



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

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



***Teoría, diseño y práctica con bambú,
riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez***

Francisco Daniel Galvez Avila



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

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

**Teoría, diseño y práctica con bambú,
riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez**

Proyecto desarrollado por

Francisco Daniel Galvez Avila

Para optar al título de

Arquitecto

Guatemala, marzo 2017

El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenido del Proyecto de Graduación, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Miembros de Junta Directiva

| | |
|--|----------------------|
| Dr. Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón | Decano |
| Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea | Vocal I |
| Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini | Vocal II |
| Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras | Vocal III |
| Br. Gladys Jeanhaire Chacón García | Vocal IV |
| Br. Carlos Rubén Subuyuj Gómez | Vocal V |
| Msc. Arq. Publio Alcides Rodríguez Lobos | Secretario Académico |

Tribunal examinador

| | |
|--|----------------------|
| Dr. Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón | Decano |
| Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini | Asesor |
| Msc. Arq. Manuel Montufar Miranda | Asesor |
| Arq. Israel López Mota | Asesor |
| Msc. Arq. Publio Alcides Rodríguez Lobos | Secretario Académico |

ACTO QUE DEDICO

A Dios

Por darme la vida y la posibilidad cada día de ser mejor persona

A mi padre y madre

Daniel de Jesús Gálvez Barrientos (QEPD) y Luz del Carmen Avila, por orientarme y haberme dado los principios y valores que fundamentan mi conducta y mi actuar en este mundo

A mis hermanos

Javier Alejandro y Fernando Mauricio, con amor fraternal

A mis abuelos

Juan Gálvez (QEPD), Alejandra Barrientos (QEPD), Francisco Quiñones (QEPD), Celestina Avila (QEPD)

A los seres más especiales e importantes de mi vida

Brenda, Brandon y Bryan, con mucho amor

A mis compañeros

Maco Barrios, Danilo Herrera, Carlos Vásquez, Giovanni Guzmán, Hermandad del Santo Pueblo Entierro, Grupo de Teatro Planta de Acabados

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Arquitectura

Por recibirme en sus aulas, darme conocimiento y conciencia social

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO I / GENERALIDADES | 1 |
| ANTECEDENTES | 3 |
| JUSTIFICACIÓN | 5 |
| OBJETIVOS | 6 |
| Objetivo general | 6 |
| Objetivos específicos | 6 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 7 |
| DELIMITACIÓN DEL TEMA | 8 |
| Delimitación teórica | 8 |
| Delimitación temporal | 8 |
| Delimitación geográfica | 8 |
| METODOLOGÍA | 10 |
| | |
| CAPÍTULO II / MARCO TEÓRICO | 11 |
| REFERENTE TEÓRICO | 13 |
| Teoría | 13 |
| Orientación | 14 |
| Proporción aurea | 16 |
| El modulator | 16 |
| REFERENTE CONCEPTUAL | 17 |
| Resiliencia | 17 |
| Ciudades resilientes | 17 |
| Diseño | 18 |
| Diseño arquitectónico | 19 |
| Vivienda | 19 |
| Tipos de vivienda | 20 |
| Vivienda unifamiliar | 20 |
| Vivienda multifamiliar | 21 |
| Vivienda sostenible | 21 |
| Vivienda progresiva | 22 |
| Materiales de construcción de mayor uso en Guatemala | 23 |
| Adobe | 23 |
| Bajareque | 23 |
| Bambú | 24 |
| Block y ladrillo | 24 |
| Madera | 24 |
| Riesgo | 26 |
| Sostenibilidad | 26 |
| Arquitectura verde | 27 |
| Objetivos de desarrollo sostenible -ONU- | 28 |
| Criterios para seleccionar materiales sostenibles | 29 |
| REFERENTE LEGAL | 29 |
| Constitución política de la República de Guatemala | 29 |

| | |
|--|----|
| Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente | 30 |
| Acuerdo sobre aspectos socioeconómicos y situación agraria | 30 |
| Ley de desarrollo social | 31 |
| Ley de los consejos de desarrollo urbano y rural | 32 |
| Ley de vivienda | 32 |
| Ley de la CONRED | 34 |
| Memorándum de entendimiento entre el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y la República de China -Taiwán- | 34 |
| Política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala | 34 |
| CAPÍTULO III / BAMBÚ | 35 |
| DESCRIPCIÓN | 37 |
| PRINCIPALES BENEFICIOS DEL BAMBÚ | 39 |
| GUADUA ANGUSTIFOLIA | 40 |
| Taxonomía | 40 |
| Descripción | 40 |
| Usos | 41 |
| Rizoma leptomorfo | 41 |
| Etapas de crecimiento | 42 |
| DENDROCALAMUS ASPER | 43 |
| Taxonomía | 43 |
| Descripción | 43 |
| Usos | 44 |
| Rizoma paquimorfo | 44 |
| Etapas de crecimiento | 45 |
| FOTOSÍNTESIS EN EL BAMBÚ | 46 |
| SELECCIÓN EN LA PLANTACIÓN | 46 |
| COSECHA | 47 |
| Fases lunares | 48 |
| MÉTODOS DE CURADO | 50 |
| Curado en pie | 50 |
| Curado por inmersión | 50 |
| Curado por calentamiento | 51 |
| Curado por humo | 52 |
| Curado con alcohol etílico | 52 |
| Curado con agua de mar | 52 |
| PRESERVANTES OLÉOS SOLUBLES | 52 |
| PRESERVANTES HIDROSOLUBLES | 52 |
| PRESERVANTES HIDROSOLUBLES MÁS UTILIZADOS | 52 |
| MÉTODOS DE PRESERVACIÓN | 53 |
| Método por transpiración | 53 |
| Método Boucherie | 54 |
| Método Boucherie modificado | 54 |
| Método de lavado con cal | 54 |
| Método de tanque abierto en frío | 54 |
| Método de tanque abierto en frío y caliente | 55 |
| Método en autoclave | 55 |
| SECADO | 56 |

| | |
|--|-----------|
| Secado por transpiración | 56 |
| Secado en sombra | 57 |
| Secado al aire libre | 58 |
| Secado en horno | 58 |
| Esterilla | 59 |
| CAPÍTULO IV / MARCO CONTEXTUAL | 60 |
| GUATEMALA | 63 |
| SUCHITEPÉQUEZ | 66 |
| Aspectos generales | 66 |
| Aspectos climáticos | 67 |
| SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ | 73 |
| Aspectos históricos | 75 |
| Población | 75 |
| Clima | 76 |
| Principales amenazas | 76 |
| Inundación | 76 |
| Deslizamiento | 77 |
| Terremoto | 77 |
| CAPÍTULO V / DIAGNÓSTICO | 79 |
| CASO DE ESTUDIO CASERÍO CHEGÜEZ | 81 |
| Acceso y transporte | 83 |
| Población | 83 |
| Vivienda | 83 |
| Agua potable | 84 |
| Drenajes sanitarios | 84 |
| Energía eléctrica | 85 |
| Educación | 85 |
| Salud | 85 |
| Tipología de vivienda en el caserío Chegüez | 85 |
| Vivienda 1 | 86 |
| Vivienda 2 | 87 |
| Vivienda 3 | 88 |
| Otros usos del bambú | 90 |
| Apreciaciones sobre el uso del bambú en el caserío Chegüez | 91 |
| Amenazas | 91 |
| CAPÍTULO VI / PROPUESTA | 93 |
| CASOS ANÁLOGOS | 95 |
| Fondo para la vivienda | 95 |
| Hábitat para la humanidad | 96 |
| Un techo para mi país | 97 |
| PREMISAS DE DISEÑO | 100 |
| Premisas funcionales | 101 |
| Premisas tecnológicas | 102 |
| Premisas ambientales | 103 |
| Diagramas | 104 |

| | |
|--|-----|
| Prefiguración | 105 |
| Fase I / Vivienda unifamiliar progresiva | 106 |
| Fase II / Vivienda unifamiliar progresiva | 107 |
| Fase III / Vivienda unifamiliar progresiva | 108 |
| Propuesta | 109 |
| Planta de techos | 109 |
| Planta vivienda unifamiliar progresiva | 110 |
| Fachada A, Fachada B | 111 |
| Fachada C, Fachada D | 112 |
| Fachada E, Sección A-A´ | 113 |
| Detalles constructivos | 114 |
| Detalle de cimentación | 114 |
| Detalle anclaje de columnas | 115 |
| Detalle paneles de bambú | 116 |
| Detalle unión de columnas y vigas | 117 |
| Detalle de tijera | 118 |
| Detalle de esterilla como cielo falso | 119 |
| Vista oeste | 120 |
| Vista noroeste | 120 |
| Vista norte | 121 |
| Vista noreste | 121 |
| Vista central de módulos | 122 |
| Vista interior comedor-cocina | 122 |
| Vista interior dormitorio | 123 |
| Sostenibilidad del proyecto | 124 |
| Presupuesto | 125 |
| Cronograma | 126 |
| Situación actual de conjunto | 127 |
| Propuesta de traslado de viviendas | 128 |
| Vulnerabilidad del proyecto | 129 |
| CONCLUSIONES | |
| RECOMENDACIONES | |
| FUENTES DE CONSULTA | |

ÍNDICE DE IMÁGENES

- Imagen 1. Tabiques de bambú. Fraijanes, Guatemala
- Imagen 2. Localización del Caserío Chegüez
- Imagen 3. Metodología
- Imagen 4. Cubierta de bambú. San Lucas Sacatepéquez
- Imagen 5. Stonhenge
- Imagen 6. Tuma de Najt
- Imagen 7. Mapa Bagua del Feng Shui
- Imagen 8. Rectángulo áureo de Euclides
- Imagen 9. Le Corbusier y El Modulor
- Imagen 10. Vivienda unifamiliar
- Imagen 11. Vivienda multifamiliar
- Imagen 12. Vivienda sostenible
- Imagen 13. Vivienda progresiva
- Imagen 14. Vivienda de adobe
- Imagen 15. Bajareque
- Imagen 16. Vivienda de bambú
- Imagen 17. Block y ladrillo
- Imagen 18. Vivienda de madera en San Antonio Suchitepéquez
- Imagen 19. Pérgola de bambú. Expomueble, Guatemala
- Imagen 20. Distribución mundial del bambú
- Imagen 21. Guadua Angustifolia
- Imagen 22. Rizoma leptomorfo
- Imagen 23. Guadua tierna
- Imagen 24. Guadua madura
- Imagen 25. Guadua sobre madura
- Imagen 26. Dendrocalamus Asper
- Imagen 27. Rizoma leptomorfo
- Imagen 28. Asper tierno
- Imagen 29. Asper maduro
- Imagen 30. Asper sobre maduro
- Imagen 31. Corte de bambú a ras del suelo
- Imagen 32. Fases lunares
- Imagen 33. Luminosidad de la luna
- Imagen 34. Curado por inmersión
- Imagen 35. Curado por humo
- Imagen 36. Método Boucherie
- Imagen 37. Cilindro de autoclave
- Imagen 38. Secado en sombra
- Imagen 39. Secado al aire libre
- Imagen 40. Horno industrial

Imágenes 41 y 42. Elaboración de esterilla
Imagen 43. Fachada de bambú, Guatemala
Imagen 44. Localización de Guatemala
Imagen 45. Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala
Imagen 46. Mayor susceptibilidad a deslizamientos, derrumbes e inundaciones
Imagen 47. División político-administrativa regional
Imagen 48. Localización del departamento de Suchitepéquez
Imagen 49. Municipios de Suchitepéquez
Imagen 50. Vientos dominantes
Imagen 51. Mapa de zonas de vida de Holdridge
Imagen 52. Temperatura promedio anual Suchitepéquez
Imagen 53. Cuenca hidrográfica de Suchitepéquez
Imagen 54. Precipitación promedio anual Suchitepéquez
Imagen 55. Amenaza por inundación Suchitepéquez
Imagen 56. Localización de Suchitepéquez
Imagen 57. Localización de San Antonio Suchitepéquez
Imagen 58. Inundación en San Antonio Suchitepéquez
Imagen 59. Deslizamiento en el Cambray II
Imagen 60. Terremoto de 1976
Imagen 61. Placas tectónicas en Guatemala
Imagen 62. Recubrimientos de bambú. Ciudad Vieja, Guatemala.
Imagen 63. Localización Caserío Chegüez
Imagen 64. Iglesia católica
Imagen 65. Tienda de barrio
Imágenes 66 y 67. Acceso y transporte
Imagen 68. Agua potable
Imagen 69. Drenajes sanitarios
Imagen 70. Energía eléctrica
Imágenes 71 y 72. Escuela primaria rural mixta
Imágenes 73 y 74. Situación actual, vivienda 1
Imagen 75. Planta vivienda 1
Imágenes 76 y 77. Situación actual, vivienda 2
Imagen 78. Planta vivienda 2
Imagen 79. Daño en muro, vivienda 2
Imágenes 80, 81, 82 y 83. Situación actual, vivienda 3
Imagen 84. Planta vivienda 3
Imágenes 85, 86 y 87. Otros usos del bambú
Imagen 88. Parada de buses. Zacapa, Guatemala.
Imágenes 89 y 90, Viviendas tipo A y B
Imágenes 91 y 92. Voluntarios y vivienda terminada
Imágenes 93 y 94. Voluntarios y viviendas terminadas
Imagen 95. Tipos de techo recomendados
Imagen 96. Diagramada de circulaciones

Imagen 97. Diagrama de relaciones

Imagen 98. Diagrama de bloques

Imagen 99. Panel de cielo falso

Imagen 100. Velero

Imagen 101. Taza

Imagen 102. Aisladores

Imagen 103. Lámpara

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Descripción de la metodología utilizada
- Tabla 2. Esfuerzos admisibles
- Tabla 3. Taxonomía Guadua Angustifolia
- Tabla 4. Síntesis Guadua Angustifolia
- Tabla 5. Taxonomía Dendrocalamus Asper
- Tabla 6. Síntesis Dendrocalamus Asper
- Tabla 7. Edad de cosecha del bambú comparado con especies de árboles maderables
- Tabla 8. Población a nivel municipal, 2013
- Tabla 9. Zonas de vida en el departamento de Suchitepéquez
- Tabla 10. Temperaturas máximas y mínimas registradas en Suchitepéquez, periodo 2009-2013
- Tabla 11. Humedad relativa registrada en Suchitepéquez, periodo 2009-2013
- Tabla 12. Sismos registrados con epicentro en Suchitepéquez, periodo 2009-2013
- Tabla 13. Pendientes agrupadas en Suchitepéquez
- Tabla 14. Síntesis tipología de vivienda en caserío Chegüez
- Tabla 15. Valoración de amenazas
- Tabla 16. Vivienda FOPAVI, Ventajas y desventajas
- Tabla 17. Vivienda Hábitat para la Humanidad, Ventajas y desventajas
- Tabla 18. Vivienda Un Techo para mi País, Ventajas y desventajas
- Tabla 19. Síntesis comparativa de casos análogos
- Tabla 20. Orientaciones recomendadas
- Tabla 21. Premisas funcionales
- Tabla 22. Premisas tecnológicas
- Tabla 23. Premisas ambientales
- Tabla 24. Programa de necesidades
- Tabla 25. Presupuesto vivienda unifamiliar progresiva
- Tabla 26. Presupuesto por fases
- Tabla 27. Cronograma
- Tabla 28. Vulnerabilidad del proyecto

INTRODUCCIÓN

El tema de este Proyecto de Graduación surgió por interés personal debido a la oportunidad de laborar por varios años en el campo de aplicación del bambú, aprendiendo sus características, así como las técnicas y los métodos específicos para trabajarlo, y al mismo tiempo conociendo las necesidades de las comunidades en los lugares donde existe esta maravilla de la naturaleza.

A nivel mundial el bambú ocupa un lugar privilegiado como recurso renovable, debido a sus beneficios ambientales, sociales y económicos. En Guatemala es un elemento de interés nacional para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- y de la Misión Técnica de la República de China -Taiwán-, por tal motivo este documento aporta dentro del proyecto: Industrialización del Bambú en Guatemala.

Se describen las especies para construcción *Guadua Angustifolia* y *Dendrocalamus Asper*, ambas consideradas dentro de las 20 mejores del mundo; también se expone el proceso recomendado para obtener material para construcción de buena calidad, desde la selección en la plantación, la cosecha, el tratamiento y el secado, así como su relación con riesgo y sostenibilidad en el municipio de San Antonio Suchitepéquez.

El caso de estudio se realizó en el caserío Chegüez del mismo municipio, en donde su ubicación geográfica y las condiciones de vida limitan el bienestar y desarrollo de sus pobladores.

En tal sentido, se hace necesario colaborar desde la academia en la búsqueda de soluciones que atiendan sus necesidades habitacionales más inmediatas, es así como el resultado de esta investigación plantea la propuesta a nivel de anteproyecto de una vivienda unifamiliar progresiva desde el enfoque de arquitectura sostenible y una propuesta de conjunto a nivel de anteproyecto para el traslado de las viviendas que se encuentran en situación de vulnerabilidad ante las actuales amenazas.

Tales planteamientos arquitectónicos son particulares para el sitio seleccionado, considerando su entorno, la arquitectura vernácula de la región y su forma de vivir, al mismo tiempo se pretende contribuir de alguna manera con el problema de vivienda en el país y que este documento pueda servir de referencia a aquellas personas o instituciones interesadas en el uso y aprovechamiento del bambú como material de construcción.



Imagen 1. Tabiques de bambú. Fraijanes, Guatemala.
Fuente: Daniel Gálvez

Capítulo I - Generalidades

1. Generalidades

En este capítulo se describen los elementos que fundamentan la presente investigación, se explica cómo y por qué surgió el tema, la importancia de su estudio y desarrollo; así como los beneficios que tendrá la comunidad en función de sus necesidades, el aporte social de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la Facultad de Arquitectura, delimitando con claridad los límites y alcances de este trabajo.

1.1 Antecedentes

En nuestro país es limitada la información sobre bambú obtenida de experiencias propias, la mayoría de publicaciones existentes provienen de otras culturas, en Latinoamérica tenemos como referentes principales a Ecuador, Colombia y Brasil. Es importante mencionar la obra contemporánea del arquitecto Simón Vélez -Colombia, 1949-, poseedor de una amplia trayectoria y reconocimiento en varios países, considerado como uno de los exponentes más importantes en promover el uso del bambú en arquitectura.

La Universidad de San Carlos de Guatemala en diferentes períodos de tiempo ha contribuido a través de proyectos de investigación en las Facultades de Agronomía, Arquitectura e Ingeniería, donde se abordaron temas como: caracterización de diferentes especies, evaluación de propiedades físicas y mecánicas, formas de propagación y crecimiento, el bambú como alimento, alternativa constructiva en viviendas de interés social, uso en elementos estructurales, sistemas constructivos mixtos y preservación.

En 1,984 la Misión Técnica de la República de China -Taiwán ICDF- y el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad -INTECAP- brindaron apoyo por medio de publicaciones técnicas y capacitación en la fabricación de artesanías y muebles.

La Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, en 1987, en su informe conocido como Informe Brundtland,¹ introdujo el concepto de sostenibilidad, que relaciona la ecología a los factores económicos y sociales del desarrollo humano.

En el tema de riesgo, la Organización de las Naciones Unidas -ONU- declaró el decenio de 1990 como la Década de Reducción de los Desastres Naturales,² a nivel mundial diversas organizaciones dedicaron sus esfuerzos a reducir la pérdida de vidas humanas, la destrucción de propiedades, así como los efectos sociales y económicos que provocan. En

¹ Gómez de Segura, Roberto Bermejo, Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis, España, 60 páginas.

² Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina -La Red-, Viviendo en riesgo, Perú 1997, 27 páginas.

Guatemala, según la Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia - SEGEPLAN-, el municipio de San Antonio Suchitepéquez está clasificado en riesgo como “muy alto”, debido a las amenazas existentes y a los daños causados por desastres naturales en los últimos años.³

Promovido por la Organización de la Naciones Unidas (ONU), en 1997 se formó una comisión para organizar un proceso mundial de consulta para elaborar La Carta de la Tierra,⁴ esta declaración contiene los principios fundamentales para una vida sostenible.

Los cuatro principios básicos son:

- Respeto y cuidado de la vida
- Integridad ecológica
- Justicia social y económica
- Democracia, no violencia y paz

Del Siglo XX, destaca la arquitectura sostenible,⁵ también conocida como arquitectura verde o arquitectura sustentable, que busca optimizar los recursos naturales, así como los sistemas de la edificación para reducir su impacto en el medio ambiente y sus habitantes.

Los esfuerzos para mejorar las condiciones de vida de la población mundial, ha dado como resultado diferentes iniciativas de la Organización de Naciones Unidas -ONU- como los Objetivos de Desarrollo del Milenio⁶ del año 2000, que plantearon la necesidad de reducir la brecha entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo.

En el año 2,003 se establece el Centro Educativo del Bambú⁷ para Latinoamérica y el Caribe, en el municipio de Masagua, departamento de Escuintla; con la participación de la Misión Técnica de la República de China -Taiwán ICDF-, El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, con la finalidad de capacitar personas interesadas en la fabricación de artesanías, muebles y construcción con bambú. Asimismo, han realizado publicaciones sobre fabricación de muebles, construcción, siembra y cultivo de bambú.

En el año 2010, la Fundación del Azúcar -FUNDAZUCAR-, la Dirección de Desarrollo Municipal Urbano y Rural -DEMUR- y el programa de Desarrollo Municipal Participativa -DMP-, elaboraron el Plan de desarrollo municipal integral 2010-2022 San Antonio Suchitepéquez.

³ SEGEPLAN, Plan de desarrollo municipal 2011-2025 San Antonio Suchitepéquez, Guatemala 2010, 89 páginas.

⁴ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, La Carta de La Tierra, México 2007, 30 páginas.

⁵ Sutton Ian, Historia de la arquitectura de Occidente, Lisboa, 2004.

⁶ Organización de las Naciones Unidas -ONU-. Objetivos de Desarrollo del Milenio, Chile 2010, 439 páginas.

⁷ www.bambu.gt

En el mismo año, el Consejo Municipal de Desarrollo -COMUDE-, los Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODE- y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-, elaboraron en conjunto el Plan de Desarrollo 2011-2025 para San Antonio Suchitepéquez, considerando en el diagnóstico los aspectos sociales, económicos, ambientales y político-institucionales del lugar. La visión de este proyecto establece que para el año 2025 los habitantes tendrán mejores condiciones de vida en salud, educación y seguridad; menciona, la implementación del ordenamiento territorial municipal y el desarrollo de actividades productivas que generen empleo.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible⁸ de la Organización de Naciones Unidas -ONU- que entraron en vigencia en el año 2016, señalan el camino para eliminar la pobreza mundial y proteger nuestro planeta de nosotros mismos, con el anhelo de alcanzar la paz y la prosperidad de todos los seres humanos.

1.2 Justificación

Las condiciones de pobreza, la falta de desarrollo local, su ubicación geográfica, las condiciones de vulnerabilidad del país ante las diversas amenazas actuales, hacen de San Antonio Suchitepéquez un lugar en alto riesgo ante tales eventos; por tal motivo es importante contar con respuestas inmediatas y efectivas que permitan recuperar rápidamente las condiciones de vida de sus habitantes, y al mismo tiempo propiciar oportunidades de crecimiento comunitario.

Este trabajo de investigación busca contribuir con el problema de vivienda, considerando las condiciones sociales, económicas y ambientales del lugar de estudio, aprovechando de manera sostenible el bambú existente para obtener como producto final las propuestas arquitectónicas que respondan eficientemente a las necesidades de sus habitantes.

Como instituciones, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Guatemala y la Misión de la República de China -Taiwán-, tienen interés en este trabajo debido a que forma parte del eje de investigación del proyecto Industrialización del bambú en Guatemala, el cual se encuentra vigente y en ejecución.

Al mismo tiempo este se constituye como un aporte de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala a la sociedad guatemalteca, en el sentido de contribuir en la búsqueda de propuestas de solución a los diferentes problemas que necesitan ser atendidos para mejorar las condiciones de vida de nuestros compatriotas.

El uso de materiales y tecnologías que contribuyan en la protección y cuidado del medio ambiente, permiten reducir el consumo de energía derivada del petróleo, el tratamiento

⁸ Organización de las Naciones Unidas -ONU-. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Santiago 2016, 50 páginas.

adecuado de las emisiones y desechos, el aprovechamiento eficiente de los recursos del planeta, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

Por lo tanto, cada vez es más importante para el Arquitecto egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el conocimiento y aplicación de tecnologías verdes, de procesos que reduzcan el impacto ambiental negativo, permitiendo así, la concepción y ejecución de proyectos arquitectónicos que incluyan la sostenibilidad ambiental, siendo el bambú un elemento importante como material renovable de construcción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Elaborar una investigación que aborde los temas de teoría, diseño y práctica con bambú enmarcado dentro del concepto de Arquitectura verde, relacionado con riesgo y sostenibilidad en el municipio de San Antonio Suchitepéquez, departamento de Suchitepéquez.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar un documento que sirva de referencia a estudiantes, arquitectos y personas interesadas en la construcción con bambú, indicando algunos detalles constructivos que faciliten su comprensión como un sistema eficiente y confiable.
- Elaborar una propuesta a nivel de anteproyecto de una vivienda unifamiliar progresiva para el caserío Chegüez, que pueda utilizarse como vivienda de emergencia y que luego de ser ampliada se utilice como vivienda permanente.
- Elaborar una propuesta de conjunto a nivel de anteproyecto aplicando criterios de diseño urbano para el posible traslado de las viviendas que se encuentran en situación de vulnerabilidad en el caserío Chegüez.

1.4 Planteamiento del problema

Para el año 2016, el alto costo de construcción de los sistemas tradicionales como la madera y la mampostería reforzada, ambos tienen como característica común el continuo aumento de precios en los materiales y en la mano de obra especializada, provocan que cada vez sea más difícil para la población guatemalteca tener acceso a una vivienda digna al alcance de sus posibilidades económicas, por lo tanto, es importante brindar alternativas que permitan a un mayor número de personas satisfacer sus necesidades habitacionales.

Según el Gobierno de Guatemala mediante la Comisión Presidencial de Derechos Humanos hasta septiembre 2015, el déficit habitacional en el país ascendía a 1,220,206 millones de unidades.⁹ De esto el 61% corresponde a viviendas en mal estado y sin servicios básicos disponibles, el restante 39% a familias que carecen de vivienda propia.

Las condiciones de vida actuales en el Caserío Chegüez son precarias, existen viviendas construidas de forma empírica que carecen de un diseño arquitectónico y de un sistema constructivo seguro y eficiente que les permita satisfacer sus necesidades de habitación, los usuarios de las mismas se encuentran vulnerables debido a las condiciones geográficas y climáticas del lugar, por lo tanto; las propuestas generadas a través de este documento buscan dar una respuesta satisfactoria al problema detectado.

En el ámbito nacional existen soluciones habitacionales genéricas, que pueden construirse en cualquier lugar, que no consideran las características geográficas, económicas, ambientales, sociales y culturales de cada comunidad; por lo que el resultado de este Proyecto de Graduación también es importante porque atiende específicamente las necesidades de los habitantes del lugar de estudio.

El bambú es el sustituto natural de la madera, es un material renovable disponible en San Antonio Suchitepéquez, el cual puede aprovecharse como material de construcción.

⁹ Comisión Presidencial de los Derechos Humanos, Cuestionario de la Relatora Especial sobre la vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado y sobre el derecho a la no discriminación, Guatemala, 2015, 11 páginas.

1.5 Delimitación del tema

1.5.1 Delimitación teórica

En la presente investigación se consideran algunos elementos de la Arquitectura verde, aplicados a la propuesta de una vivienda unifamiliar progresiva construida con un sistema prefabricado de bambú, del cual se expondrá el proceso recomendado para obtener material de construcción de buena calidad.

También se investigarán y analizarán los temas de riesgo y sostenibilidad en el municipio de San Antonio Suchitepéquez.

La propuesta arquitectónica será a nivel de anteproyecto con plantas arquitectónicas, fachadas y secciones, se considera incluir algunos detalles constructivos propios del bambú combinado con otros materiales como hierro, concreto y madera, además del presupuesto, cronograma e imágenes del proyecto.

1.5.2 Delimitación temporal

La presente investigación se desarrollará durante el año 2016. Se espera que este documento se constituya como referencia importante para las personas interesadas en construcción con bambú, así mismo para los organismos o instituciones comprometidas con su uso y fomento en Guatemala durante los próximos 10 años.

1.5.3 Delimitación geográfica

El caso de estudio de este Proyecto de Graduación se realizará en el caserío Chegüez, el cual se localiza en la latitud 14°27'35" y longitud 91°24'08", en la parte sur del municipio de San Antonio Suchitepéquez, departamento de Suchitepéquez, de la República de Guatemala.

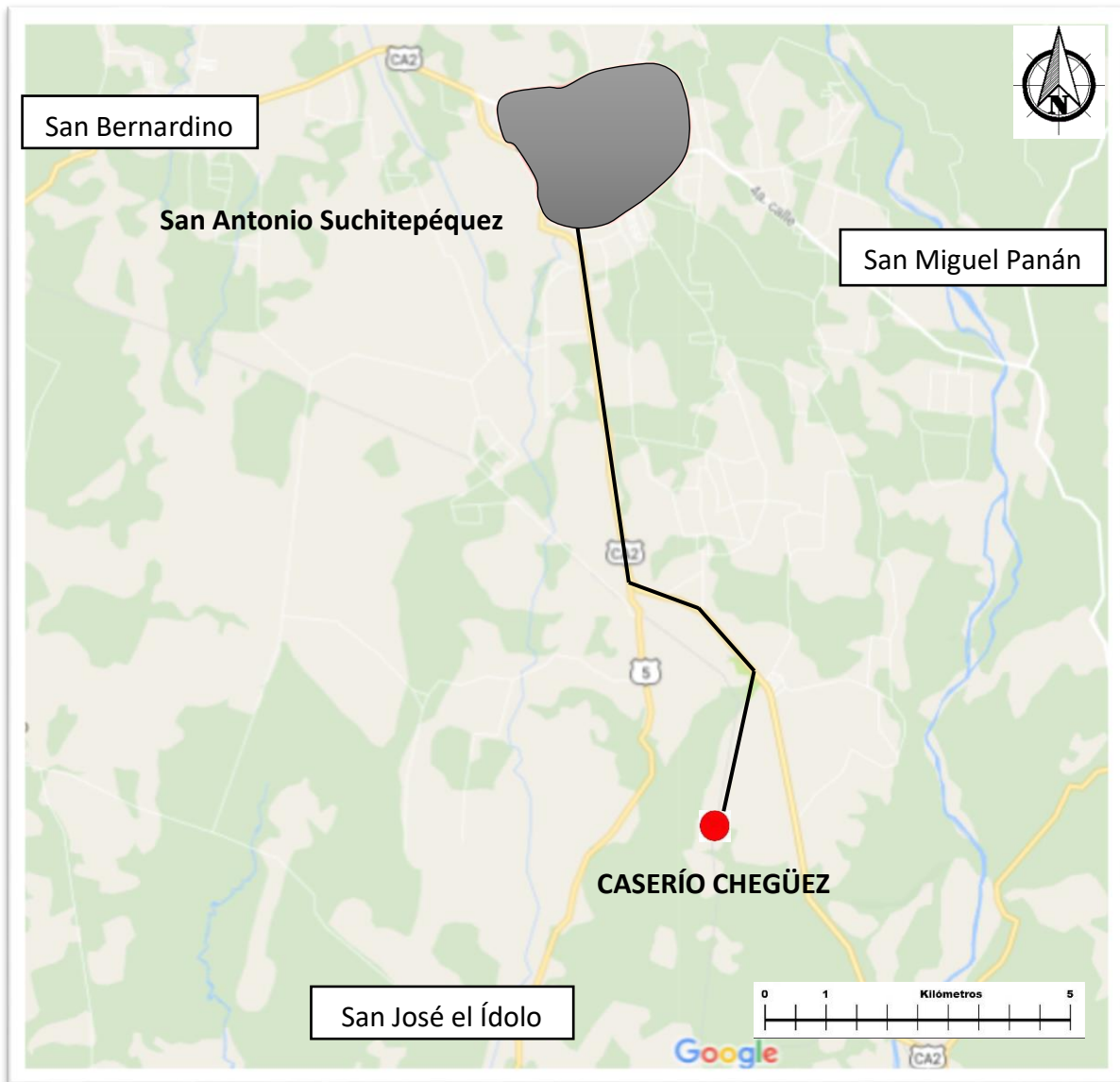


Imagen 2. Localización Caserío Chegüez

Fuente: www.google.com.gt/maps/place/San+Antonio+Suchitepéquez, 12/10/2016, 18:18

1.6 Metodología

Tabla 1. Descripción de la metodología utilizada

| Fase | Descripción |
|------|--|
| 1 | 1.6.1 Investigación de campo Visita la comunidad para conocer la ubicación, infraestructura existente, condiciones climáticas del lugar, condiciones sociales de la población a beneficiar, descubrir sus necesidades, conocer su forma de vida y sus costumbres para obtener al final del proceso una solución eficiente que satisfaga los requerimientos de su realidad. Considerar la arquitectura vernácula del lugar y tomar elementos representativos e incluirlos en la propuesta arquitectónica. |
| 2 | 1.6.2 Investigación de gabinete Recopilación de la información documental por medio de trabajos previos relacionados con el tema como publicaciones especializadas impresas o digitales, libros, tesis, entrevistas, videos, etc. |
| 3 | 1.6.3 Clasificación y ordenamiento En esta etapa es posible realizar el análisis de la información documental y el diagnóstico de la comunidad visitada, de esta manera se determina el programa de necesidades y es posible establecer los criterios que deben considerarse para dar respuesta al problema detectado. |
| 4 | 1.6.4 Propuesta Incluye todas las etapas, desde los casos análogos, premisas de diseño, diagramación y luego la graficación por medio de plantas arquitectónicas, fachadas y secciones; así como detalles constructivos, elaboración del presupuesto, cronograma y la aplicación de una herramienta para la evaluación de riesgo de desastre, amenaza y vulnerabilidad de la propuesta. |

Fuente: Daniel Gálvez

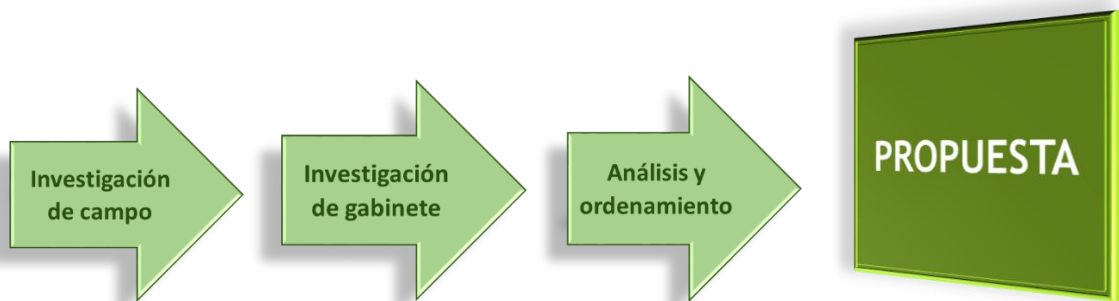


Imagen 3. Metodología. Fuente: Daniel Gálvez



Imagen 4. Cubierta de bambú. San Lucas Sacatepéquez.
Fuente: Daniel Gálvez

Capítulo II – Marco Teórico

2. Marco teórico

En este capítulo se consideran los elementos teóricos, conceptuales y legales que tienen relación con el tema de investigación, los cuales sirven como medios de integración para describir con mayor claridad el problema.

2.1 Referente teórico

2.1.1 Teoría

La palabra teoría viene del griego antiguo θεωρία, *theoría*, que significa mirar, ver, contemplar. En el pasado teoría significaba dedicarse a la vida contemplativa y especulativa con el fin de conocer la naturaleza y el mundo.

Según el Diccionario de la Real Academia Española¹⁰ de la lengua, teoría se define así:

- 1.- Conocimiento especulativo considerado con independencia de toda aplicación.
- 2.- Serie de las leyes que sirven para relacionar determinado orden de fenómenos.
- 3.- Hipótesis cuyas consecuencias se aplican a toda una ciencia o a una parte muy importante de ella.
- 4.- Entre los antiguos griegos, procesión religiosa.

Según algunos autores la teoría es una hipótesis que se ha comprobado con buenos resultados, la cual se comprueba por su capacidad para predecir con exactitud o explicar. Teoría también puede ser un saber o conocimiento especulativo sobre alguna profesión o trabajo. La teoría se considera un pensamiento generalizador, racional y abstracto.

La teoría como un sistema que relaciona leyes y presenta una explicación de ellas. La teoría es un elemento fundamental para que exista la ciencia. El proceso de investigación finaliza y da origen a las teorías.

El criterio científico de la teoría debe estar fundamentado en la información suministrada por datos, que a su vez se obtiene por teorías, que llevan a formular hipótesis. La teoría no puede ser simplemente una actitud contemplativa, debe ser resultado del trabajo científico o filosófico.

¹⁰ Diccionario de la Real Academia Española, España, 2014

Es necesaria la observación y la experimentación para contrastar o comprobar las consecuencias de la teoría en la práctica. La teoría y práctica son componentes importantes del pensamiento, aunque con objetivos diferentes.

2.1.2 Orientación

Es el emplazamiento de la planta de los edificios respecto del sol. Es importante para aprovechar la iluminación natural y tener buena ventilación, según su uso y las necesidades a satisfacer pueden existir incluso edificaciones con doble orientación.¹¹

Tiene relación directa con las actividades que se desarrollan en el interior de las edificaciones, contribuye a hacer de los ambientes lugares más confortables, ayuda a disminuir el uso de aire acondicionado o calefacción, reduciendo costos por climatización artificial.

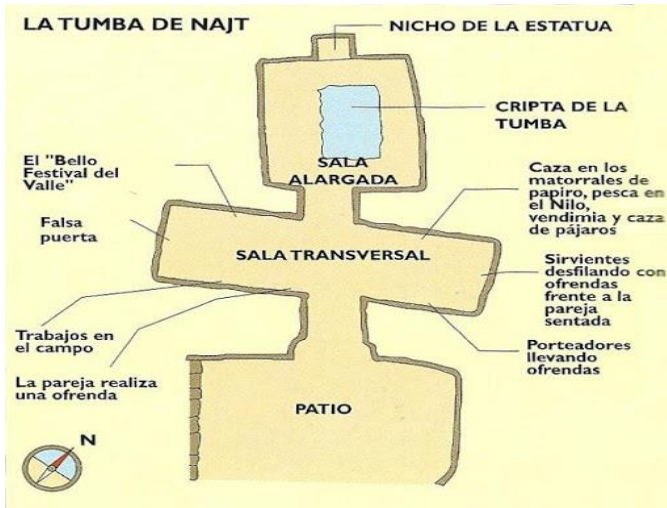


Otro aspecto importante de la orientación es la relación que tiene con el uso de distintos materiales en las edificaciones, así por ejemplo en un lugar frío pueden usarse muros de piedra para aprovechar el sol y calentar los ambientes interiores.

A través de la historia ha sido considerada en distintas culturas por intereses religiosos, como en la arquitectura megalítica (Stonehenge, Reino Unido), para la observación y predicción de los movimientos del sol, la luna y las estrellas.

Imagen 5. Stonehenge. Fuente: www.aboutbritain.com, 1/5/2016, 11:03

¹¹ Comité español de iluminación, Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios, España, 2005, 177 páginas.



En la arquitectura egipcia, el lugar elegido y su orientación eran fundamentales para la construcción de los templos. Las tumbas estaban orientadas en función del cuerpo de los difuntos, con la cabeza hacia el Oeste (donde muere el sol diariamente), se construían sobre un eje orientado de Este a Oeste, lo que hacía que el sol saliera por el lugar más sagrado (la cámara del dios).¹²

Imagen 6. Tumba de Najt. Fuente: <http://algargosarte.blogspot.com>, / 1/5/2016, 11:05



En el Feng Shui, se busca relacionar el entorno ambiental y su influencia en el bienestar de las personas que habitan la vivienda. La orientación es importante para ubicar el frente, recomienda que sea por el lado donde entra más luz (Yang) y viento, allí se coloca la puerta principal para facilitar la entrada del Chi (energía vital).¹³

Imagen 7. Mapa Bagua del Feng Shui. Fuente: www.turincondeluz.com, 1/5/2016, 11:07

¹² Grimal Nicolás, Historia del Antiguo Egipto, España, 1996, 556 páginas.

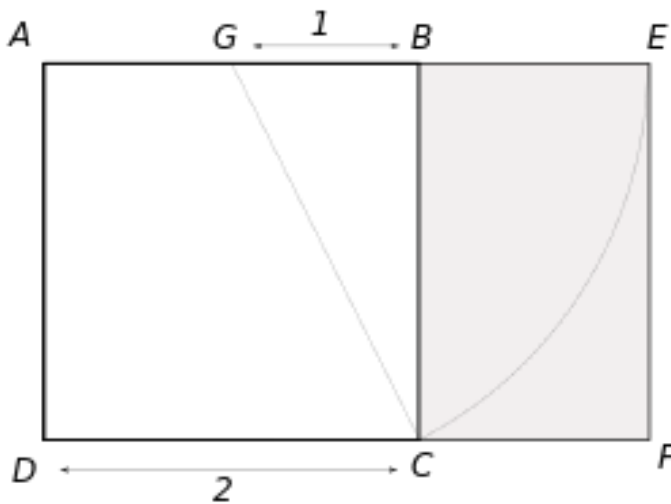
¹³ Mao Yilin, Feng Shui y Arquitectura Occidental, España, 2014, 80 páginas.

2.1.3 Proporción áurea

El primero en hacer un estudio formal del número áureo fue Euclides (c. 300-265 a. C.). El número áureo es un número irracional, también llamado número de oro, razón áurea, razón dorada, media áurea, proporción áurea y divina proporción, se representa por la letra griega Φ (Phi), en honor al escultor griego Fidias.¹⁴

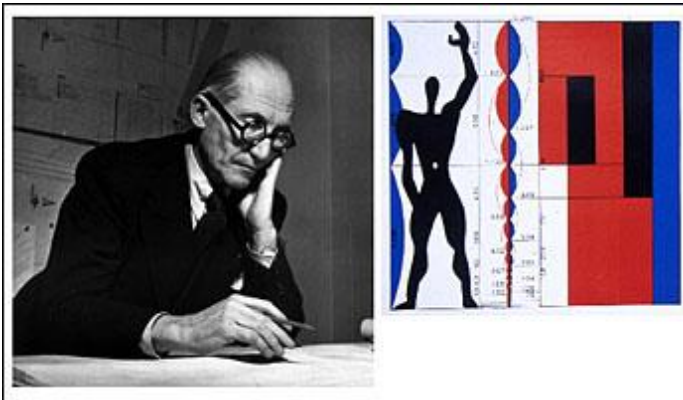
La ecuación se expresa así:

$$\Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.61803398874988$$



Diversas obras de arquitectura y otras artes han utilizado esta proporción, se considera que poseen un carácter estético. Euclides obtiene el rectángulo áureo AEGD a partir del cuadrado ABCD. El rectángulo BEFC es asimismo áureo. El rectángulo AEGD es áureo porque sus lados AE y AD están en la proporción del número áureo.

Imagen 8. Rectángulo áureo de Euclides Fuente: www.es.wikipedia.org, 1/5/2016, 11:10



2.1.5 El modulor

Imagen 9. Le Corbusier y El Modulor <http://historia4arquitect.blogspot.com>, 1/5/2016, 11:14

El arquitecto y teórico de la arquitectura, Charles-Édouard Jeanneret-Gris, más conocido como Le Corbusier es el autor de El Modulor, un sistema de medidas basado en las proporciones humanas, en que cada magnitud se relaciona con la anterior por el Número Áureo, para que sirviese de medida de las partes de arquitectura. De esta forma retomaba el ideal antiguo de establecer una relación directa entre las proporciones de los edificios y las del hombre.¹⁵

¹⁴ Toledo Yolanda, Sección aurea en arte, arquitectura y música, España, 2002, 147 páginas.

¹⁵ Editorial Poseidon, El Modulor, Argentina, 1961, 193 páginas.

Le Corbusier, consideró como escala al hombre francés medio de esa época: 1,75 m de estatura; y más adelante añadió la del policía británico de 6 pies (1,8288 m), lo que dio el Modulor II. Los resultados de estas investigaciones fueron publicados en un libro con el mismo nombre del Modulor.

2.2 Referente conceptual

2.2.1 Resiliencia

Es la capacidad de las personas, comunidades y ecosistemas de resistir, absorber y sobreponerse a períodos de situaciones adversas, para luego adaptarse y recuperarse de sus efectos, restaurando sus estructuras y funciones básicas con la finalidad de regresar a su estado original una vez que la situación adversa ha sido superada.¹⁶

2.2.2 Ciudades resilientes

Según datos de la Organización de Naciones Unidas¹⁷ (ONU), en los últimos años los desastres naturales han afectado a más de 220 millones de personas, causando además daños económicos estimados en 100 millones de dólares por año. La cantidad de personas afectadas por catástrofes desde 1992 llega a 4.400 millones y el daño económico es de unos 2 billones de dólares. Globalmente, 80% de las ciudades más grandes del mundo son vulnerables a los fuertes efectos de los terremotos, 60% corren riesgo de marejadas o tsunamis, considerando además que 50% de la población mundial vive en ciudades.

La cantidad de personas en riesgo aumenta significativamente, considerando que la rápida urbanización genera asentamientos informales densamente poblados en áreas propensas a amenazas. La falta de capacidad de los gobiernos locales para regular normas de construcción y el uso del suelo aumenta los riesgos de las comunidades que viven en condiciones vulnerables.

El objetivo de ONU-Hábitat es aumentar la resiliencia de las ciudades frente al impacto de las crisis ocasionadas por causas naturales o humanas, un objetivo importante es garantizar que las ciudades puedan resistir y recuperarse rápidamente de los sucesos catastróficos, para ello ha lanzado el Programa de Perfiles de Ciudades Resilientes. A continuación, los incisos relacionados con este tema de estudio:

¹⁶ Forés Anna y Grané Jordi, *La resiliencia crecer desde la adversidad*, España, 2008, 12 páginas.

¹⁷ ONU, *Cómo desarrollar ciudades más resilientes*, Suiza, 2012, 103 páginas.

1) Gestionar la organización y coordinación para comprender y reducir el riesgo de desastres, sobre la base de la participación de grupos de ciudadanos y la sociedad civil. Formar alianzas locales. Garantizar que todos los sectores comprendan su papel en la preparación y reducción de riesgos de desastres.

6) Aplicar y hacer cumplir normas realistas de construcción segura y principios de planificación del uso del suelo. Identificar áreas seguras para ciudadanos de bajos ingresos y mejorar los asentamientos informales en la medida de lo posible.

10) Después de una catástrofe, garantizar que las necesidades de los sobrevivientes sean el eje de la reconstrucción, y a la vez, apoyar a sus organizaciones comunales en el diseño y aplicación de respuestas, como reconstrucción de casas y medios de vida.

2.2.3 Diseño

El término se deriva etimológicamente del vocablo italiano disegno, dibujo. Diseño es el resultado final de un proceso, su principal objetivo es buscar la mejor solución a determinada problemática particular, tratando de ser práctico y a la vez estético. Para un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de manera que pueda ser representado en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas, para luego producirlo y satisfacerla necesidad que dio origen a su creación.¹⁸

El acto humano de diseñar no es un hecho artístico en sí mismo, aunque puede utilizar los mismos procesos en pensamiento y los mismos medios de expresión dando como resultado diseñar un objeto en función de la búsqueda de una aplicación práctica, el diseñador ordena y dispone los elementos estructurales y formales, le asigna un significado simbólico si el objeto se relaciona con su contexto social.

Es el resultado de aprovechar los recursos materiales, la forma, transformación y el significado implícito en la obra, un diseño es un proceso estético que pertenece al arte cuando supera la función del problema. La acción intuitiva de diseñar podría llamarse creatividad, como acto de creación o innovación si el objeto no existe o se modifica algo existente. Diseñar, se refiere al proceso de creación y desarrollo para producir, fabricar o construir un nuevo objeto para uso humano. Para diseñar se requiere de considerar aspectos funcionales, estéticos y simbólicos.

Diseñar es una actividad compleja y dinámica al mismo tiempo, es la integración de requisitos técnicos, sociales y económicos, necesidades biológicas, ergonomía con efectos psicológicos y materiales, forma, color, volumen y espacio, todo lo anterior relacionado con

¹⁸ Gómez Cumpa José, Desarrollo de la Creatividad, Perú, 2005, 250 páginas.

el medio ambiente, por lo que existe una alta responsabilidad ética del diseño y el diseñador.

2.2.4 Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se basa principalmente en la creatividad para generar ideas o propuestas para satisfacer las necesidades de espacios habitables para el ser humano, tanto en lo estético como en lo formal. La planificación de técnicas constructivas da como resultado la solución arquitectónica final.¹⁹

Previo al inicio del diseño arquitectónico, existen aspectos importantes que deben ser considerados, como: La situación del terreno, las dimensiones, características topográficas, orientación, los servicios disponibles (energía eléctrica, agua, drenajes), vistas principales, accesos, colindancias, etc.

Posteriormente se valoran las características de la edificación: Área de construcción, altura entre plantas, cantidad de ambientes y dimensiones, relaciones entre los espacios, los usos, etc. Un elemento muy importante es el presupuesto disponible para la construcción.

Las fases del proceso de diseño arquitectónico son:

- a) Observar y analizar: Descubrir necesidades, conocer el entorno humano.
- b) Evaluar: Organización y priorizar las necesidades identificadas.
- c) Planear y proyectar: Proponer una manera de solucionar esta necesidad, por medio de planos y maquetas-
- d) Construir o ejecutar: Ejecutar la idea en la realidad, utilizando materiales y procesos productivos.

2.3 Vivienda

Es un espacio cubierto y cerrado cuya principal función es ofrecer refugio y habitación para descanso a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas, así como desarrollar actividades cotidianas, guardar sus pertenencias y tener intimidad.²⁰

El derecho universal a la vivienda digna es reconocido a nivel mundial.

¹⁹ Beltrán Yan, Metodología del Diseño Arquitectónico, México, 2011, 22 páginas.

²⁰ Organización Panamericana de la Salud, Hacia una Vivienda Saludable, Perú, 2009, 96 páginas.

Declaración Universal de los Derechos Humanos (ONU, 10/12/1948)

Artículo 25.1 Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad.

Pacto Internacional de Derecho Económicos, Sociales y Culturales (ONU, 16/12/1966)

Artículo 11. Toda persona tiene el derecho a un nivel de vida adecuado para sí misma y para su familia, incluyendo alimentación, vestido y vivienda adecuadas y una mejora continuada de las condiciones de existencia, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez u otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad.

Una vivienda digna y adecuada debe ubicarse en espacios suficientemente salubres y equipados, en barrios urbanos o localidades rurales, dotados de servicios, accesibles, con espacios intermedios de relación que permita la comunicación vecinal y social y donde sea posible el desarrollo familiar y personal que las sociedades demandan.

Para que una vivienda sea digna y adecuada, además debe ser:

- Vivienda fija y habitable
- Vivienda de calidad
- Vivienda asequible y accesible
- Con seguridad jurídica de tenencia

2.3.1 Tipos de vivienda



2.3.1.1 Vivienda unifamiliar

Imagen 10. Vivienda unifamiliar

Fuente: <http://fundacionhabitatsanmarcos.blogspot.com>
1/5/2016, 11:18

Este tipo de viviendas son habitadas por una sola familia, generalmente tienen uno o dos pisos. Según su ubicación pueden estar rodeada de área verde como unidad aislada, pero también existen las adosadas, dúplex y existen algunas variantes

como el bungalow y el chalet.²¹ En lo urbano, generan áreas de baja densidad poblacional, con bajo impacto ambiental y de infraestructura de servicios, además de tráfico vehicular liviano. Este tipo de vivienda es el de mayor uso en Guatemala, tanto en áreas urbanas como rurales.



2.3.1.2 Vivienda multifamiliar

Imagen 11. Vivienda multifamiliar, Fuente: <http://lahora.gt/1/5/2016,11:22>

En este tipo se aprovecha el espacio tridimensional, aquí existen vecinos que viven abajo o arriba de la vivienda propiamente dicha. Son generalmente edificios de varios niveles, existen proyectos para atender todos los estratos sociales.²² Es un tipo de construcción en auge en la Ciudad de Guatemala.

2.3.2 Vivienda sostenible

Una de las grandes problemáticas de nuestro tiempo es el consumo racional de energía, se considera que las viviendas consumen el 20% de la energía mundial, eso desde el momento de su construcción, su vida útil y su posterior demolición; es decir, a nivel global las viviendas pueden dejar una huella ecológica importante que necesita ser considerada por los arquitectos.

La vivienda sostenible es aquella que se desarrolla siguiendo criterios que están en armonía con la naturaleza, la salud humana y la economía, esto se traduce en ahorros de agua y energía, además de reducir las emisiones de CO², buenas prácticas durante el proceso constructivo y al mismo tiempo brindar confort a sus habitantes.²³

Dentro de los elementos que contribuyen, tenemos: La luz solar, lámparas de bajo consumo, artefactos de doble descarga, el agua de lluvia, el terreno y el clima del lugar.

Una vivienda sostenible es la que hace uso adecuado de los recursos, como el uso de materiales renovables, locales, con potencial para reutilizarse al final de su vida útil, además no extrae materiales del subsuelo que afecten la estabilidad de la tierra, no deteriora los elementos que mantienen en equilibrio el ecosistema de su entorno. Es posible diseñar y

²¹ Verde Ne, Vivienda Unifamiliar, España, 2012, 140 páginas.

²² Langberg Pinzás, José Alfonso, La Vivienda Multifamiliar Contemporánea, Perú, 2012, 160 páginas.

²³ Iglesias Maldonado Pablo, Introducción a la Vivienda Sostenible, España, 2010, 26 páginas.

construir viviendas y ciudades sostenibles, utilizando técnicas y materiales que reduzcan el consumo de energía y eliminación de residuos.



Imagen 12. Vivienda sostenible, Fuente: <http://ecomaterialesigc.blogspot.com>, 5/5/2016, 15:35

2.3.3 Vivienda progresiva

Es un tipo de vivienda que parte de un módulo base y puede ser ampliada en diferentes fases, es decir, desde el principio se tiene proyectada la vivienda completa y las etapas necesarias para su ejecución. Se pueden utilizar eficientemente materiales tradicionales y sustentables de bajo costo, también puede promover la organización y trabajo comunitario cuando se plantea como un sistema de autoconstrucción.²⁴

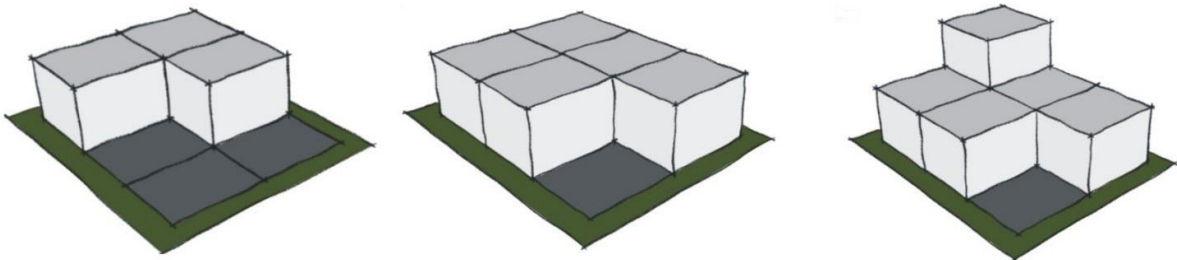


Imagen 13. Vivienda progresiva. Fuente: <http://scielo.sld.cu>, 5/5/2016, 15:37

²⁴ Empresa de Vivienda de Antioquia, Vivienda Progresiva, Colombia, 2014, 17 páginas.

2.4 Materiales de construcción de mayor uso en Guatemala

Se han utilizado diversos materiales y sistemas constructivos a lo largo de la historia de Guatemala, a continuación; se describen considerando su relación con la tradición, el clima y los costos de construcción.²⁵



2.4.1 Adobe

Imagen 14. Vivienda de adobe,
http://gt.geoview.info/casa_de_adobe, 1/5/2016,
11:26

Es un sistema que se realiza artesanalmente, para fabricar los adobes se utiliza tierra y arcilla, se mezcla con fibra vegetal, se compacta y se moldea en bloques, para luego secarlos al sol, posteriormente se construyen los muros apilando y pegando verticalmente los

adobes. Las construcciones de adobe todavía son comunes en áreas rurales, en parte debido a la facilidad de obtener los materiales y a su bajo costo. Tiene la característica de ser un material vivo, térmico, no tóxico, reciclable y que ha servido en autoconstrucción. Se considera como arquitectura vernácula en muchos lugares del país.²⁶



2.4.2 Bajareque

Imagen 15. Bajareque,
Fuente: <http://tectonicablog.com/?p=34866>,
1/5/2016, 11:28

Es un sistema constructivo que se remonta a la época prehispánica. Consiste en una retícula de cañas de castilla entretrejida, recubierta con barro y fibras vegetales como pino, paja o trigo. Se utilizan horcones y troncos de madera como estructura principal, en puertas y ventanas y techo de palma entretrejida.²⁷

²⁵ Fuentes Carlos, Materiales de Construcción en Guatemala, Guatemala, 2006, 348 páginas.

²⁶ Ídem.

²⁷ Fuentes Carlos, Materiales de Construcción en Guatemala, Guatemala, 2006, 348 páginas.

Este tipo permite repellar los muros para obtener un mejor acabado y también para evitar a la temida chinche picuda. Cada vez se utiliza menos debido a factores como la durabilidad, las condiciones de insalubridad, la inseguridad contra fenómenos ambientales, entre otros.



2.4.3 Bambú

Imagen 16. Vivienda de bambú, Fuente: <http://www.deguate.com>
1/5/2016, 11:30

Es un método de uso reciente comparado con otros sistemas constructivos tradicionales, consiste en utilizar los bambúes como estructura portante y donde los muros se construyen a partir de paneles elaborados con esterilla de bambú, posteriormente es posible aplicar acabados finales para lograr una mayor

durabilidad y un mejor aspecto formal. ²⁸

Durante el período 2009-2011, con la participación de Misión Técnica de Taiwán (ICDF) y el Gobierno de Guatemala se construyeron 600 casas de bambú en la aldea El Triunfo, municipio de Tecún Umán, departamento de San Marcos. Este proyecto resistió el terremoto del 7 de noviembre de 2012.



2.4.4 Block y ladrillo

Imagen 17. Block y ladrillo, Fuente: <http://elprogreso.evisos.com.gt/>
1/5/2016, 11:31

Se calcula que hacia el año 9500 A.C. los agricultores del área del Levante mediterráneo fueron los primeros en utilizarlos, lo que actualmente es Israel, Jordania, Líbano, Siria y los territorios Palestinos.

También conocido como mampostería, se refiere a la construcción manual de muros por medio de bloques unidos entre sí con mortero. En época moderna surge el concepto de

²⁸ Ídem.

mampostería reforzada que utiliza block o ladrillo, hierro y cemento. A partir de la tragedia que provocó el terremoto de 1976, comenzó a ser el sistema constructivo de mayor uso en el país, gracias a sus características sísmo resistentes, que brindan mayor seguridad a la población guatemalteca.²⁹

Considerando que vivimos en un país altamente sísmico, la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales (AGIES) promueve el uso del manual de construcción Agies NSE 4-10 Requisitos Prescriptivos para Vivienda y Edificaciones menores de uno a dos niveles, con la finalidad de contribuir en la normalización de estándares para construir responsablemente.

En contraposición a los beneficios de este sistema es importante mencionar que el alto costo de los materiales y el precio de mano de obra especializada, lo hacen cada vez más caro y menos accesible para la mayoría de la población.



2.4.5 Madera

Imagen 18. Vivienda de madera en San Antonio Suchitepéquez, Fuente: Daniel Gálvez

En nuestro país es bastante utilizado este sistema constructivo, es un recurso renovable de crecimiento lento y alto costo. Los árboles se asieran formando elementos estandarizados como: Vigas, postes, tablas, machihembres, etc., que se utilizan en la fabricación de muros, entresijos, cubiertas, puertas, ventanas, pérgolas, muebles, etc. Las construcciones en madera regularmente de realizan por autoconstrucción, la durabilidad

depende del tipo de madera, el mantenimiento y las condiciones climáticas del lugar.³⁰

Vinicio Cerezo Blandón, Director Ejecutivo de la Fundación Ecológica (FUNDAECO), manifiesta que el principal problema ambiental del país es la deforestación y la pérdida boscosa, lo que quiere decir que cada año se pierden más de 30 mil hectáreas de bosques (equivalente a 300 mil canchas de fútbol).

²⁹ Fuentes Carlos, Materiales de Construcción en Guatemala, Guatemala, 2006, 348 páginas.

³⁰ Ídem.

2.5 Riesgo

El riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre. La vulnerabilidad o las amenazas, por separado, no representan un peligro. Pero si se juntan, se convierten en un riesgo, o sea, en la probabilidad de que ocurra un desastre. Sin embargo, los riesgos pueden reducirse o manejarse. Si somos cuidadosos en nuestra relación con el ambiente, y si estamos conscientes de nuestras debilidades y vulnerabilidades frente a las amenazas existentes, podemos tomar medidas para asegurarnos de que las amenazas no se conviertan en desastres.³¹

2.6 Sostenibilidad

La sostenibilidad es un proceso socio-ecológico caracterizado por un comportamiento en busca de un ideal común, es decir; un estado o proceso inalcanzable en una relación de tiempo y espacio, pero infinitamente aproximable y es esta aproximación continua e infinita es la que inyecta sostenibilidad en el proceso. Solo los ideales sirven de referentes en un ambiente turbulento y cambiante.

Es un término ligado a la acción del hombre en relación a su entorno, se refiere al equilibrio que existe en una especie basándose en su entorno y todos los factores o recursos que tiene para hacer posible el funcionamiento de todas sus partes, sin necesidad de dañar o sacrificar las capacidades de otro entorno. Por otra parte, sostenibilidad en términos de objetivos, significa satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, pero sin afectar la capacidad de las futuras, y en términos operacionales, promover el progreso económico y social respetando los ecosistemas naturales y la calidad del medio ambiente.³²

En 1987 la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, en su informe conocido como Informe Brundtland, introduce el concepto de sostenibilidad, que relaciona la ecología a los factores económicos y sociales del desarrollo humano; desde ahí lo ecológico es la base de lo sostenible. En 1997 promovido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se formó una comisión compuesta por 23 personalidades de diferentes continentes para organizar un proceso mundial de consulta, donde participaron cientos de ONG, comunidades, colectivos, asociaciones profesionales y expertos internacionales para elaborar La Carta de la Tierra, misma que ha ganado aceptación y reconocimiento desde su lanzamiento en el año 2000, ésta declaración contiene los principios fundamentales para una vida sostenible, sobre un planteamiento global de los retos del planeta y las propuestas de cambios y de objetivos compartidos que pueden ayudar a resolverlos.

³¹ UNICEF, Aprendamos a Prevenir Desastres, Nicaragua, 24 páginas.

³² ONU, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible, Chile, 2003, 46 páginas.

A principios de 2014 se calculaba que la población mundial era de 7.200 millones de personas, que se incrementaba en unos 82 millones de personas cada año,³³ se estima que exceda los 9000 millones de personas hacia 2050. La mayor parte del incremento será en países en vías de desarrollo, cuya población proyectada se incrementará de 5600 millones en 2009 hasta 7900 millones in 2050.

La sostenibilidad se estudia en muchos contextos de organización económica, social, política y ambiental. Se enfoca desde la sostenibilidad total del planeta a la sostenibilidad de sectores económicos, países, municipios, barrios, casas individuales; bienes y servicios, ocupaciones, estilos de vida, etc. En resumen, puede incluir el total de las actividades humanas.

2.6.1 Arquitectura verde

Es parte de las corrientes de pensamiento y diseño del siglo XX, también denominada arquitectura sustentable o arquitectura sostenible, concibe el diseño arquitectónico buscando optimizar los recursos naturales y los sistemas de la edificación, con el fin de minimizar el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes.³⁴

Los principios de la arquitectura verde, consideran:

Condiciones climáticas, hidrografía y ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios.

Los materiales de construcción, priorizando los de bajo contenido energético.

El uso de fuentes de energía renovables, reduciendo así el consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos.

La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.

El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

³³ ONU, La Situación Demográfica en el Mundo, Estados Unidos de América, 2014, 38 páginas.

³⁴ Andrade, Oscar, La Arquitectura Sostenible en el Formación del Arquitecto, El Salvador, 2009, 253 páginas.

2.6.2 Objetivos de desarrollo sostenible, Organización de las Naciones Unidas (ONU)³⁵

El 25 de septiembre de 2015, mediante un proceso de negociación de 193 estados Miembros de la ONU y con una amplia participación de la sociedad civil y otros sectores interesados, se comprometieron lograr 17 Objetivos Mundiales para lograr 3 cosas fundamentales en los próximos 15 años:

- a) Erradicar la pobreza extrema
- b) Combatir la desigualdad y la injusticia
- c) Solucionar el cambio climático

Estos objetivos abordan el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente, como elementos entrelazados del desarrollo sostenible, se aplican en todo el mundo sin distinción de ricos ni pobres. Se hace referencia de aquellos que tienen relación con este documento.

- 3) Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- 6) Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- 7) Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
- 9) Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- 11) Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- 12) Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- 13) Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- 15) Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
- 16) Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.

³⁵ ONU, Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Santiago, 2016, 50 páginas.

2.6.3 Criterios para seleccionar materiales sostenibles³⁶

- Que tengan larga duración
- Que puedan ajustarse a un determinado modelo
- Que provengan de una producción justa
- Que tengan un precio accesible
- Que sean valorizables
- Que sean no contaminantes
- Que consuman poca energía en su ciclo de vida
- Que en su entorno tengan valor cultural
- Que provengan de fuentes abundantes y renovables
- Que posean un porcentaje de material reciclado
- Que no utilicen materiales de aislamiento que contenga CFC (Clorofluorocarbonos, dañan la capa de ozono)

2.7 Referente legal

En esta sección se mencionan los aspectos legales que tienen relación directa con la presente investigación y sus resultados.

2.7.1 Constitución Política de la República de Guatemala

(Asamblea Nacional Constituyente, 31 de mayo 1985)

Artículo 1. Protección a la persona. El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común.

Artículo 3. Derecho a la vida. El Estado garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona.

Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Artículo 119. Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado:

³⁶ Revista Tecnología y Desarrollo, La Selección Sostenible de los Materiales de Construcción, España, 2009, 16 páginas.

c) Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

g) Fomentar con prioridad la construcción de viviendas populares, mediante sistemas de financiamiento adecuados a efecto que el mayor número de familias guatemaltecas planifique en propiedad. Cuando se trate de viviendas emergentes o cooperativa, el sistema de tenencia podrá ser diferente.

2.7.2 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

(Congreso de la República, Decreto No. 68- 86. Reformas Decreto 90-2000)

Artículo 1. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

Artículo 4. El Estado velará porque la planificación del desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente.

Artículo 12. Son objetivos específicos de la ley, los siguientes:

a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales, prevención del deterioro, mal uso o destrucción, y restauración del medio ambiente en general.

b) La prevención, regulación y control de cualquiera de las causas o actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos.

2.7.3 Acuerdo sobre Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria

(Firmado en México, D.F. el 6 de mayo de 1996)

II Desarrollo Social, D) VIVIENDA

25. Se reconoce la necesidad de llevar a cabo, de acuerdo con el mandato constitucional, una política de fomento con prioridad en la construcción de vivienda popular mediante sistemas de financiamiento adecuados, a efecto de que el mayor número de familias guatemaltecas la disfrute en propiedad. Para ello, el gobierno se compromete a:

j) En vista de la magnitud y urgencia del problema habitacional, se deben movilizar los esfuerzos nacionales al respecto. El Gobierno se compromete a dedicar a la política de fomento a la vivienda el equivalente a no menos del 1.5 % del presupuesto de ingresos

tributarios, a partir de 1997, con prioridad al subsidio a la demanda de soluciones habitacionales de tipo popular.

2.7.4 Ley de Desarrollo Social

(Congreso de la República, Decreto No. 42- 2001)

ARTÍCULO 1. Objeto. La presente Ley tiene por objeto la creación de un marco jurídico que permita implementar los procedimientos legales y de políticas públicas para llevar a cabo la promoción, planificación, coordinación, ejecución, seguimiento y evaluación de las acciones gubernativas y del Estado, encaminadas al desarrollo de la persona humana en los aspectos social, familiar, humano y su entorno, con énfasis en los grupos de especial atención.

ARTÍCULO 16. Sectores de especial atención. Para efectos de la presente Ley, se consideran como grupos o sectores que merecen especial atención en la elaboración, ejecución, seguimiento y evaluación de la Política de Desarrollo Social y Población, a los siguientes:

1. Indígenas. Dentro de la Política de Desarrollo Social y Población se incluirán medidas y acciones que promuevan la plena participación de la población indígena en el desarrollo nacional y social, con pleno respeto y apoyo a su identidad y cultura.

2. Mujeres. La Política de Desarrollo Social y Población incluirá medidas y acciones destinadas a atender las necesidades y demandas de las mujeres en todo su ciclo de vida, y para lograr su desarrollo integral promoverá condiciones de equidad respecto al hombre, así como para erradicar y sancionar todo tipo de violencia, abuso y discriminación individual y colectiva contra las mujeres, observando los convenios y tratados internacionales ratificados por Guatemala.

3. Áreas precarias. Los Planes y Programas de Desarrollo Social y Población destinarán acciones y medidas específicas para atender a las áreas precarias. Para su ejecución, el Estado asignará los recursos humanos técnicos y financieros necesarios para lograr el desarrollo de las personas y las familias que forman parte de estas áreas.

4. Niñez y Adolescencia en situación de vulnerabilidad. Dentro de la Política de Desarrollo Social y Población se considerarán disposiciones y previsiones para crear y fomentar la prestación de servicios públicos y privados para dar atención adecuada y oportuna a la niñez y adolescencia en situación de vulnerabilidad y, de esta forma, promover su acceso al desarrollo social.

5. Personas adultas mayores. La Política de Desarrollo Social y Población considerará medidas especiales para incorporar al desarrollo y promover la salud y bienestar integral de los adultos mayores, protegiendo a la vejez.

6. Discapacitados. La Política de Desarrollo Social y Población considerará medidas especiales para incorporar al desarrollo y promover la salud y bienestar integral que proteja a estos grupos.

ARTÍCULO 22. Población, ambiente y recursos naturales. El Estado, por medio del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Economía, Ministerio de Trabajo y Previsión Social, y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, efectuará evaluaciones de impacto sobre el ambiente y estudios e investigaciones sobre los vínculos, efectos e impactos existentes entre la población y consumo, producción, ambiente y recursos naturales, que sirvan de orientación para realizar acciones dirigidas al desarrollo sostenible y sustentable.

ARTÍCULO 37. Población en riesgo. La Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia realizará estudios y diagnósticos actualizados sobre la dinámica y ubicación de la población en zonas de riesgos naturales, para que, en coordinación con las instituciones y dependencias involucradas en la materia, se consideren criterios demográficos y geofísicos para la definición de estrategias de prevención y atención a la población, con énfasis en la que habite en asentamientos precarios y vulnerables ante desastres.

2.7.5 Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural

(Congreso de la República, Decreto No. 11- 2002)

Artículo 1. Naturaleza. El sistema de Consejos de Desarrollo es el medio principal de participación de la población maya, xinca y garífuna y la no indígena, en la gestión pública para llevar a cabo el proceso de planificación democrática del desarrollo, tomando en cuenta principios de unidad nacional, multiétnica, pluricultural y multiplique de la nación guatemalteca.

Artículo 2. Principios. Los principios generales del Sistema de Consejos de Desarrollo son:

e) La conservación y el mantenimiento del equilibrio ambiental y el desarrollo humano, con base en las cosmovisiones de los pueblos maya, xinca y garífuna y de la población no indígena.

2.7.6 Ley de Vivienda

(Decreto Número 9 – 2012)

Artículo 2. Principios generales.

a) El derecho a una vivienda digna, adecuada saludable, como derecho humano fundamental, cuyo ejercicio el estado debe garantizar;

b) La solución del problema de la vivienda debe promoverse dentro de un marco de desarrollo integral y sostenible, es decir que involucre aspectos económicos, sociales, financieros, técnicos, jurídicos y ambientales;

c) Los programas y proyectos de vivienda que se impulsen, deben garantizar el desarrollo sostenible, económico y ambiental de los procesos de producción habitacional, sus servicios, equipamiento comunitario y el ordenamiento territorial con el propósito de preservar los recursos con visión futura.

Artículo 7. w) Vivienda digna, adecuada y saludable: Es aquella que funciona como espacio de refugio seguro y agente de salud para garantizar la apropiada calidad de vida a sus habitantes, protegiéndolos de la intemperie y cubriéndolo satisfactoriamente sus necesidades básicas que deberán contar como mínimo.

Artículo 38. Productividad en el sector vivienda. El ente rector fomentará la participación de los sectores público, social, y privado en esquemas de financiamiento dirigidos al desarrollo y aplicación de eco-técnicas y de nuevas tecnologías de vivienda y saneamiento, principalmente de bajo costo y alta productividad, que cumplan con parámetros de certificación y cumplan con los principios de vivienda digna y saludable. Así mismo, promoverá que las tecnologías sean acordes con los requerimientos sociales, regionales y a las características de la población, estableciendo mecanismos de investigación y experimentación tecnológicas, en coordinación con institutos de investigación y universidades nacionales y extranjeras.

Artículo 39. Promoción de materiales de bajo costo. El ente rector de la vivienda promoverá la celebración de acuerdos y convenios con productores de materiales básicos para la construcción de vivienda a precios preferenciales. Así mismo, promoverá a la celebración de convenios para el otorgamiento de asesoría y capacitación a los adquirentes de materiales para el uso adecuado de los productos sobre sistemas constructivos y prototipos arquitectónicos. El apoyo a programas de producción social de vivienda, particularmente aquellos de autoproducción, autoconstrucción y mejoramiento de vivienda para familias en situación de pobreza y pobreza extrema.

Artículo 40. Promoción de diversas formas productivas. El ente rector promoverá, en consenso con la sociedad civil y las municipalidades del país, con el apoyo de los centros de investigación y universidades, el uso de materiales y productos que contribuyan a evitar cualquier tipo de contaminación ambiental, así como aquellos que propicien ahorro de energía, uso eficiente del agua, un ambiente más confortable y saludable dentro de la vivienda, de acuerdo con las características climáticas de la región.

2.7.7 Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres

(Ley 109-96, Acuerdo Gubernativo No. 49-2012)

Artículo 3. Finalidades.

a) Establecer los mecanismos, procedimientos y normas que propicien la reducción de desastres, a través de la coordinación interinstitucional en todo el territorio Nacional;

f) Impulsar y coadyuvar al desarrollo de los estudios multidisciplinarios, científicos, técnicos y operativos sobre la amenaza, vulnerabilidad y riesgo para la reducción de los efectos de los desastres, con la participación de las Universidades, instituciones y personas de reconocido prestigio.

2.7.8 Memorándum de entendimiento entre el Gobierno de la República de Guatemala y el Gobierno de la República de China -Taiwán--

(Acuerdo ministerial 253-2014)

ARTÍCULO II. Finalidad del Proyecto. Fomentar e incentivar la producción, la transformación, la comercialización y la investigación técnica de la industria del bambú en Guatemala, aportando experiencias y conocimientos técnicos a las capacidades del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la República de Guatemala para planificar y ejecutar proyectos que promuevan la industrialización del bambú en Guatemala, aumentando el valor de dicha industria en el país. Dicho memorándum establece la donación consistente en cooperación no reembolsable de carácter técnico y financiera que la República de China (Taiwán) hace a través de su embajada con sede en la Ciudad de Guatemala. Este proyecto tiene una duración de cinco años, con la finalidad de apoyar y promover el aprovechamiento del bambú en nuestro país.

2.7.9 Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala

EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO APROBÓ EN SESIÓN CELEBRADA EL 30 DE JULIO DE 2014, PUNTO SEXTO, INCISO 6.2, ACTA 13-2014, POLÍTICA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, misma que en el inciso 5.2 Investigación, sub inciso 5.2.2, dice: Incorporar el componente ambiental, gestión de riesgo, recursos naturales, diversidad biológica y cultural, adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos; como eje transversal, en las investigaciones a todo nivel, incluyendo las tesis de grado y postgrado, así como la investigación básica y aplicada de las unidades académicas.



Imagen 19. Pérgola de bambú. Expomueble, Guatemala.
Fuente: Daniel Gálvez

Capítulo III - Bambú

3. Descripción

La palabra **bambú** fue introducida por el naturalista, botánico y zoólogo sueco Carl von Linné (1,707-1,778)³⁷ en 1753 en su obra *Species Plantarum*, considerada como el inicio oficial de la nomenclatura moderna en la biología.

Es una gramínea como el arroz, el maíz o la caña de azúcar, con la diferencia que la lignina de sus tejidos lo convierte en una estructura tan dura como la madera, pero más flexible y ligera, esto hace del bambú un material muy interesante en el sentido estructural; ha sido desde hace siglos una planta muy importante para el ser humano en su proceso de desarrollo, debido a su abundancia, su facilidad para trabajarlo y sus características para todo tipo de usos.

El bambú depende de la humedad y el sol, se encuentra principalmente en áreas climáticas tropicales y subtropicales, aunque algunas especies crecen en temperaturas más frías en las montañas. Únicamente está ausente en la Antártida y en Europa, donde se cultiva de forma muy limitada en invernaderos y jardines botánicos. El bambú es la planta de mayores dimensiones entre las herbáceas, existen más de 75 géneros y 1,575 especies, de las cuales un 65% son originarias de Asia sur-oriental, un 32% crecen en América Latina, y las restantes en África y Oceanía.³⁸

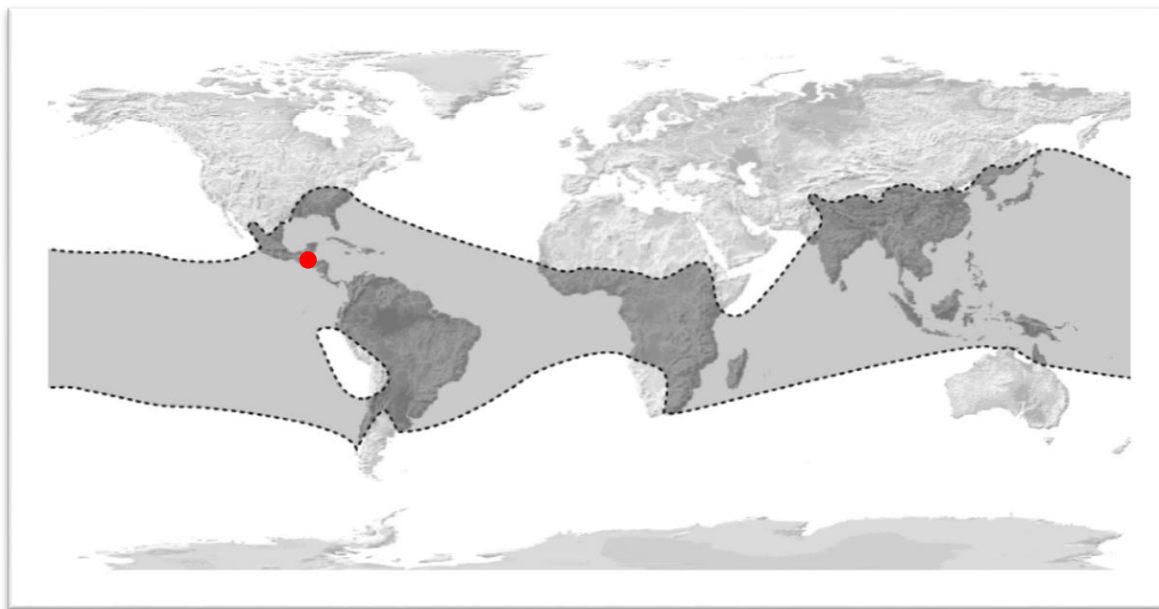


Imagen 20. Distribución mundial del bambú, Fuente: www.es.wikipedia.org , 1/6/2016, 11:35

● Guatemala

³⁷ Blunt Wilfrid, *El Naturalista, Vida, Obra y Viajes de Carl Von Linné*, España 1982, 272 páginas.

³⁸ <http://www.bamboo.org/BambooSourceList/index.php>. 3/8/2016 17:24

El bambú se divide en dos grandes tribus, los bambúes herbáceos (Olyrodae) y los bambúes leñosos (Bambusodae), estos últimos nos interesan como material estructural debido a sus características. Posee una estructura de ejes vegetativos segmentados por nudos sólidos, que crecen verticalmente. Algunos géneros importantes de bambúes leñosos son *Bambusa* (120 especies), *Chusquea* (100 especies), *Arundinaria* (50 especies), *Sasa* (50 especies), y *Phyllostachys* (45 especies).³⁹

En Guatemala tenemos 5 géneros y 17 especies, la mayoría son bambúes leñosos nativos, pertenecientes al género *Chusquea* y el resto a los géneros *Arthrostyidium*, *Guadua*, *Oatea* y *Rhipidocladum*.

Hasta el año 2016, se tienen también 10 especies de bambúes asiáticos: *Bambusa textilis*, *Dendrocalamus asper*, *Gigantochloa apus*, *Gigantochloa verticillata*, *Guadua angustifolia*, *Phyllostachys bambusoides* y *Phyllostachys aurea*, *Bambusa dolichoclada*, *Dendrocalamus latiflorus* y *Phyllostachys makinoii* hayata, las mismas que se cultivaron originalmente en Chocó, Colombia, La Máquina y Pantaleón.

En este documento, los datos proporcionados principalmente están relacionados con las especies *Guadua Angustifolia* y *Dendrocalamus Asper*, las más adecuadas para la construcción con bambú en nuestro país. Ambas se encuentran consideradas dentro de las 20 mejores especies de bambú del mundo y tienen una alta prioridad para el cultivo a gran escala, debido a su buena calidad y sus aplicaciones industriales.

La especie *Guadua angustifolia* se introdujo en Guatemala desde Panamá en 1,946 en los jardines experimentales del Instituto Agropecuario Nacional. La especie *Dendrocalamus Asper* fue introducida en los años 80, en la entrada del municipio de Santa Bárbara, departamento de Suchitepéquez. Ambas especies están presentes en mayor cantidad en los departamentos de Izabal, San Marcos, Escuintla, Retalhuleu y Suchitepéquez.⁴⁰

³⁹ MAGA, ICTA, TAIWÁN ICDF. Valdez David y Shiun Lin Shyh. Guía para la producción, manejo postcosecha y usos del bambú *Dendrocalamus Asper* (Schultes f), con énfasis en la construcción. Guatemala 2010, 33 páginas.

⁴⁰ www.bambu.gt, 23/05/2016, 16.40

3.1 Principales beneficios del bambú

- Es la planta de más rápido crecimiento del planeta, en 20 a 30 días alcanza su altura máxima según la especie, para luego engrosar sus paredes. En 1956 el japonés Nagaoka en Kyoto midió 121 cm/día en un ejemplar de *Phyllostachys edulis*.⁴¹
- Es un recurso natural sostenible debido a que el impacto ecológico es reducido comparado con otros materiales como la madera, el PVC, aluminio, acero, cemento, etc. Se utiliza para fabricar papel, medicinas y cosméticos, vestuario, mobiliario, joyería, artesanías y artículos de uso diario, biomasa -hasta 50 ton ha/año-, también materiales de construcción como piso, láminas y tableros prefabricados; en productos eco plásticos o biocombustibles.
- En lo ambiental, capta de 50-100% más CO₂ y produce 35% más oxígeno que las especies de árboles maderables.⁴² Puede utilizarse como barrera de viento. La morfología de sus rizomas -raíces- ayuda en la conservación de suelos, estabilización de laderas, evitando la erosión de los mismos. Solamente se planta una vez y se renueva así mismo.
- En lo social, aprovechado en auto construcción de viviendas y mobiliario en los lugares donde existe, evitando así altos costos de transporte. Su proceso de manufactura es simple, económico y duradero.
- Debido a sus propiedades físico-mecánicas es un material sismo-resistente adecuado para construcción; se puede combinar con otros materiales como madera, concreto, metal, etc. Sus tres características principales son: Flexible, liviano y duro. Debido a que su corteza tiene un alto contenido de silicio es resistente al fuego.

Tabla 2. Esfuerzos admisibles

| Flexión | Tracción paralela | Compresión paralela | Corte | Compresión perpendicular |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 50 kg/cm ² | 160 kg/cm ² | 130 kg/cm ² | 10 kg/cm ² | 13 kg/cm ² |

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica E.100 bambú. Perú.

- Anualmente la economía mundial del bambú se estima en 10,000 millones de dólares.⁴³

⁴¹ Bugallo Oscar. Desarrollo de la Comunidad de Hueytamalco Puebla México a través del Bambú como Material Industrial. México 2014. 142 páginas.

⁴² Red Internacional del bambú y el rotén. <http://inbar.blueway.com.ec/>. 2/8/2016, 11:35

⁴³ <https://es.wikipedia.org>

3.2 Guadua Angustifolia

3.2.1 Taxonomía

Tabla 3. Taxonomía Guadua Angustifolia

| | |
|------------|---------------------|
| Superreino | Eukaryota |
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Orden | Poales |
| Familia | Poacea |
| Subfamilia | Bambusoideae |
| Supertribu | Bambusodae |
| Tribu | Bambuseae |
| Subtribu | Guaduinae |
| Género | Guadua |
| Especie | Guadua Angustifolia |

Fuente: <https://es.wikipedia.org>, 1/6/2016, 11:37

Imagen 21. Guadua Angustifolia.
Al frente en color café, brote de bambú
con hojas caulinares completas.
Fuente: Daniel Gálvez



3.2.2 Descripción

Conocida popularmente como guadua o tacuara, es una familia botánica de la subfamilia de las gramíneas Bambusoideae, que tiene su hábitat en las selvas tropicales húmedas a orillas de los ríos. En América existe en Brasil, Ecuador, Venezuela, Perú, Venezuela, Colombia, Guyana, Surinam, México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica.⁴⁴

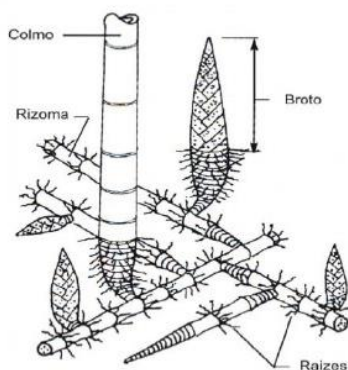
Estos bambúes llegan a tener entre 6-20 m de altura. Crece 15 a 20 metros en 120 días; su diámetro máximo es de 20 cm, se aprovecha entre 4 a 5 años de plantado; su altitud ideal es entre los 400 y 800 msnm; en suelos areno-limosos, arcillosos y profundos; con una precipitación superior a 1200 mm y una humedad relativa de al menos 80%.

3.2.3 Usos

⁴⁴ Red Internacional del bambú y el rotén. <http://inbar.blueway.com.ec/>. 2/6/2016, 11:35

Para construcción, protección de cuencas, riberas de ríos y quebradas; elaboración de muebles y de artesanías; fabricación de laminados, aglomerados, parquet, fijador temporal de dióxido de carbono. ⁴⁵

3.2.4 Rizoma leptomorfo



Se caracteriza por el crecimiento de forma longitudinal y extensiva de sus rizomas, cada nuevo brote causa que los bambúes crezcan aisladamente unos de otros, unidos por una red subterránea de raíces y rizomas que permiten su abundancia en la superficie y su fácil regeneración después del corte.

Imagen 22, Rizoma leptomorfo

Fuente: <http://www.scielo.org.mx>

1/6/2016, 11:45

Tabla 4. Síntesis Guadua Angustifolia

| | |
|---------------------------|-------------|
| Distancia de siembra -mt- | 8 x 8 |
| Altura -mt- | 10 – 25 |
| Diámetro máximo -cm- | 20 |
| Grosor de pared -cm- | 0.5 – 2.5 |
| Entrenudos cm- | 10 – 35 |
| Altitud de siembra -msnm- | 300 - 1500 |
| Altitud ideal -msnm- | 400 - 800 |
| Precipitación – mm- | 1500 - 2200 |

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guía básica para el cultivo de bambú en Guatemala.

⁴⁵ Red Internacional del bambú y el rotén. <http://inbar.blueway.com.ec/>. 2/6/2016, 11:57

3.2.5 Etápas de crecimiento



Guadua tierna

Edad de 1 -2 años, color verde oscuro, brillante, abundante tuna en los nudos, hojas caulinares abundantes en la base. Espesor de pared delgado, no recomendado para su uso en construcción.

Imagen 23., Guadua tierna, Fuente: Daniel Gálvez



Guadua madura

Edad de 4-5 años, color verde claro, cenizo, moderada aparición de líquenes (manchas blancas), pocas o sin ninguna hoja caulinar en la base. Esto bambúes son los únicos recomendados para construcción.

Imagen 24. Guadua madura, Fuente: Daniel Gálvez



Guadua sobre madura

Edad de 6 años en adelante, color verde claro, cenizo, abundantes líquenes y en ocasiones musgo, frágil, quebradizo desde el momento del corte, fibra de color amarillento. Estos bambúes no se recomienda para uso en construcción, ha perdido sus propiedades físicas y mecánicas.

Imagen 25. Guadua sobre madura. Fuente: Daniel Gálvez

3.3 Dendrocalamus Asper

3.3.1 Taxonomía

Tabla 5. Taxonomía Dendrocalamus Asper

| | |
|------------|---------------------|
| Reino | Plantae |
| Sin rango | Monocots |
| Sin rango | Commelinids |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Subfamilia | Bambusoideae |
| Supertribu | Bambusodae |
| Tribu | Bambuseae |
| Subtribu | Bambusinae |
| Género | Dendrocalamus |
| Especie | Dendrocalamus Asper |

Fuente: <https://es.wikipedia.org>, 1/6/2016, 11:49



Imagen 26. Dendrocalamus Asper
Fuente: Daniel Gálvez

3.3.2 Descripción

Es una especie de bambú gigante, que forma agrupamientos densos llamados macollas por ser su rizoma de tipo paquimorfo. Sus bambúes alcanzan una altura de 20-30 metros, de 8-20 cm de diámetro, tiene paredes relativamente gruesas 11-25 mm que se convierten en más delgada hacia la parte superior del tallo. Los entrenudos de 20-50 cm de largo, de color verde pálido y cubierto de pelos cortos de color marrón. ⁴⁶

Dendrocalamus asper se desarrolla mejor a 400-500 mt de altitud en zonas con precipitación media anual de alrededor de 2,400 mm. Se desarrolla bien en diferentes tipos de suelo, crece de mejor manera en suelos pesados bien drenados.

⁴⁶ Red Internacional del bambú y el rotén. <http://inbar.blueway.com.ec/>. 2/6/2016, 14:37

3.3.3 Usos

Se utiliza como material de construcción y madera estructural para la construcción pesada como casas y puentes. Este bambú también se utiliza para la fabricación de tableros laminados, muebles, instrumentos musicales, palillos, utensilios para el hogar y artesanías. Los brotes jóvenes son comestibles, dulces y de buen sabor se considera un delicioso vegetal.⁴⁷

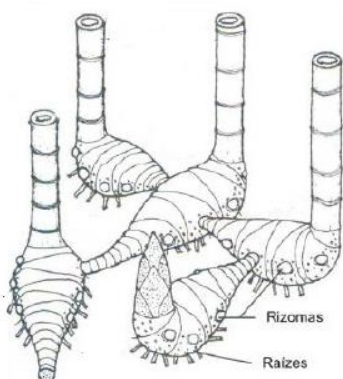


Imagen 27. Rizoma leptomorfo

Fuente: <http://www.scielo.org.mx>
1/6/2016, 11:55

3.3.4 Rizoma paquimorfo

Se caracteriza por concentrarse en un solo lugar todos los rizomas, se conoce como macollas al conjunto de bambúes. Entresacar bien para evitar dejar atrapadas en su interior bambúes maduros que no puedan extraerse. La distancia de siembra puede variar de módulos de 7 x 7 a 10 x 10 metros.

Tabla 6. Síntesis Dendrocalamus Asper

| | |
|---------------------------|-------------|
| Distancia de siembra -mt- | 10 x 10 |
| Altura -mt- | 20 - 30 |
| Diámetro máximo -cm- | 25 |
| Grosor de pared -cm- | 0.6 – 2 |
| Entrenudos cm- | 30 - 80 |
| Altitud de siembra -msnm- | 300 - 1500 |
| Altitud ideal -msnm- | 400 - 800 |
| Precipitación – mm- | 1500 - 2200 |

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guía básica para el cultivo de bambú en Guatemala.

⁴⁷ Red Internacional del bambú y el rotén. <http://inbar.blueway.com.ec/>. 2/6/2016, 15:40

3.3.5 Etápas de crecimiento



Asper tierno

Edad de 1 -2 años, color verde oscuro, mate, hojas caulinares abundantes en la base. Pelusa blanquisca en los primeros metros. Espesor de pared delgado, no recomendado para su uso en construcción.

Imagen 28. Asper tierno
Fuente: Daniel Gálvez



Asper maduro

Edad de 4-5 años, color verde claro, mate, ligera aparición de líquenes (manchas blancas), sin hoja caulinares. Abundante pelusa de color café en los primeros metros. Fibras de color blanco. Estos bambúes son los únicos recomendados para construcción.

Imagen 29. Asper maduro
Fuente: Daniel Gálvez



Asper sobre maduro

Edad de 6 años en adelante, color verde claro, mate, abundantes líquenes y en ocasiones musgo, frágil, quebradizo desde el momento del corte. Estos bambúes no se recomienda para uso en construcción, ha perdido sus propiedades físicas y mecánicas.

Imagen 30. Asper sobre maduro
Fuente: Daniel Gálvez

3.4 Fotosíntesis del bambú

La fotosíntesis es el proceso de elaboración de los alimentos por parte de las plantas, así logran crecer y desarrollarse, utilizan la clorofila y el dióxido de carbono (CO₂) para absorber la luz y transformarlo en oxígeno. Los bambúes son verdes porque presentan abundante clorofila, esto significa que los bambúes tienen una superficie fotosintética muy importante, esto aunado a sus hojas, constituyen un eficiente captador de CO₂. La razón por la cual el bambú crece tan rápido es debido a la velocidad con que realiza la fotosíntesis.⁴⁸

3.5 Selección en la plantación

Es una etapa importante del proceso, esto determina la calidad del material y del producto final. Previo a seleccionar, es importante tomar en cuenta que las macollas acumulan muchas hojas secas en su base, que pueden ser aprovechadas como madriguera por animales como serpientes, lagartijas y pequeños roedores. Tomar las precauciones del caso.

Criterios de selección:

- Escoger los más rectos, sin curvaturas o pandeos
- Escoger solamente los bambúes maduros
- Escoger los que se encuentren en buen estado, sin lastimaduras y/o perforaciones
- Escoger los que se ajusten a las especificaciones requeridas
- Escoger los que sean más fáciles de extraer de la macolla, iniciando por los bambúes exteriores
- Tener cuidado con los bambúes jóvenes o retoños

⁴⁸ Instituto de Arquitectura Tropical. Bambú el Milagro Vegetal. Costa Rica-Alemania 2011. 45 páginas.

3.6 Cosecha



También conocido como CORTE, es la etapa más importante en el proceso, debido a que guarda una estrecha relación ente la fecha de corte y el contenido de agua de los bambúes, esto en las siguientes etapas facilitará o complicará las mismas y el producto final tendrá características diferentes.

Imagen 31. Corte de bambú a ras del suelo. Fuente. Daniel Gálvez

Tabla 7. Edad de cosecha del bambú comparado con especies de árboles maderables

| Especie | Bambú | Eucalipto | Roble | Teca |
|---------------|-------|-----------|-------|------|
| Tiempo (años) | 5 | 15 | 20 | 40 |

Fuente: Daniel Gálvez

Criterios a considerar:

- Determinar con precisión la edad de los bambúes, teniendo en cuenta el uso y la producción de la especie. No deben de cosecharse los bambúes jóvenes ni los viejos, los primeros todavía no alcanzan su madurez y los segundos ya perdieron sus propiedades, presentan rajaduras y son quebradizos con facilidad. Se deben cortar los bambúes secos, los débiles y los enfermos, para permitir que se desarrollen los jóvenes.
- Los bambúes maduros, entre tres a cinco años, pierden su brillo y su coloración normal, aparece un color verde claro cenizo, con algunos líquenes de color blanco, generalmente han perdido sus hojas caulinares. No deben tener rizomas nuevos ni tallos en crecimiento. Para lograr que las macollas sean productivas y los bambúes fuertes, deben quedar por lo menos con un 25% de sus varas en pie.
- Los bambúes deben cortarse por encima del primer nudo del tallo, a nivel del suelo; se recomienda hacerlo anualmente después de los cuatro a cinco años de plantados, para mantener la actividad de la planta.

- Se recomienda realizar la cosecha en época de verano, en Guatemala entre los meses de noviembre a abril. porque no existen brotes que puedan dañarse, se reduce la aparición de insectos y enfermedades debido a una menor cantidad de almidón y agua entre sus fibras, facilita su transporte debido a un menor peso.
- El ciclo e intensidad de cosecha depende del tamaño de la plantación, puede variar de 1 a 4 años.
- El corte puede realizarse por medios manuales con serrucho cola de zorro, con hacha y/o machete bien afilados; por medios mecánicos con motosierra, teniendo siempre el cuidado de no dañar los bambúes jóvenes.



3.6.1 Fases lunares

Imagen 32. Fases lunares,
<http://www.socoruz.com>
1/6/2016, 11:57

En este documento de investigación se hace referencia específica a la

época de cosecha relacionada con las fases lunares. Se sabe de la importancia que tuvo desde la antigüedad para el ser humano en diferentes culturas, tanto en actividades agrícolas, en la pesca, los rituales, la mitología y también para establecer calendarios lunares para medir el tiempo. Hasta nuestros días los calendarios musulmán y judío todavía utilizan como base las fases lunares.

Las fases lunares son:

- Luna nueva o novilunio, generalmente es imposible verla a simple vista, el astro queda entre la tierra y el sol, es posible distinguirla cuando se presenta el eclipse total de sol.
- Cuarto creciente, se observa un círculo iluminado en la mitad exacta del círculo.
- Luna llena o plenilunio, se observa un círculo brillante completo, la tierra se ubica entre la luna y el sol.
- Cuarto menguante, se observa un círculo iluminado en la mitad exacta del círculo, del lado opuesto al visto en cuarto creciente, se puede observar en las primeras horas de la mañana.

La luna es el satélite natural de la tierra, completa una órbita alrededor de la tierra cada 27,3 días. El ciclo comprendido entre dos lunas nuevas se denomina mes lunar, el mismo que coincide con el período llamado lunación, que dura 29 días 12 horas 43 minutos y 12 segundos para completarse.

Se presenta a continuación una gráfica que puede servir de guía para la cosecha de bambú en Guatemala.

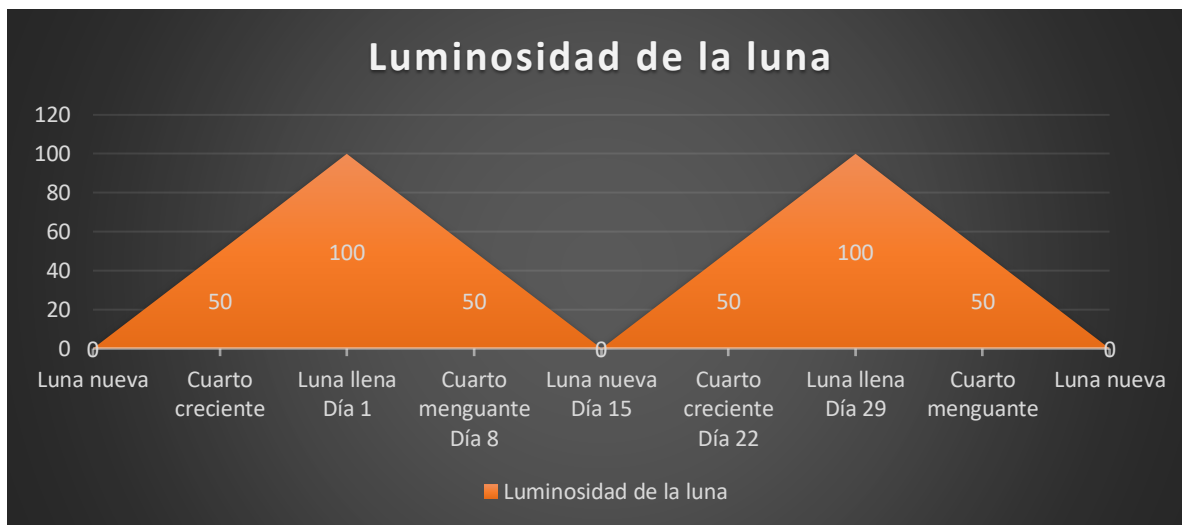


Imagen 33. Luminosidad de la luna, Fuente: Daniel Gálvez

Se toman dos lunaciones consecutivas para explicar de mejor manera el fenómeno natural. La luminosidad tiene relación directa con la cantidad de agua en el bambú, a mayor luminosidad mayor cantidad de agua, es decir, lo recomendado es realizar la cosecha cuando se tiene menor luminosidad porque se tiene menor cantidad de agua y almidones en los bambúes.

Para este ejemplo se considera un período de 29 días. En luna llena (día 1) el porcentaje de luminosidad es de 100%, en cuarto menguante (día 8) el porcentaje de luminosidad es del 50%, en luna nueva (día 15) el porcentaje de luminosidad es del 0%, en cuarto creciente (día 22) el porcentaje de luminosidad es del 50%, al llegar a la siguiente luna llena (día 29) el porcentaje de luminosidad es del 100%.

Los días recomendados para la cosecha del bambú son: 13, 14, 15, 16 y 17. Son los días de menor luminosidad, menor atracción lunar, los bambúes y las hojas tienen menor cantidad de agua y almidones, depositando los mismos en los rizomas y en el suelo. Físicamente puede observarse la dificultad al momento de realizar el corte por la dureza de los bambúes y el aserrín seco que se obtiene de los mismos.

3.7 Métodos de curado⁴⁹

El objetivo de este proceso es homogenizar la calidad de los bambúes, potenciar sus propiedades físicas y mecánicas, además de proteger contra el ataque de insectos xilófagos como el escarabajo del bambú *Dinoderus minutus* y los hongos, los bambúes se someten a un tratamiento natural para inmunizarlos inmediatamente después de haber sido cortados para expulsar la sabia y los almidones.

3.7.1 Curado en pie

Los tallos recién cortados se colocan verticalmente contra otros bambúes, aislados del contacto directo con el suelo con piedras por un lapso de cuatro a ocho semanas, durante este tiempo permanecen con ramas y hojas. Esto permite que el mismo bambú expulse agua y la savia de la planta, al mismo tiempo produce de sí misma un compuesto químico avinagrado que amarga el bambú alejando a los insectos; al final del proceso se cortan las ramas y las hojas, además con un peso menor se facilita el acarreo al lugar de secado y almacenamiento.



3.7.2 Curado por inmersión

Una vez cortados los bambúes se sumergen en agua, ya sea en un estanque o en un río, siendo ese último el más recomendado por ser agua en movimiento que permite lavar fácilmente la savia y los almidones que contienen los bambúes, este proceso se realiza durante un tiempo no mayor a cuatro semanas. Al final del proceso se sacan y trasladan al lugar de secado. Aun cuando se reduce considerablemente el ataque de insectos, el tallo se torna más liviano y quebradizo.

Imagen 34. Curado por inmersión, Fuente: Daniel Gálvez

⁴⁹ Hidalgo López Hidalgo. Manual de Construcción con bambú. Colombia 1981. 87 páginas.

3.7.3 Curado por calentamiento

Este tratamiento se realiza por lo general a campo abierto, en el fondo de una excavación de 30 a 40 centímetros de profundidad se colocan brazas de leña, los bambúes se colocan horizontalmente girándolas constantemente para que las llamas no los quemen. Este método también se emplea para enderezar cañas torcidas, es considerado muy efectivo; sin embargo, se debe tener cuidado con el calor excesivo, este puede provocar contracciones y este a su vez agrietamientos o rajaduras.



3.7.4 Curado por humo

Imagen 35. Curado por humo

Fuente: Daniel Gálvez

El proceso de bambú ahumado es un conocimiento ancestral. Los bambúes se colocan horizontalmente en el interior de un horno, se apilan separados unos de otros, por medio de leña o desechos de bambú se prende un fogón generando calor y aprovechando la humedad de los bambúes, por vaporización se produce un ácido piroleñoso (vinagre de bambú) que impregna las fibras de los bambúes, creando una barrera natural que no

permite la penetración de insectos y plagas, porque reduce el contenido de almidón de las células de parénquima por pirolisis (descomposición de la materia orgánica por calentamiento).

El proceso consiste en “cocinar” los bambúes durante dos semanas, 12 horas por día, a temperatura entre 80°C- 120°C, exteriormente quedan cubiertos de hollín, para limpiarlos se utiliza soda mineral. Es un método adecuado para dar un color uniforme en aquellas especies que permiten aprovechar la belleza de su cáscara como *Phyllostachys Aurea* y *Phyllostachys Pubescens*.

3.7.5 Curado con alcohol etílico

Colocando horizontalmente los bambúes en una solución alcohólica, se sumergen por varios días. Este tratamiento se hace por lo general a campo abierto. Este método también se emplea para enderezar bambúes torcidos. Debido al alto costo del alcohol etílico, este método es poco utilizado y ha sido sustituido por otros más económicos.

3.7.6 Curado con agua de mar

Consiste en aprovechar el agua de mar en los lugares donde se encuentre disponible, es uno de los métodos más utilizados debido a su bajo costo. Los bambúes se saturan de sodio, el cloro desprendido baja el pH (alcalinidad), de esta manera es difícil penetrar para los insectos xilófagos, los cuales mueren por alta acidez.

3.8 Preservantes óleos solubles

Son soluciones de creosota y petróleo como por ejemplo la creosota alquitranada, que es un aceite de color oscuro, altamente toxico para los insectos y microorganismos destructores del bambú, es de fácil aplicación, tiene olor desagradable y es inflamable.

3.9 Preservantes hidrosolubles

Son sales disueltas en agua teniendo como ingredientes activos el cloruro de Sodio, ácido bórico, sulfato de cobre y dicromato de potasio. Así también el Cromato de cobre ácido, es una mezcla en proporción 1:1 de sulfato de cobre y bicromato de potasio, dando una buena protección contra hongos e insectos, de esta forma los bambúes pueden usarse en contacto con el suelo y el agua.

3.9.1 Preservantes hidrosolubles más utilizados

La durabilidad del bambú tratada con los agentes químicos puede alcanzar los 80 años, según sus condiciones de uso. Debido a su capacidad de fijación, a la facilidad de aplicación y a su efectividad, los productos químicos de mayor uso son:

- Pentaclorofenato de sodio (C6Cl5ONa)
- Pentaclorofenato de cobre (C6Cl5O)2 Cu
- Bicloruro de mercurio (HgCl2)
- Arseniato de cobre amoniacal (CuO y As2O5)
- Sulfato de cobre (Cu SO4)
- Cromato de cobre ácido
- Cloruro de zinc cromatado
- Arseniato de cobre cromatado (Oxidos CCA)

3.10 Métodos de preservación⁵⁰

En la aplicación de estos métodos se utilizan productos químicos insecticidas y fungicidas (preservantes hidrosolubles), muchos de ellos son dañinos para la salud humana y el medio ambiente, se recomienda precaución en la manipulación y almacenaje de los mismos. Se consideran sustancias tóxicas a aquellas que tienen la capacidad de producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedad grave o en casos extremos la muerte cuando se ingiere, inhala o absorbe a través de la piel.

Como prevención se recomienda evitar ingerir, el contacto directo con la piel y la inhalación de sus vapores, utilizar siempre protección personal como guantes, lentes de seguridad, mascarilla y trabajar en un ambiente bien ventilado. En términos generales se deben lavar las manos frecuentemente. Es importante seguir las instrucciones de seguridad del fabricante.

Existen dos tipos de preservantes dependiendo del medio de disolución en el tratamiento de los bambúes: Los preservantes aceites solubles y los preservantes hidrosolubles

3.10.1 Método por transpiración

Este método es similar al curado en pie, luego de cortados los bambúes y escurrida la savia por el extremo inferior, se procede a colocar el tallo en un recipiente que contiene la solución, la misma es absorbida hacia arriba por la transpiración de las hojas.

⁵⁰ Hidalgo López Hidalgo. Manual de Construcción con bambú. Colombia 1981. 87 páginas.



3.10.2 Método Boucherie

Imagen 36. Método Boucherie.

Fuente: www.bambucoop.wixsite.com

1/6/2016, 12:01

Para este método se requieren los bambúes en estado verde, en posición vertical de preferencia. Se utiliza un sistema de ductos, donde el preservante se transfiere por gravedad desde un recipiente elevado. El principio básico es sustituir la savia por el producto químico seleccionado, el segundo

empuja hacia fuera a la primera; según el tipo de solución química se logra una mayor adherencia y mejores resultados, el excedente puede recolectarse en el extremo de salida del bambú para ser filtrada y reutilizada. Se recomienda que el secado se realice lentamente para asegurar la penetración de la solución en el tejido fino.

3.10.3 Método Boucherie modificado

La diferencia con el método anterior consiste en utilizar una bomba de aire o eléctrica para generar presión neumática y acelerar el proceso de preservación, reduce el tiempo del tratamiento a unos pocos minutos. Con la aplicación de este método es posible colocar los bambúes de forma horizontal, facilitando su manipulación vertical de las cañas.

3.10.4 Método de lavado con cal

Se aplica un baño con cal apagada, según el caso puede contribuir en un sentido estético, además previene la humedad. Cuando se utiliza en esterillas de bambú, se puede aplicar alquitrán y una capa de arena, luego hasta cuatro capas de lechada de cal. Se recomienda tener mucho cuidado evitando el contacto con la piel y los ojos.

3.10.5 Método de tanque abierto en frío

Los bambúes se colocan horizontalmente dentro de un tanque con preservativos por un tiempo sea este entre 48 a 120 horas. Si se tratan tableros de esterilla, estos deben permanecer horizontalmente en el preservativo por lo menos 24 horas, Si no se dispone de tanques, en su lugar puede hacerse una excavación y recubrirse con un plástico grueso.

Es un método simple y económico, eficiente en su protección. Se sumergen los bambúes en el preservante por un período de varios días, el bambú absorbe a través de los extremos y de los tabiques perforados previamente. Al ser impermeable la cáscara del bambú, es más fácil el tratamiento de elementos seccionados que con el bambú completo.

3.10.6 Método de tanque abierto en frío y caliente

Se sumergen los bambúes en un tanque con el preservante seleccionado, se calienta con fuego directo, la temperatura del preservante se eleva hasta no más de 60°C, por un tiempo de 30 minutos, luego se deja enfriar. Otra forma es precalentar los bambúes agua caliente para luego transferirlo al tanque que contiene el preservativo frío. Para tener un tratamiento eficaz, se debe perforar el diafragma proporcionando el acceso interrumpido a través de la caña. Luego un secado lento permite terminar el proceso permitiendo la difusión adicional del preservativo.

3.10.7 Método en autoclave

Este proceso fue patentado por John Bethell en Inglaterra, en 1838, con este sistema se alcanza la máxima impregnación del producto protector en todo el interior de los bambúes, debido a sus tres fases: Vacío inicial, presión (Impregnación) y vacío final.

Fases de la operación:

- Colocación: Se introduce el bambú en el cilindro, debidamente apilados en la vagoneta.
- Vacío inicial: Se aplica con una bomba de vacío, una presión de 600mmHg por 30-60 minutos.
- Ingreso del preservante: Es introducido en el cilindro con el vacío del interior con una bomba de transferencia.
- Presión: La bomba de presión genera una presión de 12 Kg/cm² durante 3 a 4 horas, dependiendo de la permeabilidad del bambú.
- Vacío final: Se descarga el preservante por un cambio de presión.



Imagen 37. Cilindro de autoclave
Fuente: <http://www.mfrural.com.br>
1/6/2016, 12:06

ÓXIDOS CCA

También llamados arseniato de cobre cromatado, pueden ser impregnados en los bambúes en varias formulaciones, cada uno conteniendo diferentes porcentajes de cobre, cromo y arsénico. Tiene una alta eficiencia debido a que el cromo provoca grandes precipitaciones de cobre y arsénico, son tóxicos para insectos xilófagos

3.11 Secado⁵¹

Regularmente el secado de los bambúes requiere más tiempo que la madera de densidad similar, esto porque el bambú posee materiales higroscópicos (compuestos que absorben fácilmente la humedad), que puede contener 50-60% de contenido de humedad, dependiendo de la temporada de cosecha, área de crecimiento y las especies. Cuando el bambú se seca se contrae, se inicia desde el momento en que el bambú se corta y puede reducir su diámetro de un 10% a 16%, y su espesor de pared con 15% a 17%.

Los bambúes verdes no deben utilizarse en la construcción, están sujetos a la contracción, las articulaciones y las uniones pueden aflojar después de unas pocas semanas, además los bambúes verdes son más atractivos para los insectos y microorganismos, que los bambúes secos.

Los tipos de secado más utilizados son: Secado natural o en sombra, Secado al aire libre, Secado por transpiración, Secado en horno.

3.11.1 Secado por transpiración

Este método es el mismo de curado en pie, bastante utilizado por los campesinos o comunidades indígenas. Cuando los bambúes recién cortados se colocan en una piedra para evitar el contacto del suelo) en posición vertical, recostados contra otros bambúes, con ramas y hojas unidas por 30-60 días, es así como las fibras longitudinales ayudan para

⁵¹ Hidalgo López Hidalgo. Manual de Construcción con bambú. Colombia 1981. 87 páginas.

que los bambúes pierdan su humedad y los almidones progresivamente, las hojas cumplen el proceso de transpiración. Luego pueden trasladarse a un lugar techado para su almacenamiento.



3.11.2 Secado en sombra

Es el método más utilizado para secar bambú con fines comerciales. Una vez que los bambúes se cosechan y luego de concluir su tratamiento, todos deben ser apilados y almacenados bajo techo, puede ser de forma vertical (mejores resultados) y horizontal. Se recomienda que el secado sea lento para reducir paulatinamente el porcentaje de humedad hasta llegar a un 15%, esto según la especie puede tomar de 8 a 24 semanas. De esta manera se evitan contracciones bruscas y por consiguiente se evitan rajaduras.

Imagen 38. Secado en sombra,
Fuente: Daniel Gálvez

Criterios importantes a considerar:

- Es importante evitar que los bambúes estén en contacto directo con el suelo, para evitar que los insectos, los hongos y la humedad afecten el proceso.
- Se recomienda que solamente sean secados los bambúes maduros (más de 3 años).
- Revise los bambúes, si encuentra infectados, retírelos del área de almacenamiento.
- Evitar los cambios rápidos en el contenido de humedad, cuando el secado de bambú se realiza directamente al sol durante un tiempo prolongado, puede causar rajaduras en las cañas de bambú.
- Proporcionar una buena ventilación (circulación de aire).
- Se recomienda el almacenaje vertical, da un secado más rápido y reduce el ataque de hongos.
- Cuando la cantidad de bambúes es grande, se recomienda el apilado horizontal, debe hacerse sobre plataformas elevadas. Se recomienda utilizar separadores entre cada fila para una mejor circulación del aire. Tomar en cuenta que los bambúes en la parte inferior pueden agrietarse o doblarse debido al peso, por lo tanto, se recomienda pilas no demasiado altas.

- Para un secado uniforme, los bambúes deben girarse 180 grados sobre su circunferencia, cada 15 días.
- Este tipo de secado, puede tener un tiempo entre 8 y 24 semanas, depende de los siguientes factores: El contenido inicial de humedad del bambú, el espesor de la pared del bambú, la humedad relativa del ambiente, la cantidad de radiación solar, la época de secado, verano o invierno y la velocidad del aire circundante.



3.11.3 Secado al aire libre

Imagen 39. Secado al aire libre

Fuente: Daniel Gálvez

Este tipo de secado se puede utilizar en diferentes momentos del proceso, como cuando se dejan escurrir los bambúes luego del tratamiento o en los primeros días para acelerar el proceso de secado

previo al tratamiento, al perder su color verdoso se recomienda que se trasladen a la sombra para concluir el proceso. No es recomendable hacerlo permanentemente debido a que los bambúes pueden presentar rajaduras.



3.11.4 Secado en horno

Imagen 40. Horno industrial

www.proyctofrisoalmagro.blogspot.com 1/6/2016, 12:16

Con este método se acelera el proceso de secado, reduciendo el tiempo a dos o tres semanas, es necesario que se realice adecuadamente para evitar contracciones debido a las fuerzas radiales y tangenciales

del bambú y estas a su vez provoquen grietas o rajaduras. Los resultados dependen de la época de corte, la especie de bambú seleccionada y el lugar de procedencia. Este método representa un costo más elevado en su aplicación, debido al uso de energía eléctrica o combustibles fósiles.

3.12 Esterilla

La esterilla es un elemento que se obtiene del bambú por medio de un procedimiento manual que consiste en rajar con un hacha la caña de bambú en el sentido longitudinal, se realiza un movimiento giratorio hasta recorrer el perímetro completo, la última raja se hace con profundidad para lograr que se abra la caña, en ese momento deja su forma cilíndrica y se convierte en esterilla, las rajas quedan unidas entre sí.

Posteriormente con machete se eliminan todas las protuberancias de los nudos con la finalidad de “aplanar” el bambú y poder utilizar la superficie resultante en el cerramiento de muros o como cielo falso en techos. De esta manera es posible aprovechar la cara de la cáscara como módulo decorativo y como superficie de apoyo al mismo tiempo. Las esterillas se pueden instalar por medios manuales o mecánicos, aprovechando su color natural o aplicando algún acabado o tinte si fuera necesario.



Imágenes 41 y 42. Elaboración de esterilla. Fuente: Daniel Gálvez



Imagen 43. Fachada de bambú, Guatemala.
Fuente: Daniel Gálvez

Capítulo IV – Marco Contextual

4. Marco contextual

4.1 Guatemala



Guatemala

Imagen 44. Localización de Guatemala

Fuente: <http://es.althistory.wikia.com/wiki/Guatemala>

Su extensión territorial es de 108,889 kilómetros cuadrados. En el año se presentan dos estaciones climáticas, invierno y verano. Su topografía diversa, existen variaciones importantes de temperatura que van desde templado, a lo cálido o muy frío. La división político-administrativa comprende 8 regiones, 22 departamentos y 340 municipios.

Para el año 2015 la proyección poblacional se estimó en 15,920,077 habitantes, con una tasa de crecimiento del 2.1%, de cuales el 49% son hombres y el 51% mujeres. El 66.5% de la población tiene menos de 30 años. Población urbana 48.5% y población rural 51.5%.⁵³

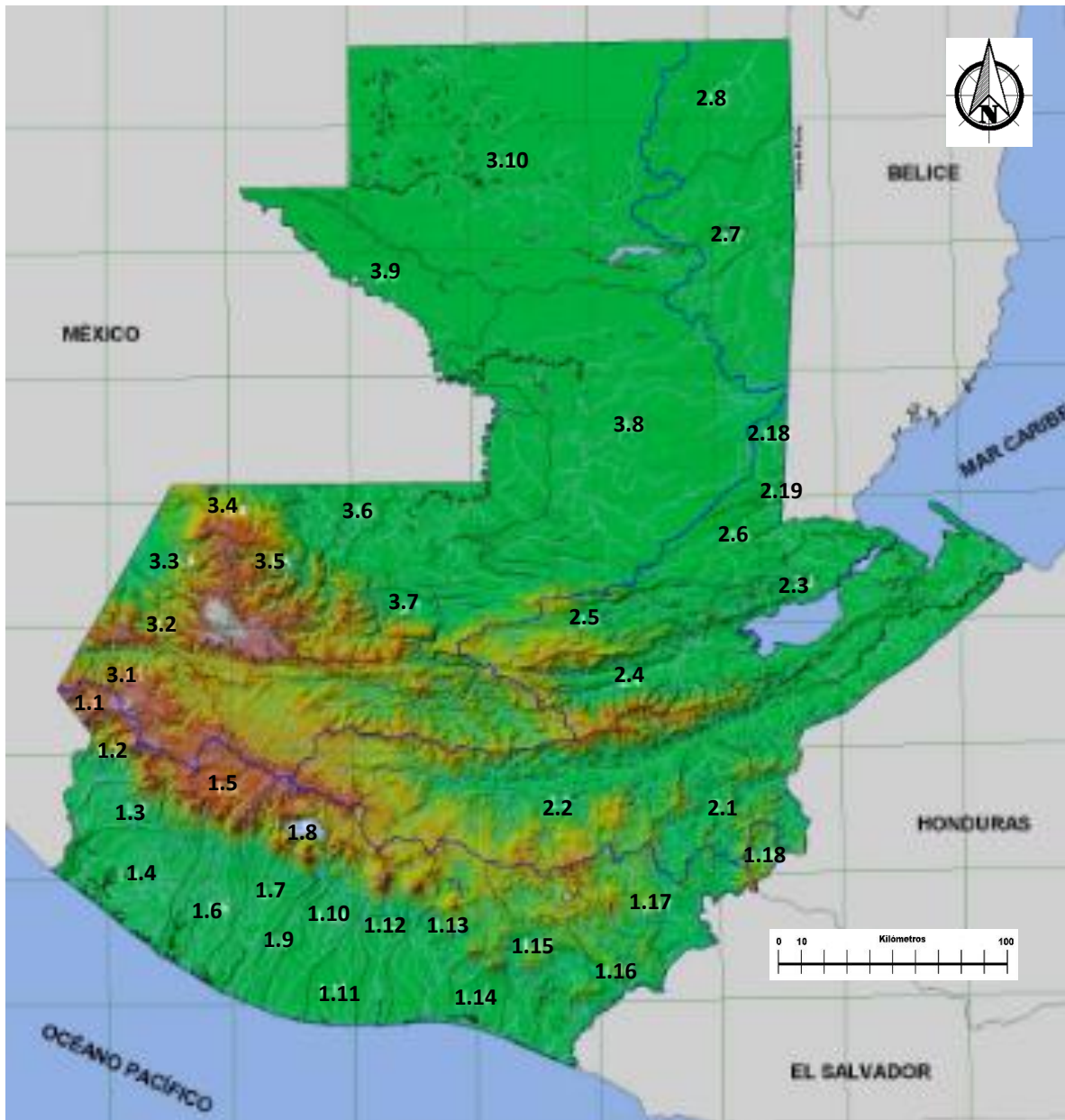
Se considera que a nivel nacional la pobreza extrema afecta al 13.33% de la población y el 40.38% vive en condiciones de pobreza.

La esperanza de vida al nacer para el año 2012 para Guatemala, en hombres 68 años y en mujeres 75 años.⁵⁴

⁵² INE, IV Censo Nacional Agropecuario, Características Generales de las Fincas Censales y de Productoras y de Productores Agropecuarios, TOMO I, Guatemala enero 2004.

⁵³ INE, República de Guatemala: Estadísticas Demográficas y Vitales 2014, 96 páginas.

⁵⁴ Organización Mundial de la Salud -OMS-, Estadísticas Sanitarias Mundiales 2014, 178 páginas.



| | | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 1.1 Río Coatán | 1.11 Río Acomé | 2.1 Río Grande de Zacapa | 3.1 Río Cuilco |
| 1.2 Río Suchiate | 1.12 Río Achiguate | 2.2 Río Motagua | 3.2 Río Selegua |
| 1.3 Río Naranjo | 1.13 Río María Linda | 2.3 Lago de Izabal | 3.3 Río Nentón |
| 1.4 Río Ocosito | 1.14 Río Paso Hondo | 2.4 Río Polochic | 3.4 Pojóm |
| 1.5 Río Samalá | 1.15 Río Los Esclavos | 2.5 Río Cahabón | 3.5 Río Ixcán |
| 1.6 Río Isis-Icán | 1.16 Río Paz | 2.6 Río Sarstún | 3.6 Xaclbal |
| 1.7 Río Nahualate | 1.17 Río Ostúa Güija | 2.7 Río Mopán Belice | 3.7 Río Salinas |
| 1.8 Lago de Atitlán | 1.18 Río Olopa | 2.8 Río Hondo | 3.8 Río La Pasión |
| 1.9 Río Maddre Vieja | | 2.18 Río Moho | 3.9 Río Usumacinta |
| 1.10 Río Coyolate | | 2.19 Río Temash | 3.10 Río San Pedro |

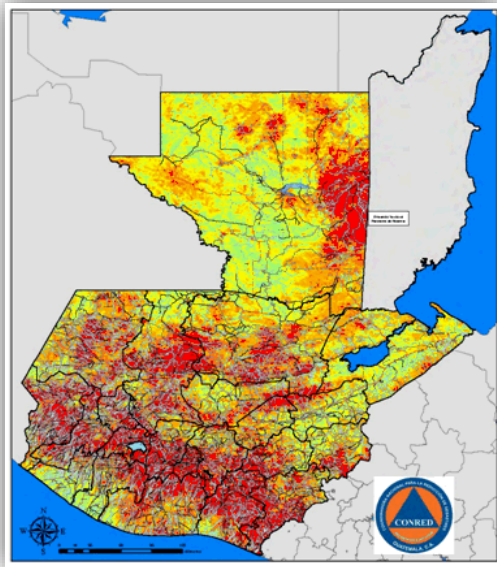
Imagen 45. Cuencas Hidrográficas de la República de Guatemala
Fuente: MAGA. Laboratorio de Información Geográfica

Una vertiente se caracteriza por que todos los ríos desembocan en un mismo mar, Guatemala posee tres vertientes naturales; las cuales desfogan en el golfo de México, el golfo de Honduras y la vertiente del Pacífico.

La Vertiente del Pacífico – San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Sololá, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa, Jutiapa-, la Vertiente del Caribe – Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, El Progreso, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, Izabal y una parte de Petén- y la Vertiente del Golfo de México - Huehuetenango, Totonicapán, Quiché, Alta y Baja Verapaz y una parte de Petén-.

Las cuales se encuentran definidas de la siguiente manera: 38 cuencas fluviales, 194 cuerpos de agua continentales divididos en: 7 lagos, 49 lagunas, 109 lagunetas, 19 lagunas costeras, 3 lagunas temporales y 7 embalses, distribuidos en 18 de los 22 departamentos del país y que abarcan una superficie de 1067 km².⁵⁵

En la costa sur, la precipitación media anual es de 2200 mm. Las pendientes son fuertes en las partes altas de las cuencas, entre el 10% y el 20% cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, creando grandes zonas susceptibles a inundación.



El 68% del país presenta susceptibilidad muy alta y alta a derrumbes, deslizamientos e inundaciones.⁵⁶

En el mapa se observa en color rojo los lugares de mayor susceptibilidad de deslizamientos, derrumbes e inundaciones en 16 de los 22 departamentos, siendo ellos: San Marcos, Quetzaltenango, Huehuetenango, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Quiché, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Guatemala, Santa Rosa, Escuintla, Jutiapa, Jalapa, Alta Verapaz y Petén. En dichos departamentos se monitorean los ríos ante el incremento de los afluentes.

 Indica grado de susceptibilidad

Imagen 46. Mayor susceptibilidad a deslizamientos, derrumbes e inundaciones

Fuente: CONRED

⁵⁵ SEGEPLAN. Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala. Guatemala 2006. 104 páginas.

⁵⁶ CONRED, Boletín informativo No. 4032

4.1 Suchitepéquez

4.1.1 Aspectos generales

El departamento de Suchitepéquez⁵⁷ se ubica en la Región VI de la República de Guatemala, en la latitud 14.478611 y longitud -91.485. Tiene una superficie aproximada de 2,510 km² y su cabecera departamental es Mazatenango, se ubica aproximadamente a 371 metros sobre el nivel del mar. Colinda al Norte con los departamentos de Quezaltenango, Sololá y Chimaltenango; al Este con Escuintla; al Sur con el océano Pacífico y al Oeste con Retalhuleu.

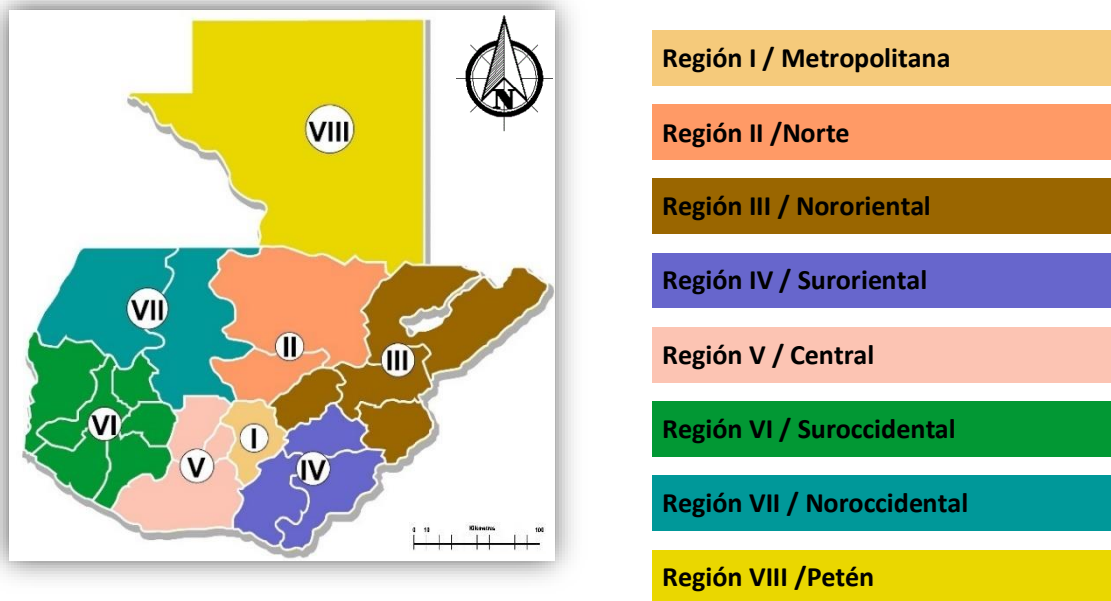


Imagen 47. División político-administrativa regional

Fuente: <http://ww2.oj.gob.gt>

Región I, Metropolitana, Guatemala; Región II, Norte, Baja Verapaz y Alta Verapaz; Región III, Nororiental, El Progreso, Izabal, Zacapa, y Chiquimula; Región IV, Suroriental, Santa Rosa, Jalapa y Jutiapa; Región V, Central, Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla; Región VI, Sololá, Totonicapán, Quezaltenango, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos; Región VII, Huehuetenango y Quiché; Región VIII, Petén.⁵⁸

Entre las carreteras principales, además de las rutas nacionales, está la Internacional del Pacífico CA-2. Cuenta también con carreteras departamentales, caminos, roderas y veredas que unen a la cabecera con sus poblados y propiedades rurales. La vía férrea atraviesa el municipio.

⁵⁷ Gall Francis, Diccionario Geográfico Nacional, Tipografía Nacional, segunda edición, Guatemala 1976

⁵⁸ INE, IV Censo Nacional Agropecuario, Características Generales de las Fincas Censales y de Productoras y de Productores Agropecuarios, TOMO I, Guatemala enero 2004.




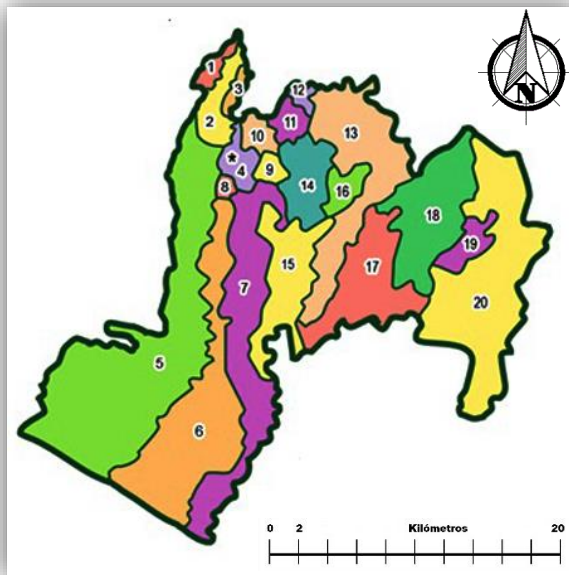
En la parte Sur del departamento de Suchitepéquez, la morfología se caracteriza por presentar pendientes no mayores al 1%, lo que facilita el trabajo en los cultivos del lugar. Su territorio es irrigado por ríos caudalosos como: Sis, Nahualate, Iacán, Samalá, Nimá, Madre Vieja y Coyolate.

Por sus corrientes se puede apreciar la riqueza de este departamento debido a los beneficios geográficos que posee y que aprovecha en los diversos cultivos; Suchitepéquez ocupa un puesto importante debido a sus numerosas características hidrográficas.

Imagen 48. Localización del departamento de Suchitepéquez

Fuente: <https://es.wikipedia.org>

 Suchitepéquez



Sus municipios son:

- 1.- Pueblo Nuevo,
- 2.- San Francisco Zapotitlán,
- 3.- Zunilito,
- 4.- Mazatenango,
- 5.- Cuyotenango,
- 6.- San Lorenzo,
- 7.- Santo Domingo Suchitepéquez,
- 8.- San Gabriel,
- 9.- San Bernardino,
- 10.- Samayac,
- 11.- San Pablo Jocopilas,
- 12.- Santo Tomás La Unión,
- 13.- Chicacao,
- 14.- San Antonio Suchitepéquez,
- 15.- San José El Ídolo,
- 16.- San Miguel Panán,
- 17.- Río Bravo,
- 18.- Santa Bárbara,
- 19.- San Juan Batista,
- 20.- Patulul.

Imagen 49. Municipios de Suchitepéquez

Fuente: <http://mineco.gob.gt>

La fiesta titular de Suchitepéquez⁵⁹ se celebra en su cabecera, la fecha es variable según la cuaresma católica, debido a que la festividad de esta ciudad es el Carnaval de Mazatenango. Los nativos de este departamento generalmente hablan los idiomas quiché y español. Su economía se basa principalmente en la producción agropecuaria, los cultivos principales son: tabaco, café, hule, cacao, granos básicos, caña de azúcar, algodón de calidad superior, maíz, frijol, ajo, yuca, camote, legumbres, raíces alimenticias y medicinales.

Este departamento posee atractivos naturales que invitan a los turistas nacionales y extranjeros a admirar sus bellezas, como el Lago Mocá, Lago Tinen, La Caída de agua Río Chita, Gruta de Agua Caliente, Playa de Churirín, Tulate, etc. Además, posee centros arqueológicos como El Sambo, San Pablo Jocopilas, Ruinas de Chicolá y Pozo de la Virgen; ha sido también declarado Centro Histórico el museo particular del señor Callo Jerez Cordero.

Tabla 8. Población a nivel municipal, 2013

| Municipio | Población |
|-----------------------------|-----------|
| Mazatenango | 94,054 |
| Cuyotenango | 53,187 |
| San Francisco Zapotitlán | 19,487 |
| San Bernardino | 19,018 |
| San José el Ídolo | 9,285 |
| Santo Domingo Suchitepéquez | 36,081 |
| San Lorenzo | 12,350 |
| Samayac 21,677 | 21,677 |
| San Pablo Jocopilas | 20,031 |
| San Antonio Suchitepéquez | 50,279 |
| San Miguel Panán | 8,506 |
| San Gabriel | 5,938 |
| Chicacao | 51,656 |
| Patulul | 41,655 |
| Santa Bárbara | 23,812 |
| San Juan Bautista | 10,187 |
| Santo Tomás La Unión | 12,211 |
| Zunilito | 7,711 |
| Pueblo Nuevo | 11,228 |
| Río Bravo | 20,743 |

INE. Caracterización departamental 2013. Guatemala 2014. 78 páginas.

⁵⁹ FUNDAZUCAR, Dirección de Desarrollo Municipal Urbano y Rural -DEMUR-, Programa de Desarrollo Municipal Participativo -DMP-. Plan de desarrollo municipal integral 2010-2022 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 77 páginas.

4.1.2 Aspectos climáticos

Los vientos dominantes o brisas de tierra provienen de los vientos alisios con dirección Noreste-Suroeste en el 80% del año, las brisas de mar inciden en el territorio de la Costa Sur en el 20% en dirección Suroeste-Noreste.

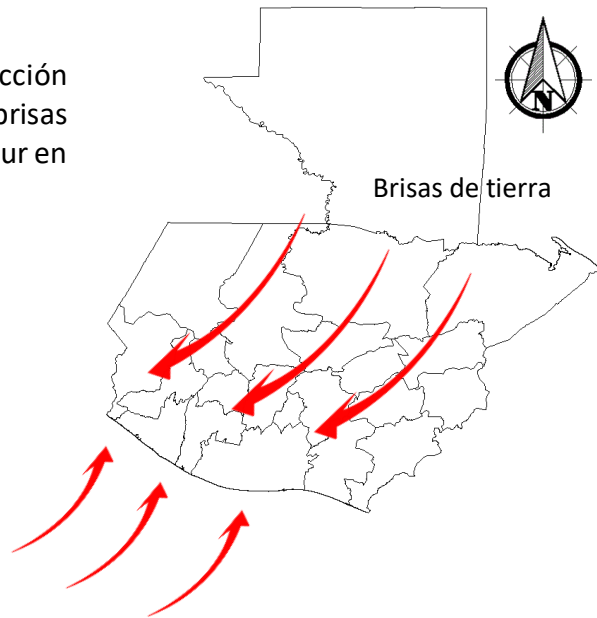
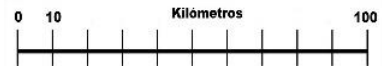


Imagen 50. Vientos dominantes
Fuente: INSIVUMEH. Atlas climático

El departamento de Suchitepéquez presenta según la clasificación Holdridge varias zonas de vida, mismas que se aprecian en la siguiente imagen.



Imagen 51. Mapa de zonas de vida de Holdridge
Fuente: MAGA. Laboratorio de información geográfica



- Bosque muy húmedo Subtropical Cálido
- Bosque húmedo subtropical cálido
- Bosque seco subtropical

Tabla 9. Zonas de vida en el departamento de Suchitepéquez

| Zonas de vida | Km2 | Vegetación / Especies indicadoras |
|--------------------------------------|-------|---|
| Bosque muy húmedo subtropical cálido | 40.70 | <p>Zona Sur: Scheelea preussii, Terminalia oblonga, Enterolobium cyclocarpum, Sickingia salvadorensis, Triplaris melaenodendrum, Cybistax donnell-smithii, Andira inermis.</p> <p>Zona Norte: Attalea cohune, Terminalia amazonia, Brosimum alicastrum, Lonchocarpus spp., Virola spp., Cecropia pentandra, Vochysia guatemalensis, Pinus caribaea.</p> |
| Bosque húmedo subtropical cálido | 27.00 | <p>Zona Sur: Sterculia apetala, Platymiscium dimorphandrum, Maclura tinctoria, Cordia alliodora.</p> <p>Zona Norte: Byrsonima crassifolia, Curatella americana, Xylopia frutescens, Metopium brownei, Quercus oleoides, Sabal morisiana, Manilkara zapota, Pseudobombax ellipticum, Pimenta dioica, Aspidosperma megalocarpon, Alseis yucatecensis.</p> |
| Bosque seco subtropical | 3.96 | Cochlospermum vitifolium, Swietenia humilis, Alvaradoa amorphoides, Sabal mexicana, Phyllocarpus septentrionalis, Ceiba aesculifolia, Albizia caribaea, Rhizophora mangle, Avicennia nitida, Leucaena guatemalensis. |

Fuente: Melgar William, Estado de la Diversidad Biológica de los Árboles y Bosques de Guatemala

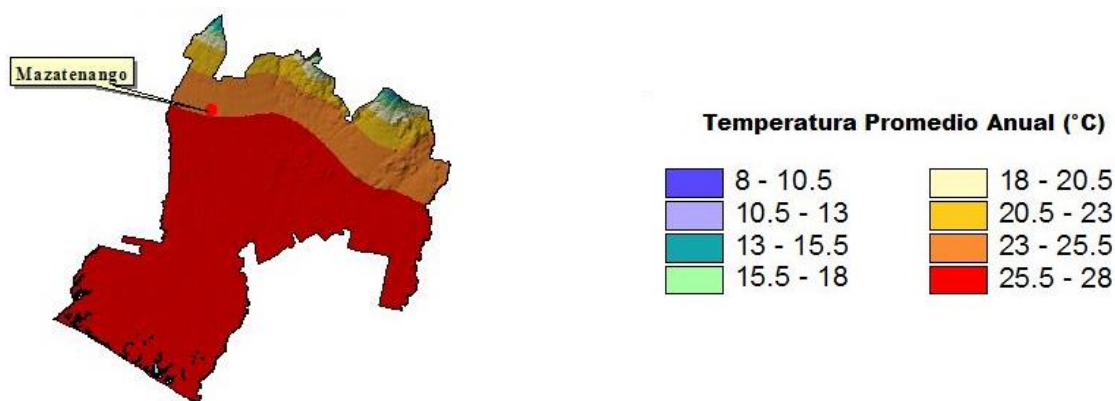


Imagen 52. Temperatura promedio anual Suchitepéquez
Fuente: MAGA. Laboratorio de Información Geográfica

Tabla 10. Temperaturas máximas y mínimas registradas en Suchitepéquez, período 2009-2013

| Temperatura | Año 2009 | Año 2010 | Año 2011 | Año 2012 | Año 2013 |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Máxima | 35.2 | 35.6 | 34.6 | 35.0 | 36.4 |
| Mínima | 16.0 | 18.4 | 17.0 | 17.0 | 16.0 |
| Media | 25.6 | 27 | 25.8 | 26 | 26.2 |

Fuente: INE. Caracterización departamental 2013. Guatemala 2014. 78 páginas.

Tabla 11. Humedad relativa registrada en Suchitepéquez, período 2009-2013

| Humedad | Año 2009 | Año 2010 | Año 2011 | Año 2012 | Año 2013 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| % | 70.4 | 73.8 | 73.5 | 78.3 | 0% |

Fuente: INE. Caracterización departamental 2013. Guatemala 2014. 78 páginas.

| Cuenca | Área -Km2- | Área -%- |
|-----------------|------------|----------|
| Río Nahualate | 1,121 | 46.95 |
| Río Sis-Icán | 794 | 33.26 |
| Río Madre Vieja | 182 | 7.82 |
| Río Coyolate | 171 | 7.15 |
| Río Samalá | 120 | 5.03 |
| Total | 2388 | 100.00 |



Imagen 53. Cuenca hidrográfica de Suchitepéquez
Fuente: MAGA. Laboratorio de Información Geográfica

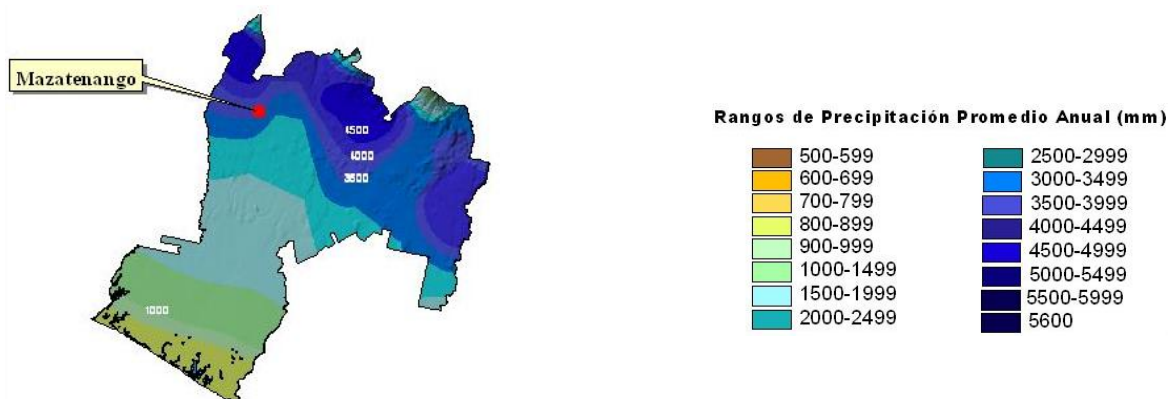


Imagen 54. Precipitación promedio anual Suchitepéquez
Fuente: MAGA. Laboratorio de Información Geográfica

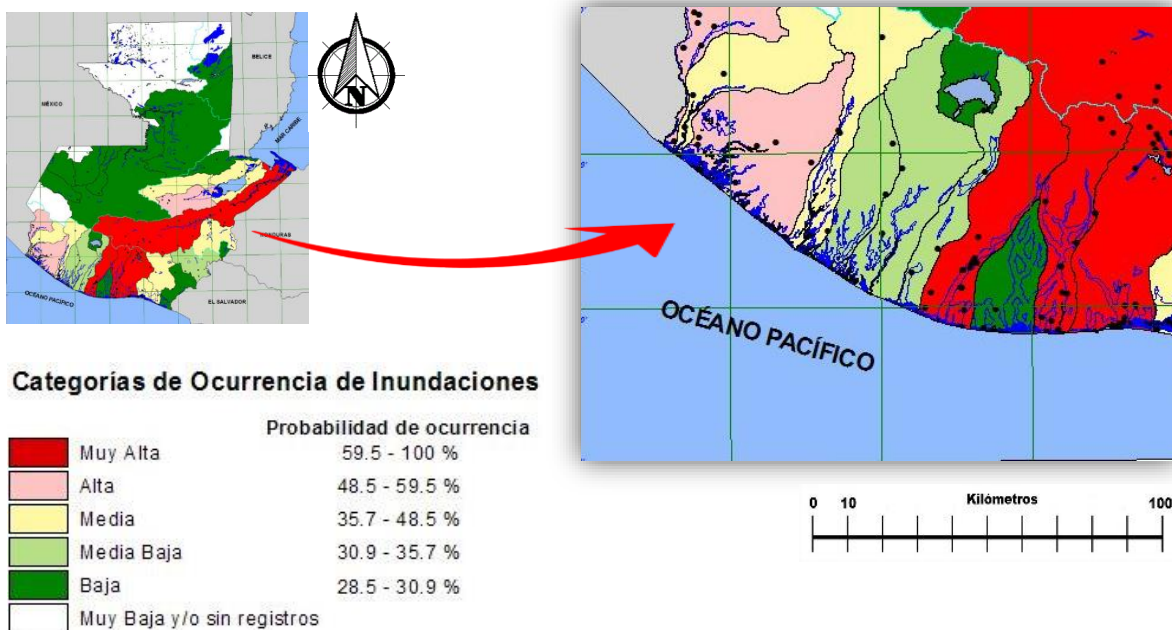


Imagen 55. Amenaza por inundación Suchitepéquez
Fuente: MAGA. Laboratorio de Información Geográfica

Tabla 12. Sismos registrados con epicentro en Suchitepéquez, período 2009-2013

| Año 2009 | Año 2010 | Año 2011 | Año 2012 | Año 2013 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 86 | 61 | 46 | 55 | 71 |

Fuente: INSIVUMEH

Tabla 13. Pendientes agrupadas en Suchitepéquez

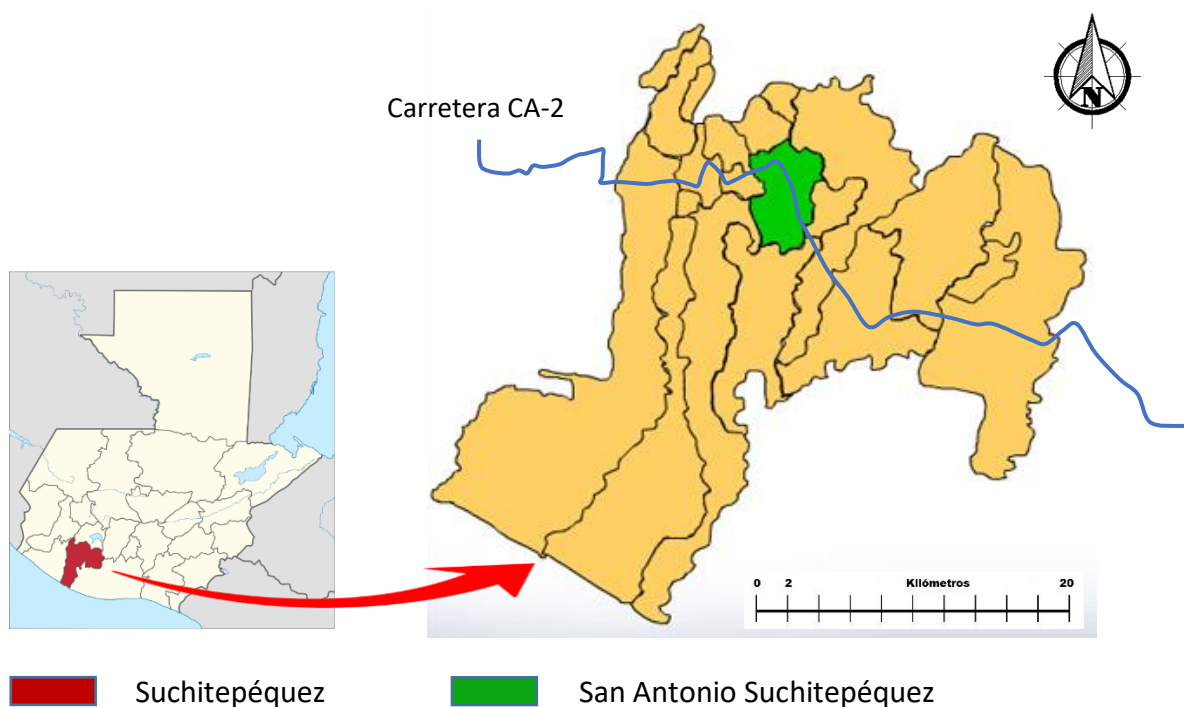
| Pendiente | Descripción | Área -m2- | Área -%- |
|--------------|-------------------------|----------------|---------------|
| < 4% | Plano | 170.175 | 71.09 |
| 4 a 8 % | Suavemente inclinado | 33.023 | 13.80 |
| 8 a 16% | Moderadamente inclinado | 18.320 | 7.65 |
| 16 a 32% | Inclinado | 12.407 | 5.18 |
| >32% | Fuertemente inclinado | 5,445 | 2.27 |
| TOTAL | | 239,370 | 100.00 |

Fuente: MAGA. Laboratorio de Información Geográfica

4.2 San Antonio Suchitepéquez

San Antonio Suchitepéquez,⁶⁰ es el municipio número diez en extensión territorial y uno de los veinte municipios del departamento de Suchitepéquez de la República de Guatemala. Se localiza en la Región Sur-Occidente del país, en la latitud 14°32'18'' y en la longitud 91°24'58'', se encuentra a 11 Km de la cabecera departamental Mazatenango y a 154 Km de la Ciudad de Guatemala, con acceso directo a la carretera internacional CA-2.

Limita al Norte con San Pablo Jocopilas y Chicacao; al Este con San Miguel Panán y Chicacao; al Sur con Chicacao y San José El Ídolo; al Oeste con Santo Domingo Suchitepéquez. La cabecera está al lado de los ríos Pajocá y Chichoy, afluentes del río Ixtacapa. Su Municipalidad es de 2ª. Categoría. El municipio cuenta con su cabecera, San Antonio Suchitepéquez, y 9 caseríos: Barrios, El Triunfo, San Carlos Nahualate, Concepción Ixtacapa, Margaritas del Rosario, Santa Isabel Ixtacapa, Chegüez, Nahualate, Tonquín.



Imágenes 56
Localización de Suchitepéquez
Fuente: <https://es.wikipedia.org>

Imágen 57
Localización de San Antonio Suchitepéquez
Fuente: SEGEPLAN

⁶⁰ SEGEPLAN-. Plan de desarrollo municipal 2011-2025 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 89 páginas.

En el área urbana de San Antonio Suchitepéquez se observa una traza ortogonal, con un parque central y la municipalidad ubicada en un sector del mismo, a un costado el mercado municipal. Se observa bastante comercio, bancos, comedores, etc. Se observan construcciones antiguas, en algunas ha cambiado su uso de vivienda a lugar de comercio, también se observan construcciones con muros de madera y techo de lámina. Las construcciones recientes, presentan muros de block y techo de lámina o losa de concreto.

Los datos oficiales señalan que posee un 77.5% pobreza y un 25.5% de pobreza extrema. San Antonio registra el primer lugar a nivel departamental en muerte infantil 53/1000 vivos y posee el tercer lugar en prevalencia de casos de VIH, además tiene un 53.4% de retardo en talla en menores, lo que refleja condiciones de vulnerabilidad en estratos poblacionales particulares. En San Antonio se manifiestan diversos aspectos que reflejan prácticas nocivas en las relaciones entre sociedad y medio ambiente (Contaminación de fuentes hídricas, mal manejo de desechos sólidos y aguas residuales, basureros clandestinos, etc.)⁶¹.

El crecimiento demográfico ha incrementado la presión sobre el territorio y los recursos disponibles. No existen parámetros que regulen el crecimiento socio-espacial, lo que ha generado un desorden territorial. Esto significa resolver problemas de certeza jurídica, regulación vial y seguridad ciudadana, entre otros temas importantes a solucionar. El municipio presenta diferencias de género en cuanto a las capacidades y las oportunidades, es necesario facilitar la incorporación de las mujeres al mundo del trabajo y la producción.

En el municipio la principal actividad económica es la agricultura, con el cultivo de caña de azúcar, café y hule, donde la mayor fuerza de trabajo se dedica a ella, tanto en su propia población como en personas provenientes de otros lugares del altiplano que migran en época de cosecha. Existe desigualdad social en la distribución y uso de la tierra, los cultivos extensivos abarcan la mayoría del territorio y las áreas destinadas para granos básicos son pequeñas para los pequeños productores. La agroindustria es algo como un feudalismo o latifundismo moderno.

En San Antonio Suchitepéquez, el delegado municipal de CONRED, menciona algunos hechos recientes relacionados con los efectos del invierno, quien considera que debido a las condiciones propias del caserío Chegüez es un claro ejemplo de las comunidades que se encuentran en situación de vulnerabilidad.

⁶¹ SEGEPLAN-. Plan de desarrollo municipal 2011-2025 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 89 páginas.

4.2.1 Aspectos históricos⁶²

El municipio perteneció al reino Quiché en la época precolombina. San Antonio fue un lugar de mucha importancia debido a que fue la capital de la provincia de Suchitepéquez.

Cuando los quichés pelearon contra los tz'utujiles, el municipio de San Antonio Suchitepéquez albergó muchas guerras. Prueba de ello, son las ruinas que se encuentran en el río Nahualate que actualmente está en territorio de los municipios de Santa Catarina Ixtahuacán y Nahualá del departamento de Sololá.

Ya en el siglo XX, el municipio fue fundado oficialmente el 13 de junio de 1549 con el nombre de "Glorioso San Antonio Suchitepéquez" por ser uno de los municipios que más conserva la cultura guatemalteca y por ser el lugar más antiguo en donde los españoles habitaron.

Fue categorizado como ciudad el 16 de enero de 1996 y así llamado solo San Antonio Suchitepéquez en honor a San Antonio de Padua.

4.2.2 Población⁶³

Según la proyección del Instituto Nacional de Estadística (INE) para el año 2016, el municipio tiene una población estimada de 50,279 habitantes, con una densidad de 866 personas por kilómetro cuadrado.

Los datos demográficos indican que la mayoría de sus habitantes pertenecen a la etnia indígena 63.4%, ladina o mestiza 36.6%. De tipo rural 76.9%, de tipo urbana 23.1%. De género masculino 49.3%, de género femenino 50.7%. En la pirámide poblacional se evidencia que el 52% es menor de 20 años.

El 60% profesa la religión católica y el 40% restante la religión evangélica. Los idiomas que se hablan en el municipio son el español, kakchiquel y quiché.

La mayor parte de la población se dedica a tareas agrícolas, ya que la economía local gira alrededor de la producción de caña de azúcar, café y hule. Existe un fuerte flujo migratorio proveniente de municipios vecinos y de algunos del altiplano para la temporada de la zafra o del corte del café.

Las fiestas patronales se celebran del 12 al 15 de junio de cada año en honor a San Antonio de Padua, siendo el día principal el 13 de junio cuando se lleva a cabo el Baile de la Reina.

⁶² SEGEPLAN-. Plan de desarrollo municipal 2011-2025 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 89 páginas.

⁶³ INE, Caracterización departamental 2013, Guatemala 2014, 78 páginas.

Se realizan actividades culturales, religiosas, sociales y deportivas, como el Rey Moro y el Convite que viene de Chichicastenango.

4.2.3 Clima⁶⁴

La parte alta corresponde al 25% del territorio, aquí la temperatura media es de 24.25 °C y en la parte baja que corresponde al 75% del territorio la temperatura media es de 26.75 °C. En el departamento se observa una precipitación pluvial abundante, aproximadamente 3,248 mm durante los meses de mayo a octubre, mientras que en los meses de noviembre a abril se considera una época seca.

San Antonio no posee áreas protegidas. Según el sistema Holdridge el 75% de su cobertura boscosa pertenece al bosque muy húmedo subtropical cálido, adecuado para la producción forestal.

4.2.4 Principales amenazas



4.2.4.1 Inundación

Imagen 58, Inundación en San Antonio Suchitepéquez.

www.youtube.com/watch?v=eO2fxZA2E3c
5/6/2016, 13.30

La inundación como tal se manifiesta debido a la acumulación excesiva de agua como consecuencia de la lluvia durante un período de tiempo prolongado, provoca entre otras cosas irreparables pérdidas humanas, así como daños significativos a la infraestructura vial del país, dejando a su paso viviendas destruidas parcial o totalmente en los lugares donde se desbordan los ríos o donde la morfología del terreno permite la acumulación de agua.

En San Antonio Suchitepéquez existen altas probabilidades de inundaciones, provocadas por los ríos caudalosos Nahualate e Ixtacapa, así como por el río Chegüez,⁶⁵ debido a que existen comunidades que habitan en sus alrededores, esto debido a que no existe un correcto plan de ordenamiento para evitar esta amenaza. Las carreteras que conducen al casco urbano de San Antonio Suchitepéquez son de terracería, que no siempre se encuentran en buen estado y durante la época de lluvia los caminos empeoran.

⁶⁴ SEGEPLAN-. Plan de desarrollo municipal 2011-2025 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 89 páginas.

⁶⁵ Ídem

Como referencia se mencionan los huracanes de mayor impacto en Guatemala:

Huracán Hattie-Simone (1961), Huracán Fifi-Orlene (1974), Huracán Joan-Miriam (1988), Huracán Mitch (1998), Huracán Gordon (2000), Huracán Iris (2001), Huracán Stan (2005), Huracán Adrian (2005), Tormenta tropical Bárbara (2007), Tormenta tropical Agatha (2010), Depresión tropical 12E (2011), Huracán Bárbara (2013).⁶⁶

En los últimos 55 años ocurrieron 12 eventos de mayor importancia, 4 de ellos sucedieron en el siglo XX en un período de 39 años, y los restantes 8 en el presente siglo en un período de 13 años, es evidente que este tipo de desastre socio natural ha sido cada vez más frecuente y con mayor fuerza, dejando a su paso daños materiales y humanos de consideración.



5.1.2 Deslizamiento

Es un corrimiento de tierra, que ocurre cuando una zona inestable se desliza respecto de una zona estable. Los deslizamientos son causados por la saturación excesiva de agua que humedece y ablanda el terreno, así como por sismos en las placas tectónicas.

Imagen 59, Deslizamiento en El Cambray II. <https://emisorasunidas.com/noticias>, 5/6/2016, 14:50



5.1.3 Terremoto

Se define como un movimiento brusco temporal, producido por la liberación de energía acumulada en las capas inferiores de la tierra; por la fricción en los bordes de las placas tectónicas o por procesos volcánicos e incluso por pruebas nucleares.

Imagen 60, Terremoto de 1976

<https://www.youtube.com/watch?v=F-PsRPLDDr4>
6/6/2016, 10:05

⁶⁶ INSIVUMEH

Los terremotos de mayor impacto en Guatemala: ⁶⁷

Terremoto de San Miguel (1717)
Terremoto de Santa Marta (1773)
Terremoto de Guatemala (1874)
Terremoto de Guatemala (1902)
Terremoto de Guatemala (1913)
Terremoto de Guatemala (1917)
Terremoto de Guatemala (1942)
Terremoto de Guatemala (1976)
Terremoto de Guatemala (2011)
Terremoto de Guatemala (2012)



Imagen 61, Placas tectónicas en Guatemala.
<http://www.prensalibre.com>, 6/6/2016, 9:05

En el siglo XVIII ocurrieron 2 eventos, que obligaron incluso al traslado de la Ciudad de Guatemala a su actual ubicación. En el siglo XIX ocurrió 1 evento.

En el siglo XX ocurrieron 5 eventos, específicamente el del 4 de febrero de 1976 considerado como el de mayor impacto en época reciente, se estima que dejó 23,000 fallecidos, 77,000 heridos, 258,000 viviendas destruidas y 1.2 millones de personas sin hogar, así como múltiples daños a la infraestructura vial y de servicios públicos del país. En el presente siglo hasta el año 2016 se registran 2 eventos.

⁶⁷ INSIVUMEH



Imagen 62. Recubrimientos de bambú. Ciudad Vieja, Guatemala.
Fuente: Daniel Gálvez

Capítulo V - Diagnóstico

5. Diagnóstico

5.1 Caso de estudio Caserío Chegüez

La comunidad se localiza en la latitud 14°27'35" y longitud 91°24'08", en la parte sur del municipio de San Antonio Suchitepéquez, del departamento de Suchitepéquez, a 10 km de la cabecera municipal y a 2 km por camino de terracería desde la carretera Interamericana CA2.

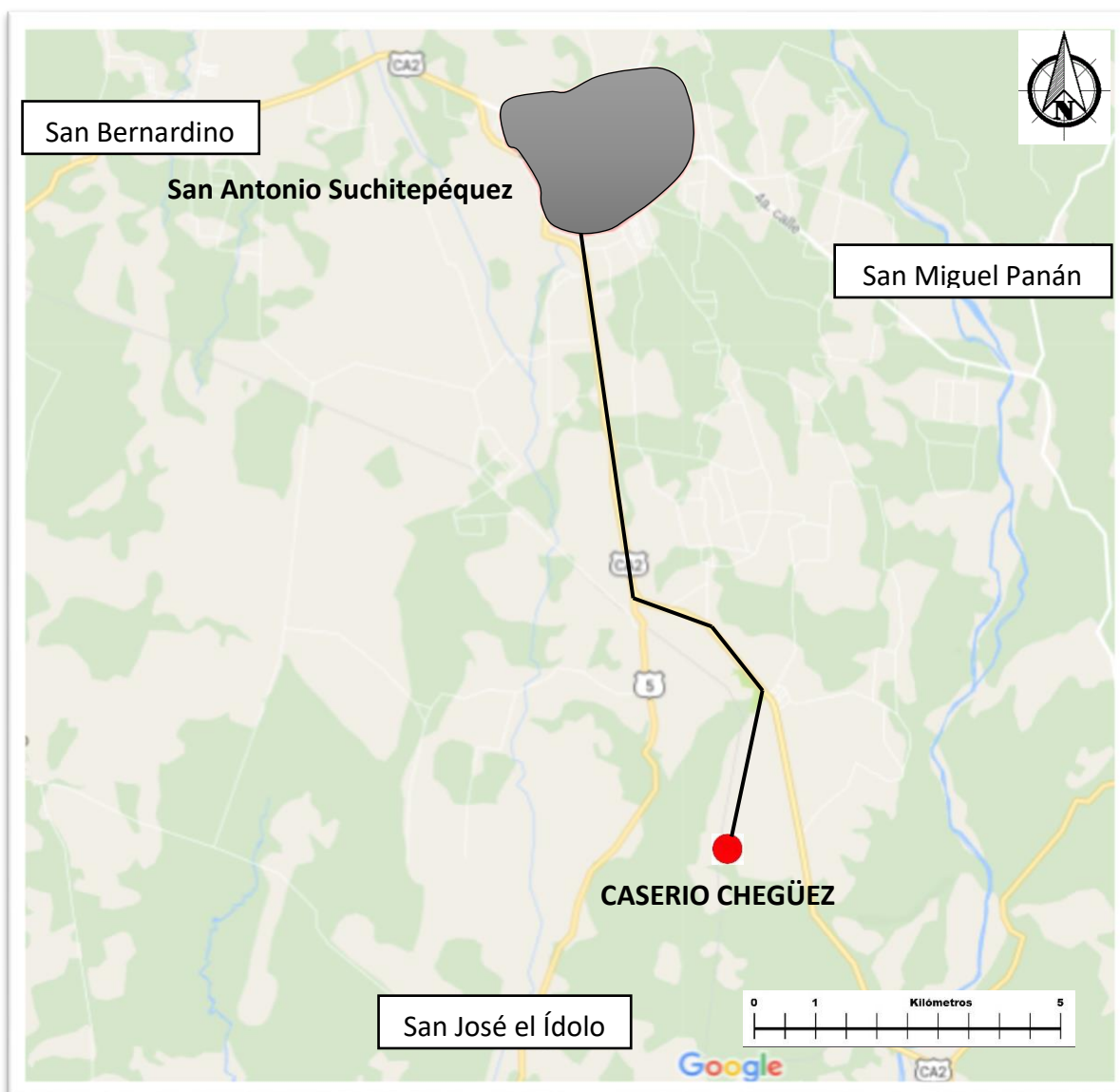


Imagen 63. Localización Caserío Chegüez

Fuente: www.google.com.gt/maps/place/San+Antonio+Suchitepéquez, 12/10/2016, 18:18



Su nombre proviene del vocablo Quiché⁶⁸ Che=Árbol o palo y Güez=Corruptela de la voz española hueso, Árbol de hueso por la dureza de la madera del lugar.⁶⁹ Su fiesta patronal es el 15 de enero en honor al Señor de Esquipulas, tienen misa católica una vez al mes en la parroquia del lugar.

Imagen 64. Iglesia católica
Fuente: Daniel Gálvez

No existe comercio significativo en el lugar, solamente se observan tiendas de barrio donde se expenden artículos de consumo diario y un comedor.



Imagen 65. Tienda de barrio
Fuente: Daniel Gálvez

El río Chegüez, se encuentra ubicado entre los municipios de San Pablo Jocopilas, San Antonio Suchitepéquez y San José El Ídolo, del departamento de Suchitepéquez. Nace al Sur del casco de la finca Chocolá y al Oeste de la finca La Ladrillera, se le reconoce también como río Canopiyá. Sus corrientes corren en dirección hacia el Sur.

A lo largo de su recorrido le afluyen diferentes corrientes pequeñas. Pasa la finca Basilea, atraviesa por el caserío Nahualate; continúa su rumbo al Este del casco de la finca San Vicente le afluye un arroyo pequeño al oeste, así mismo recibe la corriente del río Nimaquiej al este. Las aguas del río Chegüez penetran el ingenio de azúcar Palo Gordo, atravesando el caserío Chegüez recibe el río Sinaná, atraviesa al Este la cabecera departamental San José El Ídolo; pasa la finca La Felicidad, la aldea Nahualate, así mismo la finca La Reforma. Recibe el zanjón del Corozo. Atraviesa entre las fincas Santa Rosalía y Santa Anita. Le afluye la quebrada Huitzitzil, hasta su desembocadura en el río Nahualate. El área de la zona del río Chegüez es la más contaminada ya que allí se evacuan los desechos de la actividad agroindustrial-

⁶⁸ Gall Francis, Diccionario Geográfico Nacional, Tipografía Nacional, segunda edición, Guatemala 1976

⁶⁹ Ídem.

5.1.1 Acceso y transporte

Sobre la carretera Interamericana CA2, de Sur a Norte se cruza a la izquierda en el Km 142 para tomar el camino de terracería de dos kilómetros que conduce hacia el caserío Chegüez. El sistema de transporte local consiste en dos microbuses que viajan alternamente a cada hora hacia San Antonio Suchitepéquez.



Imágenes 66 y 67. Acceso y transporte. Fuente: Daniel Gálvez

5.1.2 Población

Según datos del Instituto Nacional de Estadística del XI Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Habitación realizado en el año 2002, en el caserío Chegüez, la población total 1324 habitantes; hombres 656 y mujeres 668. Grupos por edad; 335 (0-6 años), 289 (7-14 años), 655 (15-64 años), 56 (65 en adelante). Respecto del grupo étnico, indígenas 1046 y no indígena 278. Nivel de escolaridad: ninguno 382, preprimaria 10, primaria 563, media 33, superior 1. Población económicamente activa; hombres 228, mujeres 25.

5.1.3 Vivienda

Por el momento no se cuenta con datos actualizados. La información presentada a continuación corresponde al año 2002 por medio del INE, de esta manera: Total de viviendas era de 304, de las cuales casa formal 207, rancho 94, improvisada 1, otro tipo 2. Respecto de los servicios; agua potable 213, drenaje 23, energía eléctrica 183.



5.1.4 Agua potable

En el año 2000 por iniciativa del sacerdote español Antonio Chex se inauguró el sistema actual que consta de dos pozos mecánicos que administra la comunidad,⁷⁰ la mayoría de la población recibe agua proveniente de dos nacimientos, no todas las viviendas tienen el servicio disponible, existen viviendas que tienen pozos artesanales.

Imagen 68. Agua potable

Fuente: Daniel Gálvez



5.1.5 Drenajes sanitarios

El caserío Chegüez carece de un sistema eficiente o una red municipal, se utiliza lo que se conoce como pozo ciego en algunos casos y en otros no se cuenta con ningún tipo de servicio, se utiliza el “monte” como coloquialmente lo mencionan sus habitantes.

Imagen 69. Drenajes sanitarios

Fuente: Daniel Gálvez

⁷⁰ Información proporcionada por el Sr. Buenaventura Tambriz, Presidente de COCODE fontanero y catequista.



5.1.6 Energía eléctrica

Se cuenta con servicio por parte de DEOCSA en la mayoría de viviendas de la comunidad. Algunas por ubicación y situación económica no cuentan con el servicio en sus hogares.

Imagen 70. Energía eléctrica
Fuente: Daniel Gálvez

5.1.7 Educación

Existe una escuela primaria rural mixta que funciona en jornada matutina, cuenta con una cancha deportiva multiusos, se observa que el edificio necesita mantenimiento.



Imágenes 71 y 72. Escuela primaria rural mixta. Fuente: Daniel Gálvez

5.1.8 Salud

Existe un centro de convergencia que funciona en una vivienda particular y donde atiende una enfermera a tiempo parcial.

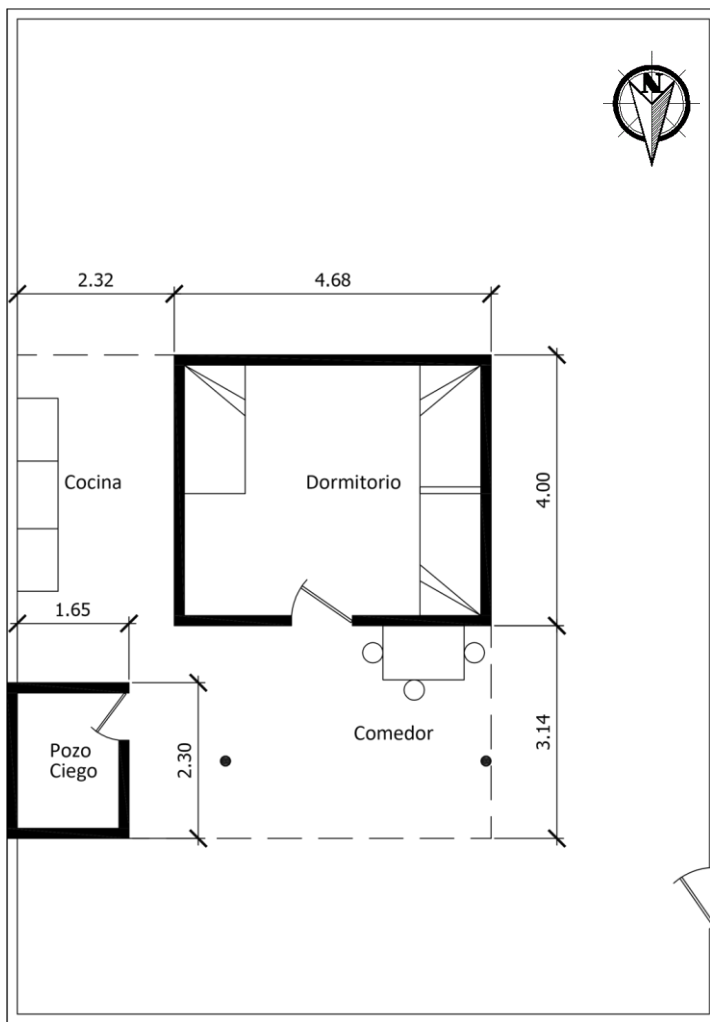
5.2 Tipología de vivienda en el caserío Chegüez

Cómo parte de la metodología utilizada para la elaboración de este Proyecto de Graduación, se visitó la comunidad para conocer su situación actual, verificar las condiciones de infraestructura y servicios, confort climático, sistemas constructivos, funcionalidad y forma de las edificaciones existentes.

5.2.1 Vivienda 1



Imagenes 73 y 74. Situación actual, vivienda 1. Fuente: Daniel Gálvez



La vivienda tiene piso de tierra; muros de madera, bambú y lámina de zinc; techado de lámina de zinc. No cuenta con agua potable ni energía eléctrica. Carece de ventanas. Área de construcción 51.00m².

Los ambientes:

Dormitorio 4.68 x 4.00 MT

Comedor 3.14 x 3.14 MT

Cocina 2.32 x 4.00 MT

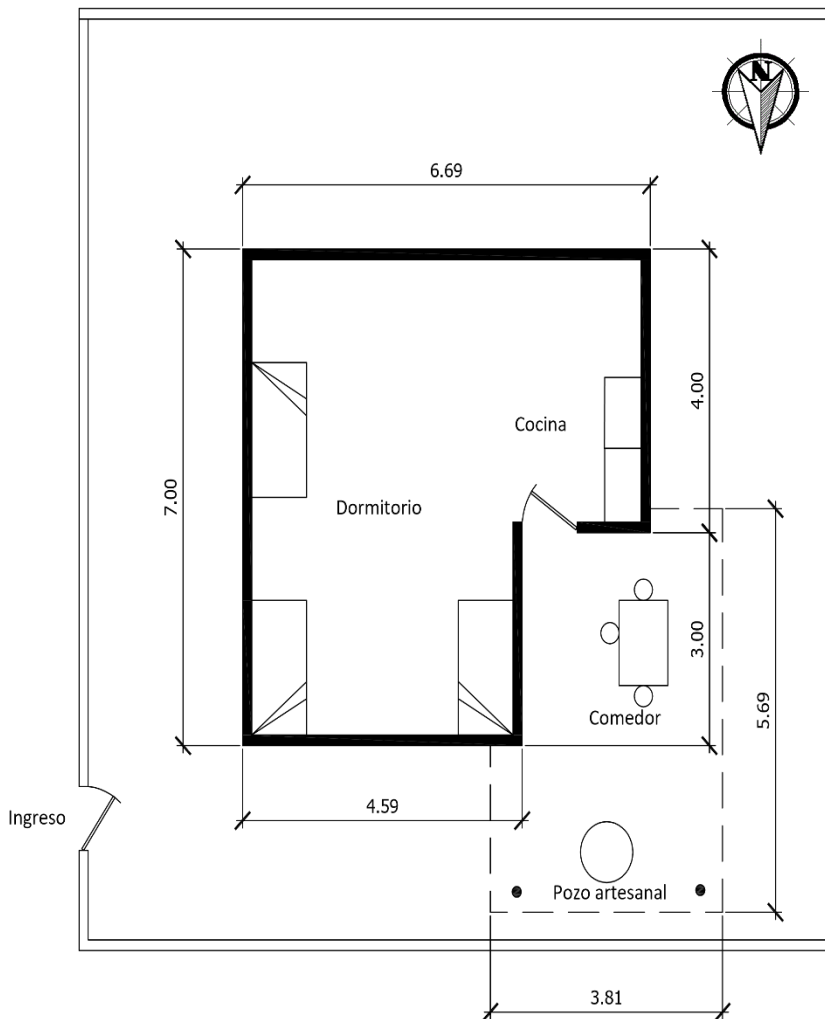
Pozo ciego 1.65 x 2.30 MT

Imagen 75. Planta vivienda 1
Fuente: Daniel Gálvez

5.2.2 Vivienda 2



Imágenes 76 y 77. Situación actual, vivienda 2. Fuente: Daniel Gálvez



La vivienda tiene piso de tierra; muros de bambú y lámina de zinc; techado de lámina de zinc. Cuenta con pozo artesanal para abastecimiento de agua. No cuenta con energía eléctrica. Los habitantes refieren que usan “el monte” para realizar sus actividades fisiológicas. Carece de ventanas. Área de construcción 59.75 m².

Los ambientes:

Dormitorio 4.59 x 7.00 MT

Comedor 3.81 x 5.69 MT

Cocina 2.10 x 4.00 MT

Imagen 78. Planta vivienda 2

Fuente: Daniel Gálvez



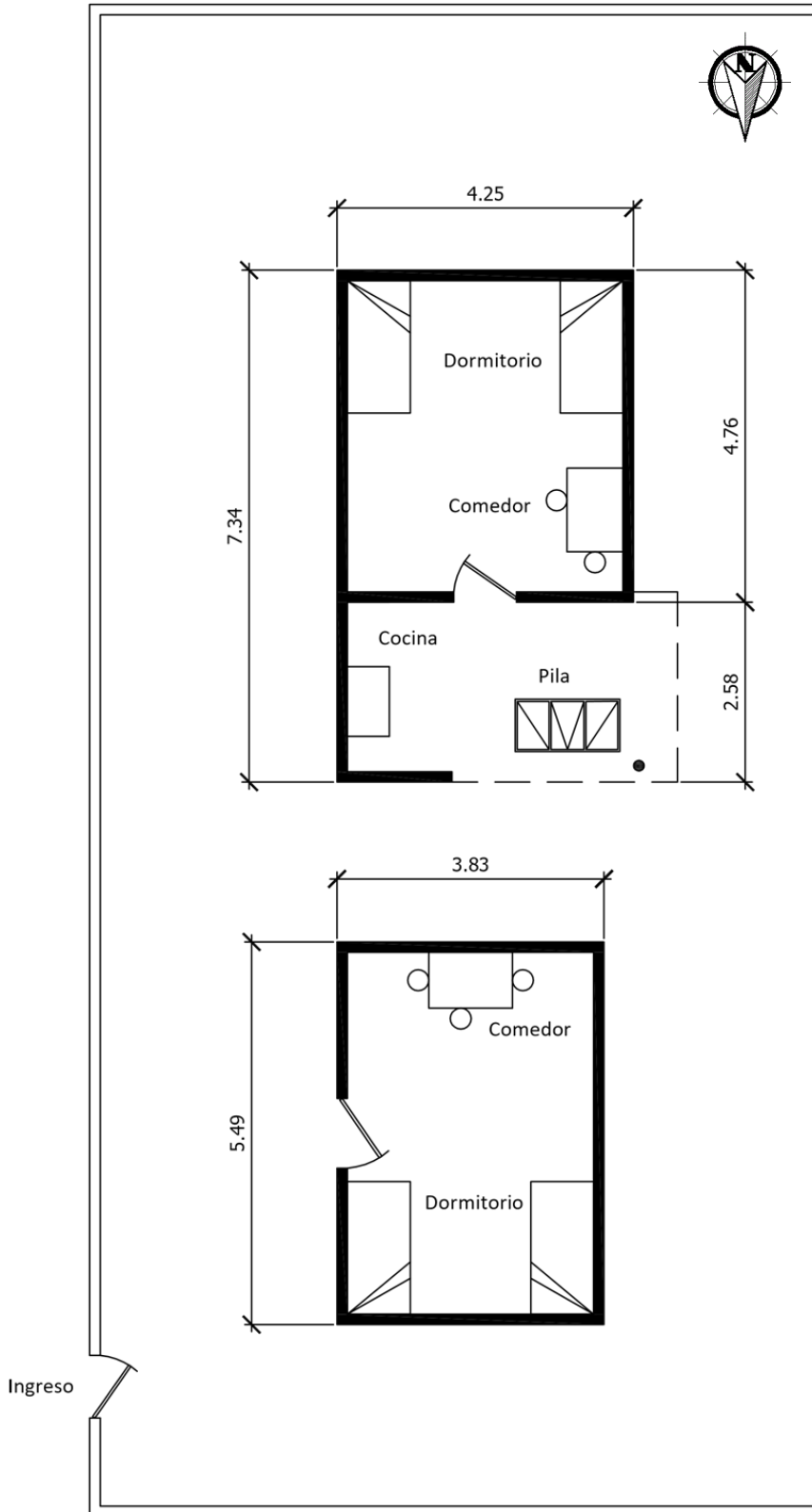
Este tipo de vivienda se construye en un mes. Se observa que el bambú está enterrado en el suelo, una parte se encuentra protegida con plástico negro, se observa aserrín producto del ataque de insectos, la durabilidad de este sistema es de un año según refiere la propietaria.

Imagen 79. Daño en muro, vivienda 2
Fuente: Daniel Gálvez

5.2.3 Vivienda 3



Imágenes 80, 81, 82 y 83. Situación actual, vivienda 3. Fuente: Daniel Gálvez



En esta propiedad viven dos familias, existen dos módulos independientes.

Las viviendas tienen piso de tierra; muros de madera, bambú y lámina de zinc; techado de lámina de zinc. Cuenta con agua potable. Los habitantes refieren que usan “el monte” para realizar sus actividades fisiológicas. No cuenta con drenajes, se observa agua jabonosa de la pila a flor de tierra. No cuenta con energía eléctrica. Carece de ventanas. Área de construcción 52.00 m².

Los ambientes:

Módulo 1

Dormitorio 4.25 x 4.76 MT

Comedor en el mismo espacio

Cocina y pila 4.25 x 2.58 MT

Módulo 2

Dormitorio 3.83 x 5.49 MT

Comedor en el mismo espacio

Imagen 84. Planta vivienda 3

Fuente: Daniel Gálvez

Tabla 14. Síntesis tipología de vivienda en caserío Chegüez

| Características | | Vivienda 1 | Vivienda 2 | Vivienda 3 |
|-------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Infraestructura | Área | 51,00 m2 | 59,75 m2 | 52,00 m2 |
| | Piso de tierra | Si | Si | Si |
| | Muros | Madera y lámina de zinc | Bambú y lámina de zinc | Madera, bambú y lámina |
| | Techo | Lámina de zinc | Lámina de zinc | Lámina de zinc |
| | Agua potable | No | Pozo artesanal | Si |
| | Drenajes | Pozo ciego | No | No |
| | Energía eléctrica | No | No | No |
| Confort climático | Iluminación | Sin ventanas | Sin ventanas | Sin ventanas |
| | Ventilación | Sin ventanas | Sin ventanas | Sin ventanas |
| | Altura | 2,20 MT | 2,27 MT | 2,28 MT |
| | Dormitorio | 4.68 x 4.00 MT | 4,59 x 7,00 MT | 4.25 x 4.76 MT |
| | Comedor | 5,35 x 3,14 MT | 3,81 x 5,69 MT | Ocupa el mismo espacio |
| | Cocina | 2.32 x 4.00 MT | 2.10 x 4.00 MT | 4.25 x 2.58 MT |
| | Pollo de leña | Si | Si | Si |
| | Área para cultivo | No | No | No |

Fuente: Daniel Gálvez

5.3 Otros usos del bambú

Se observan también otros usos del bambú, como: Portería en el campo de fútbol, como decoración exterior en un pequeño comedor y como estructura para un estacionamiento techado.



Imágenes 85, 86 y 87. Otros usos del bambú. Fuente: Daniel Gálvez

5.4 Apreciaciones sobre el uso del bambú en el Caserío Chegüez

Las viviendas de bambú carecen de condiciones adecuadas para uso humano, son construcciones precarias, empíricas e inconfortables, en muchos casos sin servicios básicos para atender las necesidades de sus habitantes.

Según información proporcionada por los pobladores y lo observado en la visita, el bambú como material de construcción se utilizó en el pasado y se sigue utilizando en el año 2016 de la misma manera tradicional, se coloca el bambú rajado de forma vertical, la cáscara hacia el interior y la parte más suave del bambú hacia el exterior de la vivienda, se entierra en el suelo y va unido entre sí con elementos horizontales de bambú, amarrado con lazo, ahora plástico. El sistema es de autoconstrucción.

Características:

- No se aplica ningún tipo de proceso de control de calidad. Ausencia de métodos adecuados de selección, cosecha, secado, curado o preservación del bambú.
- Se carece de un sistema constructivo eficiente que brinde comodidad y seguridad a los usuarios.
- El contacto directo con la humedad del suelo provoca que la vida útil del bambú sea menor.

5.5 Amenazas

Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, en el departamento de Suchitepéquez la probabilidad de inundación es media baja, en el rango de 30.9 a 35.7% (ver página 67).

El evento climático más significativo registrado en el caserío Chegüez, según datos de CONRED fueron los daños ocasionados por la depresión Tropical 12E del año 2011. Esto debido a que la comunidad se encuentra ubicada hacia el Sur del municipio de San Antonio Suchitepéquez, donde la topografía permite la acumulación de agua pluvial, cuando esta se presenta en exceso.

Para el año 2016 según CONRED, sucedieron varios eventos relacionados con vientos fuertes, uno de ellos dejó sin techo 15 viviendas y 90 personas afectadas.

Se realizó una encuesta para conocer la percepción de los pobladores en cuanto a la frecuencia e intensidad de las amenazas.

Tabla 15. Valoración de amenazas⁷¹

| Tipo de amenaza | Frecuencia | | | | Intensidad | | |
|------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------|----------|--------|
| | 1 vez año | 1 vez 3 años | 1 vez 7 años | Más de 20 años | Leve | Moderada | Severa |
| NATURALES | | | | | | | |
| Terremotos (sismos) | | | X | | X | | |
| Erupciones volcánicas | | | | X | X | | |
| Hundimientos | | | X | | X | | |
| Huracanes | | | | X | X | | |
| Vientos Fuertes | X | | | | | | X |
| Heladas | | | | X | X | | |
| Onda de frío | | | | X | X | | |
| Ola de calor | | | X | | | X | |
| Radiación sola intensa | | | X | | | X | |
| Sedimentación | | | X | | X | | |
| SOCIO NATURALES | | | | | | | |
| Deforestación | | | | X | X | | |
| Agotamiento acuífero | | | | X | X | | |
| Inundación | | | X | | | X | |
| Deslizamientos | | | X | | | X | |
| Socavamiento | | | | X | X | | |
| Derrumbes | | | | X | X | | |
| Desecamiento de ríos | | | | X | X | | |

Fuente: Daniel Gálvez

Las amenazas más frecuentes en el caserío Chegüez son de tipo naturales y socio naturales.

Dentro de las primeras, lo más relevante con una frecuencia de una vez año e intensidad severa son los vientos fuertes que provocan en cada evento la pérdida de techo de las viviendas afectadas, tiene relación con la fragilidad y precariedad de las construcciones existentes. También se presentan la ola de calor y la radiación solar intensa, ambas de manera moderada.

Respecto de las amenazas socio naturales, considerando la frecuencia e intensidad de las mismas, los eventos de mayor importancia son la inundación y los deslizamientos, debido a la gran cantidad de precipitación pluvial que se presenta en un tiempo corto, provocando la saturación del suelo y la acumulación de agua en la ribera del río Chegüez.

⁷¹ Montúfar, Manuel. Herramienta para la Evaluación de Riesgo de Desastre, Amenaza y Vulnerabilidades de Proyectos de Arquitectura del Ejercicio Profesional Supervisado FARUSAC. Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala 2016, 133 páginas.



Imagen 88. Parada de buses, Zacapa, Guatemala.
Fuente: Daniel Gálvez

Capítulo VI - Propuesta

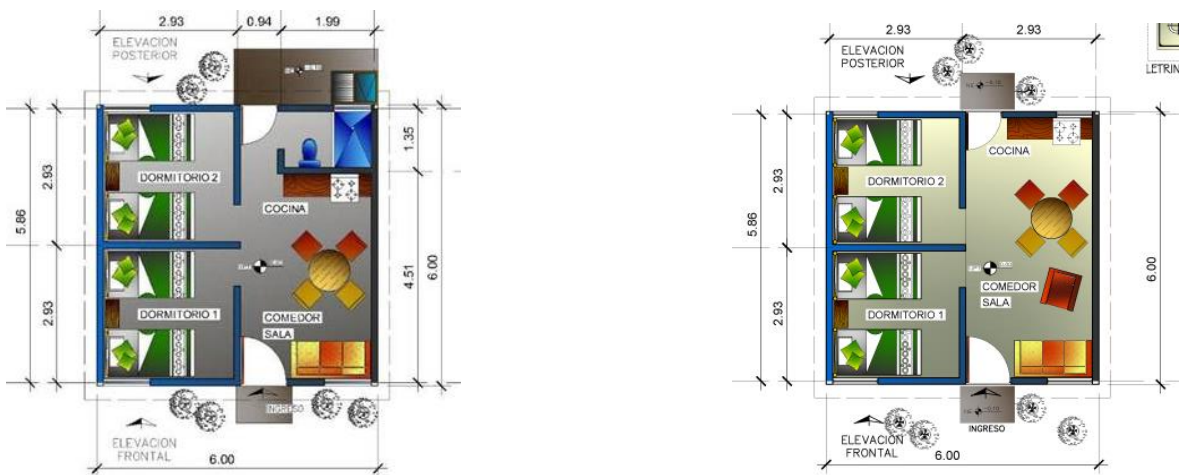
6.1 Casos análogos

6.1.1 Fondo para la Vivienda -FOPAVI-

Es una organización gubernamental del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda -MICIVI-; tiene por objeto apoyar a las familias guatemaltecas en situación de pobreza y pobreza extrema por medio de una solución habitacional financiada a través de un subsidio directo y el aporte económico de los beneficiarios. Para obtener este subsidio, los grupos familiares deben cumplir los requisitos establecidos en la Ley de Vivienda, el Reglamento de la Ley y el Reglamento Operativo.

El monto máximo de subsidio directo es de Q.35,000.00, los beneficiarios deberán aportar un 10% del monto aprobado en dinero, mano de obra no calificada, materiales de construcción o la combinación de las tres opciones; en caso de catástrofes naturales los beneficiarios son exentos de realizar su aporte respectivo. Sus características:

- Área de construcción 36m²
- Cimiento corrido
- Muros block visto + sisado
- Columnas de concreto y pines
- Piso torta de concreto alisado
- Puertas de metal
- Ventanas de aluminio mil finish
- Instalaciones de agua potable, drenajes y electricidad
- Techo de lámina de zinc y costaneras metálicas



Imágenes 89 y 90, Viviendas tipo A y B. www.fopavi.gob.gt, 17/08/2016, 10:25

Tabla 16. Vivienda FOPAVI, Ventajas y desventajas

| Ventajas | Desventajas |
|----------------------|--|
| Diseño standard | Dimensiones mínimas |
| Materiales duraderos | Uso de materiales no sostenibles |
| | Sistema constructivo artesanal |
| | Tiempo de construcción largo |
| | No funciona como vivienda de emergencia |
| | No considera cuarto de pánico |
| | No considera ambiente con opción a comercio |
| | No considera sistema de progresividad |
| | No considera la tipología arquitectónica de cada lugar |

Fuente: Daniel Gálvez

6.1.2 Hábitat para la Humanidad⁹

Es una organización no lucrativa que ayuda a familias de escasos recursos por medio de financiamiento social reembolsable sin intereses y la contribución de equipos de personas voluntarias para la construcción de las viviendas.

Su visión es *“que todas las personas en Guatemala habiten en una vivienda adecuada”*.⁷²

Fundada en 1976. Para el año 2016 tiene operaciones en 16 países: México, Guatemala (desde 1979), El Salvador, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Haití, Trinidad y Tobago, República Dominicana, Guyana, Colombia, Brasil, Paraguay, Bolivia, Chile y Argentina.

Los beneficiarios pueden obtener cualquiera de los siguientes apoyos:

- Vivienda nueva, por un monto máximo de Q.50,000.00
- Vivienda progresiva y/o mejorada, por un monto máximo de Q.25,000.00
- Micro créditos para mejoras por un monto máximo de Q.5,000.00
- Kit saludable: Estufa mejorada, filtro de agua, letrina

La vivienda nueva es el producto principal del programa, cuenta con muros de block, piso torta de concreto y techo con lámina de zinc. La construcción cuenta con un sistema de pines como estructura sismo resistente. Los beneficiarios disponen de 10 diseños arquitectónicos de vivienda para elegir según sus necesidades.

⁷² www.habitatguate.org/quienes-somos/



Imágenes 91 y 92. Voluntarios y vivienda terminada. www.habitatguate.org, 17/08/2016, 11:25

Tabla 17. Vivienda Hábitat para la Humanidad, Ventajas y desventajas

| Ventajas | Desventajas |
|----------------------|--|
| Variedad de diseños | Dimensiones mínimas |
| Materiales duraderos | Uso de materiales no sostenibles |
| | Sistema constructivo artesanal |
| | Tiempo de construcción largo |
| | No funciona como vivienda de emergencia |
| | No considera cuarto de pánico |
| | No considera ambiente con opción a comercio |
| | No considera la tipología arquitectónica de cada lugar |
| | No considera la forma de vida del usuario |

Fuente: Daniel Gálvez

6.1.3 Un techo para mi país

Es una organización no lucrativa presente en Latinoamérica y El Caribe, cuyo objetivo es ayudar a las familias de escasos recursos que viven en asentamientos precarios, por medio de la acción conjunta de sus pobladores y jóvenes voluntarios que participan activamente en la construcción de la vivienda.

La organización inició en 1997. Para el año 2016 se encuentra presente en 19 países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

Esta solución es una vivienda de emergencia, carece de servicio sanitario, instalaciones, eléctricas y ventanas, puede albergar a una familia de 4 integrantes, es un sistema que consta de:

- Área 18.3 mts²
- 15 pilotes
- 10 paneles (2 para piso, 4 laterales, 2 frontales y 2 traseros)
- 8 fajas de 1" x 4" (vigas)
- 6 reglas de 2" x 2" (costaneras)
- 8 láminas de zinc
- El valor de esta vivienda es de Q.8,000.00



Imágenes 93 y 94. Voluntarios y viviendas terminadas
<https://lucasraffablog.wordpress.com>, 17/08/2016, 12:25

Tabla 18. Vivienda Un Techo para mi País, Ventajas y desventajas

| Ventajas | Desventajas |
|------------------------|--|
| Vivienda de emergencia | Dimensiones mínimas |
| Respuesta rápida | Uso de materiales no sostenibles |
| Sistema prefabricado | No cuenta con servicio sanitario |
| Bajo costo | No cuenta con instalaciones eléctricas |
| | No cuenta con ventanas, solamente los vanos |
| | No considera cuarto de pánico |
| | No considera ambiente con opción a comercio |
| | No considera la tipología arquitectónica de cada lugar |
| | No considera la forma de vida del usuario |
| | Poca durabilidad |

Fuente: Daniel Gálvez

Tabla 19. Síntesis comparativa de casos análogos

| Componente | | FOPAVI | Hábitat para la Humanidad | Un techo para mi país |
|------------|-------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|
| Económico | Área (M2) | 36 | 32 | 18 |
| | Precio (Q) | Q 45,000 | Q 36,000 | Q 8,000 |
| | Precio Q/M2 | Q 1,250 | Q 1,125 | Q 445 |
| | Tipo de vivienda | Permanente | Permanente | De emergencia |
| | Tiempo de construcción | 2 meses | 2 meses | 1.5 días |
| | Durabilidad | Alta | Alta | Baja |
| Ambiental | Sistema constructivo | Block + concreto | Block + concreto | Madera |
| | Iluminación | Natural | Natural | Natural |
| | Ventilación | Natural | Natural | Natural |
| | Integración al paisaje | Mínimo | Mínimo | No |
| | Cuarto de pánico | No | No | No |
| | Materiales sostenibles | No | No | No |
| Social | Usa tipología apropiada | No | No | No |
| | Dimensiones -confort- | No | No | No |
| | Servicio sanitario | Si | Si | No |
| | Opción a comercio | No | No | No |
| | Inclusión cultural | No | No | No |

Fuente: Daniel Gálvez

Los casos análogos analizados en esta investigación son de tipo genérico, no consideran aspectos propios de cada comunidad; por lo que la propuesta que se presenta en este capítulo es específica para el caserío Chegüez del municipio de San Antonio Suchitepéquez.

6.2 Premisas de diseño

Tabla 20. Orientaciones recomendadas

| Ambiente | N | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
|------------|---|----|---|----|---|----|---|----|
| Dormitorio | X | X | X | X | X | X | | |
| Comedor | | | X | X | X | X | X | |
| Cocina | | | X | X | X | X | | |
| Lavandería | | | | X | X | X | X | |
| Baño | X | X | X | X | X | X | X | X |

Fuente: Guimaraes Mariana. Confort térmico y tipología arquitectónica en clima cálido-húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada. Tesis de maestría, Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universidad Politécnica de Catalunya. España 2008, 98 páginas.

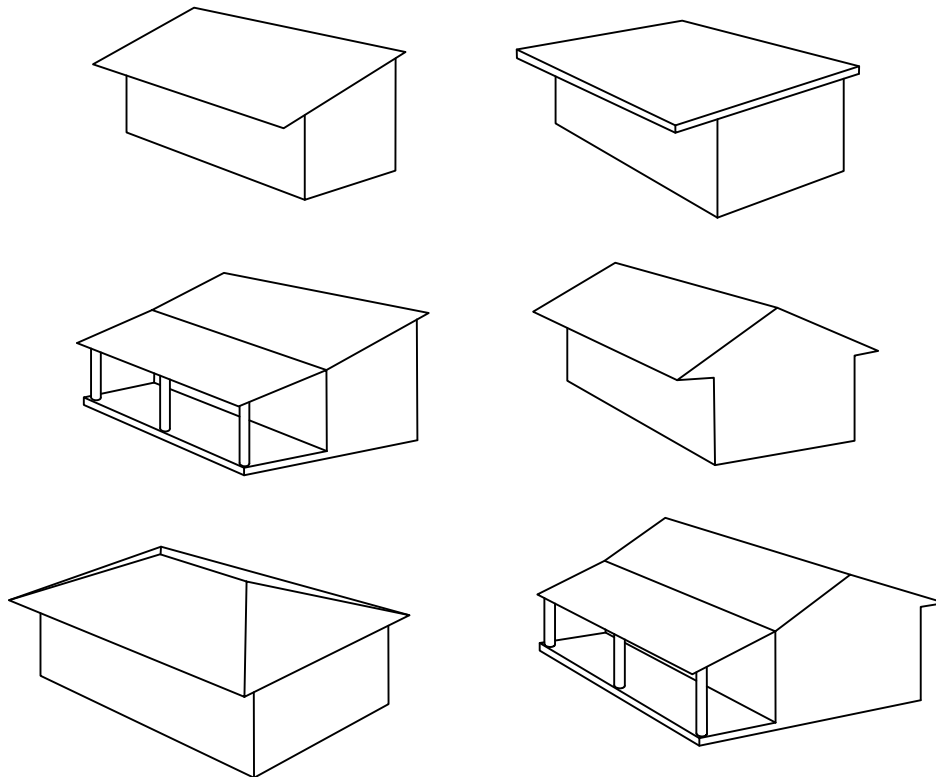


Imagen 95. Tipos de techo recomendados

Fuente: España, Jorge. Confort Ambiental para la Edificación de la Costa Sur. Tesis de licenciatura, Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala 1983, 309 páginas.

Tabla 21. Premisas funcionales


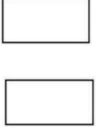
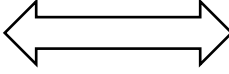
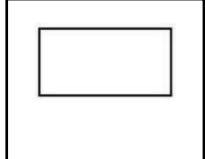
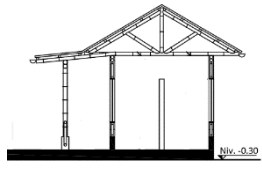
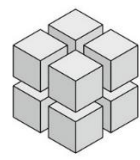
| Aspecto | Requerimiento | Opciones | Seleccionada |
|--|---|--|--|
| Ingreso | Facilitar el ingreso y egreso a la vivienda, considerar salida de emergencia | Directamente desde calle, frontal, lateral, posterior | Directamente desde calle  |
| Personas con capacidades diferentes | Facilitar el uso de los ambientes, seguridad y fácil desplazamiento, | Rampa, servicio sanitario ergonómico, barandas | Rampa, servicio sanitario ergonómico, barandas |
| Ambientes | Crear espacios funcionales, optimizar el espacio | Un módulo, dos módulos, tres módulos | Dos módulos  |
| Distribución | Lograr buena circulación y relación entre los ambientes | Lineal, Radial, paralela | Lineal  |
| Emplazamiento | Ubicar la vivienda de forma que permita relacionar los ambientes | Frontal, central, lateral, posterior | Central  |
| Altura interior | Confort climático | h1= 3.00 MT (mínima) h2= 4.50 MT (máxima) | h1= 3.00 MT, h2= 4.50 MT  |
| Proporción | Generar un módulo a partir de la morfología de los habitantes de la comunidad Chegüez | Estatura Hombre 1.57 MT Mujer 1.42 MT Promedio 1.50 MT | Módulo 1.50 MT  |

Tabla 22. Premisas tecnológicas




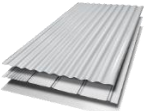



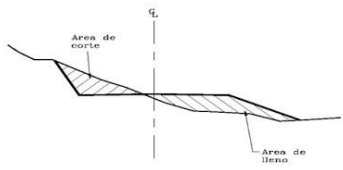

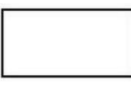

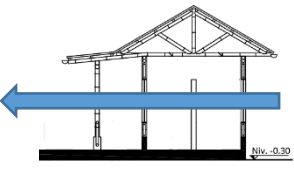
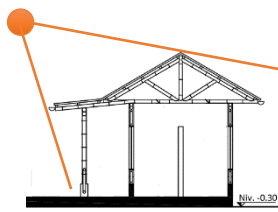
| Aspecto | Requerimiento | Opciones | Seleccionada |
|----------------------------|---|--|--|
| Cimiento | Durabilidad, estabilidad, resistente a humedad | Sobre cimiento, losa de cimentación cimiento corrido | Sobre cimiento  |
| Piso | Durabilidad, fácil mantenimiento, confort climático | Alisado de cemento, baldosa de barro, cerámico | Alisado de cemento |
| Muros | Bajo costo, liviano, confortable, fácil construcción | Sillar de block + paneles prefabricados de bambú, block, adobe, madera | Sillar de block + paneles prefabricados de bambú  |
| Puertas y ventanas | Permitir buena ventilación | Celosía y mosquitero, cortinas | Celosía y mosquitero |
| Cielo falso | Reducir la transferencia de calor hacia el interior | Esterilla de bambú, plywood, duroport, fibra mineral | Esterilla de bambú  |
| Techo | Bajo costo, fácil mantenimiento, liviano, confort climático | Lámina de aluzinc, losa de concreto, teja, palma | Lámina de aluzinc  |
| Agua potable | Disponer de un servicio eficiente y seguro | Sistema local, red municipal, agua de lluvia, mixto | Mixto  |
| Drenajes sanitarios | Drenar las aguas negras de forma higiénica | Fosa séptica letrina abonera seca, red municipal, | Fosa séptica |
| Energía eléctrica | Disponer de un sistema seguro y económico | DEOCSA, paneles solares, mixto | Mixto  |
| Estufa | Disponer de un sistema acorde a cultura local | Estufa ahorradora, estufa de gas, estufa eléctrica | Estufa ahorradora  |

Tabla 23. Premisas ambientales

| ASPECTO | REQUERIMIENTO | OPCIONES | SELECCIONADA |
|-------------------------|--|--|--|
| Morfología | Adecuar las características propias del terreno, según el diseño arquitectónico de la propuesta | Corte-relleno corte, relleno, | Corte-relleno  |
| Tipología | Integrar con el contexto del lugar | Vernácula, minimalista escasos recursos, empírica, | Vernácula  |
| Forma | Facilitar la construcción, seguridad, vivienda progresiva | Geométrica, orgánica, mixta | Geométrica  |
| Orientación | Aprovechar los vientos dominantes para obtener buena iluminación y ventilación | Noreste- suroeste Norte- sur Suroeste- noreste | Noreste-Suroeste  |
| Ventilación | Renovar el aire interior, contribuir con la higiene, reducir la humedad, obtener confort climático | Natural cruzada artificial, natural central | Natural cruzada  |
| Protección solar | Crear sombra por medio de ubicación, elementos constructivos o uso de naturaleza | Orientación, aleros, vegetación | Combinación de las tres opciones  |

6.3 Diagramas

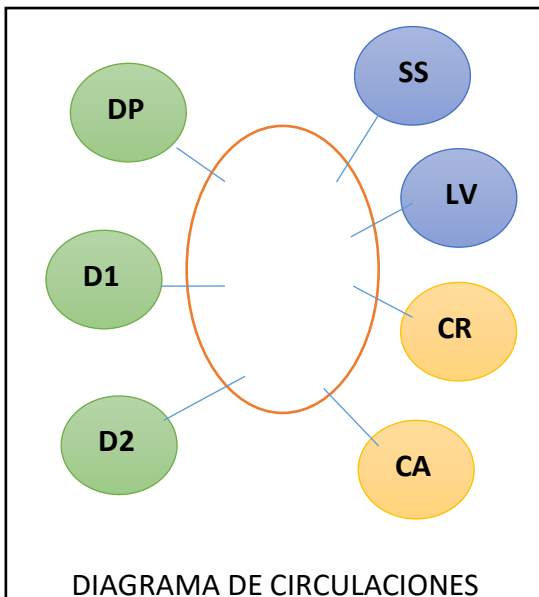


Imagen 96. Diagrama de circulaciones

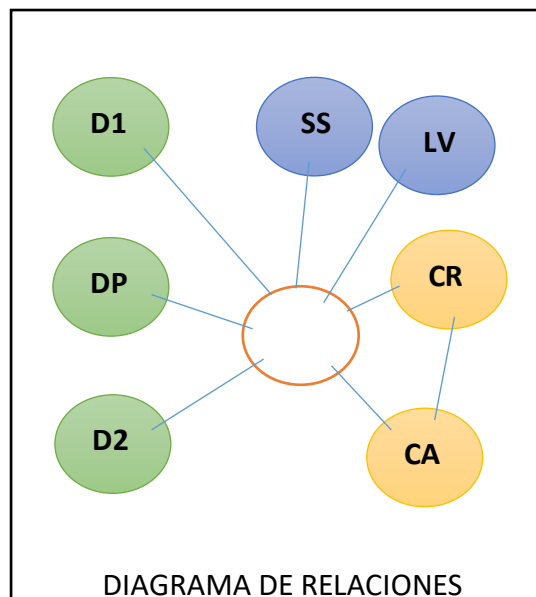


Imagen 97. Diagrama de relaciones

Tabla 24. Programa de necesidades

| Ambiente | Dimensiones (MT) | Área (M2) | Orientación |
|----------------------|------------------|-----------|-------------|
| Cocina | 3.00 x 3.00 | 9.00 | Suroeste |
| Comedor | 3.00 x 3.00 | 9.00 | Suroeste |
| Dormitorio uno | 3.00 x 3.00 | 9.00 | Noreste |
| Dormitorio dos | 3.00 x 3.00 | 9.00 | Noreste |
| Dormitorio principal | 3.00 x 3.00 | 9.00 | Noreste |
| Lavandería | 3.00 x 2.00 | 6.00 | Suroeste |
| Servicio sanitario | 3.00 x 2.00 | 6.00 | Suroeste |

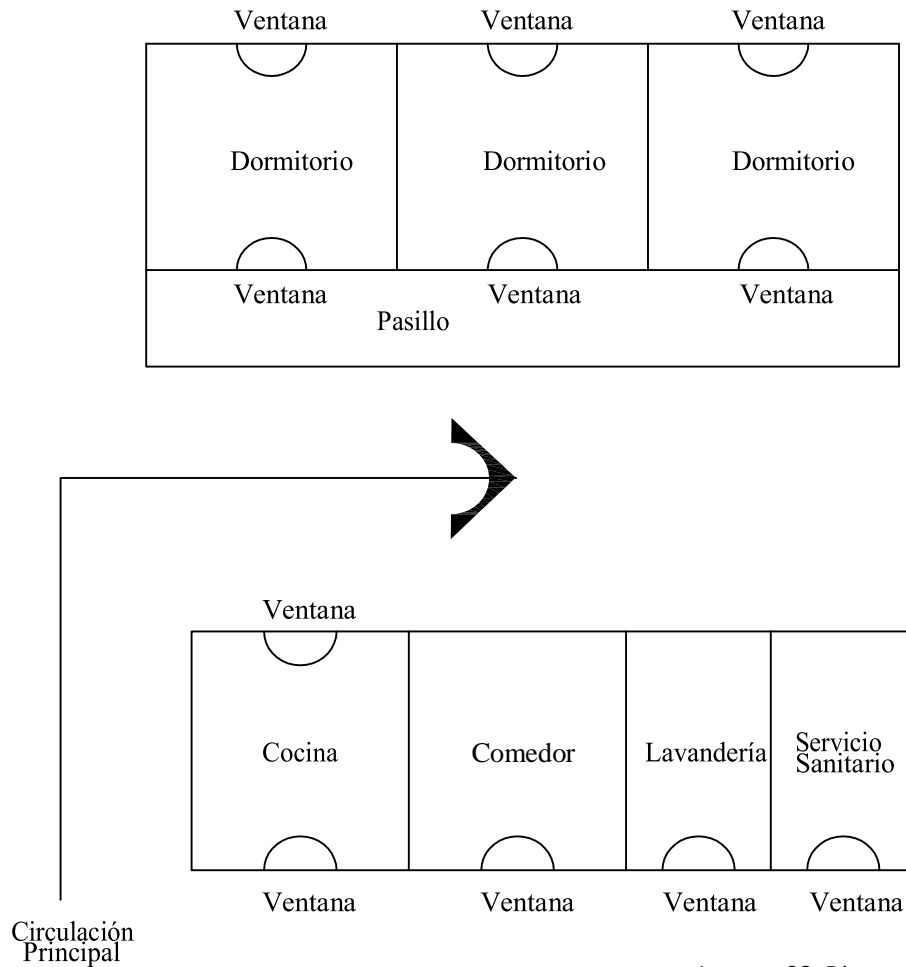


Imagen 98. Diagrama de bloques

6.4 Prefiguración

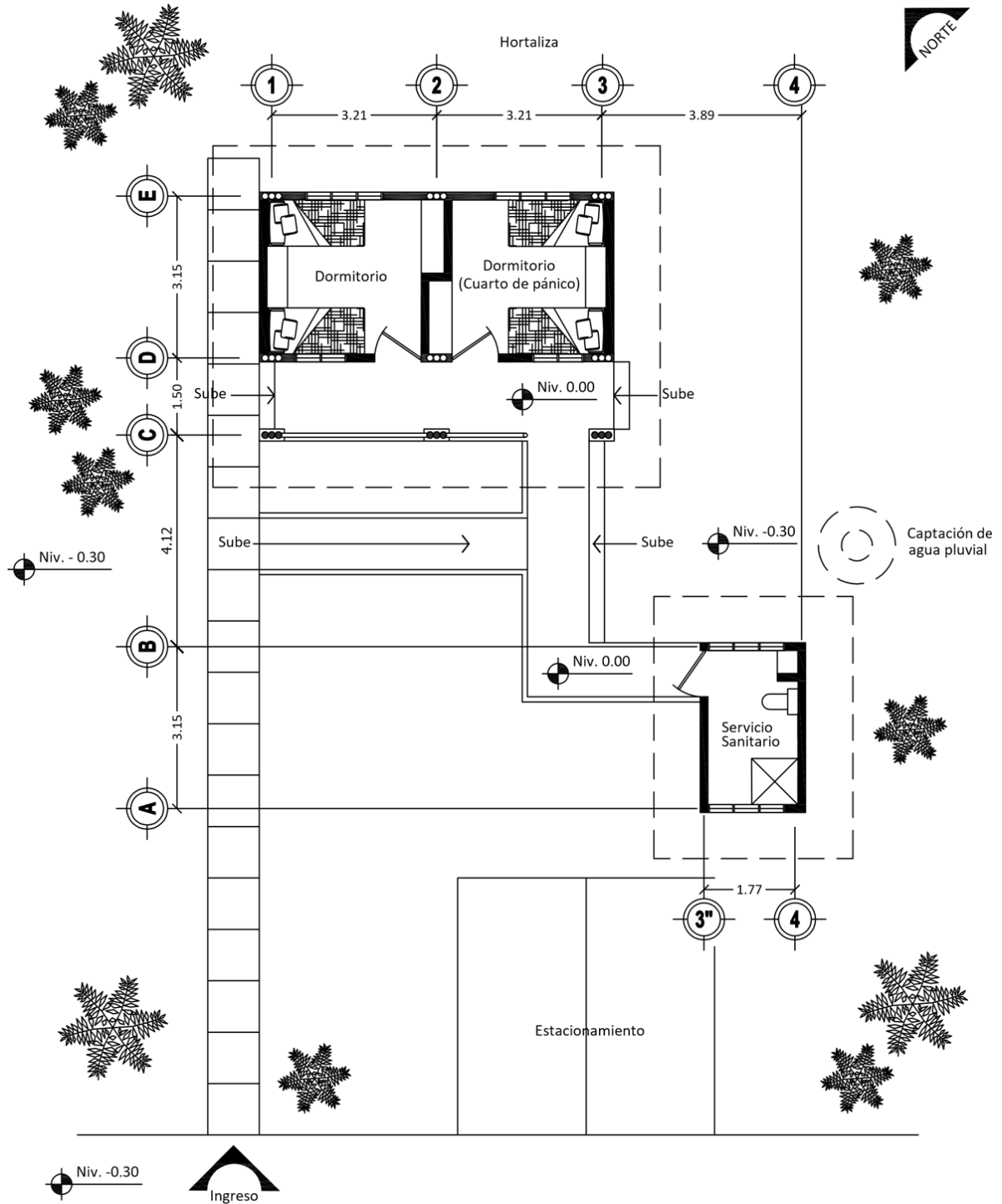


Para el diseño de la planta arquitectónica de esta propuesta, la idea generadora por analogía surge de la distribución reticular y forma geométrica de los paneles de bambú, los cuales se utilizan en la construcción de muros y cielos falsos; este concepto se relaciona con la arquitectura vernácula de la región.

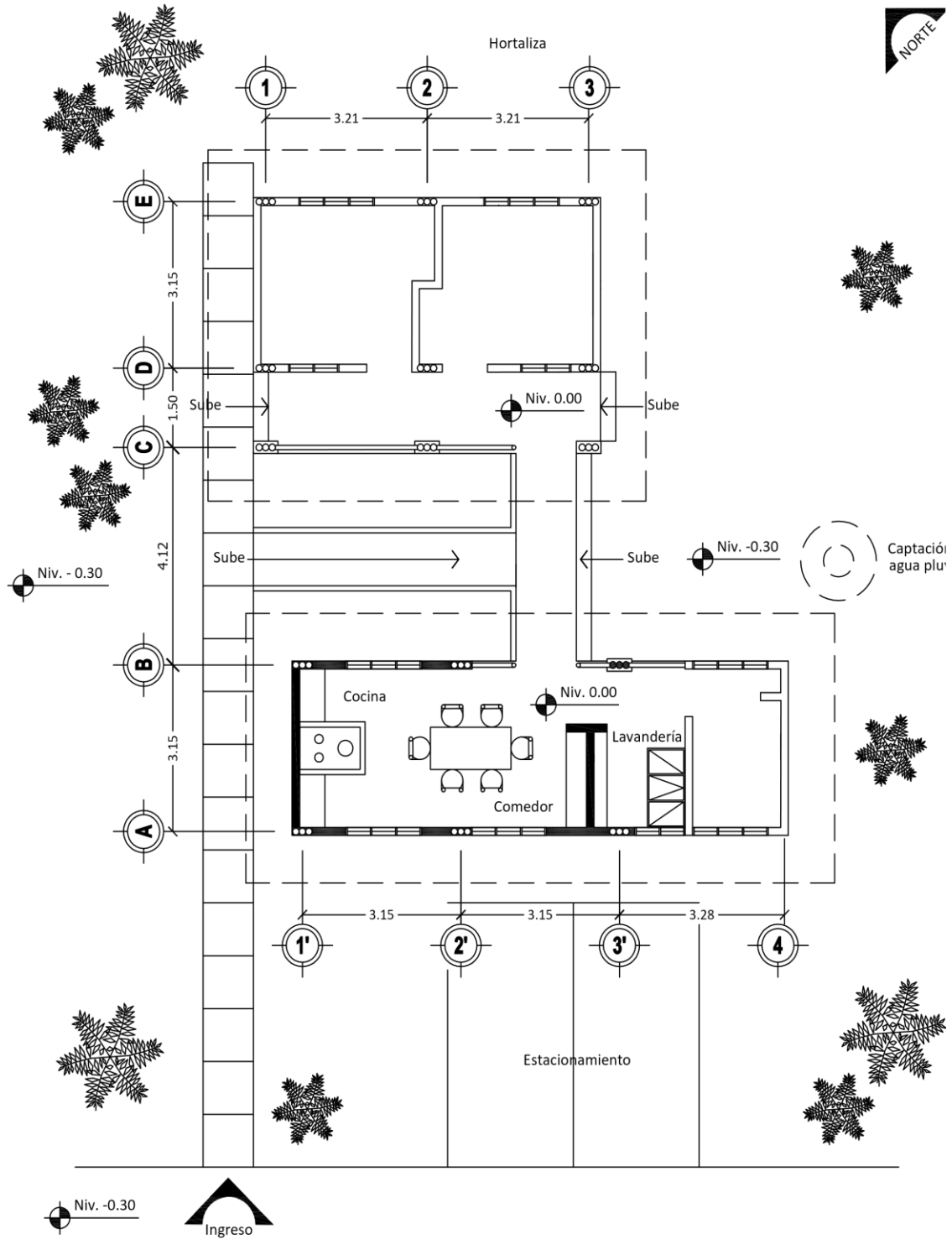
Los principios de composición considerados son: Simetría, ritmo y orden.

Imagen 99. Panel de cielo falso.
Fuente: Daniel Gálvez.

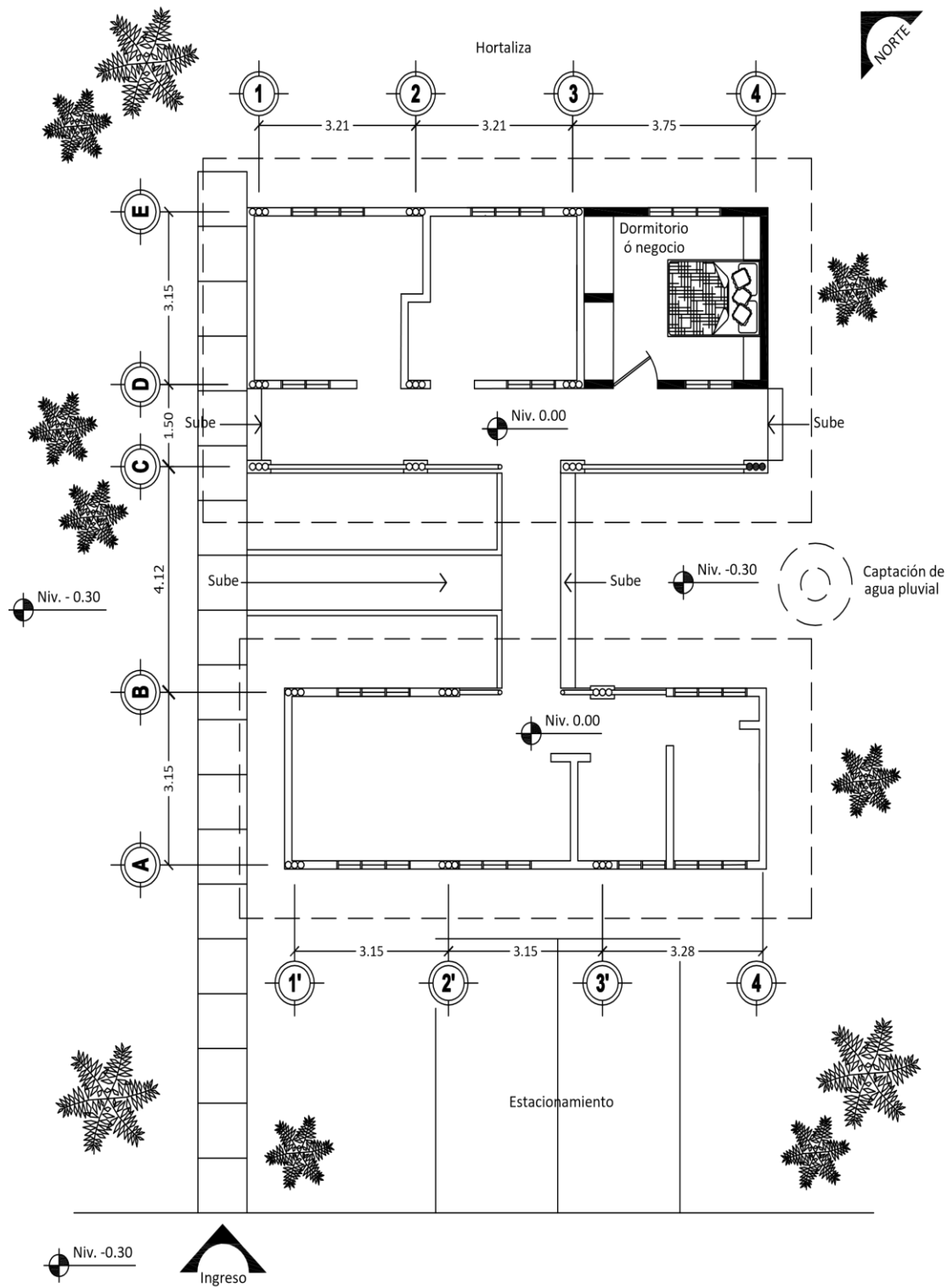
6.4.1 Fase I / Vivienda unifamiliar progresiva



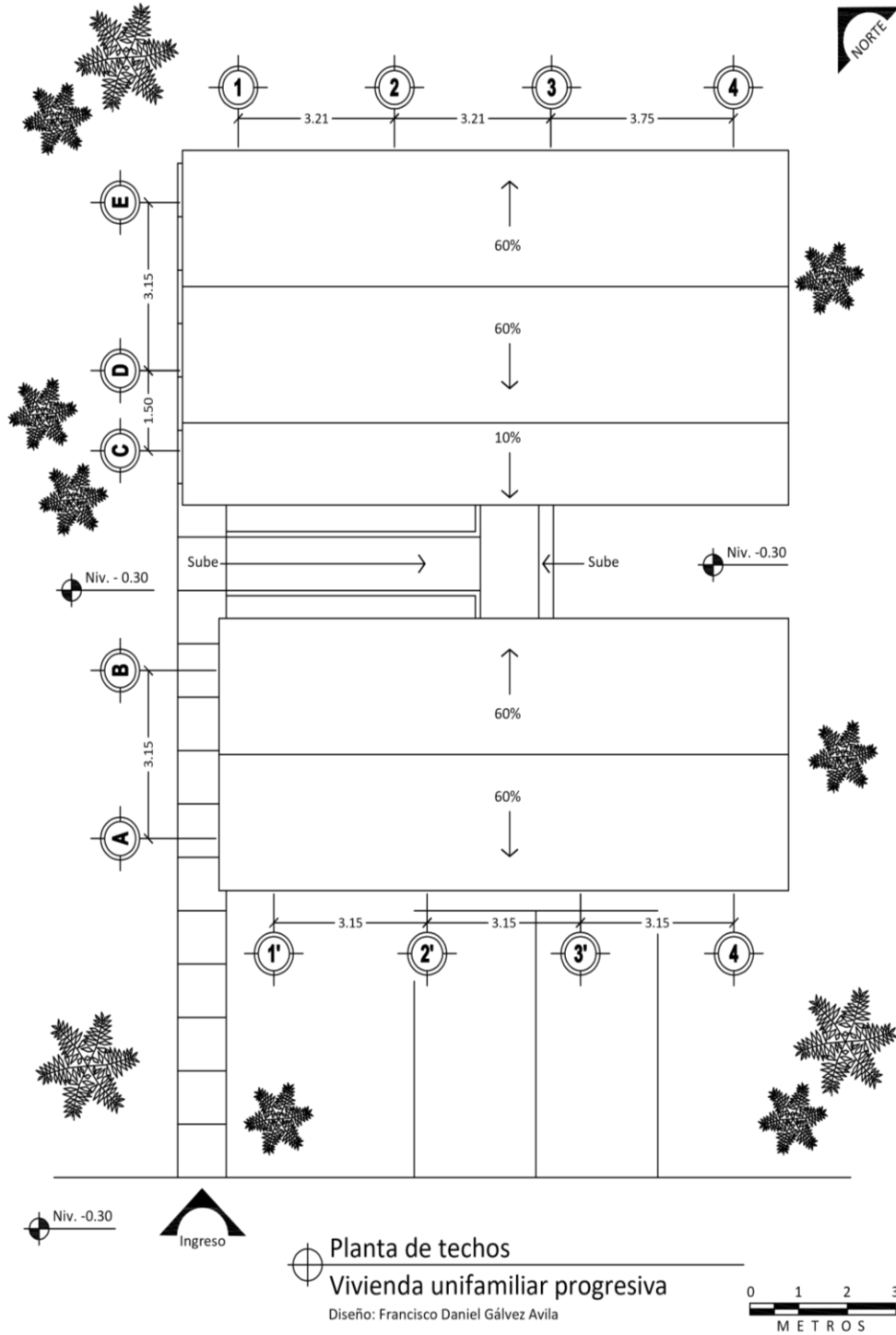
6.4.2 Fase II / Vivienda unifamiliar progresiva

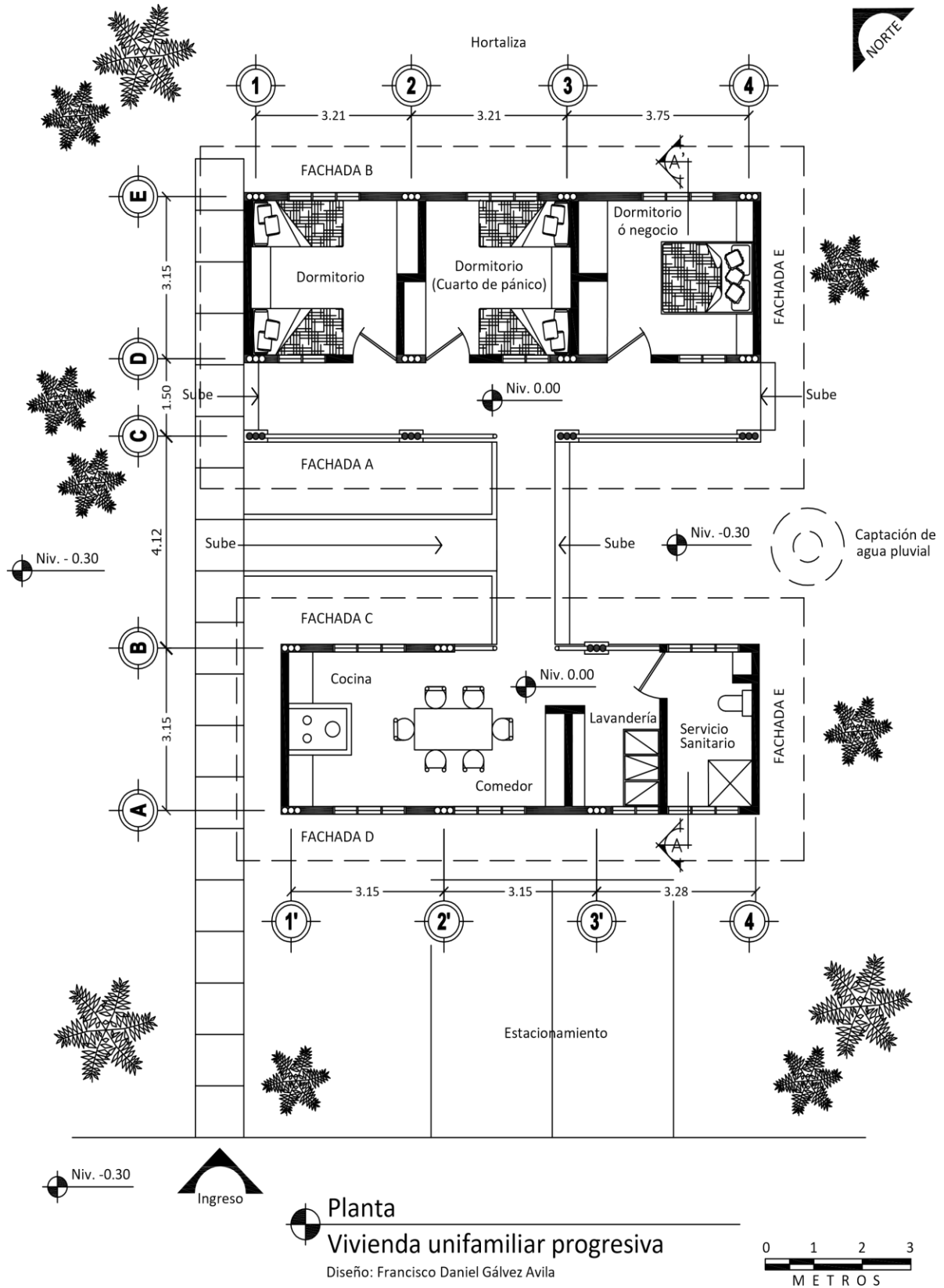


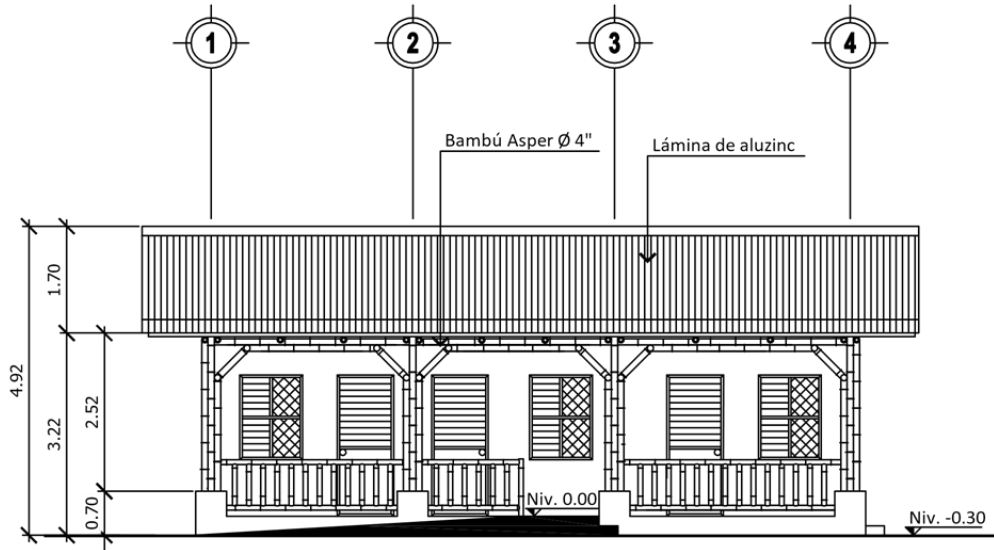
6.4.3 Fase III / Vivienda unifamiliar progresiva



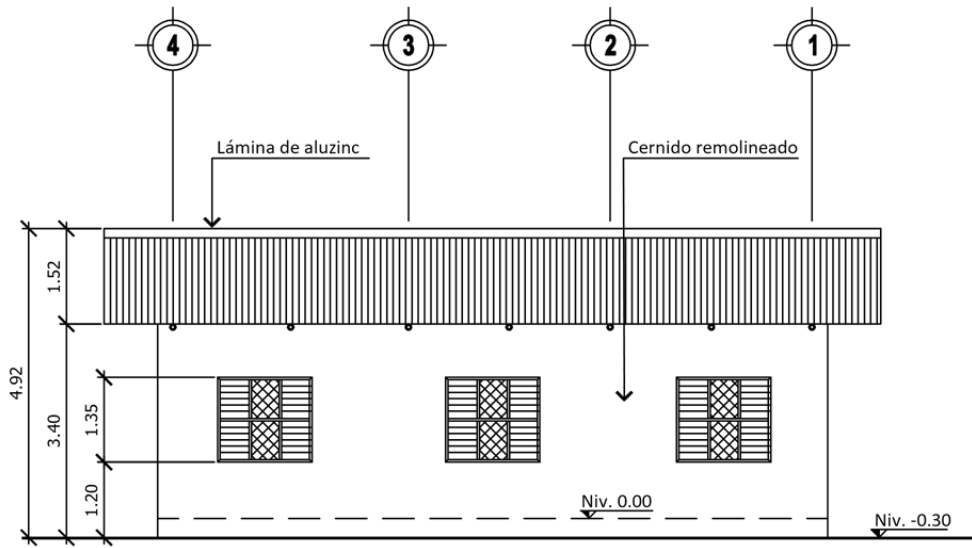
6.5 Propuesta





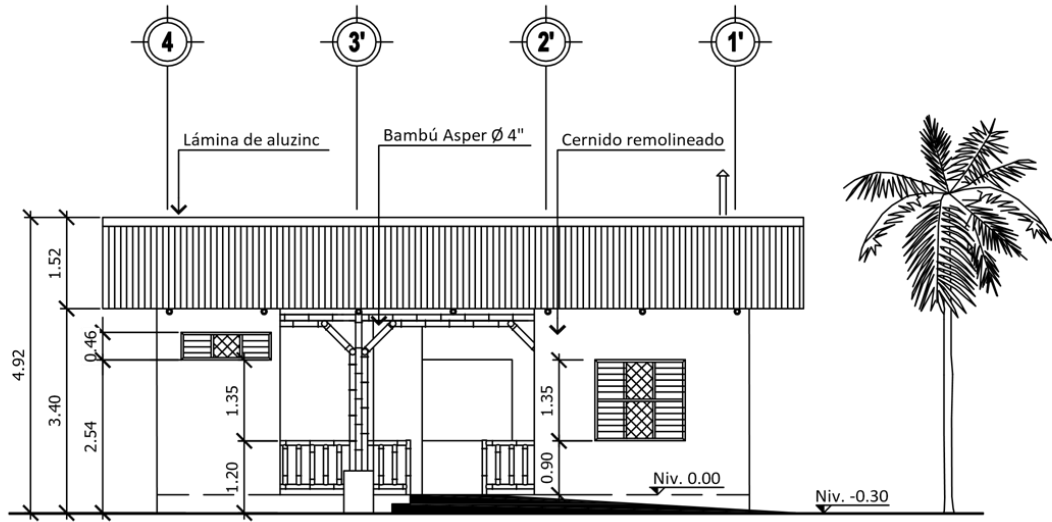


Fachada A
Vivienda unifamiliar progresiva
 Diseño: Francisco Daniel Gálvez Avila

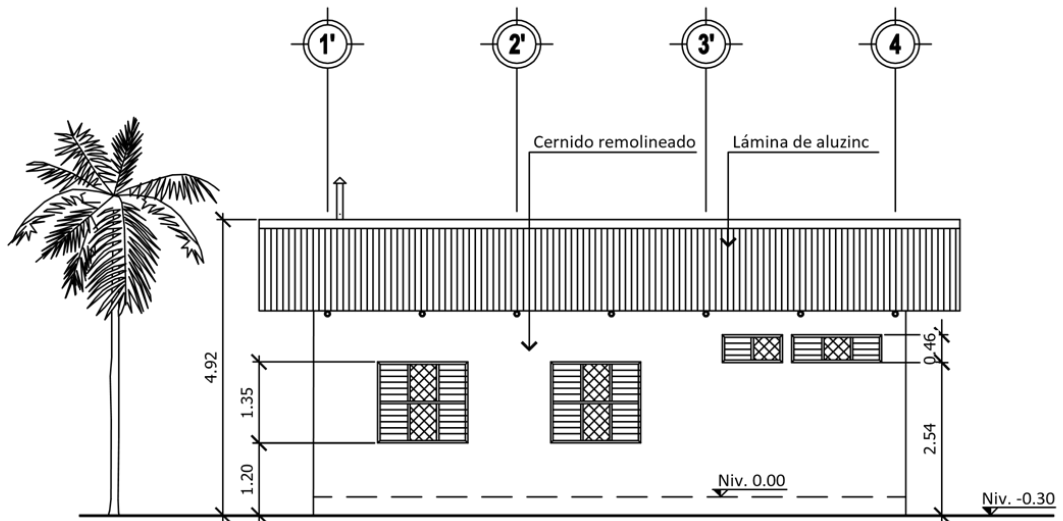


Fachada B
Vivienda unifamiliar progresiva
 Diseño: Francisco Daniel Gálvez Avila



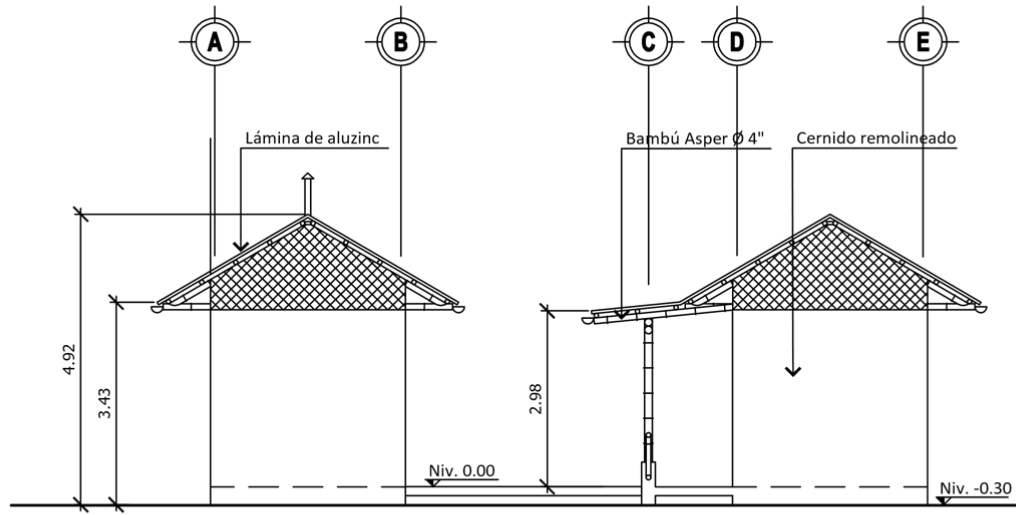



Fachada C
Vivienda unifamiliar progresiva
 Diseño: Francisco Daniel Gálvez Avila

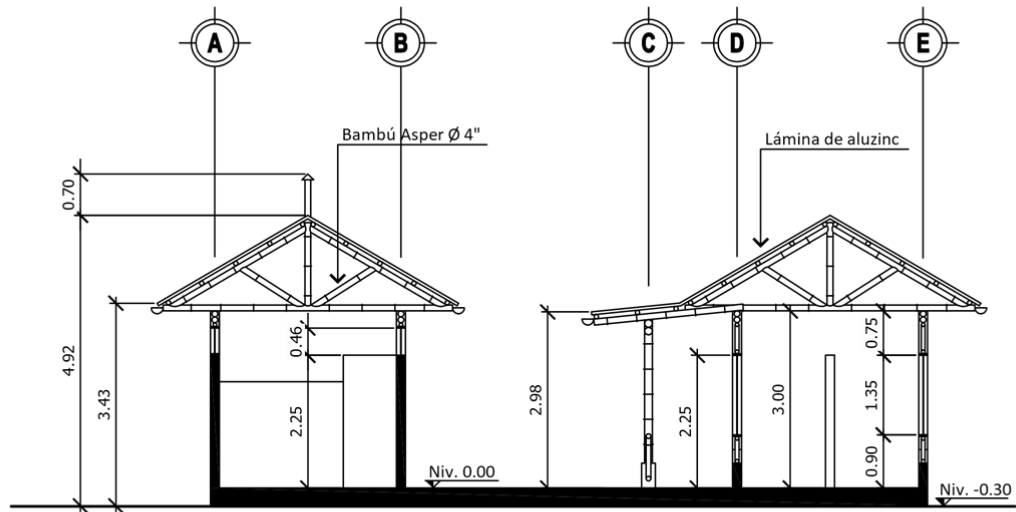



Fachada D
Vivienda unifamiliar progresiva
 Diseño: Francisco Daniel Gálvez Avila





Fachada E
 Vivienda unifamiliar progresiva
 Diseño: Francisco Daniel Gálvez Avila

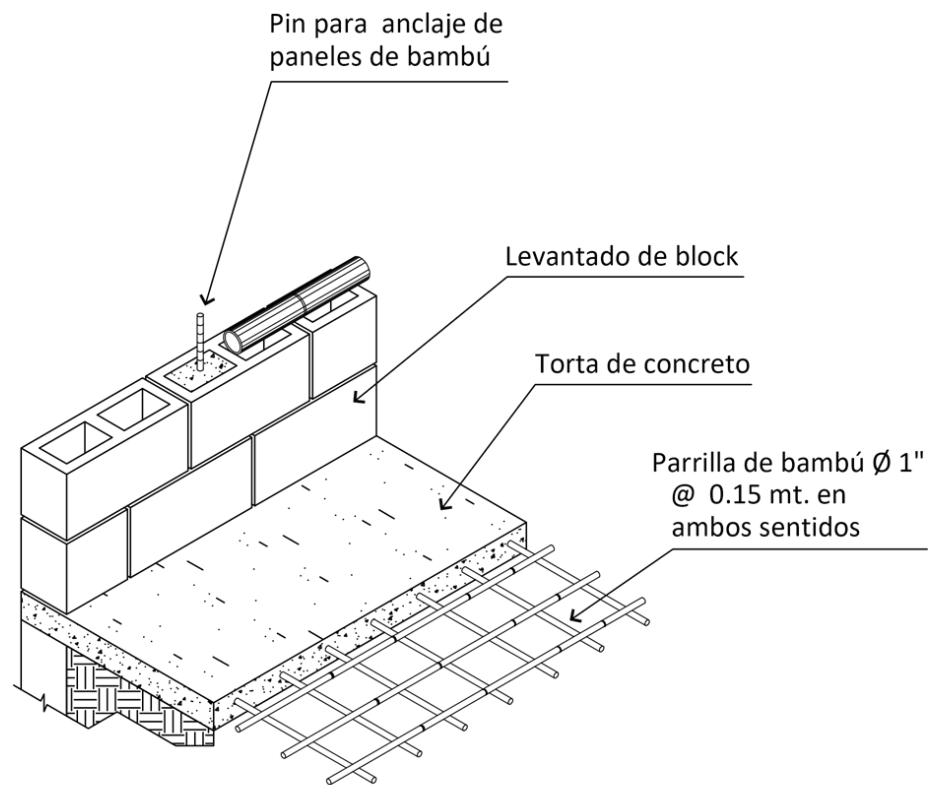


Sección A-A'
 Vivienda unifamiliar progresiva
 Diseño: Francisco Daniel Gálvez Avila

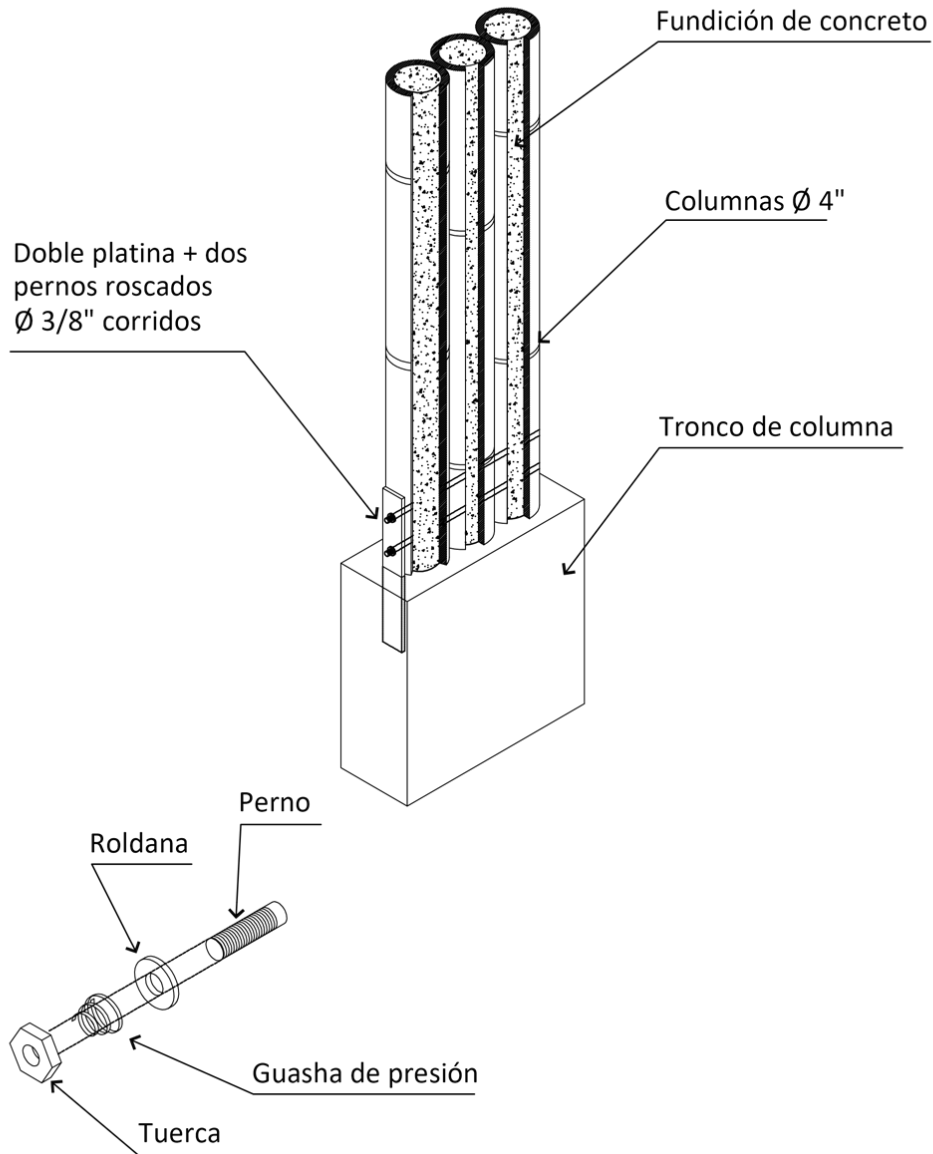


6.6 Detalles constructivos

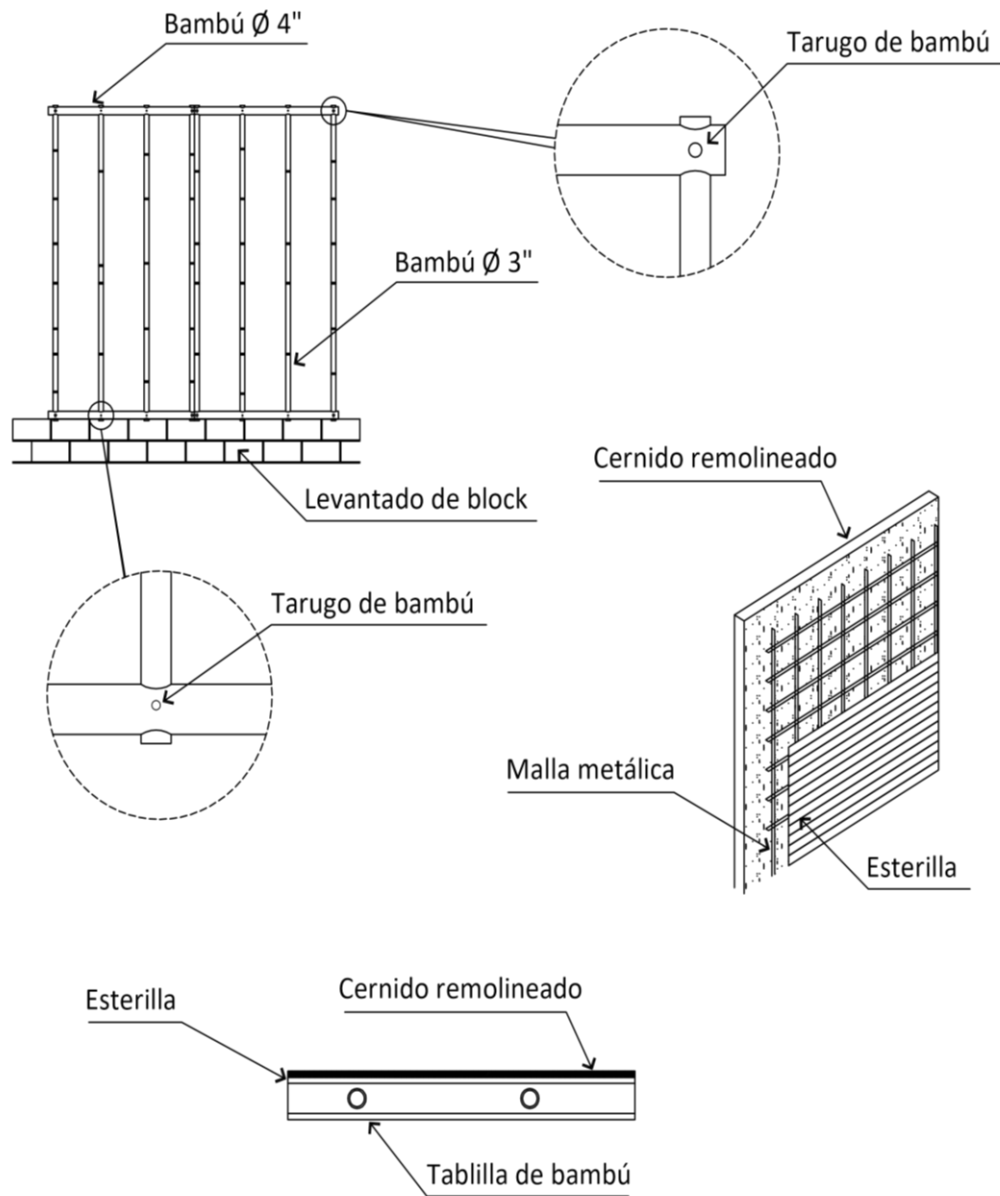
6.6.1 Detalle de cimentación



6.6.2 Detalle anclaje de columnas



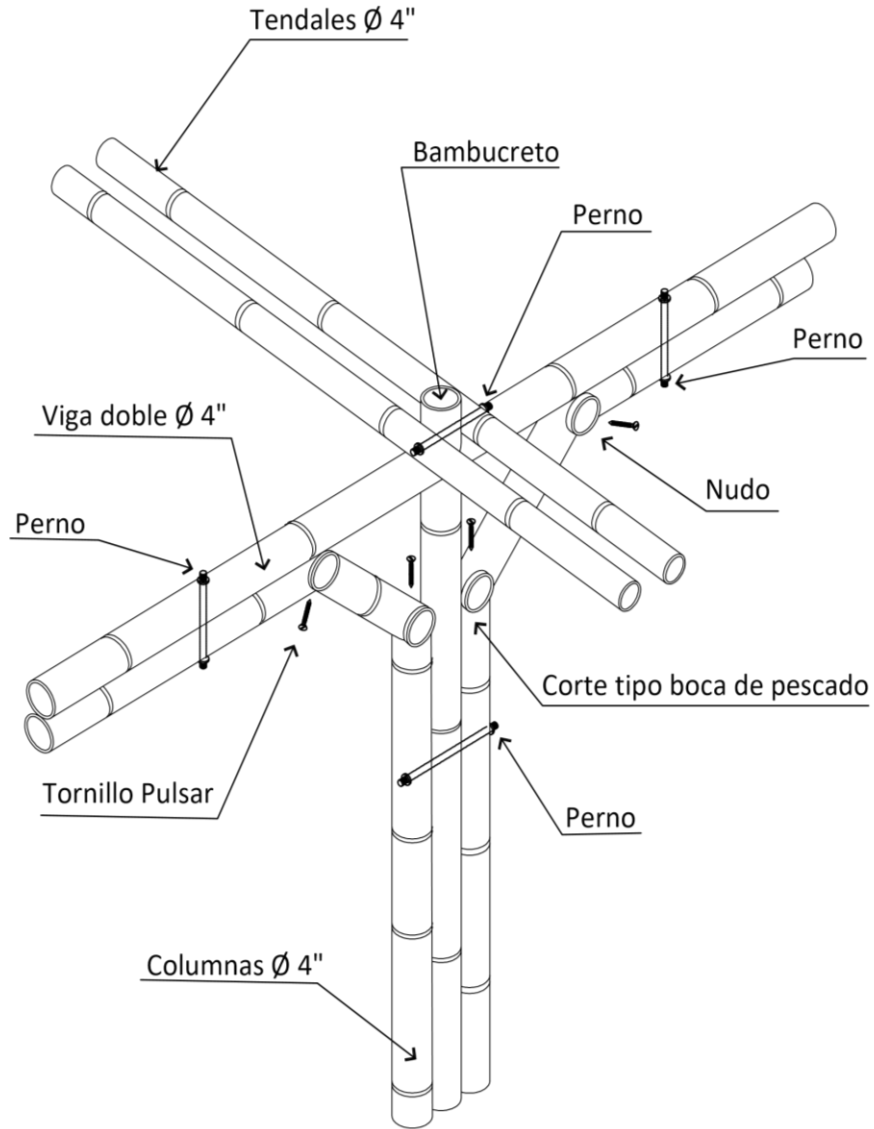
6.6.3 Detalle páneces de bambú



Tarugos de bambú



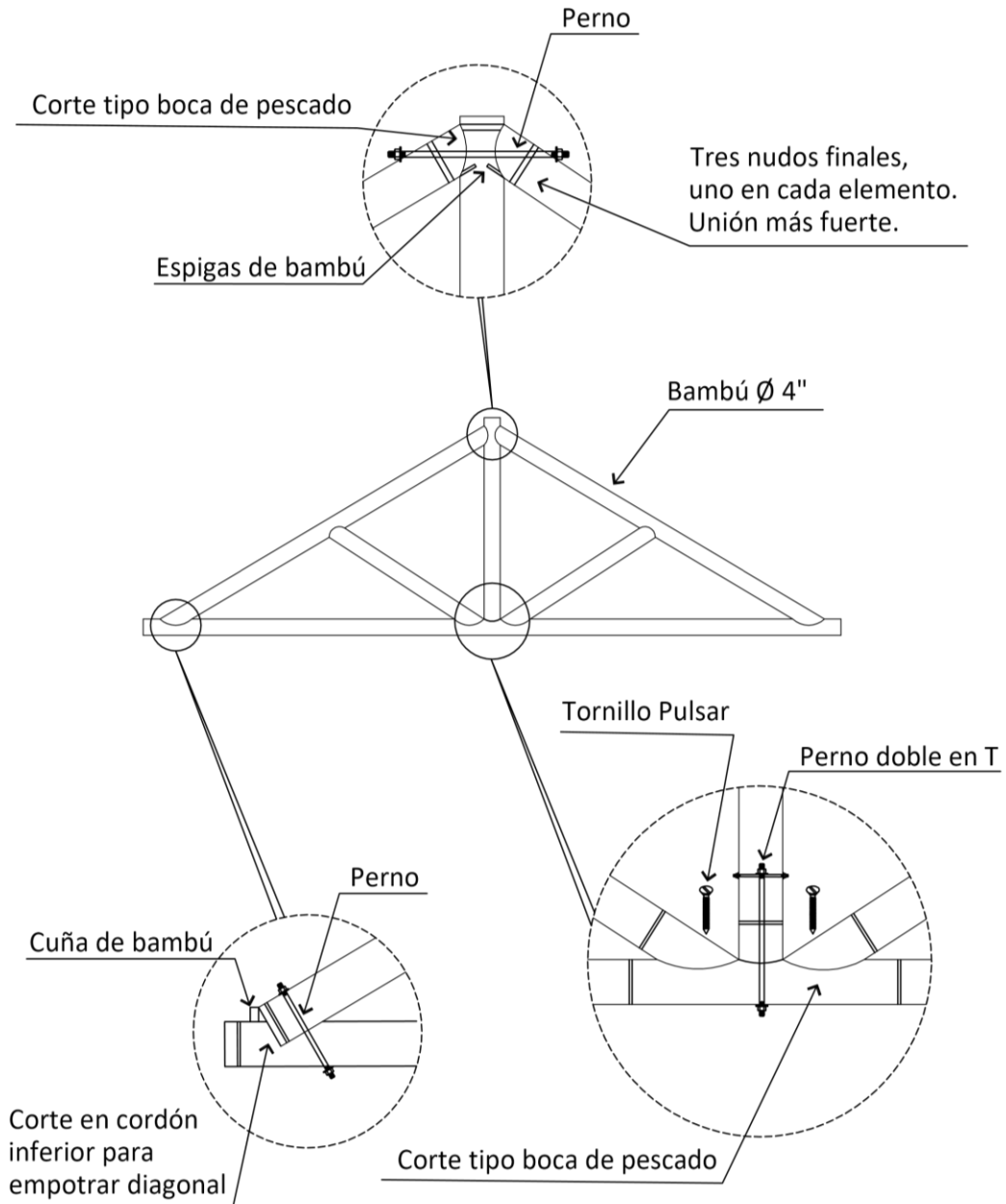
6.6.4 Detalle unión de columnas y vigas



Nudos de bambú



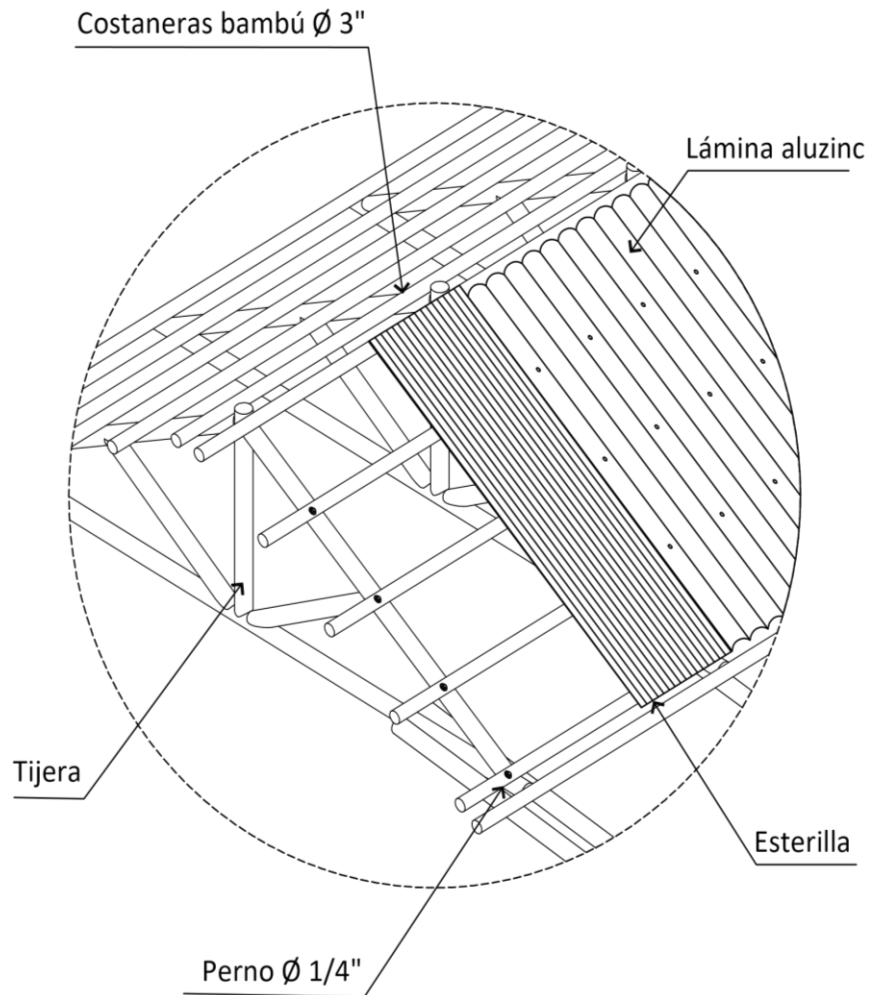
6.6.5 Detalle de tijera



Espiga de bambú



6.6.6 Detalle de esterilla como cielo falso





Vista oeste



Vista noroeste



Vista norte



Vista noreste



Vista central de módulos



Vista interior comedor-cocina



Vista interior dormitorio

6.7 Sostenibilidad del proyecto

En la fase III de la propuesta refiere a la construcción de un ambiente que puede servir para dormitorio o bien un espacio para el establecimiento de un pequeño negocio familiar, que les permita a sus habitantes obtener ingresos económicos para su sustento diario; por lo que es posible albergar un taller para fabricación de artesanías de bambú.

A continuación, se exponen como referencia algunos productos fabricados con bambú.



Imagen 100. Velero
Fuente: Daniel Gálvez



Imagen 101. Taza
Fuente: Daniel Gálvez

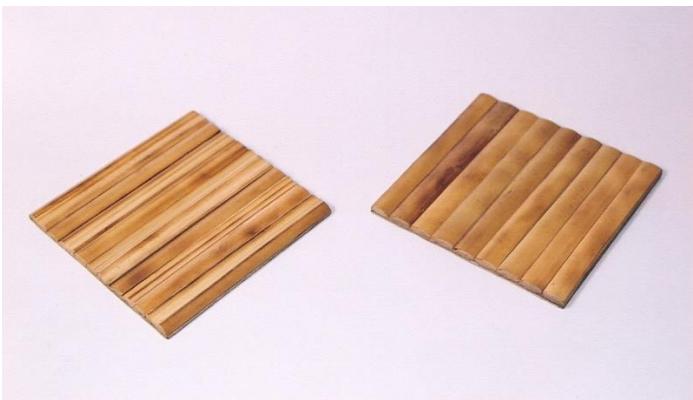


Imagen 102. Aisladores
Fuente: Daniel Gálvez



Imagen 103. Lámpara
Fuente: Daniel Gálvez

La parte posterior del terreno puede utilizarse como hortaliza, con la finalidad de cultivar y cosechar algunos vegetales y legumbres propios de la región para autoconsumo, aprovechando la captación de agua pluvial de los techos de la vivienda.

Tabla 25. Presupuesto vivienda unifamiliar progresiva

| No. | Renglón | Cantidad | Unidad | Q /unidad | Subtotal |
|-----|------------------------------|----------|--------|--------------|---------------------|
| 1 | Limpieza del terreno y trazo | 84,15 | m2 | 20,00 | 1.683,00 |
| 2 | Zanjeo | 76,34 | ml | 22,50 | 1.717,65 |
| 3 | Cimentación | 76,34 | ml | 75,00 | 5.725,50 |
| 4 | Piso | 72,7 | m2 | 75,00 | 5.452,50 |
| 5 | Muros de mampostería | 43,21 | m2 | 50,00 | 2.160,50 |
| 6 | Columnas de bambú | 60 | unidad | 50,00 | 3.000,00 |
| 7 | Muros de bambú | 162,03 | m2 | 75,00 | 12.152,25 |
| 8 | Barandas | 10,39 | ml | 150,00 | 1.558,50 |
| 9 | Armado de techo | 142,39 | m2 | 40,00 | 5.695,60 |
| 10 | Cielo de esterilla | 72,7 | m2 | 20,00 | 1.454,00 |
| 11 | Celosía de bambú | 18,75 | m2 | 20,00 | 375,00 |
| 12 | Enlaminado | 142,39 | m2 | 40,00 | 5.695,60 |
| 13 | Cernido, muro exterior | 162,03 | m2 | 55,00 | 8.911,65 |
| 14 | Azulejo | 10 | m2 | 80,00 | 800,00 |
| 15 | Puertas | 4 | unidad | 975,00 | 3.900,00 |
| 16 | Ventanas | 12 | unidad | 400,00 | 4.800,00 |
| 17 | Pintura | 162,03 | m2 | 8,00 | 1.296,24 |
| 18 | Agua potable | 1 | global | 500,00 | 350,00 |
| 19 | Drenajes sanitarios | 1 | global | 2.500,00 | 2.500,00 |
| 20 | Electricidad | 1 | global | 1.500,00 | 1.500,00 |
| 21 | Banquetas y rampa | 28,93 | m2 | 75,00 | 2.169,75 |
| 22 | Estufa ahorradora | 1 | unidad | 1.500,00 | 1.500,00 |
| | | | | TOTAL | Q. 70.727,99 |

Tabla 26. Presupuesto por fases

| Fase | Área de construcción | Unidad | Q /unidad | Subtotal |
|------|----------------------|--------|--------------|--------------------|
| I | 44,13 | m2 | Q 812,03 | Q 35.834,88 |
| II | 25,77 | m2 | Q 812,03 | Q 20.926,01 |
| III | 17,2 | m2 | Q 812,03 | Q 13.966,92 |
| 87,1 | | | TOTAL | Q 70.727,81 |

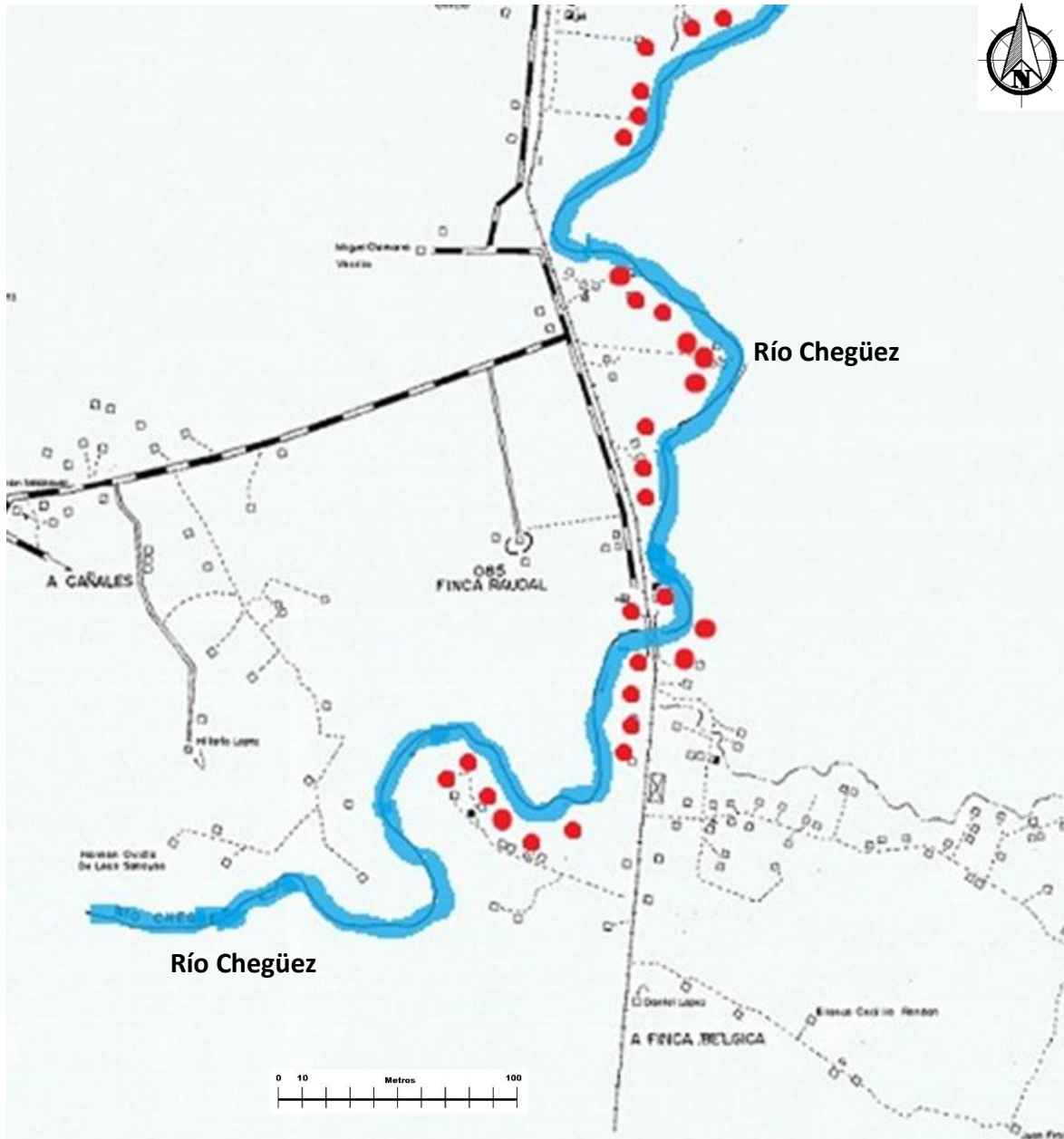
Tabla 27. Cronograma

| No. | Renglón | Tiempo en días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 1 | Limpieza del terreno y trazo | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Zanjeo | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Cimentación | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Piso | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Muros de mampostería | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Columnas de bambú | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Muros de bambú | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Barandas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Armado de techo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Cielo de esterilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Celosía de bambú | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Enlaminado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Cernido, muro exterior | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Azulejo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Puertas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Ventanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Pintura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Agua potable | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Drenajes sanitarios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Electricidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Banquetas y rampa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Estufa ahorradora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

La elaboración de este cronograma, se fundamenta en el planteamiento de esta propuesta como un sistema constructivo mixto, en donde la cimentación y el levantado de muros hasta 0.40 mt. sobre el nivel de piso es de mampostería reforzada; por aparte, los paneles, las barandas, el cielo falso, la celosía y las tijeras de bambú como un sistema prefabricado, fácil y rápido de instalar en obra.

6.7 Situación actual de conjunto

Fuente de mapa base: Instituto Nacional de Estadística -INE-, Cartografía



● Viviendas en situación de vulnerabilidad

DESCRIPCIÓN

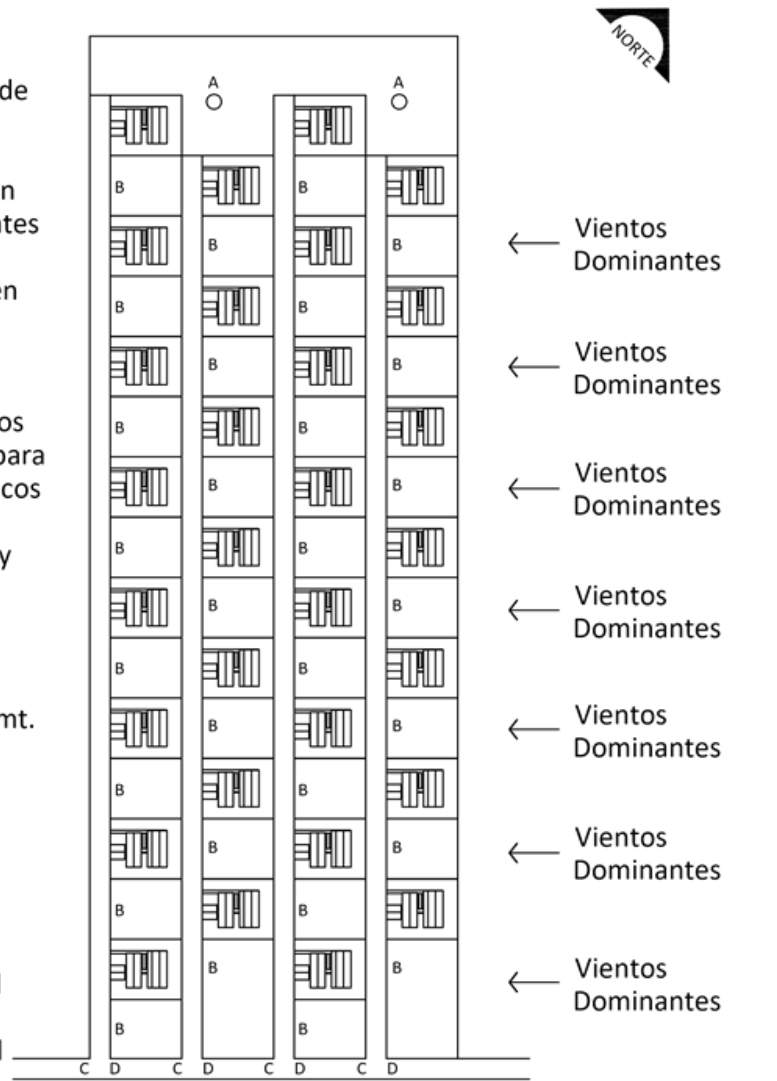
La distribución alterna de las viviendas permite buena ventilación, facilitando la circulación de los vientos dominantes noreste-suroeste, los cuales se manifiestan en esta región el 80% del año.

Los terrenos intermedios pueden aprovecharse para siembra de granos básicos o bien para el cultivo y cosecha de legumbres y vegetales para autoconsumo.

Terreno de 20 x 25 mt.
Gabarito de calle 9.00 mt.

SIMBOLOGÍA

- A= Depósito de basura
- B= Alumbrado público
- C= Acometida principal de agua potable
- D= Acometida principal de drenajes sanitarios



⊕ Planta de conjunto
Propuesta de traslado de viviendas

Tabla 28. Vulnerabilidad del proyecto⁷³

| No | Componentes | Cumple | Parcial | No cumple |
|-------------------------------------|---|--------|---------|-----------|
| 1 | Materiales de construcción | | | |
| | Disponibilidad | X | | |
| | Renovación de fuentes | X | | |
| | Agresividad del proceso | X | | |
| | Calidad y durabilidad | X | | |
| | Protección ambiental | X | | |
| | Facilidad de sustitución o reparación | X | | |
| 2 | Diseño | | | |
| | Adaptación al medio o cultural local | X | | |
| | Estabilidad | X | | |
| | Funcionalidad | X | | |
| | Confort operacional | X | | |
| | Eliminación desechos | X | | |
| | Adaptación / territorio | X | | |
| | Acceso para personas discapacitadas | X | | |
| Normas Reducción de Desastres -NRD- | X | | | |
| 3 | Tecnología de construcción | | | |
| | Fuerza o mano de obra/ construcción | X | | |
| | Equipamiento | X | | |
| | Generación/disposición desechos | X | | |
| | Tecnología apropiada y materiales del lugar | X | | |

Esta tabla presenta los elementos que se evaluaron para determinar la vulnerabilidad de la propuesta de este Proyecto de Graduación, considerando los materiales de construcción, el diseño y la tecnología de construcción planteados.

⁷³ Montúfar, Manuel. Herramienta para la Evaluación de Riesgo de Desastre, Amenaza y Vulnerabilidades de Proyectos de Arquitectura del Ejercicio Profesional Supervisado FARUSAC. Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala 2016, 133 páginas.

CONCLUSIONES

- En esta investigación se consideraron los aspectos culturales, sociales y ambientales del caserío Chegüez del municipio de San Antonio Suchitepéquez, donde la situación de pobreza para el año 2017 no permite que sus habitantes tengan las condiciones adecuadas para vivir. El bambú como material sostenible es una alternativa por encontrarse disponible en el lugar.
- Se presenta el procedimiento para obtener material de bambú de buena calidad, los métodos y resultados obtenidos pueden variar de acuerdo a la altitud, tipo de suelo, edad de la plantación, especie y madurez de los bambúes entre otras cosas.
- Sobre la cosecha, es muy importante cortar los bambúes maduros de acuerdo con las fases lunares, preferentemente de noche si es posible o en horas muy tempranas de la mañana y en época de verano.
- El método de tratamiento más efectivo es aquel que cumpla con los objetivos de cada proyecto. El curado se realiza por métodos naturales brindando una protección limitada y la preservación por medios químicos puede prolongar más la vida útil del bambú, aunque esto implica un riesgo para el personal que lo aplica y los usuarios, tomando en cuenta que también se utilizan insecticidas, fungicidas y plaguicidas de la agroindustria, los cuales son altamente efectivos por su toxicidad; por lo tanto, es muy importante considerar las medidas de seguridad del fabricante.
- Respecto del secado, la forma recomendada más efectiva es bajo la sombra con los bambúes en posición vertical, esto permite que el agua y los almidones bajen por las fibras del bambú hacia el exterior y evita las rajaduras por ser un secado lento.
- En el caserío Chegüez se utiliza el bambú de manera empírica, sin control de calidad ni conocimiento adecuado sobre el sistema constructivo, lo cual afecta directamente el confort de sus habitantes y la durabilidad del material. La propuesta de vivienda unifamiliar progresiva considera el buen uso del bambú como material de construcción, con la finalidad de brindar una vivienda digna, puede utilizarse como vivienda de emergencia en caso de desastre por medio de un módulo base y posteriormente en forma progresiva es posible su ampliación y uso como vivienda permanente para una familia de 6 personas.
- En el departamento de Suchitepéquez la probabilidad de inundación es media baja. En 2011 aconteció el evento climático más significativo registrado en el Caserío Chegüez, la depresión Tropical 12E. Para el año 2017, se encuentran en situación de vulnerabilidad 30 viviendas, se plantea una propuesta a nivel de anteproyecto para el traslado y distribución de las mismas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar la captación de agua pluvial para aprovechamiento humano, debido a las características de los techos de esta propuesta. Así como considerar el uso de paneles solares, debido a las condiciones de soleamiento del caserío Chegüez.
- Se solicita a la Escuela de Diseño Gráfico de la Universidad de San Carlos de Guatemala la elaboración de un manual informativo de uso popular sobre construcción con bambú para su divulgación y conocimiento.
- Como parte de la presente investigación se consultaron los normativos de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales (AGIES) vigentes para el año 2016 y se observó que no consideran materiales sostenibles como el bambú para su aplicación en construcción. Se recomienda considerar el estudio del bambú como alternativa sostenible y su aplicación en construcción.

FUENTES DE CONSULTA

Libros

- Andrade, Oscar. La Arquitectura Sostenible en el Formación del Arquitecto. El Salvador 2009, 253 páginas.
- Beltrán, Yan. Metodología del Diseño Arquitectónico. México 2011, 22 páginas.
- Blunt, Wilfrid, El Naturalista, Vida, Obra y Viajes de Carl Von Linné, España 1982, 272 páginas.
- Bugallo, Oscar. Desarrollo de la Comunidad de Hueytamalco Puebla México a través del Bambú como Material Industrial. México 2014. 142 páginas.
- Comisión Presidencial de los Derechos Humanos -COPREDEH-. Cuestionario de la Relatora Especial sobre la vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado y sobre el derecho a la no discriminación. Guatemala 2015, 11 páginas.
- Comité Español de Iluminación. Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. España 2005, 177 páginas.
- Diccionario de la Real Academia Española. 23ª. edición, España 2014.
- Diccionario Geográfico Nacional. segunda edición, Guatemala 1976.
- Dirección de Investigación. Sistema de citas bibliográficas Chicago. Facultad de Arquitectura. USAC. Guatemala 2014, 16 páginas.
- Editorial Poseidón. El Modulor, Argentina 1961, 193 páginas.
- Empresa de Vivienda de Antioquia. Vivienda Progresiva, Colombia 2014, 17 páginas.
- Forés Anna Y Grané Jordi. La resiliencia, crecer desde la adversidad. España 2008, 12 páginas.
- Fundación del Azúcar de Guatemala -FUNDAZUCAR-, Dirección de Desarrollo Municipal Urbano Y Rural -DEMUR-, Programa de Desarrollo Municipal Participativo-DMP-. Plan de desarrollo municipal integral 2010-2022 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 77 páginas.
- Gómez Cumpa José. Desarrollo de la Creatividad, Perú 2005, 250 páginas.
- Gómez de Segura Roberto Bermejo, Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis, España, 60 páginas
- Grimal Nicolás. Historia del Antiguo Egipto, España 1996, 556 páginas.
- Hidalgo López, Hidalgo. Manual de Construcción con bambú. Colombia 1981. 87 páginas.
- Iglesias, Pablo. Introducción a la Vivienda Sostenible, España 2010, 26 páginas.
- Instituto de Arquitectura Tropical. Bambú el Milagro Vegetal. Costa Rica-Alemania 2011. 45 páginas.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, Misión Técnica de la República de China - Taiwán ICDF-. Shiun Lin Shyh. Construcción de casas con bambú. Guatemala 2007, 70 páginas.
- Instituto Nacional de Estadística -INE. Caracterización departamental 2013. Guatemala 2014. 78 páginas
- Instituto Nacional de Estadística -INE-, IV Censo Nacional Agropecuario, Características Generales de las Fincas Censales y de Productoras y de Productores Agropecuarios, Tomo I, Guatemala enero 2004.
- Instituto Nacional de Estadística -INE-. XI Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Habitación. Guatemala 2002.

- Instituto Nacional de Estadística -INE-, República de Guatemala: Estadísticas Demográficas y Vitales 2014, 96 páginas.
- Langberg, José. La Vivienda Multifamiliar Contemporánea, Perú, 2012 160 páginas.
- Mao Yilin. Feng Shui y Arquitectura Occidental, España 2014, 80 páginas.
- Melgar, William, Estado de la Diversidad Biológica de los Árboles y Bosques de Guatemala
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, Misión Técnica de la República de China -Taiwán ICDF-. Valdez David y Shiun Lin Shyh. Guía para la producción, manejo post cosecha y usos del bambú *Dendrocalamus Asper* (Schultes f), con énfasis en la construcción. Guatemala 2010, 33 páginas.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, Misión Técnica de la República de China -Taiwán ICDF-. Departamento de Cultivos Agroindustrializables y Proyecto: Industrialización del bambú en Guatemala. Guía básica para el cultivo de bambú en Guatemala. Guatemala 2015, 60 páginas.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. Programa de Emergencia por Desastres Naturales. Laboratorio de información geográfica. Guatemala 2002.
- Organización de las Naciones Unidas -ONU-. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Santiago 2016, 50 páginas.
- Organización de las Naciones Unidas -ONU-. Cómo desarrollar ciudades más resilientes, Suiza 2012, 103 páginas.
- Organización de las Naciones Unidas -ONU-. Objetivos de Desarrollo del Milenio, Chile 2010, 439 páginas
- Organización de las Naciones Unidas -ONU-. La Situación Demográfica en el Mundo, Estados Unidos de América 2014, 38 páginas.
- Organización de las Naciones Unidas -ONU-. Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible, Chile 2003, 46 páginas.
- Organización Panamericana de la Salud -OPS-. Hacia una Vivienda Saludable, Perú 2009, 96 páginas.
- Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina -La Red-, Viviendo en riesgo, Perú 1997, 27 páginas.
- Revista Tecnología y Desarrollo. La Selección Sostenible de los Materiales de Construcción, España 2009, 16 páginas.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-. Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala. Guatemala 2006. 104 páginas.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- Fase de análisis territorial, Guatemala 2010.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-. Vulnerabilidades de los municipios y calidad de vida de sus habitantes. Guatemala 2008, 77 páginas.
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-. Plan de desarrollo municipal 2011-2025 San Antonio Suchitepéquez. Guatemala 2010, 89 páginas.
- Sutton, Ian, Historia de la arquitectura de Occidente, Lisboa, 2004.
- Toledo, Yolanda. Sección aurea en arte, arquitectura y música, España 2002, 147 páginas.
- UNICEF, Aprendamos a Prevenir Desastres, Nicaragua, 24 páginas.
- VERDE NE. Vivienda Unifamiliar, España 2012, 140 páginas.

Tesis

- España, Jorge. Confort Ambiental para la Edificación de la Costa Sur. Tesis de licenciatura, Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala 1983, 309 páginas.
- Fuentes, Carlos. Materiales de construcción en Guatemala y su aplicación actual. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 2006.
- Guimaraes, Mariana. Confort térmico y tipología arquitectónica en clima cálido-húmedo, Análisis térmico de la cubierta ventilada. Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universidad Politécnica de Catalunya. Tesis de maestría. España 2008, 98 páginas.
- Liu, Ana María. Modelo de vivienda sostenible para la Cordillera Alux, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis de licenciatura, Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala 2013, 137 páginas.
- Monroy, Elia. Tratamiento químico de cuatro especies de bambú para su preservación, utilizando ácido bórico-borax-dicromato de sodio por el método de inmersión y baño caliente-frío. Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala 2006.
- Montúfar, Manuel. Herramienta para la Evaluación de Riesgo de Desastre, Amenaza y Vulnerabilidades de Proyectos de Arquitectura del Ejercicio Profesional Supervisado FARUSAC. Tesis de maestría, Facultad de Arquitectura, USAC. Guatemala 2016, 133 páginas.

Normas y leyes

- Congreso de la República de Guatemala. Constitución política de la República de Guatemala. Guatemala 1985, 76 páginas.
- Congreso de la República de Guatemala. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Guatemala 1986, 16 páginas.
- Congreso de la República de Guatemala. Acuerdo sobre aspectos socioeconómicos y situación agraria. Firmado en México 1996, 28 páginas.
- Congreso de la República de Guatemala. Ley de desarrollo social. Guatemala 2001, 16 páginas.
- Congreso de la República de Guatemala. Ley de los consejos de desarrollo urbano y rural. Guatemala 2002, 14 páginas.
- Congreso de la República de Guatemala. Ley de vivienda. Guatemala, 18 páginas.
- Congreso de la República de Guatemala. Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -CONRED-. Guatemala 1996, 7 páginas.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. -CONRED-. Boletín informativo No. 4032
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. – CONRED-. Normas para la reducción de desastres número uno -NRD-1- Guatemala 2010.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. – CONRED-. Normas para la reducción de desastres número dos -NRD-2- Guatemala 2015.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. – CONRED-. Normas para la reducción de desastres número tres -NRD-3- Guatemala 2013.
- El Proyecto Esfera. Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta en caso de desastre. Italia 2004, 408 páginas.

- Gobierno de Guatemala. Memorándum de entendimiento entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- y la República de China -TAIWÁN-. Proyecto: Industrialización del bambú en Guatemala. Guatemala 2014, 9 páginas.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica E.100 bambú. Perú 2012, 58 páginas.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, La Carta de La Tierra, México 2007, 30 páginas
- Universidad de San Carlos de Guatemala. Política Ambiental. Aprobada por el Consejo Superior universitario en sesión celebrada el 30 de julio 2014, punto sexto, inciso 6.2, Acta 13-2014.

Medios electrónicos

- <http://www.insivumeh.gob.gt/>
- www.aboutbritain.com
- <http://algargosarte.blogspot.com>
- <http://www.bamboo.org/BambooSourceList/index.php>.
- www.bambu.gt
- www.turincondeluz.com
- www.es.wikipedia.org
- <http://historia4arquitect.blogspot.com>
- <http://inbar.blueway.com.ec/>
- <http://fundacionhabitatsanmarcos.blogspot.com>
- <http://lahora.gt>
- <http://ecomaterialesigc.blogspot.com>
- <http://scielo.sld.cu>
- http://gt.geoview.info/casa_de_adobe
- <http://tectonicablog.com/?p=34866>
- <http://www.deguate.com>
- <http://elprogreso.evisos.com.gt>
- <http://www.scielo.org.mx>
- <http://www.socoruiz.com>
- www.bambucoop.wixsite.com
- [ttp://www.mfrural.com.br](http://www.mfrural.com.br)
- www.proyectofrisoalmagro.blogspot.com
- www.google.com.gt/maps/place/San+Antonio+Suchitepéquez
- www.youtube.com/watch?v=eO2fxZA2E3c
- <https://emisorasunidas.com/noticias>
- <https://www.youtube.com/watch?v=F-PsRPLDDr4>
- <http://www.prensalibre.com>
- www.fopavi.gob.gt
- www.habitatguate.org
- <https://lucasraffablog.wordpress.com>
- <http://es.althistory.wikia.com/wiki/Guatemala>
- <http://ww2.oj.gob.gt>, <http://mineco.gob.gt>

Guatemala, marzo 20 de 2017.

Señor Decano
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala
Dr. Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón
Presente.

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que con base en el requerimiento del estudiante de la Facultad de Arquitectura: **FRANCISCO DANIEL GÁLVEZ AVILA**, Carné universitario: **8917188**, realicé la Revisión de Estilo de su proyecto de graduación titulado: **TEORÍA, DISEÑO Y PRÁCTICA CON BAMBÚ, RIESGO Y SOSTENIBILIDAD EN SAN ANTONIO SUCHITEPÉQUEZ**, previamente a conferírsele el título de Arquitecto en el grado académico de Licenciado.

Y, habiéndosele efectuado al trabajo referido, 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 que exige la Universidad.

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



Lic. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10,804
Lic. Maricella Saravia de Ramírez
Colegiada 10,804

Profesora Maricella Saravia Sandoval de Ramírez
Licenciada en la Enseñanza del Idioma Español y de la Literatura

LENGUA ESPAÑOLA - CONSULTORÍA LINGÜÍSTICA
Especialidad en corrección de textos científicos universitarios


Teléfonos: **3122 6600** - 5828 7092 - 2252 9859 - - maricellasaravia@hotmail.com

**Teoría, diseño y práctica con bambú,
riesgo y sostenibilidad en San Antonio Suchitepéquez**
Proyecto de Graduación desarrollado por:

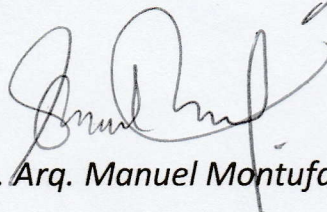


Francisco Daniel Gálvez Avila

Asesorado por:



Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini



Msc. Arq. Manuel Montufar Miranda



Arq. Israel López Mota

Imprímase:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón
Decano