

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Arquitectura**

Viviendas Prototipo para Personas Damnificadas por Inundaciones en la Aldea Punta Brava, Municipio de Los Amates, Izabal.



Proyecto Desarrollado Por:
Kevin Alexander Rodriguez Paz
Para optar al título de: Arquitecto en el grado académico de Licenciatura.

Guatemala, Agosto de 2025.

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Arquitectura**

**Viviendas Prototipo para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los Amates, Izabal.**

Proyecto Desarrollado por:
Kevin Alexander Rodriguez Paz
Para optar al título de: **Arquitecto en el grado académico de Licenciatura**

Guatemala, Agosto de 2025.

Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del Tema, en el Análisis y Conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Junta Directiva

Decano	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Vocal II	MSc. Licda. Ilma Judith Prado Duque
Vocal III	Arqta. Mayra Jeanett Díaz Barrillas
Vocal IV	Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola
Vocal V	Br. Laura del Carmen Berganza Pérez
Secretario	M.A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría

Tribunal Examinador

Decano	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Secretario	M.A. Arq. Juan Fernando Arriola Alegría
Asesor	Arq. Israel López Mota
Asesor	Arq. Al Moshe Asturias Romero
Asesor	Arq. Ronald José Guerra Palma

Agradecimientos

☐ A Dios:

Por darme la vida, la salud y la sabiduría para culminar esta etapa.

☐ A mi familia:

Por su amor y apoyo incondicional, por ser un ejemplo de perseverancia y superación y por inculcarme valores indispensables en mi vida. Agradezco especialmente a mi madre Maria Isabel Paz, su ayuda y amor me han motivado en todo momento, es mi mayor ejemplo de vida.

☐ A mis asesores:

Por guiarme con su conocimiento, sin su apoyo no hubiera sido posible.

☐ A la Universidad San Carlos de Guatemala:

Por abrirme la puerta para formarme profesionalmente y poder cumplir mis metas.

☐ A la Facultad de Arquitectura:

Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme en la profesión que me apasiona.

☐ A mis amigos:

A los que conocí durante la carrera, por brindarme su apoyo y cariño en cada etapa. A los que he conocido en el transcurso de mi vida, por creer en mí, por sus muestras de cariño y especialmente por estar en todo momento a pesar de las adversidades.

☐ A quienes ya no están † :

A mi abuelita Zoila, mis tíos Rafael y Silvia, mi tía Blanca, mis amigos Kevin y Melvin, a mis profesores, amigos y demás familia, sus recuerdos y su ejemplo siempre estarán presentes en mi vida.

☐ A la comunidad de Punta Brava:

Por su colaboración en el desarrollo de este proyecto.

Índice

Introducción.....	Pág. 17
Perfil del Proyecto – Capítulo 1.....	Pág. 18
1.1 Antecedentes.....	Pág. 19
1.2 Identificación del problema.....	Pág. 20
1.3 Justificación.....	Pág. 21
1.4 Delimitación.....	Pág. 23
1.5 Objetivos.....	Pág. 25
1.5.1 Objetivo general.....	Pág. 25
1.5.2 Objetivos específicos.....	Pág. 25
1.6 Metodología.....	Pág. 26
Marco Teórico – Capítulo 2.....	Pág. 27
2.1 Teorías de la arquitectura.....	Pág. 28
2.1.1 La arquitectura vernácula tropical.....	Pág. 28
2.1.2 La arquitectura sostenible.....	Pág. 28
2.1.3 Referentes.....	Pág. 30
Norman Foster.....	Pág. 30
Shigeru Ban.....	Pág. 31
Lucila Aguilar.....	Pág. 32
2.1.4 Características que se aplicarán en el proyecto.....	Pág. 34
2.2 Historia de la Arquitectura.....	Pág. 35
2.2.1 Arquitectura vernácula tropical.....	Pág. 35
2.2.2 Arquitectura sostenible.....	Pág. 36
2.3 Teorías y conceptos sobre el tema de estudio.....	Pág. 38
2.3.1 Teorías.....	Pág. 38
Guía para incrementar la resiliencia de viviendas contra huracanes.....	Pág. 38
El bambú.....	Pág. 41

ISO 22156-2021- Estructuras de bambú.....	Pág.56
Modularidad.....	Pág.58
2.3.2 Conceptos.....	Pág. 60
2.4 Casos de estudio	Pág. 62
2.4.1 Crece tu casa–Lucila Aguilar–México.....	Pág. 62
2.4.2 Casa Kirinda-Shigeru Ban, Kirinda, Sri Lanka.....	Pág. 64
2.4.3 Viviendas Villa Verde, Alejandro Aravena.....	Pág. 66
Referente Contextual – Capítulo 3.....	Pág. 68
3.1 Contexto social.....	Pág. 69
3.1.1 Organización ciudadana.....	Pág. 69
3.1.2 Poblacional.....	Pág. 72
Tasa de natalidad.....	Pág. 73
Vulnerabilidad social.....	Pág. 74
3.1.3 Cultura.....	Pág. 75
Historia.....	Pág. 75
Identidad.....	Pág. 76
3.1.4 Legal.....	Pág. 77
3.2 Contexto económico.....	Pág. 81
3.2.1 Agricultura.....	Pág. 81
3.2.2 Comercio	Pág. 81
3.2.3 Turismo	Pág. 81
3.2.4 Construcción y carpintería.....	Pág. 82
3.2.5 Bambú	Pág. 82
3.2.6 Producción pecuaria	Pág. 82
3.2.7 Empleo y pobreza	Pág. 82
3.3 Contexto Ambiental	Pág. 83
3.3.1 Análisis macro	Pág. 83
Paisaje natural	Pág. 83
Recursos hídricos	Pág. 84

Zonas de riesgo por inundaciones del río y el lago	Pág. 85
Proyección climática	Pág. 86
Contaminación	Pág. 87
Paisaje construido	Pág. 88
Estructura urbana	Pág. 91
Infraestructura	Pág. 92
Movilidad y vialidad	Pág. 93
Vialidad	Pág. 94
3.3.2 Selección del terreno	Pág. 95
Radios de influencia	Pág. 96
3.3.3 Análisis micro	Pág. 97
Análisis de sitio	Pág. 98
Idea – Capítulo 4	Pág. 99
4.1 Programa arquitectónico	Pág. 100
4.1.1 Programas de necesidades	Pág. 100
4.1.2 Cuadro de ordenamiento de datos A	Pág. 101
4.1.2 Cuadro de ordenamiento de datos B	Pág. 102
4.2 Premisas de Diseño	Pág. 103
4.2.1 Premisas ambientales	Pág. 103
4.2.2 Premisas funcionales	Pág. 104
4.2.3 Premisas tecnológicas	Pág. 105
4.2.4 Premisas morfológicas	Pág. 105
4.2.5 Premisas constructivas	Pág. 106
4.3 Fundamentación Conceptual	Pág. 107
4.3.1 Análisis de Viabilidad del Proyecto	Pág. 110
Viabilidad financiera	Pág. 110
Viabilidad social	Pág. 110
Viabilidad ambiental.....	Pág. 111
4.3.2 Diagramación	Pág. 112

Matriz de relaciones tipo A	Pág. 112
Matriz de relaciones tipo B	Pág. 112
Diagrama de relaciones tipo A	Pág. 113
Diagrama de relaciones tipo B	Pág. 114
Diagrama de relaciones ponderadas tipo A	Pág. 115
Diagrama de relaciones ponderadas tipo B	Pág. 116
Diagrama de bloques tipo A	Pág. 117
Diagrama de bloques tipo B	Pág. 118
4.3.3 Bocetos	Pág. 119
4.3.4 Autoconstrucción asistida	Pág. 120
Proyecto – Vivienda Tipo A – Capítulo 5.1	Pág. 121
5.1.1 Presentación arquitectónica	Pág. 122
Plano de conjunto	Pág. 122
Planos de arquitectura	Pág. 123
Plano de elevaciones	Pág. 127
Plano de secciones	Pág. 129
Renders	Pág. 131
Exteriores	Pág. 131
Interiores	Pág. 133
5.1.2 Presupuestos	Pág. 137
5.1.3 Cronogramas	Pág. 140
Proyecto – Vivienda Tipo B – Capítulo 5.2	Pág. 142
5.2.1 Presentación arquitectónica	Pág. 143
Plano de conjunto	Pág. 143
Planos de arquitectura	Pág. 144
Plano de elevaciones	Pág. 146
Plano de secciones	Pág. 148
Renders	Pág. 150
Exteriores	Pág. 150

Interiores	Pág. 153
5.2.2 Presupuesto	Pág. 155
5.2.3 Cronograma	Pág. 157
Manual – Capítulo 6	Pág. 158
6.1 Herramientas básicas	Pág. 159
6.2 Detalles constructivos	Pág. 160
6.3 Mantenimiento	Pág. 167
 Conclusiones	 Pág. 168
Recomendaciones	Pág. 169
Bibliografía	Pág. 170
Anexos	Pág. 174

Índice de Gráficas

Figura 1 Ubicación del área de estudio.....	Pág.23
Figura 2 Mapas municipales de amenazas de inundaciones.....	Pág.24
Figura 3 ODS 6, 11 y 13.....	Pág.29
Figura 4 South Beach	Pág.31
Figura 5 South Beach	Pág.31
Figura 6 Catedral de Papel	Pág.32
Figura 7 Catedral de Papel	Pág.32
Figura 8 Crece tu Casa	Pág.33
Figura 9 Crece tu Casa	Pág.33
Figura 10 Escuela flotante en Makoko	Pág.36
Figura 11 Hitos de construcción sostenible	Pág.37
Figura 12 Residencia Sharma Springs	Pág.37
Figura 13 Ubicación de la vivienda	Pág. 38
Figura 14 Ubicación de la vivienda	Pág. 38
Figura 15 Geometría y volumen de la vivienda	Pág. 38
Figura 16 Geometría y volumen de la vivienda	Pág. 38
Figura 17 Geometría y volumen de la vivienda	Pág. 38
Figura 18 Cimentación	Pág. 39
Figura 19 Cimentación	Pág. 39
Figura 20 Reforzar uniones	Pág. 39
Figura 21 Reforzar uniones	Pág. 39
Figura 22 Cubiertas.....	Pág. 40
Figura 23 Cubiertas.....	Pág. 40
Figura 24 Cubiertas.....	Pág. 40
Figura 25 Cubiertas.....	Pág. 40
Figura 26 Cubiertas.....	Pág. 40
Figura 27 Cubiertas.....	Pág. 40

Figura 28	Cubiertas.....	Pág. 40
Figura 29	Estructura del bambú.....	Pág. 43
Figura 30	Industria alimenticia.....	Pág. 44
Figura 31	Industria de pulpa y papel.....	Pág. 45
Figura 32	Industria farmacéutica.....	Pág. 45
Figura 33	Industria de muebles.....	Pág. 45
Figura 34	Industria de la construcción.....	Pág. 46
Figura 35	Recomendaciones para el buen uso del bambú.....	Pág. 46
Figura 36	Recomendaciones para el buen uso del bambú.....	Pág. 47
Figura 37	Vinagrado.....	Pág. 48
Figura 38	Otros métodos tradicionales.....	Pág. 48
Figura 39	Preservación tradicional.....	Pág. 49
Figura 40	Método Boucherie.....	Pág. 50
Figura 41	Ecurrido y secado.....	Pág. 50
Figura 42	Secado solar.....	Pág. 51
Figura 43	Métodos alternativos de secado.....	Pág. 51
Figura 44	Corte boca de pescado.....	Pág. 52
Figura 45	Corte pico de flauta.....	Pág. 52
Figura 46	Pernos con dos bambúes.....	Pág. 52
Figura 47	Uniones con pernos.....	Pág. 53
Figura 48	Uniones con pernos.....	Pág. 54
Figura 49	Uniones longitudinales.....	Pág. 54
Figura 50	Uniones con pernos.....	Pág. 55
Figura 51	Relleno con mortero.....	Pág. 55
Figura 52	Plantas de arquitectura.....	Pág. 62
Figura 53	Vista lateral.....	Pág. 62
Figura 54	Detalles.....	Pág. 63
Figura 55	Fotos interiores	Pág. 63
Figura 56	Planos	Pág. 64
Figura 57	Foto frontal	Pág. 64

Figura 58 Bloques	Pág. 65
Figura 59 Fotos interiores y exteriores	Pág. 65
Figura 60 Planos.....	Pág. 66
Figura 61 Foto frontal.....	Pág. 66
Figura 62 Estructura.....	Pág. 67
Figura 63 Fotos interiores y exteriores.....	Pág. 67
Figura 64 Logo del COCODE	Pág. 70
Figura 65 Escuela	Pág. 70
Figura 66 Instituto Puente	Pág. 71
Figura 67 Instituto Puente	Pág. 71
Figura 68 Tasa de natalidad 1960-2020	Pág. 73
Figura 69 Zona de riesgo por factores económicos y de inundaciones.....	Pág. 74
Figura 70 Iglesia local	Pág. 75
Figura 71 Palo encebado	Pág. 75
Figura 72 Campo de Punta Brava	Pág. 76
Figura 73 Tamales amarrados en su hoja	Pág. 76
Figura 74 Apoyo de columnas de bambú en sobrecimiento.....	Pág. 79
Figura 75 Uniones en panel de bambú	Pág. 80
Figura 76 Recubrimiento de paredes	Pág. 80
Figura 77 Cultivo	Pág. 81
Figura 78 Comercio	Pág. 81
Figura 79 Lago de Izabal	Pág. 81
Figura 80 Construcción en proceso	Pág. 82
Figura 81 Cultivo de bambú	Pág. 82
Figura 82 Producción pecuaria	Pág. 82
Figura 83 Montañas	Pág. 83
Figura 84 Fauna	Pág. 83
Figura 85 Lago de Izabal	Pág. 84
Figura 86 Río de Punta Brava	Pág. 84

Figura 87 Tanque de almacenamiento.....	Pág. 84
Figura 88 Zona de riesgo por inundaciones	Pág. 85
Figura 89 Calle de acceso a la playa	Pág. 85
Figura 90 Puente y río de Punta Brava.....	Pág. 85
Figura 91 Calle frente al Instituto Puente.....	Pág. 85
Figura 92 Punta Brava, Ciclón Julia.....	Pág. 86
Figura 93 Proyección de precipitación pluvial.....	Pág. 86
Figura 94 Contaminación del río.....	Pág. 87
Figura 95 Contaminación respiratoria del establo	Pág. 87
Figura 96 Viviendas de Punta Brava.....	Pág. 88
Figura 97 Instituto Puente.....	Pág. 88
Figura 98 Farmacia	Pág. 89
Figura 99 Hotel	Pág. 89
Figura 100 Tienda.....	Pág. 89
Figura 101 Cementerio.....	Pág. 89
Figura 102 Establo.....	Pág. 90
Figura 103 Equipamiento de servicios básicos.....	Pág. 91
Figura 104 Alumbrado público	Pág. 92
Figura 105 Tanque de agua	Pág. 92
Figura 106 Sistema de tratamiento de drenajes.....	Pág. 92
Figura 107 Torre de internet y cable	Pág. 92
Figura 108 Puente.....	Pág. 93
Figura 109 Calle vehicular.....	Pág. 93
Figura 110 Calle peatonal.....	Pág. 93
Figura 111 Calle de acceso a Punta Brava	Pág. 93
Figura 112 Vialidad de Punta Brava	Pág. 94
Figura 113 Terreno seleccionado.....	Pág. 95
Figura 114 Radio de influencia.....	Pág. 96
Figura 115 Análisis de sitio	Pág. 97

Figura 116 Área seleccionada.....	Pág. 98
Figura 117 Vista aérea.....	Pág. 98
Figura 118 Calle de ingreso.....	Pág. 98
Figura 119 Fotografías del terreno seleccionado	Pág. 98
Figura 120 Iglesia.....	Pág. 98
Figura 121 Cancha de fútbol	Pág. 98
Figura 122 Vista de área verde.....	Pág. 98
Figura 123 Arquitectura vernácula tropical	Pág. 107
Figura 124 Arquitectura sostenible	Pág. 107
Figura 125 Guía para incrementar la resiliencia de viviendas contra huracanes.....	Pág. 107
Figura 126 Crece tu Casa.....	Pág. 108
Figura 127 Casa Kirinda.....	Pág. 108
Figura 128 Villa Verde.....	Pág. 108
Figura 129 Contexto del lugar.....	Pág. 108
Figura 130 Arquitectura participativa.....	Pág. 109
Figura 131 Resiliencia comunitaria.....	Pág. 109
Figura 132 Matriz de relaciones vivienda tipo A	Pág. 112
Figura 133 Matriz de relaciones vivienda tipo B.....	Pág. 112
Figura 134 Diagrama de relaciones vivienda tipo A	Pág. 113
Figura 135 Diagrama de relaciones vivienda tipo B.....	Pág. 114
Figura 136 Diagrama de relaciones ponderadas vivienda tipo A.....	Pág. 115
Figura 137 Diagrama de relaciones ponderadas vivienda tipo B.....	Pág. 116
Figura 138 Diagrama de bloques vivienda tipo A fase 1	Pág. 117
Figura 139 Diagrama de bloques vivienda tipo A fase 2.....	Pág. 117
Figura 140 Diagrama de bloques vivienda tipo A fase 3.....	Pág. 118
Figura 141 Diagrama de bloques vivienda tipo B.....	Pág. 118
Figura 142 Bocetos.....	Pág. 119

Índice de Tablas

Tabla 1. Contenido de la Investigación.....	Pág. 26
Tabla 2. Ambientes y Áreas	Pág. 62
Tabla 3. Ventajas y Desventajas	Pág. 63
Tabla 4. Ambientes y Áreas	Pág. 64
Tabla 5. Ventajas y Desventajas.....	Pág. 65
Tabla 6. Ambientes y Áreas	Pág. 66
Tabla 7. Ventajas y Desventajas.....	Pág. 67
Tabla 8. Comisiones y Jerarquía del COCODE	Pág. 69
Tabla 9. Pobladoras Mujeres de Punta Brava	Pág. 72
Tabla 10. Pobladores Hombres de Punta Brava	Pág. 72
Tabla 11. Límites de Fisuras del Bambú	Pág. 78
Tabla 12. Tipo de Cerramiento en Muros	Pág. 90
Tabla 13. Tipo de Cerramiento en Techos	Pág. 90
Tabla 14. Programa de Necesidades Vivienda Tipo A	Pág. 100
Tabla 15. Programa de Necesidades Vivienda Tipo B	Pág. 100
Tabla 16. Ordenamiento de Datos Vivienda Tipo A.....	Pág. 101
Tabla 17. Ordenamiento de Datos Vivienda Tipo B.....	Pág. 102
Tabla 18. Premisas Ambientales	Pág. 103
Tabla 19. Premisas Funcionales.....	Pág. 104
Tabla 20. Premisas Tecnológicas y Morfológicas.....	Pág. 105
Tabla 21. Premisas Constructivas	Pág. 106
Tabla 22. FODA Viabilidad Financiera.....	Pág. 110
Tabla 23. FODA Viabilidad Social.....	Pág. 110
Tabla 24. FODA Viabilidad Ambiental.....	Pág. 111

Tabla 25. Esquema de Autoconstrucción Asistida.....	Pág. 120
Tabla 26. Herramientas Básicas de Construcción.....	Pág. 159
Tabla 27. Herramientas Básicas de Mantenimiento	Pág. 167

Introducción

Los recursos hídricos de Punta Brava forman parte del atractivo natural que impulsa el turismo nacional e internacional. Sin embargo, durante la temporada de invierno representan un riesgo para los habitantes de la región. En los últimos cinco años (2020-2024), el lago de Izabal y el río de Punta Brava se han desbordado en tres ocasiones a causa de tormentas tropicales y huracanes, provocando daños en las viviendas y, en algunos casos, pérdidas totales.

En 2020, el COCODE de Punta Brava inició un plan de reforestación con bambú de la especie *Asper*, reconocido por sus propiedades físico-mecánicas que lo hacen ideal para la construcción. El objetivo de esta iniciativa es disponer de un material local y sostenible para la reconstrucción de viviendas afectadas por las inundaciones.

Las *Viviendas Prototipo para Personas Damnificadas por Inundaciones* servirán como guía para que los habitantes de Punta Brava puedan reconstruir sus casas sobre pilotes. Estas viviendas están diseñadas para facilitar la autoconstrucción con herramientas básicas, rapidez constructiva y el uso de materiales locales y sostenibles, siguiendo buenas prácticas y normativas internacionales para la construcción con bambú.

Los dos primeros modelos se construirán en un terreno público con el apoyo de una asociación internacional y funcionarán como refugio para familias que pierdan sus hogares, brindándoles un espacio seguro durante las inundaciones mientras se reconstruyen sus viviendas.

La recopilación de la información se realizará mediante un método mixto de investigación, integrando datos cualitativos y cuantitativos obtenidos de diversas fuentes. Con esta información, se interpretarán los datos por medio de cuadros, mapas y gráficos. Finalmente, se llevará a cabo una investigación aplicada que vincule la teoría con el desarrollo del producto para un óptimo resultado en el diseño de las viviendas.

Una adecuada planificación en la construcción de las viviendas contribuirá significativamente a reducir los impactos ocasionados por las inundaciones.

PERFIL DEL PROYECTO

Capítulo 1

1.1 Antecedentes

En noviembre del año 2020 Guatemala enfrentó una emergencia causada por las inundaciones que dejaron a su paso las tormentas Eta e Iota. En total, según los datos oficiales de la Coordinadora para la Reducción de Desastres (CONRED), 60 personas fallecieron, 30 resultaron heridas y se reportaron 100 personas desaparecidas. Además, las lluvias y posteriores inundaciones dejaron a 2 millones 423 mil personas afectadas y 1 millón 782 mil damnificadas en toda Guatemala.¹

Ante la emergencia por las tormentas tropicales, la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), con el apoyo de la Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente (SOSEP), cubrieron 156 albergues temporales que se habilitaron ante la emergencia de las tormentas en los departamentos de Alta Verapaz, Izabal, Chiquimula y Zacapa, donde albergaron a 13,083 personas de las cuales 1,535 no pudieron regresar a sus comunidades de origen por la pérdida total de sus viviendas. De estos 156 albergues temporales, 67 pertenecen a Izabal, 22 al Municipio de Los Amates y ninguno de ellos se encuentra en la aldea Punta Brava.²

El 14 de noviembre de 2020, el COE Departamental de Izabal reportó casi 90,000 personas afectadas; 10,444 personas evacuadas y 4,500 personas en 64 albergues; 8 personas fallecidas; y 11,000 viviendas dañadas. En diciembre aún persistía el desbordamiento de los ríos Motagua, Cahaboncito y sus afluentes principales, provocando inundaciones de las comunidades de El Estor (casco urbano y lado sur del lago), Livingston, Morales (121 comunidades incomunicadas) y Los Amates con inaccesibilidad en las vías.³

En un informe de la Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) del 09 al 11 de octubre de 2022 se reportaron los daños causados por el Ciclón Tropical Julia donde el departamento de Izabal reportó la mayor cantidad de inundaciones de todo el país. Según datos del equipo humanitario de Izabal, más de 6,000 personas fueron afectadas y aproximadamente 3,600 personas fueron trasladadas hacia albergues temporales en Puerto Barrios, Morales, Los Amates, y El Estor.⁴

A raíz de esta situación, el COCODE de Punta Brava solicita formalmente el proyecto que se realizará en un terreno público de 294.16m², situado a un costado de la carretera de ingreso a la aldea, con coordenadas 15°29'05.2"N 89°01'09.3"W

1. Natiana Gándara y Juan Manuel Vega, Eta e Iota: las imágenes del antes y después del paso de las tormentas de 2020, *Prensa Libre*, última modificación 5 de noviembre de 2021. <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/eta-e-iota-las-imagenes-del-antes-y-despues-del-paso-de-las-tormentas-de-2020/>

2. Tormenta Eta / Iota Guatemala, *OIM ONU MIGRACIÓN*, consultado el 24 de enero del 2025. <https://infounitnca.iom.int/respuestas-a-emergencias/desastres-naturales/tormenta-eta-iota-guatemala/>

3. Plan de Acción Guatemala-Respuesta Eta e Iota diciembre 2020, *OCHA*, última modificación el 16 de diciembre de 2020. <https://www.unocha.org/publications/report/guatemala/plan-de-acci-n-guatemala-respuesta-etaiota-diciembre-2020>

4. Miguel Barrientos, Imágenes: lluvias de las últimas horas causa inundaciones en Izabal, *Prensa Libre*, última modificación el 9 de octubre de 2020. <https://www.prensalibre.com/ciudades/izabal/imagenes-lluvia-de-las-ultimas-horas-causa-inundaciones-en-izabal-breaking/>

1.2 Identificación del Problema

El COCODE de la aldea Punta Brava ha registrado 23 viviendas afectadas por las inundaciones ocasionadas por las tormentas Eta e Iota en noviembre de 2020 y 25 viviendas afectadas por las inundaciones del Ciclón Tropical Julia en octubre de 2022, debido a las intensas lluvias que han provocado el desbordamiento del río de Punta Brava y el lago de Izabal. Se informó en la localidad que el caudal de agua en las zonas inundadas sobrepasó los 60cm de altura y en ambas inundaciones, por lo menos 3 familias tuvieron que reconstruir sus viviendas completamente y otras presentaron daños en muebles y aparatos eléctricos.⁵ De acuerdo con datos proporcionados por "Prensa Comunitaria Km 169" durante la tormenta tropical Julia 25 familias de Punta Brava fueron evacuadas y alojadas temporalmente con vecinos de la comunidad.⁶ De acuerdo con los datos obtenidos en campo el 90% de viviendas se construyen sin planificación, además, el 25% de las viviendas están construidas con materiales perecederos como el bambú amarillo, palos de madera y techo de palma y más del 90% de viviendas se encuentran construidas a nivel del suelo natural lo cual las vuelve vulnerables durante las inundaciones.

La falta de planificación ha causado más problemas como la contaminación del río y el lago con aguas residuales, la falta de confort en algunas viviendas que carecen de buena ventilación natural y el problema de las cocinas con leña que no tienen chimenea, se estima que al menos 2.1 millones de familias usan leña para cocinar y al menos el 60% de ellas no tiene chimenea para la extracción de humo, lo cual causa infecciones de oído, cataratas y, sobre todo, enfermedades respiratorias.⁷

Con el fin de solventar estos problemas, se propone diseñar 2 viviendas prototipo que servirán como albergue temporal de familias afectadas por las inundaciones. La comunidad participará en la construcción de las viviendas para que sirvan como fuente de información para que cada familia pueda construir su propia vivienda con materiales de la localidad.

El tema principal es "Viviendas Prototipo para Personas Damnificadas por Inundaciones en la Aldea Punta Brava, Municipio de Los Amates, Izabal" y el subtema es "Vivienda social para Familias damnificadas por inundaciones".

El objeto de estudio es una vivienda tipo A económica, para 10 personas, con 3 fases de construcción modulares y una vivienda tipo B más económica que la tipo A, para 6 personas, que contenga una sola fase de construcción.

5. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

6. Prensa Comunitaria Km 169, "En la aldea Punta Brava, en los Amates, Izabal, fueron evacuadas 25 familias que se albergaron con vecinos de la localidad. Las lluvias continúan en el lugar", X, 9 de octubre de 2022, <https://x.com/PrensaComunitar/status/1579232116214497281>

7. Brenda Martínez y Andrea Orozco, "El asesino de la cocina", Prensa Libre, última modificación el 15 de diciembre de 2013. <https://www.prensalibre.com/guatemala/titulo-articulo-edicion-impres-0-1048095205/#:~:text=En%20Guatemala%2C%20al%20menos%202.1,%2C%20sobre%20todo%2C%20enfermedades%20respiratorias>.

1.3 Justificación

El artículo 39 y 23 de la Constitución Política de la República de Guatemala establece que toda persona tiene derecho a un hogar y no puede ser privada de él arbitrariamente y establece que toda propiedad privada es inviolable. En 2012 el Congreso de la República de Guatemala aprobó la “Ley de Vivienda” que establece que todas las familias guatemaltecas tienen derecho a una vivienda digna, salubre y adecuada, como derecho humano fundamental, cuyo ejercicio el Estado debe garantizar.⁸

El Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial (PDM-OT) Los Amates 2019-2032, en el capítulo V establece el Modelo de Desarrollo Territorial Futuro que tiene un enfoque en un municipio seguro, resiliente, ordenado, e incluyente, económicamente dinámico basado en un gobierno transparente que asegura servicios públicos eficientes y de calidad; y garantiza el bienestar integral de los ciudadanos desde criterios de desarrollo sostenible y sustentable. También establece la organización territorial futura considerando como aspecto fundamental la gestión de riesgo para disminuir estratégicamente la vulnerabilidad del municipio a las inundaciones.⁹

De acuerdo con Hábitat para la Humanidad y según datos recopilados por organismos gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil, se estima que en Guatemala al menos el 40% de la población no cuenta con una vivienda digna. Ese déficit habitacional no se traduce solamente en una falta de techo, sino que también abarca problemas relacionados con la calidad, accesibilidad, el hacinamiento, la carencia de servicios básicos como agua potable y saneamiento, la precariedad de las condiciones de habitabilidad y seguridad de las viviendas existentes.¹⁰ El proyecto resolverá los problemas de inseguridad de las viviendas por las inundaciones, calidad, hacinamiento y carencia de servicios básicos, con un enfoque en sostenible y resiliente.

Ambas viviendas estarán construidas sobre pilotes a 1.50 m del nivel del suelo natural, se utilizará concreto en las zapatas y los pilotes, el resto de la vivienda se construirá con bambú. Construir sobre pilotes minimizará los daños de las inundaciones y en caso de presentar daños en la estructura de bambú podrán reconstruir con el mismo material que se obtendrá de forma gratuita de la plantación comunitaria. Cada vivienda contará con separación de aguas grises y aguas negras con el fin de disminuir la contaminación del agua y contarán con un sistema de tratamiento dentro del terreno para evitar que se siga contaminando el río y el lago. Para reducir las enfermedades causadas por el humo, la cocina de leña estará integrada en el proyecto con el fin de asegurar que cada familia disponga de una estufa eficiente con chimenea.

8. *Ley de Vivienda*, Artículo 2, Organismo Judicial de Guatemala, Congreso de la República de Guatemala (2012). <http://ww2.oj.gob.gt/es/queesoj/estructuraoj/unidadesadministrativas/centroanalisisdocumentacionjudicial/cds/cds%20de%20leyes/2012/pdfs/decretos/d09-2012.pdf>

9. Concejo Municipal de Los Amates, Izabal y Segeplan. *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, Municipio de Los Amates, Izabal 2019 - 2032*. (Guatemala, s. n, 2018). https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/08/1805_PDM_OT_Los_Amates.pdf

10. Foro de Vivienda en Guatemala, *Hábitat por la Humanidad*, consultado el 25 de enero de 2025. <https://www.habitat.org/lac-es/newsroom/2023/foro-de-vivienda-guatemala>

El proyecto no solo resuelve los problemas de seguridad, vivienda digna, de contaminación de agua y de enfermedades causadas por el humo, sino también promueve el desarrollo sostenible de la comunidad, puesto que el COCODE tiene un plan de reforestación de dos hectáreas de bambú pertenecientes a la especie Asper, en el año 2022 se sembraron 200 plantas en un terreno comunitario y se estima que cada hectárea de bambú puede capturar 60 toneladas de CO₂ al año según datos del ingeniero de operaciones de Plantas de Energía NOMAC. Los materiales locales, principalmente el bambú, serán excelentes aliados para construir de forma sostenible, reduciendo significativamente el impacto ambiental de las viviendas, además tendrá un alto beneficio económico para cada familia que desee replicar las viviendas en sus terrenos, puesto que disponen de la plantación, se prevé que el bambú sembrado en 2022 estará disponible en el año 2030 para uso gratuito de la comunidad, el COCODE será el encargado de hacer un buen uso de la plantación y la distribución del material para la construcción.

El anteproyecto y presupuesto aproximado brindará la posibilidad al COCODE de conseguir financiamiento con la asociación DALBERG que está interesada en construir los primeros dos prototipos de viviendas. Con el fin de despertar interés, se presentará a la comunidad los dos diseños, el modelo tipo A, al ser modular, podrá ajustarse a las necesidades de cada familia y el área de sus terrenos, mientras que el modelo tipo B será una solución para familias de escasos recursos que sólo podrán disponer del bambú y otros materiales locales.

Sin el anteproyecto del objeto de estudio no será posible conseguir fondos y planificar el uso adecuado de la plantación de bambú para la construcción de las viviendas de cada familia.

1.4 Delimitación

Temporal

Se estima que el anteproyecto se realizará en un periodo de 6 meses y el tiempo de vida útil de las viviendas será de 50 años, tomando en cuenta el crecimiento poblacional basado en la tasa de natalidad y la durabilidad de los materiales.

Geográfica

El área de estudio es la Aldea Punta Brava ubicada en el municipio de Los Amates, Departamento de Izabal. El radio de influencia del proyecto es de 600m.

Demanda a Atender

El proyecto se centra en 356 personas entre mujeres y hombres de 0 a 100 años, pertenecientes a la aldea Punta Brava.

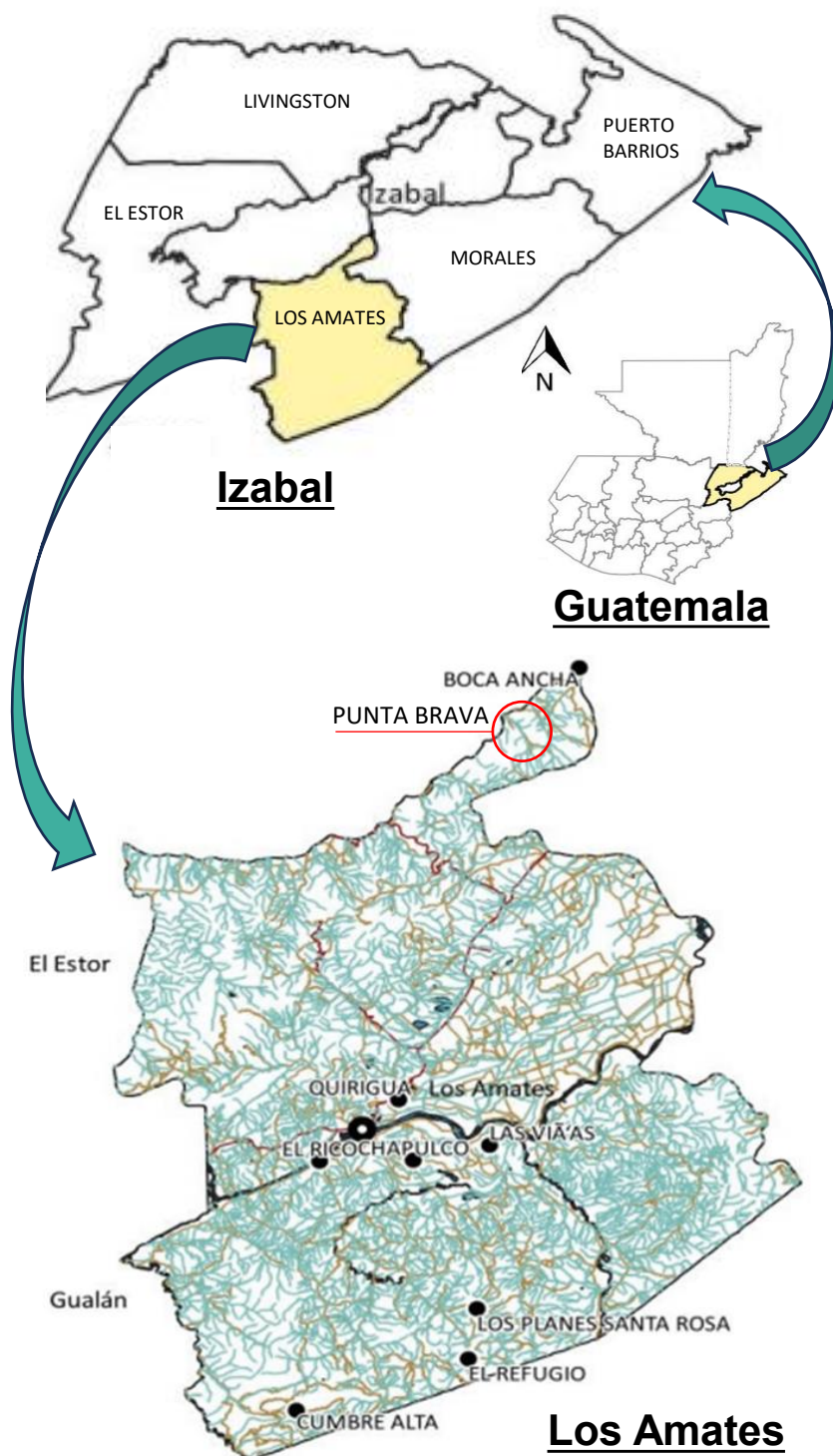


Figura 01 Ubicación del área de estudio, (Segeplan, 2018).

Fuente: https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/08/1805_PDM_OT_Los_Amates.pdf

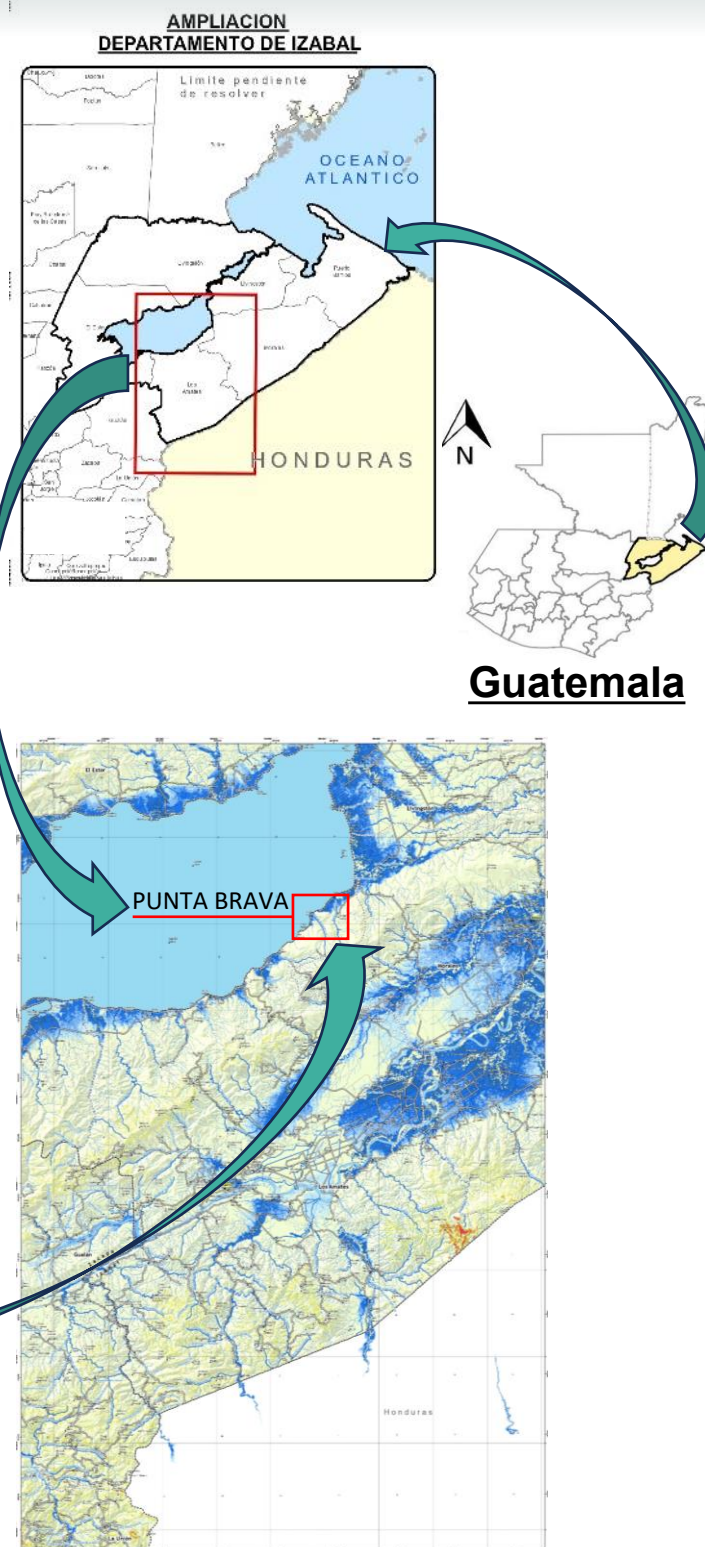
1.4 Delimitación

Riesgo de Inundación

Los mapas de CONRED del 2015 sobre el riesgo de inundación en la aldea Punta Brava, municipio de Los Amates, departamento de Izabal, indican que el la amenaza va de media a muy alta, siendo el principal riesgo el Lago de Izabal y el Río de Punta Brava. .



Punta Brava



Los Amates

Figura 02 Mapas municipales de amenaza de inundaciones, (CONRED, 2015).

Fuente: https://conred.gob.gt/mapas/municipales_ameindes/IZABAL/LOS%20AMATES/IZABAL%201805.pdf

1.5.1 Objetivo General

- **Diseñar un anteproyecto arquitectónico para dos viviendas elevadas sobre pilotes de concreto y construidas con estructura de bambú como solución adaptativa frente al riesgo de inundaciones en zonas vulnerables.**

1.5.2 Objetivos Específicos

- Aplicar principios de la arquitectura vernácula tropical sostenible en el diseño de las viviendas, incorporando materiales locales de bajo impacto ambiental y estrategias pasivas de ventilación, orientación y protección solar, adaptadas al clima y cultura local.
- Diseñar las viviendas con técnicas accesibles para la autoconstrucción, utilizando herramientas básicas como llaves, barreno, alicate, martillo, nivel, sierra de mano, entre otras, con el objetivo de reducir costos y fomentar la apropiación del proyecto en la comunidad.
- Elaborar un manual ilustrado con dibujos isométricos y secuencia constructiva, dirigido a personas sin formación técnica, a fin de facilitar la comprensión y ejecución del proceso constructivo.
- Desarrollar un presupuesto detallado de construcción, que incluya desgloses de materiales, mano de obra y tiempos estimados de ejecución por cada fase constructiva, permitiendo evaluar la viabilidad económica y escalabilidad del proyecto en contextos de alta vulnerabilidad social.

1.6 Metodología

1.6.1 Marco teórico – fase 1

Según el método mixto de investigación se recopilará toda la información cuantitativa y cualitativa por medio de fuentes de consulta como libros, documentales, artículos de internet, documentos, revistas, reglamentos y la información recopilada por el COCODE de la aldea Punta Brava.

Se utilizará el método de investigación empírica para adquirir conocimiento a través de la observación de casos reales.

1.6.2 Marco contextual – fase 2

En esta etapa se procesará la información obtenida durante la fase 1 y se llevará a cabo un análisis macro del sitio y un análisis micro, utilizando técnicas como la investigación de campo y entrevistas.

Con la información recabada de la fase 1 y 2 se hará un análisis e interpretación de datos por medio de cuadros de resumen, mapas y gráficos.

1.6.3 Propuesta – fase 3

Se utilizará el método de investigación aplicada, se hará un enlace entre la teoría y el producto para aplicar todos los datos de la investigación en el diseño de los dos prototipos de vivienda, el manual constructivo y el presupuesto.

Tabla 1. Contenido de la Investigación		
Fase 1	Fase 2	Fase 3
Marco teórico	Marco contextual	Propuesta
•Conceptos y definiciones •Teoría de la arquitectura •Referentes •Historia •Teorías y Conceptos del tema de estudio •Casos de estudio	•Contexto Social •Contexto Económico •Contexto Ambiental •Reglamentos •Análisis Urbano •Análisis de sitio	•Programa de necesidades •Programa arquitectónico •Matrices y diagramas •Premisas de diseño •Propuesta arquitectónica •Elaboración del manual •Presupuesto

Fuente: elaboración propia.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 2

2.1 Teorías de la Arquitectura

Definición: Arquitectura Vernácula Tropical Sostenible

2.1.1 La arquitectura vernácula tropical: la arquitectura vernácula, también conocida como arquitectura sin arquitectos intenta romper con nuestros estrechos conceptos del arte de la construcción introduciendo el mundo de la arquitectura sin pedigrí ubicada en los trópicos. La arquitectura vernácula no está sujeta a las modas. Es casi inmutable, de hecho, inmejorable, ya que cumple su propósito a la perfección. Por lo general, el origen de las formas y métodos de construcción autóctonos se pierden con el tiempo, los pocos que se conservan es porque se han enseñado de generación en generación.

Con el auge de la construcción amigable con el medio ambiente y el diseño ecológico, la arquitectura vernácula tropical se ha convertido en fuente de inspiración y aprendizaje para arquitectos y otros profesionales por sus características.¹¹

Características:

- Alero largo y corredores perimetrales: para proteger la fachada del sol y la lluvia
- Materiales regionales
- Durabilidad y versatilidad
- Identidad: adaptación al contexto.
- Mimetismo: la arquitectura se funde con el entorno natural
- Caída libre y caño abierto: para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales
- Diseño pasivo de control ambiental ¹²

2.1.2 La Arquitectura sostenible: desde que surgió el concepto de “construcción ecológica” en los años 60 y 70, la arquitectura sostenible se ha convertido en una de las tendencias arquitectónicas de más rápido crecimiento en el mundo ecológico hoy en día.

La premisa detrás de la arquitectura sostenible consiste en emplear únicamente técnicas y materiales respetuosos con el medio ambiente durante el proceso de construcción, considerar las circunstancias del sitio, incorporarlas al diseño siempre que sea posible, y procurar minimizar el impacto negativo de los edificios mediante el consumo eficiente de energía y el espacio de desarrollo. También significa utilizar materiales que minimicen la huella ambiental de la estructura, ya sea debido a procesos de fabricación que requieren mucha energía o largas distancias de transporte.

11. Bernard Rudofsky, *Architecture without architects, an introduction to nonpedigreed architecture*, (1964, New York, Estados Unidos) Pág. 12, https://www.moma.org/documents/moma_catalogue_3459_300062280.pdf

12. Bruno Stagno e Instituto de Arquitectura Tropical, *Arquitectura y Sincretismo Ambiental*, (México, Simposium Identidad y Arquitectura, 1992). <https://www.estudiovida.com/wp-content/uploads/2018/12/Bruno-Stagno-1992-Arquitectura-y-Sincretismo-Ambiental.pdf>

Características:

- Eficiencia Energética
- Conservación de Recursos
- Diseño Adaptativo y Flexible
- Integración con el Entorno
- Calidad del Espacio Interior
- Durabilidad y Facilidad de Mantenimiento
- Participación y Educación¹³

Los arquitectos y constructores sostenibles deben considerar en sus diseños la implementación de sistemas amigables con el medio ambiente desde un enfoque integral, para esto desde 2015 se establecieron los ODS como una guía sobre los desafíos globales, dentro de los que se encuentran el cambio climático. Al adoptar los ODS como guía los profesionales pueden contribuir significativamente al cambio positivo para que la arquitectura minimice el impacto ambiental. ODS aplicables en proyectos de arquitectura:

El acceso al agua potable, el saneamiento y la higiene representan la necesidad humana más básica para el cuidado de la salud y el bienestar. Entre las medidas necesarias para garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible de aquí al año 2030 se encuentran las inversiones en infraestructuras e instalaciones de saneamiento, la protección y el restablecimiento de los ecosistemas relacionados con el agua, así como la educación en materia de higiene. Además, la mejora del uso eficiente de los recursos hídricos es una de las claves para reducir el estrés hídrico.

El Objetivo 11 pretende lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Desde la implementación de los ODS en 2015 se han realizado grandes progresos y, a día de hoy, el número de países con estrategias nacionales y locales de reducción del riesgo de catástrofes se ha duplicado.

Con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático evoluciona a un ritmo mucho más rápido de lo previsto. Sus efectos pueden provocar fenómenos meteorológicos extremos y cambiantes, así como la subida del nivel del mar. El período comprendido entre 2010 y 2019 fue la década más calurosa que se haya registrado y trajo consigo incendios forestales, huracanes, sequías, inundaciones y otros desastres naturales. Para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, las emisiones ya deberían estar disminuyendo y necesitan reducirse casi a la mitad para 2030.¹⁴



Figura 03 ODS 6, 11 y 13, (Naciones Unidas, 2015)

Fuente: <https://www.un.org>

13. Astrid Quinceno Peláez, “¿Qué es la arquitectura sostenible y cómo impacta en el diseño de un futuro mejor?”, *Alcaldía de Medellín*, 18 de mayo del 2023, <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/que-es-la-arquitectura-sostenible-y-como-impacta-en-el-diseno-de-un-futuro-mejor/>

14. Objetivos de Desarrollo Sostenible, *Naciones Unidas*, última modificación 2023. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

2.1.3 Referentes:

Norman Foster

Norman Foster nació en Manchester en 1935. Estudió Arquitectura y Urbanismo en la Universidad de Manchester. Después de licenciarse en 1961, fue premiado con la Henry Fellowship (Beca Henry) para la Universidad de Yale donde realizó un Máster de Arquitectura.

En 1967 Norman y Wendy Foster fundaron Foster Associates en el salón de estar de su piso de dos habitaciones. Entre 1967 y 1971 emplearon entre 10 y 20 personas.

Norman Foster trabajó con R. Buckminster Fuller en una serie de proyectos entre 1968 y 1983. 25 años más tarde, en 1992, Foster Associates pasó a ser Sir Norman Foster y Compañía (Sir Norman Foster & Partners), una empresa internacional cuyo trabajo ha recibido, desde sus comienzos, más de 60 galardones y distinciones por su buen hacer y ha ganado 14 concursos internacionales sobre construcciones. Actualmente, tiene oficinas en Berlín, Frankfurt, Hong Kong, Nimes y Tokio, y una plantilla de 180 arquitectos, diseñadores, constructores de maquetas y sus respectivos equipos.

En 1983, Norman Foster recibió la Real Medalla de Oro de Arquitectura y en 1991 recibió el premio Mies Van de Rohe de arquitectura europea, la Medalla de Oro de la Academia Francesa de Arquitectura y el nombramiento de doctor "Honoris Causa" por el Royal College of Art (Real Escuela del Arte) de Londres y más recientemente, el Arnold W. Brunner Memorial Prize de la Academia de Artes y Letras de Nueva York.

Norman Foster es miembro del Royal Institute of British Architects, miembro de la Royal Academy of Arts de Londres; miembro de honor del Bund Deutscher Architekten; miembro de la Academia Internacional de Arquitectos, Sofía; consejero del Royal College of Art (Real Escuela de Arte); tiene el título de Doctor Honoris Causa por las Universidades de Bath, East Anglia y Humberside y posee el galardón de la Fundación Japonesa de Diseño y el Kunst-preis otorgado por la Academie der Kunst de Berlín. Ha sido vicepresidente de la Architectural Association de Londres y es miembro del consejo de educación y profesor examinador del Royal Institute of British Architects.

Obra - South Beach

El desarrollo de South Beach cubre una manzana entera entre la Marina y el Distrito Cívico en el centro de la ciudad de Singapur. El nuevo barrio urbano de uso mixto y eficiencia energética cuenta con lugares para vivir y trabajar como tiendas, cafés, restaurantes, un hotel y espacios públicos.

Dos pares de torres interconectadas se encuentran hacia el norte y el sur del sitio, conectadas por la columna verde: las torres del sur están divididas entre un hotel y apartamentos, mientras que las torres del norte contienen oficinas. Sus fachadas tienen un arco suave que continúa el lenguaje de la cubierta ondulada que se encuentra abajo: tienen un ángulo para capturar los vientos predominantes y dirigir el flujo de aire para enfriar los espacios al nivel del suelo.

El proyecto tiene como objetivo lograr la calificación Platino de Green Mark a través de una ¹⁵

15. South Beach, Foster + Partners, última modificación enero de 2018.
<https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach>

serie de estrategias ambientales que incluyen la captación de agua de lluvia. El proyecto reinterpreta el ideal de Singapur de la "ciudad en un jardín" en forma de rascacielos, las torres se cruzan con jardines de cielo densamente plantados con impresionantes vistas de la ciudad y el Distrito Central de Negocios.

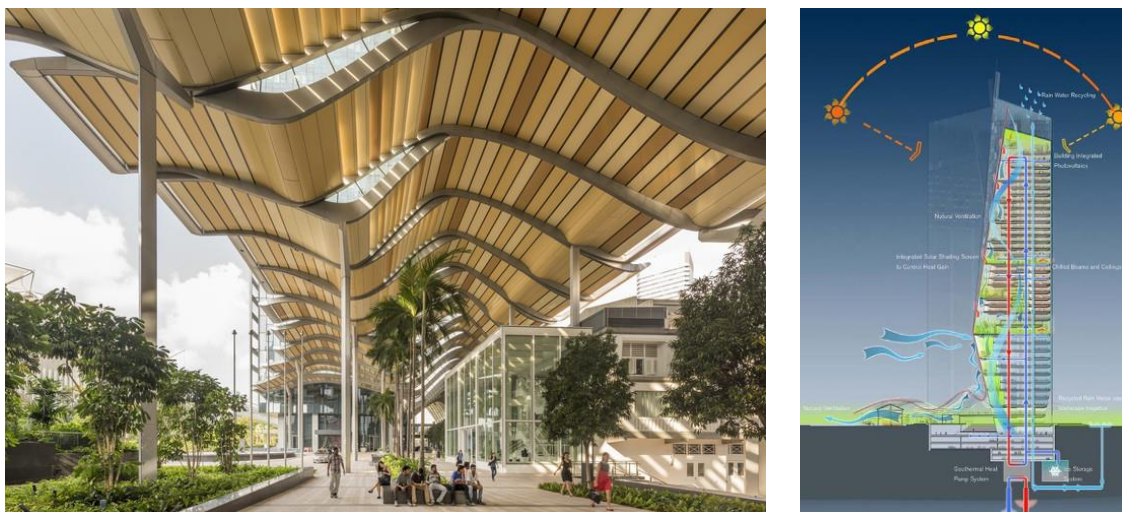


Figura 04 y 05 South Beach, (Nigel Young, 2016)

Fuente: <https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach>.

Shigeru Ban

El uso de materiales no convencionales y su particular concepción de la arquitectura basada en la eliminación de los límites entre el interior y el exterior son características de su obra.

En todas estas obras están presentes sus famosos “tubos de cartón” o de bambú, material ligero, resistente y flexible con el que Shigeru Ban ha creado a lo largo de su carrera numerosas estructuras.

El arquitecto japonés Shigeru Ban, conocido por sus diseños modernos y espaciosos y su trabajo humanitario, ganador del Premio Pritzker de Arquitectura, el máximo galardón de la disciplina. También es reconocido por sus diseños livianos y económicos como el del museo Centro Pompidou en Metz, en Francia, que tiene un techo blanco ondulado apoyado en celosías de madera.

“Shigeru Ban es una fuerza de la naturaleza, una expresión enteramente apropiada a la luz de su trabajo voluntario, con la gente sin hogar y en áreas devastadas por los desastres naturales”, dijo en un comunicado el presidente del jurado del premio, Peter Palumbo.

Ban, quien ha dicho que ha sido muy influenciado por la simplicidad y eficiencia de la carpintería japonesa, ha dedicado muchos de sus diseños a tareas de ayuda, incluyendo refugios para personas desplazadas por conflictos y desastres.

En un mundo lleno de nombres llamativos, cifras de gran formato y proyectos caprichosos, el arquitecto japonés Shigeru Ban recuerda que se pueden llevar a cabo propuestas respetuosas con el medio ambiente.¹⁶

16. El papel más grande de Shigeru Ban: una catedral. *Reto Kommerling*. Última modificación 21 de mayo de 2015 <https://retokommerling.com/el-papel-mas-grande-de-shigeru-ban-una-catedral/>

Obra – Catedral de Papel

Shigeru Ban se caracteriza por un sin fin de particularidades que lo diferencian de muchos otros arquitectos de la constelación; sin embargo, puede que su respuesta inmediata a la llamada tras las catástrofes sea la más interesante, y el recurso del papel, la segunda.

En este caso, fue un terremoto en febrero de 2011 el que azotó a la ciudad de Christchurch en Nueva Zelanda. Con este nombre era de esperar que no quisieran pasar sin su catedral, muy dañada por la catástrofe y recurrieran a Ban para la construcción de un espacio temporal que permitiera continuar con el funcionamiento de la iglesia. La estructura es sencilla, a base de contenedores de 6 metros y tubos de papel de la misma longitud. Éstos últimos fueron tratados para resistir el agua y retardar la llama, práctica en la que el arquitecto es un experto, pues viene trabajando con estructuras de papel desde los 80.¹⁷



Figura 06 y 07 Catedral de Papel, (Barbara Porada, 2013)

Fuente: <https://www.archdaily.cl/cl/02-244321/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda>

Lucila Aguilar

Lucila Aguilar de la Lama es arquitecta por la Universidad Iberoamericana (CDMX) y socia fundadora de Lucila Aguilar Arquitectos. Persigue la integración del diseño artístico de calidad y el desarrollo sostenible, temas sobre los que se ha formado en instituciones como Chicago Art Institute, RISD, ICP (NY) y Bamboo U (Bali). Ha colaborado en los despachos de Alberto Kalach (CDMX) y Emilio Ambasz .

Lucila Aguilar Arquitectos es un despacho de arquitectura en la Ciudad de México que busca redefinir los espacios con formas más sostenibles de ser, vivir y relacionarse.

Su visión es que los arquitectos tienen la oportunidad de proyectar sueños y transformar su entorno en espacios inspiradores. Desde este conocimiento, persiguen proyectos que siembren una conciencia social y ecológica desde la que se pueda reconocer como parte orgánica del planeta.¹⁸

17. El papel más grande de Shigeru Ban: una catedral. *Reto Kommerling*. Última modificación 21 de mayo de 2015 <https://retokommerling.com/el-papel-mas-grande-de-shigeru-ban-una-catedral/>

18. Lucila Aguilar. Crece tu Casa. *Lucila Aguilar*. Consultado el 24 de mayo de 2024. <https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>.

En 2021 la firma fue seleccionada como una de las ganadoras del Architecture MasterPrize en la categoría de “Educational Buildings”, con el proyecto “Crece tu Escuela” que es un proyecto hecho de la mano con la Comunidad Unión Mexicana en Chiapas, en el cual se mejoró las condiciones de la escuela para que los niños y niñas tuvieran salones para tomar sus clases, un aula de cómputo y espacios al aire libre para aprender y divertirse. Para el diseño y construcción de ese proyecto colaboraron con las familias que componen la comunidad, que se involucraron en todas las fases.

En 2022 obtuvieron el segundo lugar en los World Design Awards con el proyecto “Crece tu casa”, un modelo de vivienda social que combina algunas técnicas y colores tradicionales mexicanos con una estructura modular ligera, resistente y sustentable hecha de bambú. ¹³

Obra – Crece tu Casa

Crece tu casa es una propuesta de Vivienda Social Sustentable que busca ser una inspiración y un catalizador de cambio al proponer un esquema que fomente la conciencia social y ambiental, a la vez que genere bienestar en sus habitantes y comunidades, rescatando la esencia de la arquitectura tradicional mexicana, de sus pueblos mágicos, aportando belleza, color, alegría y espacios amplios que le dan dignidad a aquellos que la habitan.

Por medio de un modelo replicable, modular, adaptable, fácil de construir y accesible, se propone promover la transferencia de tecnologías e impulsar la economía local, mejorar la calidad de vida y el equilibrio con el contexto natural y cultural de las comunidades. Se busca hacer viable el proyecto para que se adapte a diferentes climas, circunstancias y a los materiales accesibles en la zona donde se vaya a construir, mientras se conserva el concepto constructivo sustentable del bambú. Para esto se plantean diferentes sistemas de muro, que son bahareque, bloques de tierra compactada, paja y pamacon.

Con proyectos como este se puede proporcionar a las comunidades no sólo la oportunidad de tener una vivienda digna sino de aprender el proceso constructivo y el tratamiento del bambú para que ellos mismos puedan después cultivarlo para tener un material de construcción prácticamente gratuito y, como dice el nombre del proyecto, crecer su casa según sus necesidades y posibilidades. ¹⁹



Figura 08 y 09 Crece tu Casa, (Lucila Aguilar, 2021)

Fuente: <https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>.

19. Lucila Aguilar. Crece tu Casa. Lucila Aguilar. Consultado el 24 de mayo de 2024. <https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>.

2.1.4 Características que se aplicarán en el proyecto

Obra South Beach de Norman Foster:

- Diseño pasivo
- Máximo nivel sostenible
- Máximo nivel bioclimático
- Autosuficiente en energía y agua
- Reutilización de los desechos

Obra Catedral de Papel de Shigeru Ban:

- Espacialidad
- Caída libre
- Respuesta a las catástrofes
- Uso de materiales reciclables o naturales
- Proyecto económico
- Integración con la naturaleza

Obra Crece tu Casa de Lucila Aguilar

- Uso de Bambú
- Adaptación a la comunidad
- Proyecto modular
- Facilidad de construcción
- Materiales de la zona
- Vivienda económica
- Manual constructivo sencillo

2.2 Historia de la Arquitectura en Estudio

2.2.1 Arquitectura vernácula tropical

Se puede encuadrar a los primeros asentamientos neolíticos y muchos prehistóricos dentro de lo que hoy llamamos arquitectura vernácula. Las grandes casas mesolíticas del norte de Inglaterra se parecen muchos a los ejemplos de arquitectura vernácula de varios países. Se puede decir que las primeras construcciones vernáculas se hicieron en Medio Oriente en lo que hoy es Irak o Paquistán. Estas construcciones se hicieron a partir de un conocimiento empírico y tomaron materiales del lugar. Para conocer a ciencia cierta la historia de la arquitectura vernácula habría que remontarse a los primeros grupos pastoriles de la historia que terminaron siendo sedentarios, se excluye de esta clasificación a quienes habitaban cavernas y refugios naturales.²⁰

El origen de la arquitectura vernácula está en las poblaciones autóctonas a modo de solución constructiva a las necesidades de habitar.

Si bien los orígenes hay que buscarlos en cada país, la arquitectura vernácula puede haber comenzado con las grandes construcciones megalíticas. Se trata de viviendas gigantescas para más de 20 personas que se hicieron en el norte de Europa cuando el hombre se volvió sedentario. El hombre cuando dejó las cavernas, construyó grandes casas de paja y ramas (similares a la de la arquitectura vernácula actual) para albergar familiares y elementos para su subsistencia.

Los primeros asentamientos humanos provistos de arquitectura vernácula son Çatal Höyük en Anatolia y Mohenjo Daro, en el subcontinente indio (en la actualidad Pakistán). Luego los indígenas continuaron esta práctica durante milenios, en algunas regiones hasta nuestros días.

Como concepto, el término vernáculo se usó comúnmente en el siglo XIX, en una época en que los poderes coloniales occidentales exploraban los nuevos mundos que se descubrían. A veces se usa como un término peyorativo, sugiriendo algo que puede ser pintoresco, pero es derivado y no ha sido diseñado correctamente por un profesional.

Durante el primer cuarto del siglo XX, arquitectos de alto perfil como Adolf Loos, Frank Lloyd Wright y Le Corbusier comenzaron a exaltar las virtudes de la arquitectura vernácula. Pero fue hasta 1964, cuando una exitosa exposición de Bernard Rudofsky llamada "Arquitectura sin Arquitectos" popularizó esta forma.

Los arquitectos en la actualidad tratan de realizar diseños más sustentables. La utilización exacerbada de equipos de calefacción y refrigeración ha obligado a buscar nuevas alternativas para los proyectos arquitectónicos.

20. Arquitectura Vernácula, *Arkiplus*, consultado el 27 de junio del 2024 <https://www.arkiplus.com/arquitectura-vernacula>

La arquitectura contemporánea viene utilizando la madera como material clave y sustentable, pero también otros materiales importantes como el bambú, adobe, piedra y techos de paja. El diseño solar pasivo, el uso de materiales naturales locales, las técnicas de emplazamiento y elevación de la obra rústica se copia de la arquitectura vernácula. De ésta manera la construcción queda integrada con el entorno perfectamente y no desentona pareciendo un objeto que nada tiene que ver o que viene a invadir la zona.²¹



Figura 10 Escuela flotante en Makoko, (Juan Sánchez, 2024)

Fuente: <https://arquitecturapura.com/5284/vernacula/>

2.2.2 Arquitectura sostenible

A principio de los años setenta comienzan a vislumbrarse las consecuencias ambientales de la llamada Sociedad Industrial que empiezan a plantear reflexiones sobre el Medio Ambiente y los recursos disponibles. El primer informe del Club de Roma de 1971 sobre los límites del crecimiento ya planteaba dudas sobre la viabilidad del crecimiento económico a nivel mundial. Es en este contexto cuando aparece el término “ecodesarrollo” que nunca llegó a encajar realmente en los círculos económicos convencionales aunque contribuyó al aumento de la conciencia social. Con la crisis del petróleo de 1973 se empieza a plantear la necesidad del ahorro energético, al tiempo que comienzan las críticas hacia la denominada sociedad de “usar y tirar”.

Durante estos años palabras como ecología o medioambiente se encuentran presentes en todos los ámbitos y es en los ochenta cuando surge el uso del concepto de “Desarrollo sostenible” aparecido dentro del marco de las Naciones Unidas y actualmente referente obligatorio en todas las políticas de desarrollo económico. Este término planteó, dentro del Informe Brundland “Nuestro futuro común” en el año 1987, “satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. Es decir, se propone la viabilidad de un desarrollo con condiciones que permita a las generaciones futuras disponer de recursos para su desarrollo futuro.

21 Juan Sánchez, Arquitectura Vernácula, *Arquitectura Pura*, última modificación 13 de febrero de 2024.
<https://arquitecturapura.com/5284/vernacula/>

Desde entonces y a lo largo de los años noventa y principios del siglo actual se han realizado esfuerzos notables en todos los campos con experimentación en el uso de energías alternativas, nuevos materiales, esfuerzos en inversión y aumento de la eficiencia energética a todos los niveles, todo ello mediante la generación de documentos y normativas específicas que han permitido identificar los temas fundamentales y cómo abordarlos. Especial mención merece la denominada Carta de Aalborg, resultado de la Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles realizada en 1994 en Dinamarca, o el Protocolo de Kioto, resultado del Convenio sobre el cambio climático del año 1997.

Durante la denominada Cumbre de la Tierra de Río, los líderes mundiales adoptaron el Programa 21, con planes de acción específicos para lograr el desarrollo sostenible en los planos nacional, regional e internacional. Esto fue seguido en 2002 por la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, que aprobó el Plan de Aplicación de Johannesburgo. El Plan de Aplicación se basó en los progresos realizados y las lecciones aprendidas desde la Cumbre de la Tierra, y prevé un enfoque más específico, con medidas concretas y metas cuantificables y con plazos y metas.

Actualmente, la investigación en nuevas tecnologías y la aplicación de nuevos materiales, está asomándose al sector con resultados que invitan al optimismo. Los nuevos procesos de prefabricación basados en el diseño BIM y la impresión 3D, que prometen ser revolucionarios. Arquitectos consagrados como Shigeru Ban, Wang Shu y precursores como César Manrique, han abierto caminos y son ahora referente para las nuevas generaciones. Sin duda, el futuro de la arquitectura sostenible pasa por la democratización de las soluciones tecnológicas, así como por la concienciación de la sociedad.²²



Figura 11 Hitos de construcción sostenible, (Construmatica 2009)

Fuente: https://www.construmatica.com/construmatica/Construcci%C3%B3n_Sostenible: Historia



Figura 12 Residencia Sharma Springs, (Ibuku, 2013)

Fuente: <https://ibuku.com/project/sharma-spring-ibuku/>

22. La Arquitectura Sostenible como Filosofía, ¿Hacia dónde camina?, *AGI Architects*, Acceso 27 de Junio del 2024. <https://www.agi-architects.com/blog/la-arquitectura-sostenible-como-filosofia-hacia-donde-camina/>

2.3 Teorías y Conceptos Sobre el Tema de Estudio

2.3.1 Teorías

Guía para incrementar la resiliencia de viviendas contra huracanes: Hábitat para la Humanidad explica de forma sencilla las soluciones importantes para prevenir el impacto de huracanes y generar resiliencia en los sistemas de vivienda. Esa capacidad de resiliencia permite a los seres humanos salir adelante y luchar en momentos de adversidad. La guía está elaborada de forma que profesionales del campo de la construcción, así como el público general puedan comprenderla.

Ubicación de la vivienda. Antes de construir, es importante analizar donde se va a construir. El lugar debe ser seguro ante las inclemencias del tiempo.

Construir la vivienda lejos de masas de agua y del mar para evitar inundaciones



Figura 13 Ubicación de la vivienda, (Habitat for Humanity 2018)

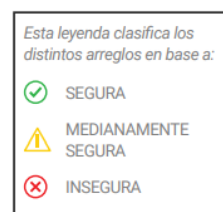
Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

Construir en la cima de un monte, expone la vivienda al viento.



Figura 14 Ubicación de la vivienda, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.



Geometría y volumen de la vivienda. La forma es importante para la resistencia a vientos huracanados.



Figura 15, 16 y 17 Geometría y volumen de la vivienda, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

Cuadrada

Esta es la mejor configuración porque permite que el viento circule fácilmente.

Rectangular

En caso de ser rectangular, el largo no debe exceder más de 3 veces el ancho.

Forma 'L'

De usar otras formas, las esquinas deben estar reforzadas correctamente.²³

23. Habitat for Humanity, *Guía para Incrementar la Resiliencia de Viviendas Contra Huracanes*, (s. l.: s. n., 2018), 2, <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

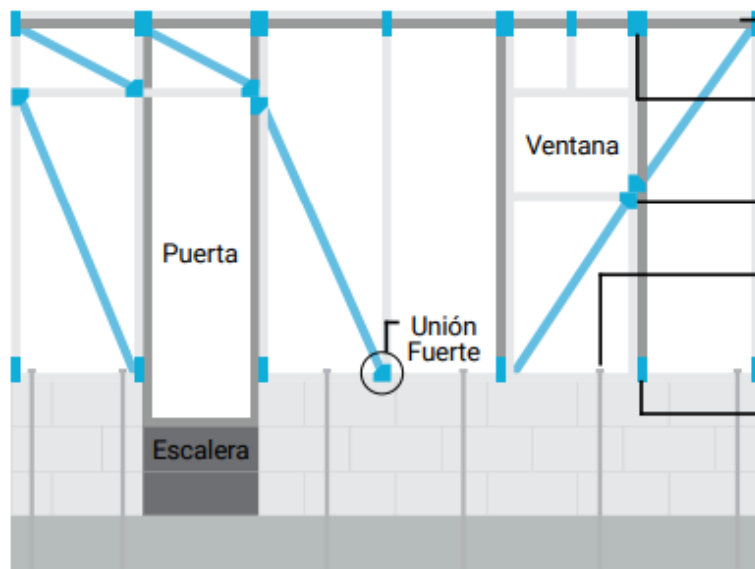


Figura 18 y 19 Cimentación, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

La cimentación tiene que ser del tamaño correcto para resistir la fuerza del viento. Si es pesada y esta bien conectada a lo largo de la cimentación, y a las paredes, será mucho más difícil que el viento pueda volcar la vivienda

¡Cuidado con las inundaciones! Construir la vivienda sobre una plataforma más alta que el nivel histórico de otras inundaciones.



- Viga de amarre doble
- Pie derecho doble en las aperturas
- Arriostrar a puntos fuertes
- Viga de amarre doble fijada a la cimentación con tuercas y arandelas
- Unión fuerte en cada pie derecho

Figura 20 Reforzar uniones, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.



Las uniones deben reforzarse con clavos inclinados o con grapas de fijación contra huracanes. Las grapas que van por debajo de la viga de amarre son las más resistentes.



De tener varillas, usar tuercas y arandelas para unir la viga de amarre a la cimentación cada 80 cm.



De no tener varillas, usar grapas de fijación contra huracanes para unir la viga de amarre a la cimentación ²⁴

Figura 21 Reforzar uniones, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

24. Habitat for Humanity, *Guía para Incrementar la Resiliencia de Viviendas Contra Huracanes*, (s. l.: s. n., 2020), 2 y 3, <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.



La cubierta a cuatro aguas es la forma más resistente y aerodinámica



La cubierta a dos aguas es un poco mejor.



La cubierta a una agua es la forma menos resistente.

Figura 22 Cubiertas, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.



Figura 23, 24, 25 y 26 Cubiertas, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

El mejor ángulo de techo es de 30 grados ya que es más fácil para el viento levantar los techos planos.

El alero debe ser corto para que el viento no lo levante, pero suficientemente largo para proteger la vivienda de la lluvia.

Reforzar el techo uniendo las cerchas con acero, esto asegura que las uniones sean fuertes.

Reforzar las paredes diagonalmente para asegurar mayor estabilidad.

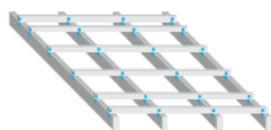


Figura 27 y 28 Cubiertas, (Habitat for Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

Espacio entre correas

Dejar menos espacio entre correas en los bordes para reforzar el techo. Al reforzar los bordes, es más difícil que el viento levante el techo.

Precaución contra la lluvia

1. Sobreponer al menos 2 ondas.
2. Clavar en la parte alta de la onda para proteger la vivienda de la lluvia.
3. Usar clavos estriados con sombrero y arandela y doblar los clavos para hacer más oposición al viento.²⁵

25. Habitat for Humanity, *Guía para Incrementar la Resiliencia de Viviendas Contra Huracanes*, (s. l.: s. n., 2020), 3 y 4, <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>.

El bambú

Los bambúes son un elemento común en el continente americano, ha sido la planta más extensamente utilizada en Asia en el transcurso de los siglos, y actualmente con la ayuda de los avances tecnológicos se han mejorado los usos que se le dan al mismo.

Por su alta resistencia a la tensión, disponibilidad, fácil de trabajar, relativo bajo costo y una buena relación entre resistencia y peso; lo hacen apto como sustituto de otros materiales y métodos de construcción. Otros usos similares los comprenden las artesanías y mueblería.

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica; las hay de pocos centímetros y tallos herbáceos hasta bambúes de 30 metros de altura y tallos leñosos de 30 cm. de diámetro, tales dimensiones pueden alcanzarlas en un periodo de dos meses y son capaces de llegar a la madurez en un año; por lo que se les denomina plantas de rápido crecimiento. Debido a su naturaleza especializada y a su floración infrecuente, se le ha dado mucha importancia a estructuras morfológicas.¹⁷

Origen y distribución geográfica

Su historia se remonta al comienzo de la civilización en el Asia, todos los continentes a excepción de Europa y la región Euro-Asiática poseen especies nativas de bambú. En el mundo existe un total de 90 géneros y 1100 especies, que se distribuyen desde los 51º de latitud Norte (Japón) hasta los 47º de latitud Sur (Chile) y desde el nivel del mar hasta los 4300 metros de altura reportada en los Andes ecuatoriales en la formación conocida como Páramo. Los bambúes prefieren los hábitats húmedos de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales aunque algunos crecen en hábitats secos. En América, existen 41 géneros y 451 especies, casi la mitad de la diversidad mundial, los cuales se distribuyen desde los Estados Unidos, a lo largo y ancho de Centro y Suramérica, en las Islas del Caribe, hasta el sur de Chile.

Ecología

Precipitación pluvial

Se desarrolla en zonas con precipitación anual de 6,350 mm como máximo y 762 mm como mínimo. Se reporta en un rango de 1,300 a 5,000 mm como la zona óptima para su desarrollo.

Temperatura

La mayoría de las especies se desarrollan bien en temperaturas que varían de 9°C a 36°C; aunque se han reportado bambúes creciendo en climas con nieves perpetuas.

Humedad relativa

La mayoría de los bambúes se desarrollan en ambientes con humedad relativa entre 70 y 90 %.²⁶

26. Inga. Ericka Johanna Cano Díaz, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, (Guatemala, noviembre de 2012).

Altitud

Para Latinoamérica se ha reportado crecimiento de especies en la cordillera andina a 4,500 msnm.; además crecimiento de algunas especies a la orilla de las playas en el Caribe, en la zona asiática se han encontrado bambúes en el Himalaya a 3,500 msnm. Y en las playas de Oceanía.

Suelos

Los suelos que más favorecen el desarrollo de la guadua son los arenolimosos, francos, francos-arenosos, franco - limosos. Los perfiles de suelos ideales son los que presentan texturas gruesas y medias. Suelos pesados o arcillosos no son buenos para el desarrollo de la planta. En suelos ricos en materia orgánica, con buenos drenajes, húmedos pero no inundables. La mayoría de los bambúes se encuentran en suelos derivados de cenizas volcánicas, con un porcentaje bajo de saturación de bases, pobres en Fósforo y mediano en Potasio.

Clasificación

A pesar de que el bambú ha sido explotado por el hombre de muchas maneras, aún se desconocen muchos de sus aspectos botánicos. La mayoría de las especies en América poseen los tallos lisos y generalmente huecos, con paredes relativamente delgadas y rigidizadas transversalmente por tabiques o nudos. Debido a su floración poco frecuente (30, 60 y hasta más de 100 años) es difícil clasificarlo como las demás plantas basándose en las características de sus flores y frutos.

El bambú está clasificado botánicamente como Bambusoide perteneciente a la familia de las Gramíneas, a dicha familia también pertenecen el maíz, la cebada, el trigo, el arroz, entre otros. El bambusoide a su vez está formado por dos grandes grupos; las gramíneas bambusoides herbáceas o bambúes herbáceos y las gramíneas bambusoides leñosas o arborescentes. Clasificado éste último como parte de las plantas leñosas por las características de sus tallos.

Morfología

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica; las hay de pocos centímetros y tallos herbáceos hasta bambúes de 30 metros de altura y tallos leñosos. Debido a su naturaleza especializada y a su floración infrecuente, se le ha dado mucha importancia a estructuras morfológicas tales como rizoma, culmo, yema, complemento de rama, hoja caulinar y follaje. Su estructura se muestra en la figura 29.

Rizoma

Es un eje segmentado típicamente subterráneo que constituye la estructura de soporte de la planta, y juega un papel importante en la absorción. Consta de tres partes: a) el cuello del rizoma, b) el rizoma en sí y c) las raíces adventicias. Existen tres formas básicas de rizoma: paquimorfo, leptomorfo y amfimorfo. (McClure (1973).²⁷

27. Inga. Ericka Johanna Cano Díaz, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, (Guatemala, noviembre de 2012).

Rizoma paquimorfo

Es corto y grueso y se caracteriza por presentar: a) forma subfusiforme, ser más o menos curvo (raramente recto) y con un diámetro generalmente mayor que el del culmo en el cual se transforma apicalmente, b) los entrenudos son más anchos que largos, sólidos y asimétricos (más anchos hacia el lado que sostiene la yema), c) los nudos no son elevados o inflados, d) las yemas laterales son solitarias y se transforman únicamente en rizomas, requisito indispensable para la formación de culmos; e) presenta proliferación de raíces adventicias en la parte más baja del rizoma y aplanamiento de la parte dorsiventral del eje; f) el cuello del rizoma puede ser corto o elongado. Los bambúes del cinturón tropical tienen generalmente este tipo de rizoma.

Rizoma leptomorfo:

Es elongado y delgado y se caracteriza por presentar: a) forma cilíndrica o subcilíndrica, ser más o menos recto y con un diámetro generalmente menor que el del culmo en el cual se transforma apicalmente, b) los entrenudos son más largos que anchos, generalmente huecos (raramente sólidos), y relativamente simétricos, c) los nudos pueden ser o no elevados o inflados; d) las yemas laterales son solitarias, y se transforman directamente en culmos, y unas pocas se transforman en rizomas; e) las raíces adventicias pueden estar o no presentes, cuando están presentes se organizan en verticilos sencillos o bien esparcidas; f) el cuello del rizoma es siempre corto. Los bambúes de la región septentrional o de zonas templadas presentan en su mayoría este tipo de rizoma.

Rizoma amfimorfo:

Es la combinación de los dos tipos de rizomas anteriores. Existen bambúes americanos como *Chusquea fendleri* con la capacidad de producir ambos tipos de rizoma en la misma planta; las yemas del segmento paquimorfo da origen a otro rizoma mientras que las del segmento leptomorfo dan origen a mas culmos. ²⁸

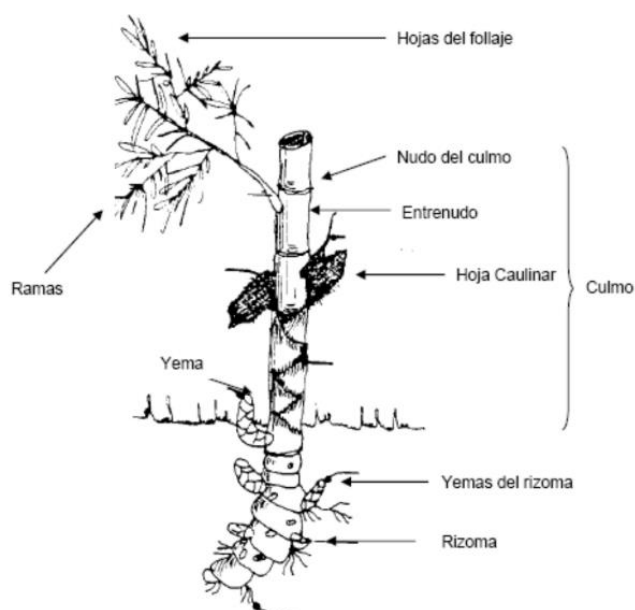


Figura 29 Estructura del bambú, (McClure, 1973)

Fuente: Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú

28. Inga. Ericka Johanna Cano Díaz, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, (Guatemala, noviembre de 2012).

Aplicaciones industriales

El bambú está considerado como una de las plantas más útiles del mundo e igual que la palma puede suplir las necesidades básicas del hombre. De acuerdo a la calidad de la madera los bambúes tienen diferente utilización. El estudio de las propiedades físico- mecánicas, que incluye contenido de humedad, peso específico, resistencia a la compresión, a la tensión y a la flexión, determinan si son aptos como elemento estructural en la construcción o para la elaboración de muebles; sus propiedades anatómicas son decisivas para determinar su uso en la fabricación de la pulpa de papel o la fibra textil (rayón); el análisis de la composición química y bioquímica, que implica proporciones de celulosa, hemicelulosa, y lignina, además de sustancias menores como: resinas, tainas, ceras, y sales orgánicas, y las variaciones de las mismas dependiendo de las condiciones de crecimiento, son informaciones que ofrece bases para nuevas posibilidades de uso.

Industria alimenticia

Los cogollos y las semillas han sido utilizados como alimento humano en Asia desde tiempos remotos. En América no existe el hábito cultural del consumo de los brotes de bambú. En los países Asiáticos, especialmente en China, Taiwán, Japón y Tailandia, los renuevos se consumen frescos, secos, ahumados o en encurtidos, y se venden generalmente enlatados en salmuera.



Figura 30 Industria alimenticia, (Liese, 1985)

Fuente Evaluación tecnológica de 3 especies de bambú

En Tanzania se reporta el uso de una especie de vino elaborado por *Oxythenanthera braunii* a la altura de un (1) metro, recolectando la savia y dejándola fermentar; y en China, en la ciudad de Anji, se realiza la fabricación de cerveza a base de renuevos de bambú. (Liese, 1985).

Se cree que la floración del bambú indica el inicio de épocas de sequía o hambre por lo que su semilla es recolectada y consumida igual que el arroz. Las hojas sirven de alimento para animales en forma de forraje o heno, las hojas de algunos bambúes se comparan favorablemente con pastos convencionales sembrados bajo condiciones similares, siendo más altos en proteína y grasa y más bajos en fibras.²⁹

29. Inga. Ericka Johanna Cano Díaz, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, (Guatemala, noviembre de 2012).

Industria de pulpa y papel

Muchos países aprovechan del bambú para la producción de pulpa y papel. Las ventajas para ésta utilización derivan de su rápido crecimiento, facilidad de cultivarlo y transportarlo.



Figura 31 Industria de pulpa y papel, (Liese, 1985)

Fuente: Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú

Industria farmacéutica

Algunas comunidades indígenas americanas les han encontrado usos antimicóticos, ungüentos medicinales incluyendo contra mordedura de serpientes y la ceniza de sus hojas como cicatrizante.



Figura 32 Industria farmacéutica, (Liese, 1985)

Fuente: Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú

Industria de muebles, artesanías e instrumentos varios

Se utiliza para la fabricación de todo tipo de muebles, cestería, artesanías fabricación de flechas para la cacería; y los entrenudos los utiliza en la elaboración de instrumentos musicales. En países de América Latina como Colombia y Ecuador, los rizomas de Guadua se utilizan en la fabricación de muebles en general. Además del papel ecológico los rizomas pueden ser utilizados para la elaboración de artesanías.³⁰



Figura 33 Industria de muebles, artesanías e instrumentos de Bambú, (Soderstrom, T.R. & X. Londoño, 1988)

Fuente: Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú

30. Inga. Ericka Johanna Cano Díaz, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, (Guatemala, noviembre de 2012).

Industria de la construcción

La mayor aplicación del bambú se da en la construcción, éste puede emplearse para construir todas las partes de una casa y/o combinarse con otros materiales de construcción como otras maderas, arcilla, cal, cemento, hierro, entre otros; de acuerdo con su conveniencia relativa, disponibilidad y costo.

Es un material tan versátil que se utiliza en la construcción de puentes. Sus cualidades físicas, forma y liviandad para construcción han hecho su utilización diversa por personas de bajos recursos económicos tanto en países asiáticos como latinoamericanos. Sin embargo, en clases con niveles económicos superiores el bambú se utiliza arquitectónicamente en forma original y artística para decoración de interiores.³¹



Figura 34 Industria de la construcción, (Soderstrom, T.R. & X. Londoño, 1988)
Fuente: Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú

¿Por qué construir con caña de bambú?

- Es un material excelente y versátil para la construcción.
- Es liviano y resistente.
- Es atractivo y natural.
- Es económico y abundante.
- Es un material renovable, de rápida regeneración y ecoamigable.
- Su uso requiere de herramientas manuales, económicas y de fácil uso.

Recomendaciones clave para el buen uso del bambú

1. Usar una buena materia prima

Para contar con bambú de calidad es necesario usar cañas maduras, por su resistencia y menor contenido de humedad, que hayan sido debidamente preservadas (inmunizadas) y secadas. El uso de cañas no maduras o frescas (sin secado), puede ocasionar rajaduras, fisuras y hasta el colapso de la construcción. Para la obtención de cañas chancadas y latillas, se utilizan cañas maduras pero frescas.

32



Figura 35 Recomendaciones para el buen uso del bambú, (INBAR 2015)
Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

31. Inga. Ericka Johanna Cano Díaz, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, (Guatemala, noviembre de 2012).

32. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, (Perú, 2015).

2. Mantener columnas y paredes aisladas de la humedad del suelo

Para construir columnas o paredes con bambú es necesario que no se las empotre directamente en el concreto o en el suelo para evitar su deterioro (pudrición). Las cañas tienen una alta capacidad de absorción de la humedad del ambiente, del suelo y de la lluvia.

3. Proteger las cañas de la lluvia y de los rayos solares directos

La humedad excesiva produce hongos como en cualquier otro material y los rayos solares blanquean y deterioran las cañas, por lo cual es imperativo protegerlas del agua y del sol directo, construyendo aleros lo suficientemente amplios. Si se usa caña chancada, es necesario recubrirla con mortero de arena-cemento o con una mezcla de materiales orgánicos con tierra (tipo quincha).

4. Evitar el aplastamiento y la fisura de las cañas

Cuando se aplica un peso localizado sobre el entrenudo, éste se aplasta, pudiendo deteriorar toda la estructura. Para evitarlo, se debe colocar las Cargas sobre los nudos y/o rellenar la caña de concreto. Además es necesaria la presencia de un nudo en cada extremidad de las cañas para evitar que se fisure.¹⁸



Figura 36 Recomendaciones para el buen uso del bambú, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Preservación y secado

Se deben aplicar métodos de preservación para aumentar la vida útil del bambú y evitar que sea afectado por insectos o microorganismos. Hay métodos tradicionales y métodos químicos. Estos últimos deben ser adecuadamente aplicados para no afectar la salud del usuario y el ambiente. Se recomienda un método tradicional y otro químico (por ejemplo, con bórax y ácido bórico).³³

33. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, (Perú, 2015).

Preservación tradicional

Existen una serie de métodos de preservación que han sido utilizados durante siglos por diferentes comunidades en la región andina. Los métodos han sido desarrollados de acuerdo a las características y los recursos presentes en las zonas en donde han sido utilizados. El vinagrado es uno de los métodos de preservación tradicional más extendidos. Este método es económico, inocuo y comprobado por la sabiduría popular. Sin embargo, ni éste ni los otros métodos tradicionales reemplazan la preservación química.

Vinagrado

En el vinagrado, se deja la caña sobre el mismo tocón o una piedra, apoyada a los bambúes vecinos durante 3 semanas, dejando ramas y hojas intactas. En este proceso se disminuye los almidones, azúcares y humedad, limitando la vulnerabilidad de la caña al ataque de insectos y microorganismos. La caña cambia temporalmente de color verde a naranja y huele a alcohol (caña borracha).



Figura 37 Vinagrado, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Otros métodos tradicionales:

1. Inmersión en agua dulce o agua de mar



2. Inmersión con taninos



3. Ahumado³⁴



Figura 38 Otros métodos tradicionales, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

34. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manuel de Construcción*, (Perú, 2015).

Preservación tradicional

El método de inmersión en solución de bórax y ácido bórico, es el más recomendado, por su eficacia, costo, y seguridad para usuarios y medio ambiente. Según algunos expertos, la inmersión debe realizarse con cañas secadas durante una semana como máximo y que aún conservan su color verde.

Preparación de poza

Se prepara un tanque suficientemente grande para sumergir el material a preservar. Se puede excavarlo y recubrirlo con plástico grueso, asegurado con pesos en sus bordes o construir una poza de concreto armado. En ambos casos deben tener una pendiente en el fondo. Por cada 100 litros de agua se recomienda entre 2 y 2.5 kg de cada uno de los químicos: bórax y ácido bórico. Éstos son inocuos, pero debe evitarse el contacto con los ojos.

Perforación de los tabiques internos

Para permitir la entrada de la solución en la caña, se perforan todos los tabiques que existen en el interior de la caña, con una varilla larga de acero con punta de aproximadamente 1/2" de diámetro.

Inmersión

En el tanque con el preservante, se introducen las cañas rollizas previamente lavadas, latillas o caña chancada. Se aseguran con piedras u otros pesos colocados encima para que todo el material esté sumergido. La colocación de las cañas rollizas sobre un declive permite el escape del aire atrapado. La caña rolliza tiene que estar sumergida un mínimo de 5 días, mientras que las latillas y caña chancada requieren por lo menos 24 horas de preservación. Antes de sacar el material se deja escurrir sobre el tanque. Se debe evitar el acceso del agua de lluvia mediante una cubierta.³⁵



Figura 39 Preservación tradicional, (INBAR 2015)
Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

35. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manuel de Construcción*, (Perú, 2015).

Método Boucherie

Este fue inventado hace aproximadamente 180 años para tratar árboles, y se ha adaptado para tratar el bambú, que es una hierba. Este método utiliza bambú recién cortado que aún está verde. La solución de boro y sulfato de cobre al 5% se presuriza desde la base del tallo, lo que fuerza los fluidos a través de los haces vasculares. El sulfato de boro provee un tinte a la solución para saber cuándo el tallo ha sido completamente penetrado.³⁶



Figura 40 Método Boucherie, (Wübu 2024)
Fuente: <https://bambucultura.co/bambuteca/Cartillas/Sistemas%20de%20Curado%20de%20Bamb%C3%BA%20Wubu-Boucherie.pdf>

Ecurrido

Una vez terminado el proceso de inmersión, se debe escurrir el exceso de preservante contenido en el interior de las cañas. Para ello se inclina las cañas cabeza abajo y se giran dos veces al día durante dos días.



Figura 41 Ecurrido y secado, (INBAR 2015)
Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Secado

Secado al aire libre

La forma de secado más usada es apoyar las cañas sobre un caballete; aislando las cañas del contacto directo con el suelo natural. Para un secado uniforme, se recomienda un giro parcial y diario de cada uno de las cañas durante los primeros 15 días y después de manera menos frecuente. El tiempo de secado puede variar entre 2 y 6 meses según las condiciones climáticas.

Secado y almacenamiento bajo techo

En este método, las cañas de proceso de secado se realizan protegiendo las cañas del contacto directo con el sol que puede provocar rajaduras y torceduras. Para que el proceso de secado sea eficiente, se deben colocar separadores para facilitar el buen flujo de aire.³⁷

36. Wübu Bamboo, *Sistema de Curado de bambú Wübu-Boucherie*, (Guatemala, 5 de noviembre de 2024)

37. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, (Perú, 2015).

Secado con secador solar pasivo

En este método se utiliza un invernadero cerrado, cuyas paredes y techo son de plástico o vidrio. De esta manera, se generan mayores temperaturas al interior del ambiente, lo que promueve el secado de las cañas.

Activo

En este método, se añade a la infraestructura básica del invernadero una serie de ventiladores que aceleran el aire caliente entre las cañas, reduciendo el tiempo del proceso.

Métodos alternativos de secado

Horno

Se pueden secar las cañas en hornos idénticos a los que se utilizan para la madera.



Figura 42 Secador solar, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Inyección de aire caliente

Con un ventilador y mangueras de plástico conectadas al interior de cada caña se inyecta aire caliente.³⁸



Figura 43 Métodos alternativos de secado, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

38. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, (Perú, 2015).

Entalladuras y Ensamblajes

Para unir el extremo de una caña rolliza con otra, es necesario moldear aquel extremo de acuerdo al diámetro de la otra y al ángulo de acople, de tal manera que la unión quede fuerte y fija. Se distinguen dos tipos básicos de entalladuras: boca de pescado y pico de flauta. Antes de moldear la entalladura se traza su forma sobre el extremo de la caña. Es necesario que la parte más entallada del bambú se encuentre a menos de 4cm de un entrenudo.

Corte tipo boca de pescado

La “boca de pescado” se utiliza para unir el extremo de una caña rolliza de bambú a otra perpendicular. Para obtener una unión más fija, se puede modelar una “oreja”, que es un segmento corto de caña ubicado en el punto más bajo de la boca y que sirve para insertar en una perforación hecha en la otra caña. Debe ser realizado a 2cm o 3 cm. del nudo inmediato inferior, como lo muestra la fotografía. Para hacer este tipo de uniones, se requiere mazo y formón. También se puede realizar con arco de sierra, sierra de copa, moladora o caladora.



Figura 44 Corte boca de pescado, (INBAR 2015)
Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Corte tipo pico de flauta

Para unir el extremo de una caña rolliza a otra, con un ángulo diferente a 90 grados, se debe utilizar la entalladura “pico de flauta”. Una característica del pico de flauta, es que siempre queda una parte del extremo intacto (sin cortar). También esta entalladura puede contar con una “oreja” para una unión más fija.

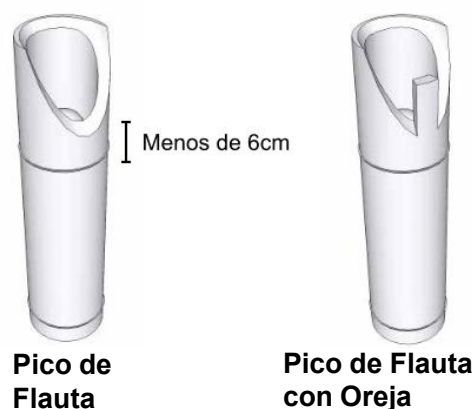


Figura 45 Corte pico de flauta, (INBAR 2015)
Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Perno pasante

Para fijar y asegurar uniones de bambú y otros materiales, en muchos casos se utilizan elementos pasantes. Dependiendo del material disponible y el presupuesto, se puede usar pernos de acero galvanizado con varillas roscadas, tuercas y arandelas, o tacos de madera dura, o varillas de acero lisas. Aquí se describen 5 aplicaciones de pernos pasantes.

Para fijar 2 o más bambúes alineados

Para fijar dos o más cañas se atraviesa un perno de forma perpendicular por dos o más cañas. Se utiliza particularmente para realizar columnas o vigas compuestas.³⁹



Figura 46 Pernos con 2 bambúes, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

39. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manuel de Construcción*, (Perú, 2015).

Para fijar 2 o más bambúes alineados

Para fijar dos o más cañas se atraviesa un perno de forma perpendicular por dos o más cañas. Se utiliza particularmente para realizar columnas o vigas compuestas.

Para realizar una articulación entre 2 o más bambúes

Para fijar dos o más cañas articuladas, se atraviesa un perno de forma perpendicular a las cañas.

Para fijar una unión de pico de flauta

Para uniones de pico de flauta se recomienda el uso de pernos con varillas roscadas. La dirección del perno es perpendicular al corte en pico de flauta.

Para fijar un bambú sobre otro bambú

Se atraviesa los bambúes con un perno perpendicular a las cañas. Si se requiere, se puede regular la distancia entre los dos bambúes a través de tuercas y contratuercas como lo enseña la foto.

Para fijar 2 paneles

Los paneles de bambú tienen que ser unidos entre sí, en particular en los ángulos. Se utiliza también pernos con varillas roscadas con la posibilidad de regular la distancia y plomada entre los paneles con tuercas y contra-tuercas.⁴⁰



Figura 47 Uniones con pernos, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

40. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, (Perú, 2015).

Para fijar un muro o panel de bambú a la estructura portante

La estructura portante está compuesta por columnas, vigas y diagonales. Para fijar un panel de muro a una estructura portante se atraviesa un perno horizontal por la columna y la estructura del muro (bastidor). Cuando no hay acceso al interior del muro, se aplica una varilla de acero liso o un taco de madera dura.

Perno tensor

Este tipo de unión es aplicable solo para uniones tipo boca de pescado. Requiere dos piezas de acero: una varilla roscada o con hilo en un extremo y gancho en el otro (varilla tensor) y un perno de menor longitud (anclaje). La varilla tensor, ubicada en la caña que no tiene boca de pescado, penetra en la otra caña y se engancha en el perno de anclaje. La ventaja de esta unión es que se puede asegurar apretando la tuerca y queda discreta.



Figura 48 Uniones con pernos, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Uniones longitudinales

Para unir dos cañas longitudinalmente, se seleccionan bambúes de similar diámetro. Se realiza el corte de tal manera que la unión a realizar presente dos nudos cercanos (menos de 6cm de la extremidad.)

Insertar un segmento de caña o madera

Se elimina el relleno natural (tabique) interior de los extremos de cada una de las cañas a unir y se introduce una caña de menor diámetro o un segmento de madera en el extremo de una de aquellas. La caña o pieza a introducir debe llegar hasta la mitad de cada caña entrenudo y nudo.



Figura 49 Uniones longitudinales, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Acoplar las cañas nudo a nudo

Se introduce el segmento de caña o madera en el extremo de la otra caña y se acoplan las dos, nudo a nudo.⁴¹

41. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manuel de Construcción*, (Perú, 2015).

Sujetarlo mediante pernos y cuerdas

Se aplica un torniquete de cuerdas sobre la unión a realizar y se colocan dos pernos, uno a cada lado de la unión, que atraviese la caña o pieza de madera interior, asegurándolo con tuercas y anillos.

Ubicación de pernos finales

Se colocan dos pernos finales de tal manera que sean perpendiculares a los anteriores y se realiza el ajuste con tuercas y anillos.

Posición de pernos

En esta unión se aplican dos pares de pernos perpendiculares entre sí. Para evitar que se raje la caña es necesario que cada par de pernos sean colocados perpendicularmente entre sí.



Figura 50 Uniones con pernos, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

Relleno con mortero

Se procede al relleno de los canutos de bambú para reforzar uniones. Esta técnica sirve para fijar las uniones con pernos o fierros empotrados, evitar el aplastamiento y aumentar la resistencia del bambú al corte. En particular, se aplica para unir columnas de bambú a los cimientos, en los cuales previamente se ha empotrado una varilla de acero. A continuación se describe los pasos para realizar esta unión.

Fijar la varilla en la cimentación

En cada uno de los sitios de cimentación, destinados para ubicar columnas de bambú se empotra una varilla de acero de 3/8" o 1/2" de diámetro, que sobresalga como mínimo 40 centímetros del sobrecimiento.

Colocar columna y hacer perforaciones

Se perforan los diafragmas (tabique internos) inferiores de la columna de bambú hasta dejar libre el espacio para colocarla encima de la varilla. Luego se realiza con Taladro y sierra de copa una perforación entre 3cm y 4cm de diámetro, ubicada por encima del nivel de la varilla (más de 45cm desde el sobrecimiento).

Llenar el vacío

Mediante un embudo, se introduce un mortero semi-líquido formado por tres partes de arena gruesa y una de cemento (3:1), hasta el nivel de la perforación. Durante el llenado se procede a golpear la columna para que haya un reparto uniforme del mortero.

Tapar la perforación

Con la misma pieza (disco) de bambú que se ha extraído con la sierra de copa, se cierra la perforación.⁴²



Figura 51 Relleno con mortero, (INBAR 2015)

Fuente: Construir con Bambú (Caña de Guayaquil)

42. Jorge Morán Ubidia/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, (Perú, 2015).

ISO 22156-2021- Estructuras de Bambú - Culmos de Bambú - Diseño Estructural:

General: una estructura deberá diseñarse y construirse de tal manera que:

- Con una probabilidad aceptable, se mantenga apta para su uso previsto, considerando su vida útil y costos previstos;
- Con la confiabilidad adecuada, resista todas las acciones e influencias que puedan ocurrir como resultado de su uso previsto durante su vida útil prevista, y tenga una durabilidad adecuada en relación con los requisitos de mantenimiento;
- No represente un peligro para la vida humana por eventos excepcionales como explosiones, impactos o errores humanos, en una medida desproporcionada a la magnitud del evento excepcional

Metodología de diseño: las estructuras de bambú se diseñarán con base en cálculos, verificando que no se exceda la capacidad de carga ni la tensión admisibles. Se asume lo siguiente:

- Las estructuras son diseñadas por profesionales del diseño debidamente cualificados y con experiencia;
- Las estructuras son construidas por personal con las habilidades y la experiencia adecuadas;
- Se proporciona una supervisión y un control de calidad adecuados en fábricas, plantas y en obra;
- Los materiales y productos de construcción se utilizan según lo especificado en este documento o en las especificaciones pertinentes de materiales o productos;
- Las estructuras se mantienen adecuadamente;
- Las estructuras se utilizarán de acuerdo con su uso previsto y diseño.

Los culmos de bambú son susceptibles a la fisuración longitudinal: esta fisuración suele estar relacionada con cambios en el contenido de humedad del culmo durante su uso. Esta susceptibilidad puede dar lugar a elementos no redundantes y requerir la sustitución de culmos en un elemento o estructura. Se debe demostrar que el elemento o unión conserva al menos el 75 % de su capacidad.

Redundancia: en la medida de lo posible, no se deben utilizar estructuras ni elementos o componentes estructurales no redundantes.

Consideraciones de servicio: se deberán considerar las deflexiones de la estructura o sus componentes que puedan afectar el uso o la ocupación de la estructura o dañar los acabados o los componentes no estructurales.

- Clase de servicio 1: se caracteriza por un contenido de humedad de equilibrio en el bambú que no supera el 12 %. NOTA: La clase de servicio 1 es representativa de ambientes interiores con aire acondicionado o calefacción donde la humedad relativa se mantiene por debajo del 65 %.
- Clase de servicio 2: se caracteriza por un contenido de humedad de equilibrio en el bambú que no supera el 20 %. NOTA: La clase de servicio 2 es representativa de ambientes interiores sin calefacción ni refrigeración en la mayoría de los lugares, excepto aquellos con una humedad relativa superior al 85 % de forma regular o prolongada.⁴³

43. ISO, ISO 22156-2021- Estructuras de Bambú - Culmos de Bambú - Diseño Estructural, Suiza, s. n, 2021.
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/73831/3ac6ab579bcb45c4a05a8317ef776f40/ISO-22156-2021.pdf>

- Clase de servicio 3: la clase de servicio 3 se caracteriza por condiciones ambientales o climáticas que provocan un mayor contenido de humedad en el bambú que el experimentado en la clase de servicio 2.

Durabilidad: se deben tomar medidas en el diseño de las estructuras de bambú para garantizar su durabilidad. No se conoce ninguna especie de bambú con una resistencia natural significativa a los ataques biológicos. El bambú se considerará "no duradero" y requerirá preservación, en términos de su resistencia a lo siguiente:

- Ataque de hongos;
- Ataque de insectos xilófagos y termitas
- Barrenadores marinos del bambú expuestos a un ambiente marino.

Se deberá demostrar que el tratamiento no afecta las propiedades mecánicas del bambú (resistencia y rigidez). Se requieren las siguientes consideraciones generales para estructuras duraderas:

- Construir únicamente con bambú que haya alcanzado su contenido de humedad de equilibrio (wEMC) para la ubicación del edificio. El contenido de humedad (w) nunca deberá superar el punto de saturación de la fibra (wFSP), que, si se desconoce, se puede asumir que es wFSP = 30 %;
- Los detalles del edificio deberán ser tales que el bambú se mantenga seco al aire mediante ventilación y garantizar que, si se humedece temporalmente, se seque antes de que se produzca el deterioro del material;
- La permeabilidad de la envolvente del edificio deberá ser tal que se mitigue la presión negativa resultante de la calefacción, la ventilación o el aire acondicionado, que probablemente atraiga agua o humedad hacia el bambú.⁴⁴

44. ISO, ISO 22156-2021- Estructuras de Bambú - Culmos de Bambú - Diseño Estructural, Suiza, s. n, 2021.
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/73831/3ac6ab579bcb45c4a05a8317ef776f40/ISO-22156-2021.pdf>

Modularidad

La arquitectura modular es el diseño y manejo de sistemas compuestos por elementos de construcción iguales y separados entre sí, denominados módulos, que pueden utilizarse entre sí para componer una estructura arquitectónica común mediante su interconexión.

Los módulos son similares en tamaño, forma y función por lo que son fácilmente producibles y reemplazables. Además, pueden ser agregados a otras estructuras formadas por estos mismos módulos u otros, si el tamaño y forma así lo permiten, así como a otras estructuras arquitectónicas, no basados en este tipo de construcción, sino son previamente habilitadas para este fin.

Ventajas

1. Optimización en materiales

Ante los módulos que están montados en fábrica podemos tener un control más exhaustivo de los materiales.

Desde la calidad de los mismos, control exacto del material que se utiliza sin pérdidas ni excesos y por lo tanto un beneficio económico, hasta el espacio de almacenaje necesario para el material que vamos a utilizar. Sin contabilizar que los materiales utilizados son mucho más ligeros y tratables que el hormigón estructural tradicional, así que tenemos una arquitectura ligera.

2. Instalaciones optimizadas y con menos problemas

En un sistema modular en el que previamente se ha realizado un estudio de optimización de las instalaciones y una ejecución controlada en la fábrica, se obtienen resultados realmente buenos, de eficiencia energética y eficacia de los diferentes aparatos e instalaciones (Saneamiento, ACS, fontanería... etc) utilizadas en la vivienda.

3. Adaptabilidad

La construcción modular representa un hito en cuanto adaptabilidad constructiva no sólo porque podemos añadir cuántos módulos queramos, sino que también podemos eliminar incluso a lo largo del proceso constructivo de la edificación. O poder mover – trasladar la edificación de un lugar a otro, según necesidades, con costes económicos bajos. Es una arquitectura adaptable.

4. Tiempos de proyección y ejecución más controlados

Puede ser que sea uno de los apartados más interesantes donde el ahorro económico es palpable y los costes son reducidos drásticamente por la optimización en la utilización de materiales, maquinaria, instalaciones y sobre todo, el control del flujo de trabajo durante proceso constructivo.

5. Beneficios ambientales

En las construcciones modulares existe una optimización en la utilización de todos los materiales (Sabemos que vamos a utilizar), de los tiempos de trabajo, del transporte...etc.⁴⁵

45. Arquitectura Modular, *Cecilia Mayén*, 28 de agosto de 2020, <https://www.jgarqs.com/blog/2020/8/28/arquitectura-modular>

Proceso constructivo

Se puede establecer que se puede vivir en seis fases específicas:

- **Análisis previo.** Comprende el análisis de implantación en las necesidades del cliente, el estudio, presupuesto y la formalización del acuerdo.
- **Desarrollo técnico.** Comprender la definición del proyecto, la adaptación de la estructura y la modulación del edificio.
- **Fabricación y obra civil.** Construcción de módulos en fábrica, embalaje de módulos, cimentación y saneamiento de solar correspondiente.
- **Transporte.** Determinado por la cantidad y tamaño de los módulos a lugar establecido.
- **Ensamblaje.** Descarga de los módulos el lugar preciso y ensamblaje de los mismo.
- **Puesta en marcha.** Son todos los trabajos de remate y verificación incluyendo el final de obra, entrega al cliente y garantías correspondientes.⁴⁶

46. Arquitectura Modular, *Cecilia Mayén*, 28 de agosto de 2020, <https://www.jgarqs.com/blog/2020/8/28/arquitectura-modular>

2.3.2 Conceptos

1. **Tormenta:** perturbación atmosférica violenta, con truenos, relámpagos, viento fuerte y lluvia, nieve o granizo.
2. **Ciclón:** borrasca (perturbación atmosférica con vientos, lluvia y baja presión).
3. **Huracán:** viento fuerte muy rápido, que gira en grandes círculos, propio de las zonas tropicales.
4. **Prototipo:** primer ejemplar de una cosa, que sirve como modelo para hacer o fabricar otras iguales.
5. **Damnificados:** que ha sufrido grave daño de carácter colectivo. Aplicado a persona, usado también como sustantivo.
6. **Pilote:** pieza larga a modo de estaca, de madera, hierro u hormigón armado, que se hincan en el terreno para consolidar los cimientos de una construcción.
7. **Isométrico:** la perspectiva isométrica es una representación visual utilizada en el ámbito del diseño para representar objetos tridimensionales.⁴⁷
8. **Vernácula:** propia del lugar, región o país de que se trata.
9. **Confortable:** que produce comodidad. cómodo, acogedor, agradable, placentero, grato, desahogado.
10. **Arquitectura pasiva:** usa el aislamiento activo y las energías renovables para racionalizar el consumo de recursos.⁴⁸
11. **Bioclimático:** dicho de un edificio o de su disposición en el espacio: Que trata de aprovechar las condiciones medioambientales en beneficio de los usuarios.
12. **Permeable:** que puede ser penetrado o traspasado por el agua u otro fluido.
13. **Bahareque:** casa con paredes hechas de horcones entretejidos con cañas y rellenas con barro.⁴⁹

47. ¿Qué es la perspectiva isométrica?, *Domestika*, acceso 01 de enero de 2025.
<https://www.domestika.org/es/blog/11499-que-es-la-perspectiva-isometrica>

48. Construcción Pasiva: Revolución de la Construcción Bioclimática, *Terrapilar*, acceso 03 de julio del 2024.
<https://www.terrapiilar.com/blog/construccion-pasiva-revolucion-bioclimatica/#:~:text=Bajo%20la%20denominaci%C3%B3n%20de%20construcci%C3%B3n,racionalizar%20el%20consumo%20de%20recursos>

49. Buscador General de la RAE, *RAE*, acceso 03 de julio del 2024. <https://www.rae.es/>

- 14. Autóctono:** dicho de una persona o del pueblo al que pertenece: Originarios del propio país en el que viven.
- 15. Resiliencia:** capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos.
- 16. Arriostro:** Pieza que, puesta oblicua u horizontalmente, asegura la invariabilidad de la forma de un armazón.
- 17. Arandela:** pieza generalmente circular, fina y perforada, que se usa para mantener apretados una tuerca o un tornillo, asegurar el cierre hermético de una junta o evitar el roce entre dos piezas.
- 18. Alero:** parte inferior del tejado, que sale fuera de la pared y sirve para desviar de ella las aguas llovedizas.
- 19. Mezzanine:** piso situado entre la primera planta y la planta baja de un edificio.⁵⁰
- 20. Elementos estructurales no redundantes:** se considerarán elementos estructurales no redundantes aquellos que cumplan los siguientes criterios: — elementos portantes cuya retirada de la estructura o de la trayectoria de carga provoque el fallo de la estructura, o — elementos portantes compuestos por múltiples cañas, en los que la retirada de una sola caña del conjunto provoque el fallo del elemento.
- 21. Elementos estructurales redundantes:** se considerarán elementos estructurales redundantes aquellos que cumplan los siguientes criterios: — cuando cuatro o más elementos estructurales con la misma rigidez estén conectados a una trayectoria continua de distribución de cargas (como puede ser el caso de viguetas de forjado, cabios, correas y cerchas) y, además, — la trayectoria continua de distribución de cargas permita la redistribución de cargas, o — los elementos estructurales estén separados por una distancia máxima de 600 mm, sean continuos a lo largo de al menos dos tramos y sus juntas estén escalonadas.⁵¹

50. Buscador General de la RAE, *RAE*, acceso 03 de julio del 2024. <https://www.rae.es/>

51. ISO, ISO 22156-2021- Estructuras de Bambú - Culmos de Bambú - Diseño Estructural, Suiza, s. n, 2021. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/73831/3ac6ab579bcb45c4a05a8317ef776f40/ISO-22156-2021.pdf>

2.4 Casos de Estudio

2.4.1 Crece Tu Casa-Lucila Aguilar-México

Mediante un modelo replicable, modular, adaptable, fácil de construir y accesible, se propone fomentar la transferencia de tecnologías e impulsar la economía local, mejorar la calidad de vida y el equilibrio con el contexto natural y cultural de las comunidades. Se busca hacer viable el proyecto con el fin de que se adapte a diversos climas, circunstancias y a los materiales disponibles en la zona donde se vaya a construir, conservando el concepto constructivo sustentable del bambú. Para esto se plantean diferentes sistemas de muro, que son bahareque, bloques de tierra compactada, paja y pamacon.⁵²

Tabla 02. Ambientes y Áreas		
No.	Ambiente	Área
1.	Patio	24.50 m2
2.	Cocina y comedor	18.50 m2
3.	Sala	15.00 m2
4.	Dormitorio doble	15.00 m2
5.	Servicio sanitario	5.00 m2
6.	Vestíbulo	7.00 m2
7.	Dormitorio triple/mezzanine	22.00 m2
	Total	107.00 m2

Fuente: Elaboración Propia

La distribución interna y el material para muros se personaliza según el clima, materiales locales, ubicación, necesidades y preferencias. El costo total es de \$ 230,000 MNX en 127 m2, incluyendo volados (107 m2 habitables). La obra fue realizada del 14 de noviembre al 1 de diciembre (18 días), la primera semana se ejecutó la cimentación; la estructura y los muros se realizaron en una semana y media.⁵²

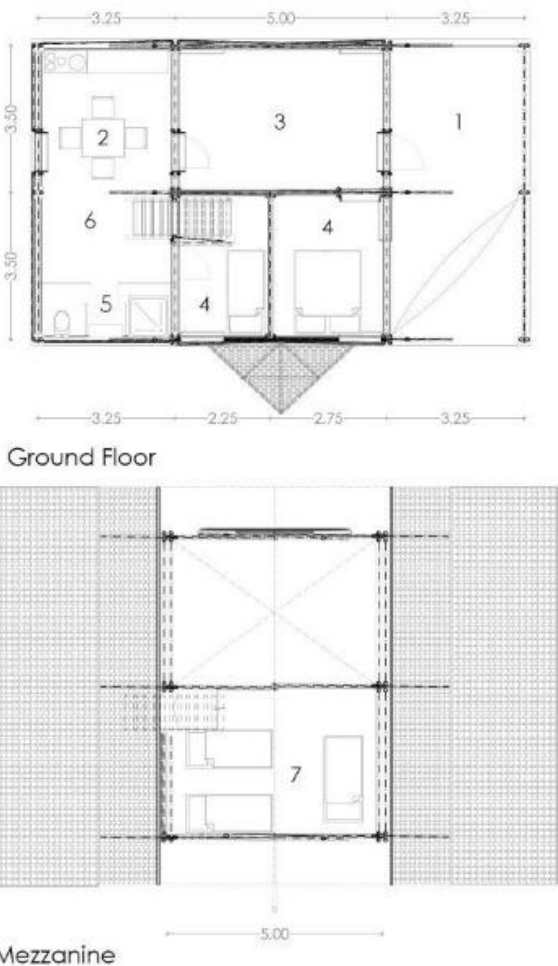


Figura 52 Plantas de arquitectura, (Lucila Aguilar 2017)
Fuente:<https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>



Figura 53 Vista lateral, (Lucila Aguilar 2017)
Fuente:<https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>

52. Crece tu Casa, *Arquine*, acceso 15 de julio del 2024, <https://arquine.com/obra/crece-tu-casa-lucila-aguilar/>

2.4 Casos de Estudio

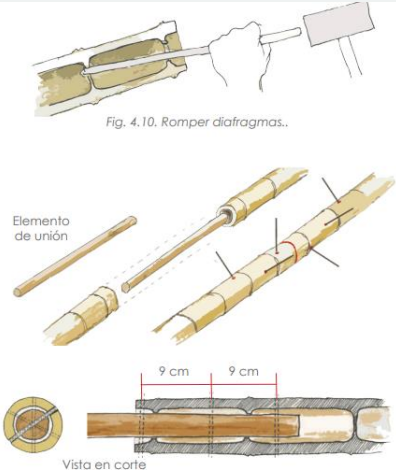


Figura 54 Detalles, (Lucila Aguilar 2019)

Fuente:<https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>

Tecnologías: se aporta soluciones a retos como la captación de agua pluvial con filtros para tener agua potable; un baño de arrastre de agua; un espacio para bañarse con palangana, una estufa ecológica; un lavadero; un biodigestor y la instalación eléctrica.⁵⁴

Tabla 03. Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
Funcional: cumple con todos los ambientes básicos para una buena calidad de vida.	Funcional: no hay privacidad para los dormitorios del primer nivel.
Formal: diseño adaptado al sitio.	Formal: diseño abierto, lo cual es un problema por los mosquitos.
Ambiental: uso de materiales naturales, locales, principalmente bambú.	Ambiental: cimentación y piso de concreto, producto que no es amigable con el medio ambiente.
Constructivo: facilidad y rapidez constructiva.	Constructivo: no hay detalles para la cimentación.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 55 Fotos interiores, (Lucila Aguilar 2017)

Fuente:<https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>

53. Crece tu Casa, *Arquine*, acceso 15 de julio del 2024, <https://arquine.com/obra/crece-tu-casa-lucila-aguilar/>

54. Lucila Aguilar Arquitectos, *Crece tu Casa-Manual de Construcción*, (México, 2019) <https://lucilaaguilar.com/wp-content/uploads/2021/05/Crece-tu-casa-Pamacon.pdf>

2.4 Casos de Estudio

2.4.2 Casa Kirinda-Shigeru Ban, Kirinda, Sri Lanka

El terremoto del 26 de diciembre de 2004 provocó un catastrófico tsunami que acabó con la vida de 38.000 personas en Sri Lanka. Uno de los pueblos arrasados fue Kirinda, una pequeña comunidad de pescadores islámicos situada en la costa sur del país. El proyecto de reconstrucción, que engloba cincuenta casas, se plantea como un proceso colaborativo en el que se involucra a la población para adaptar el diseño a sus necesidades.

Las casas se construyen con materiales locales, tierra, madera y teja, para abaratar costos y para que los beneficios reviertan en la región. Los ladrillos se compactan in situ a partir de arcilla y cemento, y gracias a su geometría se pueden apilar de forma sencilla, como si fueran piezas de Lego, por mano de obra inexperta. Además de la población local, un grupo de estudiantes de la Universidad de Keio participó durante la obra, estableciendo un interesante intercambio entre las dos culturas.⁵⁵

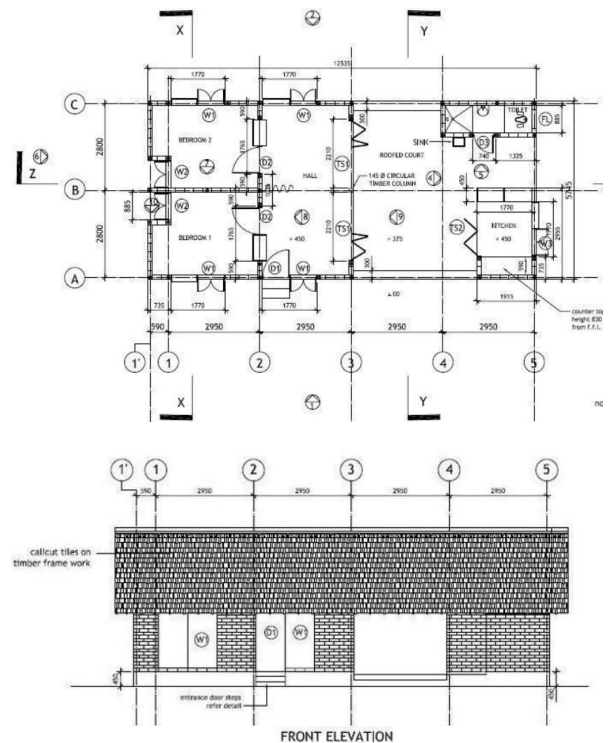


Figura 56 Planos, (Shigeru Ban 2017)

Fuente: <https://arqa.com/arquitectura/urbanismo/casa-kirinda-en-hambantota-sri-lanka.html>



Figura 57 Foto frontal, (Dominic Sansoni 2013)

Fuente: <https://arqa.com/arquitectura/urbanismo/casa-kirinda-en-hambantota-sri-lanka.html>

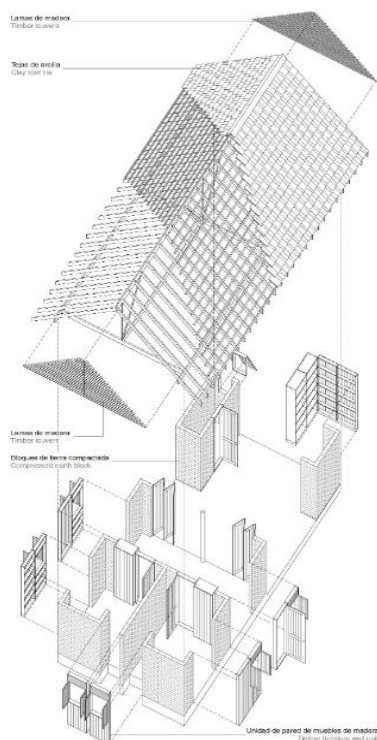
Tabla 04. Ambientes y Áreas

No.	Ambiente	Área
1.	Patio	18.00 m2
2.	Sala	18.00 m2
3.	Cocina	6.00 m2
4.	Servicio sanitario	2.50 m2
5.	Dormitorio 1	11.00 m2
6.	Dormitorio 2	11.00 m2
7.	Vestíbulo	5.50 m2
	Total	72.00 m2

Fuente: Elaboración Propia

55. Reconstrucción de Viviendas, Kirinda, *Arquitectura Viva*, acceso 18 de julio del 2024, <https://arquitecturaviva.com/obras/reconstruccion-de-viviendas>

2.4 Casos de Estudio



Los bloques tienen una superficie desigual para que puedan ser fácilmente interconectados y edificados como bloques de LEGO. Entre la pared de la fundición y el núcleo, se colocaron unidades de mobiliario hechas con madera de árboles de caucho, un material natural de origen local, que aunque no se utiliza normalmente como material para la construcción, en Sri Lanka se puede adquirir a bajo costo, ya que han sido plantados en todo el país debido la expansión de la industria del neumático.⁵⁶

Figura 58 Bloques, (Shigeru Ban 2005)

Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/reconstruccion-de-viviendas>

Tabla 05. Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
Funcional: cumple con los ambientes básicos para una buena calidad de vida.	Funcional: no hay privacidad para los dormitorios.
Formal: diseño adaptado a las condiciones del lugar.	Formal: diseño simple.
Ambiental: uso de materiales naturales, locales como la tierra, madera y teja.	Ambiental: piso y cimentación de concreto.
Constructivo: facilidad y rapidez constructiva.	Constructivo: propenso a inundaciones por los huracanes.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 59 Fotos interiores y exteriores, (Dominic Sansoni 2013)

Fuente: <https://arqa.com/arquitectura/urbanismo/casa-kirinda-en-hambantota-sri-lanka.html>

56. Casa Kirinda en Hambantota, Arqa, última modificación 2 de septiembre del 2013, <https://arqa.com/arquitectura/urbanismo/casa-kirinda-en-hambantota-sri-lanka.html>

2.4 Casos de Estudio

2.4.3 Viviendas Villa Verde – Alejandro Aravena

Dentro de un plan de apoyo a sus trabajadores, la empresa forestal Arauco decidió fomentar el acceso de éstos a su vivienda definitiva en el marco de la política habitacional de Chile. Los recursos disponibles para el proyecto y los estándares medios planteados para las viviendas eran superiores a los aplicados habitualmente para vivienda social, lo cual constituía una oportunidad idónea para desarrollar modelos que continuasen los principios de incrementalidad probados en proyectos anteriores, pero con un escenario inicial y final más ambicioso.

El proyecto propone casas en hilera con dos alturas, donde el usuario recibe la mitad del volumen edificable con unos acabados interiores sencillos pero de calidad. La superficie inicial de cada unidad es de 57 m², pudiendo alcanzar los 85 m² tras la construcción de las extensiones. Además, siguiendo las experiencias positivas de otros proyectos participativos, se convocaron talleres formativos y de consulta sobre la realización de las ampliaciones.⁵⁷

Tabla 06. Ambientes y Áreas

No.	Ambientes Fase 1	Área
1.	Cocina/comedor	12.50 m ²
2.	Gradas	4.40 m ²
3.	Pasillo	3.30 m ²
4.	Servicio sanitario	4.30 m ²
5.	Dormitorio 1	10.70 m ²
6.	Dormitorio 2	9.10 m ²
7.	Vestíbulo	0.70 m ²
	Total	45.00 m²

. Fuente: Elaboración Propia

57. Viviendas Villa Verde, Constitución, *Arquitectura Viva*, acceso 17 de junio del 2025, <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>

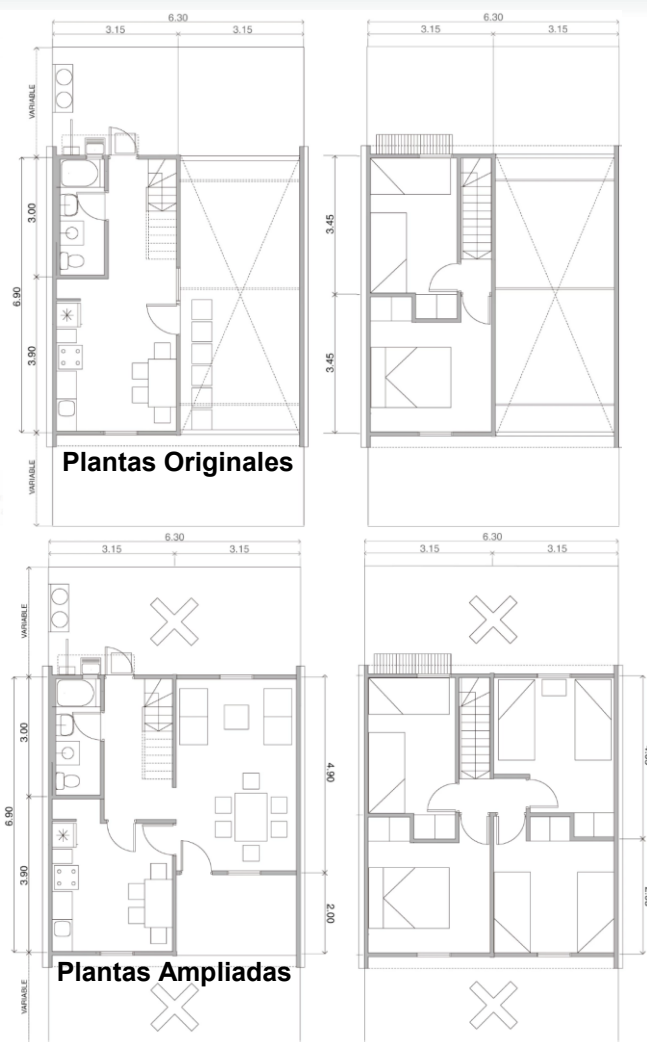


Figura 60 Planos, (Arquitectura Viva 2013)

Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>



Figura 61 Foto frontal, ((Felipe Díaz, 2013))

Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>

2.4 Casos de Estudio



El aporte fundamental consiste en que se entrega la estructura casi completa para el estado final de las casas (muros medianeros compartidos, cubierta a dos aguas, solera inferior y vigas para el forjado del primer piso), dejando a los habitantes la realización de tan solo un forjado y dos paños verticales exteriores.⁵⁸



Figura 62 Estructura, (Felipe Díaz, 2013)
Fuente:<https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>

Tabla 07. Ventajas y Desventajas

Ventajas	Desventajas
Funcional: cumple con los ambientes básicos para una buena calidad de vida.	Funcional: el servicio sanitario está a la par de la cocina.
Formal: diseño pensado para ahorrar recursos.	Formal: diseño simple.
Ambiental: uso de materiales naturales.	Ambiental: piso, cimentación y paneles de muros de materiales tradicionales.
Constructivo: facilidad y rapidez constructiva.	Constructivo: propenso a inundaciones por los huracanes.

Fuente: Elaboración Propia



Comedor fase 2



Sala fase 2



Exterior, fase 2 terminada

Figura 63 Fotos interiores y exteriores, (Felipe Díaz, 2013)
Fuente:<https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>

58. Viviendas Villa Verde, Constitución, *Arquitectura Viva*, acceso 17 de junio del 2025, <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>

REFERENTE CONTEXTUAL

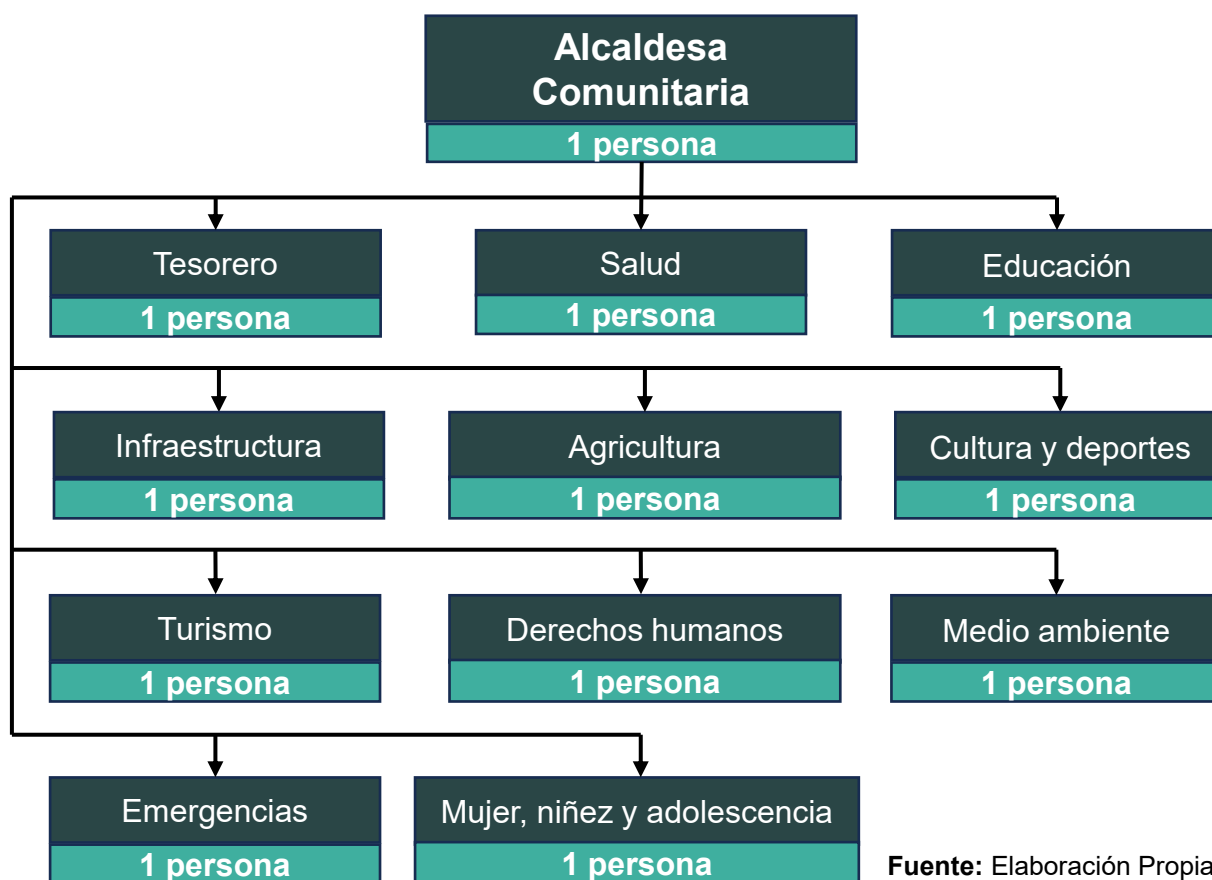
Capítulo 3

3.1 Contexto Social

3.1.1 Organización ciudadana: la comunidad tiene un alto grado de organización y autonomía, liderado por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), la comunidad se organiza para realizar proyectos en conjunto, no solo de beneficio público sino también de beneficio familiar, como cambio de techo de palma, introducción de tubería de agua potable, entre otros, también es el encargado de la gestión de riesgo al momento de ocurrir un desastre natural como inundaciones, el COCODE organiza gestiona faenas de trabajo para arreglar carreteras, tuberías, puentes, apoyar a familias que presentaron daños en sus viviendas, entre otros, esta cultura de colaboración, reciprocidad y trabajo en conjunto la describe la expresión del idioma q'eqchi' "sa' komonil" que se traduce como "entre todos" o "trabajando juntos".⁵⁹

El COCODE es el encargado de tomar las decisiones importantes, resolver conflictos entre los habitantes y el desarrollo de la comunidad, está formado por once miembros que tienen una comisión cada uno y son liderados por un alcalde o alcaldesa comunitaria:⁶⁰

Tabla 08. Comisiones y Jerarquía del COCODE



Fuente: Elaboración Propia

59. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWxNCOfd98>.

60. COCODE de Punta Brava, Libro de Actas del COCODE, Acta 3-2023, 31 de mayo del 2023, Aldea Punta Brava, Los Amates, Izabal.

El consejo de desarrollo comunitario se encuentra sujeto al Código Municipal, además tiene elecciones cada dos años, de acuerdo con el artículo 64 del reglamento de la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, es la comunidad de Punta Brava quien decide si los integrantes continúan en su cargo o si se elige nuevos integrantes. El COCODE es quien representa legalmente a la comunidad, bajo su liderazgo se han desarrollado proyectos como la introducción de agua potable entubada, construcción de caminos y construcción de puentes, algunos de estos proyectos financiados por la municipalidad y otros por donaciones.⁶¹

La educación es uno de los pilares de Punta Brava, la escuela primaria se construyó en el año de 1968, en un terreno que donaron vecinos de la comunidad. Actualmente se estima que hay un 98% de asistencia escolar en primaria. En 2013 inició la educación pre primaria o de párvulos, pero desde el año 2022 se dejó de impartir clases en este nivel educativo porque actualmente no se cuenta con el mínimo de 15 niños por año que solicitó el Ministerio de Educación a la aldea, basándose en el Acuerdo Ministerial Número 3206-2019 que establece en el artículo 3 el número máximo de alumnos por aula para establecer un puesto docente en centros educativos oficiales, en el inciso B indica que en el nivel preprimario para áreas rurales es de 25 alumnos e indica al final que en caso de comunidades lejanas con características especiales se antepone el derecho a la educación de la niñez por lo que el Ministerio de Educación le solicita a la aldea por lo menos 15 niños y no se ha cumplido con ese requisito en los últimos 3 años.⁶²

Se estima que en la aldea Punta Brava la continuidad de los estudiantes de educación primaria a educación básica es del 100%, según los datos proporcionados por el Instituto Puente. Esto se ha logrado gracias a los esfuerzos de algunos locales para garantizar una educación de excelencia y obtener el respaldo de instituciones nacionales y donativos nacionales e internacionales.⁶³



Figura 64 Logo del COCODE, (COCODE, 2023)
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=8IWXnCOfd98&t=75s>



Figura 65 Escuela, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

61. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWXnCOfd98>.

62. Ministerio de Educación, *Acuerdo Ministerial Número 3206-2019*, 4 de octubre del 2019. https://infopublica.mineduc.gob.gt/mineduc/images/0/0b/DIDEFI_EST-DETER-DEMANDA-DOC_INCISO6_2019_VERSION3.pdf

63. Ervin Esquivel (ex alcalde comunitario y profesor), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

En 2015 inició la educación media en Punta Brava con la inauguración del Instituto Puente que atiende a más de 50 jóvenes al año, iniciando labores en una construcción de madera con techo de lámina y muro de varas de bambú. En 2018 se construyó un nuevo instituto con estructura de bambú y piedra por iniciativa de Edwin Xol, Ervin Esquivel y el COCODE, quienes contaron con el apoyo de CASSA para desarrollar el proyecto. En el Instituto además de los cursos regulares los jóvenes aprenden sobre alimentación saludable, emprendimiento y apoyo comunitario.⁶⁴



Figura 66 Instituto Puente, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 67 Instituto Puente, (Instituto Puente, 2018)
Fuente: <https://www.facebook.com/institutopuenteapb/photos>

Se estima que la continuidad de alumnos de educación básica a diversificado es del 65% según datos del Instituto Puente, pero la mayoría no continúan los estudios dentro de la aldea porque sólo se imparte la carrera de Perito en Desarrollo Comunitario y es poco conocida o no existe mucho interés, por este motivo desde 2022 los maestros del Instituto Puente decidieron no recibir más alumnos, la última promoción fue la 2024 y se está evaluando la situación para incorporar otra carrera en la que exista más interés por parte de los alumnos de educación básica.

Durante el año 2024 habían 60 alumnos en el Instituto Puente, de los cuales 43 eran de aldeas cercanas como Boca Ancha, Pueblo Nuevo, Tecomate y Río Banco, quienes fueron atendidos por seis maestros, tres que se encontraban trabajando por contrato y tres que se encontraban trabajando por donaciones.

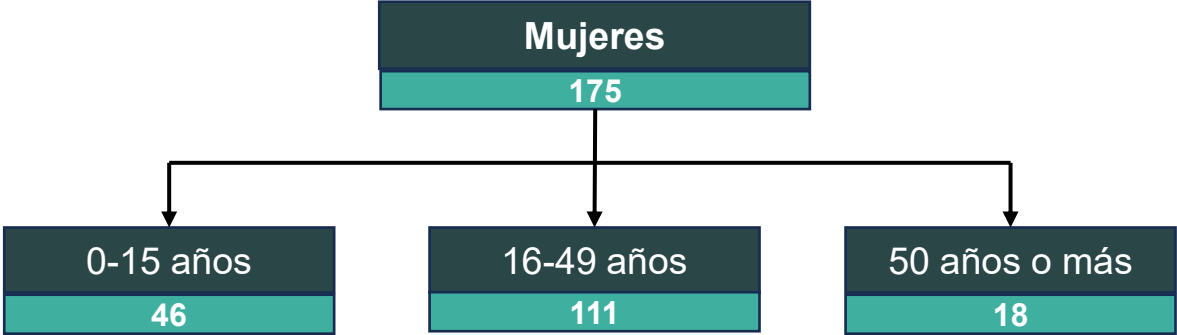
Desde 2018 el Instituto puente ha brindado a los estudiantes conocimientos sobre las técnicas de construcción con bambú que se ha aplicado en proyectos reales como la construcción de un laboratorio. A finales del año 2024 con el apoyo de grupo Ceiba y el Ministerio de Educación, se llevó a cabo un proyecto de primaria y básicos por madurez además de cursos gratuitos de computación, ambos en jornadas nocturnas.⁶⁵

64. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8lWXnCOfd98>.

65. Ervin Esquivel (ex alcalde comunitario y profesor), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

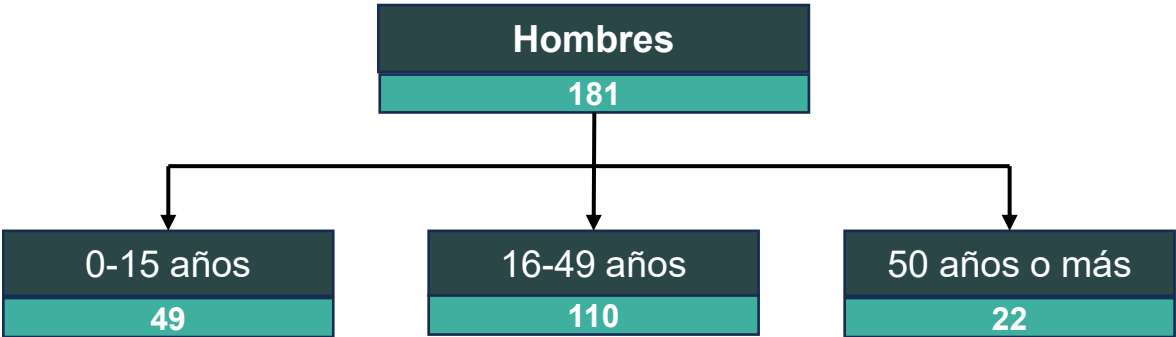
3.1.2 Poblacional: Punta Brava fue fundada por cinco núcleos familiares, Don Julian Alvarenga y doña Antolina, don Albardo Barrientos Monzón y doña Enriqueta, Don Pedro Yalibat y doña Cristina Ac, don Vicente Pop y doña Emilia Mucú, don Manuel Caal y doña Joaquina Chub. Los primeros pobladores provenían de Alta Verapaz y del municipio de El Estor, Izabal, posteriormente arribaron más familias de la aldea Rio Banco y de municipios lejanos como Esquipulas, atraídos por la cercanía de la Aldea Punta Brava con el lago de Izabal.⁶⁶ De acuerdo con los datos de Segeplan, en 2018 la aldea Punta Brava contaba con 356 habitantes entre q'eqchi's, mestizos y algunos garífunas, divididos por edades y sexo de la siguiente manera:⁶⁷

Tabla 09. Pobladores Mujeres de Punta Brava



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Pobladores Hombres de Punta Brava



Fuente: Elaboración Propia

66. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWXnCOfd98>.

67. Segeplan. "CONSTRUCCION INSTITUTO BASICO ALDEA PUNTA BRAVA LOS AMATES, IZABAL". SNIPgt, 2018. [https://sistemas.segeplan.gob.gt/reports/rwervlet?snrpbp\\$boleta&prn_proyecto=186018&prn_ejercicio=2018](https://sistemas.segeplan.gob.gt/reports/rwervlet?snrpbp$boleta&prn_proyecto=186018&prn_ejercicio=2018).

Tasa de natalidad: según datos del Banco Mundial en 1960 la tasa de fecundidad por cada mujer era de 7, lo cual se redujo significativamente a partir del año 1990 donde la tasa de fecundidad por cada mujer era de 5.5, hasta los últimos datos obtenidos en 2022 donde la tasa de natalidad por cada mujer era de 2.4. ⁶⁸ En Punta Brava, durante el año 2024 la mayoría de los nuevos núcleos familiares están compuestos por 2 padres y 2 hijos, debido a esta disminución de la tasa de natalidad es que la escuela pre primaria no dispone de la cantidad mínima de estudiantes requerida por el Ministerio de Educación. Además del núcleo familiar habitual formado por padre, madre y dos hijos, en ocasiones se encuentra otro familiar u otros familiares en una misma vivienda. ⁶⁹

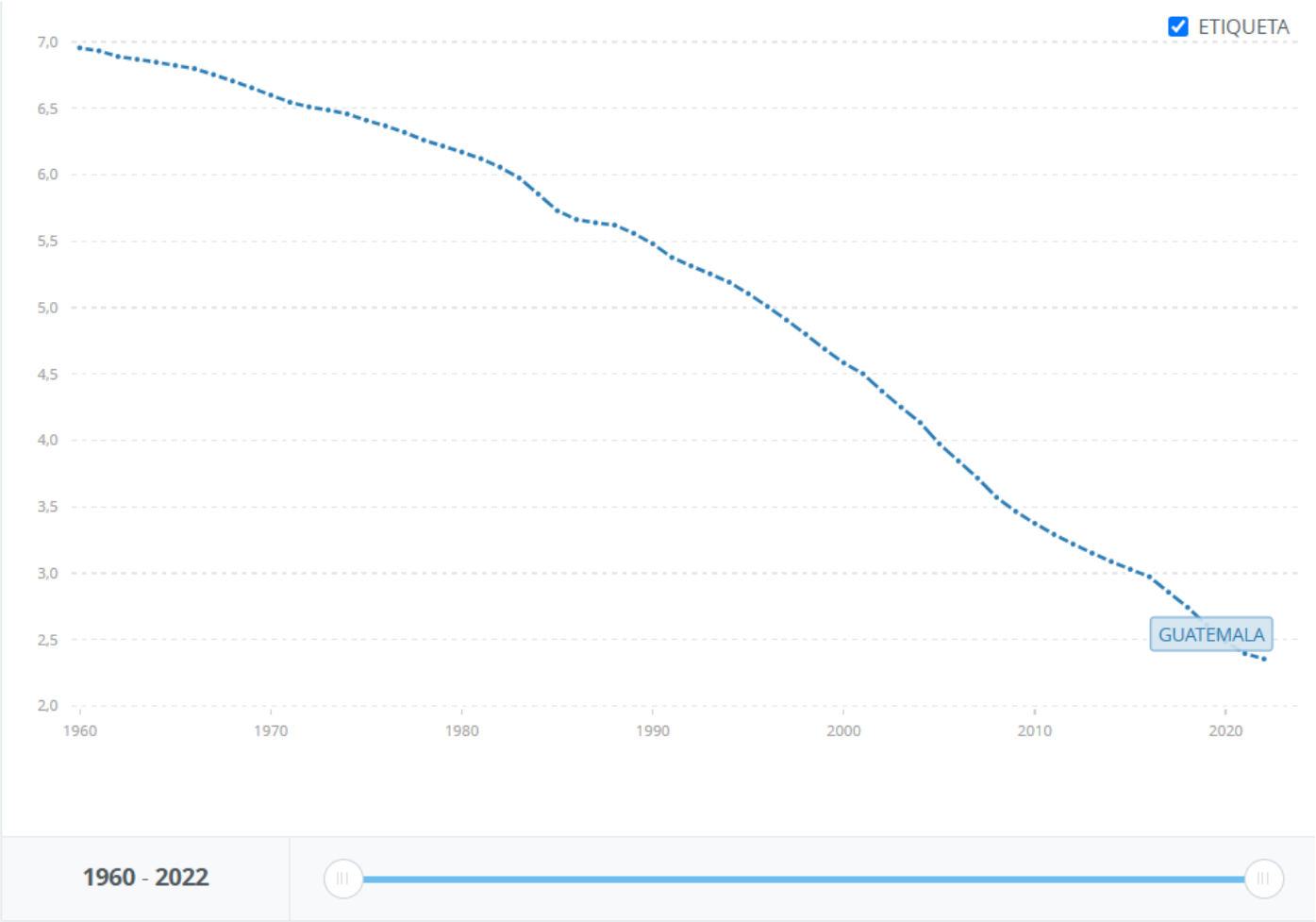


Figura 68 Tasa de natalidad 1960-2020, (Banco Mundial 2022)
Fuente:<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.TFRT.IN?end=2023&locations=GT&start=1960&view=chart>

68. Grupo Banco Mundial, *Tasa de Fecundidad Total (nacimientos por mujer) – Guatemala, 2022*. Acceso 19 de noviembre de 2024.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.TFRT.IN?end=2022&locations=GT&start=1960&view=chart>

69. Ervin Esquivel (ex alcalde comunitario y profesor), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

Vulnerabilidad social: por factores económicos y de inundaciones.

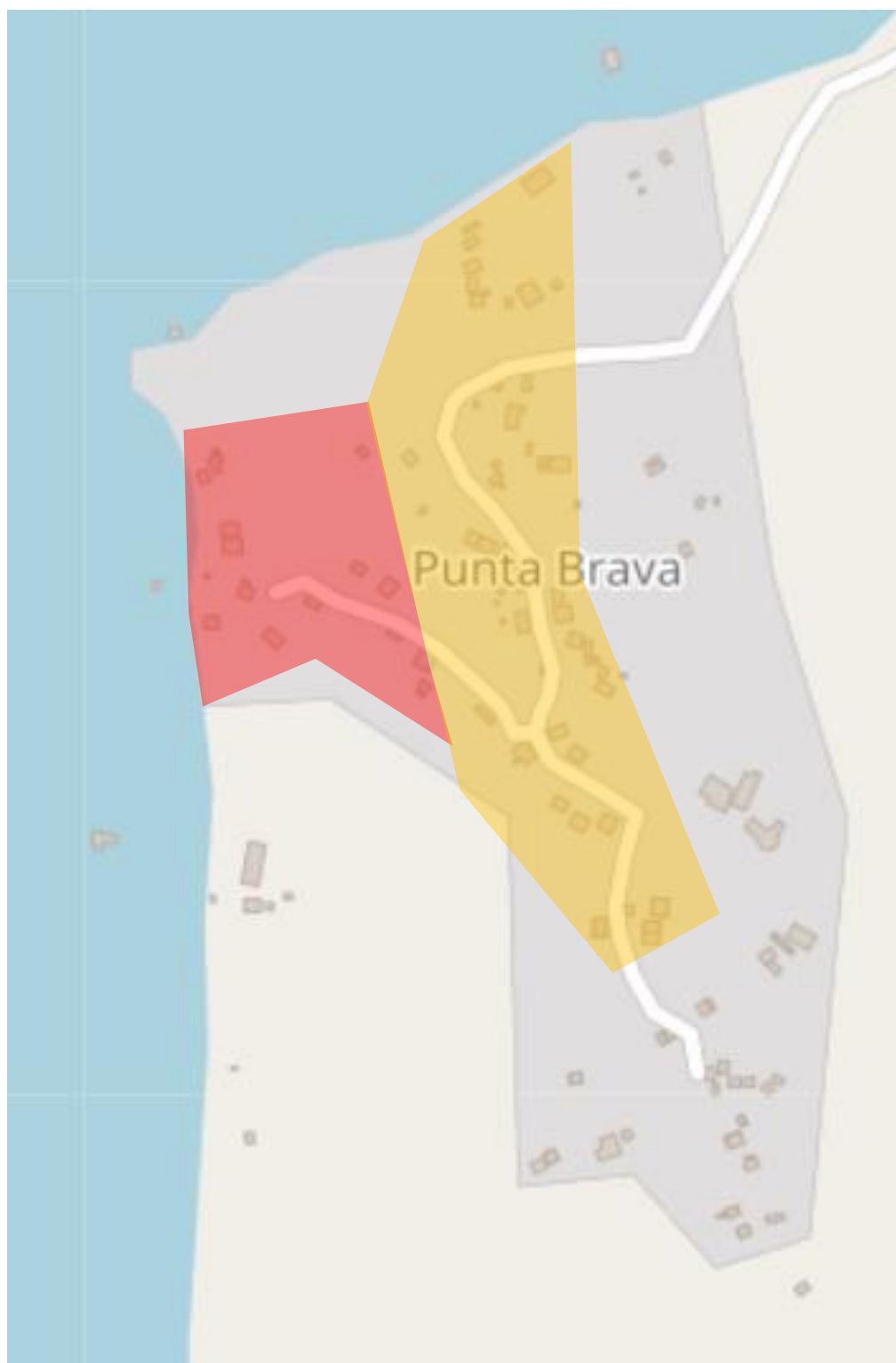


Figura 69 Zona de riesgo por factores económicos y de Inundaciones, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.TFRT.IN?end=2023&locations=GT&start=1960&view=chart>

- Vulnerabilidad alta
- Vulnerabilidad media
- Vulnerabilidad baja

3.1.3 Cultural:

Historia: la aldea Punta Brava se fundó alrededor de 1940, los primeros pobladores se dedicaban al cultivo de maíz, frijol, arroz, cacao, ñame, yampi, malanga, camotes, güisquil, yuca, plátano y guineo. Se dedicaban a la crianza de caballos, vacas, gallinas, cerdos, patos y chompipes. Las familias tenían sus propios cayucos y pescaban para consumo propio.⁷⁰

En 2024 se continúa pescando para consumo propio pero principalmente para comercio, se continúa con la siembra de maíz y frijol y ha aumentado la crianza de caballos, vacas, gallinas, chivos y cerdos. Según algunos pobladores el origen del nombre de Punta Brava se debe a la geografía y características del entorno, además de la naturaleza del sitio debido a las intensas corrientes del lago que azotan frente a la aldea.

Cultura: en Punta Brava existe una mezcla de culturas debido a la diversidad de sus habitantes que son q'eqchi's, mestizos y algunos garífunas, quienes han conservado muchas de sus tradiciones.

Las actividades culturales tienen mucha influencia de la corona española y la religión católica, la fiesta patronal de Punta Brava es en honor a Santiago Apóstol y se realiza el 25 de julio con una celebración eucarística en la iglesia y con actividades deportivas como campeonato de fútbol y carreras de cintas que consiste en carreras montando a caballo, los jinetes deben recoger unas cintas en el trayecto y llevarlas al lugar en el que inicia la carrera. La semana santa es otra festividad importante donde se realizan actividades en la iglesia católica y procesiones que recorren toda la aldea.

El instituto Puente organiza actividades conmemorativas para las fiestas patrias del 14 y 15 de septiembre, como la investidura de la niña independencia, actos cívicos y danzas conmemorativas, desfiles desde la cancha de fútbol al instituto, carreras de cintas, actividades deportivas como campeonatos de fútbol y palo encebado que es un juego tradicional de Guatemala que consiste en trepar un palo de madera regularmente de 5 a 6m de alto y aproximadamente 20cm de diámetro el cual contiene alguna sustancia resbaladiza, el fin de este juego es trepar el palo utilizando únicamente los brazos y piernas hasta llegar a la cima donde se coloca un premio.⁷¹



Figura 70 Iglesia local, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 71 Palo encebado, (Esquipulas.com.gt 2021)

Fuente: <https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/tradiciones/juego-del-palo-ensebado-en-guatemala/>

70. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWxNCOfd98>.

71. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodríguez, 28 de septiembre del 2024.

Identidad: en Punta Brava se fomenta mucho la práctica del deporte y una de las actividades recreativas de mayor relevancia son los campeonatos de fútbol masculinos y femeninos, a los que asisten la mayoría de los pobladores de la aldea, estas actividades deportivas son transmitidas en las redes sociales de Punta Brava. En estas actividades se invita a jóvenes de aldeas aledañas como Rio Banco y Pueblo Nuevo, a los ganadores de los campeonatos se les entregan trofeos y premios en efectivo que son patrocinados por pobladores, donadores internacionales y en algunos casos por la Municipalidad de Los Amates.⁷²



Figura 72 Campo de Punta Brava, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

Uno de los platillos típicos de Punta Brava es el caldo de cerdo ahumado, que contiene costilla de cerdo, orégano, cebollín, hierbabuena, pimienta molida, tomate, chile, samat, agua y sal. Este platillo es representativo de la cultura maya.

En las fiestas navideñas se acostumbra cocinar tamales, esta tradición se realiza en toda Guatemala y también tiene su origen en los mayas y la importancia del maíz en sus creencias religiosas y en su gastronomía.⁷³ Los habitantes de Punta Brava acostumbran cocinar los tamales y diversos platillos en cocina de leña o polletón, elemento que es importante en las viviendas de la comunidad.⁷²



Figura 73 Tamales amarrados en su hoja, (Guatemala.com 2018)

Fuente:<https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/historia-tamales-mayas-guatemala/>

72. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodríguez, 28 de septiembre del 2024.

73. Historia de los Tamales en Guatemala, *Guatemala.com*, acceso 31 de octubre del 2024
<https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/historia-tamales-mayas-guatemala/>

3.1.4 Legal: el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) es quien representa legalmente a la aldea Punta Brava⁷⁴ y es quien solicita el proyecto, por esta razón es importante tener en cuenta los requisitos que se encuentran a continuación.

Realizar una vivienda tipo A para 10 personas que debe contar con 3 fases constructivas y los siguientes ambientes:

1era Fase: sala, comedor, cocina de gas y de leña, baño y 3 dormitorios.

2da Fase: dormitorio y estudio.

3era Fase: dormitorio y baño.

Realizar una vivienda tipo B para 6 personas con una fase de construcción y los siguientes ambientes: Sala-comedor, cocina de leña, baño y 2 dormitorios.

Algunos requisitos importantes para el diseño de las viviendas: deben ser principalmente de bambú porque es el material disponible en la comunidad. El costo de ambas viviendas debe ser económico, en su primera fase, deben estar alrededor de Q.100,000. Las viviendas deben ser diseñadas para que se puedan construir con herramientas básicas como llaves, barreno, alicate, martillo, nivel y sierra de mano. Realizar un manual con dibujos isométricos por cada ensamble o unión. Los requisitos tienen el mismo enfoque, que cada persona con conocimientos básicos en construcción sea capaz de construir su propia vivienda con el manual y el material y herramienta disponible en la comunidad.⁷⁵

Reglamento de construcción del municipio de Los Amates, departamento de Izabal.

- **Artículo 4. Licencia municipal de construcción:** el trámite de la licencia es requisito para cualquier construcción dentro del municipio de Los Amates Izabal.
- **Artículo 12. Acera:** se debe dejar banqueta de mínimo 1m de ancho en los lados del terreno que colinden con la vía pública.
- **Artículo 13. Alineación:** se debe cumplir con la alineación indicada por la Municipalidad, de no existir debe haber un mínimo de un metro desde el nivel de la calle.
- **Artículo 14. Agua y alcantarillado:** si el agua utilizada para el proyecto proviene de pozo o nacimiento propio, no se permite interconectarla a la red municipal.

En los sectores donde no hay drenaje Municipal las aguas pluviales o servidas deben evacuarse por medio de fosas sépticas, pozos o campos de absorción u otros sistemas diseñados para el proyecto y que cumpla con las leyes correspondientes.

Norma Ecuatoriana de la Construcción – Estructuras de Guadua.

Dado que no hay una normativa para la construcción con bambú en Guatemala, las viviendas se regularán en función de la norma ecuatoriana que se aplica para estructuras con bambú de la especie Guadua y especies similares que tengan las mismas propiedades físico mecánicas.⁷⁶

74. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW". YouTube, 8 de noviembre de 2023. Video, 511. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWXnCOfd98>.

75. COCODE de Aldea Punta Brava, Carta de solicitud de proyecto, Punta Brava, Los Amates, Izabal, 01 de abril del 2024.

76. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

Preservación por inmersión: proceso del método de preservación de los culmos.

- a) Perforación longitudinal de los diafragmas interiores de los culmos.
- b) Lavado exterior del culmo para no contaminar el líquido preservante.
- c) Introducción de los culmos en el tanque y fórmula del líquido de preservación.
- d) Correcta introducción de los culmos.
- e) Tiempo indicado para la inmersión de los culmos.
- f) Posterior a la extracción de los culmos.

Secado al ambiente: los culmos pueden ser secados de forma vertical en sitios ventilados. Durante el proceso se debe evitar el deterioro del material por la acción del clima, agentes biológicos u otras causas.

Identificación del bambú idóneo para la construcción:

- c) Los culmos de bambú no deben presentar una deformación del eje longitudinal mayor al 0,33%.
- e) Límites de fisuras del bambú.

Tabla 11. Límite de Fisuras del Bambú			
Tipo	Se permite	Límites	Recomendación
Grieta longitudinal	Sí	La grieta debe estar contenida entre dos nudos, si la grieta pasa al canuto siguiente no debe tener una longitud superior al 20% del culmo.	Si los culmos presentan fisuras después de instalados, estos pueden ser tratados por medio de abrazaderas o zunchos metálicos.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción 2016

- f) Los culmos estructurales no pueden presentar arrugas perimetrales que evidencien una falla debida a compresión durante la vida del bambú.
- g) Los culmos de bambú no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos o aves antes de ser utilizadas.
- h) No son aptos para la construcción los culmos que presenten algún grado de pudrición causada por hongos.

4.1. Requisitos de diseño: una estructura en bambú debe ser diseñada y construida considerando los siguientes requisitos:

- a) Todos los elementos de bambú de una estructura deben ser diseñados, contruidos y empalmados para resistir los esfuerzos producidos por las combinaciones de las cargas.
- b) Toda construcción de bambú debe tener un sistema estructural que cumpla los requisitos de resistencia sísmica.

4.4.3. Luz de diseño: la luz de diseño considerada para vigas con apoyo simple, o en voladizo, será la luz libre entre caras de soporte más la mitad de la longitud del apoyo en cada extremo. En el caso de vigas continuas la luz de diseño considerada será la distancia centro a centro de apoyos.⁷⁷

77. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

Conectores: en vigas de sección compuesta cuando se construyen vigas con dos o más culmos de bambú, se debe garantizar su estabilidad por medio de conectores transversales, que garanticen el trabajo en conjunto.

Aplastamiento: los esfuerzos de compresión perpendicular a las fibras, deben verificarse especialmente en los apoyos y lugares en los que haya cargas concentradas en áreas pequeñas.

Elementos constituidos por dos o más culmos: en el diseño de elementos solicitados a compresión constituidos por dos o más culmos, la medida de esbeltez debe calcularse.

Requisitos de resistencia y rigidez: el conjunto de diafragmas y muros de corte debe diseñarse para resistir el 100 % de las cargas laterales aplicadas, tales como acciones de viento o sismo y excepcionalmente empuje de suelos o materiales almacenados.

Diseño de uniones: la resistencia de las uniones dependerá del tipo de unión y de los elementos utilizados. Los valores admisibles se determinarán en base a los resultados de cinco ensayos como mínimo, con los materiales y el diseño a utilizar en la obra, considerando un factor de seguridad de 3.

Protección por diseño:

a) Las columnas de bambú no pueden estar en contacto directo con el suelo natural.

b) Los culmos no deben estar enterrados o inmersos en la cimentación o en cualquier otro componente de hormigón. c) Las edificaciones deben estar protegidas de las escorrentías.

d) Por medio del diseño se debe evitar la exposición directa de los elementos estructurales de bambú a las condiciones climáticas del lugar (lluvia, sol, salinidad, entre otros).

e) Para evitar la condensación se debe procurar la ventilación en los espacios interiores.

f) Cuando queden aberturas en el armado estructural (entrepisos, cubiertas y demás), es necesario sellar las mismas a través de elementos de cierre que eviten el ingreso de roedores, insectos u otros, que puedan afectar la estructura y la habitabilidad.

g) El armado de andamios no debe anclarse o conectarse a la estructura de la edificación.

h) Bajo ninguna circunstancia es admisible que las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, electrónicas y mecánicas, atraviesen o comprometan los culmos del sistema estructural.⁷⁸

i) Bajo ninguna circunstancia es admisible que las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, electrónicas y mecánicas, atraviesen o comprometan los culmos del sistema estructural.⁷⁸

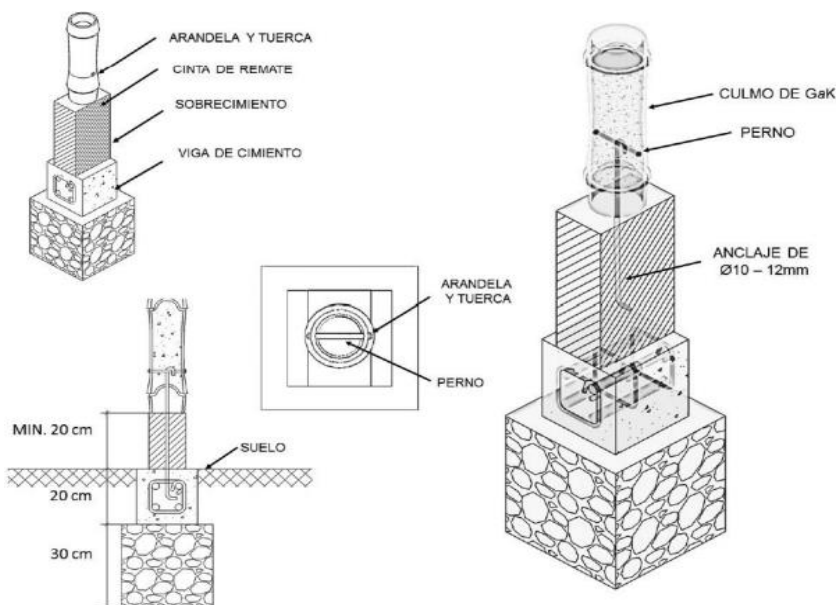


Figura 74 Apoyo de columnas de bambú en sobrecimiento, (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2016)

Fuente: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

78. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

- j) Previa utilización de los culmos, estos deben ser limpiados cuidadosamente con elementos apropiados que no causen daños en la epidermis del culmo.
- k) No maltratar los culmos durante el proceso de construcción mediante impactos, aplastamientos o caídas que afecten sus propiedades físico-mecánicas.
- l) Los culmos para uso estructural no deben ser usados previamente para la construcción de andamios u otros, que puedan comprometer la integridad de los culmos.

Anclaje de los culmos a los sobrecimientos: existen varias opciones de anclaje de los culmos a los sobrecimientos, como: varilla corrugada, pletinas, tubos de acero, elementos articuladores de acero, entre otros, de acuerdo a los requerimientos del diseño estructural.

Cortes para uniones entre culmos de bambú: las piezas de bambú deben ser cortadas de tal forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima $D=60$ mm del nudo.

Uniones entre piezas estructurales de bambú: la estructura de una edificación realizada con culmos de bambú, demanda diversos tipos de uniones o nodos, las herramientas eficientes y los elementos metálicos: pernos, tuercas, varillas roscadas, pletinas y otros que facilitan su ejecución.

Columnas: las columnas pueden conformarse de un culmo o de la unión de dos o más piezas de bambú, colocadas de forma vertical con las bases orientadas hacia abajo.

Vigas: las vigas deberán conformarse de uno o de la unión de dos o más culmos.

Paneles con estructura de bambú: los culmos no deben ser mayores a 3.5m en su punto más alto y la separación entre culmos no debe ser mayor a 60cm. (ver detalle).

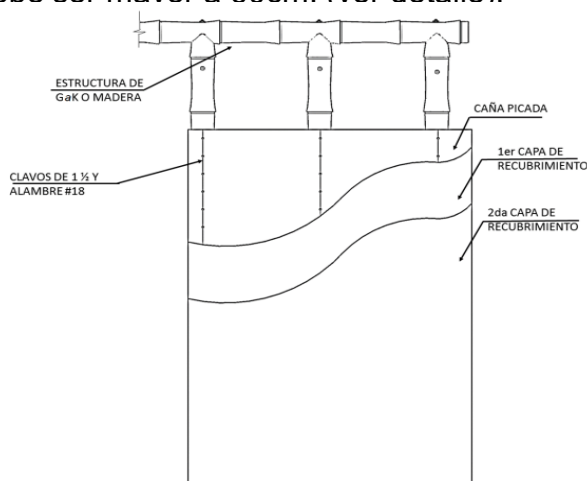


Figura 76 Recubrimiento de paredes, (Norma Ecuatoriana de la Construcción 2016)

Fuente: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

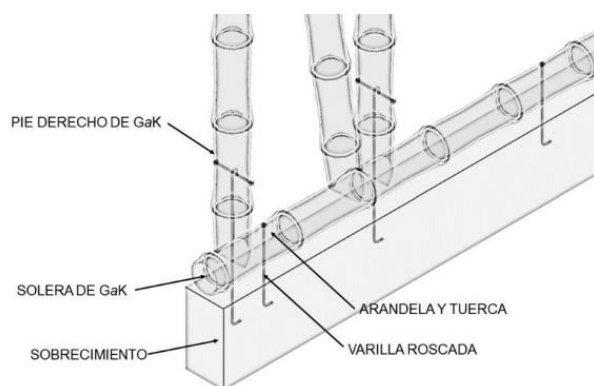


Figura 75 Uniones en panel de bambú, (Norma Ecuatoriana de la Construcción 2016)

Fuente: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

Entrepiso: el entrepiso debe ser de tipo liviano, para evitar sobrecargar la estructura portante de bambú.

Cubierta: la cubierta debe ser liviana, impermeable y con aleros que cubran las paredes de las fachadas.

Recubrimientos con mortero de arena – cemento: (ver detalle).⁷⁹

79. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

3.2 Contexto Económico

3.2.1 Agricultura: las primeras familias habitantes de Punta Brava se dedicaban al cultivo de maíz, frijol, arroz, cacao, ñame, yampi, malanga, camotes, güisquil, yuca, plátano y guineo.⁸⁰ También se dedicaban a la crianza de caballos, vacas, gallinas, cerdos, patos y chompipes. Las familias poseían sus propios cayucos y pescaban para consumo propio. En la actualidad se continúa con la siembra de maíz y frijol, pero este último se siembra poco.

3.2.2 Comercio: los primeros habitantes comerciaban con otras comunidades principalmente frutas, corozo, granos y cacao pero con el tiempo ha disminuido. En la actualidad el comercio principal son los mariscos que se venden en Río Dulce y en aldeas cercanas como Pueblo Nuevo, Boca Ancha y Buenos Aires.⁸¹

3.2.3 Turismo: este se concentra en el área del lago, particularmente en Denny's Beach, un hotel y restaurante bar que recibe a la mayoría de turistas y ofrece actividades como tours en lancha, motos acuáticas, cancha de voleibol, kayaks, áreas de meditación, entre otras. Denny's Beach genera empleo para algunos habitantes de la comunidad. En Punta Brava también se está promoviendo el turismo comunitario, los vecinos están organizados para recibir visitantes y hospedarlos en sus viviendas, también se brindan actividades como recorridos a caballo en la comunidad, paseos en lancha, pesca, tours en bicicleta, entre otras.⁸²



Figura 77 Cultivos, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 78 Comercio, (Instituto Puente 2023)
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=8lWXnCOFd98&t=75s>

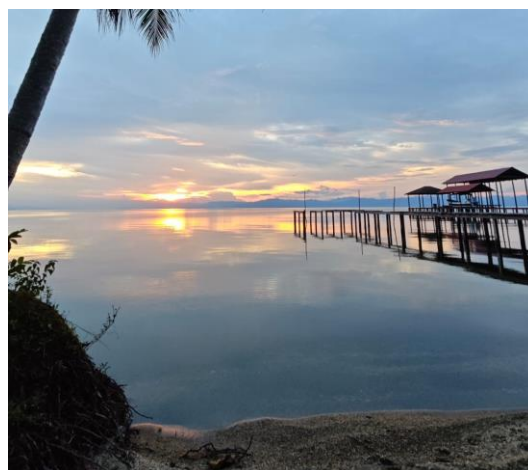


Figura 79 Lago de Izabal, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

80. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8lWXnCOFd98>.

81. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

82. Ervin Esquivel (ex alcalde comunitario y profesor), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

3.2.4 Construcción y carpintería: estas actividades generan empleo en la comunidad, están dirigidas por José Xol quien tiene a su cargo un grupo entre adolescentes y adultos, quienes lo apoyan para desarrollar los proyectos y aprenden sobre estas destrezas en su taller y en campo.



Figura 80 Construcción en proceso, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5 Bambú: los desafíos del clima en Punta Brava y los desastres naturales han hecho que la comunidad apueste por soluciones para la sostenibilidad ambiental y el bambú es un excelente aliado, esto ha permitido explorar nuevas formas de economía sustentable para el desarrollo de mujeres y hombres.⁸³ El bambú se está empleando en la construcción por sus propiedades antisísmicas y su durabilidad (más de 100 años)⁸⁴ y el primer ejemplo es el Instituto Puente, el cual contiene este material en muros, en losas y en techos. Además de la construcción también se utiliza para elaborar artesanías, lámparas, utensilios para el hogar, etc.



Figura 81 Cultivo de bambú, (Instituto Puente 2023)

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=8lWXnCOfd98&t=75s>

3.2.6 Producción pecuaria: existe crianza de algunos animales, principalmente de tipo bovino, cerdos y chivos, lo cuales se venden en otras comunidades. La crianza de estos animales representa una oportunidad de empleo para pobladores de Punta Brava.

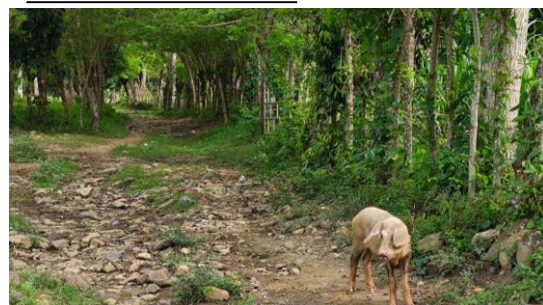


Figura 82 Producción pecuaria, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7 Empleo y pobreza: se estima que **la población económicamente activa es un 80% a 90%**, los niños son los únicos que no trabajan, los adolescentes estudian por la mañana y trabajan por la tarde o viceversa, hombres y mujeres trabajan por igual para el sustento de sus familias. Otras actividades económicas en Punta Brava, aparte de las ya mencionadas, son la limpieza de playas, tiendas de consumo diario y docencia. La clase social predominante en Punta Brava es media baja, pero también hay clase social media y baja. Según datos del COCODE hace unos años en Punta Brava habían dos familias que vivían en pobreza extrema y los niños tenían problemas de desnutrición, pero estas familias se mudaron a otras comunidades por una oportunidad de empleo, por lo que en 2024 **el porcentaje de pobreza extrema y desnutrición en la aldea es del 0%**⁸⁵

83. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8lWXnCOfd98>.

84. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

85. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

3.3 Contexto Ambiental

3.3.1 Análisis macro:

Paisaje natural

Punta Brava es un lugar que combina la belleza de sus recursos hídricos como su río y el lago de Izabal, con la belleza de la vegetación tropical, los animales exóticos y sus montañas, lo cual crea un paisaje natural muy diverso y atractivo para los turistas y locales.

- **Flora:** Punta Brava es rica y variada en vegetación porque está rodeada de montañas y bosques. La flora predominante es el amate, chicozapote, mangle, matiliguete, san juan, mango, variedad de palmeras, aguacate, limón, banano, plátano, jocote, hule, guayaba, maíz, frijol, cedro, ceiba, almendro, santa maría, bambú, izote, variedad de arbustos, variedad de plantas trepadoras y variedad de gramíneas.
- **Fauna:** debido a la población algunas especies exóticas viven alejadas de la aldea pero siguen estando presentes en los bosques y montañas, algunos de los habitantes han podido observarlas en el presente. La fauna terrestre que predomina en Punta Brava son los caballos, cerdos, chivos, vacas, perros, gatos, pecarí, venados, tepescuintles, cotuzas, ranas, sapos, iguanas, lagartijas, ardillas, pizotes, variedad de serpientes y variedad de insectos. Entre las aves están las gallinas, patos, gansos, zopilotes, sanates, garzón, garza, pericos, mirlos, colibríes, clarineros, pijijes, tortolitas y tordos. Entre las especies marinas están, tortugas, mojarras, bagres, manatíes, lisas, caite, chumbimba, cangrejo, pez vaca, machaca y tilapia.⁸⁶



Figura 83 Montañas, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

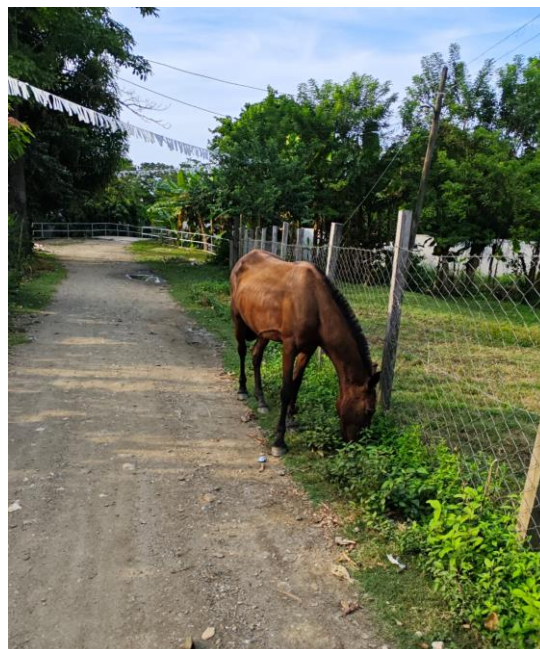


Figura 84 Fauna, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

86. Bienes y Servicios Ecosistémicos del Refugio de Vida Silvestre, Bocas del Polochic, CONAP, última modificación 11 de junio del 2021, <https://conap.gob.gt/bienes-y-servicios-ecosistemicos-del-refugio-de-vida-silvestre-bocas-del-polochic/>

Recursos hídricos

Punta Brava cuenta con tres recursos hídricos principales, el primero es el lago de Izabal que alberga una gran variedad de especies marinas de flora y fauna como peces, aves y manglares y es uno de los principales motores económicos de la comunidad por la variedad de actividades turísticas que ofrece tanto el hotel y restaurante Denny's Beach como la aldea, además es el lugar ideal para la pesca, lo que permite comercializar este producto. El lago está conectado al mar caribe a través del río Dulce por lo que es una ruta importante de navegación.

El segundo recurso hídrico es el río que atraviesa la aldea y desemboca en el lago de Izabal, este río también conserva variedad de especies marinas de flora y fauna. A través de los convenios establecidos en la comunidad, se ha reducido la contaminación generada por las aguas residuales, las cuales en la actualidad son tratadas individualmente en cada terreno familiar. El río también ha sido un desafío para la comunidad, principalmente en tema de accesibilidad ya que divide la aldea en dos y en invierno el río incrementa su caudal, registrando tres desbordamientos importantes en los últimos cinco inviernos. En 2021 el COCODE gestionó la construcción del puente vehicular que conecta la aldea, el cual se inauguró en febrero del 2022.

El tercer recurso hídrico es el nacimiento de agua que abastece a todas las viviendas de Punta Brava de agua potable que proviene de la montaña y es dirigida por medio de tubería a dos tanques de almacenamiento que, posteriormente, transportan el agua por medio de la gravedad. Los tanques de almacenamiento se ubican a mitad del camino del nacimiento de agua, cerca del cementerio de la localidad.⁸⁷

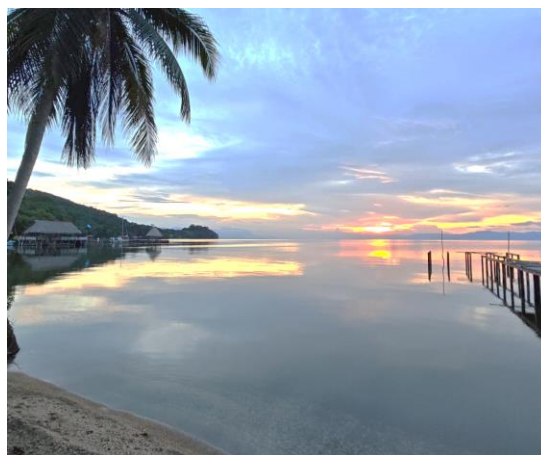


Figura 85 Lago de Izabal, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

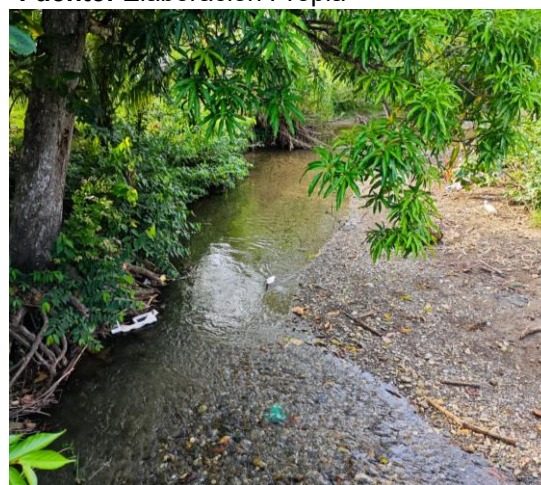


Figura 86 Río de Punta Brava, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 87 Tanque de almacenamiento, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

87. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodríguez, 28 de septiembre del 2024.

Zonas de riesgo por inundación del río y el lago: fotos del ciclón tropical Julia en octubre de 2022.

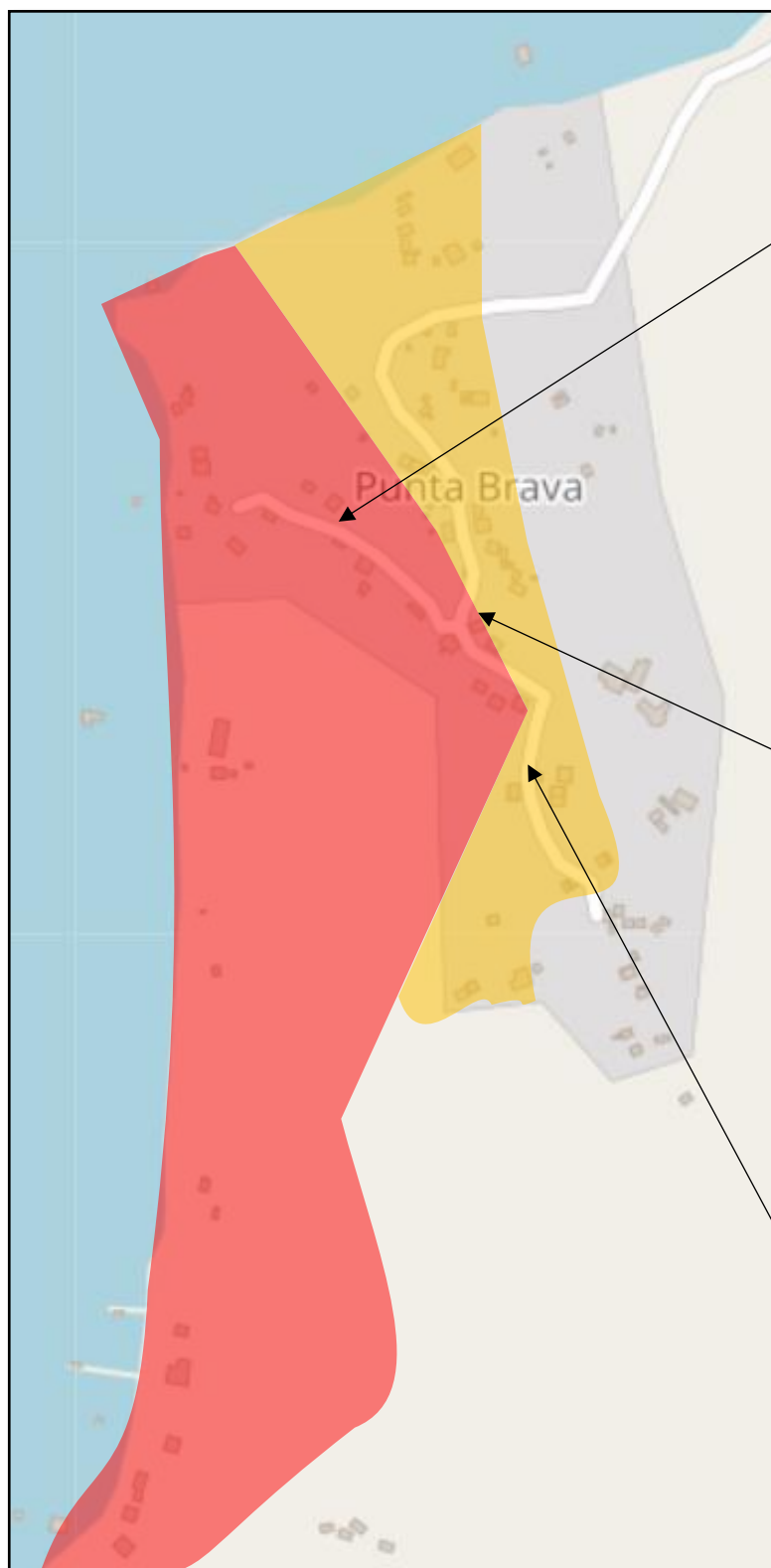


Figura 88 Zona de riesgo por inundaciones, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: elaboración propia.



Figura 89 Calle de acceso a la playa, (Edwin Xol 2022)

Fuente: https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=5573374202780373&id=303455713105608



Figura 90 Puente y río de Punta Brava, (Edwin Xol 2022)

Fuente: https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=5573374202780373&id=303455713105608



Figura 91 Calle frente al Instituto Puente, (Edwin Xol 2022)

Fuente: https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=5573374202780373&id=303455713105608

- Zona de alto riesgo y mayor acumulación de agua prolongada
- Zona de riesgo medio y menor acumulación de agua prolongada

Proyección climática

De acuerdo con los escenarios de cambio climático para Guatemala, se proyectan aumentos en la temperatura de entre 3 °C y 6 °C para fines de siglo. La mayoría de esos escenarios para Guatemala estiman la disminución del 30 % de la precipitación anual para finales de siglo. **Se proyectan sequías más prolongadas y alteraciones en la temporada de lluvias, que generarían un mayor número de tormentas locales severas.** ⁸⁸



Figura 92 Punta Brava, Ciclón Julia, (Edwin Xol 2022)

Fuente: https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=5573374202780373&id=303455713105608

En el año 2015 se publicó la Segunda Comunicación Nacional de Guatemala sobre Cambio Climático. Para ello, se utilizaron las proyecciones generadas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala (INSIVUMEH) para los años 2030, 2050, 2070 y 2090. (MARN, 2015). En estas proyecciones se observa una tendencia al incremento de la precipitación anual entre la década de 2010 a 2020. Sin embargo, de la década de 2030 a 2090 se observa una variabilidad bien marcada, ya que entre la década de 2030 a 2040 se observa un decremento de la lluvia anual nacional; entre la década de 2040 a 2050 se observa un incremento de esta; entre las décadas de 2050 a 2070 se observa un decremento de lluvia y, posteriormente, entre las décadas de 2070 a 2080 la lluvia vuelve a aumentar. El mismo comportamiento se observa en ambas proyecciones, pero en el escenario A2 los cambios son más bruscos comparados con el escenario B1. ⁸⁸

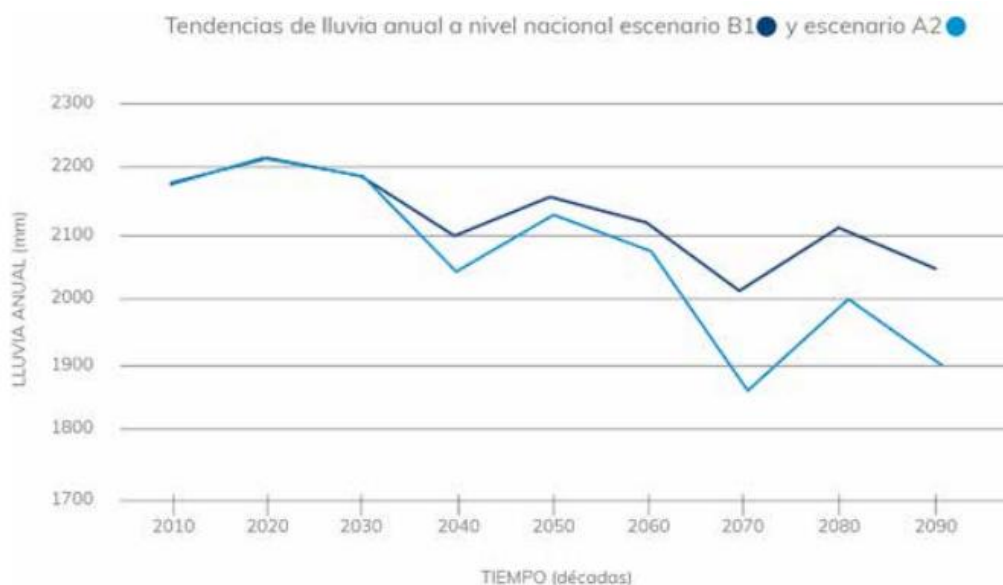


Figura 93 Proyección de precipitación pluvial, (Paris Rivera, Walter Bardales y Werner Ochoa 2019)

Fuente: <https://sgccc.org.gt/wp-content/uploads/2019/07/1RepCCGuaCap3.pdf>

Los escenarios de cambio climático estiman que la precipitación pluvial podría disminuir un 30% para finales del siglo. **La vulnerabilidad ante la variabilidad del clima de las distintas regiones del país, podría verse incrementada por el cambio climático.** ⁵⁸

88. ICC, Paris Rivera (Insivumeh), Walter Bardales (USAC) y Werner Ochoa (USAC), *Escenarios Futuros de Cambio Climático para Guatemala*, Guatemala, Editorial Universitaria UVG, 2019. <https://sgccc.org.gt/wp-content/uploads/2019/07/1RepCCGuaCap3.pdf>

Contaminación

- **Hídrica:** el río de Punta Brava y el Lago de Izabal se encuentran contaminados con aguas residuales de las viviendas que aún vierten sus drenajes en el río, cuyo destino final es el lago de Izabal. El Instituto Puentes ha promovido sistemas de tratamiento de aguas residuales sencillos de elaborar, son fosas llenas de ripio o pedazos de block y una capa final de tierra sobre la cual se siembran plantas de banano o plátano para que absorban el agua. Gracias a estos esfuerzos se ha logrado disminuir la contaminación de los recursos hídricos.⁸⁹
- **Visual:** las fuentes de contaminación visual en Punta Brava se originan por la publicidad en establecimientos de comercio como las tiendas de consumo diario, sin embargo, esta publicidad no es excesiva.
- **Auditiva:** las fuentes de contaminación auditiva provienen de las iglesias de la comunidad y vecinos que tienen música con volumen alto. En este sentido el COCODE elaboró un acta que establece que a partir de las 9:00pm no está permitido cualquier tipo de contaminación auditiva.⁸⁹
- **Respiratoria:** se estima que un 90% de los hogares en Punta Brava cocinan con leña y se exponen al humo de esta, lo cual genera problemas respiratorios a largo plazo. Además existen algunos establos donde tienen variedad de animales bovinos, porcinos entre otros, los cuales generan olores fuertes que contaminan el aire en algunos sectores de Punta Brava como el Instituto Puentes.⁸⁹



Figura 94 Contaminación del río, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 95 Contaminación respiratoria del establo, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

89. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodríguez, 28 de septiembre del 2024.

Paisaje construido:

Vivienda: las primeras viviendas de la aldea Punta Brava eran de estructura de madera y techos de manaca, las paredes eran de varillas de madera, tablas de madera y bambú.⁹⁰

Este estilo de arquitectura vernácula se conserva hasta la actualidad, pero con el tiempo se ha modificando con la introducción de materiales como el block, concreto, madera tratada y lámina. Debido al atractivo turístico del lago, personas fuera de la aldea han construido muelles y cabañas de madera frente a la playa con diseños más elaborados. En la actualidad gracias al Instituto Puente se ha fomentado la construcción con bambú tratado, enseñando en las aulas cómo trabajarlo, lo que ha cambiado la mentalidad de los habitantes, quienes están empezando a utilizar este material no solo en la construcción, sino también para elementos como lámparas, utensilios de cocina, utensilios de baño, muebles, etc.



Figura 96 Viviendas de Punta Brava, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

Educación: en Punta Brava existe una escuela de educación primaria y una escuela de educación básica, ambas construidas por el Gobierno con muros de block y concreto y techo de lámina. En 2018 se construyó el Instituto Puente, uno de los proyectos más representativos para Punta Brava porque toda la comunidad participó en la construcción, acá se utilizaron materiales naturales y locales como el bambú que se obtuvo de una plantación cercana al terreno y la piedra que se obtuvo de un río que colinda con el terreno del instituto. Los muros son de piedra y bambú con monocapa y el techo es de estructura de bambú con lámina. Este proyecto se construyó con donaciones nacionales e internacionales.



Figura 97 Instituto Puente, (Instituto Puente, 2024)

Fuente: <https://www.facebook.com/institutopuenteapb/photos>

90. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWxNCOd98>.

Salud: en Punta Brava existe una farmacia construida con muros de block y concreto reforzado y con techo de lámina. Esta es la única farmacia en la comunidad, no hay clínicas ni centros de salud y en casos de emergencia los pobladores se organizan para realizar viajes en moto o en pick up. En ocasiones hay jornadas médicas o de vacunación que se realizan en las instalaciones del Instituto Puente. En Punta Brava hay una comadrona y un curandero que viven en la aldea y sirven a su comunidad.⁹¹



Figura 98 Farmacia, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

Hotel y restaurante: en Punta Brava existe un hotel y restaurante a la orilla de la playa, el cual está construido con muros de block y concreto y con techo de lámina arquiteja, además posee un muelle de madera, senderos y jardines que conducen a cada una de las cabañas. Además del hotel también hay cabañas a la orilla de la playa que se pueden alquilar en Airbnb, la mayoría de estas cabañas están construidas con madera tratada.



Figura 99 Hotel, (Hoteles.com, 2023)
Fuente: <https://dennys-beach-resort.guatemalacity-hotels.com/es/>

Comercio: en Punta Brava existen alrededor de doce tiendas de consumo diario que también cumplen la función de vivienda y están construidas con variedad de materiales dentro de los que resaltan el block, madera, lámina y concreto. No existe un mercado, frutería o verdulería dentro de la aldea, para acceder a estos alimentos hay tres formas de hacerlo, saliendo de la aldea a Río Dulce o a Buenos Aires, los días viernes que llega un cayuco a la comunidad y en ocasiones que llega un pick up a vender en la aldea.⁹¹



Figura 100 Tienda, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

Cementerio: el cementerio se ubica en la parte alta de Punta Brava, la calle de acceso es de terracería y piedra. Las tumbas están construidas con block y muchas de ellas tienen techos de lámina con estructuras de palos de madera y columnas de concreto.



Figura 101 Cementerio, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

91. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

Establos: existe un potrero ubicado a un costado del Instituto Puente, el cual está construido con estructura de palos de madera y techo de lámina. También es común ver animales como cerdos, caballos y otros, en las calles de Punta Brava porque cada familia acostumbra tener su propia crianza. ⁹²



Figura 102 Establo, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

Se realizó un estudio del paisaje construido tomando como referencia 20 construcciones entre viviendas/tiendas, la escuela, el instituto, la farmacia, el hotel y el establo.

Tabla 12. Tipo de Cerramiento en Muros					
Block	Madera tratada	Palos de madera	Bambú	Lámina	Piedra
51%	20%	14%	10%	3%	2%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Tipo de Cerramiento en Techos			
Lámina	Palma	Losa	Shingle
60%	35%	3%	2%

Fuente: Elaboración Propia

92. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

Estructura Urbana

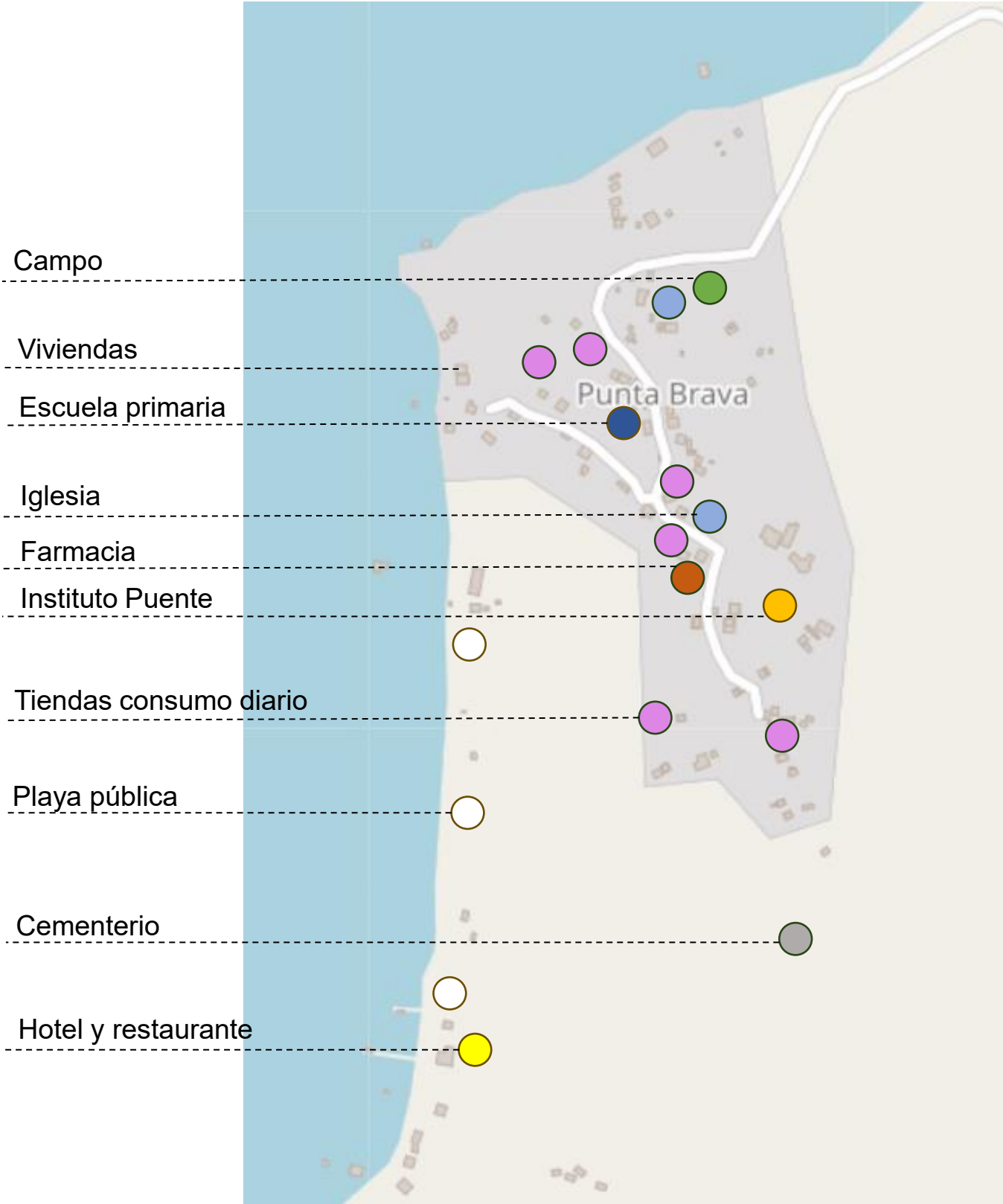


Figura 103 Equipamiento de servicios básicos, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

Infraestructura:

- **Energía eléctrica:** este servicio lo distribuye Energuate pero es irregular y le dan poco mantenimiento a la línea, es común que hayan apagones, en algunos casos Energuate lo resuelve a las horas y en otros casos pasas varios días sin energía eléctrica en Punta Brava y los pobladores se organizan para resolver los problemas y para darle mantenimiento a la línea.⁹³
- **Agua potable:** este servicio es propio de Punta Brava, llega a la aldea desde un nacimiento en la montaña y se almacena en dos tanques donde se clora cada tres meses. El agua se llevó a un laboratorio donde se determinó que si puede ser usada para consumo humano. En semana santa han tenido problemas de abastecimiento de agua porque es temporada de verano y las personas que tienen cabañas de descanso llegan a vacacionar y llenan sus piscinas, es por eso que el COCODE gestionó el proyecto de un segundo tanque de almacenamiento.⁹³
- **Drenajes:** no existe un servicio municipal de drenajes, cada persona tiene su propio sistema para verter las aguas residuales y en algunos pocos casos se vierte en el río que atraviesa la comunidad. El 10% de los hogares aún usa letrinas y el resto tiene inodoros. El Instituto Puente ha promovido un sistema de tratamiento básico para verter las aguas residuales, el cual consta de una fosa con pedazos de block sobre la que se siembra matas de plátano. En algunos casos les colocan la mitad de un tinaco negro para disecar los residuos sólidos.⁹³
- **Internet y cable:** hay una antena en el ingreso a Punta Brava de la empresa Tigo que es quien tiene el mejor servicio de internet y de cable en la aldea, el 10% de los pobladores tienen acceso a cable y el 90% de la población tienen acceso a internet en sus celulares. Sí existe señal de cable e internet de otras compañías pero la señal sólo llega a la playa.⁹³



Figura 104 Alumbrado público, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 105 Tanque de agua, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 106 Sistema de tratamiento de drenajes, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 107 Torre de internet y cable, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

93. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodríguez, 28 de septiembre del 2024.

Movilidad y vialidad

- **Transporte:** en Punta Brava no hay un servicio regular de transporte público, únicamente los días viernes se realiza un viaje a Río Dulce en lancha para realizar compras, este servicio tiene un límite de peso pero ha sido de mucha utilidad para los habitantes. Punta Brava se caracteriza por su cultura de ayuda a los demás, por eso hay personas que realizan viajes en pick up o en moto a cualquier hora que lo necesiten. Existe un servicio de transporte escolar para estudiantes que llegan a Punta Brava a recibir clases.⁹⁴
- **Infraestructura vial:** en Punta Brava hay dos puentes que conectan las vías de un punto a otro, el primero por la irregularidad del terreno y el segundo por el río que atraviesa la comunidad, ambos han sido gestionados por el COCODE de Punta Brava. Las calles no cuentan con aceras, actualmente la circulación de vehículos es mínima pero sí representa un riesgo cuando ingresan camiones que abastecen las tiendas de consumo diario. Hay poco alumbrado público en las calles, pero es importante resaltar que Punta Brava es un lugar muy seguro. Los pocos basureros que se observan en las calles están hechos con botellas plásticas y fue un proyecto organizado por el Instituto Puente.
- **Vías:** la vía de acceso desde Buenos Aires hasta Punta Brava y las vías internas son de terracería. El acceso vehicular es un poco limitado, en carro sólo se puede acceder a las viviendas del centro de Punta Brava, el resto del acceso es únicamente en motocicleta y en algunos casos por lo accidentado del terreno el acceso es únicamente peatonal.



Figura 108 Puente, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 111 Calle de acceso a Punta Brava, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

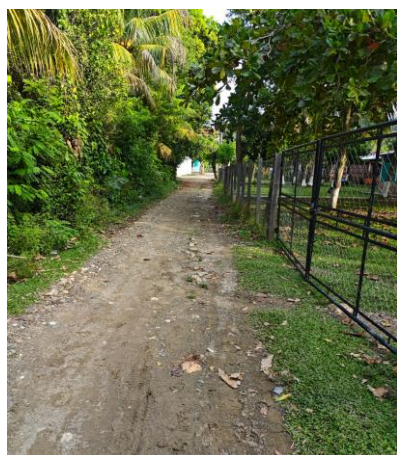


Figura 109 Calle vehicular, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 110 Calle peatonal, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

94. Estrellita Leiva (alcaldesa comunitaria), entrevista personal por Kevin Rodriguez, 28 de septiembre del 2024.

- Vialidad



SIMBOLOGÍA

	Calle de acceso vehicular a Punta Brava – Ancho 5.5m
	Calles vehiculares de Punta Brava – Ancho 4m
	Calles peatonales y de motocicletas – Ancho 1.5 y 2.5m
	Camino peatonal de la playa – Ancho 1.5m

Figura 112 Vialidad de Punta Brava, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Selección del terreno:

Punta Brava cuenta con pocos terrenos públicos, entre ellos están el terreno de la escuela primaria, el terreno del Instituto Puente y el terreno donde se encuentra la cancha de fútbol y la iglesia católica. Este último se ubica a un costado de la calle de ingreso de Punta Brava, se seleccionó este terreno por que es el único que se encuentra totalmente abierto para uso de la comunidad, en un punto céntrico de la aldea y fuera de la zona de alto riesgo.



Radios de influencia: zonas fuera del espacio físico de la construcción sobre la cual tendrá un impacto el proyecto.

- **Radio de influencia primario:** es la zona alrededor de la construcción de las viviendas sobre la cual tendrá un impacto ambiental, urbano o visual, es decir, la calle vehicular, el campo, la iglesia y vecinos colindantes.
- **Radio de influencia secundario:** es la zona que se beneficiará con el proyecto y está delimitada por las zonas de riesgo, es decir, las viviendas afectadas por las inundaciones.

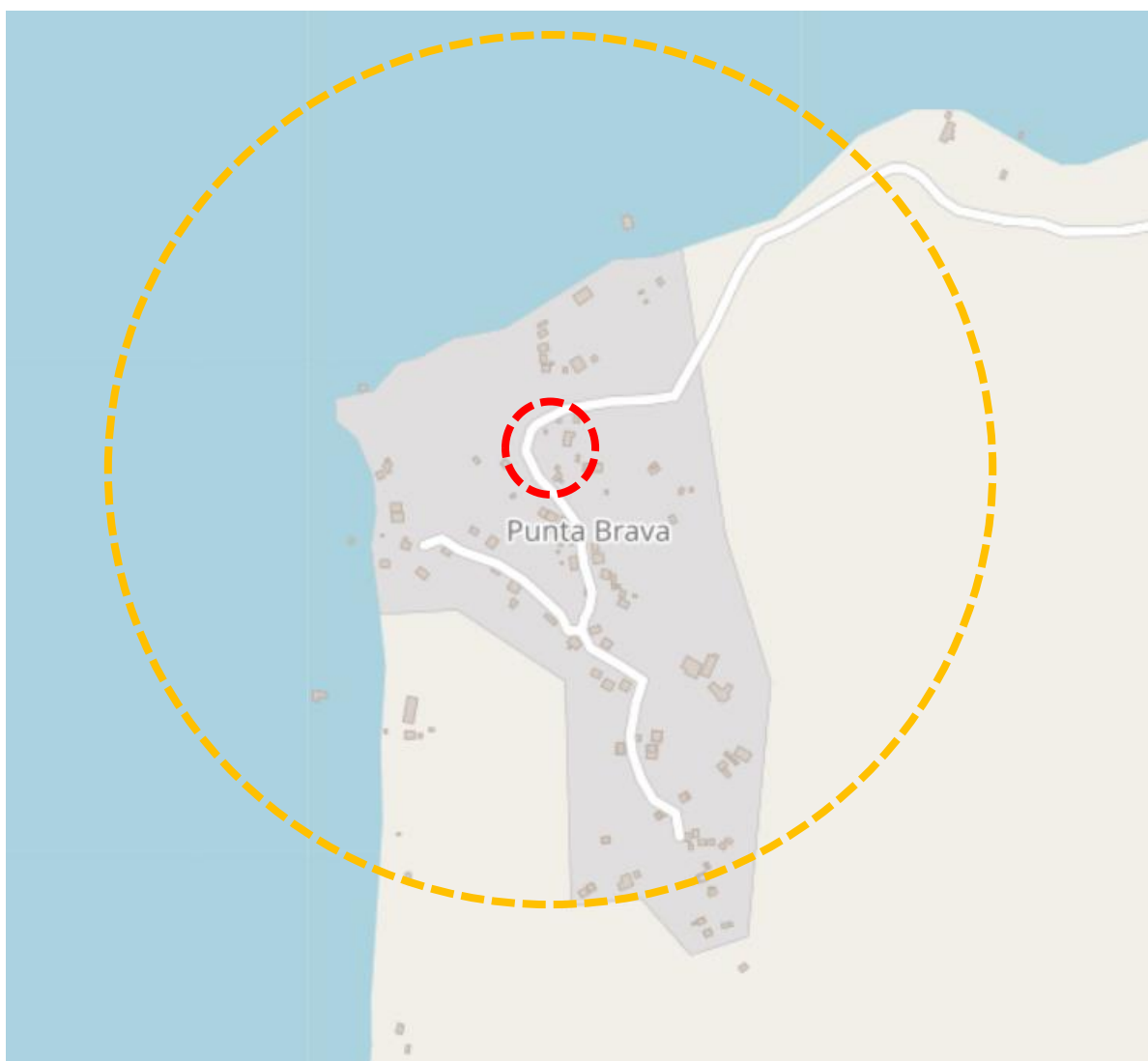
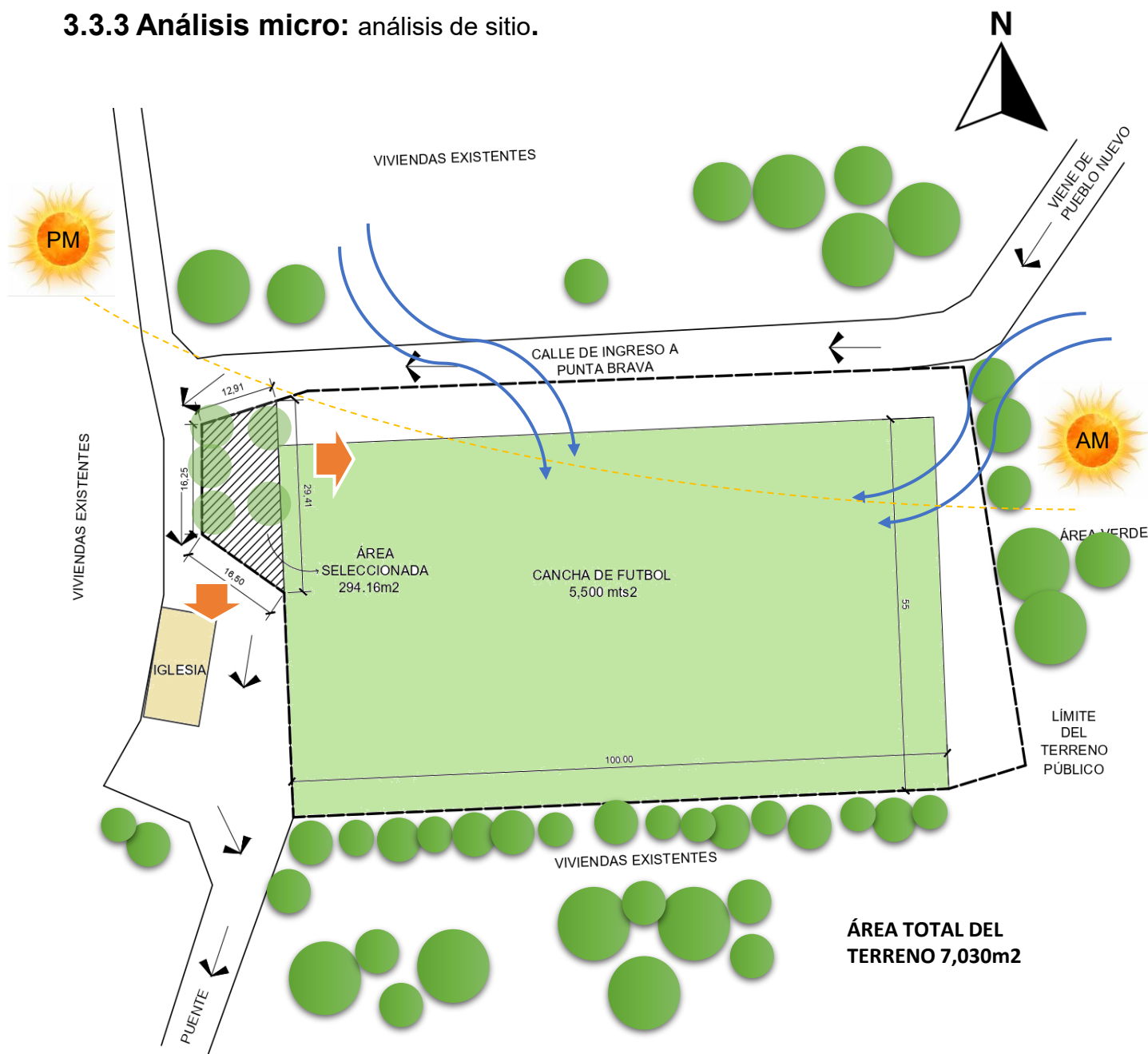


Figura 114 Radio de influencia, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

- — — Radio de Influencia Primario – 55m
- — — Radio de Influencia Secundario – 600m

3.3.3 Análisis micro: análisis de sitio.



SIMBOLOGÍA

	Dirección de los vientos predominantes
	Área para la construcción de 2 viviendas, 294.16m ²
	Vegetación
	Recorrido del sol
	Mejores vistas
	Dirección de circulación vehicular

Figura 115 Análisis de sitio, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 116 Área seleccionada,
(Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 117 Vista aérea, (Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 118 Calle de ingreso,
(Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

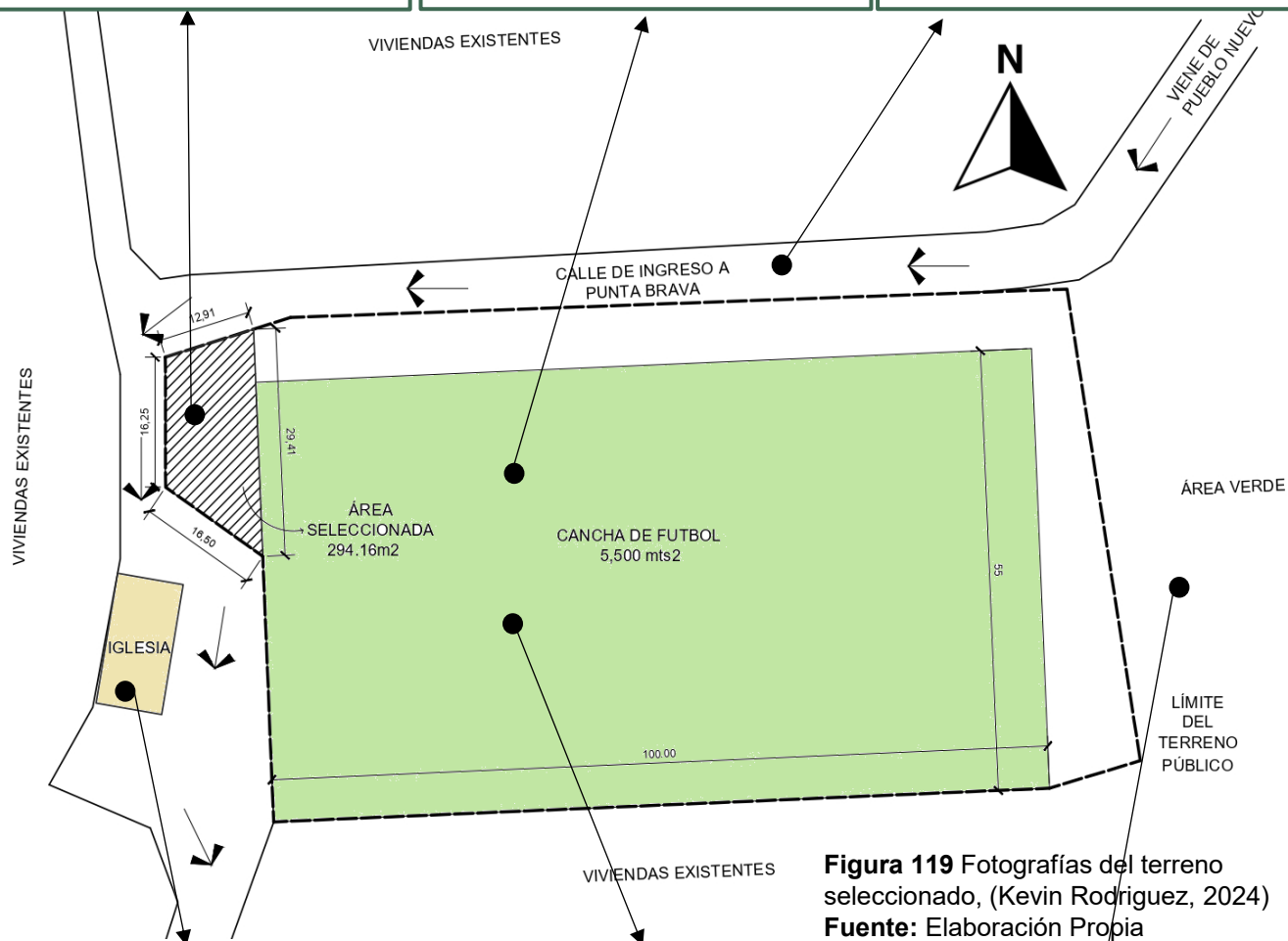


Figura 119 Fotografías del terreno
seleccionado, (Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 120 Iglesia, (Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 121 Cancha de fútbol,
(Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia



Figura 122 Vista de área verde,
(Kevin Rodríguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

IDEA

Capítulo 4

4.1 Programa Arquitectónico

4.1.1 Programas de necesidades: este se define basado en las necesidades básicas de un ser humano y las costumbres de la aldea Punta Brava según la investigación realizada.

Tabla 14. Programa de Necesidades Vivienda Tipo A

NECESIDAD	AMBIENTE
Estar	Sala/área de hamacas
Comer	Comedor
Cocinar	Cocina de gas/leña
Aseo personal	Servicio sanitario
Dormir	Dormitorios
Estudiar	Estudio

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Programa de Necesidades Vivienda Tipo B

NECESIDAD	AMBIENTE
Estar	Sala/área de hamacas
Comer	Comedor
Cocinar	Cocina de gas/leña
Aseo personal	Servicio sanitario
Dormir y estudiar	Dormitorios/estudio

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Tabla 16. Ordenamiento de Datos Vivienda Tipo A

VIVIENDA TIPO A – 7 Usuarios – 91.00m ²					
Fase 1 – 5 usuarios – 60.00m ²					
Ambiente	Actividades	Mobiliario	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Iluminación 15% Ventilación 33%
Sala y comedor	Estar y comer	2 sillones, 5 sillas y 1 mesa	3.00 x 5.00	15.00	I: 2.25m ² V: 0.75m ²
Cocina	Cocinar	1 estufa y 1 refrigerador	2.00 x 2.50	5.00	I: 0.75m ² V: 0.25m ²
Servicio sanitario	Limpieza personal	1 inodoro, 1 lavamanos	1.40 x 2.40	3.36	I: 0.50m ² V: 0.17m ²
Dormitorio principal	Descansar	2 mesas de noc. 1 cama, 1 ropero	3.00 x 3.00	9.00	I: 1.35m ² V: 0.45m ²
Dormitorios secundarios (2)	Descansar	1 mesa de noc. 1 cama, 1 ropero	2.70 x 3.00	16.20	I: 1.22m ² C/U V: 0.40m ² C/U
Gradas	Circular		1.00 x 3.00	6.00	I: 0.90m ² V: 0.30m ²
Muros y circulación 10%	Circular			5.44	
Fase 2 – 1 usuario – 18.00m ²					
Ambiente	Actividades	Mobiliario	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Iluminación 15% Ventilación 33%
Estudio	Estudiar	2 escritorios, 2 sillas, 1 librera	3.00 x 2.70	8.10	I: 1.22m ² V: 0.40m ²
Dormitorio 4	Descansar	1 mesa de noc. 1 cama, 1 ropero	3.00 x 2.70	8.10	I: 1.22m ² V: 0.40m ²
Muros y circulación 10%	Circular			1.80	
Fase 3 – 1 usuario – 13.00m ²					
Ambiente	Actividades	Mobiliario	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Iluminación 15% Ventilación 33%
Servicio sanitario	Limpieza personal	1 inodoro, 1 lavamanos	1.40 x 2.40	3.36	0.50m ² 0.17m ²
Dormitorio 5	Descansar	1 mesa de noc. 1 cama, 1 ropero	2.70 x 3.00	8.10	I: 1.22m ² V: 0.40m ²
Muros y circulación 10%	Circular			1.54	

Fuente: Elaboración Propia.

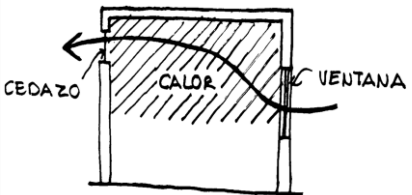
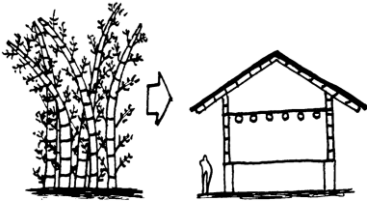
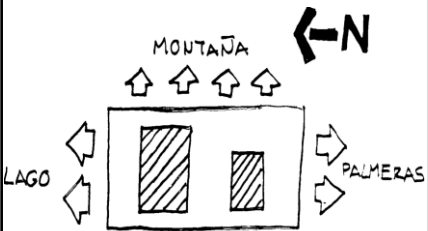
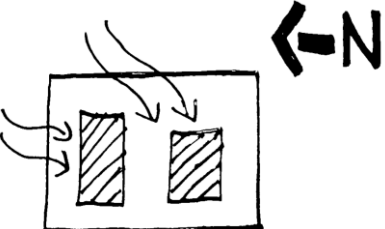
4.1.2 Tabla 17. Ordenamiento de Datos Vivienda Tipo B

VIVIENDA TIPO B – 4 Usuarios – 39m ²					
Ambiente	Actividades	Mobiliario	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Iluminación 15% Ventilación 33%
Sala y comedor	Estar y comer	2 sillones, 5 sillas y 1 mesa	2.70 x 4.20	11.34	I: 1.70m ² V: 0.56m ²
Cocina	Cocinar	1 estufa y 1 refrigerador	2.00 x 2.00	4.00	I: 0.60m ² V: 0.20m ²
Servicio sanitario	Limpieza personal	1 inodoro, 1 lavamanos	1.30 x 2.30	2.99	I: 0.45m ² V: 0.15m ²
Dormitorio principal	Descansar	2 mesas de noc. 1 cama, 1 ropero	3.00 x 3.00	9.00	I: 1.35m ² V: 0.45m ²
Dormitorio secundario	Descansar	1 mesa de noc. 1 cama, 1 ropero	2.70 x 3.00	8.10	I: 1.22m ² C/U V: 0.40m ² C/U
Muros y circulación 10%	Circular			3.57	

Fuente: Elaboración Propia.

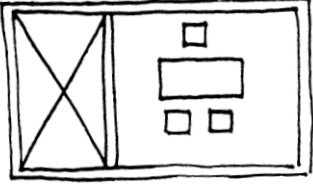
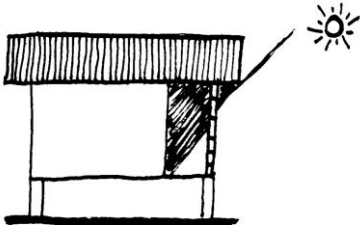
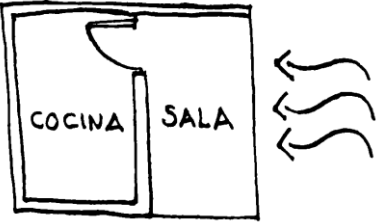
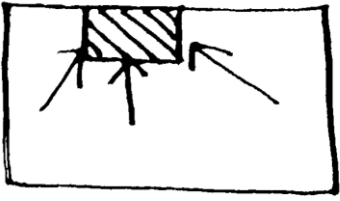
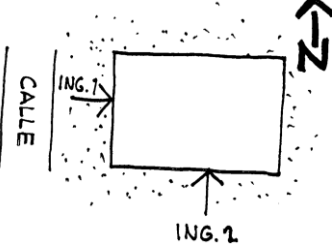
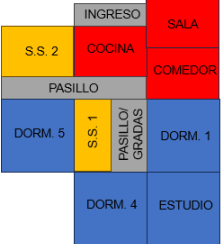
4.2 Premisas de Diseño

4.2.1 Tabla 18. Premisas Ambientales

	Dejar grandes aleros para proteger las viviendas de las lluvias con viento que azotan Punta Brava.
	Aprovechar la ventilación natural ubicando ventanas a una altura no mayor a 90cm del npt y ubicar cedazo en la parte alta de los muros, con estos elementos habrá ventilación cruzada en los ambientes.
	Utilizar materiales de la localidad como el bambú, la madera y la palma para reducir el impacto ambiental y los costos.
	Aprovechar al máximo las vistas de Punta Brava hacia sus montañas, el lago y la vegetación por medio de ventanas y balcones.
	Ubicar ventanas y cedazo en la dirección de los vientos predominantes, es decir hacia el nor-este y hacia el norte.
	Elevar la vivienda sobre pilotes, a una altura mínima de 1.50m para reducir el impacto de las inundaciones causadas por el desborde del río y el lago.

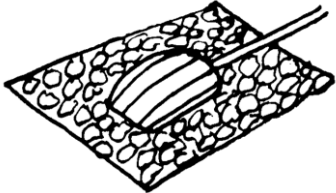
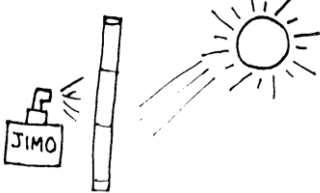
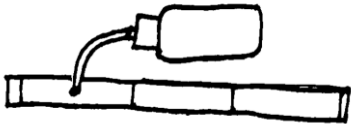
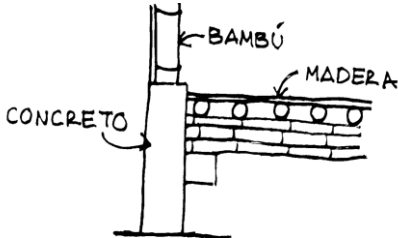
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2 Tabla 19. Premisas Funcionales

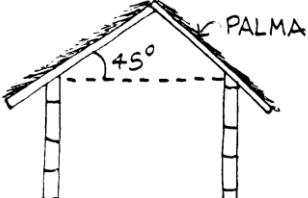
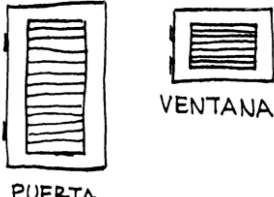
 <u>SEGUNDO NIVEL</u>	Diseñar la vivienda con dobles alturas para propiciar mayor circulación de aire en todos los niveles.
	Proteger la fachada hacia el sur y hacia el oeste con aleros o limitando el uso de ventanas y balcones.
	Diseñar el área de sala como un espacio semi abierto, pensado para colgar hamacas, que son más comunes que las salas.
	Ubicar el servicio sanitario en un punto céntrico, con acceso desde el área social y privada.
	Diseñar la vivienda con dos ingresos uno principal que se dirija hacia el área social y uno secundario que se dirija hacia el área privada y de servicios.
	Zonificar la vivienda en 3 áreas principales, área social, área privada y área de servicio, de esta manera se podrá crear mayor privacidad en los dormitorios.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3 Tabla 20. Premisas Tecnológicas

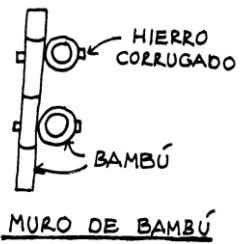
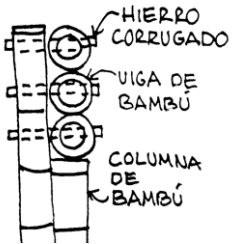
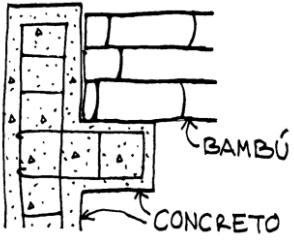
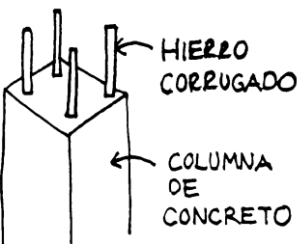
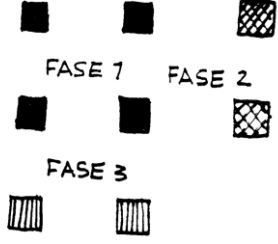
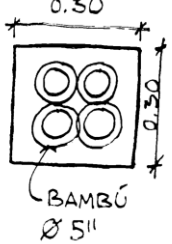
	Utilizar un sistema básico de tratamiento de aguas negras con una fosa de diferente granulometría para filtrar los líquidos y la mitad de un tinaco negro para disecar los sólidos.
	Aplicar Jimo para conservar y proteger el bambú expuesto a la lluvia y el sol.
	Curar el bambú con ácido bórico y bórax como indica la norma colombiana, por medio del proceso de inyección, previo a utilizarlo en la construcción.
	Combinar el uso de materiales, elevar la vivienda sobre pilotes de concreto por su resistencia al agua y utilizar el bambú estructuralmente y para cerramiento a partir del npt.

4.2.4 Tabla 20. Premisas Morfológicas

	Aplicar conceptos básicos de diseño como la sustracción, toque, unión y penetración para lograr mayor dinamismo en el proyecto.
	Aprovechar el uso de materiales locales como la palma, la cual necesita techos con ángulos a 45° para evitar filtraciones de agua de lluvia.
	Aprovechar el bambú y la madera para crear un diseño de ventanas y puertas que aporte al diseño y reduzca costos.

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.5 Tabla 21. Premisas Constructivas

 HIERRO CORRUGADO BAMBÚ MURO DE BAMBÚ	Diseñar los muros pensando en evitar el uso de bocas de pescado como elemento estructural para mayor facilidad constructiva.
 HIERRO CORRUGADO VIGA DE BAMBÚ COLUMNA DE BAMBÚ	Pernear las vigas de bambú a las columnas de concreto con varias corrugadas de acero. Las vigas se deben apoyar sobre 2 varas de bambú y se deben pernear sobre otras dos varas de bambú para evitar el volteo.
 BAMBÚ CONCRETO	Diseñar un alero en la comuna de concreto para apoyar las vigas de bambú y evitar que estas penetren la columna y la debiliten.
 HIERRO CORRUGADO COLUMNA DE CONCRETO	Dejar pasadas las varillas de hierro corrugado 40cm de la fundición de la columna de concreto para que estas se fundan dentro de los postes de las columnas de bambú.
 FASE 1 FASE 2 FASE 3	Diseñar los pilotes de la vivienda de forma modular para facilitar la construcción de una segunda o tercer fase.
 0.30 0.30 BAMBÚ Ø 5"	Diseñar las columnas de concreto mínimo de 30x30cm para que las columnas de 4 bambú de 5" tengan como mínimo 1" libre desde la vara hasta la orilla de la columna de concreto.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Fundamentación Conceptual

Arquitectura vernácula tropical

Conceptos:

- Alero largo: para proteger la fachada y la acera, sirven como paraguas, dan sombra y protegen de la lluvia
- Materiales regionales
- Adaptación al contexto cultural
- Caída libre y caño abierto: para facilitar el escurrimiento de las aguas pluviales
- Diseño pasivo de control ambiental



Figura 123 Arquitectura vernácula, Tropical (Ibuku 2024)

Fuente: <https://ibuku.com/portfolio/>

Arquitectura sostenible

Conceptos:

- Estimula el bienestar de las personas.
- Máximo nivel sostenible.
- Máximo nivel bioclimático.
- Autosuficiente en energía y agua.
- Arquitectura flexible y reconfigurable.
- Integración con la naturaleza.
- Reutilización de los desechos.
- Innovación continua.
- Bajo precio y baja necesidad de mantenimiento.
- Uso de materiales reciclables o naturales.



Figura 124 Arquitectura sostenible, (El Periódico de la Energía, 2025)

Fuente: <https://elperiodicodelaenergia.com/os-instaladores-solicitan-al-gobierno-la-modificacion-de-la-ley-de-haciendas-locales>

Tema de estudio

Guía para incrementar la resiliencia de viviendas contra huracanes

Conceptos:

- La mayor parte de la vivienda debe estar compuesta por un volumen regular cerrado.
- La forma cuadrada es la más óptima para que el viento circule fácilmente.
- Cimentación del tamaño correcto para resistir la fuerza del viento.
- Construir la vivienda sobre plataformas.
- Las uniones deben reforzarse con clavos inclinados
- Usar varillas, tuercas y roldanas para unir la viga de amarre a la cimentación.
- Las cubiertas a cuatro aguas son las más resistentes a los vientos, seguidas por las cubiertas a dos aguas.
- La pendiente mínima del techo debe ser de 30°
- El alero debe ser corto para que el viento no lo levante pero lo suficientemente largo para proteger la vivienda de la lluvia.
- Reforzar los muros diagonalmente.
- Reducir el espacio entre costaneras del techo.



Figura 125 Guía, (Habitat For Humanity 2018)

Fuente: <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>

Caso de Estudio 1 – Crece tu Casa

Conceptos

- Funcional: cumple con los ambientes básicos para una buena calidad de vida en la región.
- Formal: diseño adaptado a las condiciones del lugar.
- Ambiental: uso de materiales naturales, locales.
- Constructivo: facilidad y rapidez constructiva bien explicado en un manual.



Figura 126 Crece tu Casa, (Lucila Aguilar 2018)

Fuente: <https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>

Caso de Estudio 2 – Casa Kirinda

Conceptos

- Funcional: cumple con todos los ambientes básicos para una buena calidad de vida.
- Formal: diseño adaptado al sitio.
- Ambiental: uso de materiales naturales, locales, sobre todo bambú que es una planta de rápido crecimiento.
- Constructivo: facilidad rapidez constructiva.



Figura 127 Casa Kirinda, (Dominic Sansoni 2013)

Fuente: <https://arqa.com/arquitectura/urbanismo/casa-kirinda-en-hambantota-sri-lanka.html>

Caso de Estudio 3 – Viviendas Villa Verde

Conceptos

- Funcional: cumple con los ambientes básicos para una buena calidad de vida.
- Formal: diseño pensado para ahorrar recursos.
- Ambiental: uso de materiales naturales.
- Constructivo: facilidad y rapidez constructiva.



Figura 128 Villa Verde, (Felipe Díaz, 2013)

Fuente: <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>

Contexto

Conceptos

- Viviendas diseñadas para familias entre 4 y 10 personas.
- Viviendas con cocinas de leña, indispensable por las costumbres de los habitantes de Punta Brava.
- Viviendas con área para colgar hamacas, costumbre de los habitantes de Punta Brava.
- Existen plantaciones de bambú Asper que será utilizado en el proyecto por su durabilidad y por ser sismo resistente.
- No hay drenajes Municipal o comunitario, importante utilizar un sistema independiente y económico.
- Considerar que las viviendas se van a construir sobre la vía principal de acceso a Punta Brava, dejar un ancho de banqueta mayor a 1m.
- Barreras de sonido para limitar el ruido del lado de la cancha de fútbol.



Figura 129 Contexto del lugar, (Kevin Rodríguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

Conceptos

- Dejar 1m de banqueta como mínimo.
- Si el agua utilizada para el proyecto proviene de pozo o nacimiento propio, no se permite interconectarla a la red municipal.
- En los sectores donde no hay drenaje Municipal las aguas pluviales o servidas deben evacuarse en un sistemas diseñado para el proyecto y que cumpla con las leyes correspondientes.

Arquitectura participativa

Conceptos

- Incorporación consiente y activa del usuario.
- Arquitectura que no centraliza las decisiones.
- Recupera la dimensión colectiva de la arquitectura.
- Revela el proceso de toma de decisiones.
- Arquitectura como un proceso abierto.
- Incorpora en el proceso de toma de decisiones a los grupos usualmente marginados.
- Abandona el rol pasivo del usuario.
- Construir significados colectivos
- Favorece la apropiación y el mantenimiento de los espacios.
- Genera un ahorro.⁹⁵

Resiliencia comunitaria

Conceptos

- Plan para el aumento del nivel del mar y las tormentas costeras.
- Administrar el desarrollo en zonas con riesgo de aumento en el nivel del mar
- Minimizar el riesgo para los edificios e infraestructura nuevos
- Proteger los edificios y la infraestructura
- Preservar las zonas de alto riesgo como espacio abierto y mantener la salud de dichas zonas
- Proteger las instalaciones críticas
- Adoptar códigos de construcción y normas de desarrollo
- Proteger y restaurar los elementos naturales de mitigación de las inundaciones.⁹⁶



Figura 130 Arquitectura participativa, (Coolhuntermx 2021)

Fuente:<https://coolhuntermx.com/arquitectura-participativa-incidir-en-comunidades-indigenas-de-mexico/>



Figura 131 Resiliencia comunitaria, (Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos)

Fuente:<https://files.hudexchange.info/resources/documents/HUD-Community-Resilient-Toolkit-Spanish.pdf>

95. Juan Santiago Palermo, *Arquitectura Participativa*, (Córdoba, Argentina, 2018).
<file:///C:/Users/kevin/Downloads/20170320digitalFINALconISBN.pdf>

96. Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos, *Conjunto de Herramientas de Resiliencia Comunitaria*, (Estados Unidos) <https://files.hudexchange.info/resources/documents/HUD-Community-Resilient-Toolkit-Spanish.pdf>

4.3.1 Análisis de Viabilidad del Proyecto

Viabilidad financiera

Costo de los dos prototipos: el proyecto cuenta con el apoyo de DALBERG, asociación sin fines de lucro que se dedica a resolver problemas sociales, entre ellos el tema de vivienda digna. Dalberg va a financiar el costo de la construcción de los dos prototipos de viviendas.

Costo de replicar las viviendas: la vivienda tipo A debe tener un costo de aproximadamente Q.100,000 en la primera fase por requisito del COCODE, mientras que la vivienda tipo B debe tener un costo menor que la tipo A.

Tabla 22. FODA Viabilidad Financiera

Fortalezas	Oportunidades:
- Se cuenta con el apoyo económico de una asociación. - El costo de las viviendas se adapta a diferentes clases sociales.	- Con el anteproyecto se puede conseguir más apoyo económico. - La plantación y cuidado del bambú, las artesanías y construcción con bambú creará nuevas oportunidades de empleo.
Debilidades:	Amenazas:
Aún no hay una asociación encargada de financiar el costo de replicar las viviendas.	Que algunas familias no puedan financiar por su cuenta la construcción de su propia vivienda.

Viabilidad social

Fuente: Elaboración Propia.

Punta brava se caracteriza porque su gente cuenta con un sentido de colaboración y unión en la construcción de proyectos de beneficio público y privado, liderado por el COCODE. La gente está convencida que el bambú es un buen material de construcción porque desde 2,018 la comunidad participó activamente en la construcción del Instituto Puente, el cual está conformado principalmente de bambú.

Tabla 23. FODA Viabilidad Social

Fortalezas:	Oportunidades:
- La comunidad se unirá para aportar en la construcción de los prototipos y en las viviendas replicadas. - La gente confía en el bambú como material de construcción y lo cultiva.	Las familias afectadas por las inundaciones no tendrán que abandonar sus hogares.
Debilidades:	Amenazas:
- Poca experiencia en la construcción con bambú. - No hay ferreterías dentro de la aldea.	Aumento de la población de forma desmedida.

Fuente: Elaboración Propia.

Viabilidad ambiental

En la finca del ICTA en Masagua, Escuintla, la empresa CASSA ha registrado que el bambú de la especie *Asper* crece 37.5cm por día⁹⁷ y según los Records Guinness el bambú es la planta de más rápido crecimiento en el mundo.⁹⁸ Se estima que cada hectárea de bambú puede capturar 60 toneladas de CO₂ al año según datos del ingeniero de operaciones de Plantas de Energía NOMAC, esto convierte al bambú en un material con múltiples beneficios, es carbono positivo, de crecimiento rápido y una poda adecuada de las macollas permiten que el bambú se reproduzca rápido, es una gramínea maderable altamente sostenible. La finca de bambú será administrada por el COCODE para tener un mejor control sobre el material.

Tabla 24. FODA Viabilidad Ambiental

Fortalezas	Oportunidades:
• El bambú es una planta de crecimiento rápido y al cortar una vara crecen más, esto lo vuelve un material sostenible. • Cada hectárea de bambú sembrada va a capturar 60 toneladas de CO₂ cada año. • El bambú es un material local que no requiere de traslados con vehículo. • Cada vivienda tendrá su propio tratamiento de aguas residuales para reducir la contaminación del río y el lago.	• Punta Brava tiene mucho potencial para ser una comunidad sostenible. • El bambú puede utilizarse para hacer muebles, utensilios de cocina, vasos, platos, comida, bebida, y muchos más productos.
Debilidades:	Amenazas:
• Otros materiales de construcción necesarios como el cemento, el hierro, etc. Se tendrán que conseguir fuera de la aldea. • El bambú no puede estar expuesto al agua y al sol porque se deteriora.	• El bambú es un material maderable cuyo enemigo principal es el gorgojo.

Fuente: Elaboración Propia.

97. casa_gt, "El bambú es la planta de más rápido crecimiento en el mundo (aquí, 1.50 m en 4 días!).", *Instagram*, 5 de agosto de 2021. https://www.instagram.com/p/CSNJyN7rZh4/?img_index=1

98. Guinness World Record, "La planta de más rápido crecimiento", acceso 30 de enero de 2025. <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/fastest-growing-plant>

4.3.2 Diagramación

[illegible]

Figura 132 Matriz de relaciones vivienda tipo A,
(Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

VIVIENDA B	
Sala	
Comedor	2
Cocina	2 1 2
S. Sanitario 1	1 0 0 0
Dormitorio 1	2 0 0 4 5
Dormitorio 2	0 2 4 8
	2

Figura 133 Matriz de relaciones vivienda tipo B,
(Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE RELACIONES – VIVIENDA TIPO A

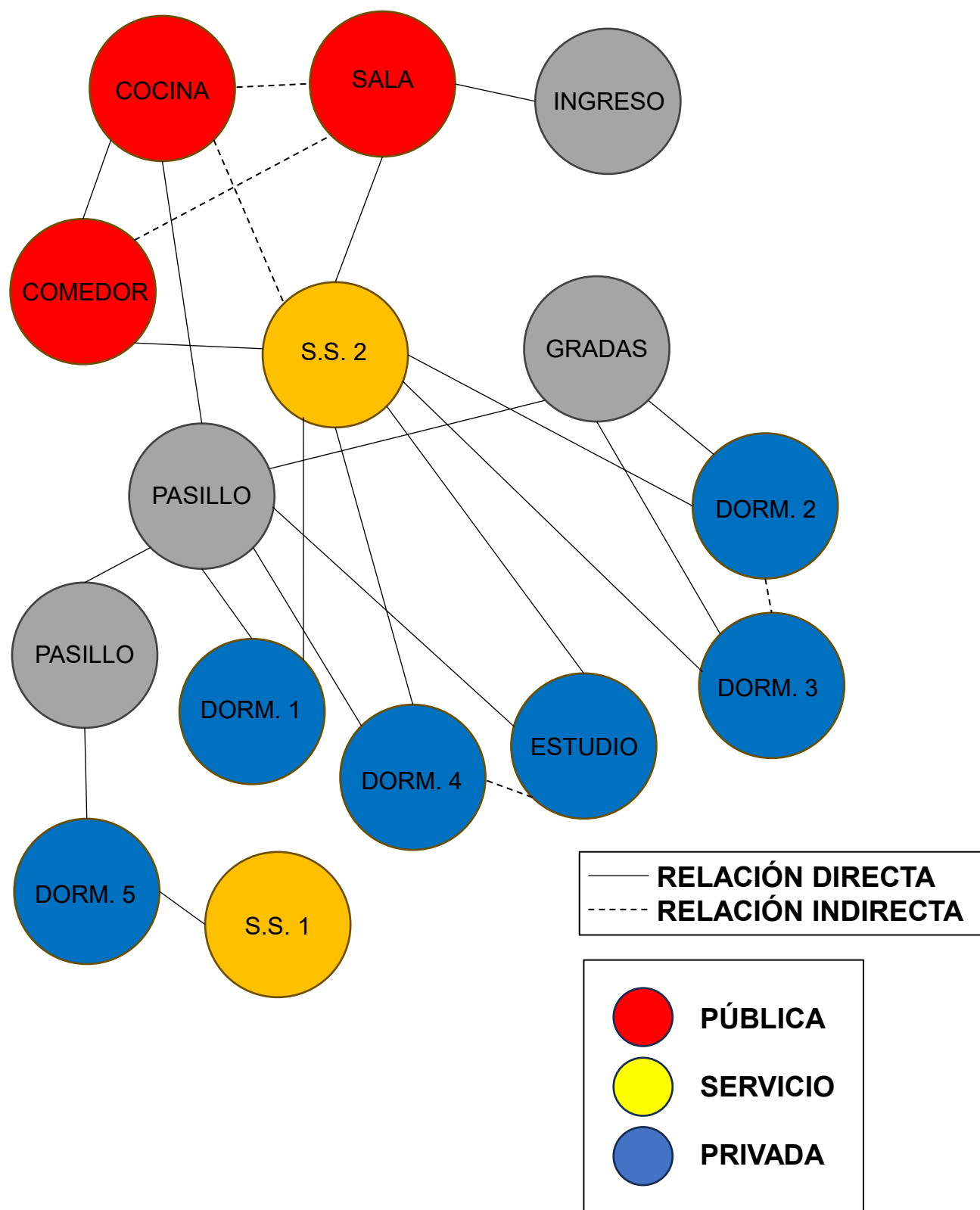
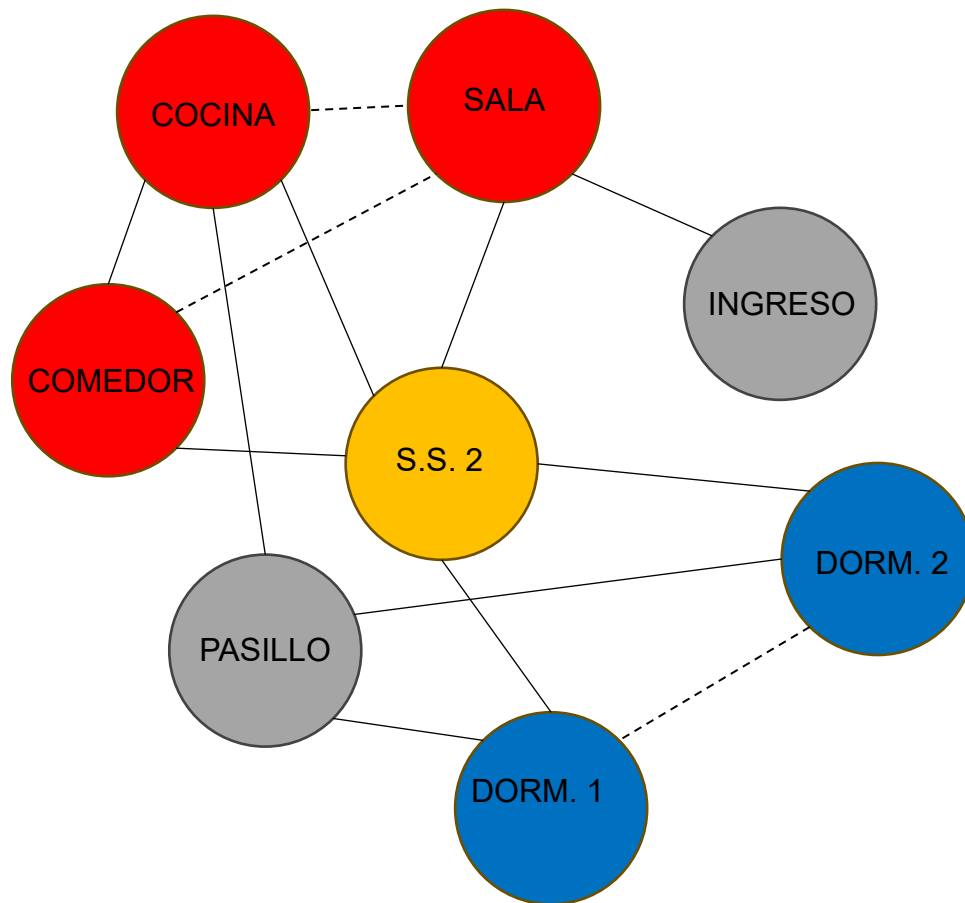


Figura 134 Diagrama de relaciones vivienda tipo A, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE RELACIONES – VIVIENDA TIPO B



— RELACIÓN DIRECTA
- - - RELACIÓN INDIRECTA

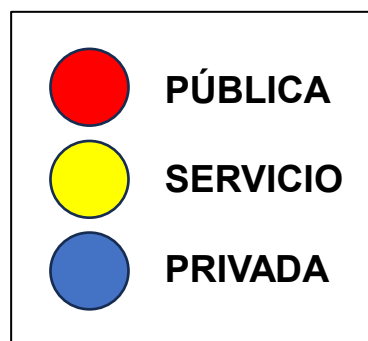


Figura 135 Diagrama de relaciones vivienda tipo B, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE RELACIONES PONDERADAS – VIVIENDA TIPO A

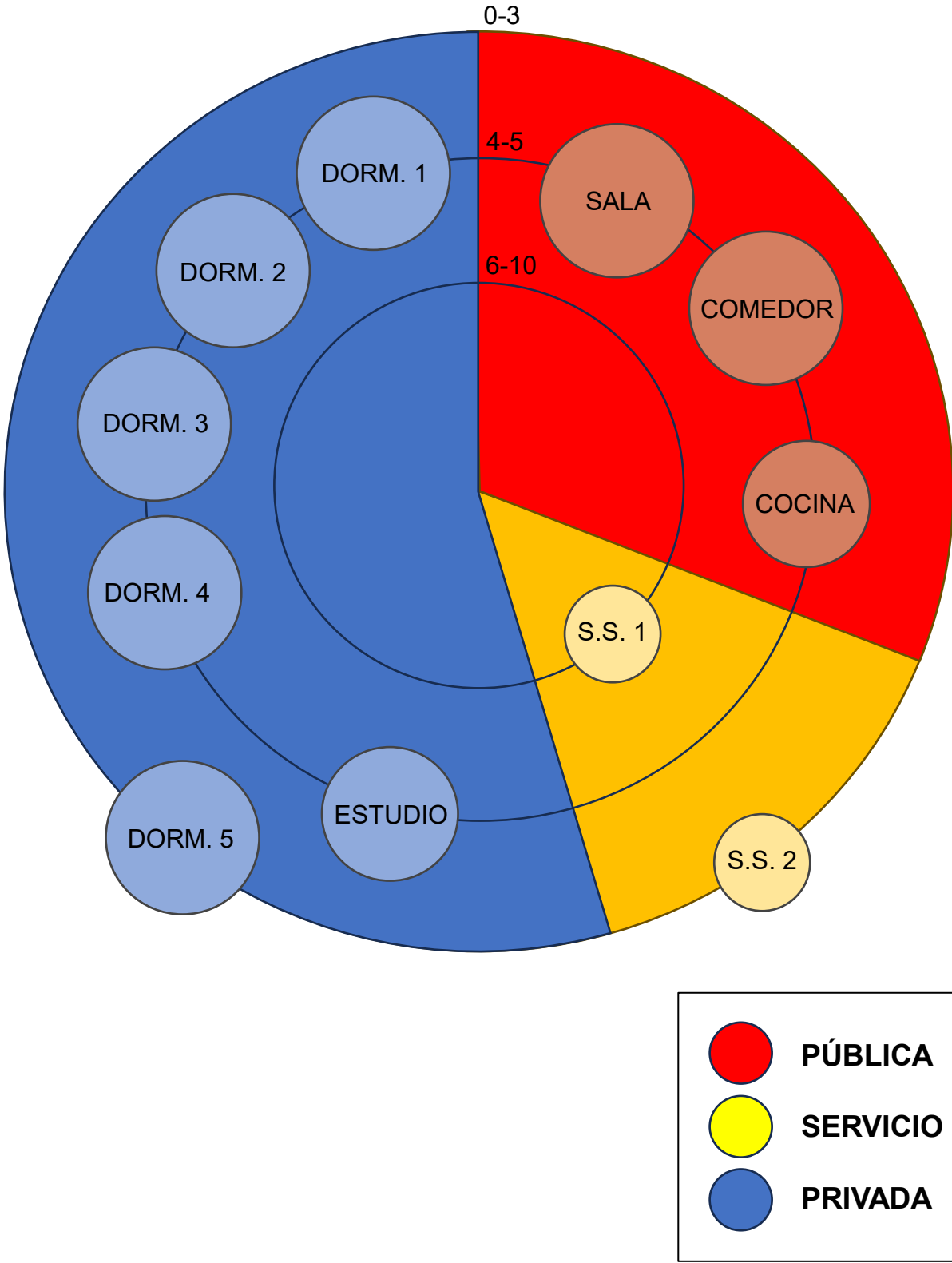


Figura 136 Diagrama de relaciones ponderadas vivienda tipo A, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE RELACIONES PONDERADAS – VIVIENDA TIPO B

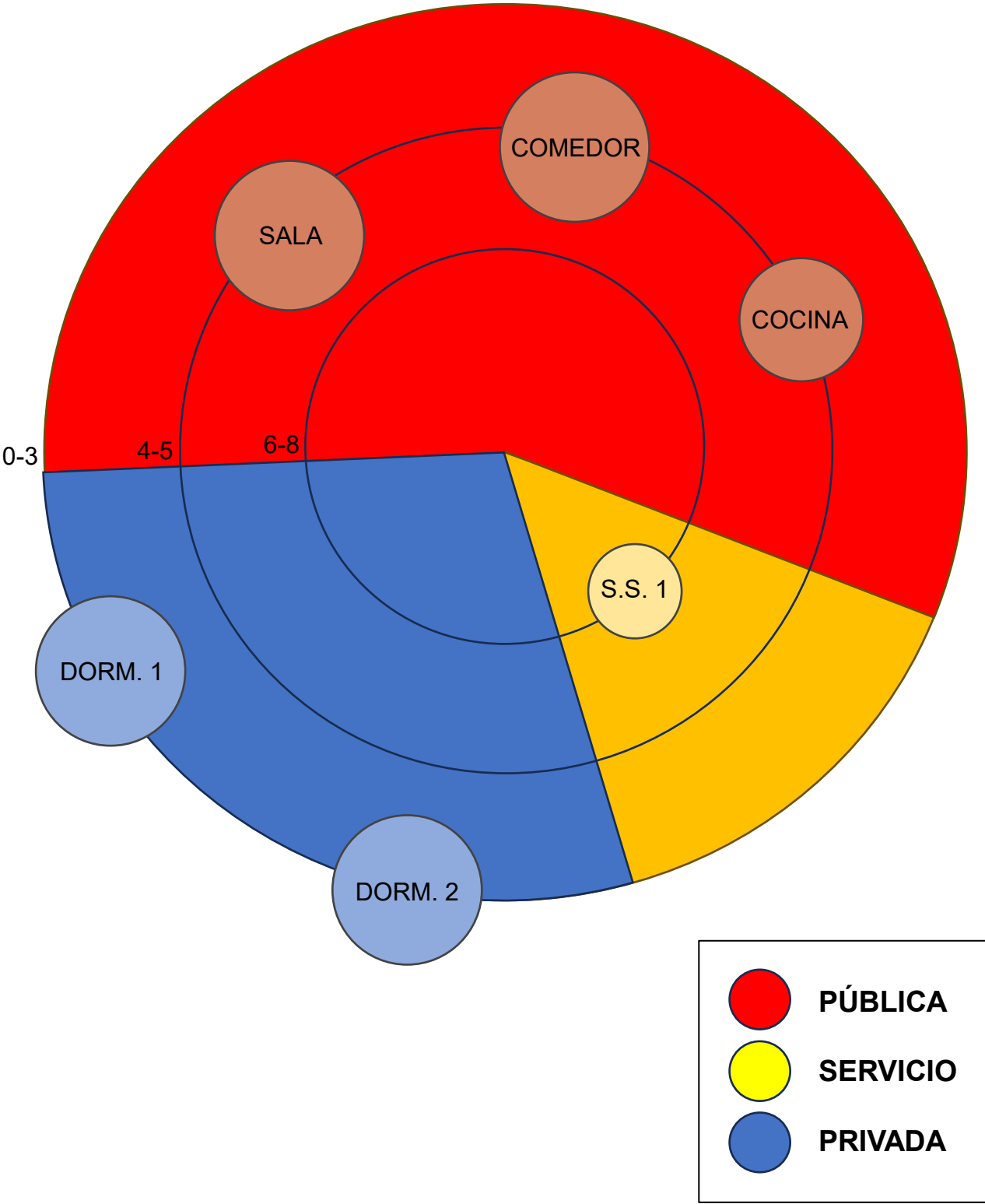


Figura 137 Diagrama de relaciones ponderadas vivienda tipo B, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE BLOQUES – VIVIENDA TIPO A – FASE 1

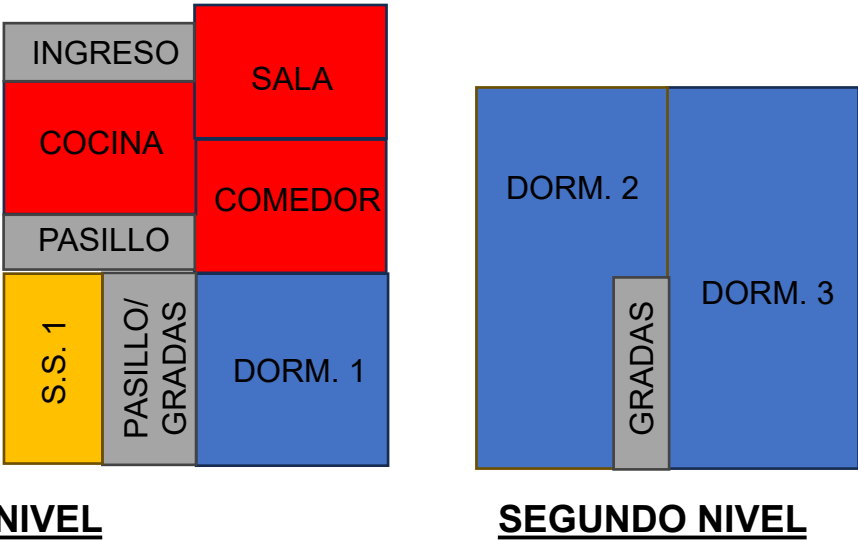


Figura 138 Diagrama de bloques vivienda tipo A fase 1, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE BLOQUES – VIVIENDA TIPO A – FASE 2

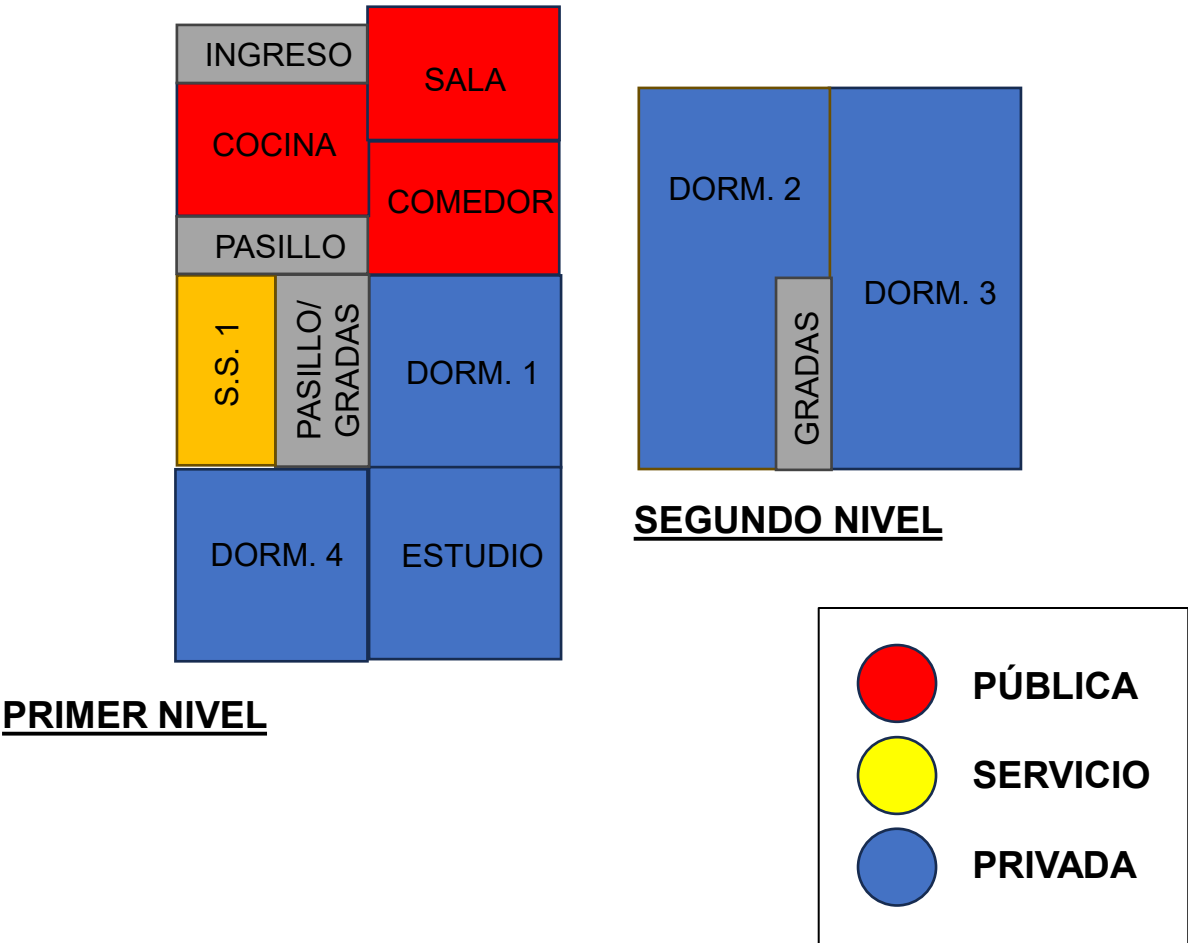
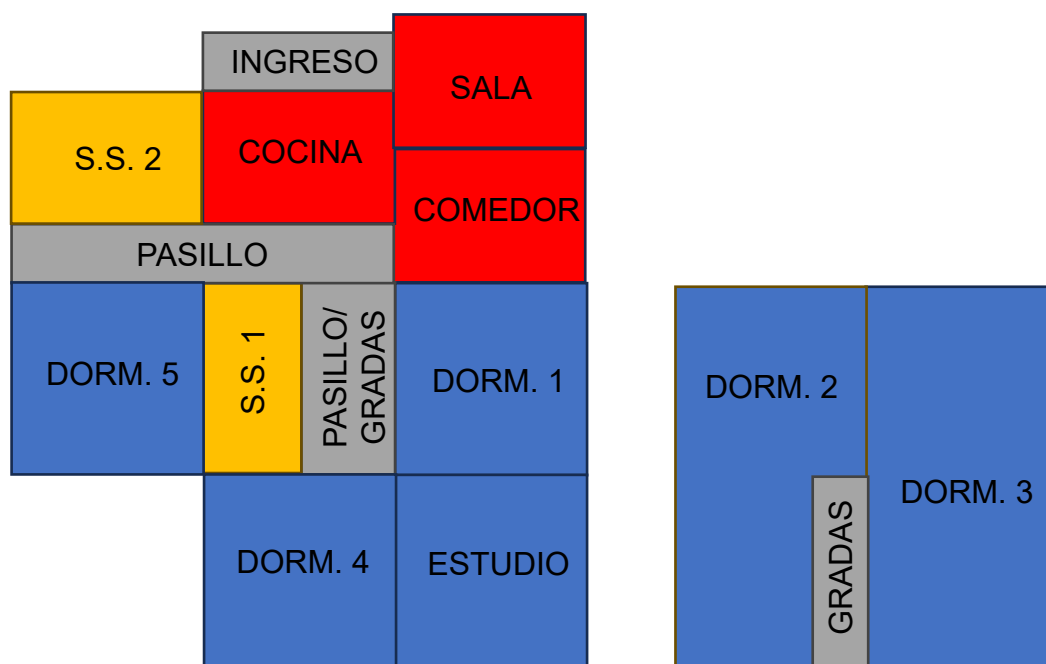


Figura 139 Diagrama de bloques vivienda tipo A fase 2, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE BLOQUES – VIVIENDA TIPO A – FASE 3



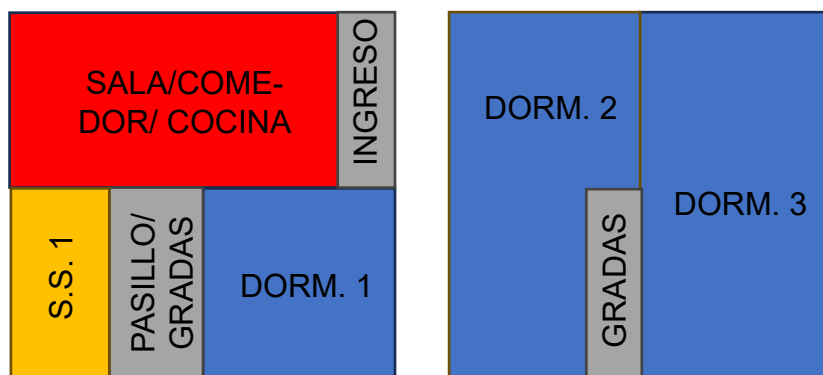
PRIMER NIVEL

SEGUNDO NIVEL

Figura 140 Diagrama de bloques vivienda tipo A fase 3, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE BLOQUES – VIVIENDA TIPO B



PRIMER NIVEL

SEGUNDO NIVEL

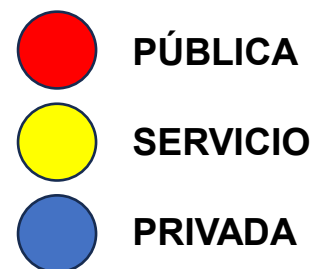
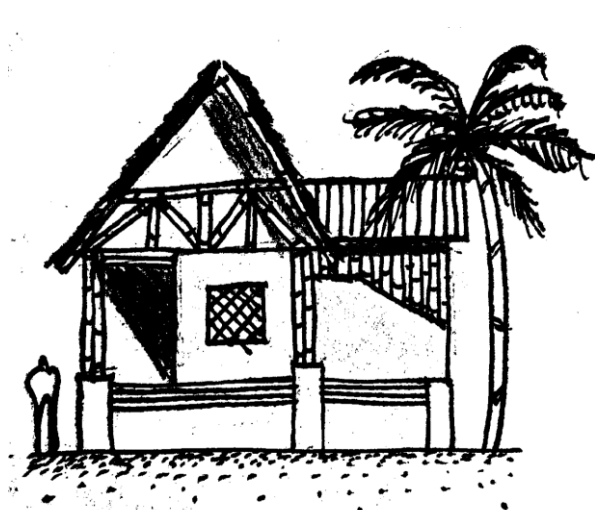


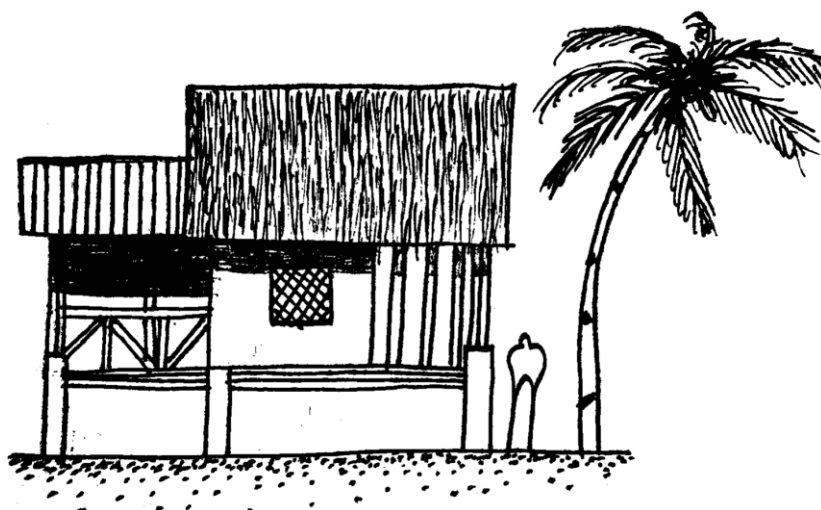
Figura 141 Diagrama de bloques vivienda tipo B, (Kevin Rodriguez, 2024)

Fuente: Elaboración Propia

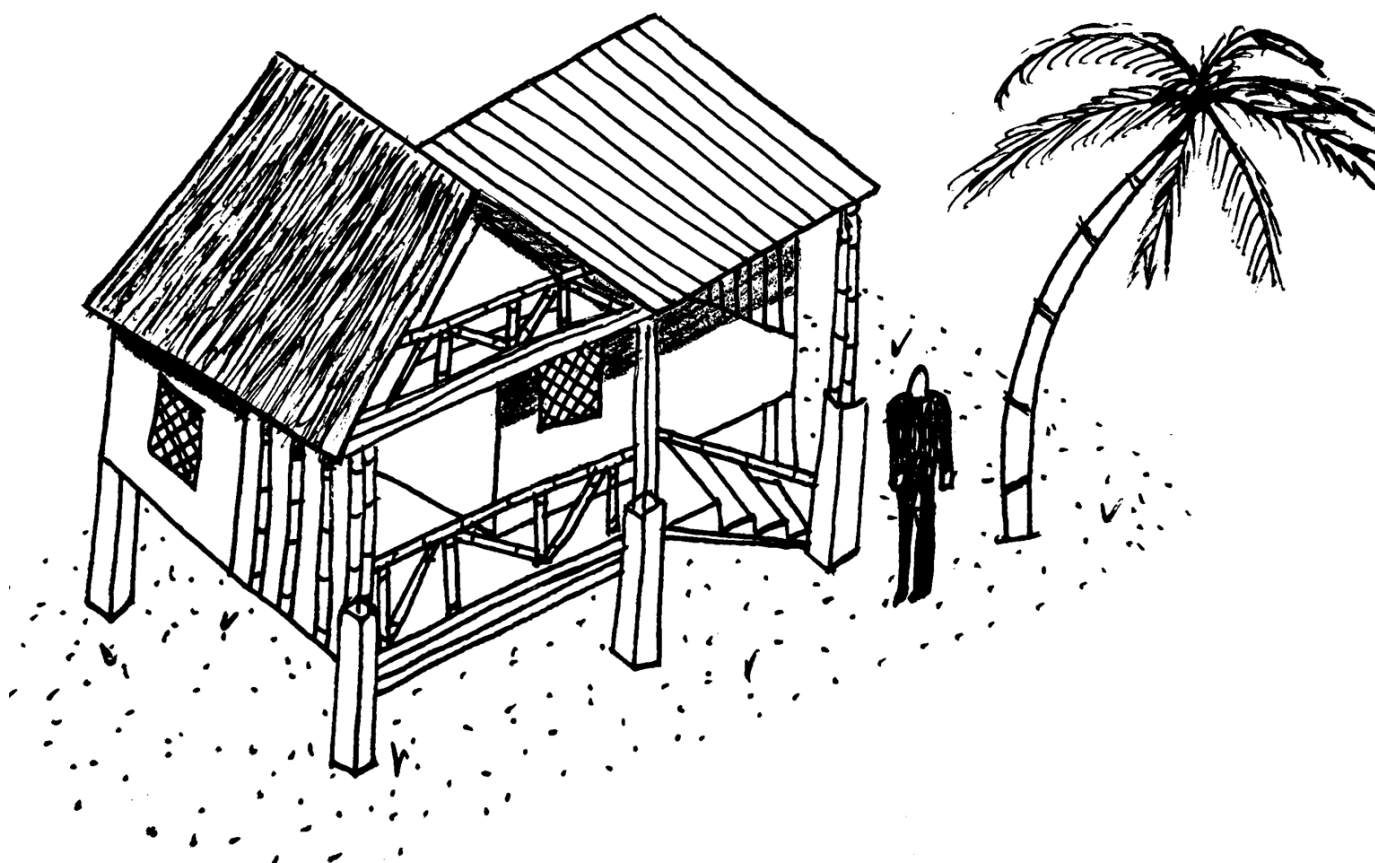
4.3.3 Bocetos



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

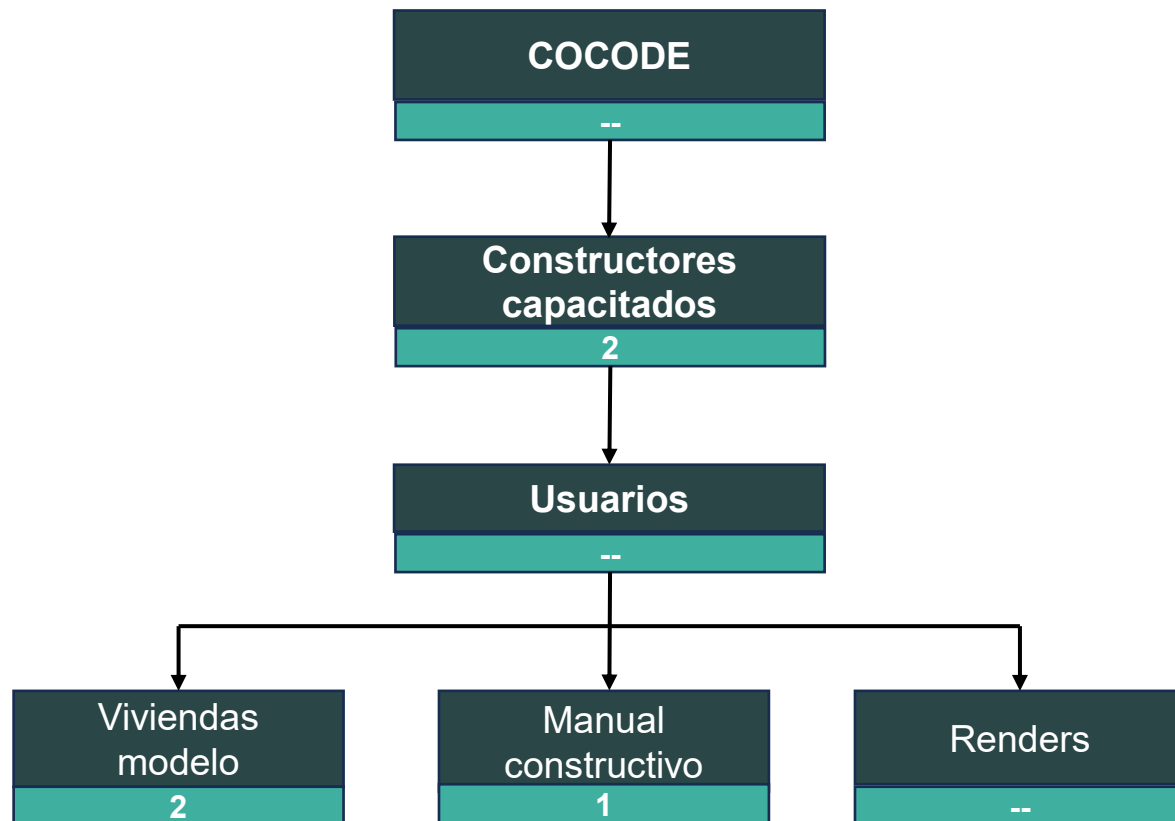


VISTA AÉREA

Figura 142 Bocetos, (Kevin Rodriguez, 2024)
Fuente: Elaboración Propia

4.3.4 Autoconstrucción Asistida

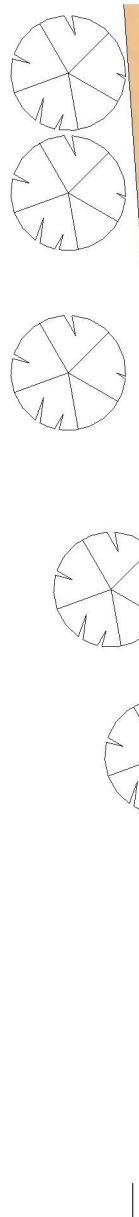
Tabla 25. Esquema de Auto Construcción Asistida



Fuente: Elaboración Propia

Proyecto – Vivienda Tipo A

Capítulo 5.1



Calle Principal de Ingreso a Punta Brava



12.91

Ingreso Principal

Vivienda Tipo B

100%

99%

Campo de Fútbol

29.41

Ingreso Secundario

5%

100%

99%

Vivienda Tipo A

5%

Ingreso Principal

16.25

Calle Vehicular de Punta Brava

16.50

Iglesia Católica



01
16

Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
Conjunto
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

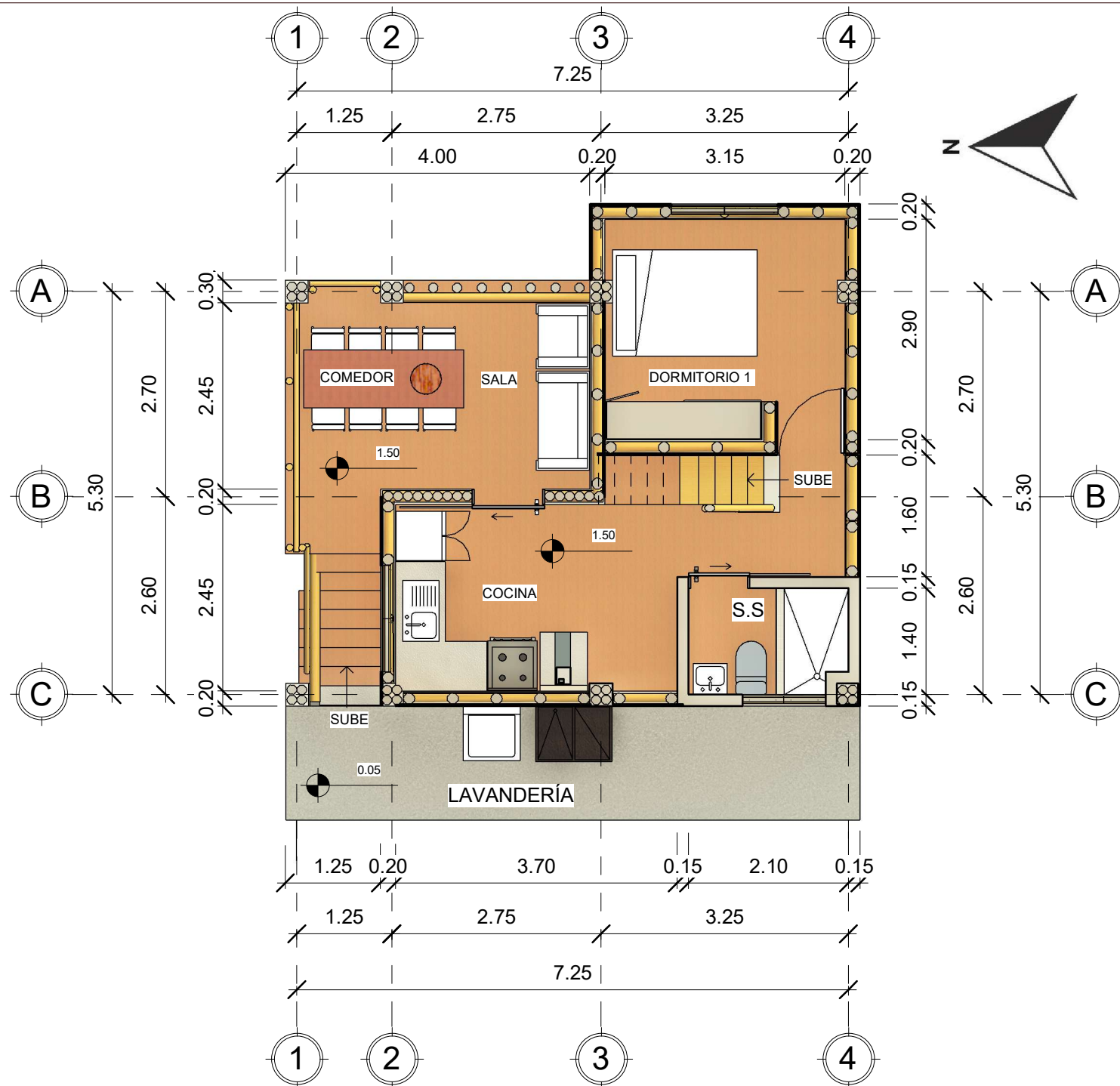
Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.



1

CONJUNTO

ESCALA 1 : 200

ARQUITECTURA NIVEL 1-F1**ESCALA 1 : 75**

Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025

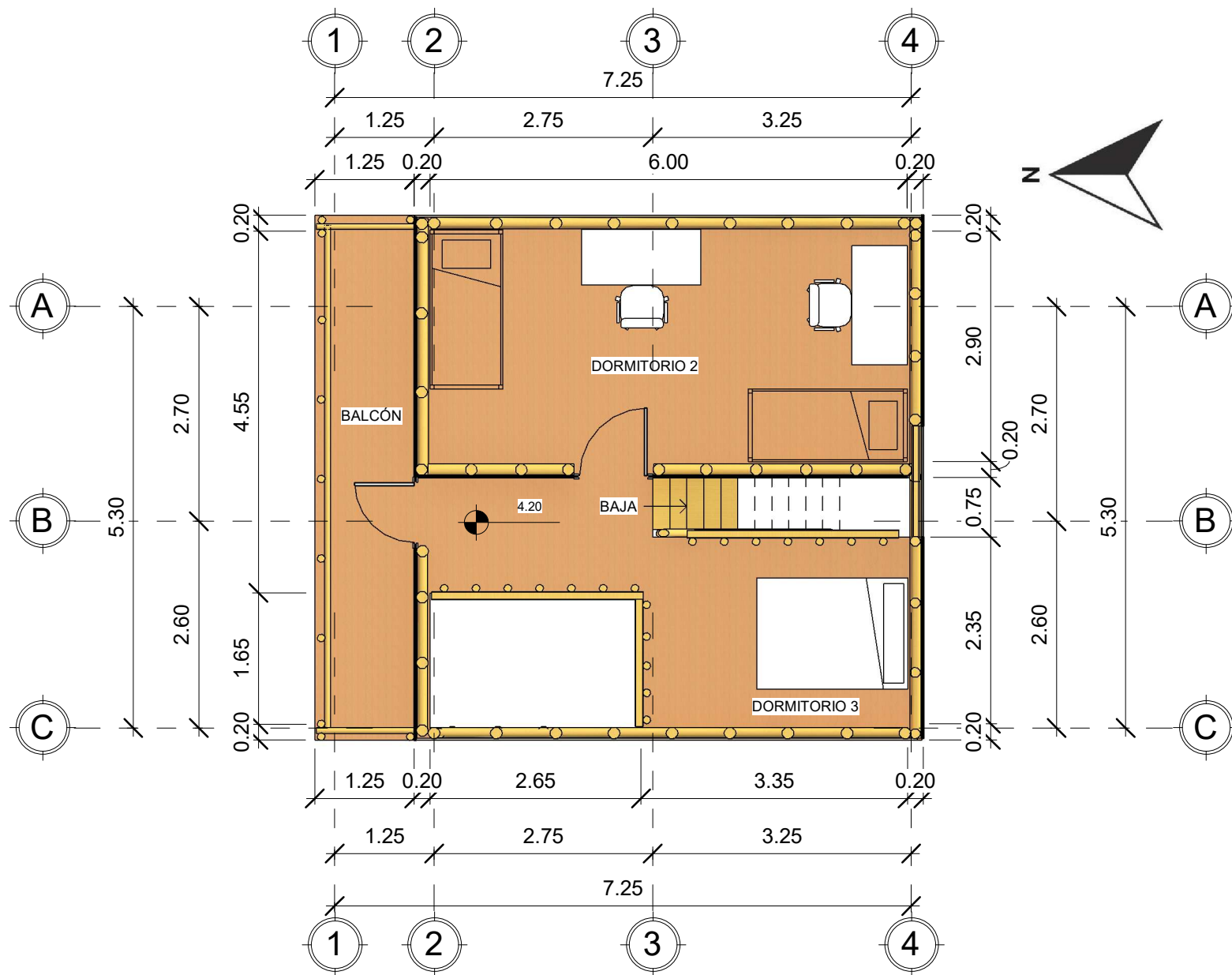
Nombre del Plano:
Arquitectura-Nivel 1-Fase 1

Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

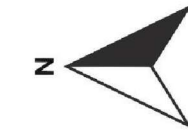
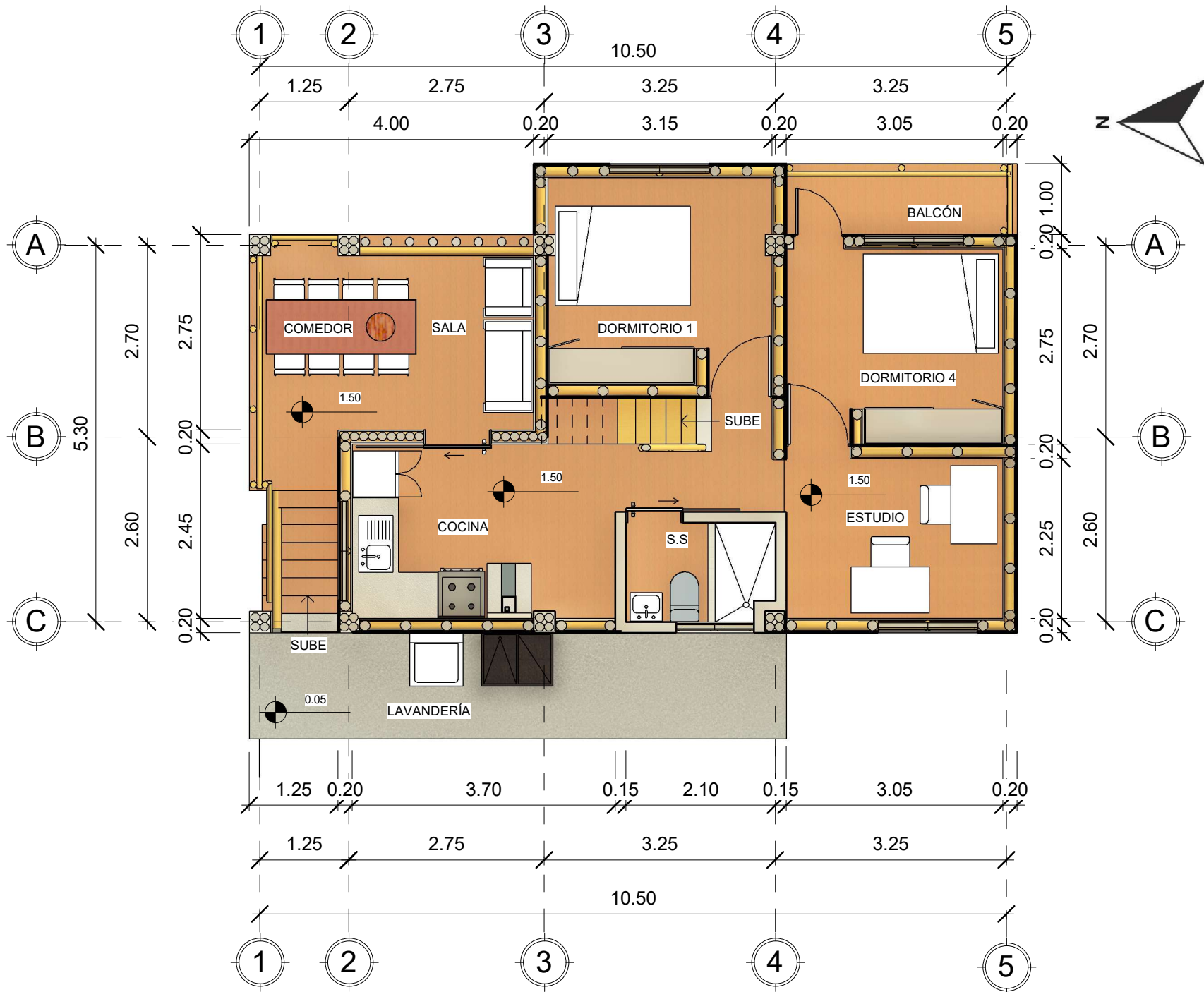
Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.



Área Construida: 45.60m²
Lavandería: 6.80m²

ARQUITECTURA NIVEL 2-F1**ESCALA 1 : 75**

Área Construida: 37.20m²
Balcón: 8.25m²



04
16

Nombre del Plano:
Arquitectura-Nivel 1-Fase 2

Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025

Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

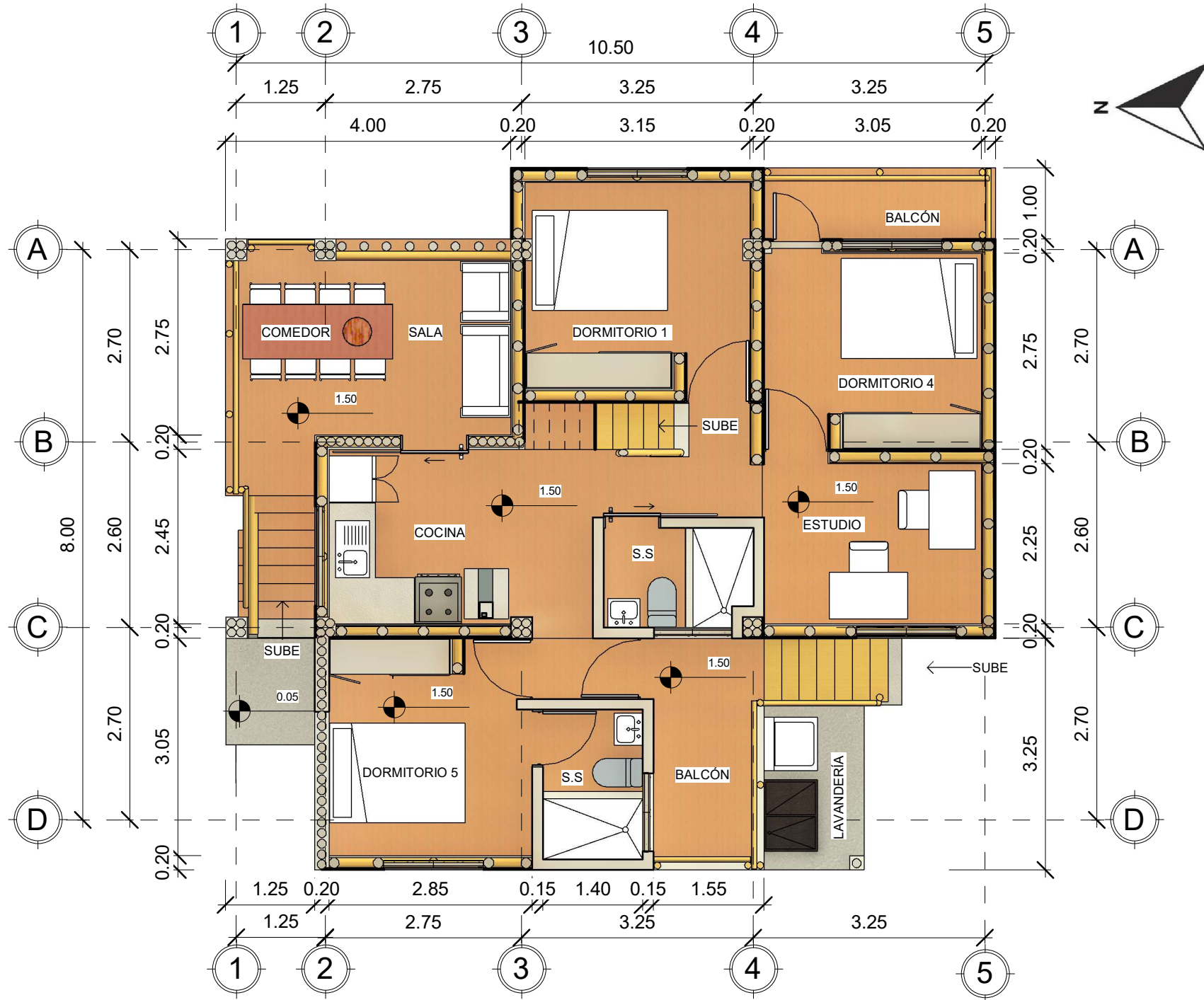
Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.



ARQUITECTURA NIVEL 1-F2

ESCALA 1 : 75

Área Construida: 67.20m²
Lavandería: 6.80m²



05
16

Escala: Indicada
Fecha: 25/02/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
Arquitectura-Nivel 1-Fase 3
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

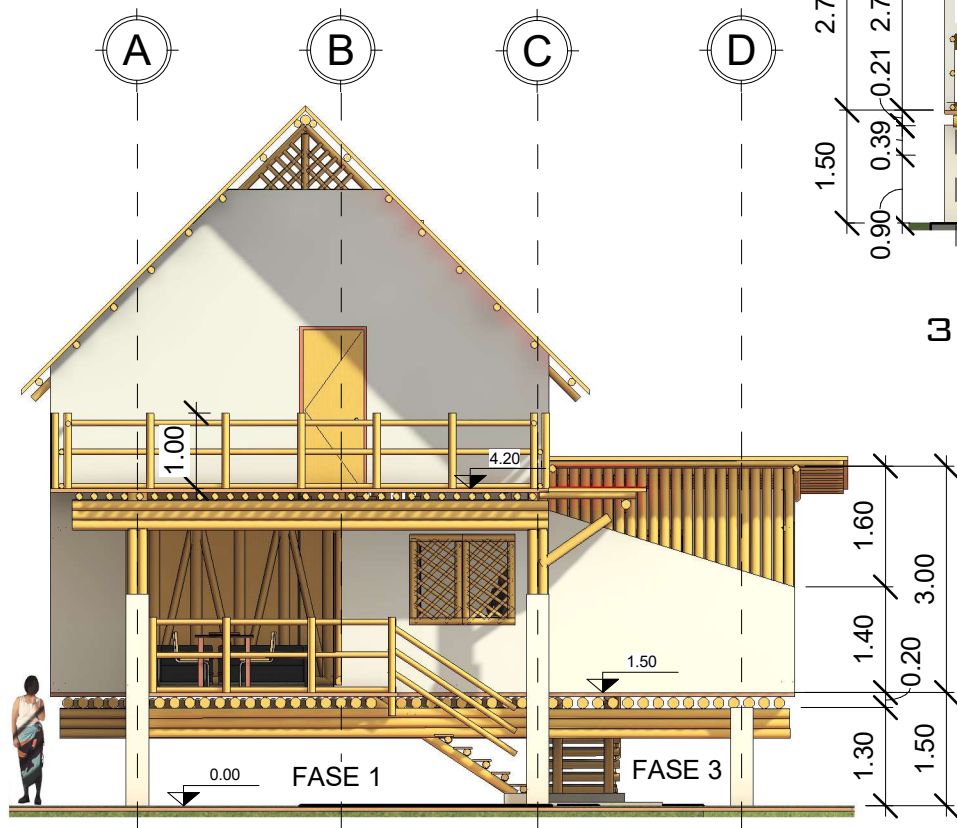
Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.



ARQUITECTURA NIVEL 1-F3

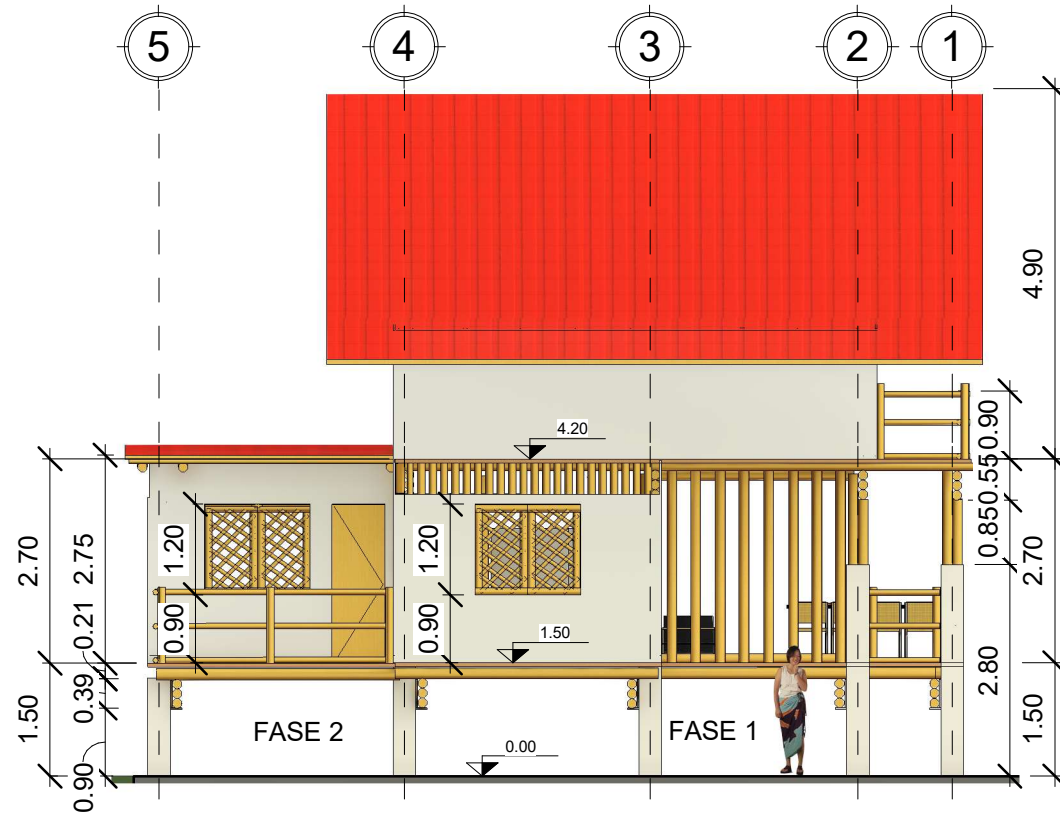
ESCALA 1 : 75

Área Construida: 90.10m2



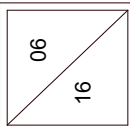
ELEVACIÓN NORTE

ESCALA 1 : 100



ELEVACIÓN ESTE

ESCALA 1 : 100

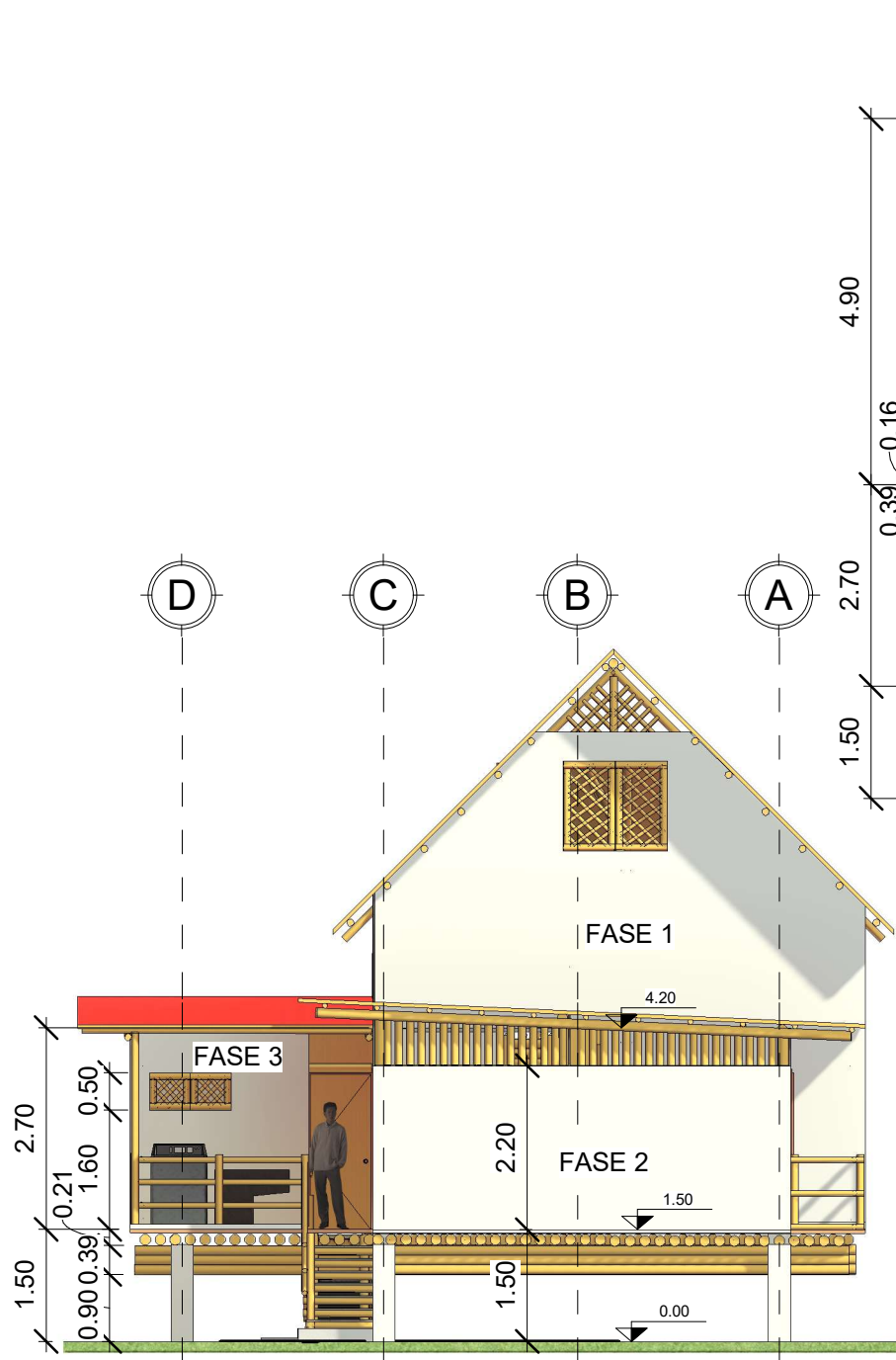


Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

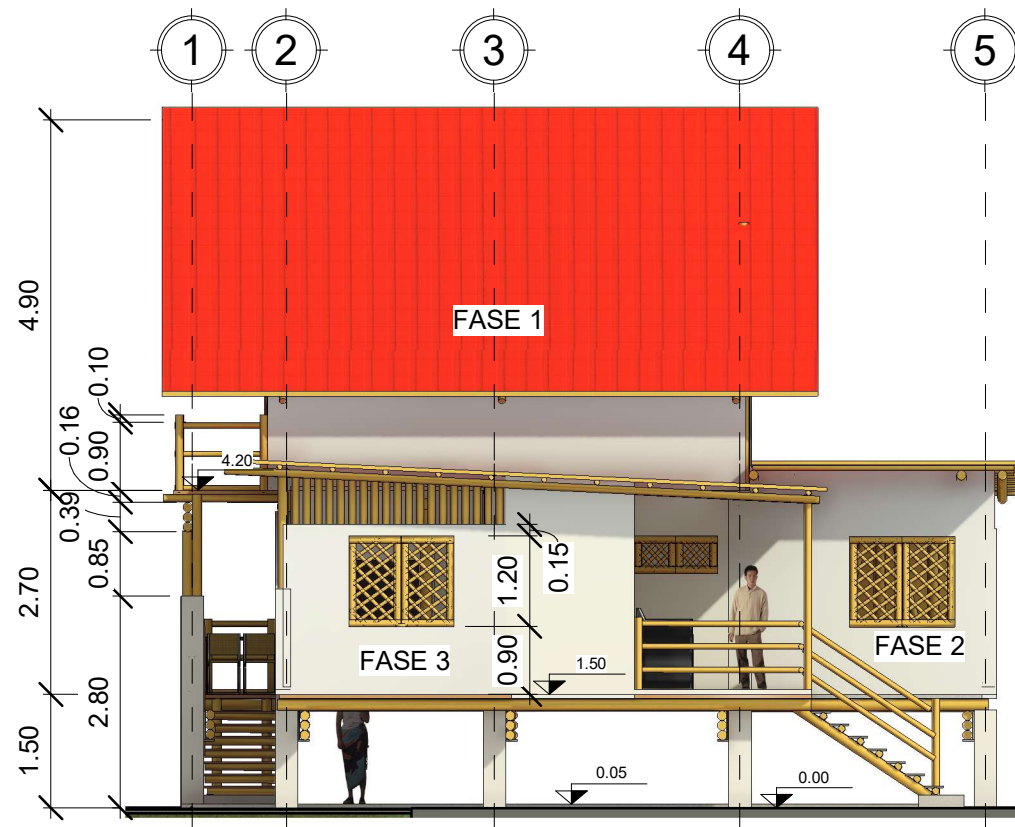
Nombre del Plano:
Elevación Norte y Este
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.

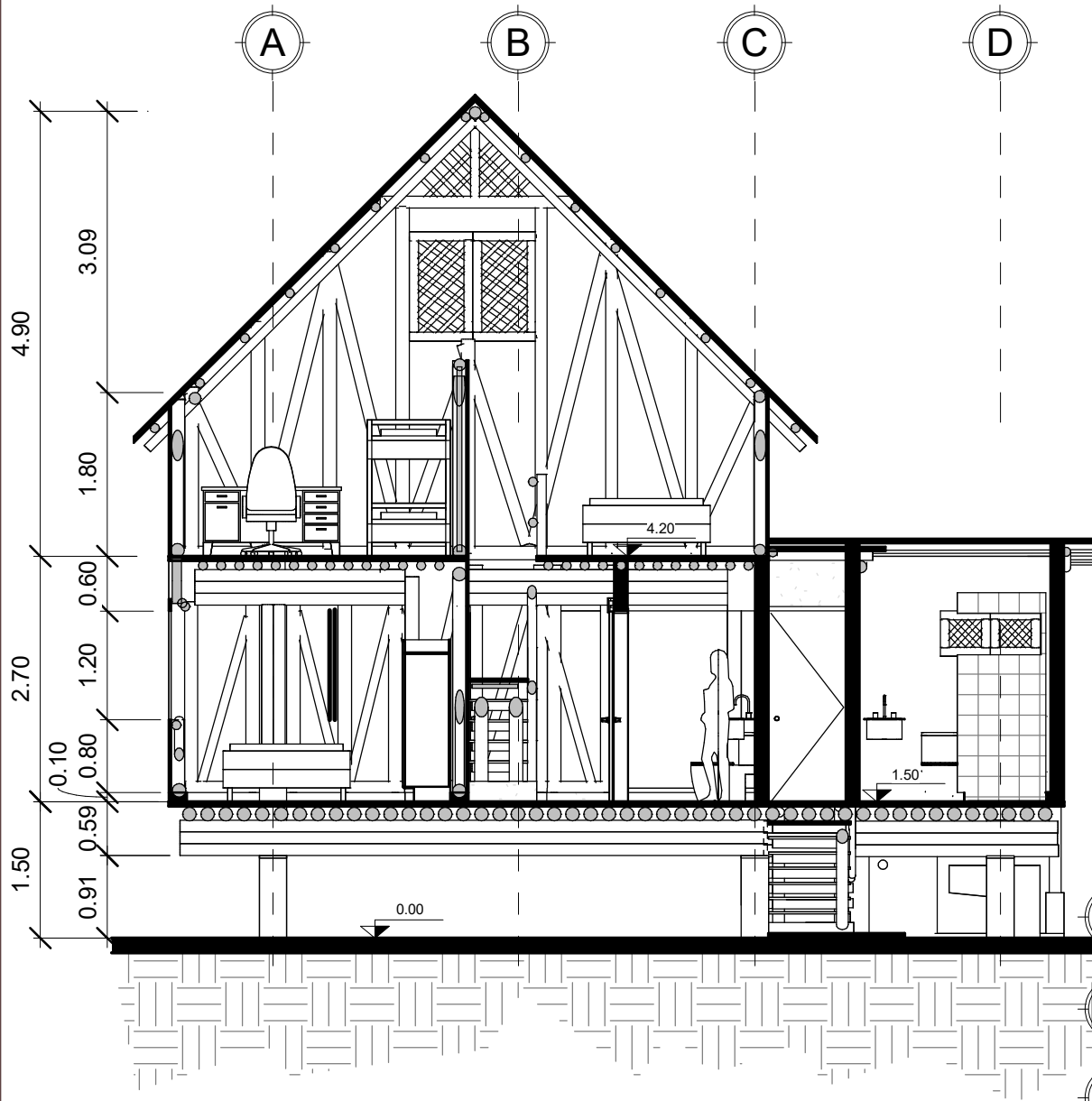




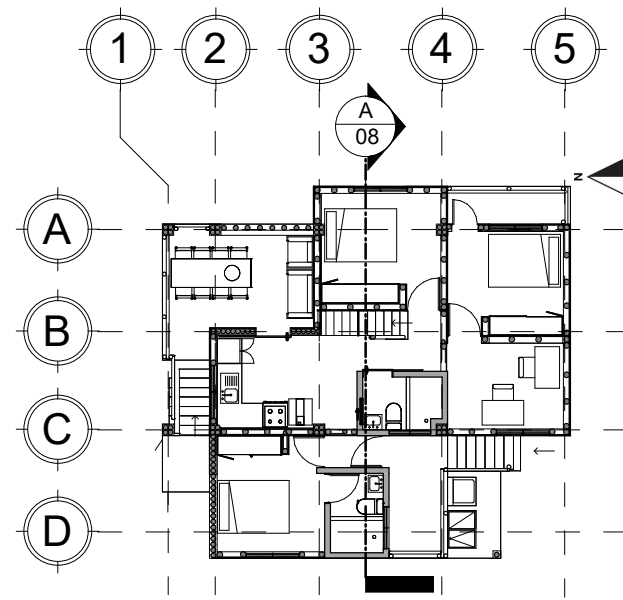
2 **ELEVACIÓN SUR**
ESCALA 1 : 100



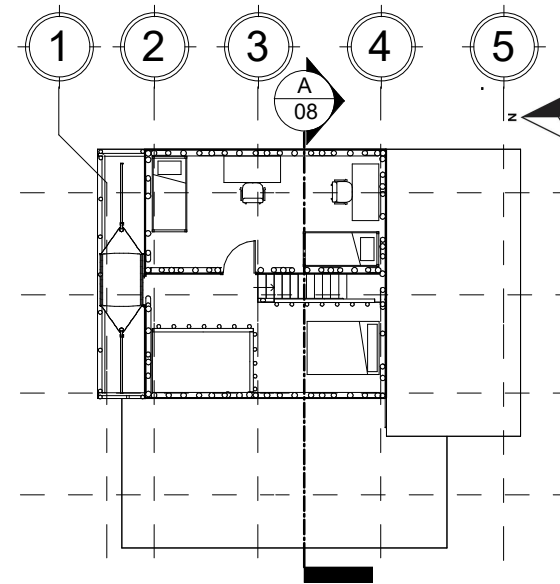
1 **ELEVACIÓN OESTE**
ESCALA 1 : 100



A SECCIÓN A
ESCALA 1 : 75



1 AMUEBLADO NIVEL 1
ESCALA 1 : 200



2 AMUEBLADO NIVEL 2
ESCALA 1 : 200

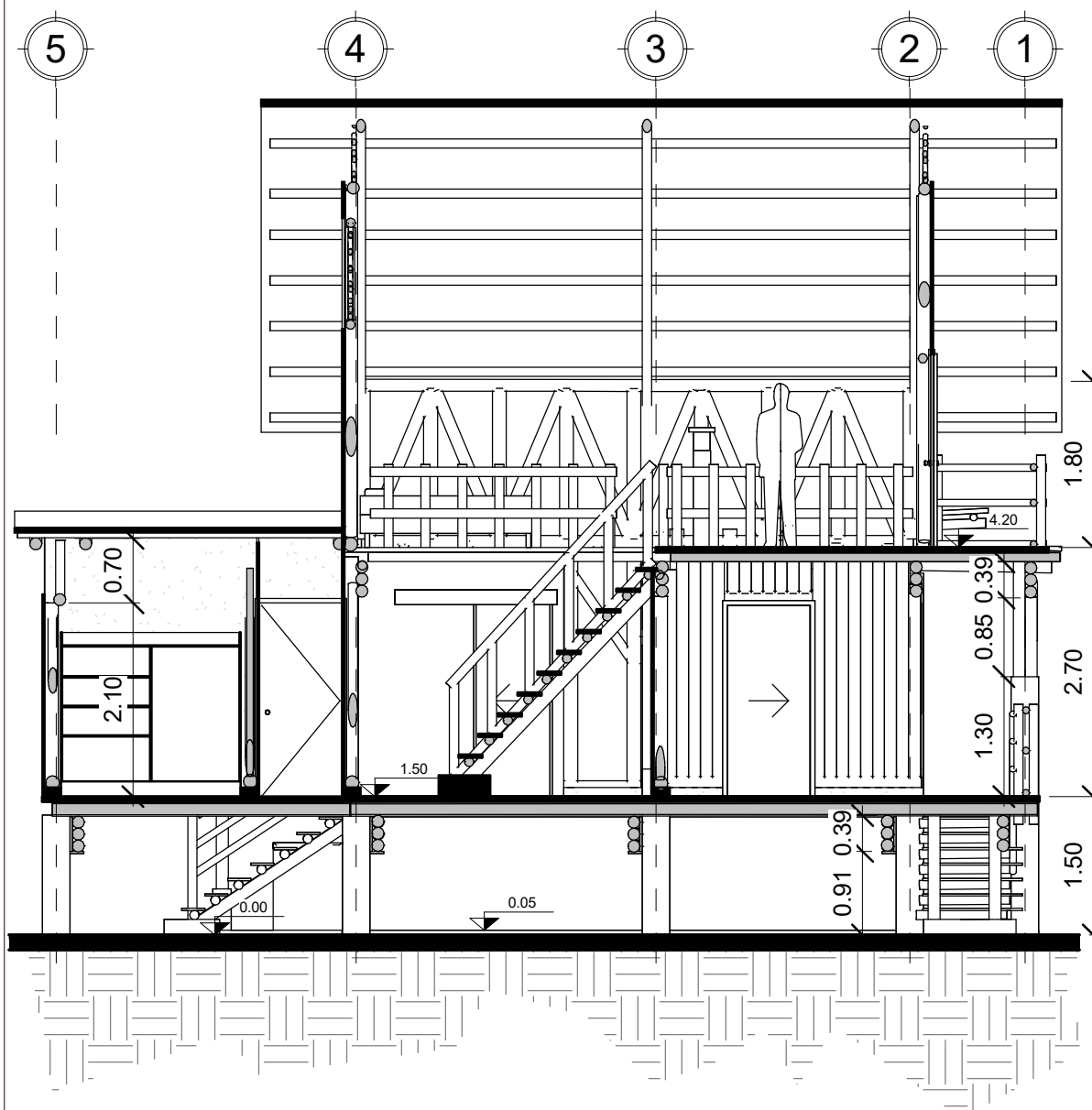
08
16

Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

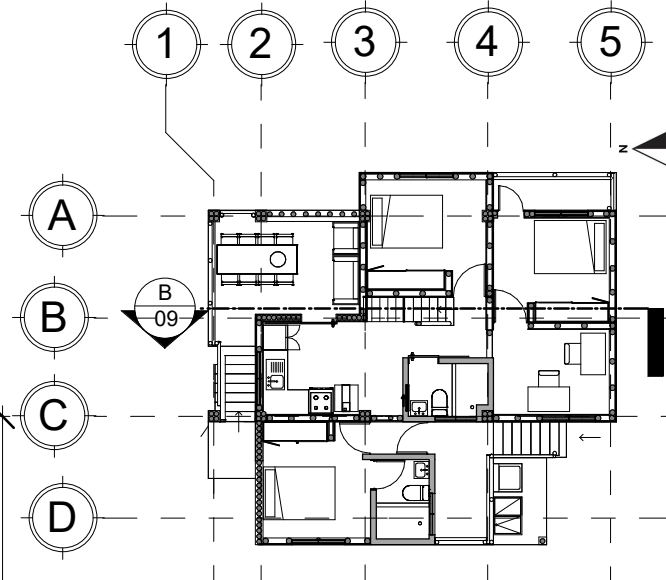
Nombre del Plano:
Sección A
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.

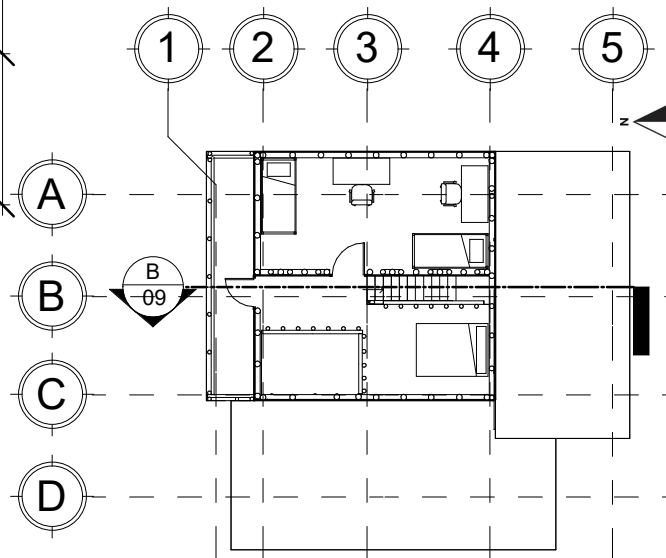




B SECCIÓN B
ESCALA 1 : 75



AMUEBLADO NIVEL 1.
ESCALA 1 : 200



AMUEBLADO NIVEL 2.
ESCALA 1 : 200

09
16

Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
Sección B
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.



5.1.1 Presentación Arquitectónica



Vivienda Tipo A

Vista 1 Perspectiva frontal, fase 1 y fase 3



Vista 2 Perspectiva lateral, fase 1 y fase 3.



Vista 3 Perspectiva posterior, fase 1, fase 2 y fase 3.



Vista 4 Perspectiva aérea, fase 1 y fase 2 y fase 3.



Vista 5 Cocina, fase 1.



Vista 6 Sala y comedor, fase 1.



Vista 7 Servicio sanitario, fase 1.



Vista 8 Dormitorio 1, fase 1.



Vista 9 Dormitorio 2, fase 1.



Vista 10 Dormitorio 2 y 3, fase 1.



Vista 11 Estudio, fase 2.



Vista 12 Dormitorio 4, fase 3.

5.1.2 Presupuesto

Presupuesto de Vivienda Prototipo para Albergue Temporal de Personas Damnificadas por Huracanes - Vivienda Tipo A			FASE 1	
			Q	106,047.47
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total	
Equipo de construcción, 4 personas por 8 semanas	Q 24,000.00	1	Q	24,000.00
Mano de obra eléctrica por unidad	Q 100.00	24	Q	2,400.00
Saco de cemento de 40kg	Q 75.00	38.00	Q	2,850.00
m3 de arena	Q 140.00	5	Q	700.00
m3 de piedrin	Q 235.00	4	Q	940.00
Saco de monocapa de 40kg	Q 45.00	70	Q	3,150.00
Varilla de hierro #2 legítimo	Q 13.33	32	Q	426.67
Varilla de hierro #3 legítimo	Q 30.77	20	Q	615.38
Varilla de hierro #4 legítimo	Q 57.14	8	Q	457.14
libra de alambre gal calibre 16	Q 8.00	100	Q	800.00
Placa metálica de 1/2 x 12"	Q 350.00	8	Q	2,800.00
Tabla de madera de 1"x12"x10', rustico	Q 80.00	24	Q	1,920.00
Tabla de madera de 2"x3"x10', rustico	Q 50.00	12	Q	600.00
Reglas de madera de 1"x2"x10', tratadas	Q 27.00	45	Q	1,215.00
Tablas de madera 1"x12"x10', lijadas	Q 90.00	100	Q	9,000.00
Culmo de bambú, 3-5" de diámetro y 7m de largo	Q 70.00	190.00	Q	13,300.00
Esterilla de bambú de 7x0.35m	Q 80.00	92.00	Q	7,360.00
m2 de muro de plyrock para baños (materiales)	Q 180.00	16.00	Q	2,880.00
ml de lámina acanalada cal. 26 (o palma)	Q 95.00	52.86	Q	5,021.28
1kg de Sikadur 31	Q 195.00	1	Q	195.00
Unidad de tornillo polser de 2.5"	Q 0.75	700	Q	525.00
Varilla roscada de 3/8" x 1m + tuerca y roldana	Q 18.00	50	Q	900.00
300 ml de sikaflex	Q 78.00	2	Q	156.00
Tubo de PVC , 80psi, 3" de diámetro, 6m de largo	Q 86.00	3	Q	258.00
Tubo de PVC , 160psi, 2" de diámetro, 6m de largo	Q 50.00	2	Q	100.00
Tubo de PVC , 250psi, 3/4" de diámetro, 6m de largo	Q 29.00	1	Q	29.00
Tubo de PVC , 315psi, 1/2" de diámetro, 6m de largo	Q 23.00	2	Q	46.00
Accesorios de pvc, codos, tee, yee	Q 6.00	55	Q	330.00
Cubeta 5gal de pintura para exterior	Q 900.00	2	Q	1,800.00
Jimo, protector para madera	Q 250.00	6	Q	1,500.00
Galón de thinner	Q 75.00	6	Q	450.00
Galón de pentamaderol	Q 40.00	3	Q	120.00
m2 de Azulejo para ducha	Q 70.00	7	Q	490.00
Adhesivo para azulejo y estuque	Q 30.00	5	Q	150.00
Metro de cedazo mosquitero 1/16"	Q 5.70	50	Q	285.00
Lavatrastos y grifo	Q 930.00	1	Q	930.00
Estufa eficiente	Q 1,700.00	1	Q	1,700.00
Lavamanos con grifo	Q 500.00	1	Q	500.00
Ducha con rejilla	Q 550.00	1	Q	550.00
Inodoro	Q 650.00	1	Q	650.00
Pila con chorro	Q 380.00	1	Q	380.00
Cable eléctrico (TSJ 3x12)	Q 1,450.00	1	Q	1,450.00
Plafoneras y bombillas led	Q 16.00	9	Q	144.00

Tomacorrientes de sobreponer	Q	10.00	15	Q	150.00
Fabricación de puertas de bambú y accesorios	Q	550.00	4	Q	2,200.00
Fabricación de ventanas de bambú y accesorios	Q	400.00	3	Q	1,200.00
Lb de clavos	Q	7.00	100	Q	700.00
Lb de alambre de amarre	Q	5.40	60	Q	324.00
Bomba hidroneumática 1/2hp y 50lt + accesorios	Q	2,300.00	1	Q	2,300.00
1/2 tinaco de 1,100lt + block pomez para watson y humedal	Q	1,350.00	1	Q	1,350.00
Fletes	Q	250.00	15	Q	3,750.00

Presupuesto de Vivienda Prototipo para Albergue Temporal de Personas Damnificadas por Huracanes - Vivienda Tipo A			FASE 2	
			Q	36,734.56
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total	
Equipo de construcción, 4 personas por 3 semanas	Q 9,000.00	1	Q	9,000.00
Mano de obra eléctrica por unidad	Q 100.00	8	Q	800.00
Saco de cemento de 40kg	Q 75.00	11.00	Q	825.00
m3 de arena	Q 140.00	2	Q	280.00
m3 de piedrin	Q 235.00	1	Q	235.00
Saco de monocapa de 40kg	Q 45.00	26	Q	1,170.00
Varilla de hierro #2 legítimo	Q 13.33	6	Q	80.00
Varilla de hierro #3 legítimo	Q 30.77	4	Q	123.08
Varilla de hierro #4 legítimo	Q 57.14	10	Q	571.43
libra de alambre gal calibre 16	Q 8.00	40	Q	320.00
Placa metálica de 1/2 x 12"	Q 350.00	2	Q	700.00
Tabla de madera de 1"x12"x10', rustico	Q 80.00	12	Q	960.00
Tabla de madera de 2"x3"x10', rustico	Q 50.00	6	Q	300.00
Reglas de madera de 1"x2"x10', tratados	Q 27.00	30	Q	810.00
Tablas de madera 1"x12"x10', lijados	Q 90.00	25	Q	2,250.00
Culmo de bambú, 3-5" de diámetro y 7m de largo	Q 70.00	59.00	Q	4,130.00
Esterilla de bambú de 7x0.35m	Q 80.00	40.00	Q	3,200.00
ml de lámina acanalada cal. 26 (o palma)	Q 95.00	36.91	Q	3,506.56
1kg de Sikadur 31	Q 195.00	1	Q	195.00
Unidad de tornillo polser de 2.5"	Q 0.75	300	Q	225.00
Varilla roscada de 3/8" x 1m + tuerca y roldana	Q 18.00	25	Q	450.00
300 ml de sikaflex	Q 78.00	1	Q	78.00
Cubeta 5gal de pintura para exterior	Q 900.00	1	Q	900.00
Jimo, protector para madera	Q 250.00	3	Q	750.00
Galón de thinner	Q 75.00	2	Q	150.00
Metro de cedazo mosquitero 1/16"	Q 5.70	25	Q	142.50
Galón de pentamaderol	Q 40.00	1	Q	40.00
Cable eléctrico (TSJ 3x12)	Q 630.00	1	Q	630.00
Plafoneras y bombillas led	Q 16.00	3	Q	48.00
Tomacorrientes de sobreponer	Q 10.00	5	Q	50.00
Fabricación de puertas de bambú y accesorios	Q 550.00	2	Q	1,100.00
Fabricación de ventanas de bambú y accesorios	Q 400.00	2	Q	800.00
Lb de clavos	Q 7.00	40	Q	280.00
Lb de alambre de amarre	Q 5.40	25	Q	135.00
Fletes	Q 250.00	6	Q	1,500.00

Presupuesto de Vivienda Prototipo para Albergue Temporal de Personas Damnificadas por Huracanes - Vivienda Tipo A			FASE 3	
			Q	47,603.81
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total	
Equipo de construcción, 4 personas por 4 semanas	Q 12,000.00	1	Q	12,000.00
Mano de obra eléctrica por unidad	Q 100.00	8	Q	800.00
Saco de cemento de 40kg	Q 75.00	12.00	Q	900.00
m3 de arena	Q 140.00	2	Q	280.00
m3 de piedrin	Q 235.00	1	Q	235.00
Saco de monocapa de 40kg	Q 45.00	26	Q	1,170.00
Varilla de hierro #2 legítimo	Q 13.33	9	Q	120.00
Varilla de hierro #3 legítimo	Q 30.77	5	Q	153.85
Varilla de hierro #4 legítimo	Q 57.14	15	Q	857.14
libra de alambre gal calibre 16	Q 8.00	40	Q	320.00
Placa metálica de 1/2 x 12"	Q 350.00	3	Q	1,050.00
Tabla de madera de 1"x12"x10', rustico	Q 80.00	12	Q	960.00
Tabla de madera de 2"x3"x10', rustico	Q 50.00	6	Q	300.00
Reglas de madera de 1"x2"x10', tratados	Q 27.00	35	Q	945.00
Tablas de madera 1"x12"x10', lijados	Q 90.00	28	Q	2,520.00
Culmo de bambú, 3-5" de diámetro y 7m de largo	Q 70.00	72.00	Q	5,040.00
Esterilla de bambú de 7x0.35m	Q 80.00	46.00	Q	3,680.00
m2 de muro de plyrock para baños (materiales)	Q 180.00	16.00	Q	2,880.00
ml de lámina acanalada cal. 26 (o palma)	Q 95.00	38.01	Q	3,611.32
1kg de Sikadur 31	Q 195.00	1	Q	195.00
Unidad de tornillo polser de 2.5"	Q 0.75	400	Q	300.00
Varilla roscada de 3/8" x 1m + tuerca y roldana	Q 18.00	25	Q	450.00
300 ml de sikaflex	Q 78.00	1	Q	78.00
Tubo de PVC , 80psi, 3" de diámetro, 6m de largo	Q 86.00	2	Q	172.00
Tubo de PVC , 160psi, 2" de diámetro, 6m de largo	Q 50.00	2	Q	100.00
Tubo de PVC , 250psi, 3/4" de diámetro, 6m de largo	Q 29.00	2	Q	58.00
Tubo de PVC , 315psi, 1/2" de diámetro, 6m de largo	Q 23.00	2	Q	46.00
Accesorios de pvc, codos, tee, yee	Q 6.00	50	Q	300.00
Cubeta 5gal de pintura para exterior	Q 900.00	1	Q	900.00
Jimo, protector para madera	Q 250.00	3	Q	750.00
Galón de thinner	Q 75.00	2	Q	150.00
Galón de pentamaderol	Q 40.00	1	Q	40.00
m2 de Azulejo para ducha	Q 70.00	7	Q	490.00
Adhesivo para azulejo y estuque	Q 30.00	5	Q	150.00
Metro de cedazo mosquitero 1/16"	Q 5.70	35	Q	199.50
Lavamanos con grifo	Q 500.00	1	Q	500.00
Ducha con rejilla	Q 550.00	1	Q	550.00
Inodoro	Q 650.00	1	Q	650.00
Cable eléctrico (TSJ 3x12)	Q 670.00	1	Q	670.00
Plafoneras y bombillas led	Q 16.00	3	Q	48.00
Tomacorrientes de sobreponer	Q 10.00	5	Q	50.00
Fabricación de puertas de bambú y accesorios	Q 550.00	3	Q	1,650.00
Fabricación de ventanas de bambú y accesorios	Q 400.00	2	Q	800.00
Lb de clavos	Q 7.00	50	Q	350.00
Lb de alambre de amarre	Q 5.40	25	Q	135.00
Fletes	Q 250.00	6	Q	1,500.00

5.1.3 Cronograma

Cronograma de Ejecución de Obra - Vivienda tipo A - Fase 1									
REGLÓN DE TRABAJO	Duración en Días	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8
		2/02/2026	9/02/2026	16/02/2026	23/02/2026	2/03/2026	9/03/2026	16/03/2026	23/03/2026
Limpieza, trazo y puentado	1								
Zanjeo de zapatas	1								
Cimentación, incluye armadura, fundición de zapatas	2								
Armado y fundición de columnas de concreto	3								
Vigas de entrepiso nivel 1	2								
Entrepiso del nivel 1 (viguetas y piso de madera)	4								
Columnas de bambú	3								
Vigas del nivel 2	2								
Entrepiso del nivel 2 (viguetas y piso de madera)	4								
Estructura de bambú del techo + plomería	3								
Enlaminado + plomería	1								
Levantado de muro de bambú y plyrock nivel 1	5								
Levantado de muro de bambú nivel 2 y gradas	2								
Repello de muro de bambú nivel 1	5								
Repello de muro de bambú nivel 2 + top de cocina	3								
Humedal y Watson Wick	1								
Azulejo e instalación de artefactos sanitarios + electricidad	3								
Inst. de puertas y ventanas de bambú + Inst. de pila	1								
Barandas de bambú + barniz en bambú	1								
Limpieza final	1								
	48								

Cronograma de Ejecución de Obra - Vivienda tipo A - Fase 2

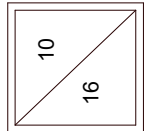
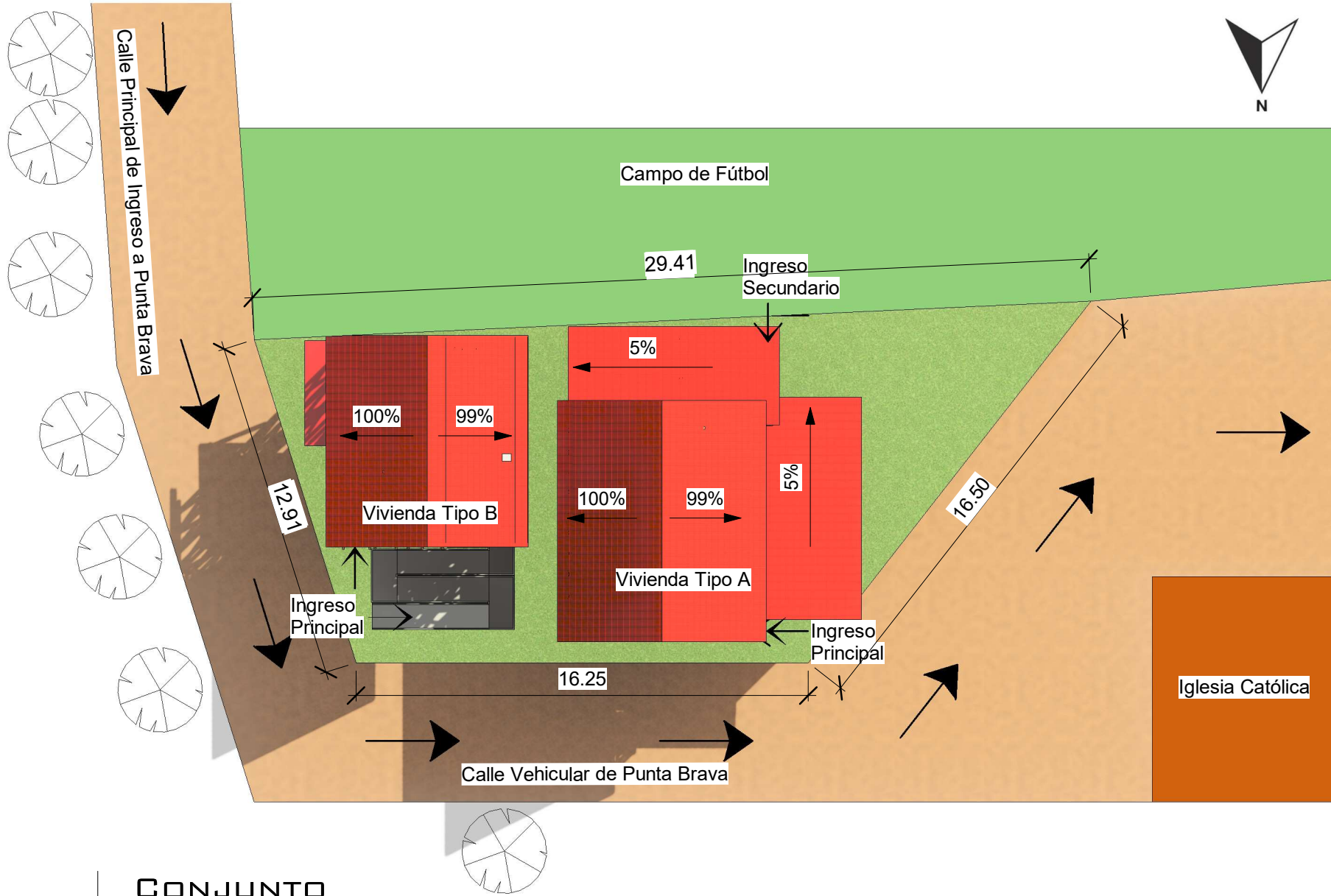
RENGLÓN DE TRABAJO	Duración en Dias	SEM 1	SEM 2	SEM 3
		30/03/2026	6/04/2026	13/04/2026
Limpieza, trazo y puentado	0.5			
Zanjeo de zapatas	0.5			
Cimentación, incluye armadura, fundición de zapatas	1			
Armado y fundición de columnas de concreto	1			
Vigas de entrepiso	1			
Entrepiso (viguetas y piso de madera)	2			
Estructura de bambú del techo	2			
Enlaminado	1			
Levantado de muro de bambú	3			
Repello de muro de bambú + electricidad	3			
Inst. de puertas y ventanas de bambú + electricidad	1			
Barandas de bambú + barniz en bambú	1			
Limpieza final	1			
	18			

Cronograma de Ejecución de Obra - Vivienda tipo A - Fase 3

RENGLÓN DE TRABAJO	Duración en Dias	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
		20/04/2026	27/04/2026	4/05/2026	11/05/2026
Limpieza, trazo y puentado	0.5				
Zanjeo de zapatas	0.5				
Cimentación, incluye armadura, fundición de zapatas	1				
Armado y fundición de columnas de concreto	2				
Vigas de entrepiso	1				
Entrepiso del nivel 1 (viguetas y piso de madera)	2				
Levantado de muros de bambú y plyrock	3				
Estructura de bambú del techo + plomería	2				
Enlaminado + plomería	2				
Repello de muros de bambú	3				
Azulejo e instalación de artefactos sanitarios + electricidad	3				
Inst. de puertas y ventanas de bambú + Inst. de pila	1				
Barandas de bambú + barniz en bambú	1				
Limpieza final	1				
	23				

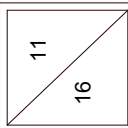
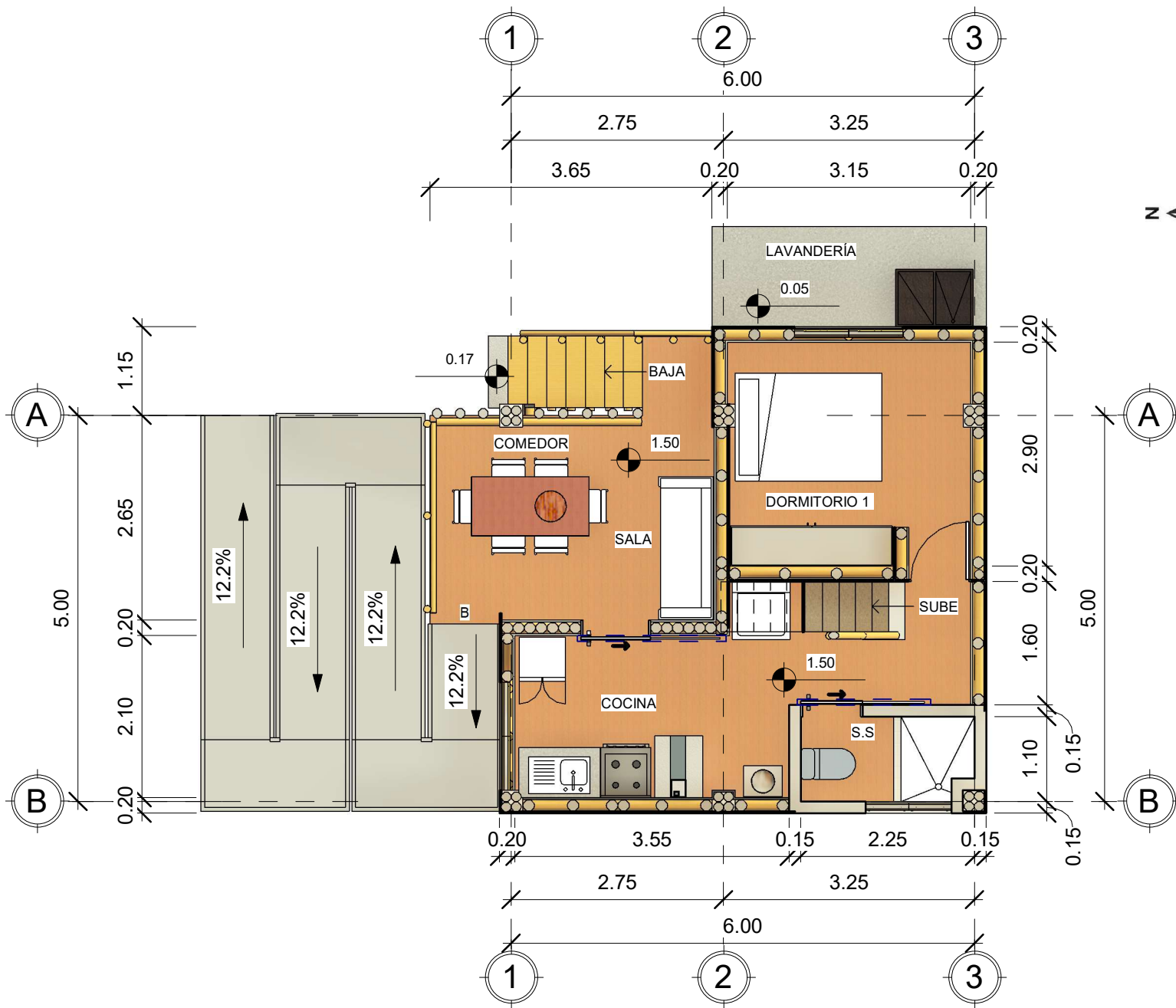
Proyecto – Vivienda Tipo B

Capítulo 5.2



1 **CONJUNTO**
ESCALA 1 : 200

	Viviendas Prototipo Para Personas Damnificadas por Inundaciones en la Aldea Punta Brava, Municipio de Los Amates, Izabal. Vivienda Tipo A.	Nombre del Plano: Conjunto Autor: Kevin Alexander Rodriguez Paz - 201408188	Escala: Indicada Fecha: 04/06/2025 Entidad: Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala

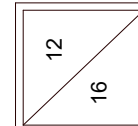
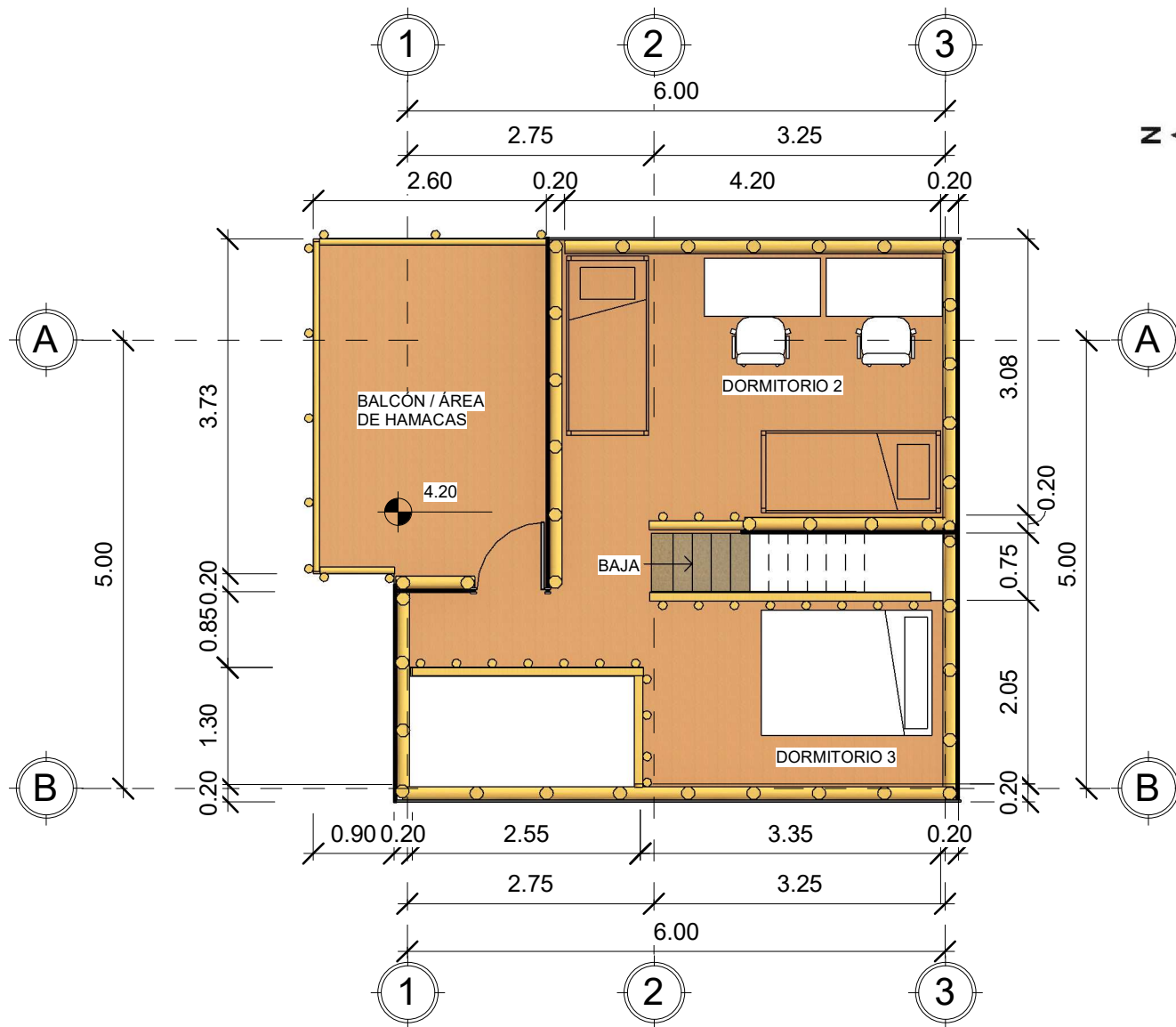


Escala: Indicada
 Fecha: 04/06/2025
 Entidad: Facultad de Arquitectura,
 Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
 Arquitectura Nivel 1
 Autor: Kevin Alexander Rodriguez
 Paz - 201408188

Viviendas Prototipo Para Personas
 Damnificadas por Inundaciones en la
 Aldea Punta Brava, Municipio de Los
 Amates, Izabal. Vivienda Tipo B.





Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
Arquitectura Nivel 2
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

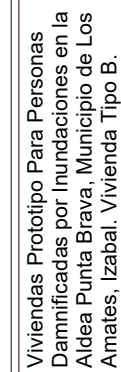
Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo B.



ARQUITECTURA NIVEL 2

ESCALA 1 : 75

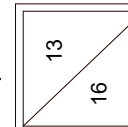
Área de Construcción: 27.90m²
Área de Balcón: 8.70m²

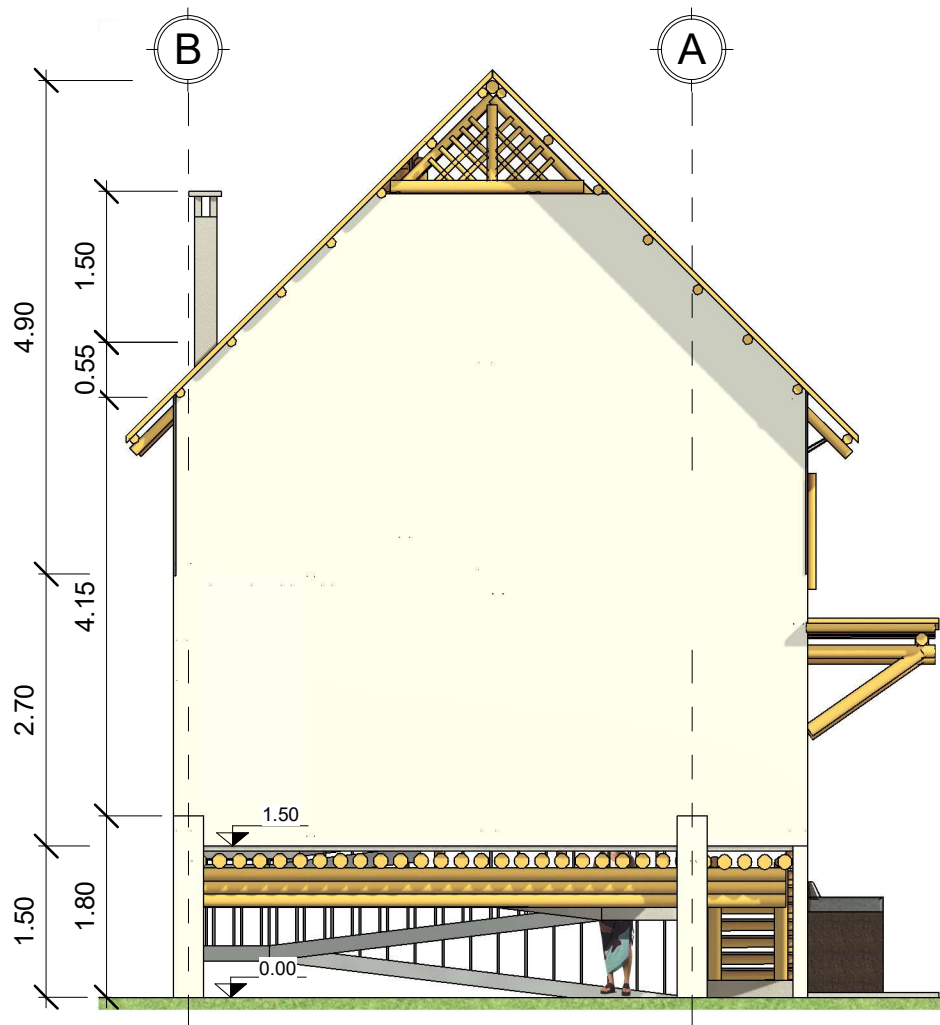


Nombre del Plano:
Elevación Este y Norte

Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025

Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

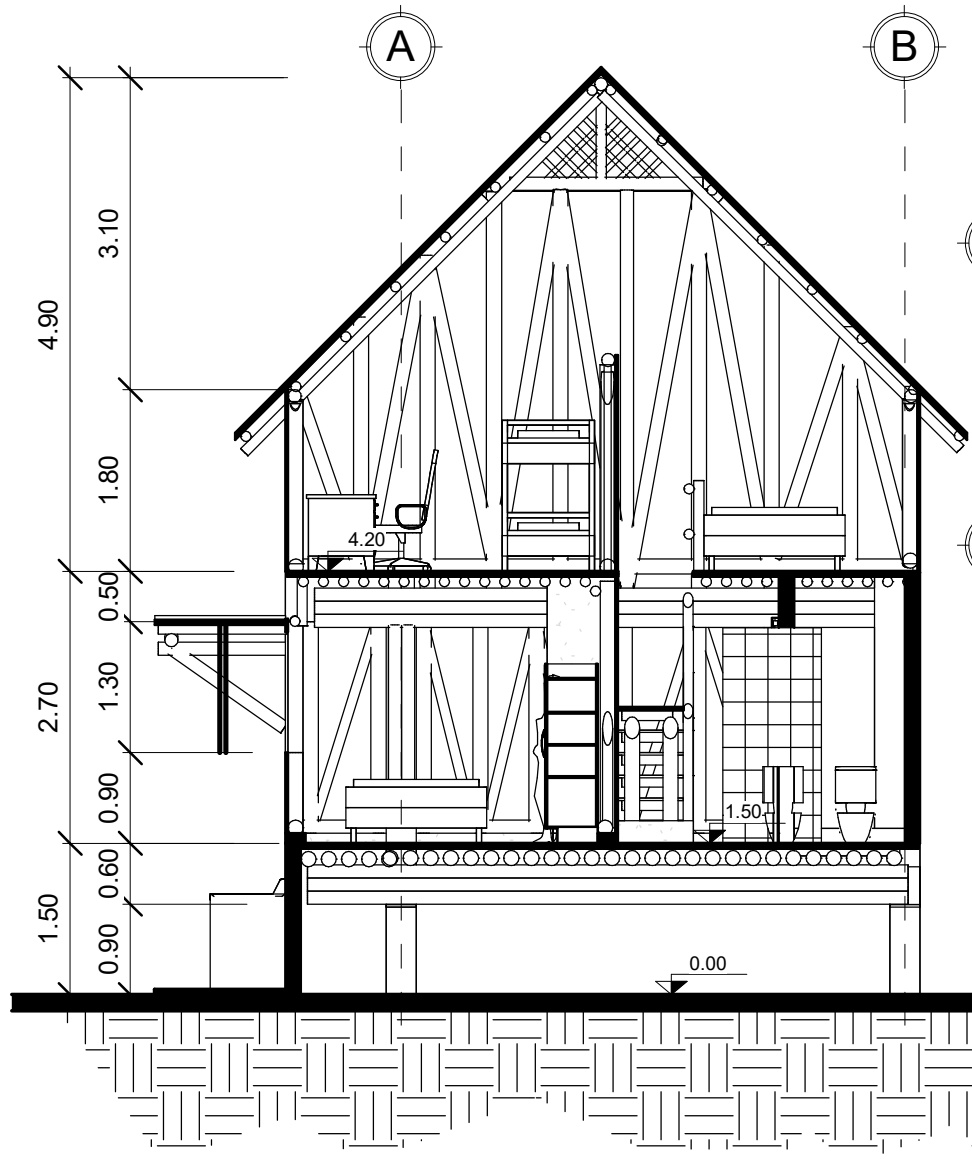




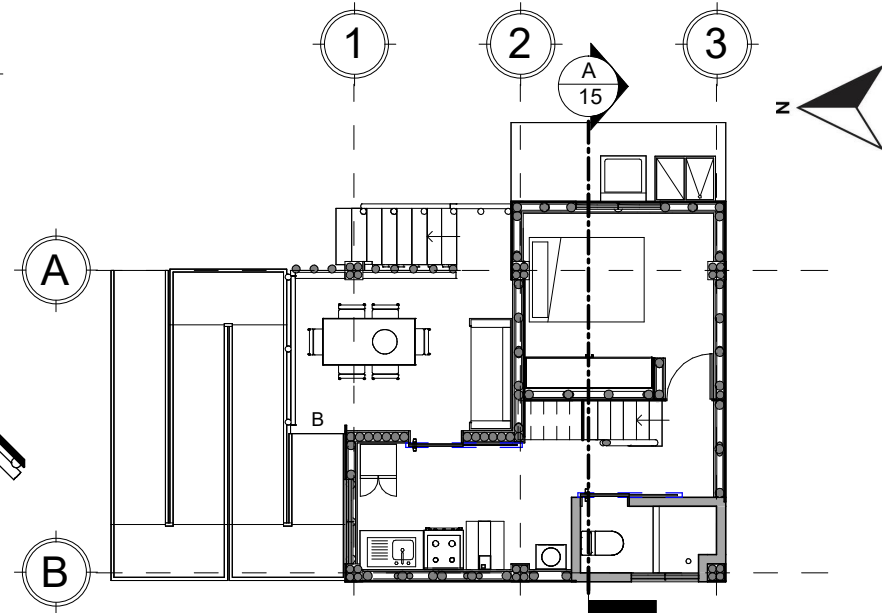
2 **ELEVACIÓN SUR**
ESCALA 1 : 75



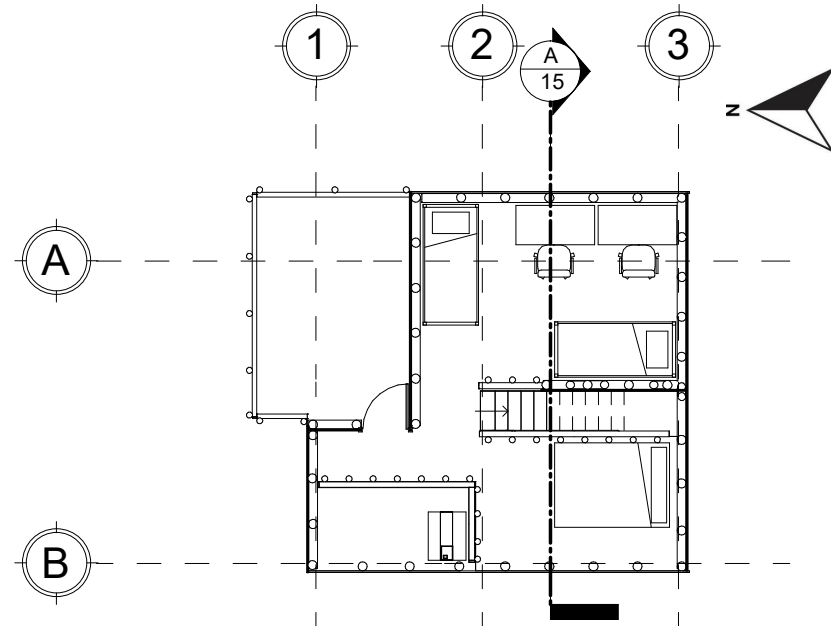
1 **ELEVACIÓN OESTE**
ESCALA 1 : 75



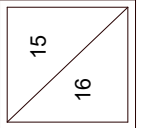
A **SECCIÓN A**
ESCALA 1 : 75



1 **AMUEBLADO NIVEL 1**
ESCALA 1 : 125



2 **AMUEBLADO NIVEL 2**
ESCALA 1 : 125



Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025

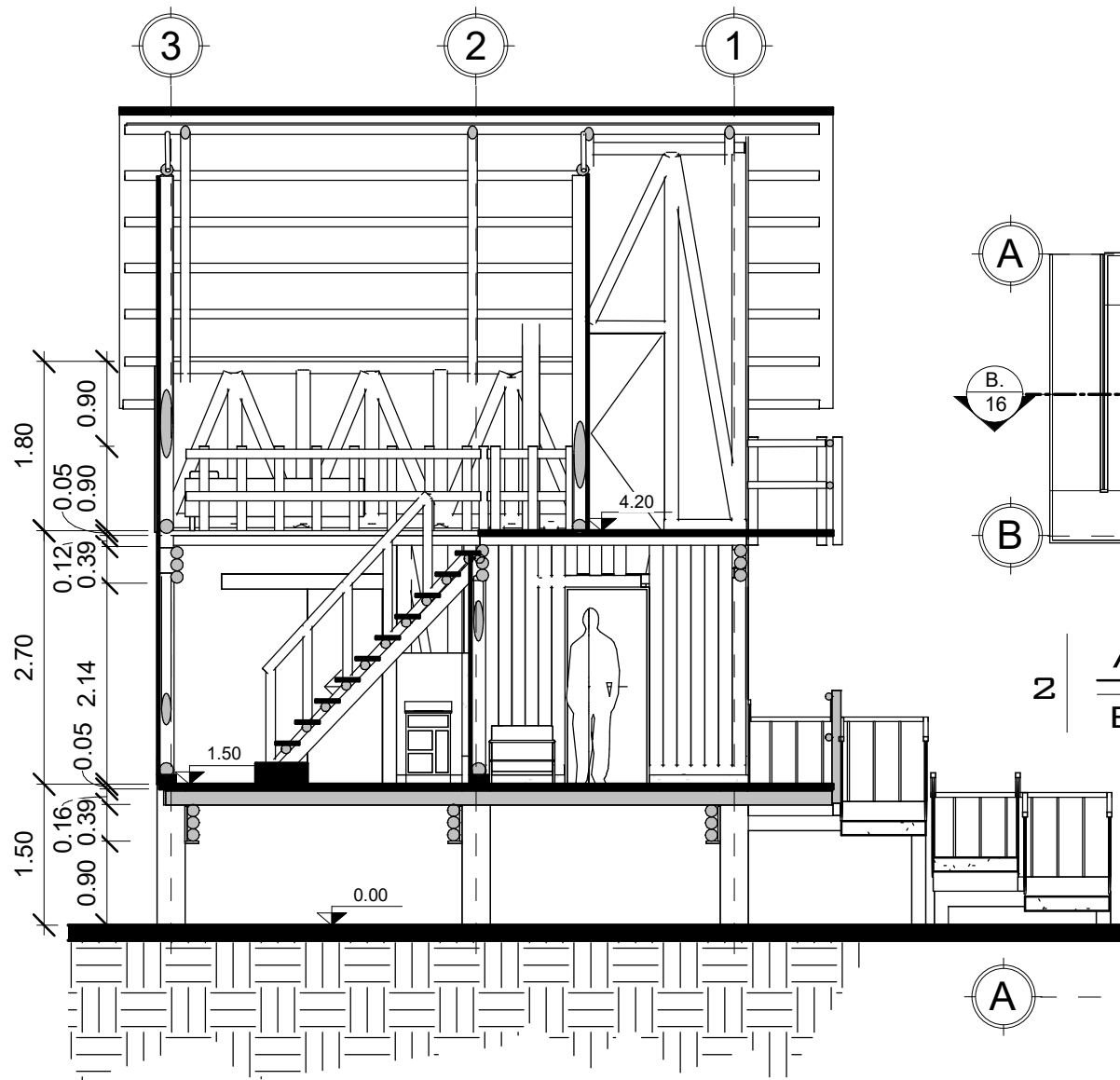
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
Sección A

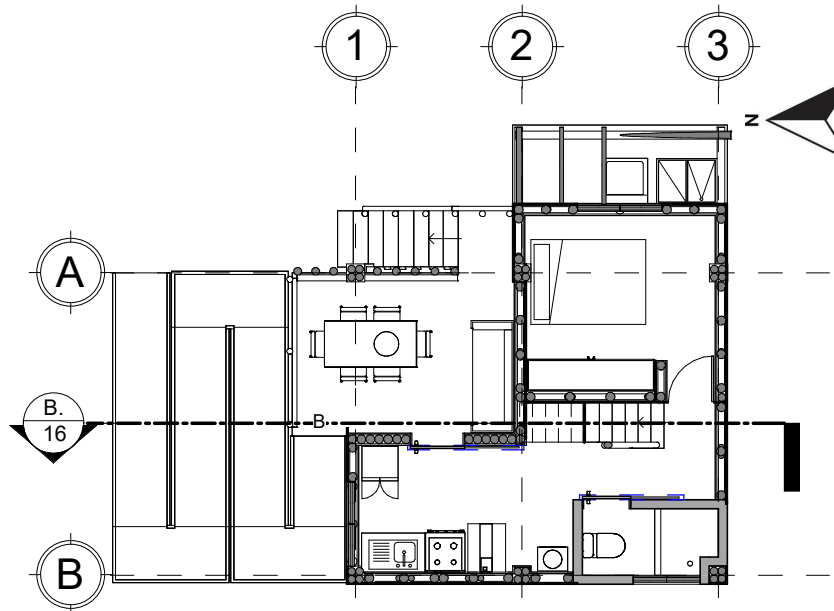
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo B.

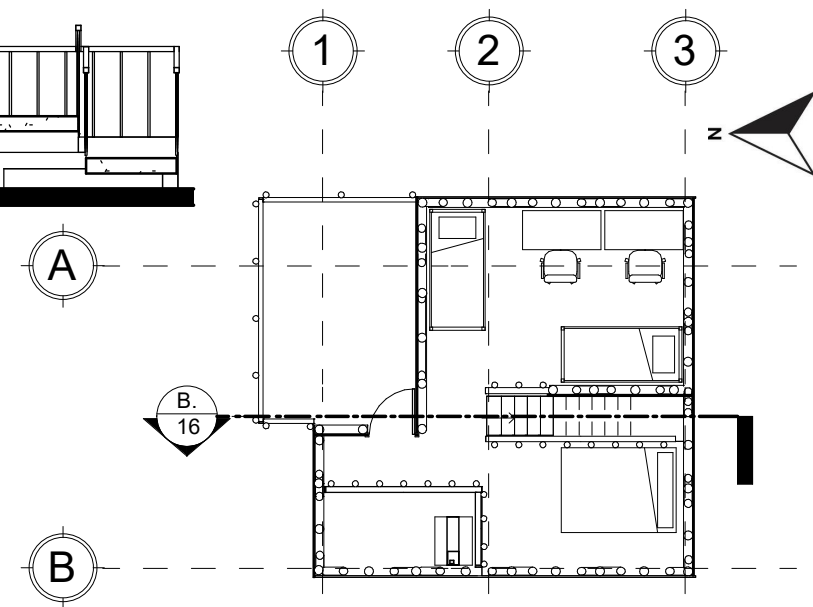




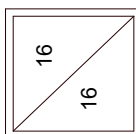
B. **SECCIÓN B**
ESCALA 1 : 75



2 **AMUEBLADO NIVEL 1.**
ESCALA 1 : 125



B **AMUEBLADO NIVEL 2.**
ESCALA 1 : 125



Escala: Indicada
Fecha: 04/06/2025
Entidad: Facultad de Arquitectura,
Universidad de San Carlos de Guatemala

Nombre del Plano:
Sección B
Autor: Kevin Alexander Rodriguez
Paz - 201408188

Viviendas Prototipo Para Personas
Damnificadas por Inundaciones en la
Aldea Punta Brava, Municipio de Los
Amates, Izabal. Vivienda Tipo B.



5.2.1 Presentación Arquitectónica



Vivienda Tipo B

Vista 13 Perspectiva frontal.



Vista 14 Perspectiva lateral.



Vista 15 Perspectiva posterior.



Vista 16 Perspectiva aérea.



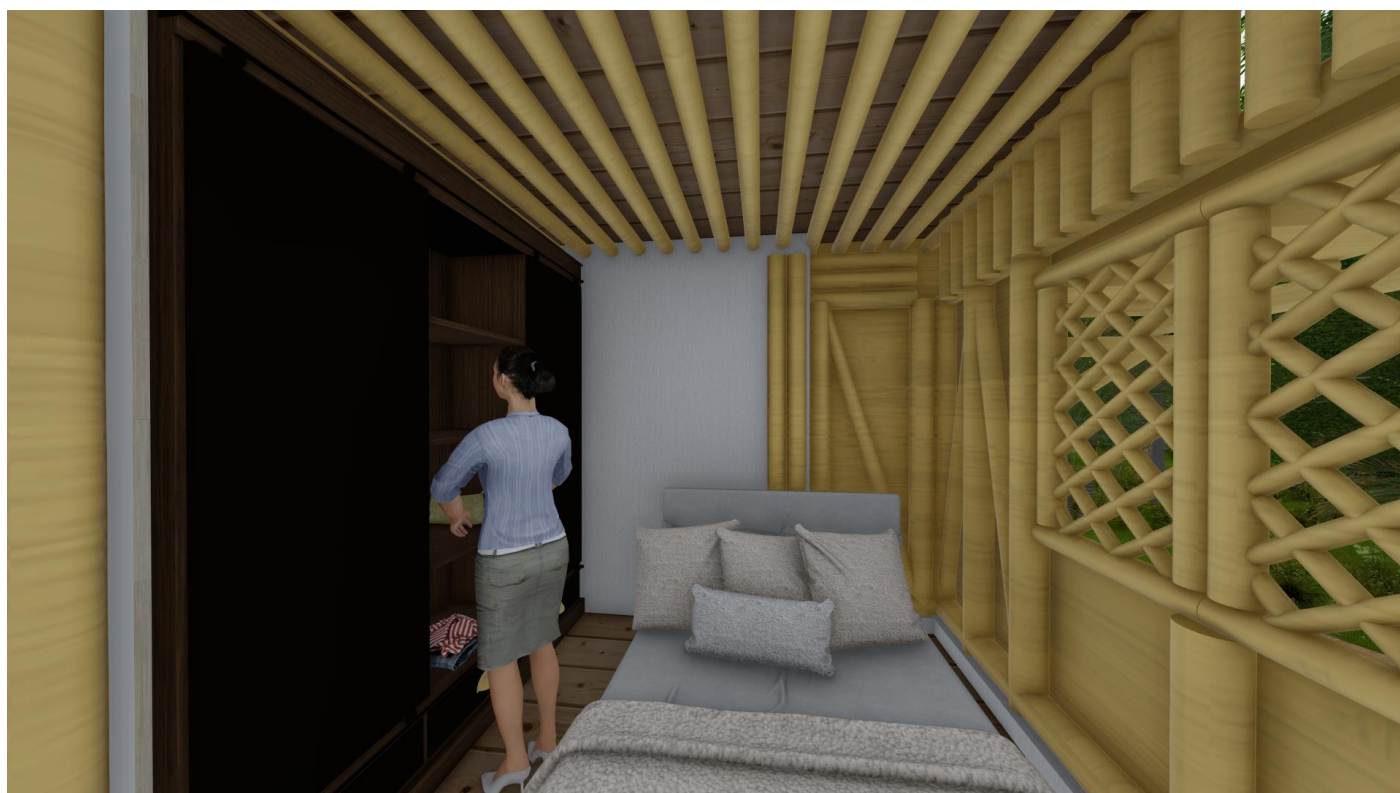
Vista 17 Perspectiva frontal-lateral.



Vista 18 Sala y comedor.



Vista 19 Cocina.



Vista 20 Dormitorio 1.



Vista 21 Servicio sanitario.



Vista 22 Dormitorio 2 y 3.

5.2.2 Presupuesto

Presupuesto de Vivienda Prototipo para Albergue Temporal de Personas Damnificadas por Huracanes - Vivienda Tipo B				Q	92,036.29
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total		
Equipo de construcción, 4 personas por 7 semanas	Q 21,000.00	1	Q	21,000.00	
Mano de obra eléctrica por unidad	Q 100.00	20	Q	2,000.00	
Saco de cemento de 40kg	Q 75.00	30.00	Q	2,250.00	
m3 de arena	Q 140.00	4	Q	560.00	
m3 de piedrin	Q 235.00	3	Q	705.00	
Saco de monocapa gris de 40kg	Q 45.00	55	Q	2,475.00	
Varilla de hierro #2 legítimo	Q 13.33	28	Q	373.33	
Varilla de hierro #3 legítimo	Q 30.77	15	Q	461.54	
Varilla de hierro #4 legítimo	Q 57.14	8	Q	457.14	
Libra de alambre gal calibre 16	Q 7.00	80	Q	560.00	
Placa metálica de 1/2 x 12"	Q 350.00	6	Q	2,100.00	
Tabla de madera de 1"x12"x10', rustico	Q 80.00	18	Q	1,440.00	
Tabla de madera de 2"x3"x10', rustico	Q 50.00	10	Q	500.00	
Reglas de madera de 1"x2"x10', tratadas	Q 27.00	45	Q	1,215.00	
Tablas de madera 1"x12"x10', lijadas	Q 90.00	85	Q	7,650.00	
Culmo de bambú, 3-5" de diámetro y 7m de largo	Q 70.00	174.00	Q	12,180.00	
Esterilla de bambú de 7x0.35m	Q 80.00	86.00	Q	6,880.00	
m2 de muro de plyrock para baños (materiales)	Q 180.00	15.00	Q	2,700.00	
ml de lámina acanalada cal. 26 (o palma)	Q 95.00	52.86	Q	5,021.28	
1kg de Sikadur 31	Q 195.00	1	Q	195.00	
Unidad de tornillo polser de 2.5"	Q 0.75	600	Q	450.00	
Varilla roscada de 3/8" x 1m + tuerca y roldana	Q 18.00	50	Q	900.00	
300 ml de sikaflex	Q 78.00	2	Q	156.00	
Tubo de PVC , 80psi, 3" de diámetro, 6m de largo	Q 86.00	3	Q	258.00	
Tubo de PVC , 160psi, 2" de diámetro, 6m de largo	Q 50.00	1	Q	50.00	
Tubo de PVC , 250psi, 3/4" de diámetro, 6m de largo	Q 29.00	1	Q	29.00	
Tubo de PVC , 315psi, 1/2" de diámetro, 6m de largo	Q 23.00	2	Q	46.00	
Accesorios de pvc, codos, tee, yee	Q 6.00	40	Q	240.00	
Jimo, protector para madera	Q 250.00	5	Q	1,250.00	
Galón de thinner	Q 75.00	5	Q	375.00	
Galón de repelente de agua Jimo	Q 245.00	2	Q	490.00	
m2 de Azulejo para ducha	Q 70.00	7	Q	490.00	
Adhesivo para azulejo y estuque	Q 30.00	5	Q	150.00	
Metro de cedazo mosquitero 1/16"	Q 5.70	50	Q	285.00	
Lavatrastos y grifo	Q 930.00	1	Q	930.00	
Estufa eficiente	Q 1,700.00	1	Q	1,700.00	
Pila con chorro	Q 380.00	1	Q	380.00	
Ducha con rejilla	Q 550.00	1	Q	550.00	
Inodoro	Q 650.00	1	Q	650.00	
Cable eléctrico (TSJ 3x12)	Q 1,150.00	1	Q	1,150.00	
Plafoneras y bombillas led	Q 16.00	9	Q	144.00	

Tomacorrientes de sobreponer	Q	10.00	11	Q	110.00
Fabricación de puertas de bambú y accesorios	Q	550.00	4	Q	2,200.00
Fabricación de ventanas de bambú y accesorios	Q	400.00	3	Q	1,200.00
Lb de clavos	Q	7.00	90	Q	630.00
Lb de alambre de amarre	Q	5.00	50	Q	250.00
Bomba hidroneumática 1/2hp y 50lt + accesorios	Q	2,300.00	1	Q	2,300.00
1/2 tinaco de 1,100lt	Q	950.00	1	Q	950.00
Fletes	Q	250.00	12	Q	3,000.00

5.2.3 Cronograma

Cronograma de Ejecución de Obra - Vivienda Tipo B

RENGLÓN DE TRABAJO	Duración en Días	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7
1/06/2026	15/06/2026	22/06/2026	29/06/2026	6/07/2026	13/07/2026			
Limpieza, trazo y puenteados	1							
Zanjeo de zapatas	1							
Cimentación, incluye armadura, fundición de zapatas	2							
Armado y fundición de columnas de concreto	2							
Vigas de entrepiso nivel 1	2							
Entrepiso del nivel 1 (viguetas y piso de bambú)	4							
Columnas de bambú	2							
Vigas del nivel 2	2							
Entrepiso del nivel 2 (viguetas y piso de bambú)	4							
Estructura de bambú del techo + plomería	2							
Enlaminado + plomería	1							
Levantado de muro de bambú y plyrock nivel 1	4							
Levantado de muro de bambú nivel 2 y gradas	2							
Repello de muro de bambú nivel 1	4							
Repello de muro de bambú nivel 2 + top de cocina	2							
Humedal y Watson Wick	1							
Azulejo e instalación de artefactos sanitarios + electricidad	3							
Inst. de puertas y ventanas de bambú + Inst. de pila	1							
Barandas de bambú + barniz en bambú	1							
Limpieza final	1							
	42							

Manual

Capítulo 6

6.1 Herramientas Básicas

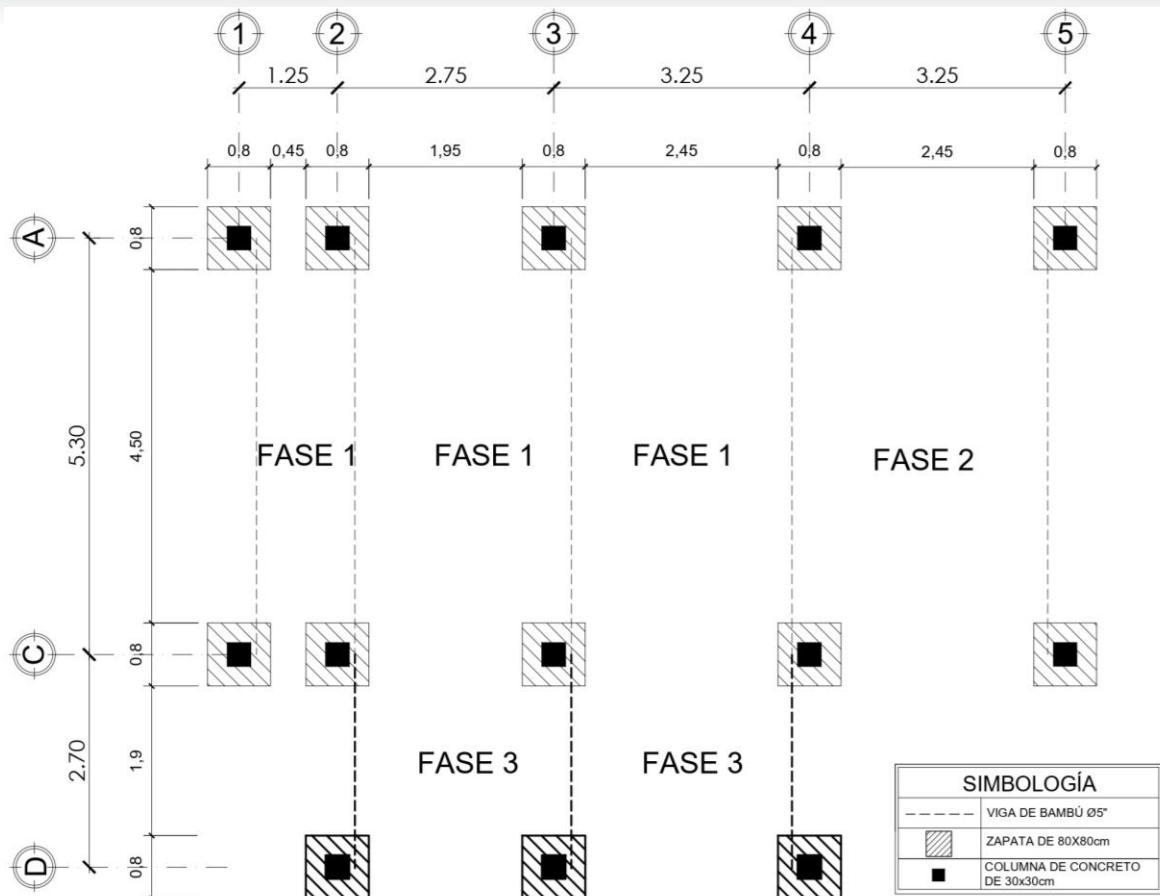
Tabla 26. Herramientas Básicas de Construcción

Mazo, martillo y macho		Desarmadores	
Hilo de pescar y lazo		Sierra de mano	
Metro o cinta métrica		Serrucho	
Manguera de nivel y plomo		Barreno con brocas	
Palas y piochas		Rodillo y brochas	
Cuchara de albañil		Alicates	
Llaves de diferentes medidas		Grifas	
Botes de pintura u otros envases vacíos		Escaleras	 *

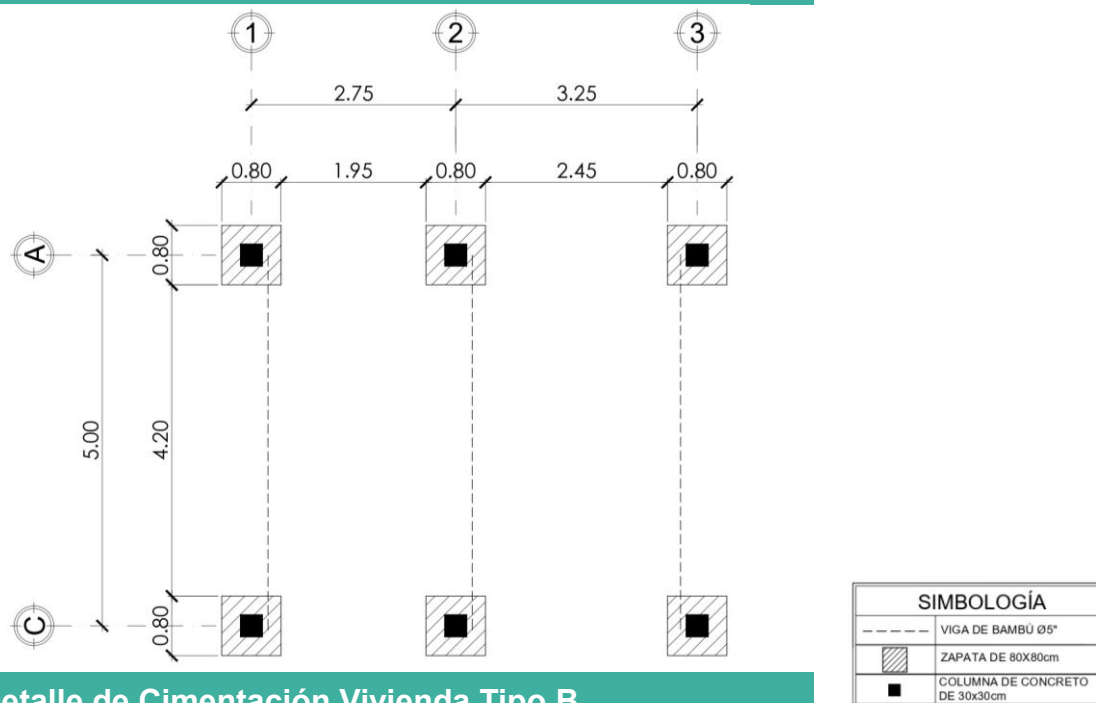
Fuente: Elaboración Propia, imágenes de la red y Lucila Aguilar (2018)

*Si se tiene acceso, utilizar herramientas eléctricas que agilicen la construcción.

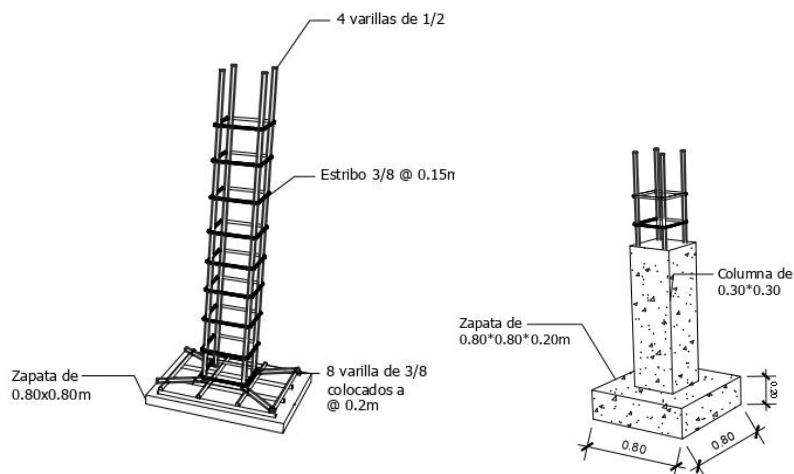
6.2 Detalles Constructivos



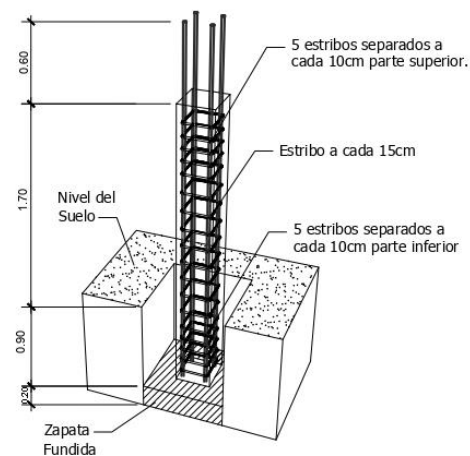
1. Detalle de Cimentación Vivienda Tipo A



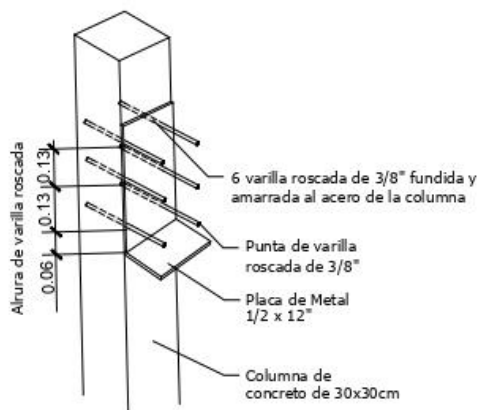
2. Detalle de Cimentación Vivienda Tipo B



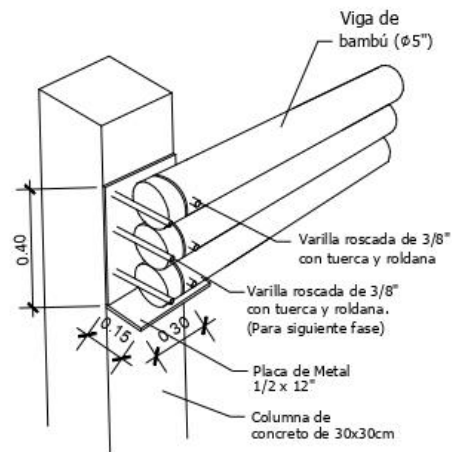
3. Detalles de Zapatas



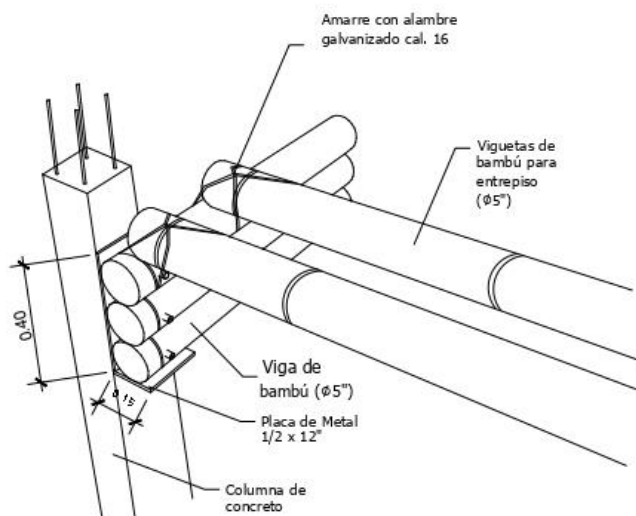
4. Detalle de Columnas



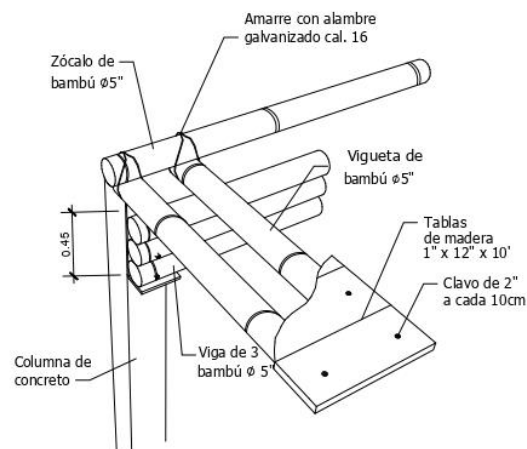
5. Detalles de Placa de Metal



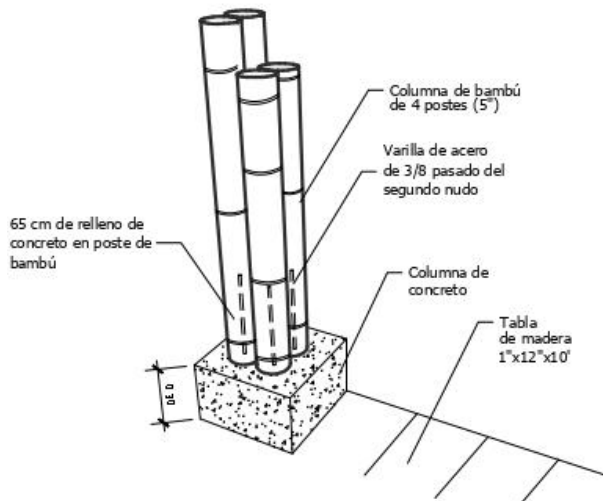
6. Detalle de Unión de Columna de Concreto y Viga de Bambú



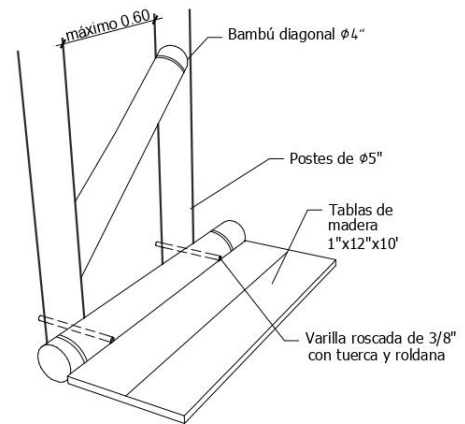
7. Detalles de Amarre de Viguetas a las Vigas



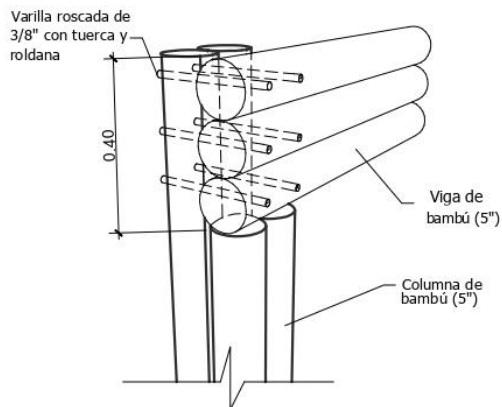
8. Detalles de Zócalo de Bambú y Piso de Madera



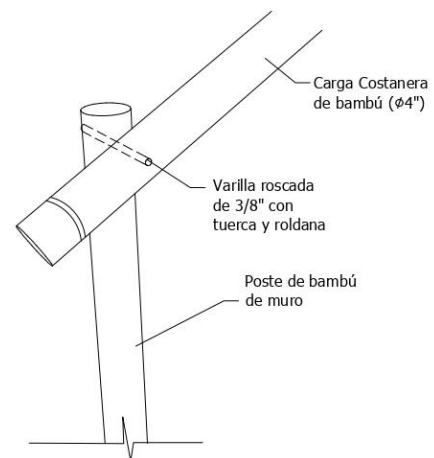
9. Detalle de Columna de Bambú sobre Columna de Concreto



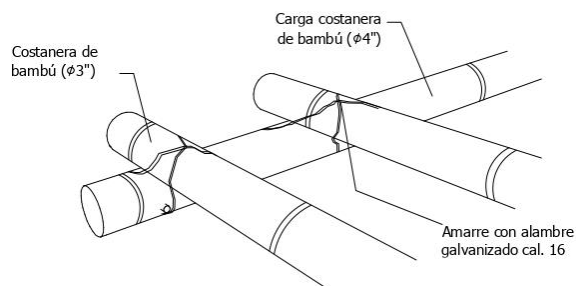
10. Detalle de Muros de Bambú



11. Detalle de Unión de Columna de Bambú con Viga de Bambú



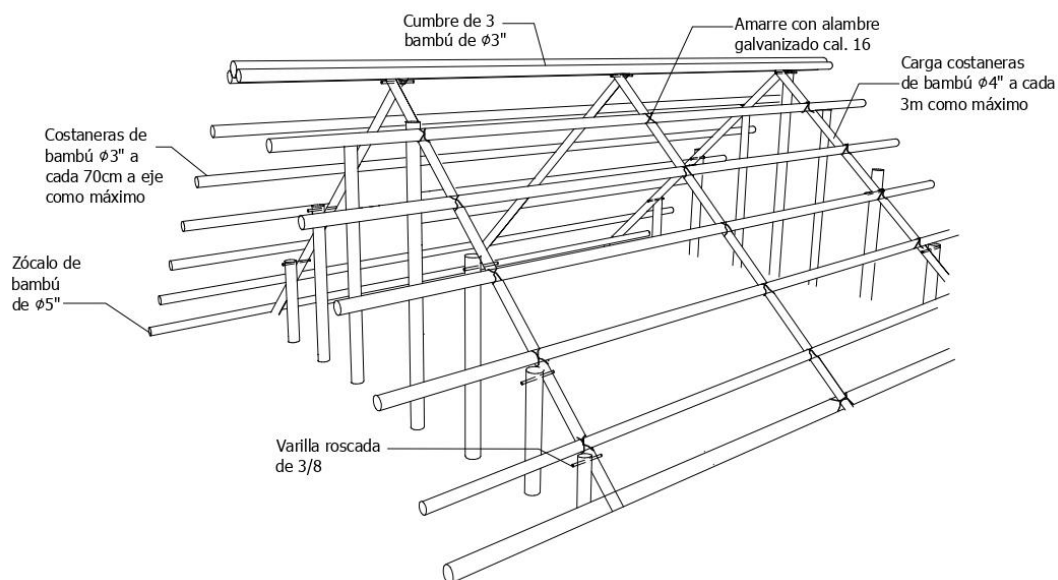
12. Detalle de Unión de Cargacostanera y Muro – Nivel 2



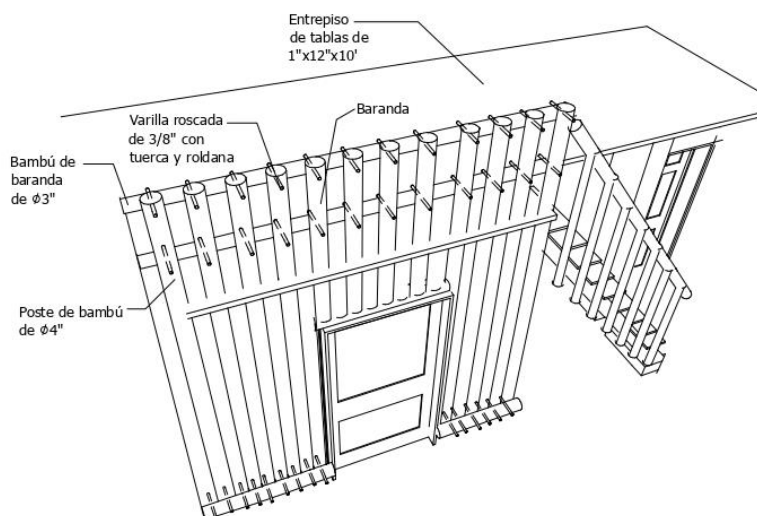
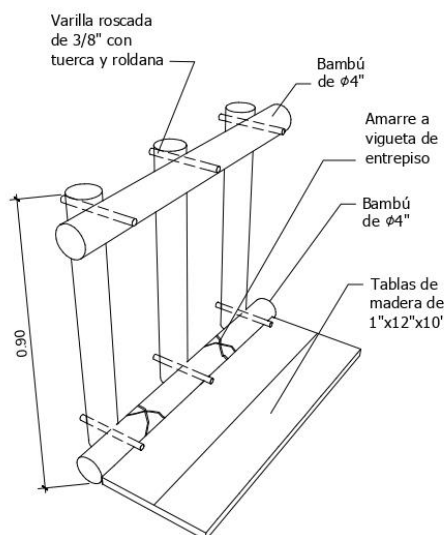
13. Detalles de Amarre de Cargacostanera a Costanera



14. Detalles de Cargacostaneras en la Cumbre.

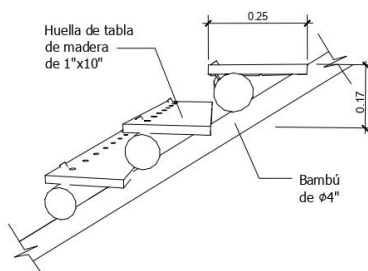
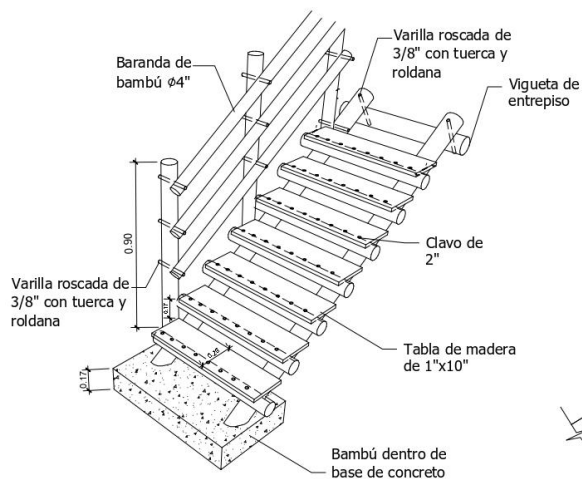


15. Detalle de Techo de Bambú Nivel 2

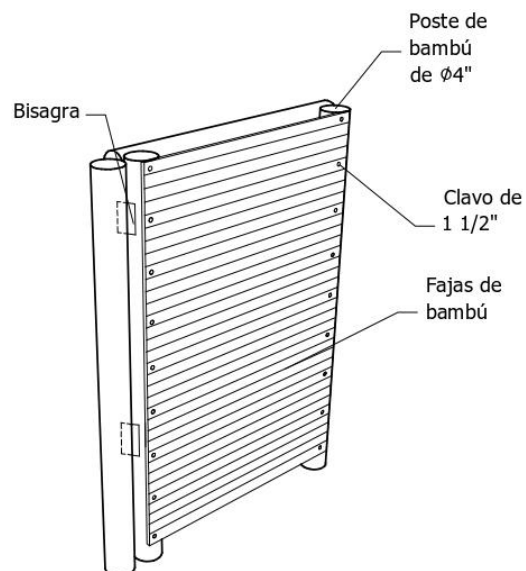


16. Detalle de Barandas para Balcones

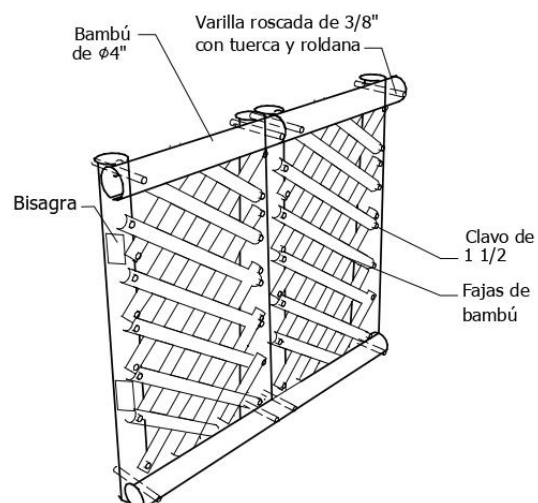
17. Detalle de Muro en Baranda



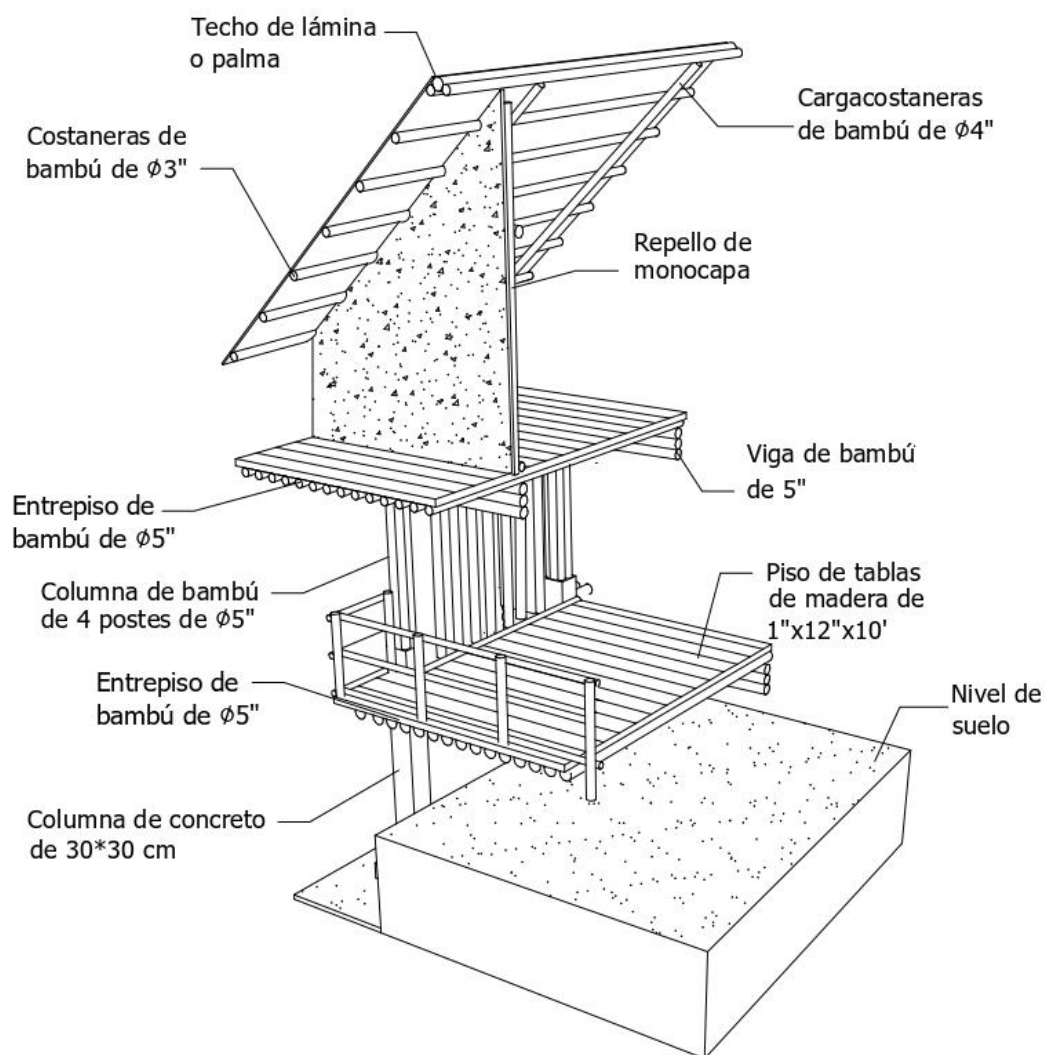
18. Detalles de Gradas



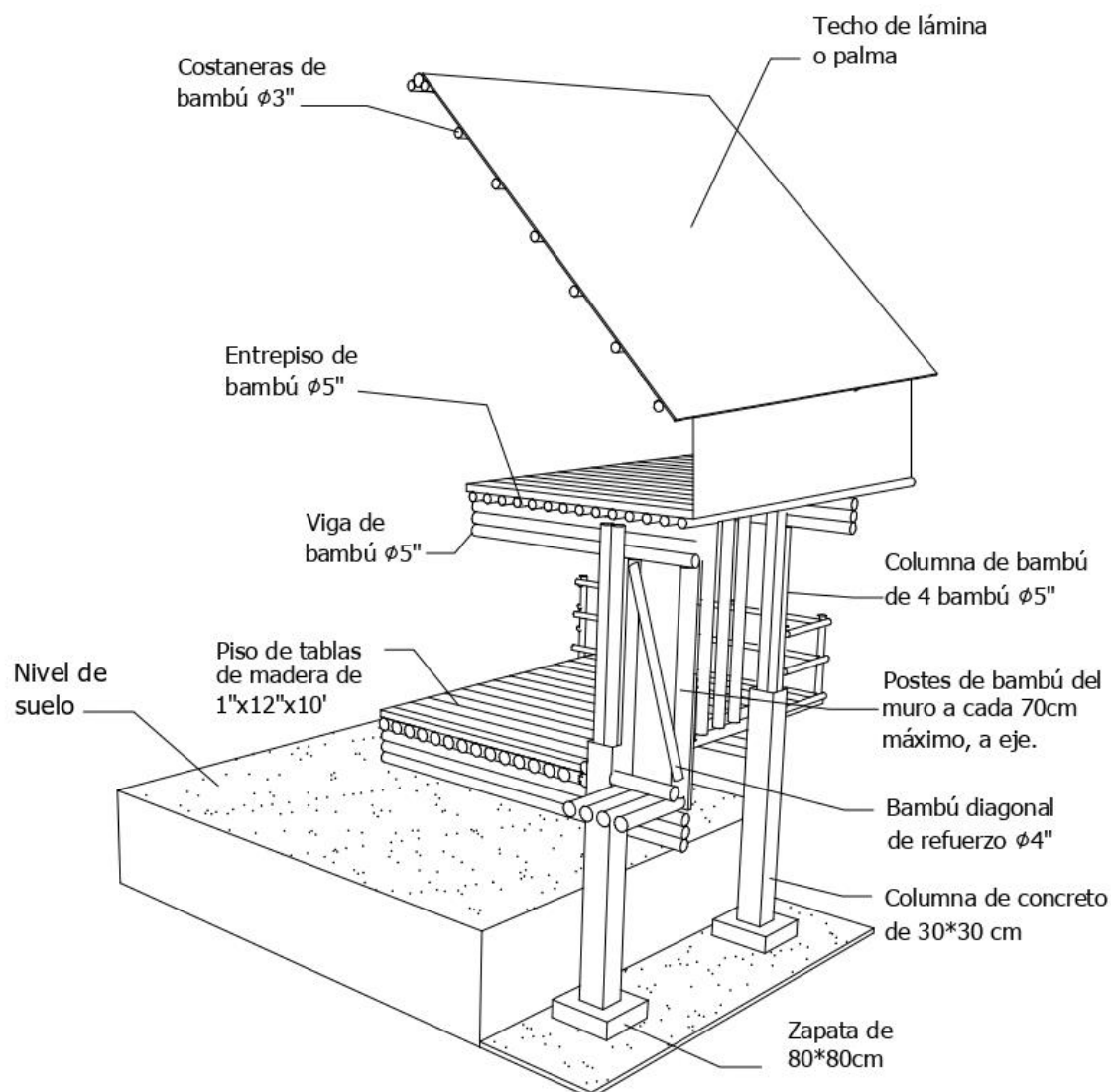
19. Detalle de Puertas



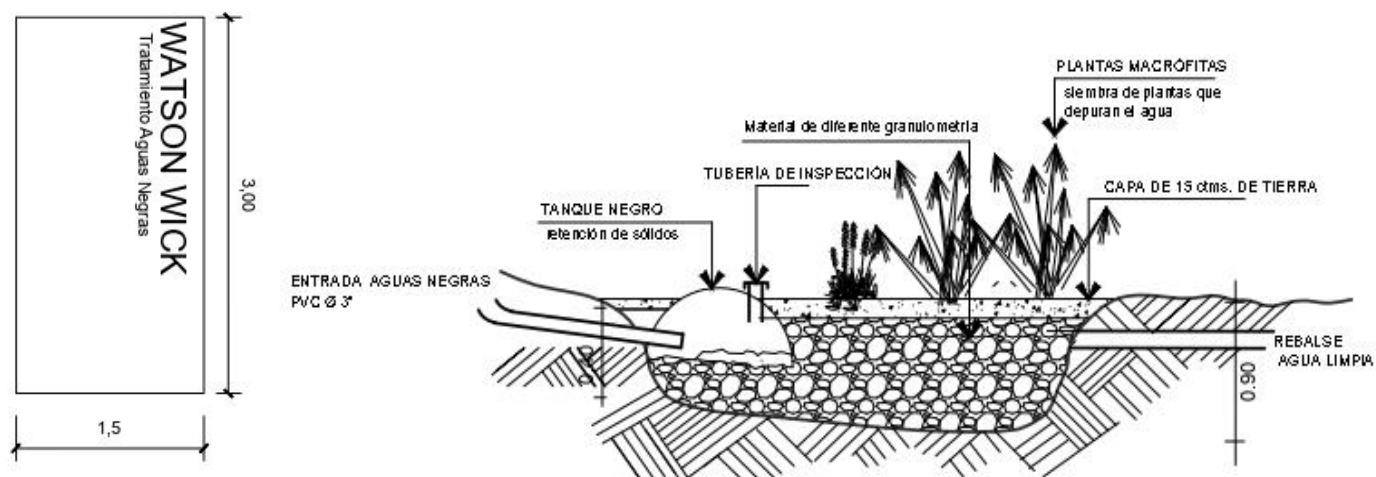
20. Detalle de Ventanas



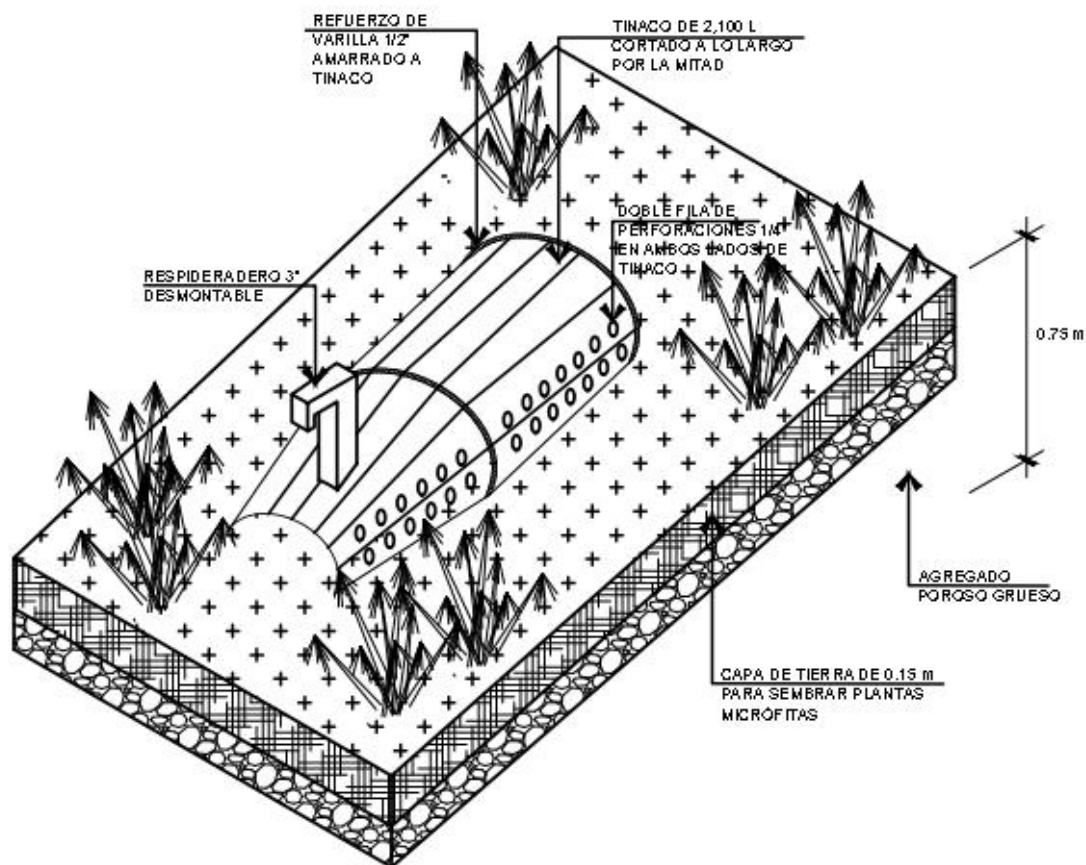
21. Detalles de Armado Completo de Cimentación a Techo



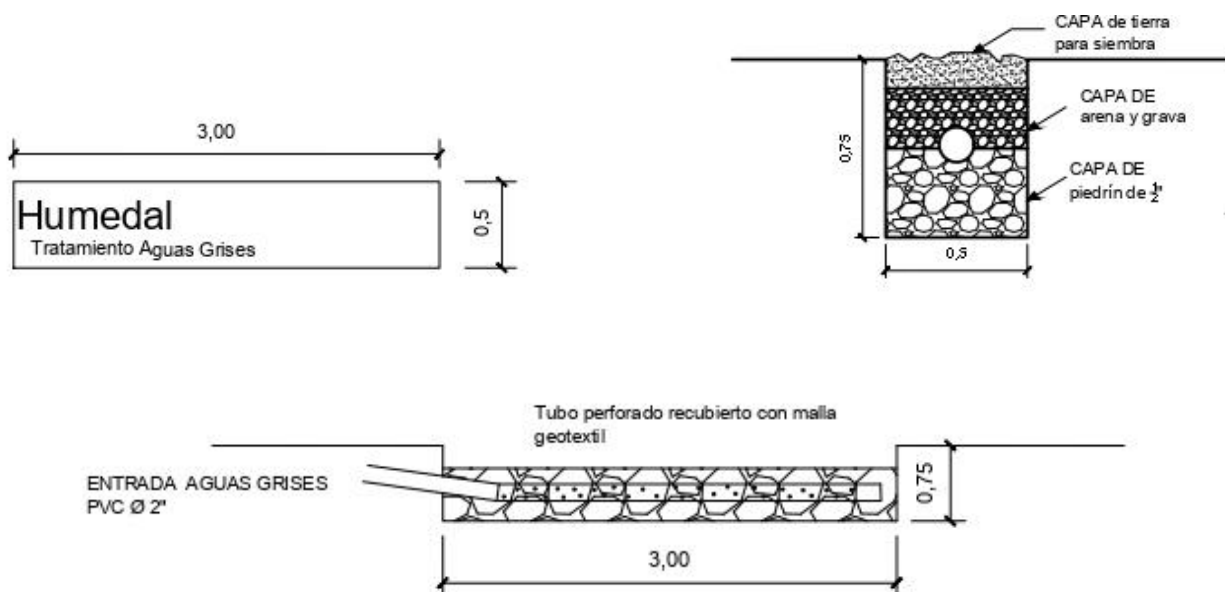
22. Detalles de Armado Completo de Cimentación a Techo



23. Detalle de Watson Wick para Tratamiento de Aguas Negras



24. Detalles de Watson Wick para Tratamiento de Aguas Negras



25. Detalle de Humedal para Tratamiento de Aguas Grises

6.3 Mantenimiento

Según indica la Norma Ecuatoriana para la Construcción, en el inciso 5.9 de la normativa para Estructuras de Guadúa, el acabado de los culmos debe ser realizado con ceras, lacas, barnices o pinturas y la frecuencia del mantenimiento del acabado depende del grado de exposición solar, del desgaste por fricción de la película protectora y del nivel de exigencia estructural de los culmos, pero se recomienda que mínimo se realice un mantenimiento cada dos años.

Tabla 27. Herramientas Básicas de Mantenimiento

Cera, laca, barniz o pintura		Brochas	
Lija para madera		Sierra de mano.	

Fuente: Elaboración Propia, Imágenes de la red

Lijar toda la superficie del bambú con una lija fina, limpiar con un trapo húmedo para eliminar todos los restos del lijado y aplicar con brocha la cera, laca, barniz o pintura.

Para garantizar la durabilidad de la construcción con bambú se debe llevar a cabo las siguientes actividades:

- Sellar cavidades en los extremos de los culmos.
- Cortar y lijar sobrantes de pernos y protegerlos con anticorrosivos y pintura esmalte.
- Reajustar los pernos de la estructura seis meses después de la construcción.
- Controlar el estado de la estructura a través de la inspección de presencia de afectaciones a causa de: hongos, termitas, humedad, aplastamiento, fisuras, entre otros.
- De ser necesario, reemplazar los elementos estructurales afectados.
- Se debe usar pintura anticorrosiva en todos los elementos metálicos.
- El propietario debe realizar cada año la revisión de los puntos antes mencionados.⁹⁹

99. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

5.5 Conclusiones

- ❑ En respuesta al objetivo general, las viviendas elevadas sobre pilotes contribuirán a reducir los impactos que causarán las inundaciones proyectadas según el documento “Escenarios Futuros de Cambio Climático Para Guatemala” elaborado por el ICC, Paris Rivera (INSIVUMEH), Walter Bardales (USAC) y Werner Ochoa (USAC).
- ❑ En función del objetivo de aplicar en el proyecto los principios de la arquitectura vernácula tropical, el diseño de las viviendas incorpora estrategias pasivas de control ambiental y el diseño está inspirado en las condiciones y la cultura de Punta Brava, lo que refuerza el sentido de identidad en sus habitantes.
- ❑ En respuesta al objetivo de aplicar los principios de la arquitectura sostenible, el diseño de las viviendas incorpora tratamiento de aguas grises y negras, estufa de leña eficiente, integración con la naturaleza, bajo costo y el uso de materiales locales y de bajo impacto ambiental como el bambú, que según los Récord Guinness es la planta de más rápido crecimiento en el mundo y según datos del ingeniero de operaciones de Plantas de Energía NOMA cada hectárea de bambú puede capturar 60 toneladas de CO₂ al año.
- ❑ En respuesta al objetivo de facilitar la autoconstrucción, las viviendas están diseñadas con un sistema constructivo sencillo que se puede ejecutar con herramientas básicas, lo cual permite que más personas puedan replicarlas.
- ❑ En función del objetivo de elaborar un manual ilustrado, los dibujos isométricos se presentan con un lenguaje claro y en una secuencia constructiva lógica, lo cual facilita la comprensión del proyecto para personas sin conocimientos técnicos en construcción.
- ❑ En respuesta al objetivo de desarrollar un presupuesto de construcción, se elaboró un presupuesto detallando de materiales, mano de obra y tiempos estimados de ejecución, lo cual permitirá al COCODE administrar la plantación de bambú y conseguir los fondos para la construcción de los primeros modelos de viviendas y futuras ampliaciones.
- ❑ En función del objetivo de la viabilidad económica, las viviendas están diseñadas para reducir costos mediante un sistema constructivo ágil y el uso de bambú de la especie *Asper*, material disponible en la comunidad.
- ❑ La información del sitio y la participación de la comunidad contribuyó significativamente al resultado del diseño de las viviendas, puesto que se adaptan a las condiciones del lugar y a las necesidades de sus habitantes.

5.6 Recomendaciones

- ☐ Subir la altura del primer nivel con respecto al nivel del suelo natural, si los antecedentes de las inundaciones son mayores a los indicados en este documento.
- ☐ Utilizar colores que se adapten al entorno inmediato de cada vivienda siempre que se pueda, tanto en los muros como en los techos, con la intención de fortalecer el principio de adaptabilidad de la arquitectura vernácula.
- ☐ Priorizar el uso de materiales locales para minimizar el transporte desde otras aldeas y así reducir el impacto ambiental derivado del uso de combustibles.
- ☐ Como parte de la estrategia de autoconstrucción se recomienda utilizar mano de obra local al construir los primeros dos prototipos para que posteriormente puedan guiar a otras personas de la comunidad para replicar las viviendas con el apoyo del manual constructivo.
- ☐ Seguir las indicaciones del manual constructivo para garantizar un resultado adecuado y evitar decisiones aisladas que puedan comprometer el funcionamiento de la vivienda.
- ☐ Llevar un buen control de la plantación de bambú para realizar un corte adecuado que permita a la planta seguir desarrollándose.
- ☐ Reutilizar al máximo los materiales que tengan disponibles cada familia para reducir aún más los costos.
- ☐ Fomentar la participación de la comunidad en la construcción de los primeros modelos para que la arquitectura tenga un proceso abierto en la toma de decisiones y de esta manera el usuario tenga un papel activo para favorecer la apropiación y el mantenimiento de las viviendas.
- ☐ En todo el proceso de construcción se debe proteger el bambú de la humedad prolongada porque deteriora el material y se debe proteger también el bambú del soleamiento prolongado porque lo agrieta. Post-construcción se debe llevar un adecuado mantenimiento del bambú para prolongar su vida útil, aplicando el acabado (cera, laca, barniz o pintura) como mínimo una vez cada dos años.
- ☐ Como parte de la estrategia de escalabilidad se recomienda dejar preparada la construcción para una segunda o tercera fase en elementos clave, por ejemplo en futuras puertas y pasillos donde se debe considerar la ubicación de los postes de bambú de acuerdo al ancho de los mismos. También preparar la construcción en las vigas del entepiso, dejando suficiente espacio en la placa metálica para recibir las vigas de las siguientes fases.

5.7 Bibliografía

1. Agi Architects, Acceso Junio de 2024, La Arquitectura Sostenible como Filosofía, ¿Hacia dónde camina?, *AGI Architects*, <https://www.agi-architects.com/blog/la-arquitectura-sostenible-como-filosofia-hacia-donde-camina/>
2. Aguilar, Lucila, Acceso mayo de 2024, Crece tu Casa. *Lucila Aguilar*. <https://lucilaaguilar.com/proyecto/crece-tu-casa-2/>.
3. Aguilar, Lucila, *Crece tu Casa-Manual de Construcción*, Lucila Aguilar, México, 2019. <https://lucilaaguilar.com/wp-content/uploads/2021/05/Crece-tu-casa-Pamacon.pdf>
4. Arquitectura Vernácula, *Arkiplus*, Acceso Junio de 2024. <https://www.arkiplus.com/arquitectura-vernacula>
5. Arquitectura Viva, acceso julio de 2024, Reconstrucción de Viviendas, Kirinda, *Arquitectura Viva*, <https://arquitecturaviva.com/obras/reconstruccion-de-viviendas>
6. Barrientos, Miguel, Octubre de 2020, Imágenes: Lluvias de las últimas horas causa inundaciones en Izabal, *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/ciudades/izabal/imagenes-lluvia-de-las-ultimas-horas-causa-inundaciones-en-izabal-breaking/>
7. Bienes y Servicios Ecosistémicos del Refugio de Vida Silvestre, Bocas del Polochic, CONAP, Junio de 2021. <https://conap.gob.gt/bienes-y-servicios-ecosistemas-del-refugio-de-vida-silvestre-bocas-del-polochic/>
8. Cano Díaz, Ericka Johanna, *Evaluación Tecnológica de 3 Especies de Bambú (Guadua augustifolia, Gigantochloa verticillata, Giganteus apus) para determinar su potencial industrial*, Guatemala, noviembre de 2012.
9. Casa Kirinda en Hambantota, *Arqa*, Septiembre de 2013. <https://arqa.com/arquitectura/urbanismo/casa-kirinda-en-hambantota-sri-lanka.html>
10. casa_gt, “El bambú es la planta de más rápido crecimiento en el mundo (aquí, 1.50 m en 4 días!).”, *Instagram*, 5 de agosto de 2021. https://www.instagram.com/p/CSNJyN7rZh4/?img_index=1
11. COCODE de Punta Brava, Libro de Actas del COCODE, Acta 3-2023, 31 de mayo del 2023, Aldea Punta Brava, Los Amates, Izabal.
12. Construcción Pasiva: Revolución de la Construcción Bioclimática, *Terrapilar*, acceso 03 de julio del 2024. <https://www.terrapilar.com/blog/construccion-pasiva-revolucion-bioclimatica/#:~:text=Bajo%20la%20denominaci%C3%B3n%20de%20construcci%C3%B3n,racionalizar%20el%20consumo%20de%20recursos.>
13. Crece tu Casa, *Arquine*, Acceso Julio de 2024. <https://arquine.com/obra/crece-tu-casa-lucila-aguilar/>

14. Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos, *Conjunto de Herramientas de Resiliencia Comunitaria*, Estados Unidos. <https://files.hudexchange.info/resources/documents/HUD-Community-Resilient-Toolkit-Spanish.pdf>
15. Domestika, acceso enero de 2025, ¿Qué es la perspectiva isométrica?, *Domestika*,. <https://www.domestika.org/es/blog/11499-que-es-la-perspectiva-isométrica>
16. El papel más grande de Shigeru Ban: una catedral. *Reto Kommerling*, Mayo de 2015. <https://retokommerling.com/el-papel-mas-grande-de-shigeru-ban-una-catedral/>
17. Esquivel, Ervin (ex alcalde comunitario y profesor), septiembre de 2024, entrevista personal por Kevin Rodriguez.
18. Gándara, Natalia y Vega, Juan Manuel, Noviembre de 2021, ETA e Iota: las imágenes del antes y después del paso de las tormentas de 2020, *Prensa Libre*. <https://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/eta-e-iota-las-imagenes-del-antes-y-despues-del-paso-de-las-tormentas-de-2020/>
19. Guinness World Record, acceso enero de 2025, “La planta de más rápido crecimiento”, <https://www.guinnessworldrecords.com/world-records/fastest-growing-plant>
20. Habitat for Humanity, *Guía para Incrementar la Resiliencia de Viviendas Contra Huracanes*, (s. l.: s. n., 2018), 2, <https://grupocne.org/wp-content/uploads/2020/12/Habitat-for-Humanity-Guide-Final-1.pdf>
21. Hábitat por la Humanidad, Foro de Vivienda en Guatemala, *Hábitat por la Humanidad*, <https://www.habitat.org/lac-es/newsroom/2023/foro-de-vivienda-Guatemala>
22. Historia de los Tamales en Guatemala, *Guatemala.com*, acceso octubre de 2024. <https://aprende.guatemala.com/cultura-guatemalteca/historia-tamales-mayas-guatemala/>
23. ICC, Rivera, Paris (INSIVUMEH), Bardales, Walter (USAC) y Ochoa, Werner (USAC), *Escenarios Futuros de Cambio Climático para Guatemala*, Guatemala, Editorial Universitaria UVG, 2019. <https://sgccc.org.gt/wp-content/uploads/2019/07/1RepCCGuaCap3.pdf>
24. Instituto Puente Guatemala. "Punta Brava WBW", vídeo de YouTube, 5:11, 8 de noviembre de 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=8IWxNCOfd98>.
25. ISO, ISO 22156-2021- Estructuras de Bambú - Culmos de Bambú - Diseño Estructural, Suiza, s. n., 2021. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/73831/3ac6ab579bcb45c4a05a8317ef776f40/ISO-22156-2021.pdf>
26. Leiva, Estrellita (alcaldesa comunitaria), Septiembre de 2024, entrevista personal por Kevin Rodriguez.
27. *Ley de Vivienda*, Artículo 2, Organismo Judicial de Guatemala, Congreso de la República de Guatemala (2012). <http://ww2.oj.gob.gt/es/queesoj/estructuraoj/unidadesadministrativas/centroanalisisdocumentacionjudicial/cds/cds%20de%20leyes/2012/pdfs/decretos/d09-2012.pdf>

28. Martínez, Brenda y Orozco, Andrea, “El asesino de la cocina”, Prensa Libre, Diciembre de 2013. <https://www.prensalibre.com/guatemala/titulo-articulo-edicion-impresa-0-1048095205/#:~:text=En%20Guatemala%2C%20al%20menos%202.1,%2C%20sobre%20todo%2C%20enfermedades%20respiratorias.>
29. Mayén, Cecilia, *Arquitectura Modular*, 28 de agosto de 2020, <https://www.jgarqs.com/blog/2020/8/28/arquitectura-modular>
30. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ecuador), *Estructuras de Guadua (Norma Ecuatoriana de la Construcción)*, Quito - Ecuador, s. n, agosto de 2016. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>
31. Ministerio de Educación, *Acuerdo Ministerial Número 3206-2019*, 4 de octubre del 2019. https://infopublica.mineduc.gob.gt/mineduc/images/0/0b/DIDEFI_EST-DETER-DEMANDA-DOC_INCISO6_2019_VERSION3.pdf
32. Morán Ubidia, Jorge/Red Internacional de Bambú y Ratán, IBAR, *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil): Manual de Construcción*, Perú, 2015.
33. Objetivos de Desarrollo Sostenible, *Naciones Unidas*, última modificación 2023. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
34. Palermo, Juan Santiago, *Arquitectura Participativa*, Córdoba, Argentina, 2018. <file:///C:/Users/kevin/Downloads/20170320digitalFINALconISBN.pdf>
35. Plan de Acción Guatemala-Respuesta Eta e Iota diciembre 2020, *OCH*, Diciembre de 2020. <https://www.unocha.org/publications/report/guatemala/plan-de-acci-n-guatemala-respuesta-etaiota-diciembre-2020>
36. Prensa Comunitaria Km 169, “En la aldea Punta Brava, en los Amates, Izabal, fueron evacuadas 25 familias que se albergaron con vecinos de la localidad. Las lluvias continúan en el lugar”, X, 9 de octubre de 2022, <https://x.com/PrensaComunitar/status/1579232116214497281>
37. Quinceno Peláez, Astrid, “¿Qué es la arquitectura sostenible y cómo impacta en el diseño de un futuro mejor?”, *Alcaldía de Medellín*, 18 de mayo del 2023, <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/que-es-la-arquitectura-sostenible-y-como-impacta-en-el-diseno-de-un-futuro-mejor/>
38. RAE, acceso julio de 2024, Buscador General de la RAE, RAE, <https://www.rae.es/>
39. Rudofsky, Bernard, *Architecture without architects, an introduction to nonpedigreed architecture*, (1964, New York, Estados Unidos) Pág. 12, https://www.moma.org/documents/moma_catalogue_3459_300062280.pdf
40. Sánchez, Juan, *Arquitectura Vernácula, Arquitectura Pura*, Febrero de 2024. <https://arquitecturapura.com/5284/vernacula/>
41. Segeplan. "CONSTRUCCION INSTITUTO BASICO ALDEA PUNTA BRAVA LOS AMATES, IZABAL". SNIPgt, 2018.
42. South Beach, *Foster + Partners*, Enero de 2018 <https://www.fosterandpartners.com/projects/south-beach.>

43. Stagno, Bruno e Instituto de Arquitectura Tropical, *Arquitectura y Sincretismo Ambiental*, (México, Simposium Identidad y Arquitectura, 1992). <https://www.estudiovida.com/wp-content/uploads/2018/12/Bruno-Stagno-1992-Arquitectura-y-Sincretismo-Ambiental.pdf>
44. *Tasa de Fecundidad Total (nacimientos por mujer) – Guatemala, 202*, Grupo Banco Mundial, acceso noviembre de 2024 <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.TFRT.IN?end=2022&locations=GT&start=1960&view=chart>
45. Tormenta Eta / Iota Guatemala, OIM ONU MIGRACIÓN, Enero de 2025. <https://infounitnca.iom.int/respuestas-a-emergencias/desastres-naturales/tormenta-eta-iota-guatemala/>
46. Viviendas Villa Verde, Constitución, *Arquitectura Viva*, acceso 17 de junio del 2025, <https://arquitecturaviva.com/obras/viviendas-villa-verde>
47. Wübu Bamboo, *Sistema de Curado de bambú Wübu-Boucherie*, Guatemala, noviembre de 2024.

Anexos

Lilian Patricia Guzmán Ramírez

Licenciada en Letras por la USAC
Colegiada activa 7596

patricia.guzman2014@gmail.com
Cel.: 55652717

Guatemala, 27 de julio de 2025

Arquitecto
Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado señor Decano:

Por este medio hago de su conocimiento que he realizado la revisión de estilo, ortografía y redacción del proyecto de graduación: **"VIVIENDAS PROTOTIPO PARA PERSONAS DAMNIFICADAS POR INUNDACIONES EN LA ALDEA PUNTA BRAVA, MUNICIPIO DE LOS AMATES, IZABAL"** del estudiante **KEVIN ALEXANDER RODRIGUEZ PAZ**, quien se identifica con carné **201408188**, de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala para obtener el título de Arquitecto en el grado académico de licenciatura.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,

Lic. Lilian Patricia Guzmán Ramírez
Licenciada en Letras
Colegiada 7596

Lilian Patricia Guzmán Ramírez
LCDA. EN LETRAS
COLEGIADA No. 7596

**Viviendas Prototipo Para Personas Damnificadas por Inundaciones en la Aldea
Punta Brava, Municipio de Los Amates, Izabal.**

Proyecto de Graduación desarrollado por:



Kevin Alexander Rodriguez Paz

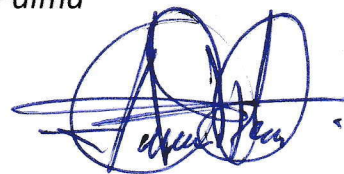
Asesorado por:



MSc. Ronald Jose Guerra Palma



Arq. Israel Lopez Mota



Arq. Al Moshe Asturias Romero

Imprímase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Decano