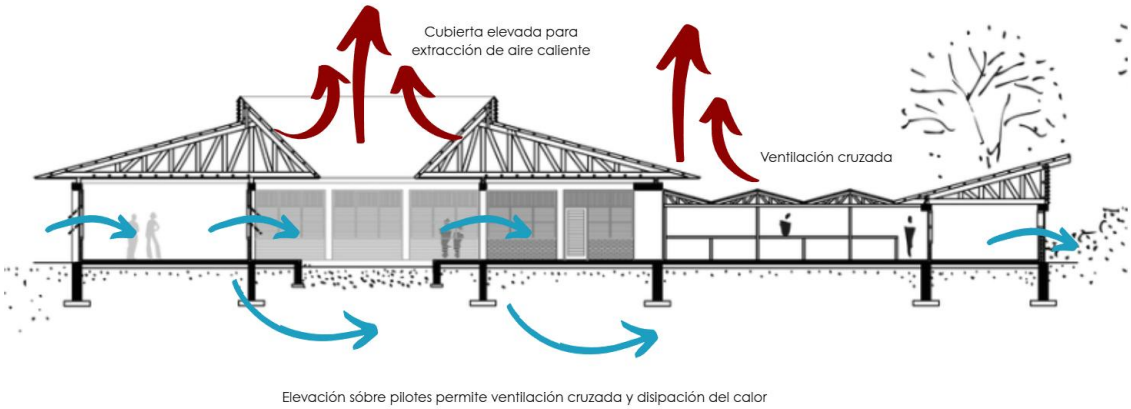


Figura 41: Diagrama de ventilación del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.7 Soleamiento

El soleamiento se produce principalmente desde el este durante las primeras horas de la mañana, ascendiendo rápidamente hasta una posición casi cenital al mediodía, y desplazándose hacia el oeste en horas de la tarde. Esta trayectoria elevada del sol permite una iluminación natural homogénea, mientras que las cubiertas inclinadas y los aleros profundos controlan la radiación directa, evitando el sobrecalentamiento de los espacios interiores.



Figura 42: Diagrama del soleamiento del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.8 Sombras

Las sombras proyectadas por la edificación varían a lo largo del día en función del recorrido solar. En la mañana, las sombras se extienden hacia el **oeste**, siendo más alargadas y suaves; al mediodía, se acortan significativamente debido a la altura solar; y por la tarde se proyectan hacia el **este**, volviéndose nuevamente más extensas. Este comportamiento genera zonas de sombra cambiantes que protegen circulaciones y espacios exteriores, contribuyendo al confort térmico y al uso continuo de las áreas abiertas.

4.2.1.9 Servicios

En el Project Burma Hospital, los servicios están ubicados en el ala lateral lineal accesible a través de una pérgola que conecta con el edificio principal. En este sector se disponen las cocinas de autoservicio, almacenes, lavabos y servicios sanitarios, además de un pabellón de aislamiento para pacientes con enfermedades infecciosas y las habitaciones complementarias asociadas. Esta ubicación permite separar las funciones de apoyo de las áreas clínicas en torno al patio central, optimizando la organización funcional y reduciendo la transmisión de enfermedades al mantener el área de espera al aire libre y los servicios auxiliares claramente diferenciados de las zonas de atención principal.

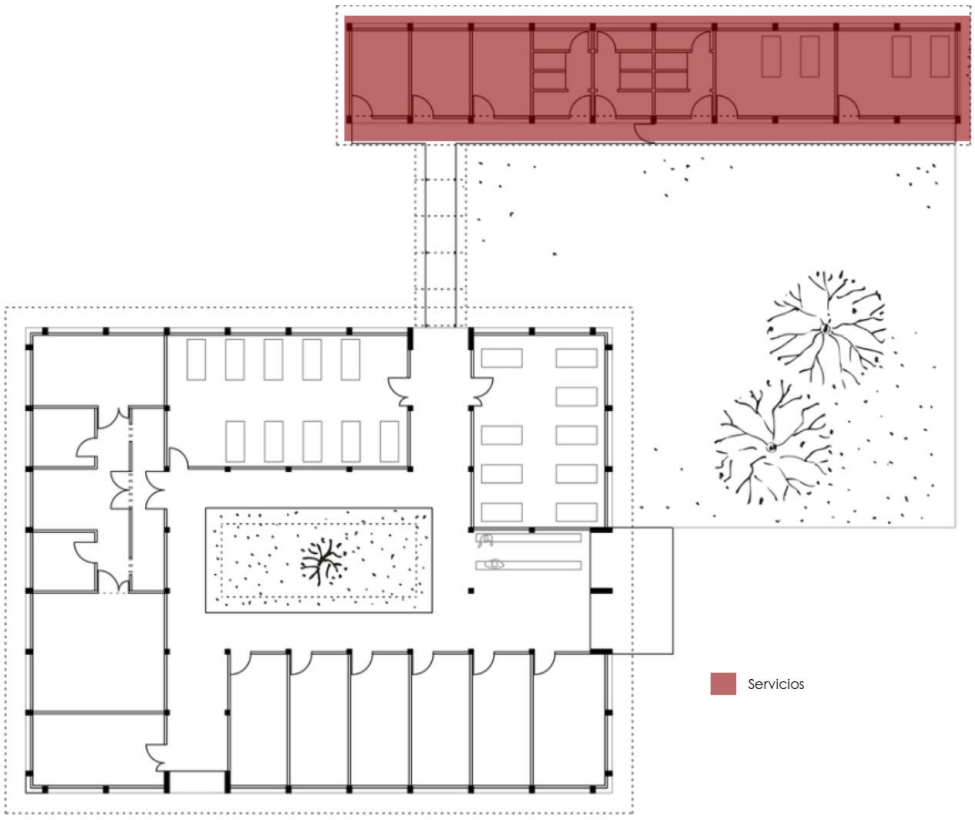


Figura 43: Diagrama de servicios del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Architizer. https://architizer.com/idea/980917/

4.2.1.10 Materiales

Tabla 6: Materiales empleados en el proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

	Material envolvente interior	**Material envolvente exterior**
Pisos	 **Figura 44:** Textura de piso del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. **Fuente:** Elaboración propia, adaptado de Architizer. https://architizer.com/idea/980917/ Piso elevado en zonas técnicas.	 **Figura 45:** Textura de piso del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. **Fuente:** Elaboración propia, adaptado de Architizer. https://architizer.com/idea/980917/ Utilizada en áreas de alto tránsito; es resistente, de bajo mantenimiento y aporta inercia térmica, ayudando a regular la temperatura interior.

Mampostería	 **Figura 46:** Textura de puertas del Proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. **Fuente:** Architizer. https://architizer.com/idea/980917/ Cerramientos interiores ligeros que permiten la ventilación y confort térmico.	 **Figura 47:** Revestimiento interior de bambú del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. **Fuente:**Architizer. https://architizer.com/idea/980917/ Empleada en muros bajos y áreas de transición exterior; mejora la durabilidad y la integración paisajística.
Ventanas	 **Figura 48:** Membrana textil tensada del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. **Fuente:** Architizer. https://architizer.com/idea/980917/ Puertas y celosías que regulan iluminación, ventilación y privacidad según las necesidades del uso.	 **Figura 49:** Paneles modulares desmontables del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático. **Fuente:** Architizer. https://architizer.com/idea/980917/ Material principal de fachadas; permite una construcción ligera, ventilada y coherente con el entorno rural.

4.1.2.10 Espacialidad y áreas

El hospital está concebido como un centro de atención sanitaria general, orientado a cubrir necesidades médicas básicas y de mediana complejidad en un contexto rural y de difícil acceso. Su programa arquitectónico se organiza en áreas claramente diferenciadas que garantizan un funcionamiento eficiente y una adecuada separación entre flujos públicos, médicos y de servicios.

Entre las áreas principales se incluyen consulta externa, atención primaria, salas de tratamiento, hospitalización básica y espacios de apoyo diagnóstico. Complementariamente, el edificio incorpora áreas administrativas, zonas de servicios generales y espacios de circulación y espera, diseñados para favorecer la orientación, la ventilación natural y el confort de los usuarios.

Esta organización permite una atención integral, flexible y adaptable a futuras ampliaciones o cambios en la demanda sanitaria.

4.1.2.11 Programa arquitectónico

Tabla 7: Programa arquitectónico del proyecto Centro de salud itinerante en el Sudeste Asiático.

Zona	Espacio	Área (m²)
Público	Área de espera (semi exterior)	55
	Recepción / admisión	28
	Circulación pública	32
Semi público	Consultorios médicos	90
	Salas de tratamiento	75
	Área de hospitalización	85
	Patios interiores	60
	Circulaciones internas	40
Privado	Área administrativa	22
	Área de personal médico	15
	Servicios higiénicos y apoyo	13
Total General		515

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Caso de Estudio: Clínica En Medellín / Luca Bullaro

- Arquitecto: Luca Bullaro
- Lugar: Envigado, Medellín, Colombia
- Año: 2009
- Tipología: Clínica especializada
- Área: 300 m²

La Clínica en Medellín, diseñada por el arquitecto Luca Bullaro, constituye un referente relevante para el análisis del uso del bambú en espacios de atención en salud, al reinterpretar este material dentro de un contexto urbano, integrándolo a un discurso arquitectónico contemporáneo, simbólico y sensorial (Bullaro, 2011).

La Clínica en Medellín surge como una propuesta arquitectónica que busca redefinir la experiencia del duelo y la atención emocional a través del espacio. El proyecto se concibe como un ambiente introspectivo y simbólico, donde la arquitectura actúa como mediadora entre el usuario y sus procesos emocionales, integrando naturaleza, luz y materialidad en un solo gesto arquitectónico (Bullaro, 2011).

El proyecto plantea una lectura metafórica del paisaje natural: el piso representa el agua, las paredes blancas evocan nubes y el cielo interior se configura como un firmamento iluminado. Esta narrativa espacial transforma la clínica en un recorrido sensorial que acompaña al usuario desde el ingreso hasta los espacios más íntimos, reduciendo el estrés y la carga emocional asociada a la atención sanitaria (Bullaro, 2011).

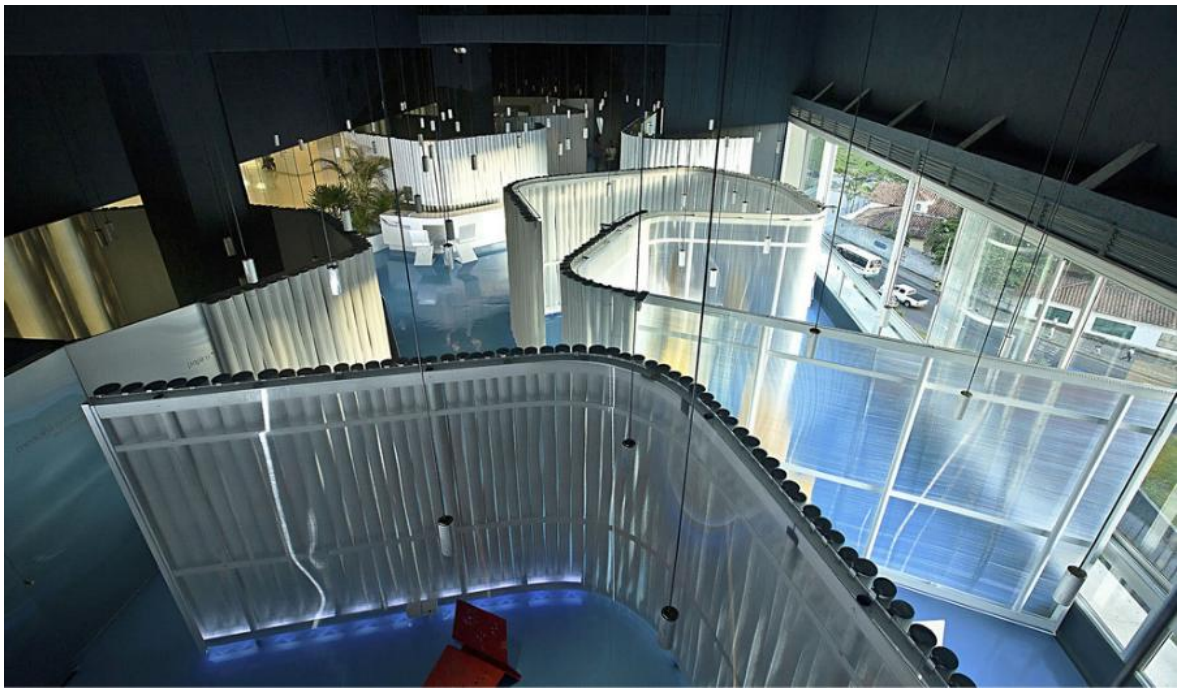


Figura 50: Clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

El uso del bambú en arquitectura sanitaria representa una respuesta innovadora a la sostenibilidad ambiental y a la humanización de los espacios de atención médica. Más allá de sus propiedades estructurales, este material influye en la percepción emocional del espacio, promoviendo confort térmico, conexión con la naturaleza y disminución del estrés en pacientes y visitantes (Bullaro, 2011).

El material ha sido tradicionalmente usado en construcciones vernáculas, especialmente en regiones tropicales, por su rápido crecimiento, bajo impacto ambiental y excelentes propiedades mecánicas. Desde su aplicación estructural hasta su función sensorial en interiores, el bambú redefine el concepto de infraestructura sanitaria al humanizar los entornos clínicos (Bullaro, 2011).

4.2.1 Análisis arquitectónico

4.2.1.1 Forma

La clínica adopta una forma orgánica y contenida, construida a partir de la superposición de elementos curvos y planos que generan una atmósfera envolvente. La forma no responde a una geometría rígida, sino a una composición sensible que prioriza la experiencia interior y la continuidad espacial. El uso del bambú refuerza esta condición, aportando ritmo, textura y calidez.

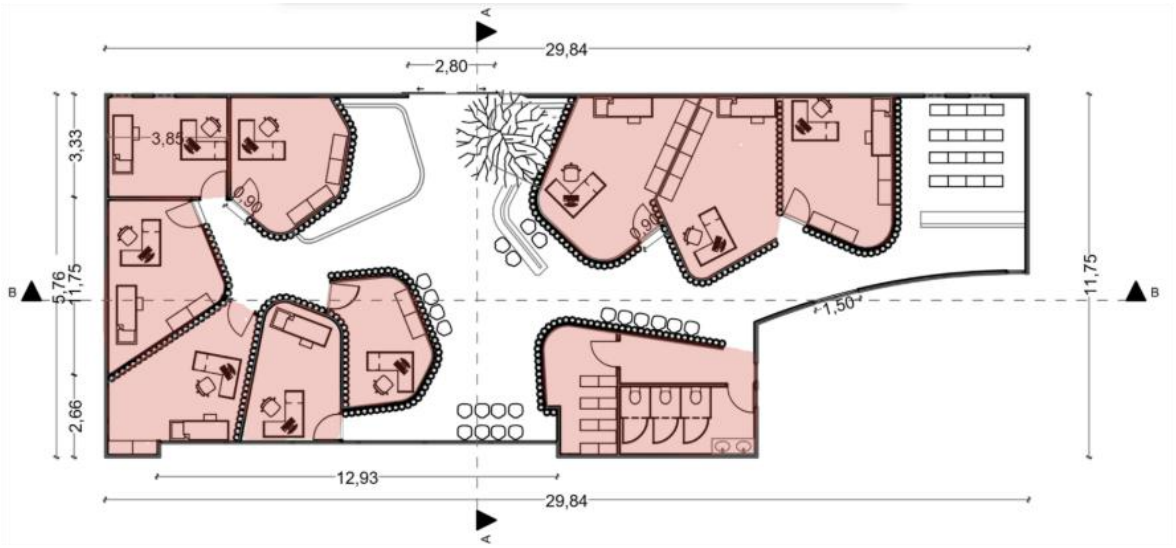


Figura 51: Planta arquitectónica de clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

4.2.1.2 Organización de los espacios

La organización espacial se estructura a partir de un eje longitudinal que conecta el acceso principal con un gran ventanal hacia la ciudad. A lo largo de este recorrido se disponen los espacios de atención, espera y consulta, articulados por áreas de transición que funcionan como pausas espaciales y emocionales. La secuencia espacial es clara, legible y progresiva.

4.2.1.3 Estructura

La organización espacial se estructura a partir de un eje longitudinal que conecta el acceso principal con un gran ventanal hacia la ciudad. A lo largo de este recorrido se disponen los espacios de atención, espera y consulta, articulados por áreas de transición que funcionan como pausas espaciales y emocionales. La secuencia espacial es clara, legible y progresiva.

La estructura combina sistemas tradicionales con elementos de bambú trabajados de manera artesanal. El bambú se emplea como elemento modulador del espacio, conformando filtros visuales, cielos y envolventes interiores. Esta estrategia reduce la sensación de peso estructural y genera una percepción de ligereza, coherente con el carácter terapéutico del proyecto.

La estructura se resuelve mediante un sistema mixto de perfilería metálica y elementos naturales de guadua, concebido como un cerramiento liviano, permeable y técnicamente controlado. El elemento portante principal corresponde a un perfil metálico

cuadrado de acero galvanizado de sección 5 cm × 5 cm, equivalente a los perfiles comúnmente empleados como estructura secundaria para sistemas de tabiquería en seco, tales como placas de yeso o gypsum board. Este perfil cumple la función de marco estructural rígido, garantizando estabilidad dimensional, alineación y soporte para los elementos de cerramiento.

Sobre esta perfilería metálica se anclan las cañas de guadua mediante pernos de acero de 10 cm de longitud, equivalentes aproximadamente a 4 pulgadas (3.94”), asegurando una fijación mecánica firme y duradera. Los pernos atraviesan el perfil metálico y se empotran en la guadua previamente perforada, evitando fisuras longitudinales y permitiendo una correcta transferencia de cargas. Este sistema de unión garantiza la estabilidad del conjunto, absorbiendo tanto cargas propias como acciones accidentales, tales como viento o vibraciones.

Las cañas de guadua empleadas presentan una longitud estándar de 3,00 m y un diámetro comprendido entre 19 y 22 cm, seleccionadas por su alta resistencia estructural, elasticidad y durabilidad. La guadua se dispone de manera vertical y paralela, conformando un entramado continuo tipo celosía o reja arquitectónica. Cada elemento se separa deliberadamente entre 1 y 2 cm, distancia calculada para permitir el paso controlado de la luz natural, generar juegos de sombra y ventilación pasiva, y evitar el efecto de cerramiento opaco. Esta separación es fundamental, ya que sin ella el sistema perdería su capacidad de iluminación natural y su carácter permeable.

El entramado resultante no solo cumple una función estética, sino que actúa como filtro solar y visual, regulando el ingreso de radiación directa y aportando confort ambiental al espacio interior. La disposición rítmica de las cañas genera una lectura arquitectónica ligera y natural, reforzando el vínculo entre estructura, materialidad y experiencia espacial.

Finalmente, el sistema se complementa con la incorporación de vidrio templado fijado directamente a la perfilería metálica, el cual actúa como cerramiento continuo de protección climática. El vidrio templado aporta seguridad, resistencia al impacto y transparencia, permitiendo el paso de la luz natural previamente filtrada por la guadua, sin comprometer la estanqueidad del sistema. De esta manera, se logra un cerramiento híbrido que combina estructura metálica, material natural y superficie vítrea, integrando criterios de eficiencia técnica, control ambiental y expresión arquitectónica.

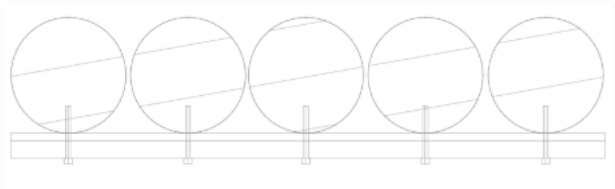


Figura 52: Detalle constructivo de mampostería de clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

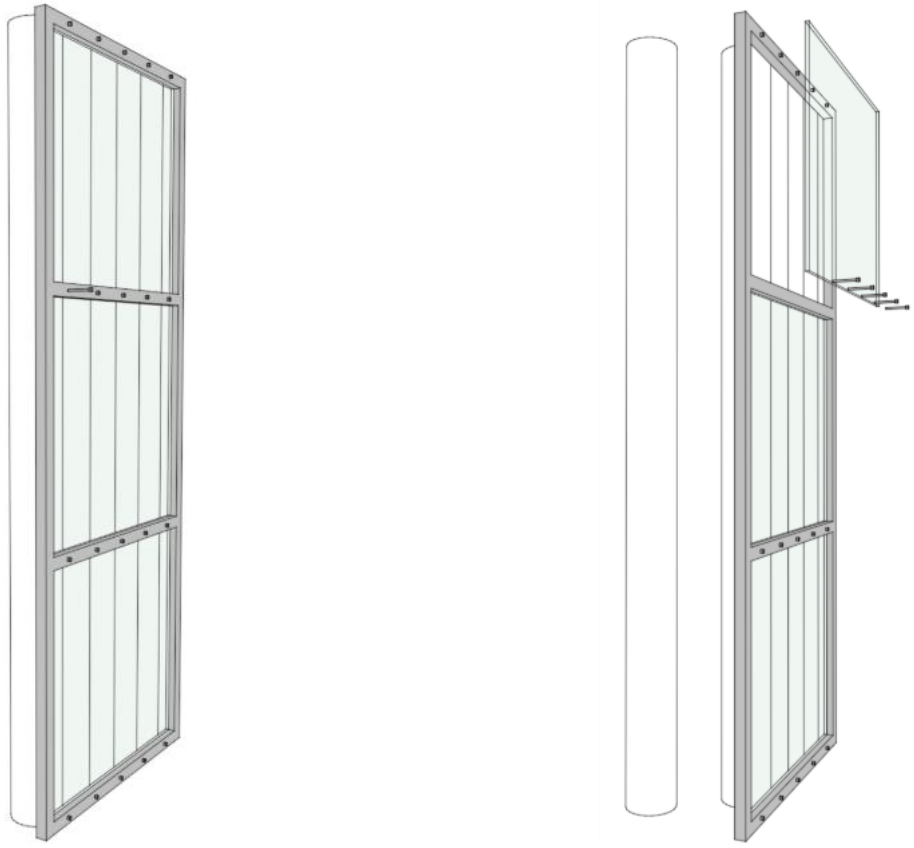


Figura 53: Detalle constructivo de mampostería de clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

4.2.1.4 Circulación

La circulación se concibe como un recorrido continuo y fluido, sin quiebres abruptos. Los pasillos no funcionan únicamente como elementos de tránsito, sino como espacios de contemplación y transición emocional, acompañados por variaciones de luz, textura y altura.

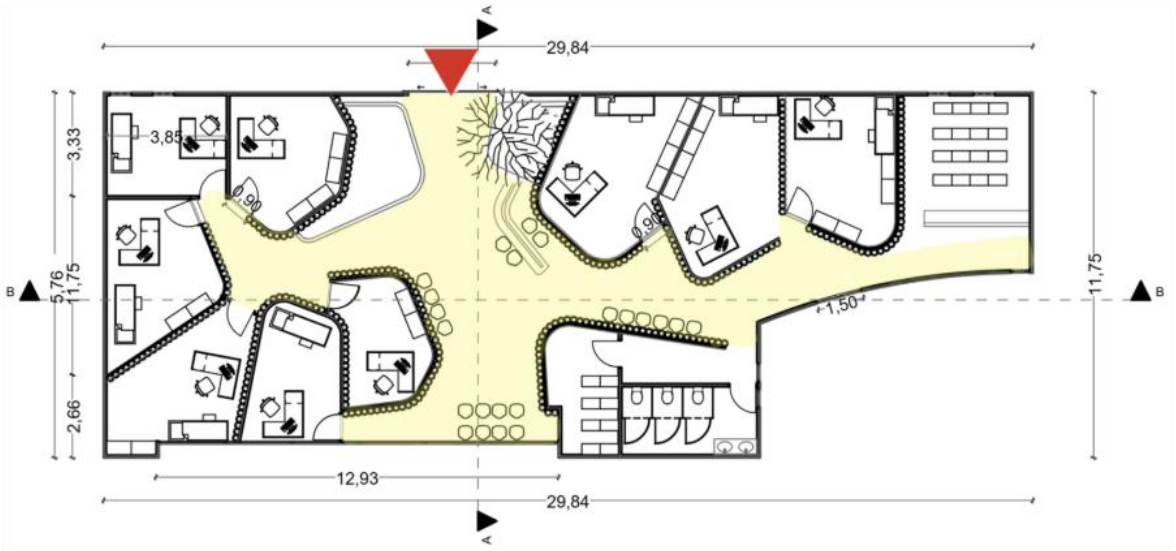


Figura 54: Diagrama de circulación de clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español .https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

4.2.1.5 Ventilación

La estrategia de ventilación del proyecto se fundamenta en principios pasivos de acondicionamiento ambiental, aprovechando la permeabilidad de las fachadas y el comportamiento físico del bambú como elemento filtrante. Las paredes y los cerramientos conformados por cañas de bambú se desarrollan hasta una altura aproximada de 3,00 m, permitiendo contener visual y funcionalmente los espacios sin llegar a conformar un cerramiento completamente hermético.

Entre el remate superior de estos elementos verticales y el cielo raso del edificio se deja un espacio libre continuo de aproximadamente 1,50 m, el cual funciona como una cámara de ventilación superior. Este vacío permite la circulación constante del aire caliente acumulado en la parte alta de los recintos, facilitando su evacuación natural mediante el efecto chimenea, mientras que el aire más fresco ingresa a través de las fachadas permeables y de los intersticios entre las cañas de bambú.

La combinación entre cerramientos permeables, alturas controladas y vacíos superiores favorece una ventilación cruzada eficiente, reduciendo la acumulación de calor y mejorando significativamente el confort térmico interior sin recurrir a sistemas mecánicos. Asimismo, esta solución permite mantener la continuidad visual del espacio y la entrada de luz natural filtrada, reforzando la sensación de amplitud y ligereza arquitectónica, al tiempo que optimiza el desempeño ambiental del edificio.

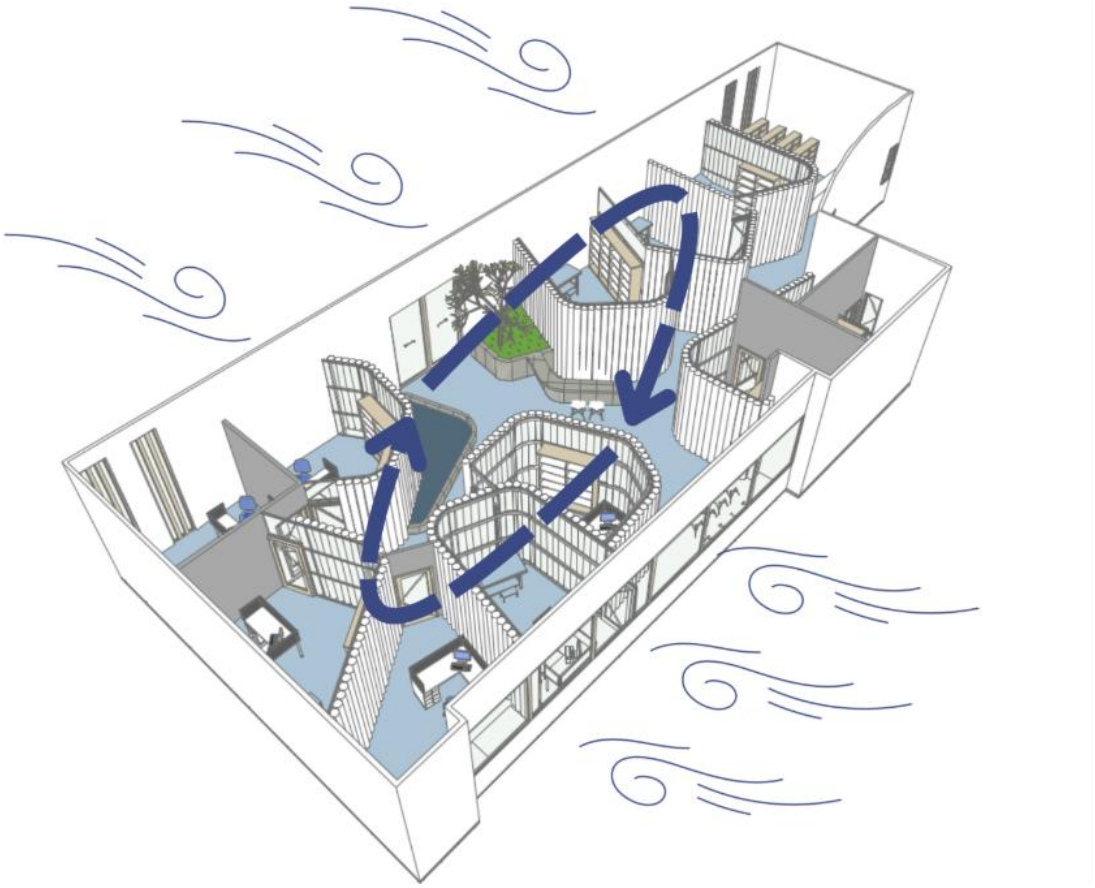


Figura 55: Diagrama de ventilación de clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

4.2.1.6 Soleamiento

Al encontrarse emplazada al interior del edificio Sao Paolo, en Medellín, la clínica presenta un ingreso limitado de luz natural, proveniente principalmente de una única fachada. Esta condición es aprovechada estratégicamente para iluminar tanto las áreas públicas como los consultorios, favoreciendo el aprovechamiento de la iluminación natural dentro de las restricciones propias del emplazamiento.

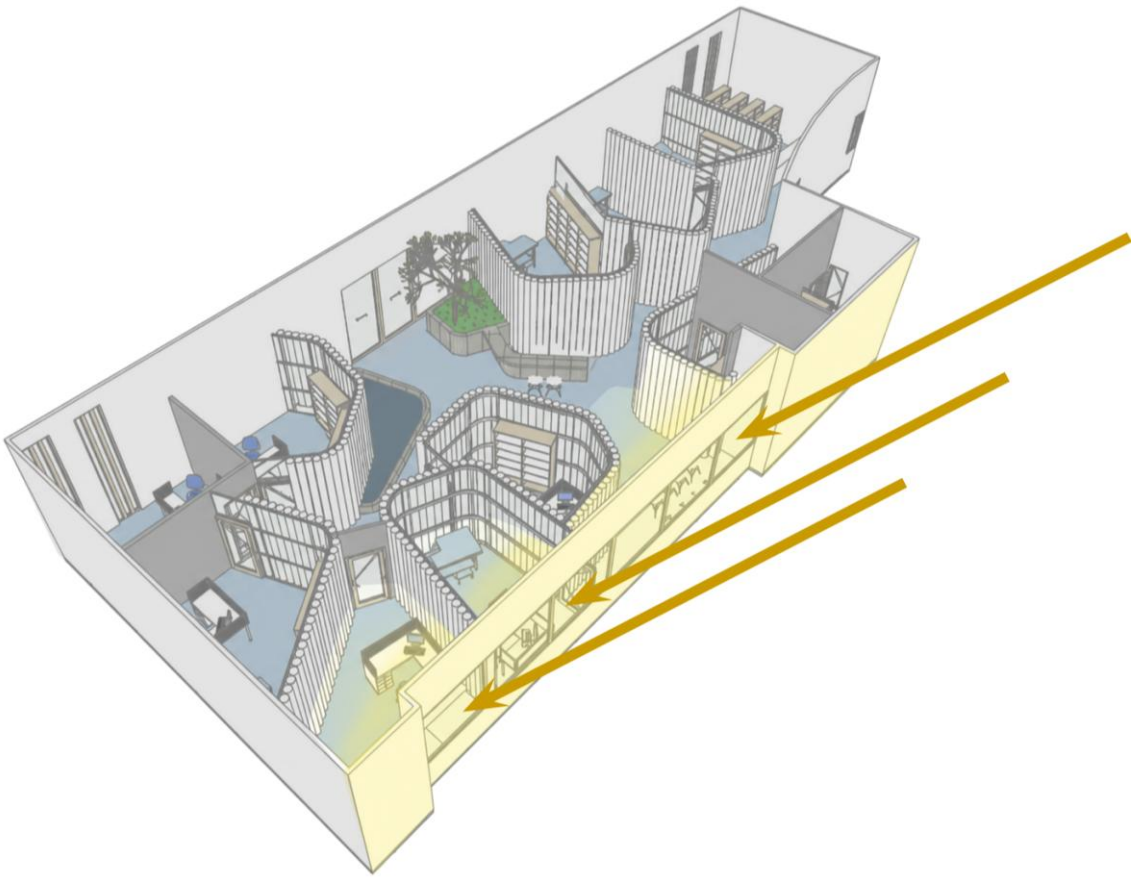
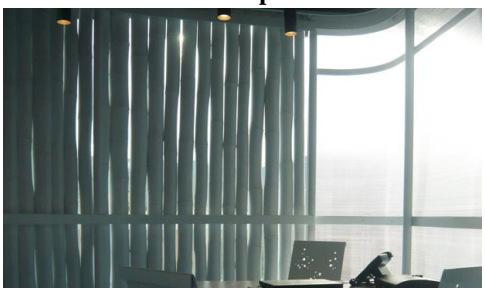


Figura 56: Diagrama de soleamiento de clínica en Medellín / Luca Bullaro.

Fuente: Adaptado de ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

4.2.1.7 Materiales

Tabla 8: Materiales empleados en el proyecto Clínica En Mededellín / Luca Bullaro.

Piso	**Mampostería**
 **Figura 57:** Material de piso de clínica en Medellín / Luca Bullaro. **Fuente:** ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro	 **Figura 58:** Material de mampostería de clínica en Medellín / Luca Bullaro. **Fuente:** ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro
• Resina epóxica	• Guadúa con vidrio
El piso empleado se caracteriza por ser un material resistente, uniforme y de acabado liso, cualidades que favorecen su durabilidad y facilitan las labores de limpieza y mantenimiento. Estas características lo	La mampostería está conformada por una combinación de guadúa y vidrio ensamblados mediante perfiles metálicos. Esta composición permite el ingreso de luz natural y contribuye a la

convierten en una opción adecuada para espacios de salud, donde se requieren condiciones constantes de asepsia e higiene.	diferenciación espacial entre las áreas de consulta y las áreas públicas, utilizando el vidrio para reforzar las condiciones de asepsia requeridas en los consultorios y la guadúa como acabado cálido y acogedor en los espacios de circulación y espera.

4.2.1.8 Programa arquitectónico

Tabla 9: Programa arquitectónico del proyecto Clínica En Medellín / Luca Bullaro.

Zona	Espacio	Área (m²)
Público	Vestíbulo	60
	Circulación	35
Semi público	Consultorios médicos	90
Privado	Baños	
	Archivo	15
	Servicios higiénicos y apoyo	12
Total General		212

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Caso de Estudio: Centro de Documentación de Bambú



Figura 59: Centro de documentación de Bambú.

Fuente: Arquitectura Panamericana. https://arquitecturapanamericana.com/centro-de-documentacion-de-bambu/

- Arquitecto: Jorge Moran y Robinson Vega
- Lugar: Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador
- Año: 2014
- Tipología: Centro de documentación
- Área: 40 m²

El Centro de Documentación de Bambú se desarrolla como un espacio académico y experimental destinado al estudio, conservación y difusión del conocimiento sobre la arquitectura en bambú. El proyecto se ubica dentro de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, y se concibe como un pequeño pabellón destinado a albergar material bibliográfico y documental especializado en el uso del bambú en la arquitectura y la construcción sostenible (Morán Ubidia & Vega Jaramillo, 2014).

El edificio responde a la necesidad de generar espacios de investigación y aprendizaje vinculados a materiales naturales y sistemas constructivos alternativos, destacando el bambú como recurso renovable, económico y adecuado para el clima tropical. Con un área aproximada de 40 m², el proyecto integra espacios de lectura y banco documental destinados a la biblioteca personal del arquitecto Jorge Morán Ubidia, donada a la facultad como parte de un esfuerzo por promover el conocimiento técnico y cultural sobre este material (Morán Ubidia & Vega Jaramillo, 2014).

4.2.2 Análisis arquitectónico

4.4.1.1 Forma

El edificio adopta una forma simple y compacta, coherente con su escala reducida y su función específica. La geometría del pabellón responde a un módulo estructural claro que facilita la construcción con bambú y permite una lectura directa del sistema constructivo. La volumetría ligera y elevada contribuye a la adaptación climática y a la integración con el entorno universitario.

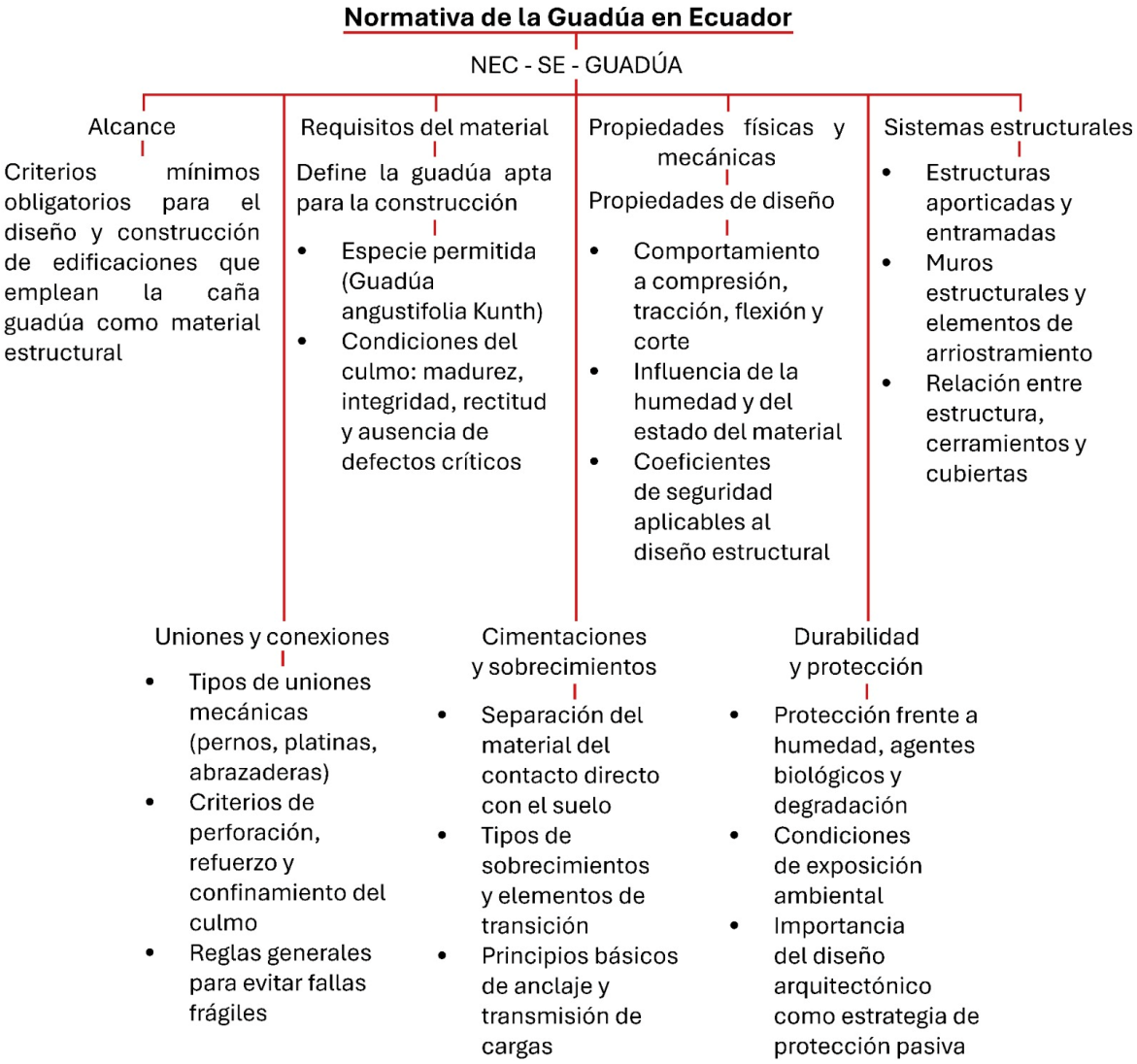


Figura 60: Diagrama de forma de centro de documentación de Bambú.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.2 Organización de los espacios

El espacio interior se organiza de manera flexible, integrando áreas de lectura, almacenamiento documental y circulación en un único ambiente continuo. Esta disposición favorece la accesibilidad, la iluminación natural y la interacción entre usuarios y material bibliográfico.

4.4.1.3 Estructura

La estructura se resuelve principalmente mediante elementos de bambú, utilizados como columnas, vigas y componentes de cubierta. Este sistema constructivo ligero reduce el peso propio de la edificación y facilita el montaje, demostrando la viabilidad del bambú como material estructural en edificaciones de pequeña escala.

En los puntos de unión, cada culmo de bambú se conecta a una pieza metálica cónica, la cual permite concentrar el nodo estructural en un punto de menor dimensión.

La lógica estructural se basa en la repetición modular y en un sistema portante simple, que permite comprender fácilmente la relación entre estructura, cerramientos y cubierta.

4.4.1.4 Circulación

La circulación es directa y sencilla, propia de un edificio de escala reducida. El acceso principal conecta inmediatamente con el área de lectura y consulta, eliminando recorridos innecesarios y optimizando el uso del espacio disponible.

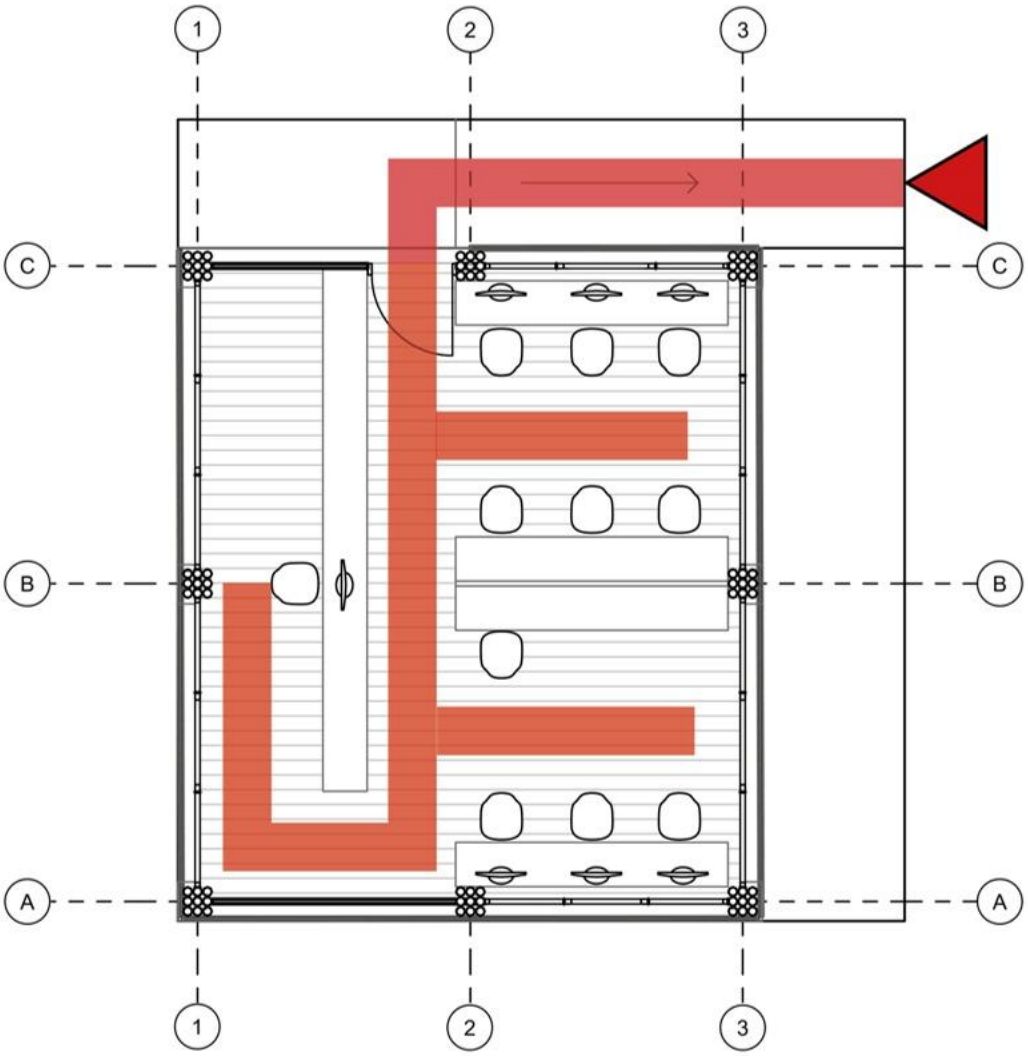


Figura 61: Diagrama de circulación de centro de documentación de Bambú.

Fuente: Adaptado de Arquitectura Panamericana. https://arquitecturapanamericana.com/centro-de-documentacion-de-bambu/

4.4.1.5 Ventilación

La ventilación se resuelve mediante estrategias pasivas, aprovechando el clima cálido de Guayaquil. La ligereza de los cerramientos, la altura de la cubierta y la permeabilidad del sistema constructivo permiten la circulación natural del aire, reduciendo la necesidad de ventilación mecánica.

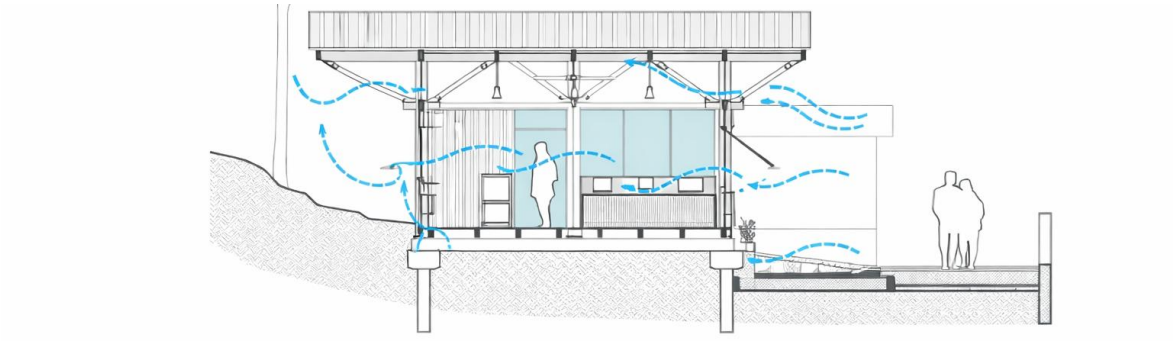


Figura 62: Diagrama de ventilación de centro de documentación de Bambú.

Fuente: Adaptado de Arquitectura Panamericana. https://arquitecturapanamericana.com/centro-de-documentacion-de-bambu/

4.4.1.6 Soleamiento

El proyecto aprovecha la iluminación natural mediante aberturas controladas y la protección de la cubierta, lo que permite mantener niveles adecuados de luz interior sin generar sobrecalentamiento. La relación entre cubierta y cerramientos favorece la sombra permanente en el interior del pabellón.

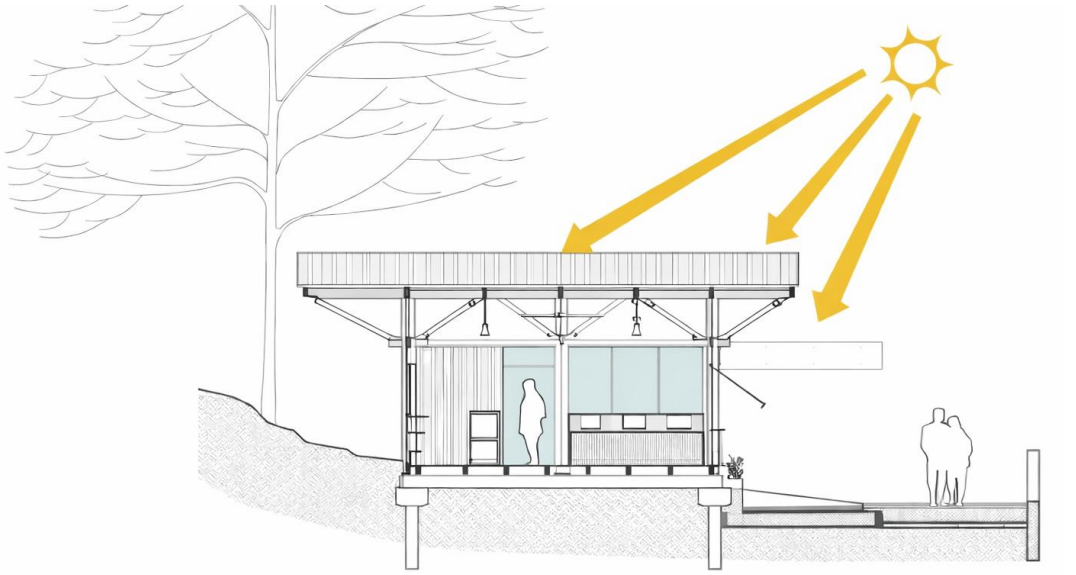


Figura 63: Diagrama de soleamiento de centro de documentación de Bambú.

Fuente: Adaptado de Arquitectura Panamericana. https://arquitecturapanamericana.com/centro-de-documentacion-de-bambu/

4.4.1.7 Materiales

El material principal del proyecto es la guadúa, empleado tanto en la estructura como en elementos arquitectónicos visibles. Su uso no solo responde a criterios constructivos y ambientales, también obedece a una intención pedagógica, al permitir que estudiantes y visitantes comprendan el funcionamiento del material dentro del edificio.

La guadúa se complementa con materiales ligeros en cubierta y cerramientos, generando un sistema constructivo económico, sostenible y de fácil mantenimiento.

4.4.1.8 Programa arquitectónico

Tabla 10: Programa arquitectónico del centro de documentación del bambú.

Zona	Espacio	Área aproximada
Público	Área de lectura	18 m²
Público	Circulación interior	6 m²
Semi-público	Banco documental / estanterías	10 m²
Privado	Almacenamiento bibliográfico	4 m²
Servicio	Espacio técnico mínimo	2 m²
TOTAL		40 ²

Fuente: Elaboración propia.

5 CAPÍTULO V – ANÁLISIS DEL SITIO

Análisis de sitio

5.7 Metodología de análisis de sitio

El análisis del sitio se desarrolla mediante una metodología de análisis espacial integral del contexto arquitectónico, basada en el enfoque de estudio del medio físico, urbano y social propuesto por Chong Garduño et al. (2012) quien plantea que el proceso de diseño arquitectónico debe partir de la comprensión de las condiciones del entorno donde se implantará el proyecto. Este enfoque permite estudiar la arquitectura como un sistema inserto en un contexto territorial determinado, considerando de manera articulada los factores naturales, urbanos y socioculturales que influyen en la configuración espacial y funcional de la propuesta arquitectónica.

El proceso metodológico inicia con la identificación y caracterización del sitio de implantación, determinando su localización geográfica, relación con la estructura urbana o rural, accesibilidad y conectividad con el entorno inmediato. Esta etapa permite comprender la posición del terreno dentro del sistema urbano y territorial, así como su relación con equipamientos, infraestructura y espacio público (Chong Garduño et al., 2012).

Posteriormente, se desarrolla el análisis físico-natural del sitio, abordando variables como topografía, clima, orientación solar, vientos predominantes, vegetación, hidrología y características del suelo. Estas condicionantes permiten reconocer las oportunidades y limitaciones del terreno, influyendo directamente en la implantación, la orientación del edificio y las estrategias ambientales del proyecto arquitectónico (Chong Garduño et al., 2012).

En una siguiente fase se realiza el análisis urbano, considerando la estructura vial, los usos de suelo, la infraestructura básica, los equipamientos existentes, la movilidad y la imagen urbana del sector. Este análisis permite comprender la dinámica espacial del entorno construido y la manera en que el proyecto puede integrarse funcional y formalmente al contexto (Chong Garduño et al., 2012).

De manera complementaria, se desarrolla el análisis socio-cultural del entorno, considerando características de la población usuaria, actividades predominantes, dinámica económica y relaciones sociales presentes en el área de estudio. Este componente permite comprender las necesidades del contexto y orientar el diseño arquitectónico hacia una respuesta pertinente desde el punto de vista social y funcional (Chong Garduño et al., 2012).

Finalmente, la información obtenida se sintetiza mediante un diagnóstico del sitio, que permite establecer criterios de diseño derivados de la relación entre las condicionantes del entorno y las decisiones arquitectónicas del proyecto, tales como la implantación, organización espacial, accesos, orientación y relación con el paisaje (Chong Garduño et al., 2012).

El análisis de la preexistencia arquitectónica se desarrolla mediante una metodología de diagnóstico arquitectónico basada en la observación directa, el levantamiento arquitectónico y el registro fotográfico de las edificaciones existentes en el área de intervención. Este procedimiento permite identificar las características físicas, espaciales, constructivas y funcionales de las construcciones presentes, con el fin de comprender su condición actual y su relación con el contexto del proyecto.

La metodología consiste en la sistematización de información a partir de variables de análisis arquitectónico, entre las que se incluyen el uso actual de la edificación, el número de pisos, la relación con el terreno, la forma de implantación, la organización espacial y la relación interior–exterior. Asimismo, se realiza un análisis constructivo y material que considera el sistema estructural, los materiales predominantes, las cubiertas y los cerramientos.

Como parte del diagnóstico físico, se evalúa el estado de conservación de las edificaciones mediante la identificación de patologías constructivas visibles, como humedad, fisuras, corrosión y goteras, clasificando su condición general como buena, regular, mala o en estado de ruina. Finalmente, se analiza el valor arquitectónico y urbano de la preexistencia, considerando su valor funcional, histórico, simbólico y urbano, así como su potencial de reutilización dentro de la propuesta arquitectónica.

5.8 Localización

El subcentro de salud está ubicado en la parroquia Los en Encuentros del Cantón Yantzaza en la provincia de Zamora Chinchipe. El predio pertenece al ministerio de salud pública y es el único de la manzana 16 de la parroquia colindando únicamente con las vías Av. 24 de Mayo al sur, calle 10 de noviembre al norte, calle 8 de marzo al este y calle sin nombre al oeste que está en planificación.

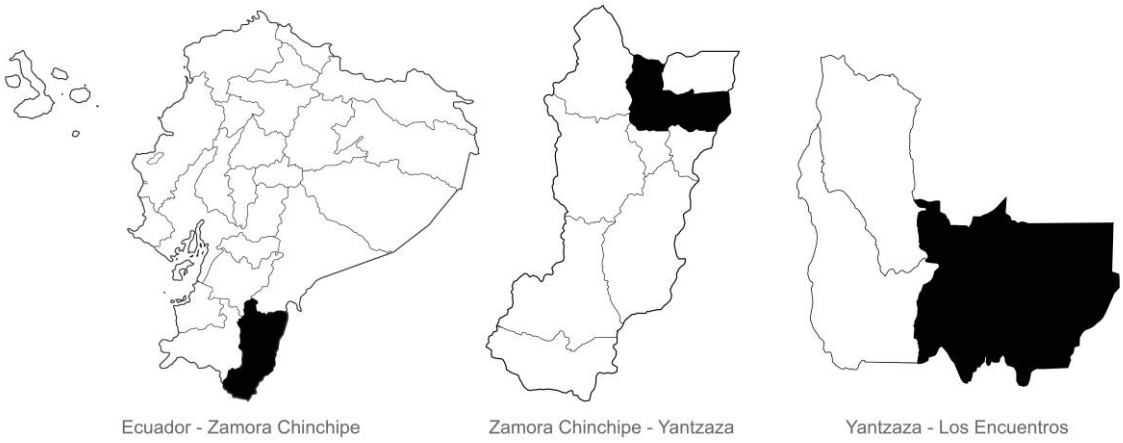
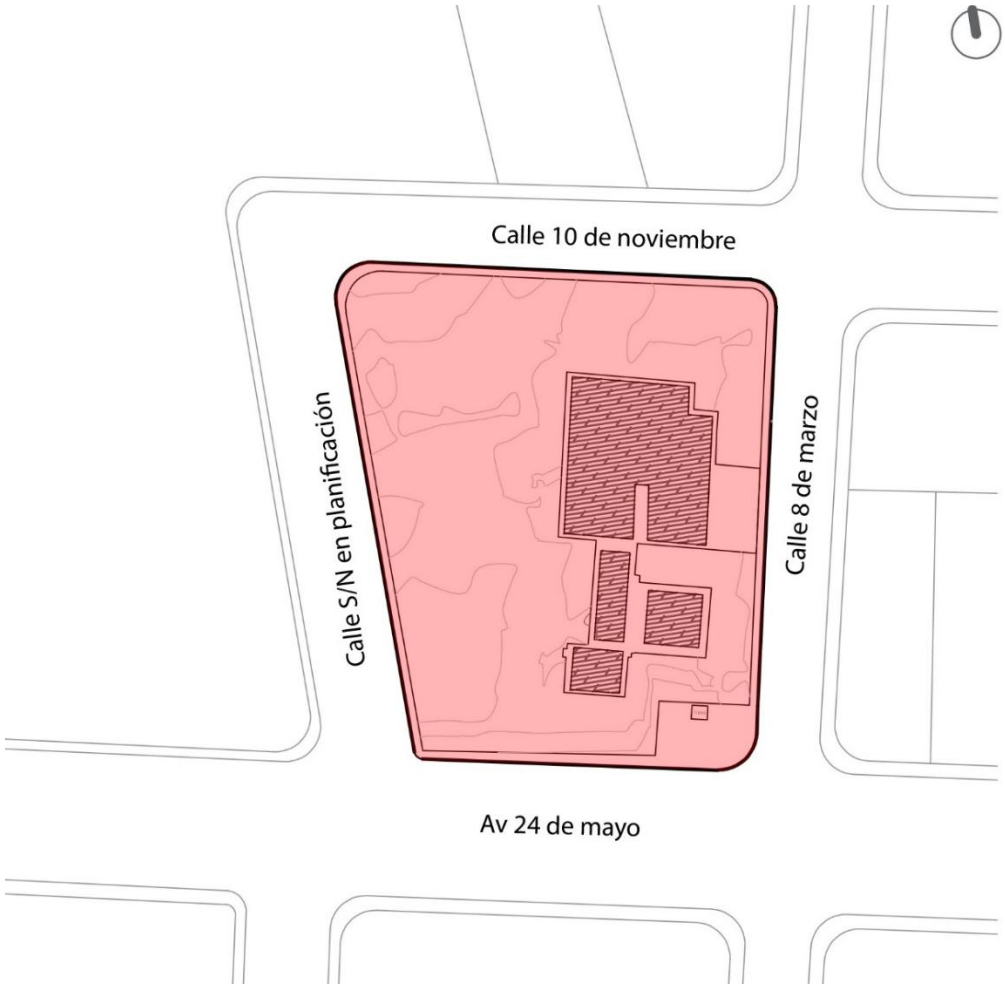


Figura 64: Mapa de ubicación de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia



Esc 1:10 000 Localización del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros

Figura 65: Localización del subcentro de salud Tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia

5.9 Clima

La provincia de Zamora Chinchipe se caracteriza por un clima tropical megatérmico húmedo, propio de la región amazónica, el cual se distingue por elevados niveles de humedad relativa que pueden alcanzar hasta el 99%, así como por temperaturas medias anuales que oscilan entre 17 °C y 22 °C. Estas condiciones climáticas influyen directamente en el confort térmico, el comportamiento de los materiales y las estrategias de diseño arquitectónico en el territorio. En este contexto, la parroquia rural Los Encuentros, localizada a una altitud aproximada de 780 m s. n. m., presenta un ambiente cálido-húmedo constante a lo largo del año, lo que demanda criterios de diseño orientados a la ventilación natural, protección frente a la humedad y adaptación al clima local (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Los Encuentros, 2023).

5.10 Temperatura

La temperatura media en la parroquia rural Los Encuentros se sitúa en un rango general comprendido entre 17 °C y 21 °C. No obstante, este comportamiento térmico presenta variaciones espaciales asociadas a la topografía del territorio, lo que da lugar a la conformación de isotermas diferenciadas dentro del área parroquial. En este sentido, el análisis del mapa climático evidencia que el sector específico donde se emplaza el subcentro de salud se encuentra dentro de un rango térmico ligeramente superior, con temperaturas que oscilan entre 19 °C y 23 °C (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Los Encuentros, 2023).

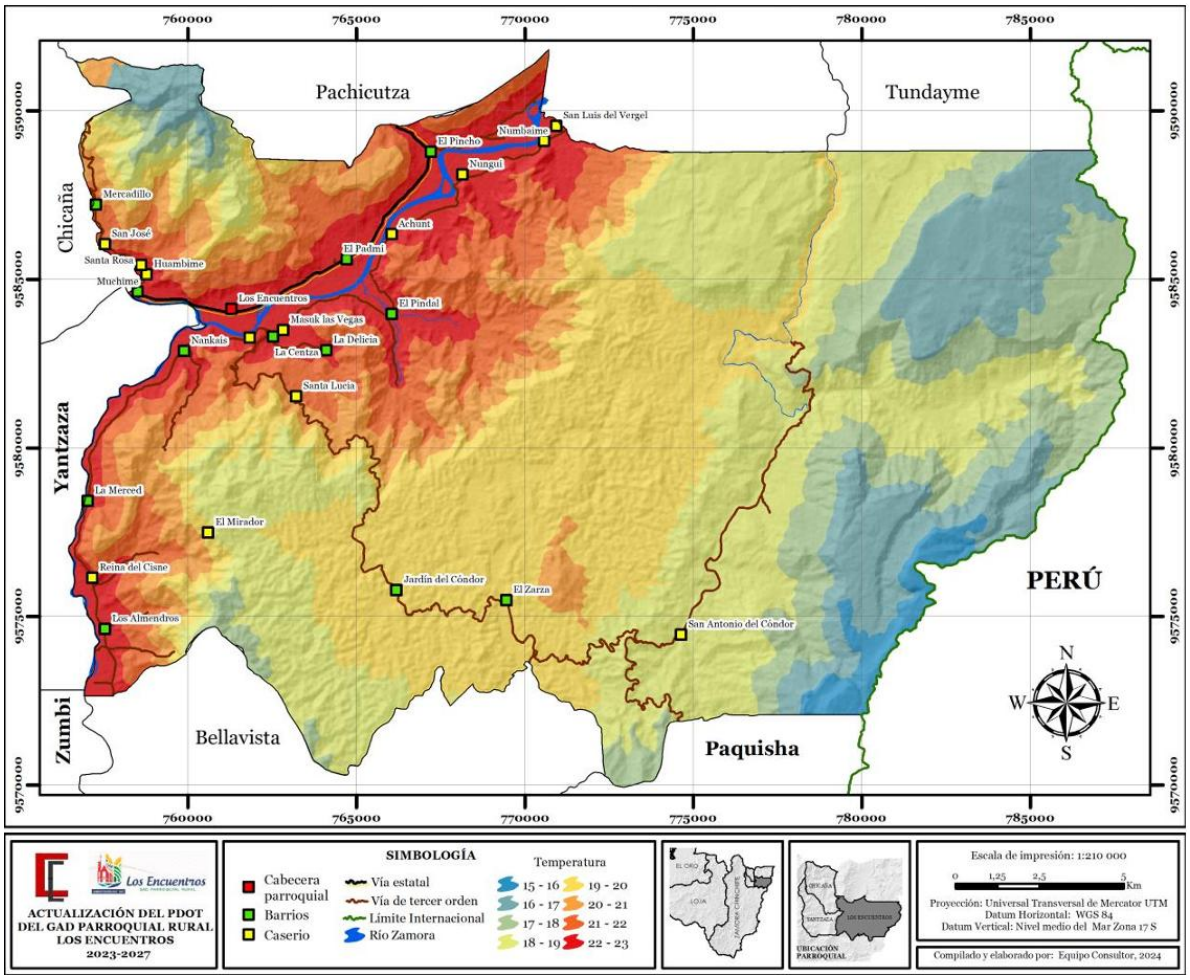


Figura 66: Cartografía de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Cartografía del Geoportal del INHAMI, 2010.

5.11 Precipitaciones

Los valores más elevados de precipitación registrados en la parroquia se concentran en un rango comprendido entre 2.000 y 2.200 mm anuales, representando aproximadamente el 45,97% del territorio, con una presencia predominante en la zona central. Este comportamiento pluviométrico se asocia a la localización del área dentro de la región oriental del país, caracterizada por condiciones climáticas cálidas y altamente húmedas, propias del entorno amazónico (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Los Encuentros, 2023).

5.12 Soleamiento

El análisis de soleamiento del predio se realizó mediante la elaboración de una carta solar, considerando las coordenadas geográficas del sitio y seleccionando como fechas de referencia el 20 de marzo y 20 de judío que corresponden al equinoccio y solsticio respectivamente para ver cuál es el comportamiento del sol con respecto al terreno en estas estaciones.

En primer lugar, durante el equinoccio del 20 marzo, el sol se desplaza de este a oeste de manera casi perpendicular con el plano del terreno a medio día.

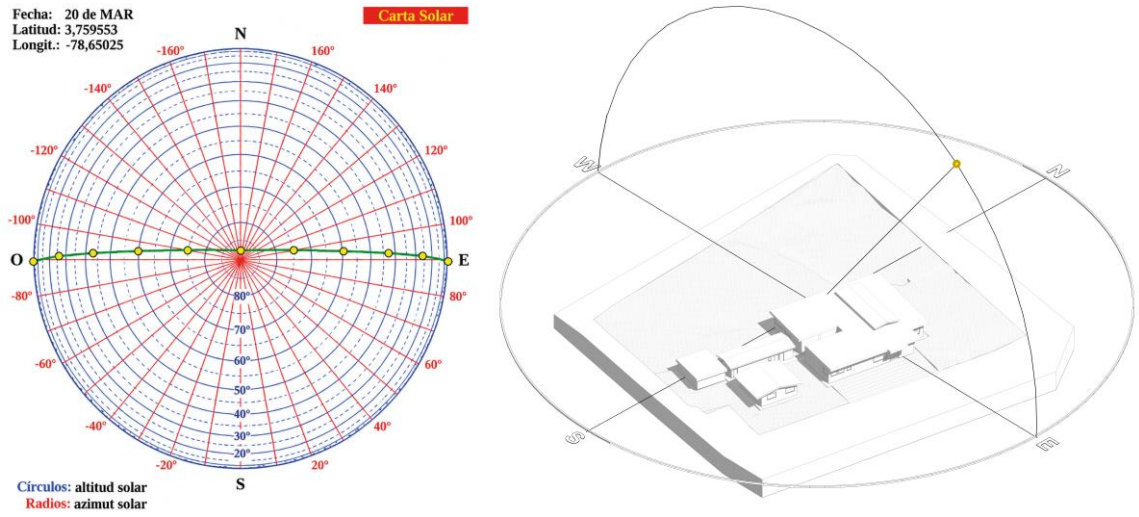


Figura 67: Cartografía solar del Subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros durante el equinoccio.

Fuente: Elaboración propia.

En cabio, en el periodo de solsticio del 20 de junio, la trayectoria del sol está más hacia el norte teniendo más incidencia en esa fachada.

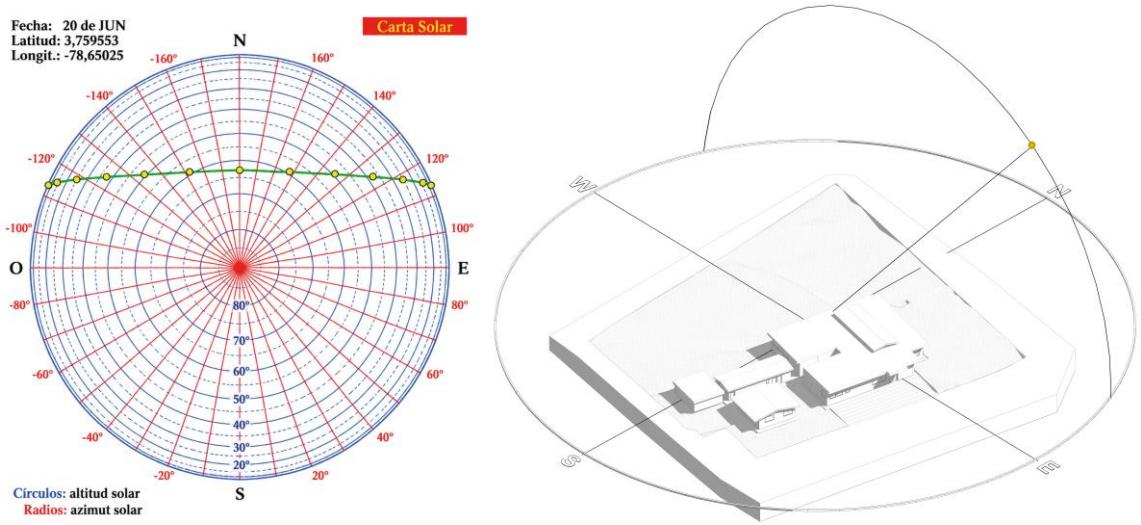


Figura 68: Cartografía solar del Subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros durante el solsticio.

Fuente: Elaboración propia.

5.13 Suelo

El tipo de suelo de Los Encuentros es un Depósito Aluvial debido a que el asentamiento está cerca del río Zamora. Los depósitos Aluviales están formados por gravas, cantos rodados, arena y limos. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Los Encuentros, 2023).

5.14 Usos de suelo

Para la clasificación de los usos del suelo se realizó el análisis de los predios ubicados dentro de un radio de 250 m alrededor del predio de estudio, con el objetivo de identificar las actividades predominantes en su entorno inmediato. En este ámbito se reconocen principalmente usos residenciales, comerciales, agropecuarios y actividades vinculadas al cribado de materiales pétreos, así como la presencia de equipamientos, entre los que se identifican el parque parroquial, la iglesia y la sede del GAD parroquial.



Figura 69: Mapa de uso del suelo alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

5.15 Infraestructura urbana

En cuanto a la infraestructura urbana, el predio de estudio cuenta con la provisión de servicios básicos que garantizan su adecuada funcionalidad y habitabilidad. Entre estos se incluyen el abastecimiento de agua potable, el suministro de energía eléctrica, el servicio de telecomunicaciones y recolección de residuos.

5.16 Jerarquía Vial

En relación con la jerarquía vial, la Troncal Amazónica, al ingresar a la localidad de Los Encuentros, adquiere el carácter de vía principal urbana, adoptando la denominación de Avenida 24 de Mayo. Esta vía constituye el eje estructurante de la movilidad local y colinda directamente con el establecimiento de salud. Por su parte, el resto de las vías identificadas dentro del radio de análisis corresponden a vías secundarias, las cuales cumplen funciones de acceso y conexión interna a los distintos predios del sector.



Figura 70: Mapa de jerarquías viales alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

5.17 Secciones Viales

Las secciones viales identificadas en el área de estudio responden a la jerarquía funcional de cada vía y a las condiciones específicas del entorno en el que se emplazan. En el caso de la avenida 24 de Mayo, al constituirse como el acceso principal a la localidad de Los Encuentros y dejar de operar como parte de la Troncal Amazónica para asumir el carácter de vía urbana, su sección vial presenta variaciones acordes a este cambio de jerarquía y contexto. Por su parte, el resto de las calles comprendidas dentro del radio de análisis corresponden a vías secundarias, por lo que mantienen secciones viales propias de este tipo de infraestructura, destinadas principalmente al tránsito local y al acceso a los predios.

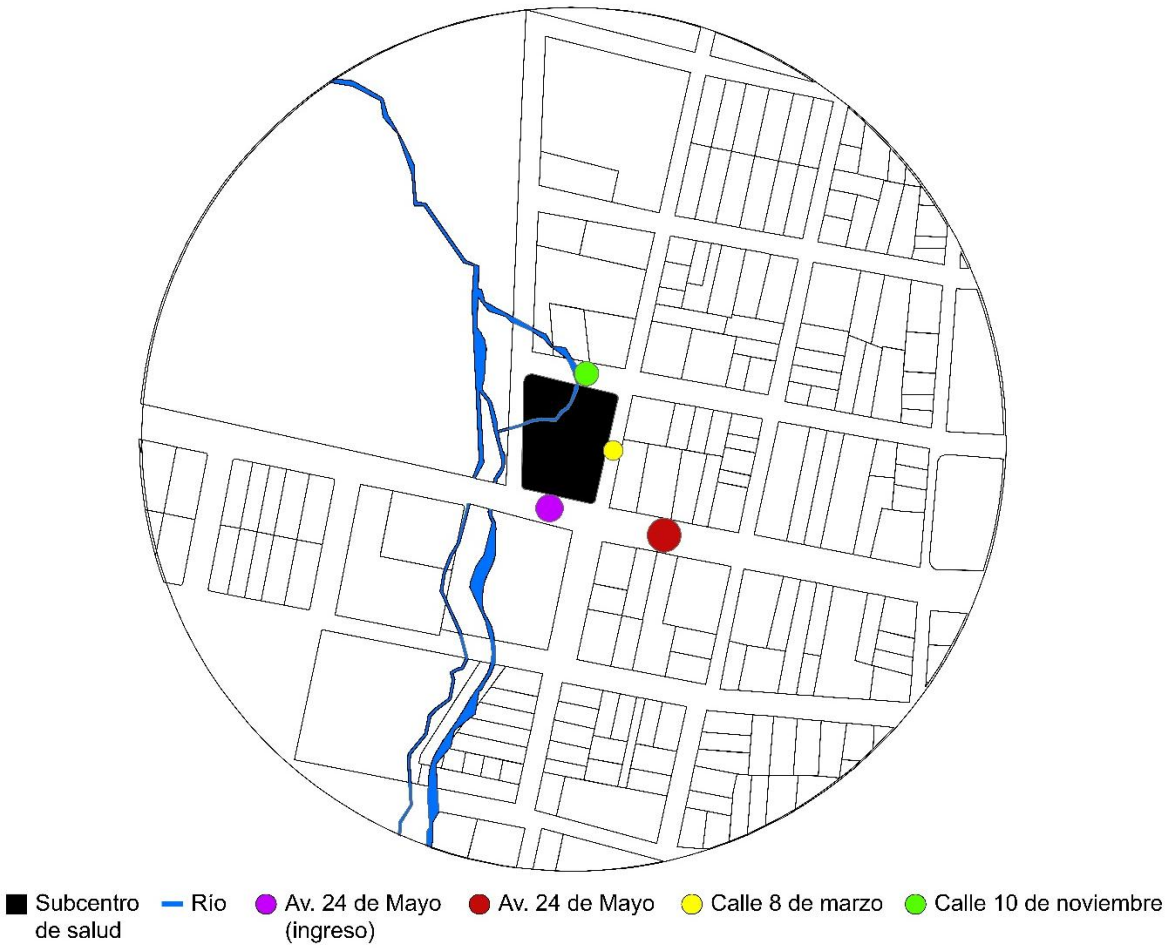


Figura 71: Mapa de secciones viales alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

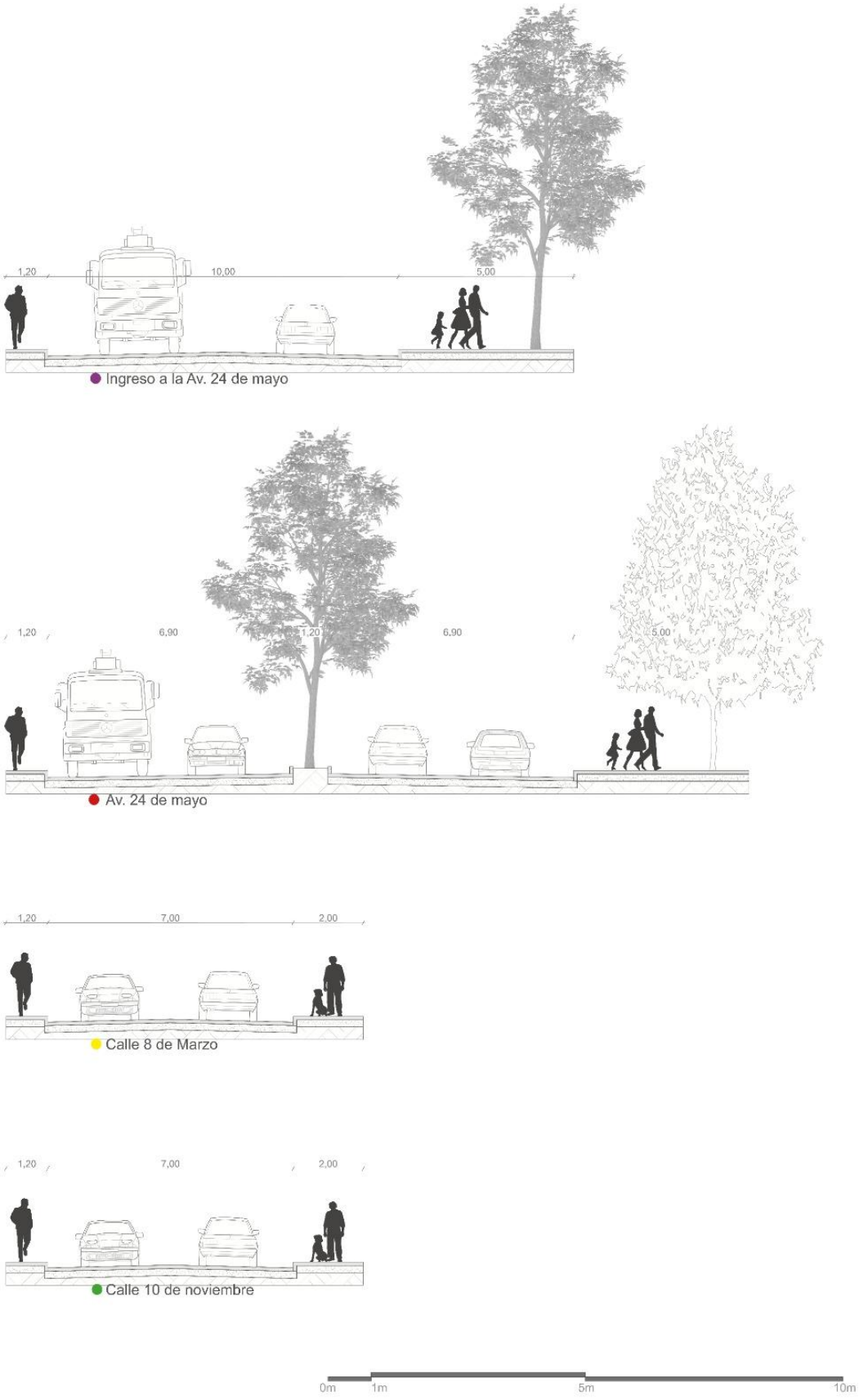


Figura 72: Secciones viales alrededor del subcentro de salud de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

5.18 Transporte Urbano

En cuanto al transporte urbano, la principal ruta de circulación se desarrolla a lo largo de la avenida 24 de Mayo, eje vial por el cual transita el servicio de transporte público, incluido el bus interprovincial que conecta a la localidad de Los Encuentros con otros centros poblados y cantones de la región. Esta condición refuerza la accesibilidad del sector y facilita la movilidad de la población hacia y desde el área de estudio.

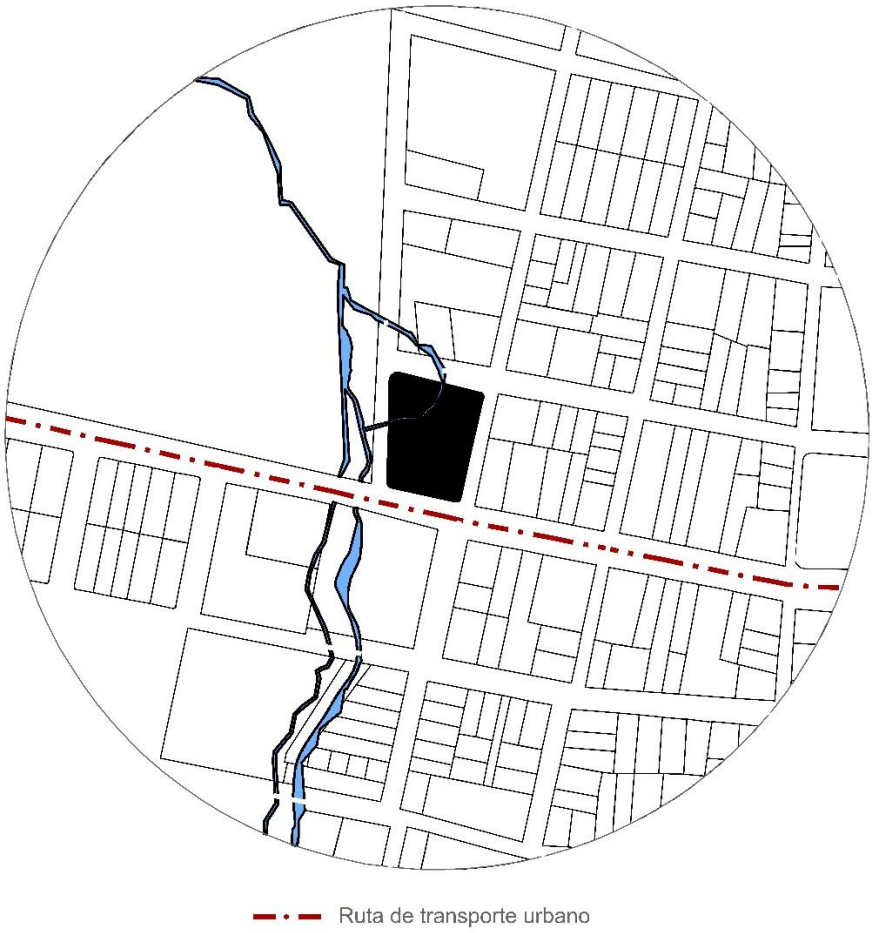


Figura 73: Mapa de ruta de transporte urbano de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

5.19 Análisis de la preexistencia



Figura 74: Subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.
Fuente: Elaboración propia.

La preexistencia se desarrolla a partir de 4 bloques independientes implantados en el terreno a los cuales se los denomina bloque1, bloque 2, bloque 3 y bloque 4 para facilitar el análisis.

El bloque 1 corresponde al espacio dende se desarrollan las actividades del subcentro de salud, el bloque 2 y 3 son espacios que se realizaron con el fin de alojamiento para los médicos residentes pero se ocupan como bodegas y el bloque 4 si funciona como alojamiento del médico residente.

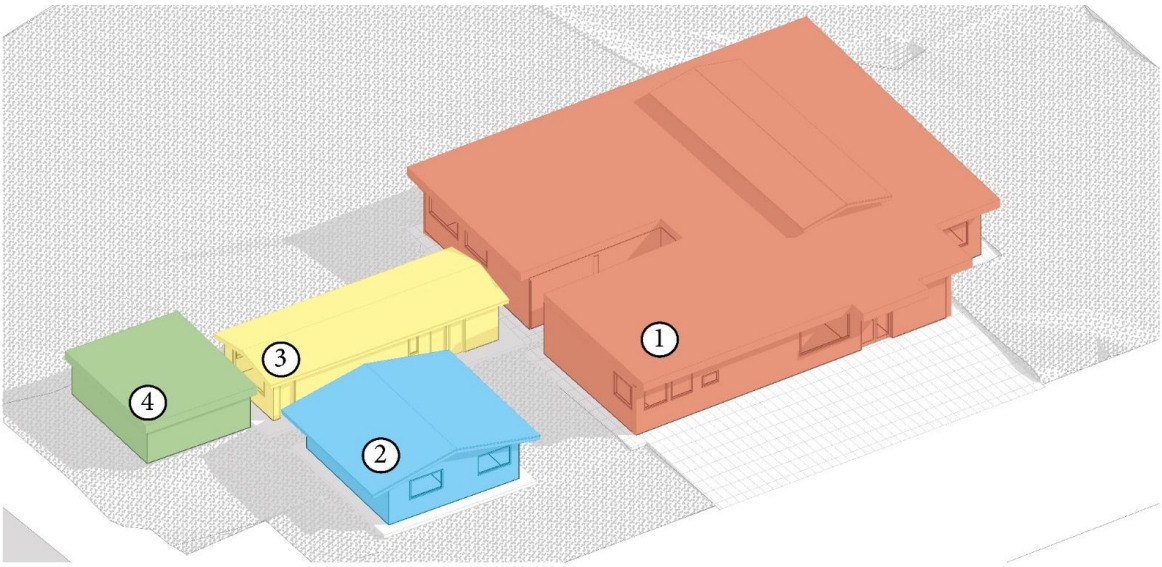


Figura 75: Zonificación del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

La edificación existente corresponde a una infraestructura pública destinada al funcionamiento de un subcentro de salud. La preexistencia está conformada por cuatro bloques edificados, los cuales se desarrollan en un solo nivel. En relación con el terreno, la edificación no se encuentra al nivel ±0.00, sino que, debido a la topografía del sitio, se encuentra implantada aproximadamente 70 cm por debajo de este nivel, lo que dificulta el acceso. Los cuatro bloques se implantan de manera independiente en el sector suroeste del predio, con acceso principal desde la calle 8 de Marzo. La edificación se encuentra retirada de los linderos y rodeada por áreas libres dentro del terreno.

5.19.1 Análisis formal de la preexistencia.

Para el análisis formal de la preexistencia se ocupa la metodología planteada por Días, basada en la identificación gráfica de los principios compositivos presentes en la fachada. Se analizan criterios como simetría, ritmo, repetición, jerarquía y direccionalidad (Diaz, 2022).



Figura 76: Análisis formal del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

La fachada principal del subcentro de salud no presenta simetría en su eje longitudinal ni transversal, tiene ritmo y repetición en detalles de la cubierta pero no logra consolidar una pauta compositiva predominante. Se desarrolla en dirección horizontal, sin embargo, uno de los accesos secundarios tiene más tamaño que el principal generando una jerarquización contradictoria de los accesos, esto puede llegar a confundir a los usuarios.

5.19.2 Análisis de circulación de la preexistencia.

El sistema de circulación existente no presenta recorridos directos ni claramente jerarquizados, sino que se configura a partir de trayectos fragmentados y poco legibles, generando una circulación laberíntica dentro del predio. Esta condición dificulta la orientación espacial de los usuarios y limita el acceso adecuado y eficiente a los diferentes servicios, afectando la fluidez de los desplazamientos y la correcta relación funcional entre los espacios.

Además, hay espacios es los que la circulación no cumple con el ancho mínimo de 1,8m dispuesto por la Norma Ecuatoriana de la Construcción en Accesibilidad Universal (AU) código NEC – HS -AU, lo que dificulta el tránsito de personas con discapacidad dentro del establecimiento.



Figura 77: Circulación del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.
Fuente: Elaboración propia.

5.19.3 Organización espacial

El equipamiento existente se organiza en un conjunto de áreas funcionales destinadas a la atención en salud, apoyo administrativo y servicios complementarios. Se identifican áreas clínicas como medicina familiar, obstetricia, odontología, vacunatorio y procedimientos, además de espacios específicos para la toma de muestras y su respectivo almacenamiento. El conjunto se complementa con áreas administrativas, una sala de espera, sala situacional, salón múltiple y áreas de estadística, así como servicios higiénicos distribuidos de manera dispersa. Adicionalmente, se evidencian varios espacios destinados a almacenamiento ubicados tanto dentro como fuera del volumen principal, lo que refleja una organización fragmentada de las áreas y una débil articulación funcional entre los distintos ambientes.

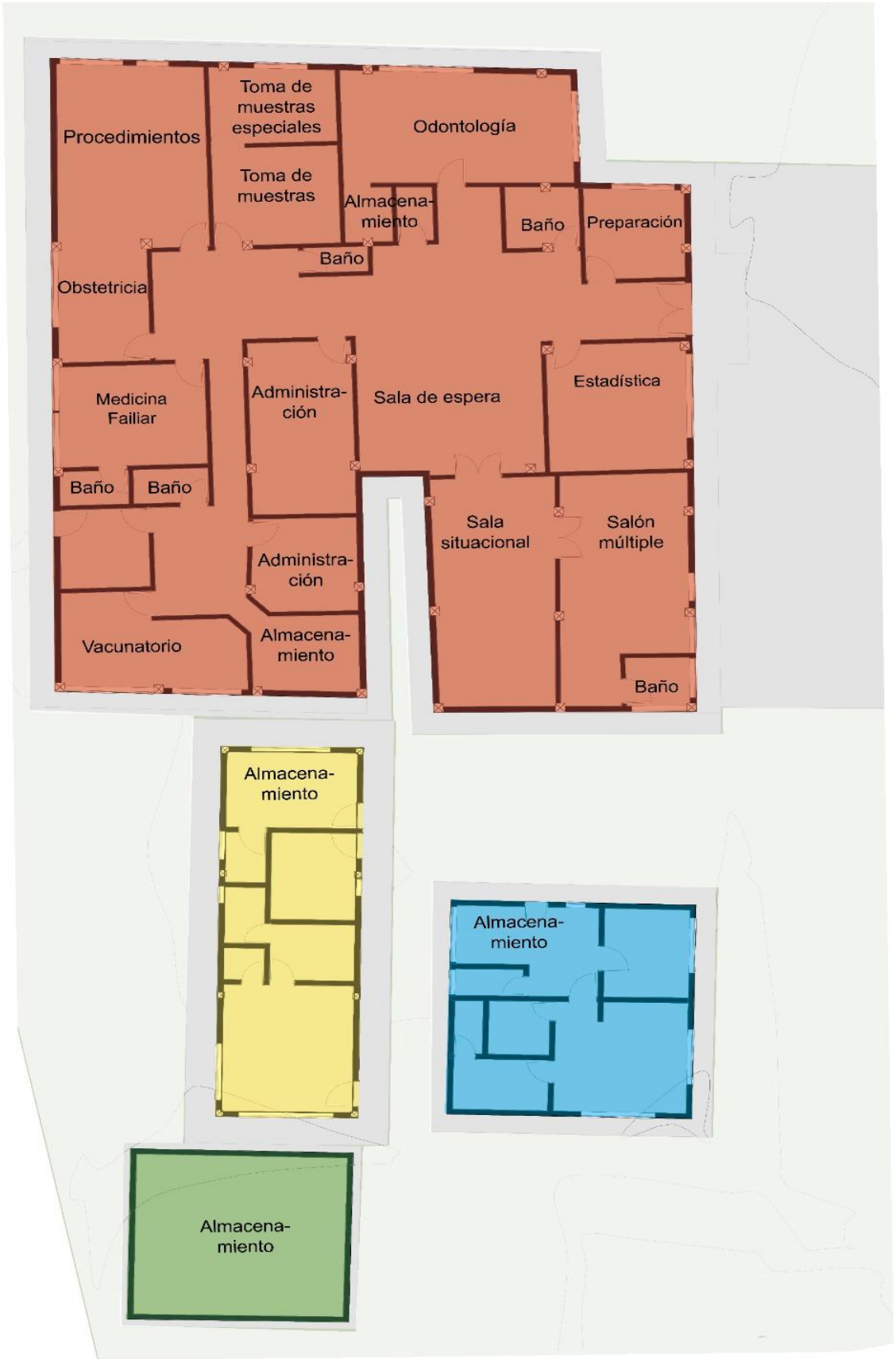


Figura 78: Zonificación del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Programa arquitectónico del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Categoría	Áreas identificadas
Áreas de atención en salud	Medicina Familiar, Obstetricia, Odontología, Vacunatorio, Procedimientos
Áreas de apoyo clínico	Toma de muestras, Toma de muestras especiales, Preparación, Almacenamiento de medicamentos
Áreas administrativas	Administración (2), Estadística
Áreas de espera y uso múltiple	Sala de espera, Sala situacional, Salón múltiple
Servicios higiénicos	Baños para usuarios y personal
Áreas de apoyo y servicios	Almacenamiento (múltiples espacios internos y externos)

Fuente: Elaboración propia.

5.19.4 Análisis constructivo y material

5.13.2.1 Sistema estructural

Los cuatro bloques edificados presentan un sistema estructural de hormigón armado resuelto mediante pórticos conformados por vigas y columnas. Las columnas tienen una sección aproximada de 30 cm y se apoyan sobre cimentaciones tipo zapata, debido a que la edificación se encuentra implantada sobre una terraza aluvial, considerada un terreno con buenas condiciones de soporte. Sin embargo todos los bloques están implantados por debajo del nivel de la vía, condición que favorece las filtraciones y problemas de humedad durante las precipitaciones.

5.13.2.2 Materiales predominantes

5.13.2.2.1 Exterior

Tabla 12: Materiales exteriores empleados en el subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Exterior		
Piso	**Mampostería**	**Cubierta**

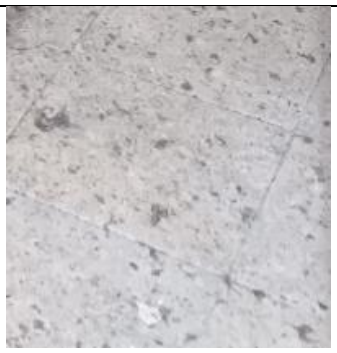
Bloque 1	 **Figura 79:** Material de piso exterior del bloque 1 del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Hormigón.	 **Figura 80:** Revestimiento de mampostería exterior del bloque 1 del subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Bloque enlucido, empastado y pintado con acabado esmaltado.	 **Figura 81:** Cubierta del subcentro del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Losa de hormigón armado.
Bloque 2	 **Figura 82:** Material de suelo exterior del subcentro del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Hormigón.	 **Figura 83:** Mampostería exterior del subcentro del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Bloque enlucido, empastado y pintado con acabado esmaltado.	 **Figura 84:** Cubierta del subcentro del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Cubierta a dos aguas con planchas de fibrocemento.
Bloque 3	 **Figura 85:** Piso exterior del subcentro del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Hormigón.	 **Figura 86:** Mampostería del subcentro del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia.	 **Figura 87:** Cubierta del subcentro del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Cubierta a dos aguas con planchas de fibrocemento.

		Bloque enlucido, empastado y pintado con acabado esmaltado.	
Bloque 4	 **Figura 88:** Material de suelo del subcentro del bloque 4 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Hormigón.	 **Figura 89:** Material de mampostería del subcentro del bloque 4 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Bloque enlucido, empastado y pintado con acabado esmaltado.	 **Figura 90:** Cubierta del subcentro del bloque 4 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Losa de hormigón armado.

5.13.2.2.2 Interior

Tabla 13: Materiales interiores empleados en el subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

	Interior		
	Piso	**Mampostería**	**Cielo raso**
Bloque 1	 **Figura 91:** Material de piso interior del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Baldosas de cerámica esmaltada.	 **Figura 92:** Material de mampostería interior del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Bloque enlucido, empastado y pintado.	 **Figura 93:** Material de cielo raso interior del bloque 1 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Superficie enlucida y pintada.

Bloque 2	 **Figura 94:** Material de piso interior del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Baldosa.	 **Figura 95:** Material de mampostería interior del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Bloque enlucido, empastado y pintado con acabado esmaltado.	 **Figura 96:** Material de cielo raso interior del bloque 2 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Estructura de cubierta vista.
Bloque 3	 **Figura 97:** Material de piso interior del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Baldosa.	 **Figura 98:** Material de mampostería interior del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Cerámica.	 **Figura 99:** Material de cielo raso interior del bloque 3 de subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros. **Fuente:** Elaboración propia. Cielo falso modular.

5.19.5 Análisis de patologías

La metodología empleada para el análisis de patologías se fundamenta en el estudio desarrollado por Sancho Arándiga, quien plantea un proceso sistemático basado en la identificación, registro y evaluación de las lesiones presentes en la edificación (Sancho Arándiga, 2016) .

En primer lugar, se realiza una inspección *in situ* del inmueble, complementada con un levantamiento gráfico y un registro fotográfico detallado de cada una de las patologías observadas. Este proceso permite reconocer las manifestaciones visibles de deterioro, así como su distribución en los distintos elementos constructivos (Sancho Arándiga, 2016).

Posteriormente, se procede a la sistematización de la información mediante fichas de patologías, las cuales constituyen la herramienta principal de análisis. Cada ficha se elabora de manera individual para cada lesión identificada, permitiendo un estudio específico y ordenado (Sancho Arándiga, 2016).

Las fichas incluyen los siguientes parámetros:

- **Descripción de la patología**, detallando sus características visibles y comportamiento.
- **Posibles causas**, considerando factores constructivos, ambientales o de uso.
- **Tipo de lesión**, clasificándola como física, química o mecánica.
- **Evaluación del peligro para la estabilidad**, determinando el nivel de riesgo que representa para la edificación.
- **Carácter estructural o no estructural** de la patología.
- **Grado de urgencia de intervención**, estableciendo prioridades de actuación.
- **Ubicación en planta**, con el fin de georreferenciar cada lesión dentro del inmueble (Sancho Arándiga, 2016).

Este enfoque metodológico permite no solo identificar las patologías, sino también comprender su origen y nivel de incidencia, facilitando la posterior toma de decisiones en cuanto a estrategias de intervención, ya sea mantenimiento, reparación o sustitución de los elementos afectados (Sancho Arándiga, 2016).

1.- Grietas

Descripción:

Una grieta corresponde a una abertura que implica una separación significativa del material.

Suelen ser consecuencia de :

- Movimientos estructurales
- Asentamientos diferenciales
- Sobrecargas
- Fallas en la cimentación
- Sismo
- Deterioro avanzado de los materiales.

(Sancho Aràndiga, 2016)

Se identifica una fisura localizada en la zona superior del muro, asociada a procesos de filtración de agua desde la cubierta o encuentros constructivos. La presencia de humedad persistente ha favorecido la aparición de vegetación, evidenciando un deterioro progresivo del recubrimiento. No obstante, no se observan indicios claros de compromiso estructural significativo, por lo que la patología se clasifica como de carácter no estructural, aunque requiere intervención para evitar su evolución.

Lesión

Tipo	Peligro de Estabilidad	Elemento Estructural	Urgencia de Intervención
Física	Bajo	Si	Bajo
Química	Medio		Medio
Mecánica	Alto	No	Alto

Ubicación en planta



P-G1

Figura 100: Grietas en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

2.- Humedades por capilaridad

Descripción:

La humedad por capilaridad se presenta generalmente en las partes bajas de las edificaciones, afectando principalmente a muros y elementos de cimentación que están en contacto directo con el suelo. Este fenómeno, conocido también como humedad ascendente, se produce debido a la capilaridad, propiedad que permite a los líquidos desplazarse a través de materiales porosos, elevándose por su interior gracias a la acción de la tensión superficial.

(Sancho Aràndiga, 2016)

La edificación presenta patologías asociadas a humedad por capilaridad, evidenciadas en la base de los muros mediante desprendimiento de recubrimientos, presencia de sales y manchas de humedad. Estas condiciones están relacionadas con la acumulación de agua en el entorno inmediato y la ausencia de sistemas adecuados de drenaje. No obstante, no se identifican daños estructurales significativos en los elementos de cimentación, por lo que la afectación se considera de carácter superficial y progresivo.

Lesión

Tipo	Peligro de Estabilidad	Elemento Estructural	Urgencia de Intervención
Física	Bajo	Si	Bajo
Química	Medio		Medio
Mecánica	Alto	No	Alto

Ubicación en planta



Figura 101: Humedades por capilaridad en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

3.- Humedades por filtración de cubierta			
Descripción:			
La patología corresponde a humedad por filtración, originada por el ingreso de agua de lluvia a través de la cubierta o de encuentros constructivos deficientes, lo que provoca la aparición de manchas, deterioro de recubrimientos y desarrollo de microorganismos. (Sancho Aràndiga, 2016)			
Lesión			
Tipo	Peligro de Estabilidad	Elemento Estructural	Urgencia de Intervención
Física	Bajo	Si	Bajo
Química	Medio		Medio
Mecánica	Alto	No	Alto
Ubicación en planta			



P-HF1 P-HF2 P-HF3

Figura 102: Humedades por filtración en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

4.- Degradación de la estructura de cubierta por acción de humedad			
Descripción:			
Se identifica deterioro en los elementos estructurales de la cubierta, específicamente en las piezas de madera, asociado a la exposición prolongada a la humedad por filtraciones. Este proceso ha generado degradación del material, evidenciada por cambios de color, fisuración y pérdida de integridad superficial, lo que podría comprometer su capacidad resistente a largo plazo.			
Lesión			
Tipo	Peligro de Estabilidad	Elemento Estructural	Urgencia de Intervención
Física	Bajo	Si	Bajo
Química	Medio		Medio
Mecánica	Alto	No	Alto
Ubicación en planta			
 P-DCH			

Figura 103: Degradación de la estructura de cubierta por humedad en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

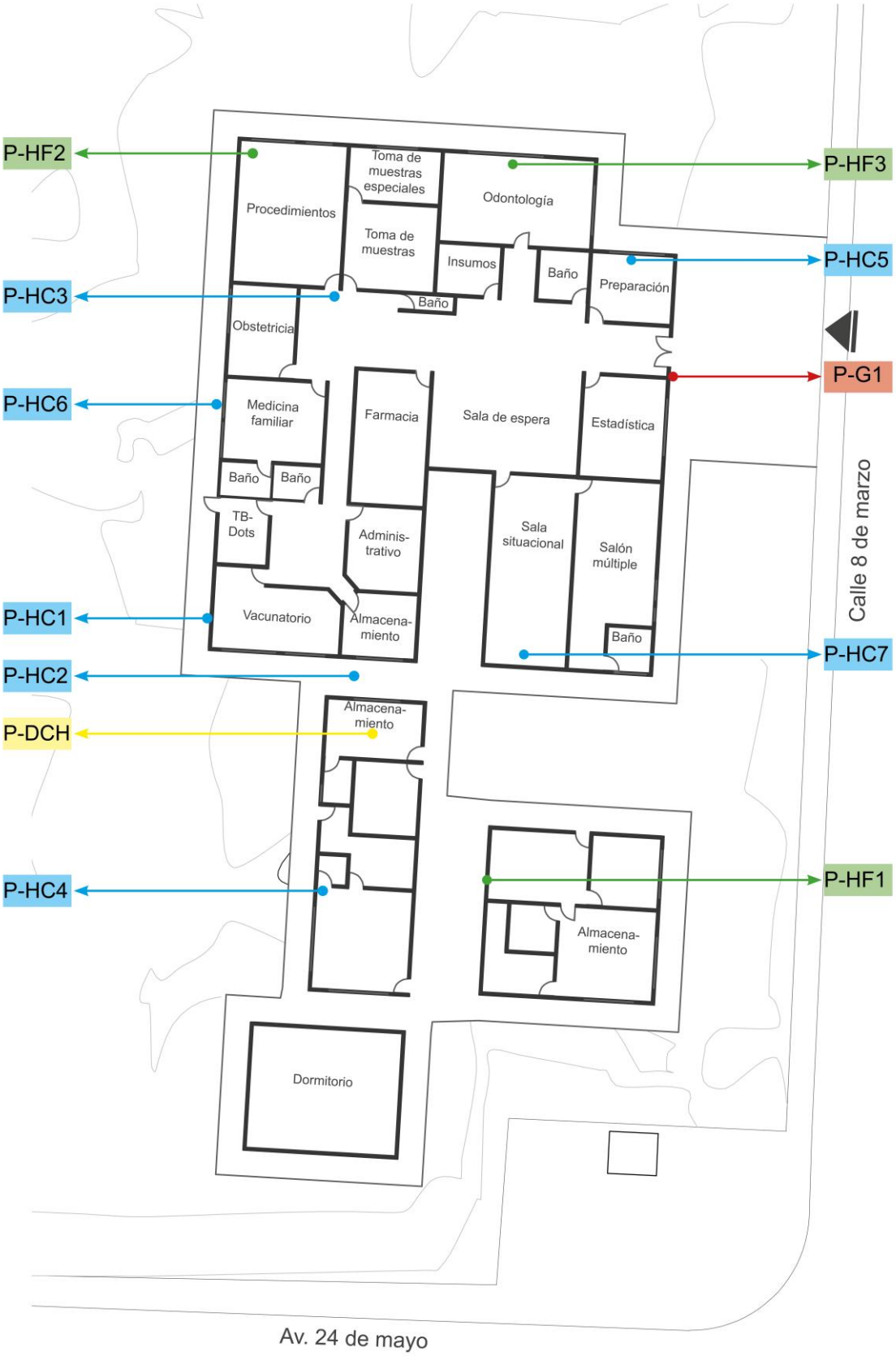


Figura 104: Patologías en subcentro en subcentro de salud tipo A de la parroquia Los Encuentros.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis realizado permite identificar la presencia de diversas patologías constructivas en la edificación, principalmente asociadas a la acción de la humedad. Entre las más relevantes se encuentran la humedad por capilaridad en la base de los muros, evidenciada por la presencia de manchas, eflorescencias y desprendimiento de recubrimientos, así como humedad por filtración proveniente de la cubierta, que ha generado deterioro en los acabados y en los elementos estructurales de madera.

Asimismo, se observan fisuras localizadas en los muros, vinculadas a procesos de degradación del material y a la acción continua de agentes ambientales.

En términos generales, las patologías identificadas corresponden a procesos progresivos de deterioro, derivados principalmente de la exposición constante a la humedad, la falta de mantenimiento y la ausencia de soluciones constructivas adecuadas para el control hídrico. Estas condiciones han afectado el desempeño funcional y el estado de conservación de los elementos constructivos, evidenciando la necesidad de intervención para evitar su evolución.

5.19.6 Síntesis de la evaluación de la preexistencia y justificación de derrocamiento.

Para evaluar la preexistencia y valorar su conservación o derrocamiento se analizaron aspectos formales, funcionales de circulación, accesibilidad y organización espacial, constructivos y patológicos.

En el aspecto formal el subcentro de salud no cuenta con una tipología arquitectónica clara y tiene una composición formal poco definida, además la jerarquización es inadecuada en los accesos, lo que limita su legibilidad y valor compositivo.

Por su parte, la circulación se encuentra con recorridos fragmentados y poco legibles, además existen tramos que no cumplen con el ancho mínimo llegando a limitar la accesibilidad universal.

Por otra parte, la funcionalidad en la organización espacial es regular debido a que el acceso de los usuarios con discapacidad al vacunatorio es defectuoso por el pasillo estrecho. Además, algunos espacios de almacenamiento se encuentran fuera del volumen principal por lo que no existe una buena articulación funcional.

Al mismo tiempo, el factor constructivo que es un sistema aporticado con cimentación de zapatas de hormigón armado se encuentra afectado al estar construido por debajo del nivel de la vía y favorecer los problemas de humedad. En cuanto a la cubierta, el bloque 1 y 4 que corresponden al principal y residencia del médico respectivamente, son

de losa de hormigón armado que no resulta la mejor solución para el clima del sector con altas precipitaciones.

Como consecuencia, en el análisis patológico principalmente se observan eflorescencias provocadas por la humedad producto de la capilaridad y filtración de la cubierta. También hay presencia de grietas y degradación de la estructura de cubierta en el bloque 3.

Aspecto de análisis	**Estado**
Forma	Malo
Circulación	Malo
Organización espacial	Regular
Sistema constructivo	Regular
Patologías	Malo

En conclusión, el análisis evidencia las deficiencias funcionales, de accesibilidad, constructivas y patológicas, sumado a su implantación por debajo del nivel de la vía que favorece problemas recurrentes de humedad. Por estas razones se determina que la conservación de la edificación no resulta conveniente, por lo que se plantea el derrocamiento de la preexistencia y su sustitución por una nueva edificación.

6 CAPÍTULO VI – PROCESO DE DISEÑO

6.1 Proceso de Diseño

La metodología de diseño arquitectónico se fundamenta en la etapa de aplicación y síntesis propuesta por Beltrán, la cual permite transformar los planteamientos teóricos en soluciones espaciales concretas mediante un proceso progresivo de organización, análisis y representación del proyecto (Beltrán, 2011).

En primer lugar, se desarrolla la programación arquitectónica, la cual organiza los espacios requeridos para el proyecto. (Beltrán, 2011).

Posteriormente, se realiza la estructuración jerárquica del sistema arquitectónico, mediante la elaboración de diagramas de relaciones y funcionamiento. Estos diagramas permiten comprender la interacción entre los distintos espacios, tanto a nivel de subsistemas como de componentes, facilitando la organización funcional del proyecto (Beltrán, 2011).

A continuación, se lleva a cabo la generación del espacio arquitectónico, a partir del análisis del mobiliario, la operatividad y el dimensionamiento de cada espacio. Este proceso

incluye el cálculo de áreas, superficies y número de usuarios, tanto a nivel individual como por subsistemas, lo que permite definir con precisión las dimensiones necesarias del proyecto (Beltrán, 2011).

Seguidamente, se desarrolla la zonificación, mediante la cual se organizan los espacios en función de sus relaciones, jerarquías y niveles de privacidad, optimizando su funcionamiento dentro del conjunto arquitectónico (Beltrán, 2011).

Una vez estructurada la información, se procede a la etapa de síntesis, en la cual se traduce el análisis previo en un lenguaje gráfico propio de la arquitectura. Esta etapa permite materializar las ideas mediante representaciones en planta, alzado y perspectiva, considerando siempre la configuración tridimensional del espacio (Beltrán, 2011).

Dentro de esta fase, se define el concepto arquitectónico, el cual integra los criterios estéticos, funcionales y espaciales del proyecto. Asimismo, se establecen los elementos y componentes arquitectónicos que conforman la propuesta, junto con la jerarquización de los espacios, considerando aspectos como orientación, asoleamiento, vientos, topografía, visuales y circulaciones (Beltrán, 2011).

Finalmente, se desarrolla el partido arquitectónico y el anteproyecto, donde se concreta la organización formal, funcional y espacial del edificio, consolidando la propuesta mediante representaciones gráficas que permiten visualizar integralmente el diseño (Beltrán, 2011).

6.2 Programa Arquitectónico

Zona	Subzona	Espacio	Subespacio	Cantidad	Área de Espacio (m2)	Área de Subzona (m2)	Usuario	Capacidad de personas
área de aistencia	Cuarto de servicios	Guardianía	Principal	1	9,43	24,16	Guardia	1
			Emergencia	1	4,86		Personal de aseo y mantenimento	6
		Lavandería	-	1	5,14		Personal de aseo y mantenimento	1
		Aseo y mantenimiento	-	1	4,73		Personal de aseo y mantenimento	1
	Cuartos Técnicos	Cuarto de máquinas	Ventilación	1	13,76	51,85	Personal de mantenimiento	1
			Generador	1	11,68		Personal de mantenimiento	1
			Transmisor	1	11,68		Personal de mantenimiento	1
		Tratamiento de residuos	Almacenamiento	1	6,95		Personal de limpieza	1
			Área de lavado y desinfección	1	2,69		Personal de limpieza	1
		Bombas	-	1	5,09		Personal de mantenimiento	1
	Alojamiento del médico residente	Dormitorio	-	1	12	26,59	Médico Residente	1
		Cocina	-	1	4,86		Médico Residente	1
		Lavandería	-	1	5,14		Médico Residente	1
		Baño	-	1	4,59		Médico Residente	1
	Farmacia	Dispensario	Despacho	1	8,2	22,57	Paciente y personal médico	2
			Dispensario	1	2,59		Personal médico	1
			Refrigeración	1	3,09		Personal médico	1
		Almacenamiento	Almacenamiento	1	4,32		Personal médico	1
			Archivo	1	4,37		Personal médico	1
	Laboratorio e Imagenología	Sala de espera	-	1	12,1	89,49	Paciente	8
		Recepción	-	1	5,65		Paciente y personal médico	3
		Imagenología	Sala de rayos x	1	20,57		Paciente y personal médico	2
			Vestidor	1	3,9		Paciente	1
			Cabina de control	1	8,88		Personal médico	1
		Laboratorio	Toma de muestras	1	8,35		Paciente y personal médico	2
			Lavado y desinfección	1	5		Personal médico	1
			Almacenamiento	1	3,85		Personal médico	1
			Procesamiento	1	10,7		Personal médico	2
			Refrigeración	1	3		Personal médico	1
		Vacunatorio	-	1	7,49		Paciente y personal médico	2
Área administrativa	Administración	Secretaría	-	1	4,48	113,74	Personal médico	2
		Sala de espera	-	1	15,58		Paciente y personal médico	8
		Dirección	-	1	11,17		Personal médico	2
		Coordinación	-	1	11,17		Personal médico	2
		Sala de reuniones	-	1	71,34		Paciente y personal médico	45
Atención Médica	Consultorios	Medicina general	Atención	1	8,22	16,48	Paciente y personal médico	2
			Camilla	1	6,38		Paciente y personal médico	2
			Baño	1	1,88		Paciente y personal médico	1
		Traumatología	Atención	1	6,03	17,48	Paciente y personal médico	2
			Camilla	1	9,57		Paciente y personal médico	2
			Baño	1	1,88		Paciente y personal médico	1
		Sala de terapia fisica	Rehabilitación	1	16,36	32,1	Paciente y personal médico	5
			Terapia manual	1	7,87		Paciente y personal médico	2
			Electroterapia	1	7,87		Paciente y personal médico	2
		Pediatría	Atención	1	8,22	16,48	Paciente y personal médico	2
			Camilla	1	6,38		Paciente y personal médico	2
			Baño	1	1,88		Paciente y personal médico	1
		Ginecología	Atención	1	8,22	16,48	Paciente y personal médico	2
			Camilla	1	6,38		Paciente y personal médico	2
			Baño	1	1,88		Paciente y personal médico	1
		Odontología	Atención	1	6,03	17,48	Paciente y personal médico	2
			Camilla	1	9,57		Paciente y personal médico	2
			Baño	1	1,88		Paciente y personal médico	1
		Baños	Mujeres	2	10,55	21,1	Paciente y personal médico	1
			Hombes	2	10,55		Paciente y personal médico	1
	Sala de espera	Sala de espera	-	1	45,125	53,655	Paciente	8
		Baño	Hombres	1	2,49		Paciente y personal médico	1
			Mujeres	1	2,49		Paciente y personal médico	1
			Discapacidad	1	3,55		Paciente y personal médico	2
	Emergencia	Recepción	Triage	1	10,47	103,93	Paciente y personal médico	2
			Recepción	1	8,09		Paciente y personal médico	3
		Atención	Camillas	3	38,16		Paciente y personal médico	4
		Procedimientos	-	1	14,29		Paciente y personal médico	3
		Apoyo	Baño	1	3,75		Paciente y personal médico	1
			Cuarto de insumos	1	3,77		Personal médico	1
		Enfermería	-	1	25,4		Personal médico	4
Áraea Total (m2)						623,585		
Área de circulación (m2)						481,89		
Total (m2)						1105,475		

Estacionamiento	Visitas	Visitas	13	162,5	500
		Discapacidad	2	32	
	Personal médico	Personal médico	5	62,5	
		Ambulancias	1	18,9	
		Circulación vehicular	1	224,1	

Fuente: Elaboración propia.

6.3 Idea Rectora

La idea rectora constituye el principio conceptual que el diseñador utiliza para orientar y dar forma a sus propuestas arquitectónicas. A partir de esta, se establecen los lineamientos que permiten organizar y generar una forma de manera intencionada y consciente (Soto Santizo, s. f.).

El proyecto se estructura a partir de un núcleo central que organiza y distribuye las diferentes áreas del subcentro de salud. Este núcleo actúa como elemento articulador, permitiendo una clara jerarquización de los espacios y facilitando la orientación del usuario dentro del establecimiento.

A partir de este punto central, se desarrollan las distintas áreas funcionales mediante una organización que garantiza recorridos directos, eficientes y sin interferencias, priorizando la accesibilidad y el control de flujos.

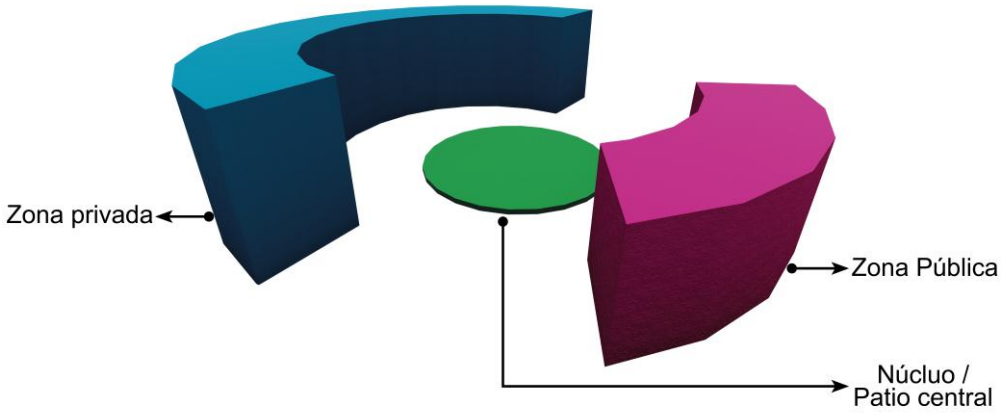


Figura 105: Idea rectora.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la configuración formal, la propuesta se compone de bloques rectangulares que facilitan la implementación de un sistema estructural aporticado de caña guadúa, permitiendo una modulación clara y eficiente de los espacios. Sobre estos volúmenes se aplican operaciones de diseño basadas en la repetición y el ritmo.

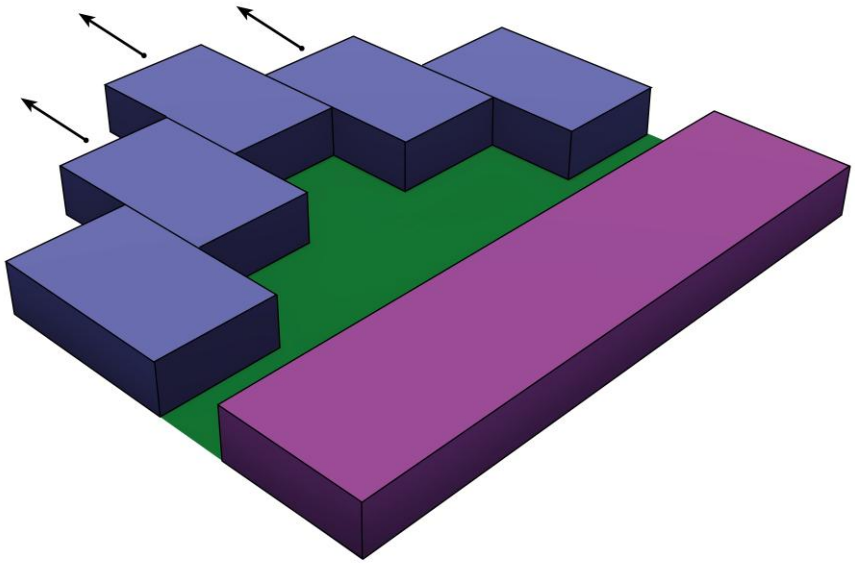


Figura 106: Idea rectora – configuración formal.

Fuente: Elaboración propia.

Se plantea una circulación perimetral alrededor de los bloques arquitectónicos, concebida como un elemento integrador que garantiza la conexión eficiente entre todos los espacios del subcentro de salud. Esta disposición facilita la orientación de los usuarios, optimiza los recorridos internos y permite una distribución funcional clara entre las diferentes áreas de atención.

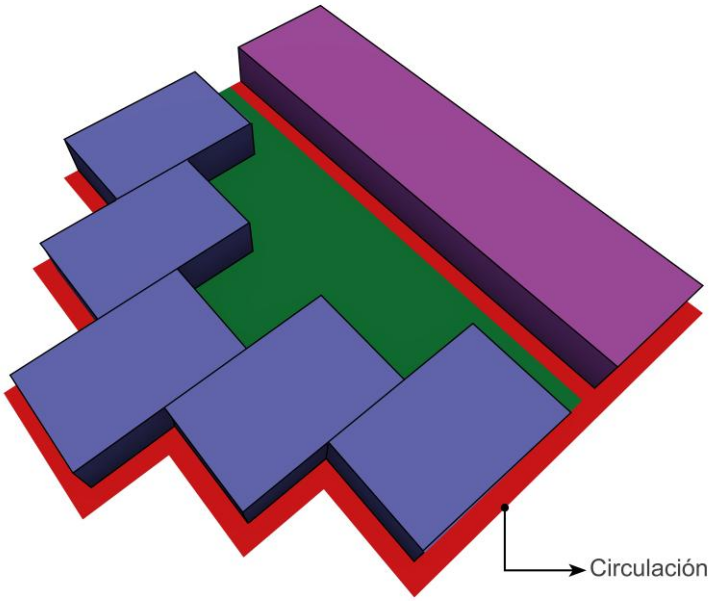


Figura 107: Idea rectora – circulación

Fuente: Elaboración propia.

Se plantea un sistema de cubiertas inclinadas con acabado en teja asfáltica, diseñado para favorecer la evacuación de las aguas lluvias y proteger la estructura de caña guadúa de la exposición directa a la humedad, contribuyendo a su durabilidad y adecuado mantenimiento. La composición de las cubiertas genera además una imagen arquitectónica dinámica y acorde con las condiciones climáticas del contexto amazónico.

En cuanto a la materialidad, el elemento protagonista es la estructura de caña guadúa, que constituye el principal sistema portante del proyecto. Esta se complementa con cerramientos de mampostería de bloque, enlucidos, empastados y acabados con pintura de caucho, materiales que permiten obtener superficies lisas y de fácil limpieza, favoreciendo las condiciones de higiene, mantenimiento y asepsia requeridas para el correcto funcionamiento de un establecimiento de salud.

6.4 Organigrama y zonificación

Para la organización funcional de los espacios que conforman el proyecto arquitectónico se emplea la metodología de diagramación arquitectónica propuesta por Soto Santizo, la cual utiliza como herramientas principales la matriz de relaciones ponderadas, el diagrama de ponderaciones y el diagrama de relaciones. Este procedimiento permite identificar, evaluar y representar gráficamente los niveles de vinculación funcional existentes entre los diferentes ambientes del programa arquitectónico, facilitando la toma de decisiones durante la configuración espacial de la propuesta (Soto Santizo, s.f.).

La primera etapa corresponde a la elaboración de la matriz de relaciones ponderadas. En esta herramienta se registran todos los ambientes que conforman el programa arquitectónico y se establecen las relaciones funcionales entre cada uno de ellos. A cada relación se le asigna una ponderación de acuerdo con su nivel de dependencia o proximidad requerida, clasificándolas como necesarias, deseables o inexistentes. Este proceso permite identificar qué espacios requieren una conexión directa y cuáles pueden ubicarse de manera independiente dentro del conjunto arquitectónico (Soto Santizo, s.f.).

Posteriormente, se desarrolla el diagrama de ponderaciones, el cual se obtiene a partir de la sumatoria de las relaciones registradas en la matriz. Mediante este procedimiento se determina el grado de importancia funcional de cada ambiente dentro del sistema espacial del proyecto. Los espacios con mayor ponderación se consideran elementos articuladores de la propuesta, mientras que aquellos con menor valoración presentan una menor incidencia en la estructura organizativa general (Soto Santizo, s.f.).

Finalmente, se elabora el diagrama de relaciones, representación gráfica que traduce los resultados obtenidos en las etapas anteriores. En este diagrama cada ambiente se representa mediante una figura geométrica simple y se conecta con los demás espacios mediante líneas que indican el grado de relación funcional existente. Esta herramienta permite visualizar de forma clara las interacciones espaciales, facilitando la definición de agrupaciones, jerarquías y criterios de proximidad que posteriormente orientarán la zonificación y distribución arquitectónica del proyecto (Soto Santizo, s.f.).

6.4.1 Matriz de relaciones ponderadas

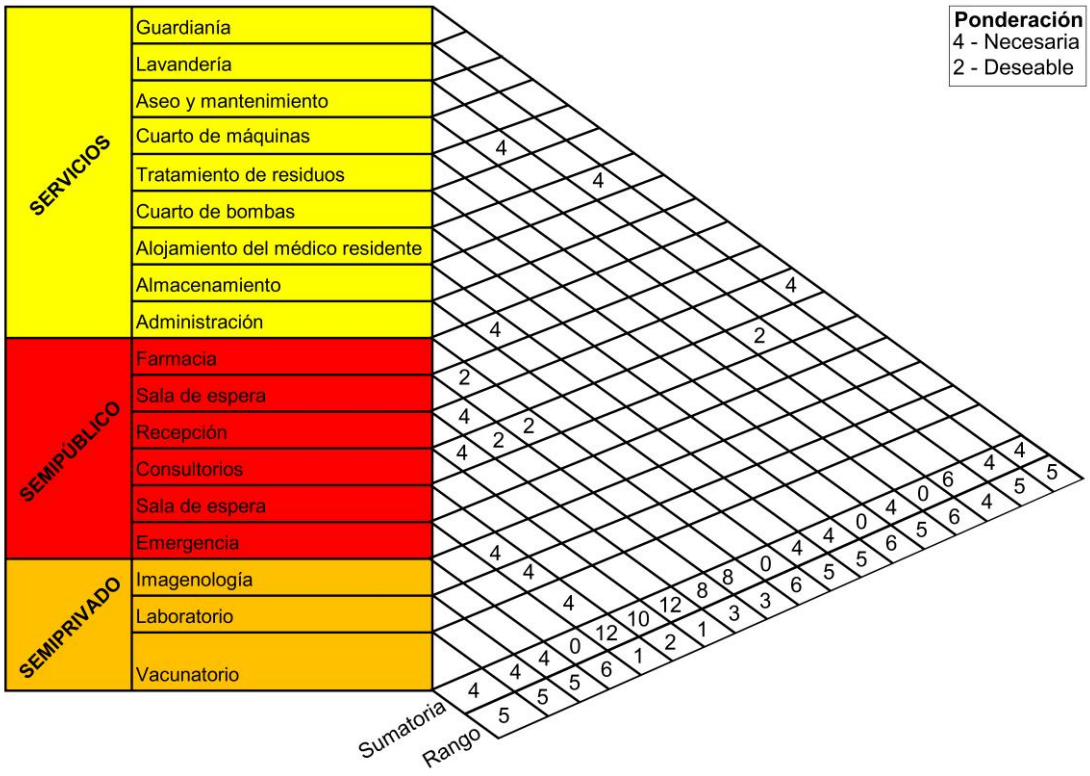


Figura 108: Matriz de ponderaciones.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Organigrama de relaciones

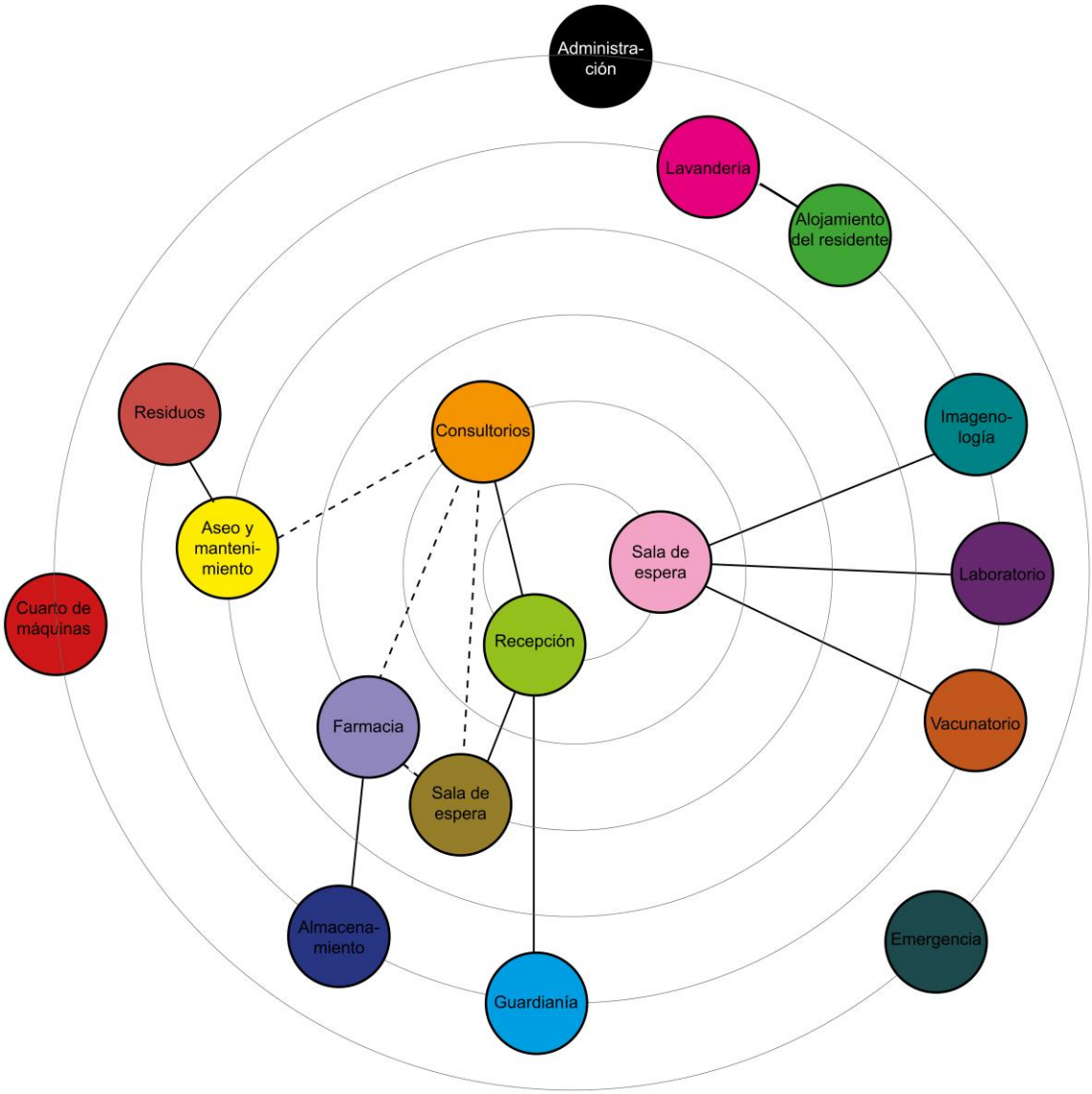


Figura 109: Organigrama.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Zonificación

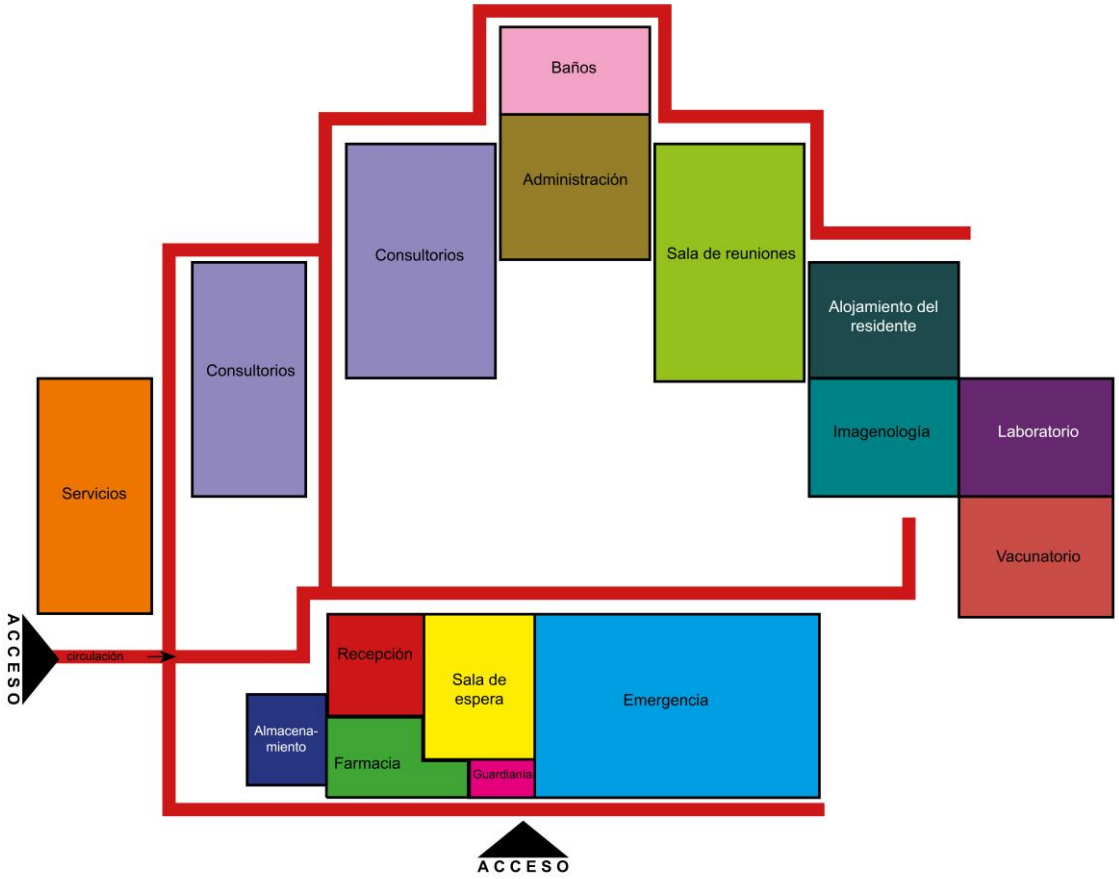


Figura 110: Zonificación.

Fuente: Elaboración propia.

6.5 Sistema constructivo

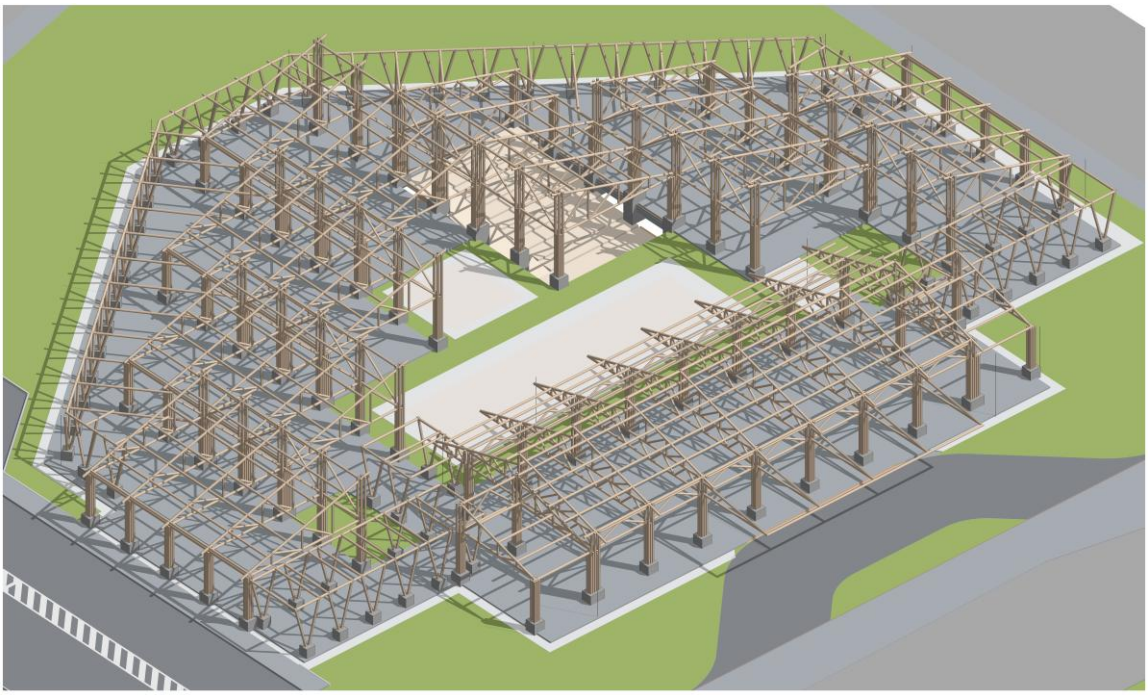


Figura 111: Axonometría del sistema constructivo.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.1 Cimentación

Al estar ubicado cerca del río Zamora, el tipo de suelo del subcentro de salud es una terraza aluvial. La planificación del diseño es solo para un piso, por esa razón se decidió que la cimentación sea de zapatas aisladas con las dimensiones mínimas de 1m x1m x 0,25m y el cuello de la zapata de 0,6 m x o,4m puesto que sostiene las columnas de guadua conformadas por 5 culmos x 5 culmos y también cumple la función de piedra madre para evitar que el agua lluvia salpique a las columnas de guadua.



Figura 112: Detalle constructivo de cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.2 Columnas

Las columnas se plantean en culmos de 5 x 5 para que las vigas de los bloques adyacentes puedan acentarse y evitar los momentos flectores al trabarse entre los culmos de la columna.

Los culmos se anclan entre sí mediante varillas de 8Ɵ que los atraviesan de manera perpendicular en sus ejes sagital y transversal cada 50 cm, en cada entrenudo en el que se ponga la varilla se le rellena de mortero para evitar que los pernos corten la guadúa.



Figura 113: Detalle constructivo de unión de culmos en la columna.
Fuente: Elaboración propia.

Se asientan sobre una placa metálica en el cuello de la columna, 3 cm por debajo de los nudos sin el diafragma interior de los nudos inmetiados. Para anclar la columna al cimiento se usan varillas que llegan al interior del culmo en forma de gancho y se anclan mediante otra varilla cruzada y se rellena de mortero.



Figura 114: Detalle constructivo de ensamble de la columna a la cimentación.
Fuente: Elaboración propia.

6.5.3 Vigas

Las vigas se asientan en las columnas entre los culmos para evitar momentos flectores. Para espacios con luces amplias se usan vigas dobles con forma de cerchas para evitar el pandeo, las cerchas se forman mediante la unión de culmos a manera de pico de flauta y boca de pez.



Figura 115: Detalle constructivo de ensamble de viga a la columna.
Fuente: Elaboración propia.

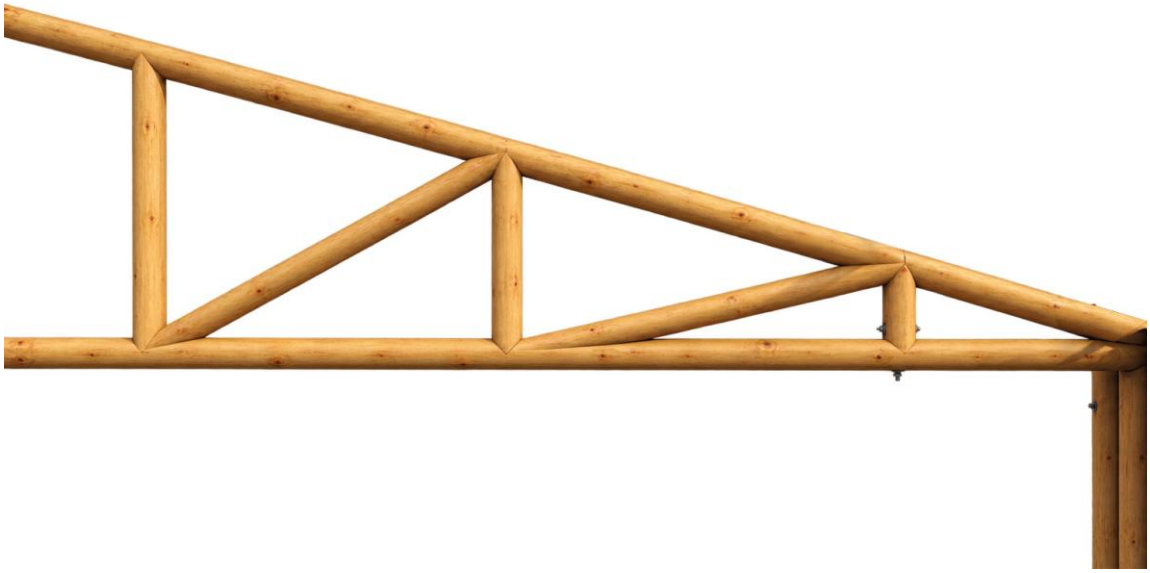


Figura 116: Detalle constructivo de viga cerchada.
Fuente: Elaboración propia.

6.6 Resultados

Como resultado del proceso de investigación y análisis se obtuvo el anteproyecto arquitectónico del subcentro de salud tipo B para la parroquia Los Encuentros. La resolución del proyecto se evidencia mediante plantas arquitectónicas que reflejan los requerimientos espaciales correspondientes para un subcentro tipo B dispuestas por el

MSP y su combinación con un sistema estructural de caña guadúa usando como base la NEC – SE - GUADÚA.

Los casos de estudio del hospital rural construido con bambú en Myanmar y la clínica en Medellín permitieron estudiar cómo puede combinarse la caña guadúa con el uso hospitalario y el caso de estudio del centro de documentación del bambú dio paso al análisis del sistema constructivo de guadúa y la triangulación usada para las cerchas de las vigas en el anteproyecto.

El derrocamiento del antiguo subcentro es resultado del análisis de sitio y de la preexistencia, estos aspectos también definieron las forma, organización y circulación de la propuesta.

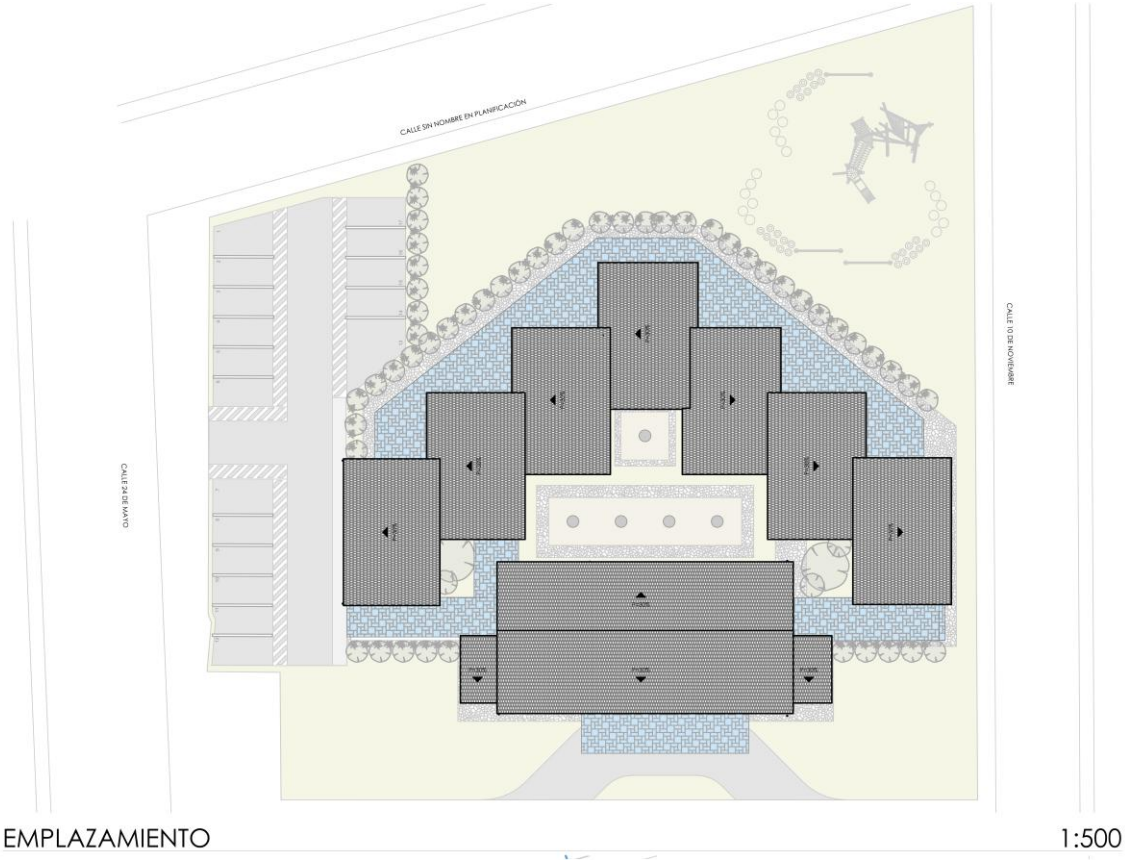
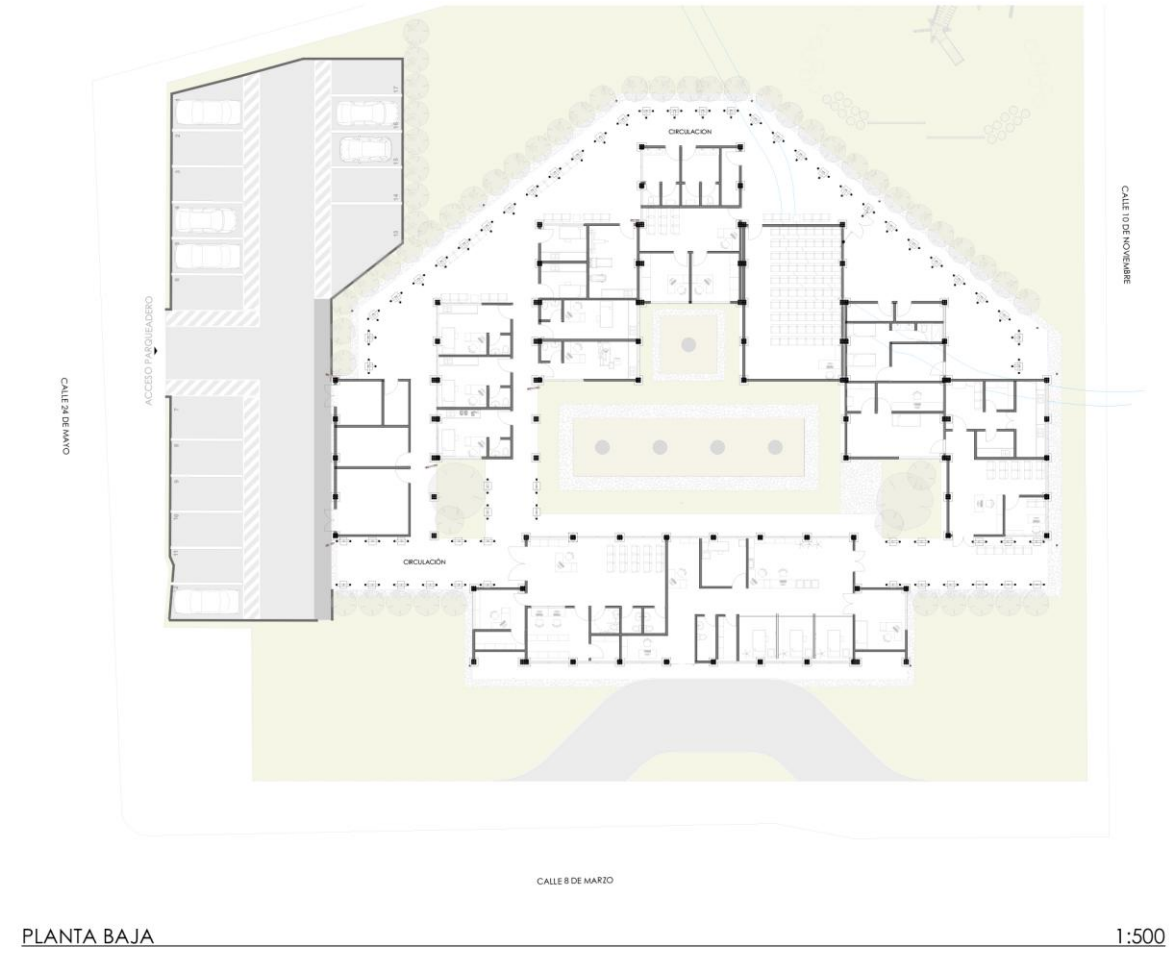


Figura 117: Emplazamiento.

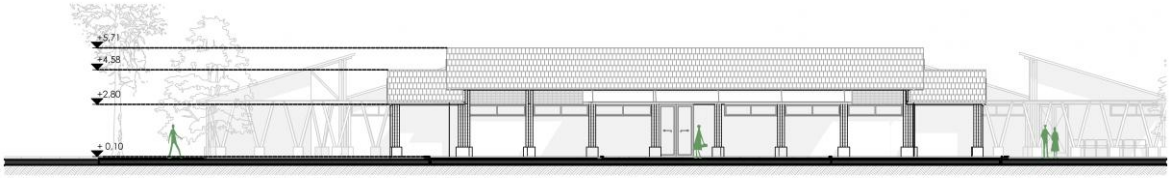
Fuente: Elaboración propia.



PLANTA BAJA 1:500

Figura 118: Planta arquitectónica.

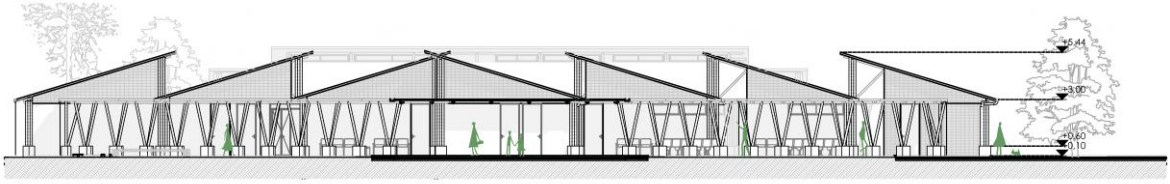
Fuente: Elaboración propia.



ELEVACIÓN FRONTAL - ACCESO EMERGENCIAS 1:300

Figura 119: Elevación frontal – acceso a emergencias.

Fuente: Elaboración propia.



ELEVACIÓN POSTERIOR - PASILLO DE SERVICIOS 1:300

Figura 120: Elevación posterior – pasillo de servicios.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 121: Elevación lateral – acceso vehicular y peatonal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 122: Elevación lateral – área de imagenología.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 123: Sección longitudinal 02.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 124: Sección longitudinal 03.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 125: Sección transversal 04.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 126: Sección transversal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 127: Render vista de pájaro.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 128: Render elevación frontal - acceso a emergencia.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 129: Render elevación lateral – acceso vehicular y peatonal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 130: Render de jardín interno.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 131: Render de emergencia.

Fuente: Elaboración propia.

6.7 Conclusión

La investigación de las características físicas, estructurales y normativas de la guadúa permitió establecer criterios técnicos para su incorporación en el anteproyecto arquitectónico. El estudio evidenció la necesidad de considerar la selección adecuada de los culmos, su protección frente a agentes ambientales y el correcto diseño de uniones y encuentros constructivos para garantizar su durabilidad. Así mismo, el análisis de los sistemas constructivos permitió definir soluciones aplicables en estructura, muros y cubierta, además de determinar que su uso en un sistema de salud debe responder a las exigencias de higiene, mantenimiento y asepsia de cada espacio. De esta manera, la guadúa se incorporó de manera compatible con otros materiales y sistemas constructivos requeridos por la edificación.

El análisis de las condiciones ambientales, sociales y constructivas de Los Encuentros permitió establecer criterios de diseño relacionados con el contexto local. Las características climáticas de la parroquia, principalmente las altas precipitaciones, humedad y temperatura, determinaron la necesidad de implementar estrategias de protección frente a la lluvia y radiación solar, cubiertas inclinadas, espacios de transición y soluciones que favorecen las condiciones de confort.

El diagnóstico del sitio también permitió determinar las condiciones de implantación, accesibilidad, vialidad y relación con el entorno inmediato. Dentro de este proceso, la evaluación de la edificación existente evidenció limitaciones formales, formales, de circulación, accesibilidad y organización espacial que dificultaban su adaptación a los requerimientos de nuevo programa arquitectónico. Estas condiciones sustentaron su derrocamiento y el planteamiento de una nueva edificación capaz de responder integralmente las necesidades identificadas.

Por otra parte, el estudio de los establecimientos de salud permitió establecer los criterios funcionales para la organización del anteproyecto. La identificación de las relaciones entre servicios, los diferentes niveles de privacidad y los requerimientos de circulación contribuyó a estructurar el programa arquitectónico. De manera complementaria, el análisis de casos de estudio permitió reconocer soluciones para la incorporación de la guadúa en edificaciones de carácter sanitario, así como criterios relacionados con su configuración estructural, sistemas de unión y articulación con otros materiales.

Finalmente, la integración de criterios obtenidos durante la investigación permitió desarrollar el anteproyecto arquitectónico del Subcentro de Salud Tipo B para la parroquia

Los Encuentros. La propuesta articula los requerimientos funcionales y normativos propios de un establecimiento de salud con las condiciones locales y la incorporación de la guadúa.

6.8 Recomendaciones

El análisis de las condiciones ambientales, sociales y constructivas de Los Encuentros permitió establecer criterios de diseño relacionados con el contexto local. Las características climáticas de la parroquia, principalmente las altas precipitaciones, humedad y temperatura, determinaron la necesidad de implementar estrategias de protección frente a la lluvia y radiación solar, cubiertas inclinadas, espacios de transición y soluciones que favorecen las condiciones de confort.

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda que , en el caso de avanzar a ejecución el anteproyecto, se desarrollen los estudios técnicos complementarios, verificando que las soluciones arquitectónicas y constructivas mantengan el cumplimiento de los requerimientos establecidos para los subcentros de salud.

Respecto al empleo de la caña guadúa, se recomienda prestar atención a su tratamiento, protección y mantenimiento debido a las condiciones de humedad y precipitaciones de Los Encuentros.

Se recomienda además ampliar la investigación sobre la aplicación de sistemas constructivos de guadúa en establecimientos de salud. Durante el desarrollo del presente documento se identificó una disponibilidad limitada de casos de estudio que relacionen directamente este material con usos sanitarios, y los referentes encontrados presentan aplicaciones parciales de la guadua. Esata limitación evidencia la necesidad de desarrollar y documentar nuevas experiencias que permitan evaluar su comportamiento y resolución constructiva en espacios clínicos.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. Gestión y Ambiente, 15(1), 105–118. https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825

Agencia de Aseguramiento de la Calidad de los Servicios de Salud y Medicina Prepagada. (2018). Guía general de infraestructura para el proceso de inspección en establecimientos de salud. ACESS.

Beltrán, Y. (2011). Metodología del diseño arquitectónico. Revista Amorfa de Arquitectura.

Boity, A. K., Bhandari, H., & Shukla, S. (2022). Bamboo as a sustainable building construction material. Materials Today: Proceedings, 71(Part 2), 306–311. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.218

Bredenoord, J. (2024). Bamboo as a sustainable building material for innovative, low-cost housing construction. Sustainability, 16(6), 2347. https://doi.org/10.3390/su16062347

Breilh, J. (1995). La medicina social ecuatoriana: Promesas y falencias en 50 años de producción. En Avances y problemas conceptuales, metodológicos y técnicos (pp. 1–29). Universidad Andina Simón Bolívar.

Building and Construction Authority. (2021). BCA Green Mark for healthcare facilities (GM: HCF). https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-certification-scheme/green-mark-healthcare-facilities

Bullaro, L. (2011, 18 de febrero). Clínica en Medellín. ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-104952/clinica-en-medellin-luca-bullaro

Cadena, D. (2018). *Guía didáctica para diseño y construcción de estructuras de guadúa (Guadua angustifolia Kunth) y otros bambúes*. Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR).

Calva, L. (2015). *Diseño de un modelo de vivienda ecológica con bambú para la zona rural de Yantzaza* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/10071

Chong Garduño, M. C., Carmona Olivares, A., & Pérez Hernández, M. A. (2012). El análisis de sitio y su entorno en el desarrollo de proyectos arquitectónicos y urbanos. RUA, 8.

Clark, R., & Pause, M. (1997). Arquitectura: Temas de composición. Gustavo Gili.

Cobeña-Loor, David, & Moreira-Macías, Lyli. (2026). Confort térmico y hacinamiento en viviendas con envolventes de caña guadúa en Portoviejo.

Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, *15*(29), 15-26. https://doi.org/10.18537/est.v015.n029.a01

Delgado, G., & Universidad del Azuay. (2017). Ecología y ambiente: Diseño y sustentabilidad en construcciones con caña guadúa. DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura, 1(2), 75–93. https://doi.org/10.33324/daya.v1i2.32

Diaz, S. (2022). *El ritmo como mecanismo compositivo en la arquitectura* [Trabajo final de grado, Universitat Politècnica de València]. RiuNet. https://riunet.upv.es/handle/10251/179401

Facility Guidelines Institute. (2018). 2018 FGI Guidelines: Proposed revisions to procedure, operating, and imaging room requirements. American Society of Anesthesiologists. https://www.fgiguidelines.org/wp-content/uploads/2017/08/SLS17_FGI_ExamProcedureOperatingImaging_170721.pdf

Flores Zambonino, S. S. (2025). Análisis del confort térmico entre viviendas de bambú y bloque. Esprint Investigación, 4(1), 420–433. https://doi.org/10.61347/ei.v4i1.120

García, J., & Camargo, J. (2010). Condiciones de calidad de Guadua angustifolia para satisfacer las necesidades del mercado en el Eje Cafetero de Colombia. Recursos Naturales y Ambiente, 61, 67–76. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8444

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Los Encuentros. (2023). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Los Encuentros, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe 2023–2027. GAD Parroquial Rural de Los Encuentros.

Golbazi, M., & Aktas, C. B. (2020). LEED certification and patient wellbeing in green healthcare facilities. Journal of Green Building, 15(4), 3–18. https://doi.org/10.3992/jgb.15.4.3

González Yagüe, B. (2018). Arquitectura para la comunidad: Estudio y aplicación de la arquitectura vernácula del África Subsahariana [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid]. UVaDOC. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/32117

Green Building Council of Australia. (2009). Green Star – Healthcare v1 rating tool. GBCA.

Guía de diseño arquitectónico para establecimientos de salud. (2015). https://iris.paho.org/handle/10665.2/28585

Harries, K. A. (2025). Adopción del bambú de culm completo como material estructural convencional. NPJ Materials Sustainability, 3, Artículo 4. https://doi.org/10.1038/s44296-025-00050-2

Hidalgo, O. (1974). Construcción. http://hdl.handle.net/20.500.12324/28723

Indian Green Building Council. (s. f.). IGBC Green Healthcare Rating System. https://igbc.in/igbcgreenhealthcare/

International Bamboo and Rattan Organisation. (2015). Post-earthquake report on bamboo structures and recommendations for reconstruction with bamboo on the Ecuadorian coast. INBAR Latin America and the Caribbean Regional Office.

León Vintimilla, M. E. (2024). Estudio histórico en torno a la medicina social en Cuenca (1960–1990) [Trabajo de titulación de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/ac164653-465b-4a16-81ec-b6105a8cda90

Liu, P., Xiang, P., Zhou, Q., Zhang, H., Tian, J., & Argaw, M.-D. (2021). Prediction of mechanical properties of structural bamboo and its relationship with growth parameters. Journal of Renewable Materials, 9(12), 2223–2239. https://doi.org/10.32604/jrm.2021.015544

Martí, J., & Tiers, T. (s. f.). Eficiencia energética en hospitales: Una realidad compleja pero factible. Hospitecnia. https://hospitecnia.com/sites/default/files/158828382101588283821.pdf

Mercedes, J. R. (2006). Guía técnica cultivo del bambú. CEDAF. https://intranet.cedaf.org.do/digital/bambu.pdf

Miao, Y., Yu, D. S. F., Tan, W., Lau, S. S. Y., Lau, S. S. Y., & Tao, Y. (2024). Crafting sustainable healthcare environments using green building ratings for aging societies. Sustainability, 16(5), 1954. https://doi.org/10.3390/su16051954

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2017). NEC-SE-GUADÚA: Estructuras de guadúa (Norma Ecuatoriana de la Construcción). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. https://bambu.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/NEC-SE-GUADUA-2017.pdf

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda [MIDUVI]. (2019). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Accesibilidad universal (NEC-HS-AU).*

Ministerio de Salud Pública. (2012). Manual del Modelo de Atención Integral de Salud (MAIS-FCI). Subsecretaría Nacional de Gobernanza de la Salud.

Ministerio de Salud Pública. (2015). Norma técnica de licenciamiento para establecimientos de salud del primer nivel de atención. Dirección Nacional de Calidad de los Servicios de Salud.

Ministerio de Salud Pública. (2015). Guía de diseño arquitectónico para establecimientos de salud. Santo Domingo, República Dominicana.

Ministerio de Salud Pública. (2018, 13 de noviembre). Acuerdo Ministerial No. 00045-2018: Se expide la tipología sustitutiva para los establecimientos de salud del Sistema Nacional de Salud. Registro Oficial.

Ministerio de Salud Pública. (2020). Acuerdo Ministerial No. 00030-2020: Reglamento para establecer la tipología de los establecimientos de salud del Sistema Nacional de Salud. Registro Oficial.

Montoya, J. A. (2002). *Investigación tecnológica en métodos para la preservación de la guadua* [Ponencia]. Seminario-Taller Avances en la Investigación sobre Guadua, Pereira, Colombia.

Morán Ubidia, J. A. (s.f.). Preservación del bambú en América Latina mediante métodos tradicionales. Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR).

Morán Ubidia, J., & Vega Jaramillo, R. (2014). Centro de Documentación de Bambú. Arquitectura Panamericana. https://arquitecturapanamericana.com/centro-de-documentacion-de-bambu/

Moussavi, F., Kubo, M., Garrido, G., & Lopez, A. (Eds.). (2015). The function of style. Actar; Harvard Graduate School of Design.

Neila González, F. J. (2004). Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: Buenas prácticas edificatorias. Cuadernos de Investigación Urbanística, 41, 89–99. https://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/1037

Organización Mundial de la Salud. (1978). Declaración de Alma-Ata. En Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud.

Organización Panamericana de la Salud. (1978). Medicina e historia: El pensamiento de Michel Foucault. OPS.

Organización Panamericana de la Salud. (2019). Pacto 30•30•30: APS para la salud universal. OPS.

Organización Panamericana de la Salud. (2022, 6 de julio). OPS y Ecuador fortalece su trabajo por la salud de las poblaciones indígenas de la Amazonía. https://www.paho.org/es/noticias/6-7-2022-ops-ecuador-fortalece-su-trabajo-por-salud-poblaciones-indigenas-amazonia

Pintos, P. (2021, 14 de mayo). Project Burma Hospital / a+r Architekten. ArchDaily. https://www.archdaily.com/960835/project-burma-hospital-a-plus-r-architekten

Plazola Cisneros, A., Plazola Anguiano, A., & Plazola Anguiano, G. (1994). Enciclopedia de arquitectura Plazola (2.ª ed.). Plazola Editores.

Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española (22.ª ed., Vol. 2). Espasa.

Rodríguez López, J. I. (2021). Programa formativo en sostenibilidad ambiental para el capital humano en salud de los hospitales vinculados a la red global de hospitales verdes y saludables en Colombia [Tesis de maestría, Universidad El Bosque]. Repositorio Institucional Universidad El Bosque. https://hdl.handle.net/20.500.12495/6412

Rodríguez O., J. E. (2006). La revolución política durante la época de la independencia: El Reino de Quito, 1808–1822 (Vol. 20). Universidad Andina Simón Bolívar; Corporación Editora Nacional.

Rodríguez O., J. E. (2011). Los orígenes de la Revolución de Quito en 1809. Procesos: Revista Ecuatoriana de Historia, 34, 33–55.

Serrano, A., Quesada Molina, F., López Catalán, M., Guillén Mena, V., & Orellana Valdez, D. (2015). Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción. ASRI: Arte y Sociedad. Revista de Investigación, 9. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5227715

Sigerist, H. (2006). Johann Peter Frank: Un pionero de la medicina social. Salud Colectiva, 2(3), 269–279.

Soler Soler, P. (2017). Uso del bambú en la arquitectura contemporánea [Trabajo de fin de grado, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/bitstreams/7fccd443-1d08-451e-8a31-32929fb7362a/download

Soto Santizo, L. A. (s. f.). Diagramación e idea generatriz [Diapositivas de clase]. División de Arquitectura y Diseño, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Stamm, J. (2008). La evolución de los métodos constructivos en bambú [Ponencia de congreso]. Segundo Congreso Mexicano del Bambú, Puebla, México. https://alexandrebrasolim.files.wordpress.com/2018/01/arquitectura-y-bambu-jorge-stamm.pdf

TAHPI. (2025). Part B – Health facility briefing & design: 245 outpatients unit. International Health Facility Guidelines.

https://healthfacilityguidelines.com/part-b-health-facility-briefing-design-200-series-clinical-services/245-outpatients-unit

Trujillo, D., Harries, K., Kaminski, S., & Lopez, L.-F. (2025). *Manual for the design of bamboo structures to ISO 22156:2021*. The Institution of Structural Engineers.

U.S. Green Building Council. (s. f.). Applying LEED to healthcare projects. https://support.usgbc.org/hc/en-us/articles/12126333712659-Applying-LEED-to-healthcare-projects

Vaquero de la Hoz, M. T. (2011). Calidad del aire interior (IAQ) en las edificaciones hospitalarias [Tesis doctoral, Universidad de Valladolid]. UVaDOC. http://uvadoc.uva.es/handle/10324/836

Vargas Marcos, F., & Gallego Pulgarín, I. (2005). Calidad ambiental interior: Bienestar, confort y salud. Revista Española de Salud Pública, 79(2), 243–251. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200011&lng=es&tlng=es

Walsh, S. J., O'Leary, A., Bergin, C., Lee, S., Varley, Á., & Lynch, M. (2024). Primary healthcare's carbon footprint and sustainable strategies to mitigate its contribution: A scoping review. BMC Health Services Research, 24(1), Artículo 1630. https://doi.org/10.1186/s12913-024-12068-8

Wang, H., Wang, H., Li, W., Ren, D., & Yu, Y. (2013). Effects of moisture content on the mechanical properties of Moso bamboo at the macroscopic and cellular levels. BioResources, 8(4), 5475–5484. https://doi.org/10.15376/biores.8.4.5475-5484

Zea Escamilla, E., Habert, G., Correal Daza, J. F., Archilla, H. F., Echeverry Fernández, J. S., & Trujillo, D. (2018). ¿Construcción industrial o tradicional de bambú? Evaluación comparativa del ciclo de vida (LCA) de edificios basados en bambú. Sostenibilidad, 10(9), 3096. https://doi.org/10.3390/su10093096

Zhang, Y., Sattar, S., Cook, D. T., Johnson, K. J., & Fung, J. F. (2024). Systematic review of embodied carbon assessment and reduction in building life cycles (NIST SP 1324). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1324

Zhou, X. (2017). From China's "barefoot doctor" to Alma Ata: The primary health care movement in the long 1970s. Medical History, 61(3), 416–439.

8 ANEXOS

Anexo 1. Emplazamiento.

Anexo 2. Planta baja.

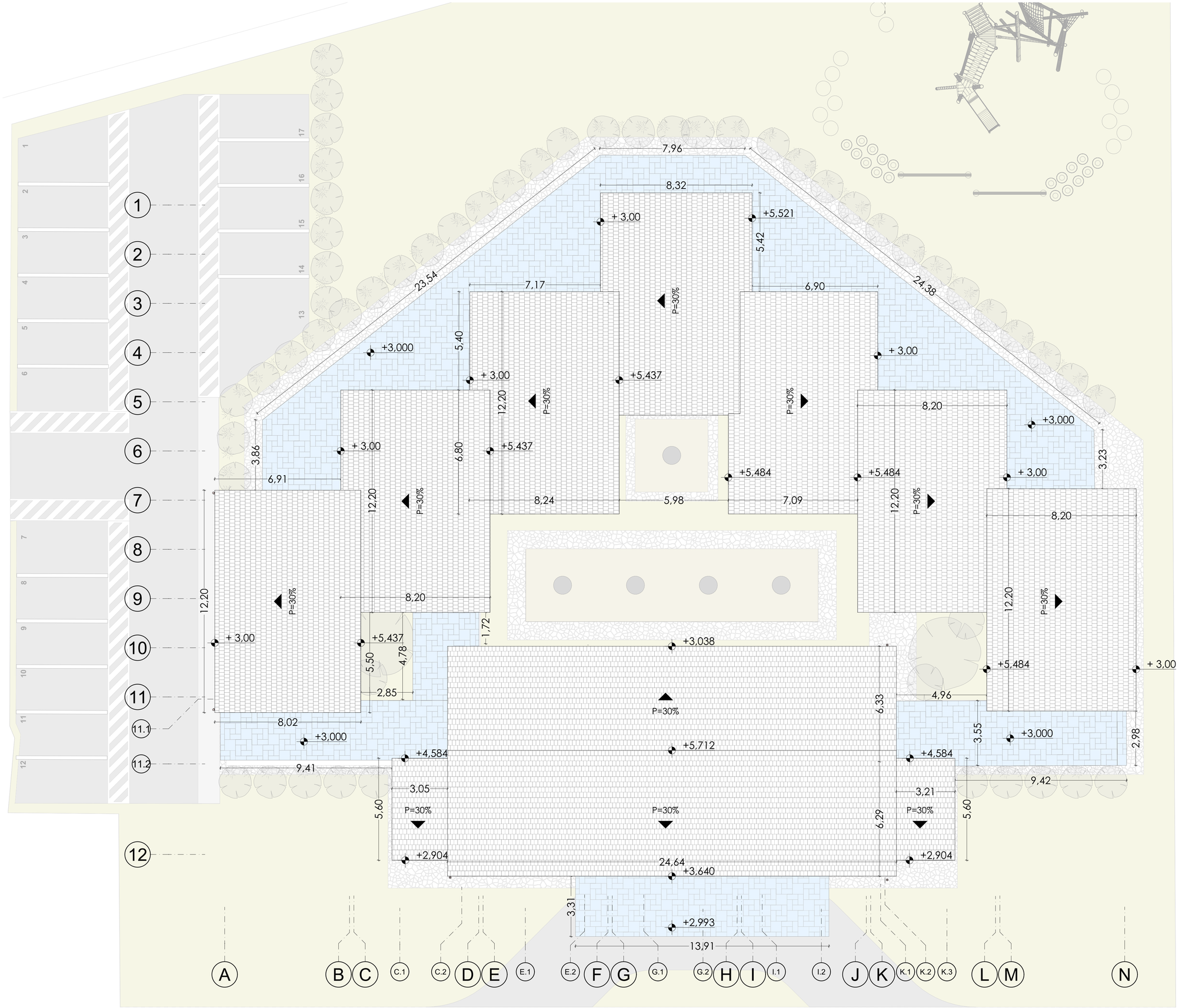
Anexo 3. Elevaciones.

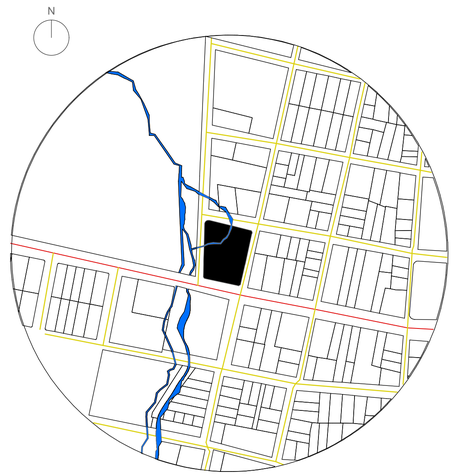
Anexo 4. Secciones.

Anexo 5. Detalles.

Anexo 6. Renders.

Anexo 7. Presupuesto referencial.





ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Cimientos	Hormigón Ciclopeo
Estructura	1. Cadenas en Hormigón 240 kg/cm2 2. Zapatas en Hormigón 240 kg/cm2 3. Columnas de Guadua tratada 4. Acero de refuerzo en dados de columnas
Paredes	1. Panel de latilla para pared en caña guadua 2. Bloque
Cubierta	1.Cubierta de teja asfáltica impermeabilizada, incluye barrera de vapor y tablero de madera MDF 3 cm 2. Pergolas de vidrio templado e=10mm
Pisos	1. Piso con pintura epóxica para la circulacion 2. Piso de vinil para el área de emregencia 3. Piso de porcelanato 4. Piso en baños 5. Duelas de Madera color claro para piso de Auditorio
Puertas	MDF
Ventenas	Aluminio y vidrio
Cielo Raso	Gypsum
Revestimiento	1. Enlucido + empaste 2. Cerámica en paredes de baños
Pinturas	Latex 100% lavable

ESCALA: 1:100, 1:0,65



Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

CONTENIDO:

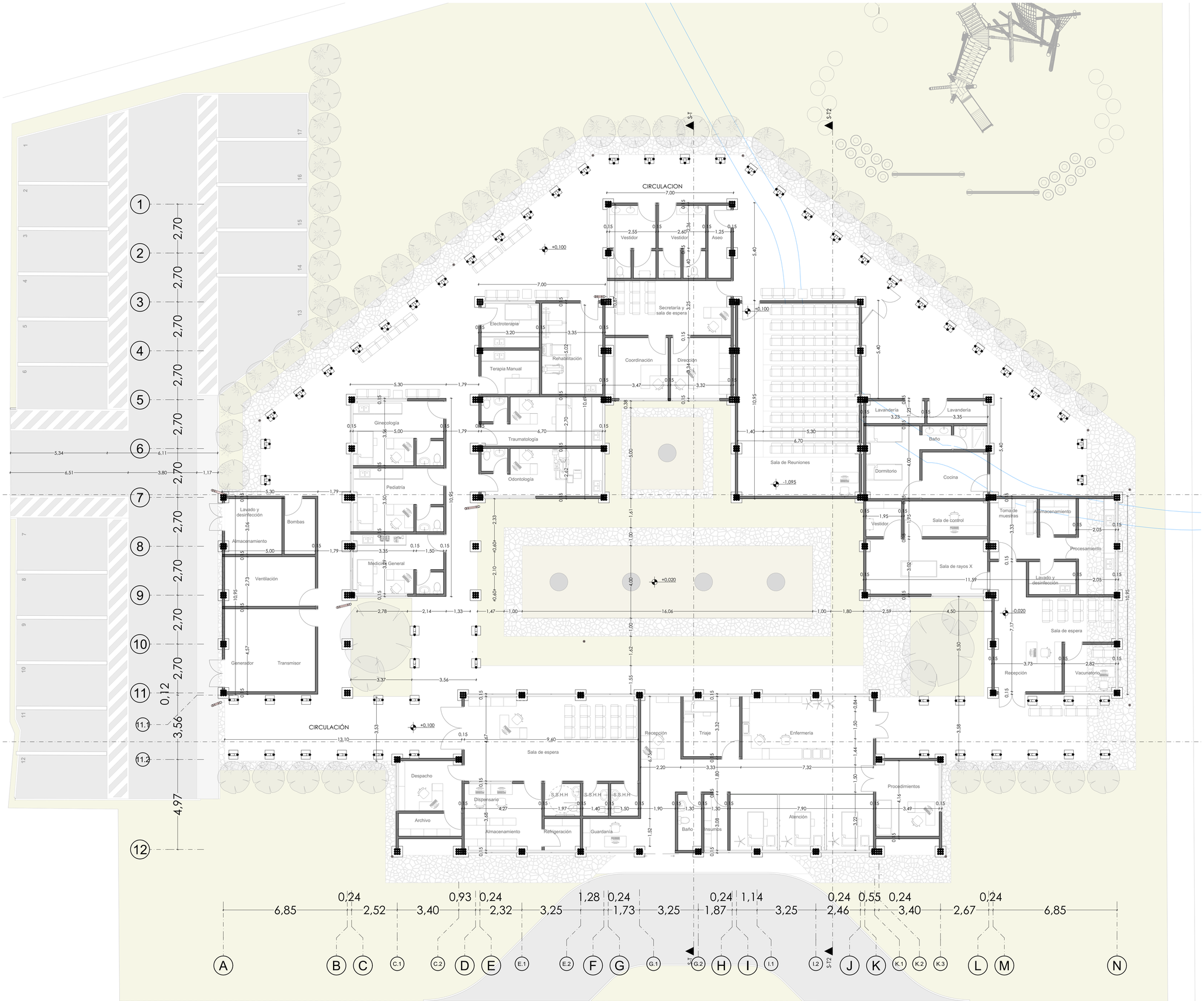
EMPLAZAMIENTO 01

FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

LÁMINA

1:100



PLANTA BAJA 1:100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Cimientos	Hormigón Ciclopeo
Estructura	1. Cadenas en Hormigón 240 kg/cm2 2. Zapatas en Hormigón 240 kg/cm2 3. Columnas de Guadua tratada 4. Acero de refuerzo en dados de columnas
Paredes	1. Panel de latilla para pared en caña guadua 2. Bloque
Cubierta	1.Cubierta de teja asfáltica impermeabilizada, incluye barrera de vapor y tablero de madera MDF 3 cm 2. Pergolas de vidrio templado e=10mm
Pisos	1. Piso con pintura epóxica para la circulacion 2. Piso de vinil para el área de emregencia 3. Piso de porcelanato 4. Piso en baños 5. Duelas de Madera color claro para piso de Auditorio
Puertas	MDF
Ventenas	Aluminio y vidrio
Cielo Raso	Gypsum
Revestimiento	1. Enlucido + empaste 2. Cerámica en paredes de baños
Pinturas	Latex 100% lavable

ESCALA: 1:100, 1:0,65

N

CONTENIDO:

PLANTA BAJA

Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

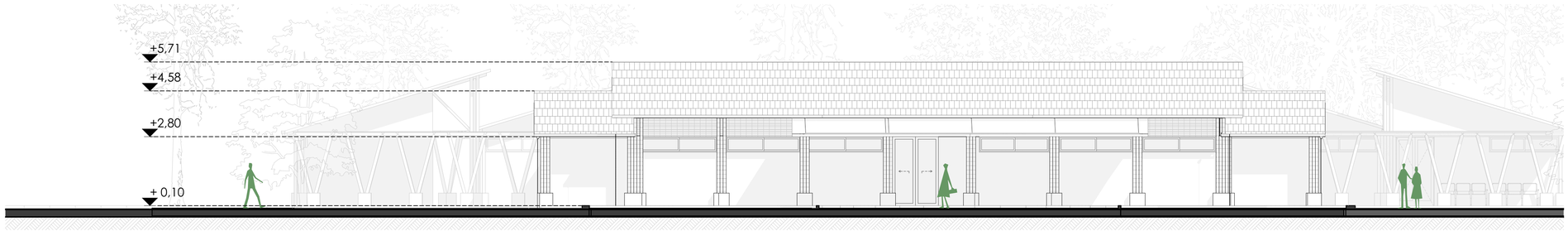
Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

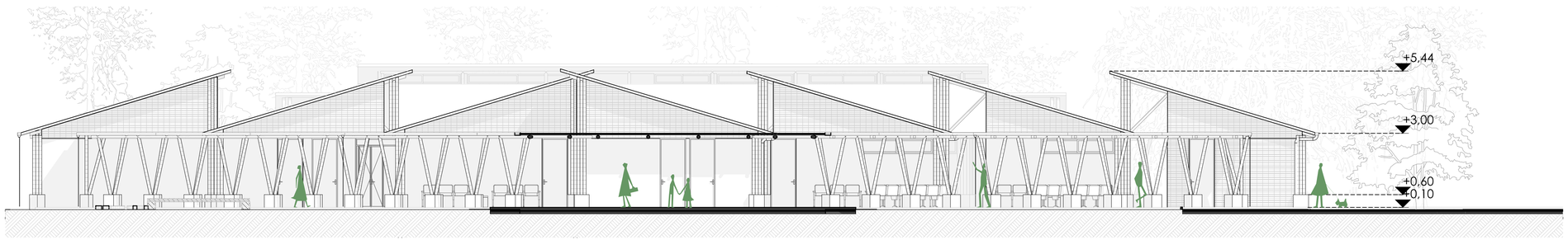
FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

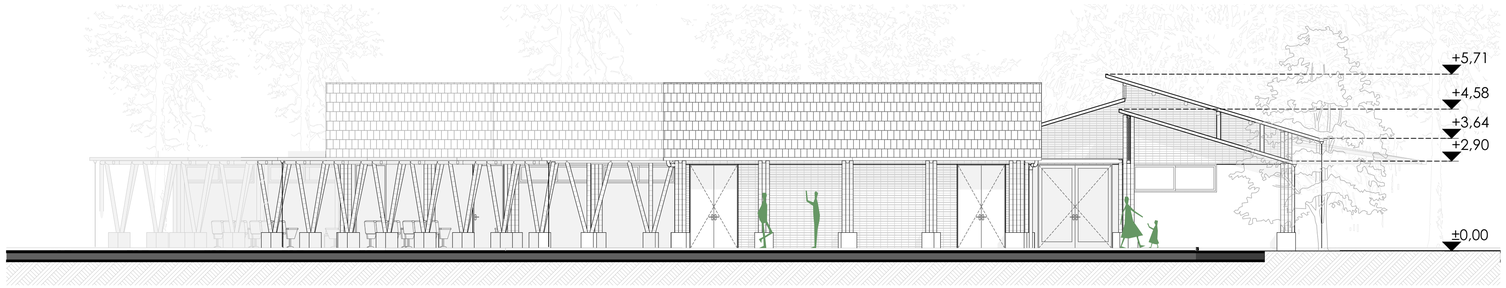
LÁMINA



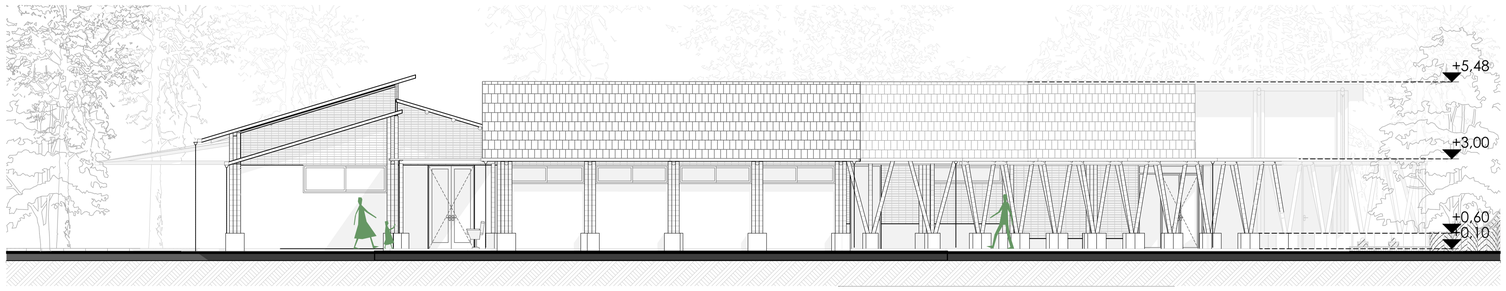
ELEVACIÓN FRONTAL - ACCESO EMERGENCIAS 1:100



ELEVACIÓN POSTERIOR - PASILLO DE SERVICIOS 1:100



ELEVACIÓN LATERAL - ACCESO VEHICULAR Y PEATONAL 1:100



ELEVACIÓN LATERAL - DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA 1:100

ESCALA: 1:100

N

CONTENIDO:

ELEVACIONES

Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

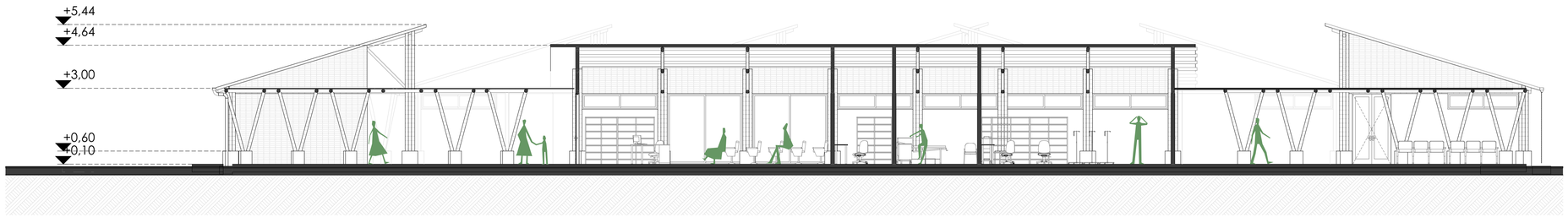
FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

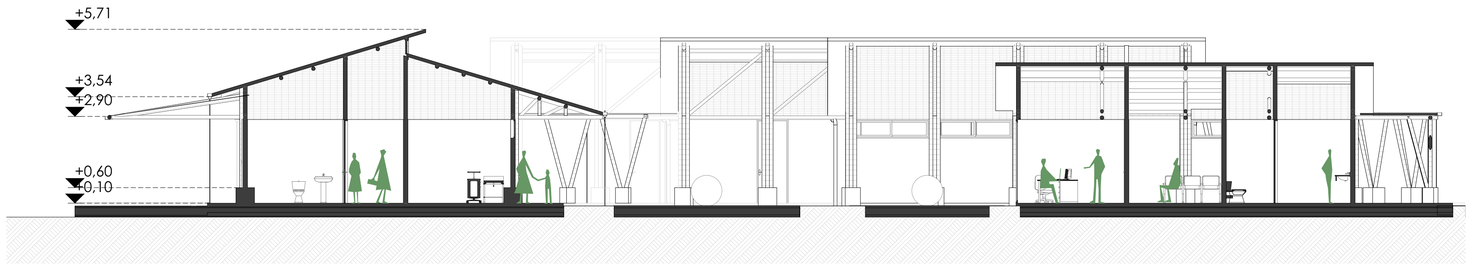
LÁMINA



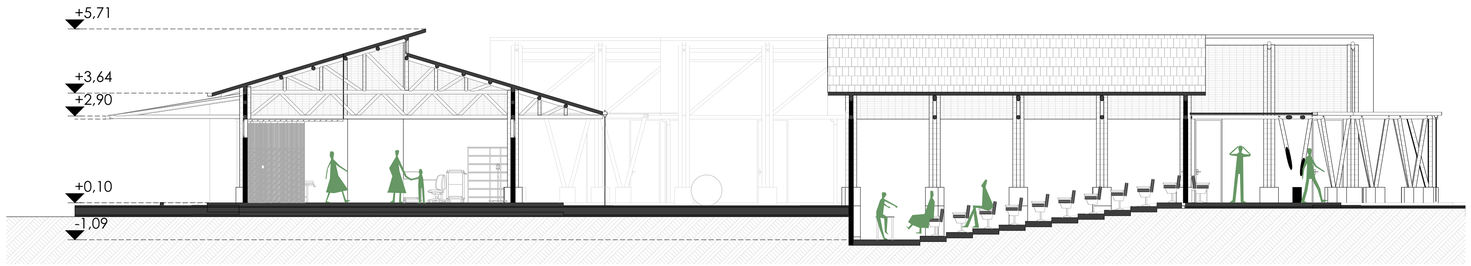
SECCIÓN LONGITUDINAL 03 1:100



SECCIÓN LONGITUDINAL 02 1:100



SECCIÓN TRANSVERSAL 04 1:100



Sección Transversal 1:100

ESCALA: 1:100

N

CONTENIDO:

SECCIONES

Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

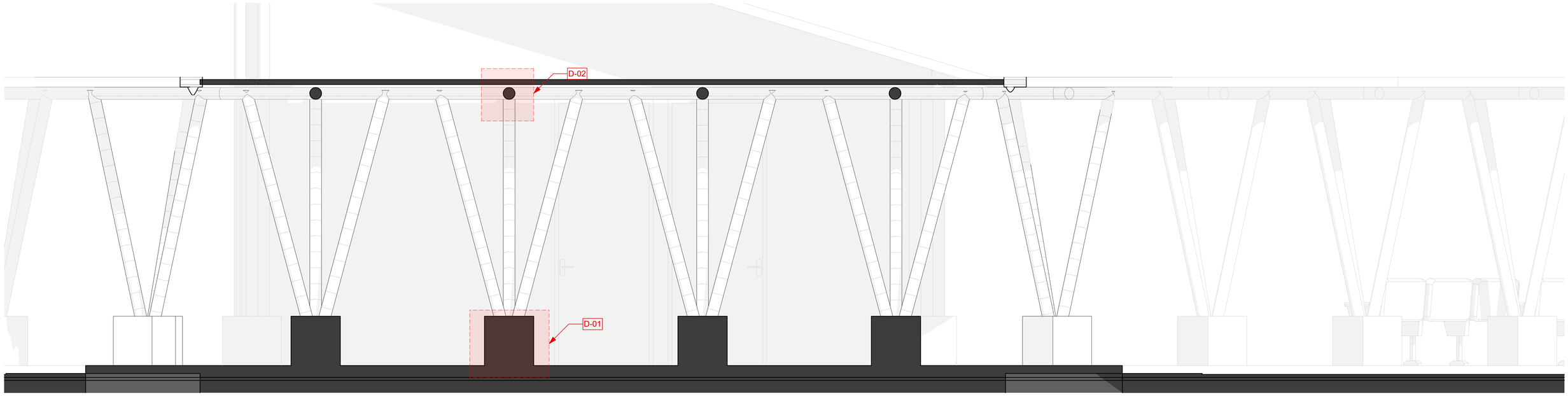
Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

LÁMINA



SECCIÓN 01 1:20



DETALLE 01

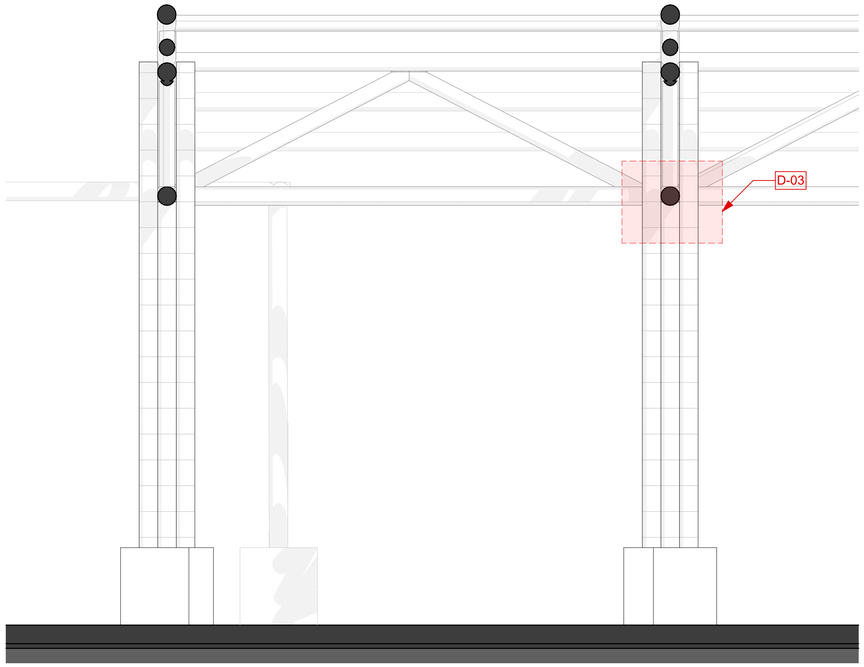


DETALLE 02 CUBIERTA



DETALLE 02 CUBIERTA

ESCALA: 1:20, 1:1,54	Universidad Católica de Cuenca
N	PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.
	Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA
	Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA
CONTENIDO: DETALLES	FECHA jueves, 17 de septiembre de 2026
	LÁMINA



SECCIÓN 03 1:20



DETALLE 03



DETALLE 03

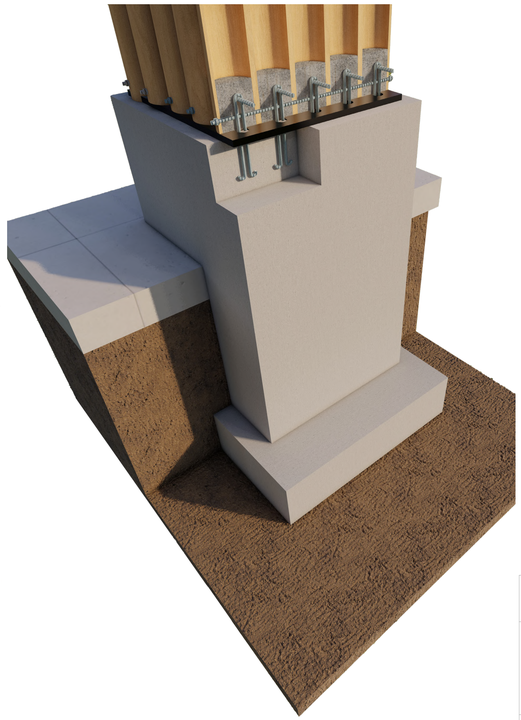
SECCIÓN 04 1:20



DETALLE 04 UNIÓN ZAPATA Y COLUMNAS 1:1,86



DETALLE 04 UNION DE MURO Y COLUMNAS



DETALLE 04 COLUMNAS

ESCALA: 1:1,15, 1:2,50, 1:2, 1:20, 1:1,86

N

CONTENIDO:

DETALLES

Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

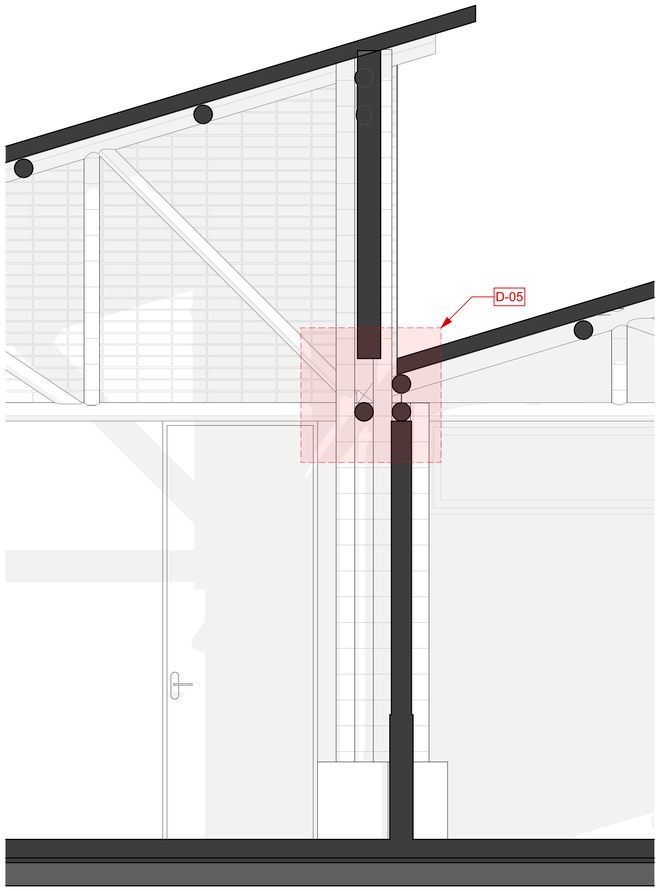
Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

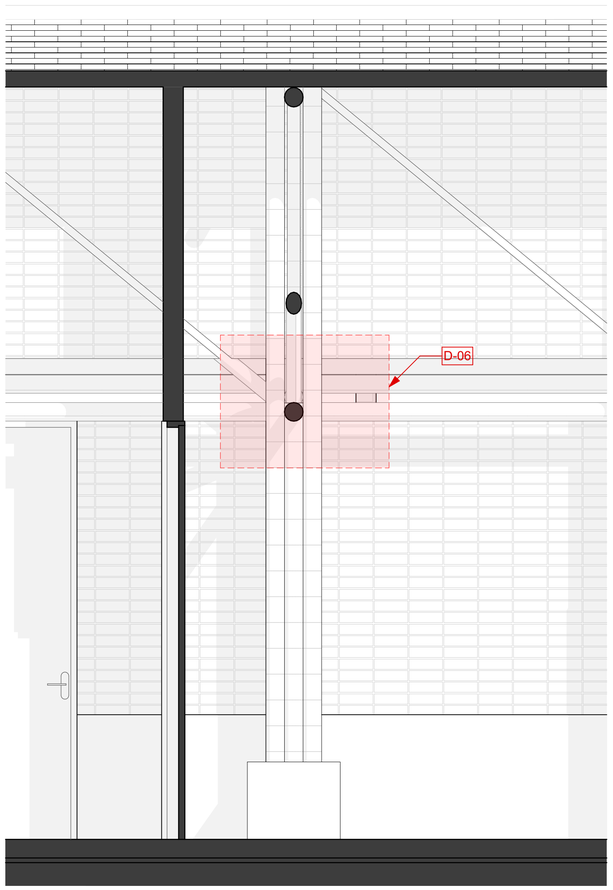
FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

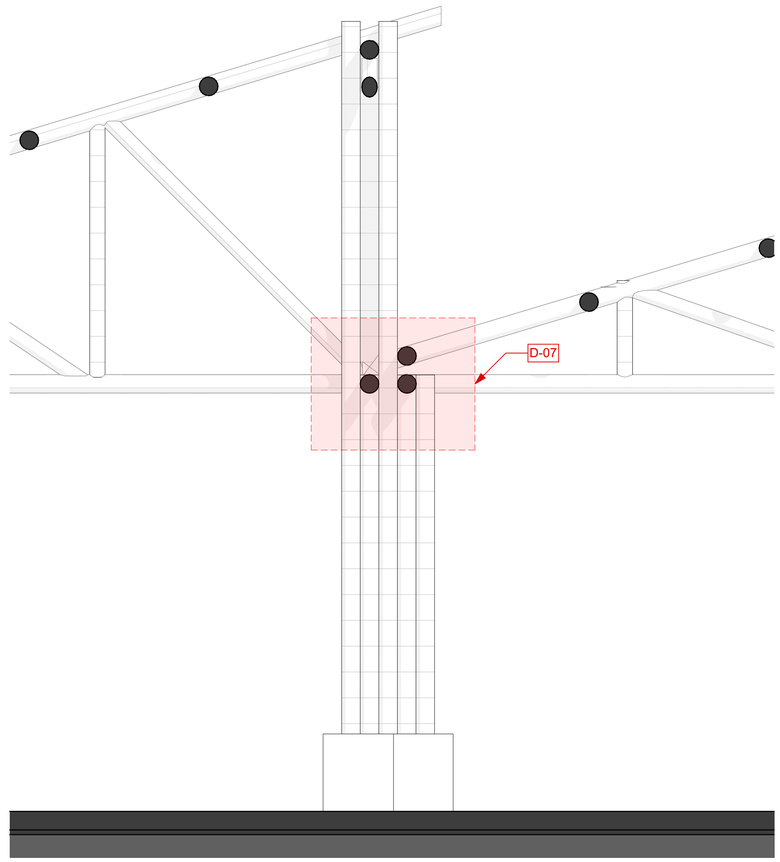
LÁMINA



SECCIÓN 05 1:20



SECCIÓN 06 1:20



SECCIÓN 07 1:20



DETALLE 05 UNIÓN DE CUBIERTA CON COLUMNAS Y VIGAS



DETALLE 06



DETALLE 06



DETALLE 07

ESCALA: 1:5, 1:3,33, 1:1, 1:3,73, 1:20, 1:50

N

CONTENIDO:

DETALLES

Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

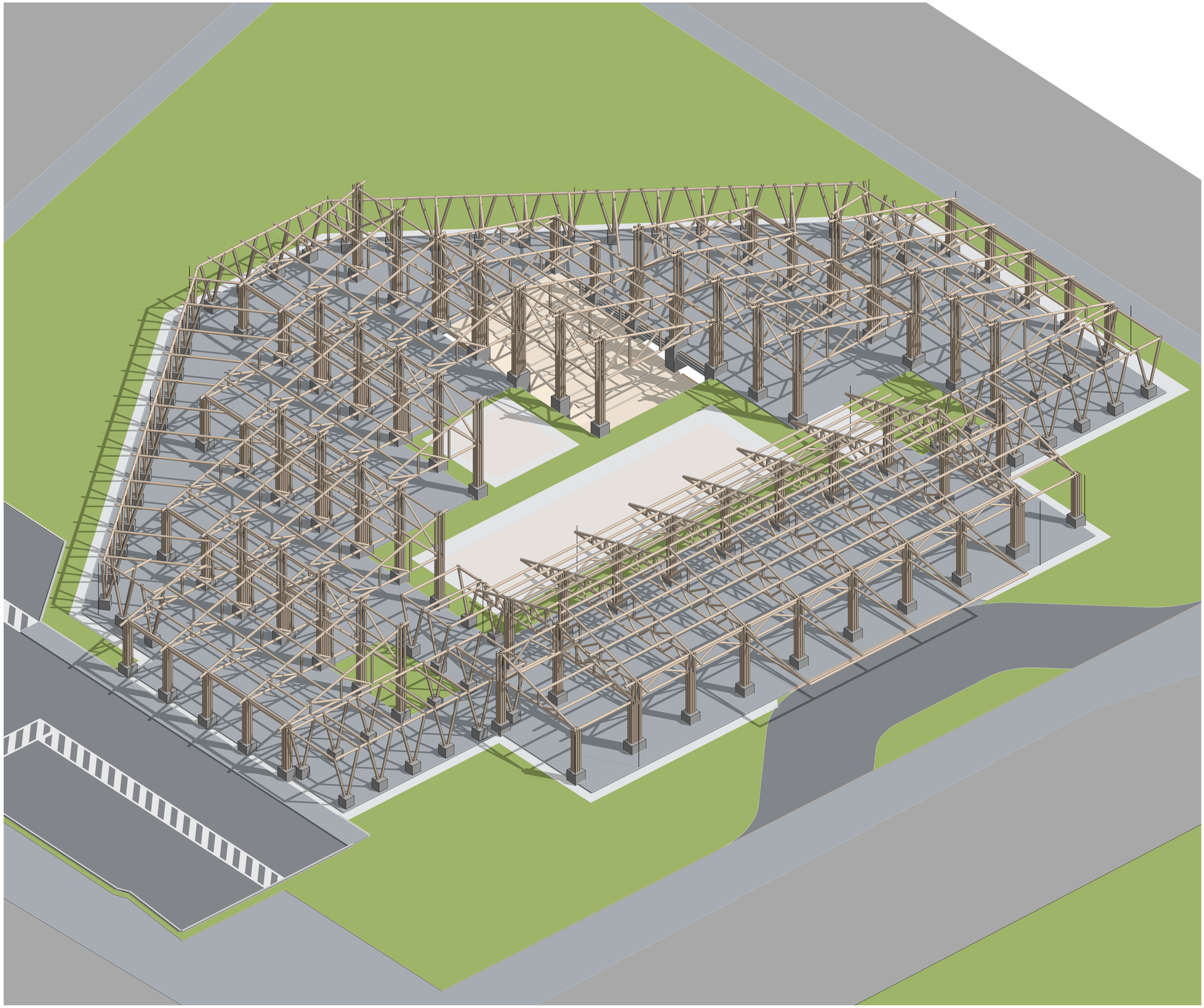
Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

LÁMINA



AXONOMETRÍA - ESTRUCTURA 1:100

ESCALA: 1:100

N

CONTENIDO:

AXO-ESTRUCTURA

Universidad Católica de Cuenca

PROPUESTA DE ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UN SUBCENTRO DE SALUD TIPO B MEDIANTE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE CAÑA GUADÚA.

Dis. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

Dib. MARCELA PATRICIA TAPIA PERALTA

FECHA

jueves, 17 de septiembre de 2026

LÁMINA






AMBULANCIA











PRESUPUESTO DE OBRA

UBICACIÓN - PARROQUIA LOS ENCUENTROS

ESTUDIANTE - MARCELA TAPIA

DIRECTOR - ARQ JOSE DAVID QUIZHPE

1. Planificación		**Unid.**	**Cant.**	**P. Unitario**	**Total**
1.01	Estudio de suelos	u	5,00	$ 350,00	$ 1.750,00
1.02	Direccion Arquitectonica	m2	1583,16	$ 12,00	$ 18.997,92
1.03	Proyecto estructural	m2	1583,16	$ 1,50	$ 2.374,74
1.04	Proyecto eléctrico - telefónico	m2	1583,16	$ 1,80	$ 2.849,69
1.05	Proyecto hidraúlico - sanitario y Contra Incendios	m2	1583,16	$ 1,90	$ 3.008,00
1.06	Fiscalización 6%	global	1,00	$ 60.499,77	$ 60.499,77
				Sub-total 1 :	**$ 89.480,12**
2. Obras preliminares y rellenos		**Unid.**	**Cant.**	**P. Unitario**	**P. Total**
2.01	Limpieza y desbroce del terreno	m2	3.575,00	$ 0,92	$ 3.289,00
2.02	Retiro de cesped en terreno existente	m2	1.000,00	$ 1,45	$ 1.450,00
2.03	Relleno de material de mejoramiento en contorno dl sub centro de salud	m3	1.584,37	$ 9,50	$ 15.051,52
2.04	Relleno de material de sub base clase 3 en contorno dl sub centro de salud	m3	3.485,63	$ 9,50	$ 33.113,49
2.05	Compactación de material de sitio en contorno de sub centro de salud e=3,00m, con equipo pesado	m3	5.070,00	$ 7,20	$ 36.504,00
2.06	Oficina de obra, guachimanía, bodegas	global	1,00	$ 550,00	$ 550,00
2.07	Instalación provisional eléctrico	global	1,00	$ 363,69	$ 363,69
2.08	Instalación provisional agua	global	1,00	$ 325,22	$ 325,22
2.09	Replanteo y nivelación de edificación	m2	1583,16	$ 1,38	$ 2.184,76
				Sub-total 2 :	**$ 92.831,67**
3. Excavaciones		**Unid.**	**Cant.**	**P. Unitario**	**P. Total**
3.01	Excavación a mano para estructura de zapatas, dimensiones varias (30%)	m3	333,12	$ 16,10	$ 5.363,23
3.02	Excavación a mano para cimiento bajo cadena de cimentación	m3	71,82	$ 16,10	$ 1.156,30
3.03	Excavación a mano en suelo natural para zanjas de instalaciones hidrosanitarias	m3	64,80	$ 16,10	$ 1.043,28
3.04	Cargado de material a máquina	m3	610,66	$ 2,74	$ 1.673,21
3.05	Transporte de material hasta 5 km	m3	610,66	$ 7,20	$ 4.396,77
				Sub-total 3 :	**$ 13.632,79**
4. Estructura		**Unid.**	**Cant.**	**P. Unitario**	**P. Total**
4.01	Replantillos	m3	1.631,04	$ 9,25	$ 15.087,12
4.02	Enconfrados	m2	277,64	$ 9,35	$ 2.595,97

4.03	Chapa de hormigón de 240 Kg/cm2 de 12 cm de espesor	m3	189,98	$ 162,30	$ 30.833,62
4.04	Hormigón de 240 Kg/cm2en cadenas	m3	20,82	$ 162,30	$ 3.379,62
4.05	Hormigón de 240 Kg/cm2 en Zapatas	m3	71,82	$ 162,30	$ 11.656,39
4.06	Columnas guadúa tratada	m	3.459,00	$ 9,00	$ 31.131,00
4.07	Vigas y dinteles de caña guadua tratada	m	4.384,19	$ 9,00	$ 39.457,71
4.08	Pernos y anclajes	u	1,00	$ 3.500,00	$ 3.500,00
4.09	Malla electrosoldada R-106 en chapa de hormigón	m2	1.583,16	$ 4,35	$ 6.886,75
4.10	Nivelado y paleteado de piso	m2	1.583,16	$ 4,60	$ 7.282,54
4.11	Acero de refuerzo en dados de columnas	kg	2.640,05	$ 2,00	$ 5.282,74
				Sub-total 4 :	**$157.093,46**
5. Mamposterías		**Unid.**	**Cant.**	**P. Unitario**	**P. Total**
5.01	Mampostería de bloque	m2	1.101,20	$ 23,60	$ 25.988,32
5.02	Enlucidos de paredes	m2	959,00	$ 16,60	$ 15.919,40
5.03	Panel de latilla para pared en caña guadua	m2	1.853,73	$ 20,64	$ 38.256,01
				Sub-total 5 :	**$80.163,73**

6. Instalaciones		Unid.	Cant.	P. Unitario	P. Total
6.01	Inst. de piezas sanitarias	u	12,00	$ 122,00	$ 1.464,00
6.02	Ins.Urinario de pared de alimentación superior, incluye valvula Pressmatic	u	2,00	$ 155,00	$ 310,00
6.03	Inst. de Lavamanos Oval de superponer blanco Incluye griferia Pressmatic de 1/2	u	16,00	$ 98,00	$ 1.568,00
6.04	Matriz de desague con tubería PVC d=160mm	ml	245,00	$ 14,60	$ 3.577,00
6.05	Matriz de desague con tubería PVC d=110mm	m	270,00	$ 9,60	$ 2.592,00
6.06	Matriz de desague con tubería PVC d=75mm	m	79,00	$ 7,35	$ 580,65
6.07	Matriz de desague con tubería PVC d=50 mm	m	54,00	$ 4,60	$ 248,40
6.08	Sistema de bombeo de presión constante para agua potable	u	1,00	$ 5.175,00	$ 5.175,00
6.09	Redes de agua potable fría, caliente y gas (materiales termofusión)	u	1,00	$ 13.600,00	$ 13.600,00
6.10	Cajas de revisión	u	25,00	$ 188,31	$ 4.707,81
6.11	Tablero de distribución de 8 puestos	u	6,00	$ 156,00	$ 936,00
6.12	Sum.-Inst. de Transformador de 10 kwa	u	1,00	$ 13.500,00	$ 13.500,00
6.13	Sum.-Inst. de generador a diesel		1,00	$ 18.000,00	$ 18.000,00
6.14	Sum.-Inst. de transferencia automatica	u	2,00	$ 9.600,00	$ 19.200,00
6.15	Punto de iluminación con cable THHN flex # 12 y tubería EMT 1/2" (luminarias con inst a tierra)	punt	73,00	$ 27,60	$ 2.014,80
6.16	L+amparas fluorecentes cielo razo con difusor de aluminio anodizado 18 CELDAS T-8 3X32W, 1.20X060 M	punt	73,00	$ 78,00	$ 5.694,00
6.17	Punto de tomacorriente Polarizado	punt	133,00	$ 28,50	$ 3.790,50
6.18	Punto para unidad dental , 110V/1000W	punt	2,00	$ 72,30	$ 144,60
6.20	Punto de datos	punt	27,00	$ 67,30	$ 1.817,10
6.21	Sum Inst. Aire Acondicionado tipo Split decorativo 18.000 BTUH	u	10,00	$ 1.150,00	$ 11.500,00
6.23	Punto de TV	punt	14,00	$ 24,50	$ 343,00
6.24	Punto telefónico	punt	14,00	$ 21,38	$ 299,32
6.25	Sum Inst. canal TOL GALV H=15CM, A=15CM DESARR. 60 CM	ml	203,76	$ 17,00	$ 3.463,92
6.26	Bajante de agua llevia de cadena	ml	44,41	$ 8,50	$ 377,49
				Sub-total 6 :	**$114.903,59**

7. Acabados		Unid.	Cant.	P. Unitario	P. Total
7.01	Puertas Principales de 2,40 m de ancho	m2	47,52	$ 365,00	$17.344,80
7.02	Puertas Interiores 1.2 m de ancho	m2	129,36	$ 315,00	$ 40.748,40
7.03	Sum. Inst. de Cerraduras	u	49,00	$ 42,60	$ 2.087,40
7.04	Sum.-Inst. de ventana de madera	m2	106,14	$ 156,30	$ 16.589,68
7.05	Cubierta tipo pérgola	m2	525,20	$ 125,00	$ 65.650,00
7.06	Cubierta de teja asfáltica, incluye barrera de vapor y tablero de madera MDF 3 cm	m2	1.235,00	$ 75,00	$ 92.625,00
7.07	Enttramado de caña para cubierta sobre plancha de policarbonato	m2	525,20	$ 25,70	$ 13.497,64
7.08	Sum.-Inst. de piso con pintura epóxica para la circulacion	m2	554,77	$ 22,00	$ 12.204,94

7.09	Sum.-Inst. de piso de vinil para el área de emregencia	m2	219,25	$ 52,00	$ 11.401,00
7.10	Sum.-Inst. de piso de porcelanato	m2	878,62	$ 35,00	$ 30.751,70
7.11	Ceramica de piso en baños	m2	58,00	$ 33,20	$ 1.925,60
7.12	Cerámica de paredes en baños.	m2	44,00	$ 32,60	$ 1.434,40
7.13	Duelas de Madera color claro para piso de Auditorio	m2	61,30	$ 52,30	$ 3.205,99
7.14	Pavimento para vía acceso Vehicular y de Ambulancia, hormigón de 300 Kg/cm2	m2	606,94	$ 189,30	$ 114.893,74
7.15	Mueble bajo de madera y meson de granito	m	27,00	$ 420,00	$ 11.340,00
7.16	Closets interiores	m	8,00	$ 380,00	$ 3.040,00
7.17	Lavadero de acero inoxidable sobreponer de 1 pozo, 34X45X25 CM	u	4,00	$ 340,00	$ 1.360,00
7.18	Accesorios de baño	u	15,00	$ 58,00	$ 870,00
7.19	Extractor de olores	u	15,00	$ 85,00	$ 1.275,00
7.20	Rejilla	u	25,00	$ 35,00	$ 875,00
7.21	Fregadero de cocina	u	1,00	$ 250,00	$ 250,00
7.22	Ducha de baño	u	2,00	$ 250,00	$ 500,00
7.23	Señatética informativa (SEGÚN NORMATIZACIÓN MSP)	global	1,00	$ 2.850,00	$ 2.850,00
7.24	PIintura elastomérica exterior	m2	755,00	$ 6,25	$ 4.718,75
7.25	Limpieza de obra	global	1,00	$ 1.350,00	$ 1.350,00
				Sub-total 7:	**$452.789,04**

7. Acabados		**Unid.**	**Cant.**	**P. Unitario**	**P. Total**
8.02	Paisajismo	global	1,00	$12.500,00	$12.500,00
				Sub-total 7:	**$12.500,00**

Subtotal	**$1.008.329,49**
IVA 15%	**$151.249,42**
Total	**$1.159.578,91**

Son : Un Millón ciento cincuenta y nueve mil quinientos setenta y ocho con 91/100 Dólares Americanos

MARCELA TAPIA

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Marcela Patricia Tapia Peralta portador de la cédula de ciudadanía N.º 0105782874. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "Propuesta de anteproyecto arquitectónico de un subcentro de salud tipo B mediante sistemas constructivos de caña guadúa" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 27 de octubre de 2026



F: ……..

Marcela Patricia Tapia Peralta

0105782874