



ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN DEL HÁBITAT Y VIVIENDA
SUSTENTABLES**

VIVIENDAS AUTÓNOMAS EN LA CIUDAD DE BENJAMIN

ACEVAL

Dahiana Analía Villalba de Szczerba

Asunción, Paraguay

Año 2021

Dahiana Analía Villalba de Szczerba

**VIVIENDAS AUTÓNOMAS EN LA CIUDAD DE BENJAMÍN
ACEVAL.**

Tesis preparada a la Universidad Americana como
requisito parcial para la obtención del título de
Magister en Investigación de del Hábitat y Vivienda
Sustentables.

Tutor: Dr. Arq. Silvio Ríos Cabrera

Asunción, Paraguay

Año 2021

Dahiana Analía Villalba de Szczerba

Viviendas Autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval

Total de páginas: #

Tutor: Dr. Arq. Luis Silvio Ríos Cabrera

Tesis académica de Maestría en Investigación del Hábitat y Vivienda Sustentables.
Universidad Americana, Paraguay, Año 2021

Áreas temáticas:

Vivienda, urbanismo, ambiente.

Código de biblioteca:

VIVIENDAS AUTONOMAS EN LA CIUDAD DE BENJAMIN ACEVAL

Esta tesis fue evaluada y aprobada en fecha ___/___/___ para la obtención del título de
Magister en Investigación del Hábitat y Viviendas Sustentables por la Universidad Americana

Miembros de la Mesa Examinadora:

Nombre

Firma

Prof. _____

.....

Prof. _____

.....

Prof. _____

.....

Dedico esta tesis a:

Mi familia. A Marcos y Dania.

Agradezco a:

A mi tutor el Dr. Arq. Silvio Ríos por la dirección,
paciencia, por sus valiosos consejos y seguimiento
constante.

A la Universidad Americana y al Consejo Nacional de
Ciencia y Tecnología por otorgarme esta beca que permitió
continuar con mi formación.

A mis compañeros, colegas, docentes y todas las personas
que formaron parte de este proceso.

“Nunca cambiarás las cosas luchando contra la realidad existente. Para cambiar algo, construye un nuevo modelo que haga que el modelo actual sea obsoleto”. R. Buckminster Fuller, 1969.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Planteamiento del problema.....	5
1.2. Contextualización	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. Justificación	7
1.5. Viabilidad.....	8
1.6. Alcances	9
1.7. Variables	10
1.8. Hipótesis	11
CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO	12
2.1. Método de investigación	12
2.2. Tipo de investigación.....	12
2.3. Instrumentos de recolección de datos	13
2.4. Procesamiento de datos.....	13
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO	15
3.1. Vivienda.....	15
3.1.1. Vivienda Autónoma.....	15
3.1.2. Vivienda Bioclimática	15
3.2. Sostenibilidad.....	18
3.3. Sustentabilidad.....	18
3.4. Huella Ecológica.....	19
3.5. Fuentes alternativas.....	20
3.6. Antecedentes	20
3.7. Sistemas tradicionales de la tierra.....	25
3.8. Sistema y estilo de vida.....	27
3.9. Casos de estudio.....	29
3.9.1. Casa Autónoma, Brenda y Robert Vale.....	29
3.9.2. Casa Autónoma, Jan Juc, Australia. Zen Architects.	31
3.9.3. Casa Solar, San Bernardino, Paraguay. Arq. Carlos López Urbieta.....	35
3.10. Fase de diagnóstico	38
3.10.1. El crecimiento poblacional demanda energía.	38
3.10.2. Un mundo cada vez más eléctrico	40
3.10.3. Nacimiento de una nueva era en edificación	40
3.10.4. Vectores del cambio.....	40
3.10.5. La carrera hacia la vivienda del futuro	41
3.11. Fase de Análisis	41
3.11.1. Características Generales.....	41

3.11.2. Características de Benjamín Aceval y el Chaco Paraguayo.	42
3.11.3. Características de recursos hídricos.	42
3.11.4. Aguas Subterráneas.....	43
3.11.5. Clima.....	46
3.11.6. Contexto Socioeconómico y Ambiental	47
3.11.7. Aprovechamiento de los recursos naturales.....	48
CAPITULO 4. ALGUNAS TÉCNICAS APLICABLES A VIVIENDAS RURALES.	50
4.1. Recursos naturales disponibles.	51
4.1.1. Energía Solar.....	51
4.1.2. Fotosíntesis	53
4.1.3. Celda de combustible microbiana.....	54
4.1.4. Agua.....	59
4.2. Tecnologías eco-sostenibles.....	61
4.2.1. Techo verde.....	62
4.3. Materia	63
4.3.1. Madera	63
4.3.2. Tierra.....	64
4.4. Condiciones climáticas.	66
4.4.1. Vientos.	66
4.4.2. Agua de lluvia.	67
4.5. Tratamientos de Residuos.	68
4.5.1. Aguas negras	68
a. Biodigestor	68
b. Fitodepuración	69
4.4.2. Aguas grises	71
4.4.3. Tratamiento de desechos sólidos y orgánicos.	71
CAPITULO 5. RESULTADOS	72
CONCLUSIÓN	81
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS.....	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables de Investigación. Elaboración propia.	10
Tabla 2. Hogares y corriente eléctrica Dpto. Pte. Hayes. Fuente DGEEC	49

LISTA DE FIGURAS

GRÁFICO 1. Esquema de una vivienda ecológica. Fuente: Ríos, S.	17
GRÁFICO 2. Planos de la casa Dymaxion de Fuller. Fuente: ArchDaily.	21
GRÁFICO 3. Dymaxion Map, Fuller, 1980. Fuente: Los Ángeles Times.	22
GRÁFICO 4. Arq. Gernot Minke en Valle Tucán. Fuente propia.	24
GRÁFICO 5. Recorrido de obra en Valle Tucán. Fuente propia.	24
GRÁFICO 6. Imagen de una vivienda en Valle Tucán. Fuente propia.	25
GRÁFICO 7. Sistema de fitodepuración en Valle Tucán. Fuente propia.	27
GRÁFICO 8. Planos de la casa Autónoma. Fuente: Vale B. & Vale R.	29
GRÁFICO 9. Mapa Conceptual casa autónoma. Fuente: Vale B. & Vale R.	31
GRÁFICO 10. Casa Autónoma, Jan Juc. Fuente Zen Architects.	31
GRÁFICO 11. Planos Casa Autónoma. Fuente 21st century sustainable homes.	33
GRÁFICO 12. Fotografía de la casa autónoma. Fuente Zen Architects.	34
GRÁFICO 13. Fotografía Vivienda Autónoma. Fuente hijos López Urbieta.	35
GRÁFICO 14. Vivienda Autónoma, Paraguay. Fuente hijos López Urbieta.	37
GRÁFICO 15. Fotografía de zona rural. Fuente propia.	42
GRÁFICO 16. Fotografía Río Verde. Fuente propia.	43
GRÁFICO 17. Ubicación del acuífero Patiño. Fuente SEAM.	44
GRÁFICO 18. Tríptico. Fuente propia.	45
GRÁFICO 19. Tríptico. Fuente propia.	45
GRÁFICO 20. Mapa Benjamín Aceval. Elaboración propia.	46
GRÁFICO 21. Mapa clasificación climática. Fuente Köppen-Geiger.	47

GRÁFICO 22. Fotografía de zona de estudio. Fuente propia.....	48
GRÁFICO 23. Fotografía de zona rural dedicada a la ganadería. Fuente Propia.	49
GRÁFICO 24. Mapa conceptual de vivienda autónoma. Elaboración propia.	50
GRÁFICO 25. Esquema de Instalación de Panel fotovoltaico. Fuente: Energía FV.....	51
GRÁFICO 26. Calefón Solar. Fuente: Ríos, S.....	52
GRÁFICO 27. Esquema de funcionamiento de P-MFC. Fuente Plant-e.....	54
GRÁFICO 28. Módulo de P-MFC. Fuente Plant-e.	55
GRÁFICO 29. Primeras pruebas de voltaje. Elaboración propia.	56
GRÁFICO 30. Planteras conectadas en serie. Elaboración propia.	57
GRÁFICO 31. Preparación del módulo. Elaboración propia.	58
GRÁFICO 32. Preparación de parte posterior. Elaboración propia.....	58
GRÁFICO 33. Prueba final. Elaboración propia.	59
GRÁFICO 34. Esquema pozo artesiano. Fuente: Nastec.	60
GRÁFICO 35. Techo verde. Fuente: ArchDaily.	62
GRÁFICO 36. Detalle techo verde. Fuente ArchDaily	63
GRÁFICO 37. Construcción con tierra. Fuente: Tierra Viva.	65
GRÁFICO 38. Componentes de encofrado muro tapial. Fuente Ríos S.....	65
GRÁFICO 39. Vientos dominantes y vegetación. Fuente OVACEN.	66
GRÁFICO 40. sistema de colecta de agua de lluvia. Fuente: Vale B. & Vale R.	68
GRÁFICO 41. Sección de Biodigestor tipo chino. Fuente: Energía casera.	69
GRÁFICO 42. Sección instalación fitodepuradora. Fuente Janisch & Schulz.	69
GRÁFICO 43. Sistema aplicable para reciclaje de aguas grises. Fuente: Vale & Vale. ..	71

GRÁFICO 44. Integración de la arquitectura a los ciclos naturales (aire, agua, materia y energía). Elaboración Propia.....	72
GRÁFICO 45. Recursos del sitio, los ciclos naturales y lo que ofrecen. Elaboración propia.	73
GRÁFICO 46. Procesos de reciclado y reutilización. Elaboración propia.	73
GRÁFICO 47. Mapa Catastral B.A. Fuente Catastro.	74
GRÁFICO 48. Mapa Zona Propuesta. Fuente Catastro.	74
GRÁFICO 49. Ubicación geográfica propuesta. Fuente Catastro.	75
GRÁFICO 50. Planta arquitectónica de la vivienda autónoma. Elaboración propia.	75
GRÁFICO 51. Plano de techo de la vivienda autónoma. Elaboración propia.	76
GRÁFICO 52. Fachadas laterales de la propuesta. Elaboración propia.	76
GRÁFICO 53. Fachada de la propuesta. Elaboración propia.	76
GRÁFICO 54. Vista 3d de la propuesta. Elaboración propia.	77
GRÁFICO 55. Vista 3d de la propuesta. Elaboración propia.	77
GRÁFICO 56. Imagen 3D de la propuesta. Elaboración propia.....	77
GRÁFICO 57. Propuesta para complejo de viviendas autónomas. Fuente Propia.	78
GRÁFICO 58. Plano Barrio Sustentable de viviendas autónomas. Elaboración propia. .	78
GRÁFICO 59. Vista Superior de barrio sustentable. Elaboración propia.	78
GRÁFICO 60. Propuesta Vivienda Autónoma. Elaboración Propia.	79
GRÁFICO 61. Asoleamiento durante la mañana de verano. Elaboración propia	80
GRÁFICO 62. Asoleamiento durante el medio día en verano. Elaboración propia.	80
GRÁFICO 63. Asoleamiento durante la tarde de verano. Elaboración propia.	80

LISTA DE ABREVIATURAS

ANDE	Administración Nacional de Electricidad.
BA	Benjamín Aceval.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
BNF	Banco Nacional de Fomento
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DGEEC	Dirección General de Estadística Encuestas y Censos.
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OEA	Organización de los Estados Americanos
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
MUVH	Ministerio de Urbanismo, Vivienda y Hábitat
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
SEAM	Secretaría del Ambiente

VIVIENDAS AUTONÓMAS EN LA CIUDAD DE BENJAMIN ACEVAL

Viviendas Autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval.

Dahiana Analía Villalba de Szczerbe

Universidad Americana

Nota del Autor

Dahiana A. Villalba, Maestría en Investigación del Hábitat y Vivienda Sustentables,
Facultad de Posgrado, Universidad Americana de Asunción. Financiado por el programa
PROCIENCIA del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

E-mail: dahiana.villalba@ua.edu.py

Resumen

La vivienda autónoma se define como un lugar para vivir que funciona con independencia de cualquier tipo de alimentación energética, de agua, que no provenga o no se produzca en su entorno inmediato, no depende de la red de servicios básicos de electricidad, agua corriente o alcantarillado. Y se autoabastece a través de las fuentes naturales de energía solar, viento y agua subterránea y de lluvia, además procesa los desechos provenientes de la misma, por medio de sistemas conocidos de tratamiento de aguas grises, negras y materia orgánica. Su diseño y construcción contempla la utilización de materiales y tecnologías que no alteran el medio en el que la vivienda está situada. Sometida a las características particulares del hábitat, y sobre todas las climatológicas, sin interferir en sus propiedades vitales.

El crecimiento poblacional demanda energía, que es un motor de desarrollo muy importante. Es por ello por lo que se plantea desarrollar una tecnología a través del aprovechamiento de la energía verde proveniente del proceso metabólico conocido como fotosíntesis de las plantas.

El trabajo de investigación se enfocará metodológicamente en el nivel descriptivo.

Temporalmente se tiene previsto observar el problema en un lapso acotado de 2 años a partir del mes de Mayo del 2019, y en lo práctico la elaboración de la guía metodológica y los hallazgos son susceptibles de aplicarse en otros contextos.

Pretende establecer el punto de partida a la investigación del diseño y construcción de viviendas “autónomas” con un enfoque integral, pero sobre todo en materia energética, replanteando el ambiente en función de sus habitantes, transformando los espacios en que vivimos, aplicando los sistemas destinados a promover y mejorar el bienestar de las personas y del medio ambiente.

Palabras Claves: Vivienda autónoma, bioelectricidad, sustentabilidad, energía.

Abstract

Self-Sustaining Homes, also known as Autonomous Homes, are defined as a place to live independent from the public utilities network or other sources for basic services such as electricity, running water or sewerage.

It is self sufficient through natural sources of solar energy, wind, rainwater and groundwater. It also processes it's waste such as grey water, black water and organic matter through known systems.

It's design and construction contemplates the use of materials and technologies that wouldn't alter the environment in which the house is located, subjected to the very property characteristics, specially to the climatological ones, without any interference in it's ecosystem.

Demographic growth demands energy growth, a key driver for economic development. That is why a technology through green energy exploitation is proposed, through the metabolic process known as photosynthesis in plants.

The research work will focus methodologically on the descriptive level. Temporarily, it is planed to observe the problem in a limited time of 2 yeras, starting May 1st, 2019, and in practice, the preparation of a methodological guide and the findings capable of application in other contexts.

It aims to establish a starting point for the research on the design and the construction of Autonomous Homes with a comprehensive approach, but with a special attention to energy matter, rethinking the environment based on it's inhabitants, transforming the spaces in which we live, applying systems destined to promote and to improve the well-being of the people and the environment.

Keywords: autonomous housing, bioelectricity, sustainable, energy.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo que lleva por título: Viviendas autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval pretende aportar una propuesta de solución específica para el diseño de una vivienda autónoma que puede aplicarse en otros contextos.

Con las diversas transformaciones económicas, sociales y ambientales de todas las ciudades del mundo, se produce el consumismo que arrasa con todos los recursos, sobre todo los naturales. Entonces alrededor de los años 70 se empieza a protestar contra los daños al medioambiente. Se establecen tratados y normas internacionales que apuntan a los gobiernos, instituciones y empresas a adaptarse al cambio climático. Mientras que la inacción continua, se consolidan los problemas resultantes del cambio climático y de alguna forma desde distintos ámbitos se van consolidando reacciones que pueden conducir a un cambio cultural, que puede consistir en buscar los medios de reducir impactos y recurrir mas a materiales renovables y fuentes de energía limpias y sostenibles.

La vivienda es la unidad básica y más pequeña de una ciudad, en ella se desarrolla una persona, una familia. Ante el deterioro del medioambiente y la alta demanda de vivienda que va en aumento. Al dotar de viviendas a las familias, el objetivo sería que estas sean sostenibles. El concepto de la vivienda autónoma fue propuesto por varios autores, también en la década de los 70, pero hoy cobra mucha actualidad por los desequilibrios que se han ido generando en los distintos ciclos naturales, de la materia, del agua, del aire y de la energía. Puede convertirse en un espacio inteligente aprovechando al máximo sus características y el uso de recursos, considerando las energías alternativas, el aprovechamiento de las fuentes naturales como el sol, agua, viento.

Esta investigación plantea el estudio y propone recurrir a viviendas autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval, departamento de Presidente Hayes en el bajo chaco Paraguayo.

1.1. Planteamiento del problema

Definir las características generales y específicas con la que debe contar una vivienda para que sea considerada autónoma, y de su aplicación en un entorno particular como lo es la ciudad de Benjamín Aceval. Ubicada a unos 42 km de la capital, entre el Río Confuso y Río Verde.

Siguiendo las pautas establecidas para desarrollar el tema y la aplicación del concepto al caso de estudio, se parte de la base de que el tema ya fue ampliamente debatido por distintos referentes e instituciones en diferentes países.

Sin embargo, en Paraguay todavía no existen muchas propuestas en concreto realizables y replicables. Donde también existe la percepción del alto costo de la construcción de viviendas sustentables y la falta de conocimiento técnico. Por lo que el estudio pretende demostrar cómo la utilización de materiales y tecnologías bioclimáticas, la orientación adecuada y la utilización de sistemas constructivos integrales puede influir positivamente en los costos de construcción. En la medida en que el modelo de vivienda aumente los criterios de sustentabilidad utilizados, incidirá positivamente en los indicadores de impactos socioeconómicos.

Además, se pretende demostrar que diseñar correctamente y construir edificaciones sustentables que implique la producción y el menor uso de la energía que necesita, abastecimiento de agua, el tratamiento de los propios desechos, donde debe existir equilibrio en términos social, económico y ambiental. Algo así como una economía que colabora con el mundo natural en lugar de una constante explotación de sus recursos.

Se trata, en definitiva, de un proyecto de investigación que estudia las posibilidades de utilizar recursos naturales disponibles en el sitio, en este caso en la ciudad de Benjamín Aceval. Para aprovechar el potencial de esta sin perjudicar el medio ambiente, a los habitantes y su economía. Para guiar el crecimiento urbano hacia lo más sustentable posible.

1.2. Contextualización

Según un estudio realizado por el BID sobre el aumento del déficit habitacional en América Latina y el Caribe, 43 de cada 100 familias no tienen un techo para vivir o viven en viviendas de mala calidad en Paraguay. (BID, 2012)

En nuestro país, el déficit habitacional no solo afecta a los grupos más vulnerables, sino que también a la clase media, siendo la oferta de vivienda social insuficiente, pues se tiene un déficit de 1.100.000 viviendas. (MUHV, 2012)

El 13% de este déficit corresponde a viviendas nuevas, mientras que el 87% corresponde a ampliaciones y mejoramientos. En este último punto es innegable el peso que tiene la demanda de mejoramiento, aproximadamente del 70% del total, situación que explica en la forma histórica de distribuciones y demarcaciones de lotes en el país, sin la inscripción formal en planes reguladores de uso de suelo, de cobertura de servicios, ni una mirada integral del desarrollo urbano y territorial. La necesidad de vivienda en el país actualmente presenta un importante déficit anual.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Ensayar una propuesta metodológica para el diseño de viviendas autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval para lograr que el sector habitacional pueda mejorar la calidad de vida de las personas y del medio ambiente en el que se inserta.

1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Realizar un análisis documental sobre los temas que conciernen al tema vivienda, energía y sustentabilidad.
2. Analizar el territorio o contexto que abarca la aplicación de la propuesta.
3. Definir qué estrategias son las más convenientes y aplicables para una vivienda autónoma en la ciudad de Benjamín Aceval.

1.4. Justificación

Desde hace tiempo los científicos y expertos advierten sobre la situación crítica en la que se encuentra el planeta. Sobre todo, problemas ambientales que nos afecta a todos, el cambio climático por el calentamiento global, que ha ido aumentando por la deforestación, pérdida de biodiversidad, emisión de gases de efecto invernadero y dióxido de carbono.

El efecto negativo que genera el impacto de la construcción es importante. Una parte de la solución podría ser marcar un básico al diseño y construcción de viviendas “autónomas” que contemple un enfoque integral de investigación y haga replantear el ambiente en función de sus habitantes, transformando los espacios en que vivimos, aplicando los sistemas destinados a promover, mejorar la salud, el bienestar de las personas y el planeta.

Una vivienda donde existe un ambiente confortable, y térmico agradable, sin perder de vista las pautas de eficiencia, ahorro energético y de preservación al medio ambiente.

La importancia creciente de las ciudades para el desarrollo sostenible queda enmarcada en los lineamientos normativos nacionales, así como en acuerdos internacionales suscritos y vigentes, tales como la Agenda Urbana aprobada en la Conferencia Mundial sobre Vivienda y Desarrollo urbano sostenible – Hábitat III donde se reconocen las principales temáticas como: la cohesión y equidad social en ciudades habitables, acceso a la justicia, desarrollo y crecimiento económico, la ecología, la vivienda y los servicios básicos.

Existe una gran debilidad en materia de Investigaciones vinculadas al crecimiento de nuestras ciudades y al sector vivienda en el país, esto hizo que no se puedan generar soluciones que permitan eliminar la precariedad en el ámbito urbano y rural, ni hacer frente de manera adecuada los desafíos relacionados al desarrollo urbano, energético y al déficit cuantitativo y cualitativo de la vivienda. Uno de los desafíos más grandes en este contexto es que la solución a la problemática debe ser el resultado de un proceso integral y participativo que concluya con la generación de soluciones apropiadas. (González & Véliz, 2016)

1.5. Viabilidad

El tema de la investigación principal cuenta con suficiente información y recurso teórico, tanto en internet, como en revistas, libros, etc.

El estudio se realizará en un plazo aproximadamente de 2 años. Desde el año 2019 al 2021. Financiado con los recursos propios y con el apoyo mediante una beca del Programa PROCIENCIA del CONACYT.

No existe una metodología a nivel nacional para este tipo de planteamiento. Por lo que la Investigación proveerá el contenido para desarrollar este tipo de iniciativas.

La investigación pretende crear un nuevo instrumento para promover y ayudar a la definición de un concepto, contexto, diseño, variables y la relación entre ellas.

1.6. Alcances

El alcance de este estudio favorece la utilización de fuentes de energías renovables y de menor impacto ambiental, con el desarrollo de conocimientos referentes a sistemas innovadores y revolucionarios desde una perspectiva tecnológica. Desde el punto de vista teórico el trabajo de investigación aporta información y conocimientos, teniendo en cuenta el desconocimiento en materia de nuevas fuentes de energía a partir de recursos naturales, que exige la búsqueda de nuevos métodos de producción energética y tratamiento de desechos que sean menos perjudiciales.

El alcance de la propuesta no incluye la revisión, aprobación e implementación de la misma.

1.7. Variables

En el siguiente cuadro se detallan las variables de la presente investigación.

Objetivo General:		Ensayar una propuesta para el diseño de viviendas autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval para mejorar la calidad de vida de las personas y el medio ambiente.	
Objetivos Específicos	Variables	Indicadores	Recolección de Datos
Realizar Análisis documental sobre temas que conciernen	Normativas Políticas Públicas Acuerdos Internacionales	Estándares Delineamientos Parámetros	Informes Bases de datos institucionales Libros Artículos científicos.
Analizar el contexto en el que abarca la aplicación de la propuesta.	Geográfica Topográfica Demográfica Histórica	Ubicación, localidad, barrios Altitud, cuencas hídricas Densidad Antecedentes Históricos	Mapas digitales Registros fotográficos Informes técnicos Censos.
Definir variables que influyen en mayor medida en la vivienda	Diseño	Estrategias pasivas Condicionantes Estrategias bioclimáticas Tecnologías eco sostenibles	Observación directa Revisión documental
	Construcción	Materiales alternativos	Revisión documental
	Fuentes de alternativas	Energía Eléctrica Agua Climatización	Revisión documental Digital y audiovisual
	Tratamiento de desechos	Aguas Residuales	Visitas Revisión documental

Tabla 1. Variables de Investigación. Elaboración propia.

1.8.Hipótesis

La hipótesis manejada en la presente investigación es del tipo diagnóstico-propuesta, que trata sobre la creación de objetos elaborados por el hombre. Nuestro diagnóstico se fundamenta en la problemática evidenciada en el país, pero en este caso en particular, en la ciudad de Benjamín Aceval donde se detecta alta contaminación de sus recursos naturales y vitales fruto de un inadecuado e ineficiente uso.

Mediante la metodología de investigación, para garantizar el logro de los objetivos planteados en torno a la problemática desde fundamentaciones y técnicas científicas, y de la metodología arquitectónica para asegurar la consecución óptima de viviendas autónomas como contribución a la solución de la problemática, se llegará a la propuesta adecuada, formalizada a través de técnicas de representación arquitectónica.

CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Método de investigación

Para lograr los objetivos planteados, el correcto análisis y desarrollo de este trabajo se ha realizado, una labor de búsqueda y análisis de fuentes bibliográficas, de las normativas y posteriormente teóricas.

Las fuentes consultadas fueron las siguientes:

Bases de datos estadísticos nacionales e internacionales.

Trabajos académicos, tesis doctorales, proyectos de final de grado, etc.

Publicaciones y artículos de revistas científicas.

Informaciones de páginas web, archivos digitales, audiovisuales.

Libros y manuales sobre sustentabilidad, eficiencia energética, bioclimática.

Luego de realizar la búsqueda de referencias, y posterior análisis y estudio pertinente, se plantea una propuesta, según los pasos detallados a continuación:

Una guía metodológica para el diseño de viviendas unifamiliares teniendo en cuenta las estrategias seleccionadas.

2.2. Tipo de investigación

El diseño que se utilizará para el desarrollo del presente trabajo sigue el orden del modelo propuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2010). Este es el caso de los diseños de investigaciones cualitativas de tipo no experimental transversal y descriptivo, como los autores dicen, cada estudio cualitativo es por sí mismo un diseño de investigación. Es decir, no hay dos investigaciones cualitativas iguales o equivalentes, son como piezas artesanales del conocimiento elaboradas a mano y a medida de las circunstancias (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

2.3. Instrumentos de recolección de datos

En cuanto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, Balestrini (2006) sugiere que se debe “señalar y precisar, de forma clara y desde la perspectiva de la metodología, cuáles son los métodos instrumentales y técnicas para la recolección de datos, considerando sus particularidades y límites de cada uno, los más apropiados, atendiendo a las preguntas planteadas en la investigación y a las características del hecho en estudio, que nos permitirán obtener y recopilar los datos que estamos buscando”.

En esta investigación se utilizó como técnicas e instrumentos de recolección de datos:

2.3.1. Fuentes primarias: La observación directa.

2.3.2. Fuentes secundarias: Revisión documental. Informes técnicos, libros, revistas científicas e informaciones disponibles en internet. Materiales digitales y audiovisuales.

2.4. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos fueron clasificados, organizados y registrados, utilizando para ello técnicas de análisis de contenido o cualitativo (análisis, síntesis, inducción, deducción), esto permitió que las observaciones proporcionen las respuestas a las interrogantes de la investigación, que condujo al desarrollo de una propuesta de viviendas autónomas en la ciudad de Benjamín Aceval.

Balestrini (2006) destaca en relación con el propósito del análisis de los datos, que “implica el establecimiento de categorías, la ordenación y manipulación de los datos para resumirlos y poder obtener algunos resultados en función a las interrogantes de la investigación”.

En síntesis, el análisis de contenido o cualitativo hace referencia al tratamiento que se le va a dar a la información recabada de fuentes primarias como secundarias, lo cual permitirá revisar e interpretar adecuadamente para llegar a las conclusiones respecto al problema.

Como se ha mencionado anteriormente, en el análisis de contenido utilizado en la presente investigación, fue utilizado el método de análisis, síntesis, inducción, deducción. En ese contexto, Méndez (2003), define el análisis como “proceso de conocimiento que inicia por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad” y la síntesis la define como “aquel proceso que proviene de lo simple a lo complejo, de la causa al efecto, de la parte al todo, de los principios a las consecuencias”.

En tal sentido, estas técnicas, al ser procesos que se complementan, permitieron percibir la realidad en estudio a través de la clasificación y organización de la información relacionada al tema, las políticas, objetivos y requerimientos.

Las herramientas que se han utilizado para clasificar, organizar y registrar datos en la investigación fueron: figuras, tablas, documentos varios electrónicos elaborados en Word y Excel.

CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Vivienda

Según la Real Academia Española define la vivienda como un lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas. El principal objetivo de la vivienda es el refugio y el resguardo, en las primeras moradas buscaban defenderse de las inclemencias del tiempo y de los ataques y agresiones de enemigos. Recién mucho después, en épocas históricas más cercanas a la nuestra, se convierte en lo que hoy se conoce como vivienda, adquiriendo todo el valor y contenido espiritual.

3.1.1. Vivienda Autónoma

La vivienda que produce por sí misma toda la energía que necesita, y que además está diseñada para consumir la menor cantidad posible, cuenta con características básicas como sistemas de ahorro de agua, electricidad, manejo de residuos sólidos y o también contar con un sistema de reutilización de aguas grises, tras usarse en lavatorios y duchas, y tratamiento de aguas negras. Con la implementación de un conjunto integrado de estrategias bioclimáticas y sistemas pasivos, permite prescindir de los sistemas tradicionales de climatización.

3.1.2. Vivienda Bioclimática

Es un concepto que se introduce, probablemente en la década de los 80 junto a otros conceptos preexistentes conocidos como física de la construcción y que en Latinoamérica eran observables a través de estudios relacionados al diseño de la vivienda con consideraciones de los factores climatológicos, lo que algunos autores consideraban como “acondicionamiento natural de edificios”. La condición climática particular de un sitio era estudiada, considerando al sol con su “recorrido aparente” y su incidencia en los edificios. Se consideraba además el fenómeno producido por los vidrios con el efecto trampa o invernadero, es decir capturar toda la energía

que ingresa a un espacio interior del edificio y retenerla allí. Estudiando las posibilidades de defensa de un edificio frente a la radiación solar en climas cálidos y húmedos, por lo general, en países como el nuestro se recurría a las formas en que la vegetación o bien algunos elementos artificiales conocidos como “pérgolas” para un espacio exterior, “parasoles” para las aberturas y “dobles techos” y otras estrategias de protección para las cubiertas, como también muros dobles con cámaras de aire en el medio.

Fundamentalmente a lo que anteriormente fue descrito, algo que nuestros antepasados ya practicaban que era recurrir al máximo a los ciclos naturales y desarrollar las estrategias para usar el agua de lluvia por medio de los aljibes aún observables en viviendas construidas a comienzos del siglo XX, el viento para bombear agua a un tanque elevado o con un generador para cargar la batería de una radio en un establecimiento aislado. El gráfico presenta una serie de posibilidades que pueden aportar estos ciclos naturales definidos como del aire, del agua, de la materia y de la energía.

Al hacer una revisión de ejemplos de experiencias que tuvieron lugar en las décadas de los 70 y 80, las mismas ya imitan aquellas ideas preexistentes, pero que fueron revalorizadas y recuperadas en dicha época donde se toma conciencia del impacto de la acción humana en el medio ambiente. Se inicia así una etapa de introducción de diversas tecnologías en ejemplos aislados, y el libro de Brenda y Robert Vale sobre “la casa autónoma” es uno de los destacados testimonios de esto, aunque no el único.

En los años posteriores se da paso hacia la acción, en especial se observa el caso de Alemania y en otros países europeos, que se estudian las formas de reducir al mínimo los costos de calefacción en el invierno, recurriendo a diseños más avanzados de muros con aislaciones mejor diseñadas, para reducir puentes térmicos y aberturas con perfiles más estudiados para

evitar pérdidas de energía por esta vía. Esto fue impulsando nuevos conceptos que hoy se conocen como “vivienda pasiva” o “diseño pasivo” y otra variante hoy conocida como “edificios de energía casi nula” o EECN, que van siendo apoyados con estrategias y políticas de estado en Europa, con miras a reducir fundamentalmente el alto porcentaje de CO₂ que surge de las formas convencionales de construir, de mantener y de operar una vivienda.

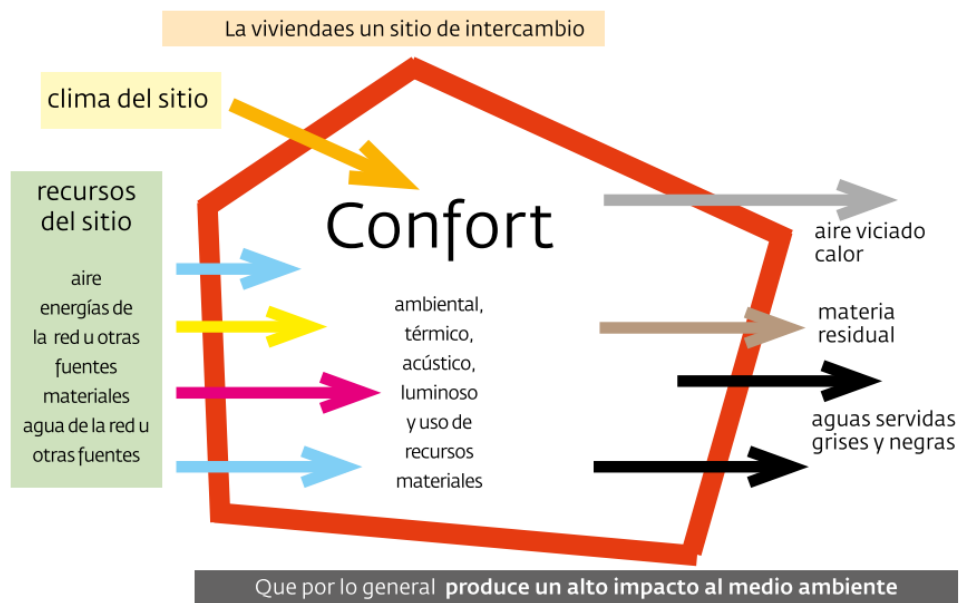


GRÁFICO 1. Esquema de una vivienda ecológica. Fuente: Ríos, S.

Buscando ejemplificar esto, podría decirse que poco a poco se va tomando conciencia de que el diseño adecuado a conceptos ecológicos y la inserción de elementos que faciliten recurrir a los recursos naturales que el medio ofrece para reducir consumos desde las redes o los aportes de basura o aguas servidas a los desagües, indica una reducción de lo que se conoce como nuestra huella ecológica.

Un reflejo de esta actitud y la importancia que hoy se da al tema podría encontrarse en una competencia entre universidades de distintos países, bajo el lema de “El Decatlón Solar”.

Este concurso universitario de arquitectura e ingeniería, promovido por el Departamento de Energía de Estados Unidos, se convirtió en el ejemplo de eficiencia más llamativo del mundo.

Y una de las ganadoras de este concurso es La “Casa Alemana” que tuvo lugar en los Estados Unidos en el año 2009. Es un prototipo de vivienda energéticamente eficiente que expone innovadoras tecnologías para la construcción de viviendas y su abastecimiento energético mediante el aprovechamiento de la energía solar. (Ríos, 2016)

3.2. Sostenibilidad

Implica proteger el medio ambiente, los recursos naturales y los medios necesarios para satisfacer las necesidades básicas actuales y de las futuras generaciones para que puedan seguir existiendo a largo plazo. Es decir, desarrollo sostenible en lo ecológico, viable económicamente, y equitativo en lo social. Es un método que está pensado para llevarse a cabo a largo plazo y con progresivos beneficios, que se debe llevar a cabo de forma permanente.

“Es responsabilidad de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible y duradero, asegurando que se satisfagan las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias”. (ONU, 1987)

3.3. Sustentabilidad

Hace referencia únicamente a un sistema soportado en un ámbito interno por recursos naturales, la protección y preservación de estos, pensando en el futuro inmediato del entorno natural, con el objetivo de no afectar a las futuras generaciones.

En Latinoamérica muchas instituciones se han preocupado por cuidar el medio ambiente y el impacto negativo que ha sufrido por muchos años, algunas como, el Banco Interamericano

de Desarrollo y la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina de las Naciones Unidas. Instituciones que establecen las bases de estrategias para el Desarrollo Sustentable.

3.4. Huella Ecológica

Es un indicador que está asociado al de sustentabilidad. Propuesto en la década de los 90 por Rees y Wackernagel para evaluar el impacto real que tiene una actividad concreta sobre nuestro medio ambiente y la sociedad. Comparando con la capacidad que posee el medio, y así poder definir si una actividad es sustentable o no. Actualmente se consumen más recursos y se producen más residuos que la capacidad del medio de asimilarlos.

Según estos autores es un sistema contable ecológico, que expone las consecuencias de acciones y actividades en el planeta.

En su medición tiene en cuenta la población total que habita un espacio y tiempo determinado, al mismo tiempo hace un estimativo de las superficies productivas dedicadas a variadas actividades y recursos, como: cultivos, pastoreo, bosques, mar, superficie construida, área de absorción, espacio para la conservación.

Además de los citados diferentes usos que se le da a la tierra productiva, también considera cinco categorías de consumo: Alimentos, hogar, transporte, bienes y servicios.

Actualmente la globalización nos somete más al consumismo y se traspasa con mucha facilidad entre todas las clases sociales la falsa idea de que a mayor consumo mejor calidad de vida. (SEMARNAT, 2012)

El cálculo de la huella ecológica como un indicador de las políticas a adoptar hacia la sustentabilidad se pretende facilitar a la población un instrumento de sensibilización ambiental,

que se puedan desarrollar en campos como el de la energía, el forestal o el de la conservación de la biodiversidad.

3.5. Fuentes alternativas

Se denomina a todas las fuentes de energía limpia que tienen su origen en fuentes naturales e inagotables, que en el proceso de producción no contaminan. Por lo general, cuando hablamos de energías alternativas nos estamos refiriendo a las energías renovables.

No se producen casi emisiones de CO₂ ni expulsan gases contaminantes a la atmósfera comparando con los combustibles fósiles. No generan residuos contaminantes o de difícil tratamiento como sucede con otros tipos de energía, por ejemplo, la nuclear.

En la actual situación de emergencia climática, no se puede negar que el futuro pertenece a las fuentes alternativas de energías. Aunque la falta de mercados y la dificultad de llegar a cubrir la totalidad de la demanda energética que existe en la actualidad, hace que, necesariamente se deban combinar las energías alternativas con las energías tradicionales para garantizar un abastecimiento estable.

3.6. Antecedentes

Respecto a fases previas se tuvo muy en cuenta el trabajo de varias personalidades destacadas en el campo, sobre todo de arquitectos, diseñadores, científicos y artistas reconocidos, entre ellos y el más inspirador fue Richard Buckminster Fuller, considerado el padre de la sustentabilidad, un visionario e inventor del siglo XX. Que buscaba que el mundo funcione para toda la humanidad, utilizó la filosofía práctica para aplicar sus ideas sin limitarse a un solo

campo, incursionó en arquitectura, diseño, ingeniería, geometría, cartografía, educación y ciencia, lo que le permitió tener una perspectiva del diseño anticipatorio integral.

Ya en el año 1920 deseaba construir una vivienda autónoma unifamiliar sostenible, una máquina viviente del futuro. Aunque la casa Dymaxion no se construyó, el diseño apareció con visión de futuro e innovaciones en la prefabricación y la sostenibilidad. La casa no sólo ha sido ejemplo en su autosuficiencia, sino que también pudo haber sido producida en masa, luego envasada y enviada a todo el mundo. La palabra "Dymaxion", que proviene de la combinación de los términos dinámico, máximo y tensión, fue acuñada por él mismo.

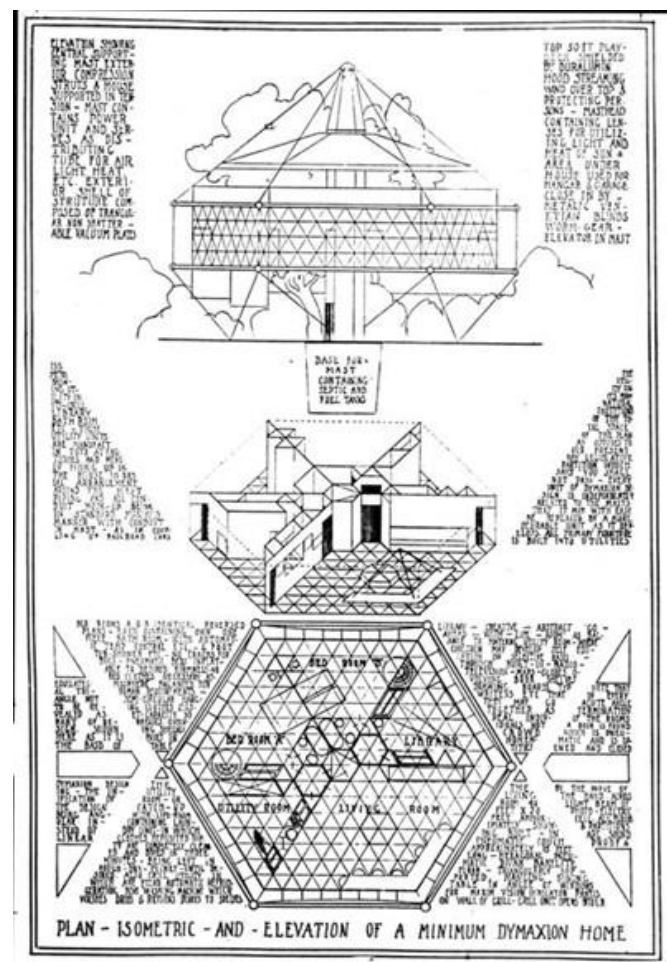


GRÁFICO 2. Planos de la casa Dymaxion de Fuller. Fuente: ArchDaily.

La crisis en la que está sumergida la nave espacial tierra como llamaba Fuller a nuestro planeta tierra, demanda cambios en el modo de habitar y de construir viviendas que las sociedades desarrolladas y en desarrollo proporcionan. El ya en ese tiempo creía que las viviendas se construían mal, que se malgastaban materiales y recursos, que no se adecuaban a cada uno de los lugares en los que debían estar, que se perdía tiempo en construirlas. Y que la vida en ellas era también un derroche de tiempo y energía. Los hogares no eran eficientes, ni sostenibles, no estábamos construyendo el mañana, sino que estábamos derrochando el presente.

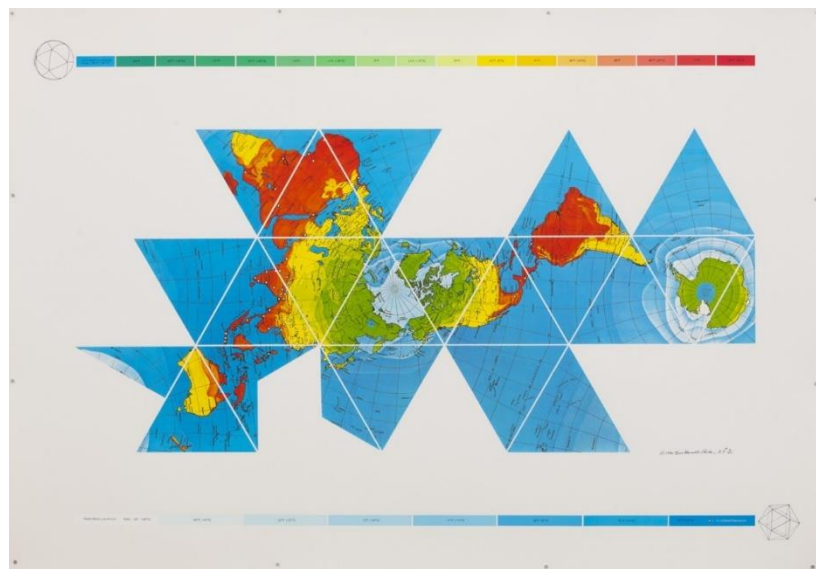


GRÁFICO 3. Dymaxion Map, Fuller, 1980. Fuente: Los Ángeles Times.

Algo conocido como el "Mapa Dymaxion", el Mapa de Proyección Fuller es el único mapa plano de toda la superficie de la Tierra que muestra a nuestro planeta como una isla en un océano, sin algún tipo de distorsión visualmente de las formas y tamaños relativos de la tierra y sin dividir continentes. Fue desarrollado por Fuller, después de trabajar en el mapa durante varias décadas.

De todos sus inventos la más conocida es la de la cúpula geodésica, los demás artefactos eran considerados muy extravagantes para la época, por lo anticipado que Fuller estaba en el diseño innovador para crear tecnología que haga “más con menos”. El mismo pensaba que sus ideas habían emergido por emergencia, ya que cuando la desesperación las hace necesarias, son aceptadas.

Un experto reconocido internacionalmente en el campo de la construcción ecológica y sostenible, especialmente cuando se trata de "construir con barro" y "techos verdes" es Gernot Minke, considerado el padre de la bioconstrucción, donde el contenido y tema de sus libros, conferencias y aportes tanto en el ámbito de la construcción como del arte, sirven de gran fuente de información en varios temas que son de interés, ya que además de artista plástico también es arquitecto.

Su amplia experiencia en bioconstrucción alrededor de todo el mundo sirve de referencia para este trabajo, especialmente las obras visitadas situadas en el complejo Valle Tucán, en la ciudad de Emboscada, Paraguay.

El arquitecto Gernot Minke es un experto alemán en edificaciones bioclimatizadas, viene periódicamente para dirigir el complejo residencial de casas bioclimatizadas considerada la más importante de la región y un modelo mundial. Se trata de un predio de 30 hectáreas.

En Valle Tucán colaboró con el diseño de prototipos de viviendas del complejo, desarrollando cursos de capacitación en el sitio para difundir las técnicas posibles a ser utilizadas, para la construcción con tierra, en la supervisión en el desarrollo del proyecto, la fórmula de los ladrillos de barro, los techos abovedados de adobe con cubierta de vegetación.



GRÁFICO 4. Arq. Gernot Minke en Valle Tucán. Fuente propia.

La utilización de materiales locales para la construcción con piedra, barro y adobe, como ejemplo a seguir para la aplicación en esta propuesta. Y mediante una visita in situ se pudo observar obras concluidas y en construcción, lo cual sirvió para observar directamente la aplicación de los materiales y las técnicas constructivas.



GRÁFICO 5. Recorrido de obra en Valle Tucán. Fuente propia.

Las bóvedas se hacen con bloques de arcilla hechos a mano y secados al sol sin el uso de elementos de acero u hormigón armado. Las bóvedas macizas hechas de este material, junto con

un techo verde, ofrecen una protección ideal contra el calentamiento de los rayos del sol y también ofrecen un muy buen aislamiento acústico. Con una ventilación cruzada óptima por la noche y la gran altura de la habitación, también se puede garantizar un clima interior agradable en el pleno verano subtropical de Paraguay.

3.7. Sistemas tradicionales de la tierra.

El uso de la tierra o adobe en la construcción, actualmente se ve restringido por el insuficiente conocimiento técnico, normativo y, además, debido a prejuicios derivados del desconocimiento del material por parte de la población en general.

El renacimiento de la construcción natural que actualmente está ganando atención en América y Europa comienza a ofrecer algunas alternativas significativas para enfrentar el problema de la sustentabilidad y nuestro entorno construido. Los avances en la edificación natural brindan soluciones que cumplen y a menudo superan las expectativas del consumidor en los niveles de comodidad, estética y calidad. (Kennedy, 2004)

Pero así también existe una amplia variedad de manuales y materiales que nos guían en esta materia. Y nos acerca a esta técnica milenaria que fue casi olvidada a la hora de construir viviendas.



GRÁFICO 6. Imagen de una vivienda en Valle Tucán. Fuente propia.

El Arquitecto Gernot Minke también escribe en su libro Manual de construcción en tierra, las técnicas y describe los procesos, que se evidencian en las viviendas en Valle Tucán. Que además mezcla con la utilización de piedra, tan característica de la ciudad de Emboscada.

Otro manual básico es el Manual para auto constructores Lak'a Uta que es un instrumento sencillo y de fácil aplicación para emprender la autoconstrucción. (AHSA, 2001)

Expone las propiedades del concepto Lak'a Uta:

- La utilización y recuperación de materiales locales de bajo costo y ecológicos
- La posibilidad de tener una casa de tierra sin necesidad de otros materiales.
- La cubierta de adobe con el aprovechamiento del efecto natural de aislación.
- Es fácil de construir, con la utilización de herramientas y técnicas simples.
- Mediante la gran masa térmica del adobe, mantiene una temperatura agradable constante día y noche.
- La superficie interior lisa de la bóveda, que evita acumulación de insectos que portan enfermedades.
- La resistencia al fuego y viento.
- La posibilidad de su aplicación a todo tipo de diseños.
- No utiliza energía.

También facilita la información sobre la elaboración de adobes y adobitos, la utilización de herramientas que son simples y de uso sencillo, la selección de tierras y el análisis de estas para hacer adobe, como por ejemplo con pruebas de sedimentación que sirven para conocer la composición de la tierra. Además, nos detalla el procedimiento de ejecución, con todas las etapas

del proceso, obra gruesa, incluyendo la terminación de obra fina, haciendo referencia a los revoques e impermeabilización exterior.



GRÁFICO 7. Sistema de fitodepuración en Valle Tucán. Fuente propia.

Este sistema de depuración de aguas residuales también hace parte del gran conjunto de estrategias puestas en el complejo habitacional. La capacidad del suelo y las plantas de filtrar las impurezas son servicios ecosistémicos naturales que pueden replicarse en especies de humedales artificiales. Ampliamos más detalladamente este concepto en una sección más adelante en el marco referencial.

3.8. Sistema y estilo de vida

Haciendo una reflexión sobre si nuestro estilo de vida puede adaptarse más a los patrones del planeta que a nuestro sistema socioeconómico, y así reducir la tensión sobre nosotros mismos y sobre el planeta. Es mucho más fácil decir que de hacer debido a la realidad y la gravedad de nuestro sistema socioeconómico, que incluyen pagos de hipoteca, de facturas de los servicios públicos y el costo alto de vida en general. La mayoría no tiene opción. Tenemos que estar en

lugares específicos a una hora específica, luciendo de una manera específica para ganar el dinero que sostiene ese nivel de vida.

Así como el también Arq. Tomaz Lotufo, del vecino país Brasil, que ha expuesto varios temas sobre construcción alternativa junto con la permacultura.

También propone sistemas integrados de jardines que realizan el tratamiento biológico de las aguas residuales. El agua que sale de la ducha, del lavadero y del lavarropas se trata en cajas con raíces de plantas de pantano, que actúan como filtros. Luego va a un estanque con peces, que se comen las larvas y huevos de mosquitos, y luego se van a la huerta, que hacen la filtración final.

El arquitecto Tomaz Lotufo vive en una casa en eterna construcción. Para él, vivir en São Paulo no es necesario construir de nuevo, destruir lo que ya existe. La persona debe sentir las necesidades que pide la casa mientras vive en ella. Defiende el uso de pocos recursos e insumos, y mucha técnica, con la reducción de impactos. Y critica el mercado de las casas y las empresas constructoras, que solo apuntan al lucro. (Habitat, 2013)

Uno de los aspectos más destacados que Lotufo indica es un nuevo aspecto de la arquitectura en relación con el colectivo. Las ciudades practican el metabolismo y, por lo tanto, deben ser considerados como organismos vivos, en constante transformación. Necesitamos usar recursos para vivir, pero al mismo tiempo recursos gratuitos para que otros vivan dice. La propuesta para la infraestructura verde de Lotufo es planificar, diseñar y administrar edificios para transformarlos en espacios con diversas funciones que integren los sistemas sociales (ocio, paisajismo, producción de alimentos) y ecológicos (calidad del aire, drenaje, almacenamiento de agua de lluvia, tratamiento de aguas residuales). También propone aprovechar la crisis del agua, por ejemplo, para diseñar elementos que traten a la ciudad como un entorno rico en recursos.

El desafío, según el arquitecto, es un cambio de cultura. El *modus operandi* es difícil de mejorar. Siempre estamos dominados por influencias externas, otros intereses que terminan interfiriendo en la cultura y, en consecuencia, en nuestras funciones. Una de las ideologías del arquitecto y filósofo estadounidense Richard Buckminster Fuller, apoya el propósito defendido por Lotufo. Necesitamos coraje para querer cambiar. Buckminster dijo que debemos tener en cuenta que solo podremos cambiar la cultura haciendo lo que creemos y no luchando contra lo que no creemos.

3.9. Casos de estudio

3.9.1. Casa Autónoma, Brenda y Robert Vale

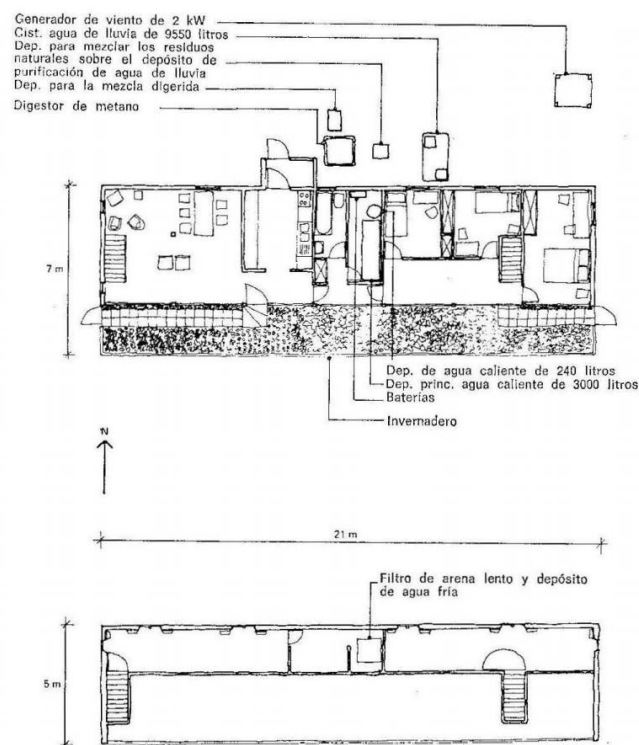


GRÁFICO 8. Planos de la casa Autónoma. Fuente: Vale B. & Vale R.

Los Arquitectos Brenda y Robert Vale con su libro *La casa autónoma*, considerada pionera en el ámbito de la construcción sustentable y viviendas autónomas, también sirvió de guía para este estudio. Donde estos autores expresan que la vivienda autónoma no es un paso

atrás, ni una visión romántica de la vuelta a la tierra, ni un retorno al ritmo rural. Es una “nueva” dirección que la sociedad debe tomar, en lugar del crecimiento, su objetivo es la estabilidad. La estabilidad sería un objetivo evidente, fuera de esta sociedad que está tan disparada por crecer en todas las direcciones.

La idea de una casa que genere su propia energía obteniendo toda su potencia de lo que puede crecer o del sol y efectúe el reciclaje de sus propios desperdicios es tan atractiva como difícil de llevar a cabo como la idea de una economía estable. (Vale & Vale, 1977)

Estos autores coinciden con otros profesionales en algo, la energía solar, que será considerado como punto de partida para la propuesta de diseñar una vivienda autónoma.

Haciendo una revisión del libro dedicado al diseño de una vivienda autónoma se encuentra un esquema que ayudó a la elaboración de un propio mapa conceptual como paso previo a la composición técnica de la propuesta de diseño de vivienda autónoma para la ciudad de Benjamín Aceval.

El esquema modelo (Gráfico 9) contempla distintas aristas para el funcionamiento y aplicación de tecnologías preexistentes con adaptaciones y ajustes para el caso particular. Así como también el aprovechamiento de los recursos naturales, los ciclos naturales, las condiciones constructivas, de aislamiento, de vegetación, incluso de equipamientos y de tratamiento de residuos, consigue que la vivienda no consuma más energía de la que realmente necesita, energía que la misma casa la genera y aprovecha, y mediante este cúmulo de estrategias aplicadas se consigue mantener el confort tanto en verano como en invierno.

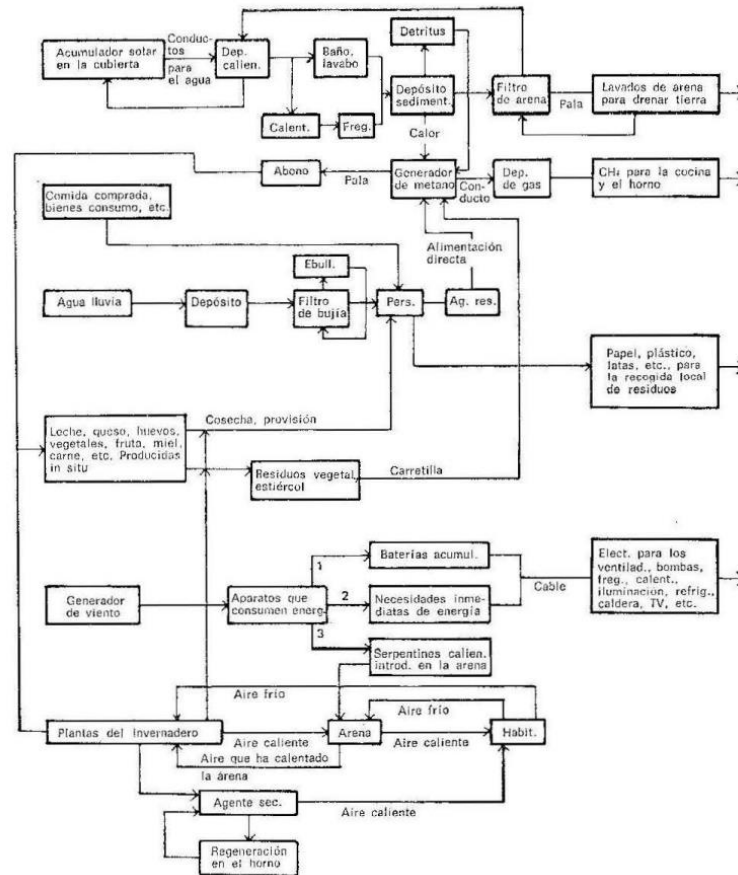


GRÁFICO 9. Mapa Conceptual casa autónoma. Fuente: Vale B. & Vale R.

3.9.2. Casa Autónoma, Jan Juc, Australia. Zen Architects.



GRÁFICO 10. Casa Autónoma, Jan Juc. Fuente Zen Architects.

La Casa Autónoma ejemplifica el compromiso con los principios de diseño ecológicos y respetuosos con el medio ambiente. Se propuso una casa que pudiera cosechar su propia energía y agua, además tratar sus propios desechos en el sitio.

La respuesta de Zen Architects fue una casa cerca de Bells Beach, en Victoria, Australia, Zen Architects diseñó el marco de esta estructura con postes de muelle reutilizados que utiliza el sol para proporcionar la mayor parte de su calefacción a través del diseño solar pasivo y las brisas predominantes para proporcionar enfriamiento pasivo.

Uno de los principales desafíos del proyecto fue el sitio en una zona rural. El paisaje consistía en matorrales costeros y restricciones de altura y un sitio inclinado dificultaba sacar el edificio de las copas de los árboles para capturar la luz del sol del norte. Al final, se eligió el sitio de construcción donde un árbol se había caído en una ladera norte que conducía al arroyo, que dejaba entrar la luz del sol. Se minimizó la eliminación de vegetación, manteniendo la privacidad en este entorno de arbustos.

Todas las habitaciones tienen acceso a ventanas articuladas orientadas al norte para capturar la luz y el calor, así como ventanas al sur para una ventilación cruzada de flujo libre.

Ric Zen manifestó “El objetivo del proyecto era tener el menor impacto posible en la vegetación, lo que influyó mucho en la ubicación del edificio. Los materiales con poca energía incorporada se utilizaron y reciclaron siempre que fue posible, como los postes de madera y la bala de paja”.

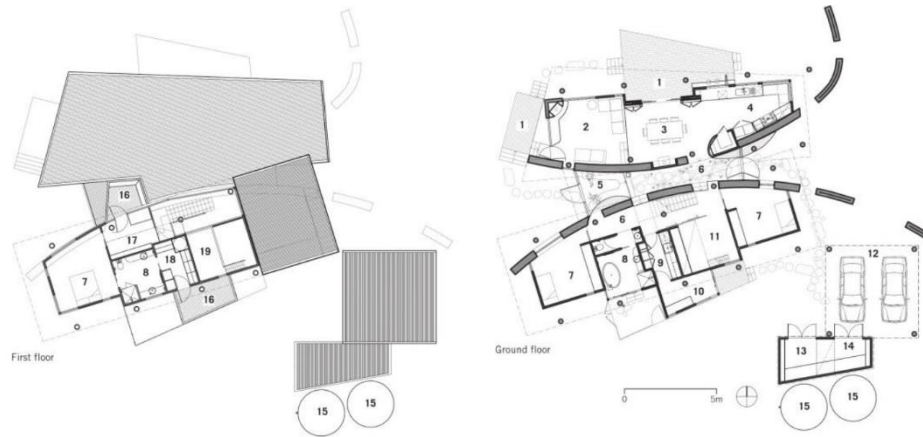


GRÁFICO 11. Planos Casa Autónoma. Fuente 21st century sustainable homes.

“Cada habitación ha sido diseñada para capturar la brisa del sur, mientras que tiene el beneficio adicional del efecto de chimenea que atrae aire frío en la planta baja mientras expulsa aire caliente en el piso superior a través de un hueco de escalera, incluso cuando hay poco aire en movimiento. Este sistema funciona muy bien, especialmente para la purga nocturna”.

La vivienda también incluye masa térmica a través de una losa de planta baja y revoque de barro de 40 mm de espesor con mínimo contenido de hormigón. Las paredes de fardos de paja en la planta baja también proporcionan estabilidad térmica durante todo el año y las paredes y los techos están bien aislados.

La energía a la casa se proporciona a través de una matriz fotovoltaica de 8 kilovatios con un generador de biodiésel de respaldo, y la matriz fotovoltaica también se utilizó como energía durante la construcción. El agua caliente solar se integró con calefacción hidrónica y se impulsó con una caldera de leña de 25 kilovatios, una estufa y dos hornos.

Otras medidas de sostenibilidad incluyen tanques de agua de 25.000 litros, que duplican la capacidad de almacenamiento requerida, con agua utilizada dentro del hogar y para fines de extinción de incendios. Toda el agua negra y gris se trata a través de un sistema de tratamiento de granja de lombrices que trata el agua para uso en el jardín.

Zen Architects no solo adoptó el enfoque convencional para incorporar la sostenibilidad. “Un elemento de diseño clave del proyecto fue el uso de postes de madera reciclada. Estos postes tienen una larga historia: eran parte del antiguo muelle de Geelong que fue incendiado. Los postes venían completos con barquillas, clavos oxidados y marcas de quemaduras”, dice Zen.

Los pernos viejos de las torres se hicieron a mano en las perillas de las puertas. “Cuando nos entregaron los postes, salimos y los miramos y los pernos colgaban de los postes. El cliente quería que parecieran un mango tipo palanca, pero simplemente hechos con los pernos viejos”, dice Roy Kahle.

Otros productos también fueron hechos a mano. El plomero convirtió placas de respaldo de latón en grifería soldándolas y luego atornillándolas. Cuando se soldaron en plata, el metal se quemó, lo que le dio a la grifería un aspecto antiguo auténtico y encajó con la sensación terrosa de la casa.



GRÁFICO 12. Fotografía de la casa autónoma. Fuente Zen Architects.

Se utilizó una gran cantidad de madera en el proyecto para asegurar que la casa se mezclara con su entorno de arbustos. El revestimiento externo se compone de fresno plateado aserrado radialmente, que proviene de las estribaciones de las montañas Gippsland.

En lo que respecta a la perspectiva ambiental, se lograron los objetivos en cuanto a posicionar la casa y tener el menor impacto posible en el sitio.

3.9.3. Casa Solar, San Bernardino, Paraguay. Arq. Carlos López Urbietta.



GRÁFICO 13. Fotografía Vivienda Autónoma. Fuente hijos López Urbietta.

Como referente nacional tenemos el primer acercamiento a la vivienda autónoma en Paraguay diseñada por el Arq. Carlos María López Urbietta. En su caso, se conocían algunos trabajos en los que participó, como el local del diario Patria, ubicado en Tacuary entre 25 de Mayo y Cerro Corá. Este edificio tenía la particularidad de unos parasoles móviles, similares a los del hotel Guaraní, dada la fachada Oeste a la que estaba orientado el edificio. Posteriormente,

cuando se construyeron las torres de enfrente, perdió importancia este hecho, dadas las sombras arrojadas a la tarde sobre el mismo.

En Asunción hubo además otras dos obras, del tipo “reforma” cuyas fachadas tratadas por él con criterio de reducción de la incidencia de la radiación solar en la fachada Oeste. Las mismas eran reconocibles a través del uso de parasoles. Una de las obras, era su estudio de la calle 15 de Agosto, casi Oliva, mirando al Oeste y la otra, una casa particular frente al Colegio Salesiano, también mirando al Oeste.

Relacionar su conocimiento específico del tema de la mecánica del sol y su incidencia en el confort humano con el uso de la energía solar, para saltar luego a una vivienda autónoma es un paso que probablemente fue impulsado por la crisis del petróleo en Europa en la década de los 70 del siglo pasado y que dio origen a una serie de acciones, donde el tema de la no dependencia de energías a partir de fuente fósil saltó seriamente a primer plano. Sin duda, el prototipo que el construyó en la urbanización denominada Country Club de San Bernardino, la llamada casa solar fue el ejemplo más acabado de esa intención de lograr proponer una vivienda autónoma en el Paraguay. Una casa muy llamativa por su figura y contenido.

En esa época se produjeron en el país varios prototipos de máquinas de ganancia de energía, como ser calentadores solares para agua, donde existían algunos importados de Israel y otros producidos en el país. Entre los producidos en el país, hubo una experiencia donde se diseñó y construyó un prototipo del tipo colector plano con tubos de hidrobronce con tanque independiente de 200 lts, que fue instalado en 1982 y estuvo activo hasta el 2003. Este dato permite tener una referencia sobre vida útil de un equipo desarrollado localmente. Además, con la misma tecnología de colectores planos de energía solar para calentamiento de agua, se fabricaron instalaciones para calentar el agua de piscinas.

Otras propuestas desarrolladas fueron biodigestores para producir gas metano.

Asimismo, otra experiencia interesante de referir es una cocina solar de forma de concentrador parabólico y desarmable a la hora de guardarla. La misma permitía cocinar en olla y con horno de quita y pon. Este último alcanzó 300 °C en los ensayos y con él se cocinaron varios tipos de pan dulce del tipo navideño.

El Arq. Félix Paiva facilitó la información complementaria al Arq. Silvio Ríos sobre el diseño de la casa autónoma, en base a gráficos facilitados por los hijos de López Urbietta.

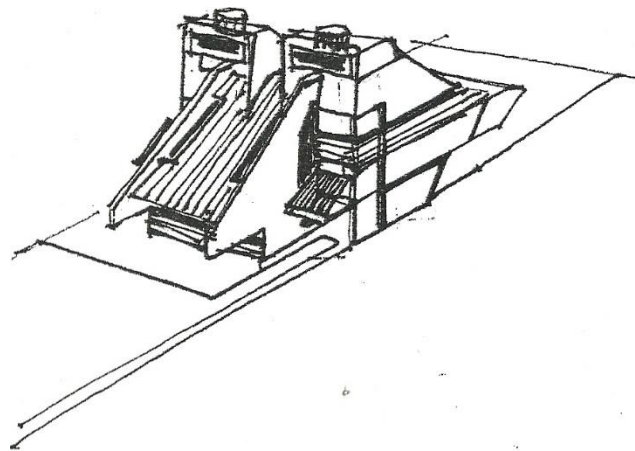


GRÁFICO 14. Vivienda Autónoma, Paraguay. Fuente hijos López Urbietta.

El diseño compacto actuaba como un contenedor de un sistema de redes que aprovechaban para los servicios de la casa, especialmente el abastecimiento de agua y calefacción, la energía solar. La casa diseñada se acomodaba al perfil aconsejado por la orientación, desplegando una cubierta de techos de gran inclinación para facilitar la posición conveniente de las placas de los acumuladores de energía al sol. (Morra, 2012)

Así mismo toda la organización del conjunto había sido diseñada alejada de lo convencional y muy común, para fijar ese enlace previsto entre el espacio aprovechable y los elementos fijos de las máquinas.

Exteriormente presenta un carácter diferente, la unidad instalada en la entrada de la urbanización del country, era por su efecto una invitación a modo proclama, dando a entender que la concepción de todo el emprendimiento manejado por el mismo arquitecto estaba totalmente abierta en su espíritu a los avances que la tecnología podía suministrar.

La imagen de la casa solar, por sus características específicas, abrió hacia inicios de los años 80 un capítulo de la arquitectura que adoptó criterios de flexibilidad para el manejo del lenguaje de la estructura total de una obra.

Los elementos constitutivos de la composición se dispersaron, se movieron y desplazaron constantemente, se trasladaron a dimensiones nuevas creando un submundo de oportunidades, a partir de nuevas configuraciones.

También habla de aquellas reglas técnicas fijas que pasaron a ser reconsideradas, de las reiterativas substituciones y menciona que algunos proyectos, aunque ajenos a experiencias mecánicas y exploraciones científicas, se apoyaron en la figura no convencional de la casa solar, que había marcado con su sola aparición, la posibilidad de estimular el manejo de las nuevas dimensiones concretas y sugerencias virtuales. No había necesidad de ser tan conservador para resolver cuestiones elementales de diseño, sobre todo ante el nuevo campo donde se asomaba un perfil diferente.

3.10. Fase de diagnóstico

3.10.1. El crecimiento poblacional demanda energía.

La energía es un motor económico muy importante, se ha demostrado que la energía está directamente relacionada al bienestar económico. (Helder, 2012)

La energía eléctrica se ha vuelto indispensable para el ser humano, pero su uso desmedido ha causado que su obtención a través de los métodos tradicionales traiga consigo efectos contraproducentes, ya que se estima que el 60% de las emisiones de gases producidos por estos métodos se ha convertido en la causa principal del aumento de la temperatura del planeta.

En Paraguay la legislación que promueve las energías renovables es la Ley 3.009 de la producción y transporte independiente de energía eléctrica. Establece que la ANDE debe dar una licencia privada para generar energía eléctrica y vender a la institución, incluso para el autoconsumo de energía.

Nuestro país es rico en recursos energéticos: agua, carbón, gas, sol. Pero recurrió a la generación hidroeléctrica en mayor medida para la provisión de energía eléctrica.

Si bien la energía hidroeléctrica ya es limpia, su distribución sigue siendo el principal obstáculo, más aún por la deficiente infraestructura, su alto costo económico y ambiental.

Para conseguir que la vivienda autónoma sea sustentable, la energía debe autogestionarse y obtenerse de la manera más directa y natural, por lo que se propone la energía metabólica, que ocurre por medio de la oxidación química, que forma parte del proceso metabólico de la fotosíntesis de las plantas.

Esta energía metabólica funciona de distintas maneras según el tipo de célula que se encarga de llevar a cabo la síntesis metabólica. Algunas de las reacciones metabólicas hacen que las células desechen energía residual que no es de provecho para el organismo.

La fotosíntesis se produce en dos fases, La primera es denominada fase luminosa o fotoquímica, depende directamente de la luz recibida, proveniente de la luz solar.

3.10.2. Un mundo cada vez más eléctrico

El informe World Energy Outlook abarca tres escenarios posibles en su análisis energético:

El primer escenario de políticas actuales, en el que los gobiernos no realizan cambios en sus políticas. La demanda de energía aumenta un 1.3% al año hasta 2040.

El segundo escenario de políticas declaradas, que incluye las intenciones y objetivos de las políticas actuales, además de las medidas existentes. En este escenario, cientos de millones de personas continuarán sin acceso a la electricidad en el año 2040 y las emisiones de CO₂ no se reducirán lo suficiente para frenar el impacto del cambio climático.

El tercer escenario de desarrollo sostenible muestra las fórmulas para alcanzar en su totalidad. Requiere de medidas prioritarias, como un fuerte repunte en las mejoras de eficiencia energética.

3.10.3. Nacimiento de una nueva era en edificación

La era digital y el nuevo paradigma energético que nos envuelve globalmente también transforma la manera en la que las edificaciones se proyectan y construyen.

3.10.4. Vectores del cambio

Sostenibilidad. Edificaciones sostenibles, con más eficiencia y energía de fuentes renovables.

- **Inteligencia.** Edificaciones inteligentes, digitales e hiperconectados
- **Sostenibilidad.** Edificaciones sostenibles, con más eficiencia y energía de fuentes renovables.

- **Innovación.** En los procesos constructivos.
- **Industrialización.** Nuevas tecnologías como la fabricación digital, la robótica y la impresión 3D abren paso lentamente en un ámbito que hasta ahora estaba reñido con la innovación.

3.10.5. La carrera hacia la vivienda del futuro

La construcción es una de las industrias menos digitalizadas. Es necesario cambiar esta situación para romper el lento crecimiento de la productividad y los rendimientos financieros bajos, así como los retrasos en integrar innovaciones tecnológicas que podrían ayudar a mejorarla, tanto en términos de rentabilidad como de rendimiento.

En general, el gasto en I+D en la construcción es bastante inferior al de otras industrias. La creciente demanda para la construcción ambientalmente sostenible significa que las prácticas tradicionales deben cambiar. La escasez de mano de obra calificada y de personal de supervisión es un aspecto crítico para su desarrollo. Problemas profundos que requieren nuevas formas de pensar y trabajar.

3.11. Fase de Análisis

3.11.1. Características Generales.

La República del Paraguay está situada en el hemisferio sur del continente americano limitando con los países Argentina, Brasil y Bolivia.

Según la ley 71/92, el Paraguay se encuentra dividido políticamente en 17 departamentos. Sin embargo, en el país se reconoce naturalmente por dos regiones bien marcadas. La Región Oriental y la Región Occidental.

3.11.2. Características de Benjamín Aceval y el Chaco Paraguayo.

La Región Occidental o chaco conforma el 60% de la superficie total del país y se caracteriza por una vegetación variada. Las características climáticas a diferencia de la Región Oriental varían de semi-árido a subhúmedo. Las mayores precipitaciones anuales se dan durante los meses de noviembre a marzo, mientras que el resto del año se caracterizan por grandes sequías.

La temperatura media anual es de 25°C, siendo la máxima en verano de 45°C y la mínima en invierno puede alcanzar 4°C. Los vientos predominan de Norte a Sur y la humedad relativa entre 20% a 65%.



GRÁFICO 15. Fotografía de zona rural. Fuente propia.

3.11.3. Características de recursos hídricos.

El Río Verde es el más septentrional de los ríos y es el más alejado de su emisario, el Río Paraguay, sus aguas por lo general no son aptas para el consumo.

El Río Confuso transporta constantemente grandes cantidades de agua. Durante periodos de sequía prolongados, se observa correlaciones bien acentuadas, causadas por el mayor contenido de las aguas subterráneas.



GRÁFICO 16. Fotografía Río Verde. Fuente propia.

3.11.4. Aguas Subterráneas.

El agua subterránea es el recurso hídrico más importante de nuestro país, de este dependen muchas comunidades más desfavorecidas, especialmente en el chaco. El Paraguay cuenta con varios acuíferos y entre los más importantes se encuentran el acuífero guaraní, por la gran extensión que ocupa y el acuífero Patiño, ambos ubicados en el Departamento Central y una parte del acuífero Patiño en el Departamento de Presidente Hayes.

Es interesante mencionar que el Acuífero Patiño es la única fuente utilizada por la población de la zona, a excepción de unos pocos que se autoabastecen a través de la colecta de agua de lluvia. Este acuífero actualmente está siendo utilizado por los pobladores sin ninguna planificación y más lejos aún se está de una proyección de uso racional en el futuro, vale decir, no existe conciencia social de una gestión adecuada de los recursos hídricos. (SEAM, 2012)

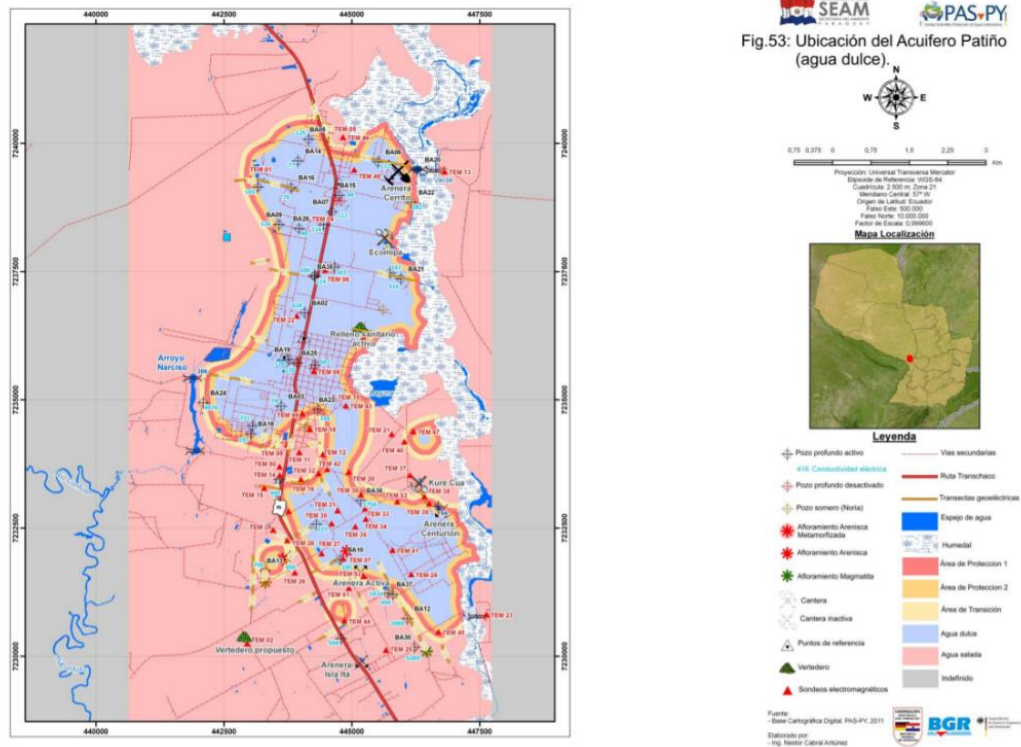


GRÁFICO 17. Ubicación del acuífero Patiño. Fuente SEAM.

Se realizó una visita y trabajo de investigación previo a este estudio para conocer la ciudad de Benjamín Aceval. Como resultado se diseñó un tríptico donde se recopiló información que sirvió como base para la realización de este estudio, fue una aproximación teórica y práctica a un plan de gestión de recursos y ordenamiento territorial realizado por la Ing. Sofía Duré, Ing. Diego González y la Arq. Dahiana A. Villalba.



GRÁFICO 18. Tríptico. Fuente propia.



GRÁFICO 19. Tríptico. Fuente propia.

presentarse lluvias torrenciales. Está clasificado con las abreviaturas Aw o As, y es un clima de transición entre el clima tropical húmedo y el clima semiárido cálido. Generalmente es muy caluroso durante todo el año, pero presenta mayor oscilación térmica que el clima tropical húmedo. También puede ser parecido al clima subtropical seco o semidesértico.

Köppen-Geiger climate classification map for South America (1980–2016)

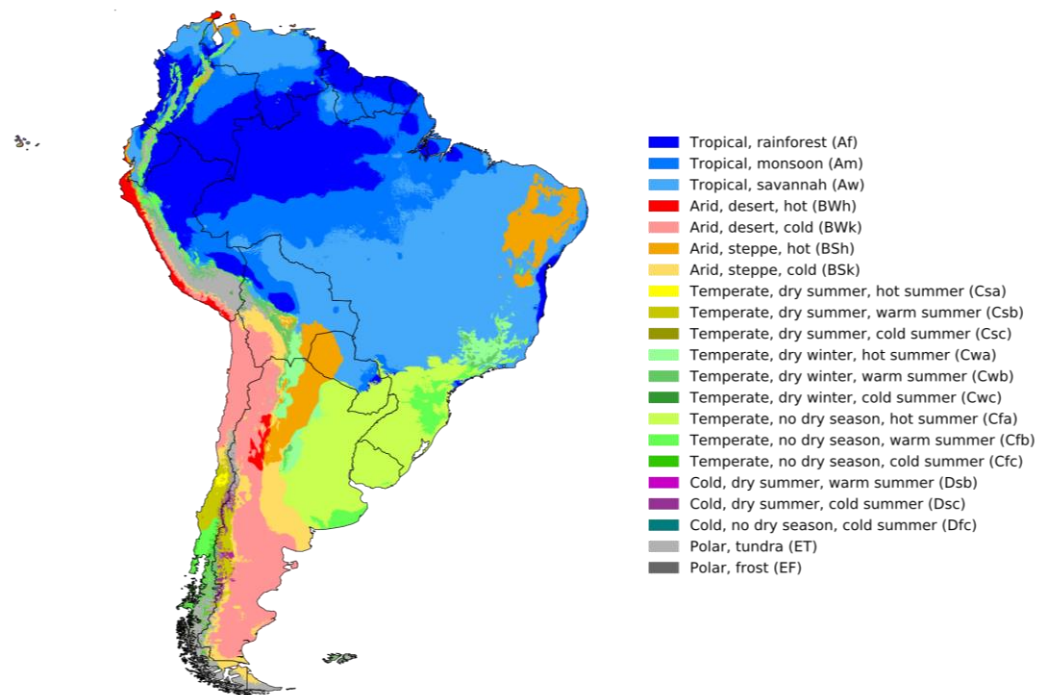


GRÁFICO 21. Mapa clasificación climática. Fuente Köppen-Geiger.

3.11.6. Contexto Socioeconómico y Ambiental

El chaco Paraguayo abarca aproximadamente 247.000 km², que equivale al 60% del territorio total del país. Los tres departamentos que conforman la región, Presidente Hayes, Boquerón y Alto Paraguay, cuentan con 12 municipios. Existen dos subregiones, el chaco húmedo al sur y este, próximos a los ríos Paraguay y Pilcomayo, el chaco seco hacia el norte y oeste. Los bosques del chaco seco forman parte de un ecosistema de bosques secos subtropicales

mientras que el chaco húmedo incluye sabanas de palmas y humedales a lo largo del río Paraguay.

Los suelos son de textura arenosa fina y muy susceptibles a la erosión eólica cuando los suelos se encuentran expuestos. Se encuentran elevados niveles de agua salada en la mitad oriental de las aguas subterráneas que se encuentran próximas a la superficie. Esto hace que los niveles de sales sean significativos en los suelos de Chaco central y sur.

Hay una cantidad escasa de habitantes en relación con el resto del país. Las comunidades indígenas constituyen una gran parte de la población junto a las comunidades menonitas y otros grupos que totalizan 138.760 habitantes solamente, es decir, el 2,7 % de la población del Paraguay. Más del 60 % de la población vive por debajo de la línea de pobreza.



GRÁFICO 22. Fotografía de zona de estudio. Fuente propia.

3.11.7. Aprovechamiento de los recursos naturales

Las actividades económicas en el Chaco son la agricultura y la ganadería. La actividad primaria es la ganadera ya que el 30% del ganado del país está en el Chaco. Gran parte de los pequeños productores tienen lotes de menos de 20 hectáreas lo que representa solamente el 7%

de la tierra cultivable de la región, mientras que el 77% de esa tierra cultivable abarcan plantaciones de más de 1000 hectáreas.



GRÁFICO 23. Fotografía de zona rural dedicada a la ganadería. Fuente Propia.

Proyectos de desarrollo e infraestructura, como el corredor bioceánico, el acueducto del Chaco central, la hidrovía Paraguay-Paraná, y la exploración de gas y petróleo. En condiciones actuales son desconocidos los efectos a largo plazo, especialmente sobre las comunidades indígenas, así como sobre el medio ambiente y esto podría llevar a una todavía mayor marginalización si no se toman medidas en pos de la sustentabilidad.

Hogares por año, según departamento y tenencia de corriente eléctrica (%), 2017 al 2019. Promedio anual

Departamento y tenencia de corriente eléctrica	Año		
	2017	2018	2019
Total país	1.786.154	1.823.023	1.874.959
Si tiene	99,3	99,5	99,6
No tiene	0,7	0,5	0,4
Presidente Hayes	31.760	30.632	33.293
Si tiene	97,6	99,4	98,0
No tiene	(2,4)	(0,6)	(2,0)

Fuente: DGEEC Encuesta Permanente de Hogares Continua 2017 - 2019. Promedio anual

Nota: () estimación basada en menos a 30 casos muestrales, que puede ser considerada como insuficiencia muestral.

Tabla 2. Hogares y corriente eléctrica Dpto. Pte. Hayes. Fuente DGEEC

CAPITULO 4. ALGUNAS TÉCNICAS APLICABLES A VIVIENDAS RURALES.

Se plantea un sistema integrado de abastecimiento de agua y tratamiento de residuos, reciclaje, producción de energía a partir de gas metano y energía solar. Aprovechando las condiciones climáticas, optimizando los recursos naturales que se encuentran en el entorno inmediato. Con una serie de estrategias, ecotecnologías y técnicas tradicionales con sus diferentes aplicaciones.

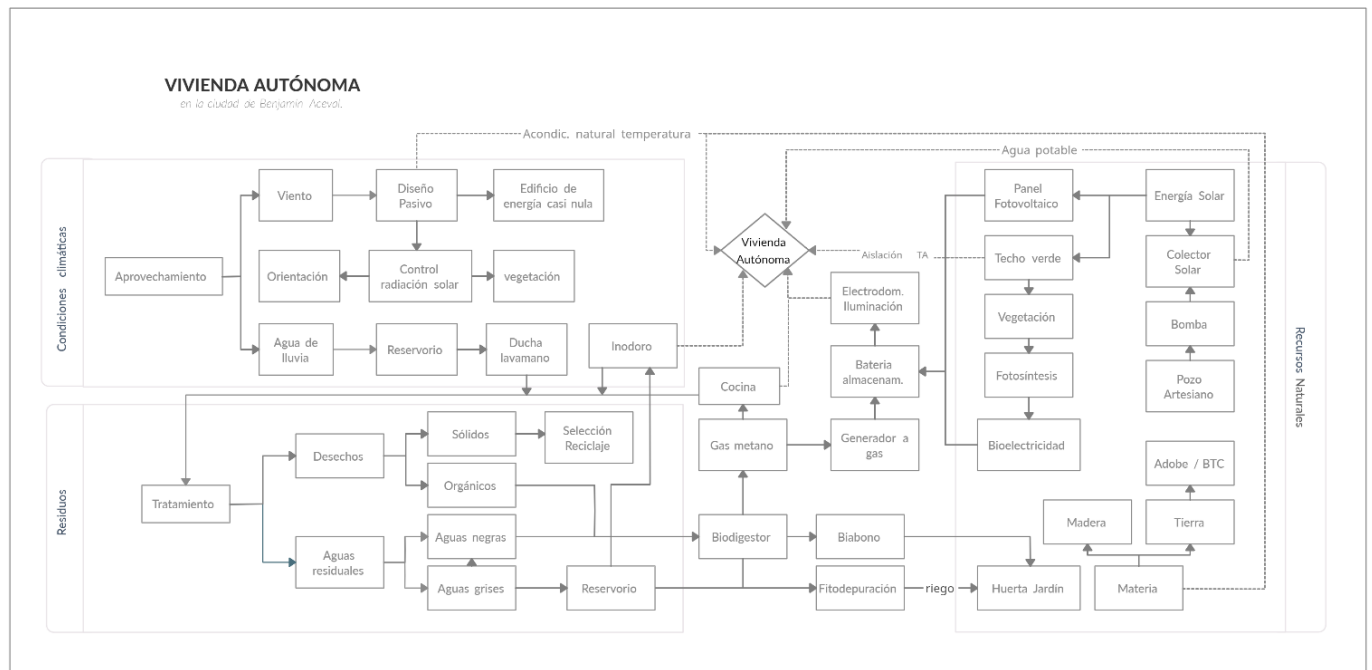


GRÁFICO 24. Mapa conceptual de vivienda autónoma. Elaboración propia.

4.1. Recursos naturales disponibles.

4.1.1. Energía Solar

a. Panel fotovoltaico

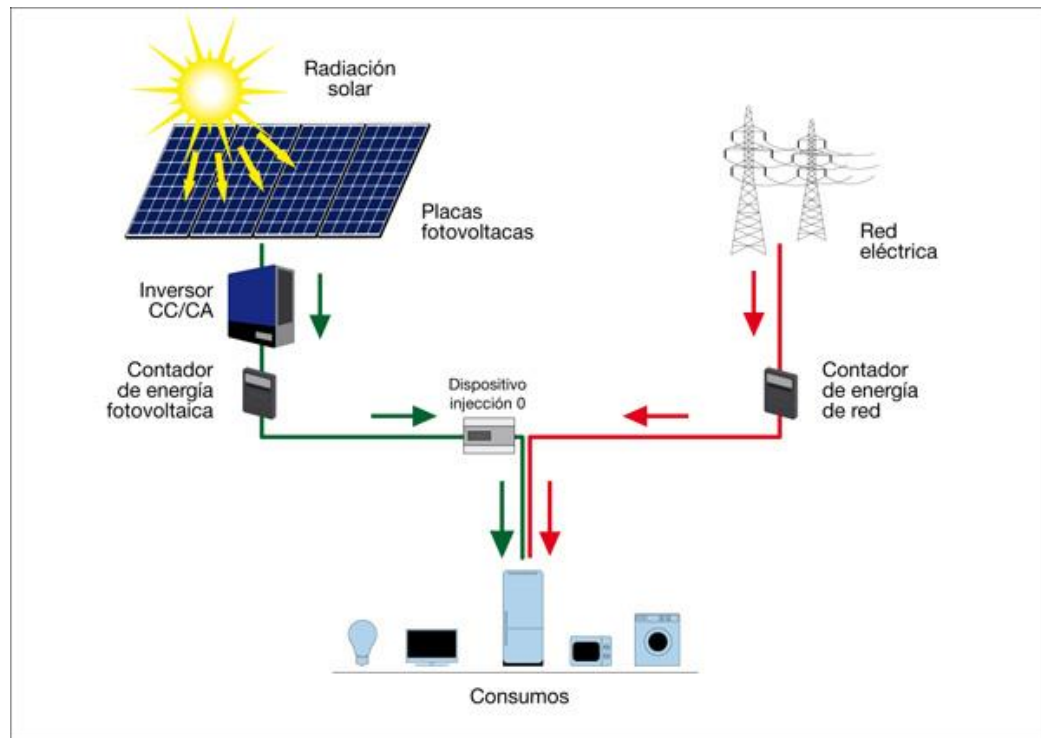


GRÁFICO 25. Esquema de Instalación de Panel fotovoltaico. Fuente: Energía FV.

Es un tipo de panel o placa solar compuesta por una serie de celdas o células fotovoltaicas interconectadas entre sí, diseñado para el aprovechamiento de la energía solar. Su función es convertir directamente la energía de la radiación solar en electricidad, en forma de corriente continua.

Se debe tener en cuenta la orientación e inclinación más apropiadas en cada emplazamiento dependiendo de la latitud y de la época del año. Es necesario realizar un estudio de radiación solar que recibe el emplazamiento.

b. Colector Solar

Es un dispositivo que funciona por efecto termosifón y reduce el costo para calentar el agua. Es una alternativa energética económica y sustentable. Mientras sea un día de sol va a funcionar y almacenar agua caliente para el día siguiente aprovechando la radiación solar del día y el efecto invernadero, para el calentamiento de agua.

Tecnología sencilla y simple como la de este calefón solar, permiten utilizar energías limpias de modo amplio para reducir otras formas de consumo de energía. (Ríos, 2016)

Aunque en contrario a los sistemas fotovoltaicos no generan electricidad, sino que transforman la radiación solar directamente en calor. Están compuestos básicamente de un colector y de un termotanque. Que durante el día el agua se calienta por efecto de la energía solar que recibe el colector y se acumula en el tanque. Los calefones solares se instalan generalmente en el techo de la vivienda y para la alimentación son conectados a la red de agua corriente. El agua caliente que se acumuló en el calefón es conducida a los lugares de la vivienda que es necesario, como los sanitarios, la cocina y lavandería.



GRÁFICO 26. Calefón Solar. Fuente: Ríos, S.

c. Bioelectricidad

Según la Real Academia Española es un conjunto de fenómenos eléctricos que se dan en los seres vivos. Se consideran las investigaciones y descubrimientos de Alejandro Volta como las primeras sobre los efectos de la corriente en seres vivientes, como por ejemplo sobre las ranas, lo que luego derivó y materializó en la invención de la pila de Volta.

Esta forma de producir energía se ha desarrollado principalmente en el tratamiento de efluentes y aguas residuales, que contienen microorganismos. En general en medios acuáticos. Pero también se sabe que esto es posible a través de los vegetales.

La producción de energía eléctrica a través de una fuente alternativa y natural como la fotosíntesis de las plantas está enmarcada dentro de la energía metabólica que es el proceso de oxidación química. La energía metabólica funciona de distintas maneras según el tipo de célula que se encarga de llevar a cabo la síntesis metabólica. Algunas reacciones hacen que las células desechen energía residual que no es de provecho por el organismo.

4.1.2. Fotosíntesis

Es un proceso poco común de obtención de energía por medio de una acción muy cotidiana y natural de las plantas. La fotosíntesis se produce en dos etapas:

- a. Etapa Luminosa: o fase fotoquímica, la cual depende en forma directa de la luz que recibe, la energía de los rayos solares entre las longitudes de onda correspondientes a la luz violeta, azul, naranja y roja. Esta energía produce que los electrones se agiten y provoquen la ruptura de las moléculas de agua, y esto hace que el oxígeno se libere y el resto de energía se transmita, generando moléculas que se emplean en la siguiente fase.

- b. Etapa de fase oscura: No depende directamente de la luz solar. Esta segunda etapa se desarrolla en el estroma, eso consiste en una serie reacciones químicas con los que la célula vegetal elabora nutrientes, el proceso da como resultado un compuesto similar al azúcar llamado glucosa.

4.1.3. Celda de combustible microbiana

Es un mecanismo que utiliza microorganismos para convertir la energía química que se encuentra en la materia orgánica en energía eléctrica. Los microorganismos se nutren de desechos orgánicos biodegradables y producen electrones que son transportados a un electrodo para generar electricidad. Este proceso contribuye a degradar la materia orgánica y convertir la energía química presente en un sustrato en energía eléctrica por lo que las celdas sirven para la generación de energía renovable.

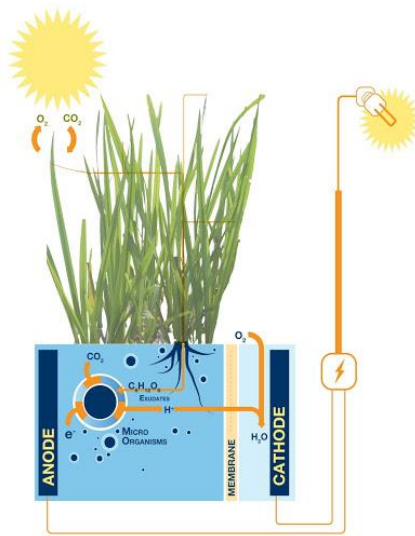


GRÁFICO 27. Esquema de funcionamiento de P-MFC. Fuente Plant-e.

La celda de combustible microbiana o MFC para sus siglas en inglés, se ha utilizado como base para otra tecnología patentada en 2007 por la Universidad de Wageningen, Holanda.

conocida como Plant Microbial fuel cell (P-MFC). Una de las tecnologías emergentes de electricidad renovable es la pila de combustible microbiana vegetal. Plant-e es ahora el titular de la patente y trabaja continuamente en investigación y desarrollo de productos aplicado en un medio acuático o saturados de agua.



GRÁFICO 28. Módulo de P-MFC. Fuente Plant-e.

Las ventajas de este sistema a diferencia de la energía eólica y fotovoltaica es que funciona a pesar de no haber viento y luz solar. Otros puntos positivos son:

- Es CO₂ negativo: Las plantas consumen más CO₂ del que emiten. Por lo tanto, la electricidad de la planta es la única forma de electricidad que es CO₂ negativa.
- Es verde: Se ha demostrado que el verde en el entorno ya sea en el exterior o en el interior, influye positivamente en la purificación del aire. Además, el verde contribuye a un clima agradable y positivo para las personas.
- Es sostenible: No contamina directa o indirectamente el medio ambiente, y las herramientas pueden ser reutilizadas o reciclados al final de su vida útil.
- Es de uso múltiple de la tierra: Una instalación de este tipo podría aplicarse en distintos tipos de suelo, en jardines, en techos verdes, incluso en plantaciones de cereales.

Cosechar la bioelectricidad de una planta es una idea muy prometedora e innovadora para el futuro. Esta propuesta tecnológica que se desarrolló para alcanzar este ideal se conoce como la celda de combustible microbiana de plantas.

Para poder entender cómo funciona esta tecnología, primero se debe resumir el funcionamiento de las plantas. Las plantas producen su propio alimento mediante el proceso de la fotosíntesis, que inicia cuando la energía del sol es absorbida por las hojas, este fenómeno aporta la energía necesaria a la planta para activar diversos procesos, como son absorber el dióxido de carbono del aire y descomponer la molécula del agua que absorbe de las raíces. Luego la planta realiza reacciones bioquímicas para convertir esos ingredientes en carbohidratos y glucosa que la planta utiliza como alimento que es convertida en energía para realizar las actividades de una planta: crecer, comunicarse con otras plantas y otros seres vivos, reproducirse y en general, funciones de todo ser vivo.

Se realizó pruebas de campo para comprobar la teoría de generación de energía a través de esta fuente alternativa y limpia, mediante las plantas, en una primera etapa de forma casera con materiales reciclados y planteras de jardín, y el voltímetro como herramienta de medición.



GRÁFICO 29. Primeras pruebas de voltaje. Elaboración propia.

En una primera prueba con una planta se obtuvo 0.78 Voltios, con una plantera en la que se colocó un ánodo de cobre y un cátodo bañado en zinc. Materiales que se disponían en el momento, reciclando cables y tornillos.

En una segunda instancia se hizo la prueba con 9 planteras, con sus respectivos ánodos y cátodos, conectando en serie, el resultado fue de 3.22 voltios. Algunas planteras arrojaban más voltaje que otras, por variables como el material aislante de la plantera, la especie de planta, la pureza de los metales utilizados para conducir la electricidad.



GRÁFICO 30. Planteras conectadas en serie. Elaboración propia.

Una planta en una plantera no podrá generar energía eléctrica a menos que se la convierta en una celda de combustible microbiana. Una celda de combustible microbiana (MFC) es similar a las baterías que utilizamos en nuestros dispositivos electrónicos y que funciona con reacciones químicas que proveen electrones, mediante la oxidación del ánodo, y la reducción del cátodo. Cuando conectamos el ánodo y cátodo en serie ocurre que los electrones liberados en la oxidación del primer elemento ánodo, serán conducidos por el circuito externo, ayudando a producir reacciones químicas complementarias en el cátodo. Necesariamente en una celda de combustible, tendremos estos dos elementos que se complementan el uno al otro.

Con la convicción de que mejorando el módulo de MFC con la calidad de materiales, herramientas y mejorando la composición del sustrato se realizó otra prueba con ánodos y cátodos de mayor pureza, también de cobre y láminas de zinc.



GRÁFICO 31. Preparación del módulo. Elaboración propia.

Y además en las conexiones se mejoró la unión con soldadura que facilita el flujo de la corriente, el objetivo era hacer un módulo lo más uniforme posible en cuanto a sus componentes y cubículos para tratar de hacer mediciones más precisas.



GRÁFICO 32. Preparación de parte posterior. Elaboración propia.

En esta prueba se agregó el sustrato compuesto por tierra y carbón activado. Se sembró plantines, y la medición inmediata arrojó aproximadamente 5 Voltios. Pero iba aumentando a medida que se regaba con agua. Además, al exponer este módulo terminado a la luz solar aumentó a 8.14 Voltios como se puede observar en la imagen inferior.



GRÁFICO 33. Prueba final. Elaboración propia.

4.1.4. Agua

a. Captación de agua subterránea para consumo.

La captación de agua subterránea está destinada a obtener un cierto volumen de agua de una formación acuífera, para satisfacer una demanda. Se realiza mediante la excavación de un pozo, agujero o túnel vertical que perfora la tierra, hasta la profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, en este caso hallar agua subterránea.

Los pozos perforados sirven como un suministro de agua a bajo costo para viviendas, en comunidades rurales y también para áreas urbanas. Su funcionamiento es bastante simple: perforando un agujero en una masa de agua subterránea y luego realizando la extracción del agua infiltrada mediante de una bomba accionada mecánicamente. La construcción es rápida y hay varias técnicas simples de perforación.

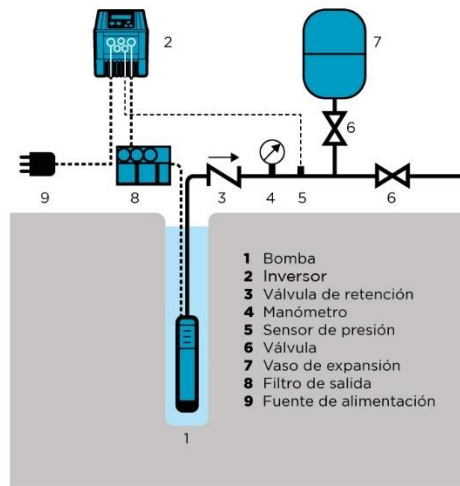


GRÁFICO 34. Esquema pozo artesiano. Fuente: Nastec.

Sin duda el abastecimiento de agua potable es un signo de progreso y salud, pero no todos los paraguayos son beneficiados con ese servicio básico. Según un reporte oficial, solo el 63% de la población tiene acceso a la provisión de agua de la red pública. El resto se abastece con agua de pozo, de aguas superficiales y en algunos casos con agua de lluvia. Con esto aparecen problemas que están relacionados con el consumo de agua contaminada o mantenimiento del pozo de agua.

A falta de controles de la calidad del agua, se suma el riesgo de contaminación. Esto se da por aguas servidas que se filtran en el suelo. Ya que solo el 1,2% de la población accede a servicios de redes cloacales. Cuando las aguas residuales se desechan directamente al suelo o los pozos sépticos no cuentan con los sistemas correctos de filtración, las napas y acuíferos se contaminan. De hecho, ya se han encontrado bacterias fecales y nitratos en los ductos de la red de agua potable. Para asegurar la calidad del agua es recomendable instalar filtros o purificadores, ya que la construcción y mantenimiento del pozo no garantizan la pureza del agua.

El problema principal de un pozo de agua es, la falta de garantía acerca de la calidad del agua proveniente de napas subterráneas. Y aunque esas aguas estuvieran controladas, hay otros inconvenientes que tiene que ver con la construcción y mantenimiento. Algunos de ellos son:

- La existencia de una distancia mínima entre el pozo de agua y el pozo séptico para evitar su contaminación.
- La separación de sitios de acumulación de estiércol o desperdicios de animales domésticos. Así como también almacenamiento de sustancias químicas o productos de limpieza.
- El agua de lluvia debe desagotar lejos del pozo de agua. Ya que puede arrastrar bacterias y sustancias que se encuentran sobre la superficie. Acumulándose cerca del pozo puede filtrar y contaminar el agua del pozo.
- La seguridad del pozo. Es imprescindible contratar a profesionales e instaladores autorizados.
- Controlar periódicamente el funcionamiento de todo el sistema y realizar análisis del agua para detectar cualquier anomalía. Esto incluye verificar la limpieza de los tanques, funcionamiento de moto bombas y estado de las llaves de paso.
- Los pozos tienen una vida útil de 20 a 30 años y necesitan mantenimiento a lo largo de ella.

4.2. Tecnologías eco-sostenibles.

Son las tecnologías innovadoras y eficientes además son respetuosas con el medio ambiente. Hace referencia a productos, procesos o tecnologías con características ecológicas.

4.2.1. Techo verde

Techo vivo o cubierta ajardinada, es el techo de un edificio que está total o parcialmente cubierta de vegetación. Los techos verdes además de influir en el mejoramiento del microclima de la ciudad mantienen fresco en verano y cálido en invierno, también mejora el aislamiento térmico y acústico. Además, la construcción es considerada más económica a largo plazo y más ecológica. Los techos verdes pueden ayudar al ahorro de energía y con el mantenimiento de las edificaciones. Esta tecnología funciona como un micro hábitat en las azoteas y techos de edificios.



GRÁFICO 35. Techo verde. Fuente: ArchDaily.

Se componen generalmente por capas como las siguientes:

1. Capa vegetal que está compuesta por las plantas o pastos que se sembrarán en la superficie.
2. Sustrato para crecimiento de las plantas, normalmente una mezcla nutritiva de tierra de vivero y otros compuestos orgánicos.

3. Capa o tela de filtración que contiene a la tierra y a las raíces, pero permite el paso del agua para drenaje.
4. Capa de drenaje y captación de agua de lluvia que está compuesta por arenas u otros materiales de granulometría grande que permiten el paso del agua pero no otros compuestos sólidos, y la almacenan o canalizan para su uso posterior.
5. Membrana impermeable que detiene el paso de agua y humedades a la parte estructural del techo.
6. Estructura de techo, que generalmente es de hormigón armado u otro que sea lo suficiente resistente.



GRÁFICO 36. Detalle techo verde. Fuente ArchDaily

4.3. Materia

4.3.1. Madera

Es un recurso natural renovable con unas propiedades mecánicas adecuadas, aunque siempre se debe valorar que la deforestación no represente un peligro en el entorno. La mejor

forma de desmotivar la tala de bosques es disponer de una amplia oferta en el mercado de maderas económicas y de calidad, provenientes de plantaciones sostenibles.

En países emergentes como el nuestro, la madera fue desplazada por el metal, el hormigón armado y otros materiales importados, que vienen con importantes avances tecnológicos y amplia información técnica, además de un mercado muy agresivo. La poca tecnificación de la industria maderera, la tala irresponsable de bosques naturales, la escasa información técnica disponible, el poco conocimiento que al respecto manejan ingenieros y arquitectos de las técnicas de cultivo, propiedades y procesamiento de la madera autóctona, la poca cooperación entre los diferentes actores del sector, son factores que han contribuido al debilitamiento del uso de la madera en el área de la construcción, sector que equivale a su mayor potencial de mercado, siendo limitado a obras rústicas o temporales, artesanales, acabados de pisos y paredes, marcos y hojas de aberturas, elementos de decoración y muebles.

Las principales ventajas que presentan las construcciones con madera son:

1. Se consigue muy fácilmente.
2. Es menos costosa que la piedra y los metales.
3. Se puede labrar con facilidad, a excepción de las muy duras.
4. Posee una gran resistencia a la compresión, a la tracción y al corte comparando con su poco peso.
5. Es mala conductora del calor y la electricidad.

4.3.2. Tierra

La tierra es un material que es utilizado desde la antigüedad, y aunque ha sido dejado de lado y casi olvidado debido a la industrialización de la construcción, actualmente vuelve a resurgir un interés. Con muchas propuestas innovadoras y emprendedoras que reinterpretan y

revalorizan estas técnicas tradicionales, logrando soluciones que se fundamentan en la búsqueda de una construcción sostenible y saludable.



GRÁFICO 37. Construcción con tierra. Fuente: Tierra Viva.

El muro hecho de tierra apisonada es el ideal para la construcción o el mejoramiento del hábitat del hombre del campo. (Viñuales, Martins Neves, Flores, & Ríos, 2003)

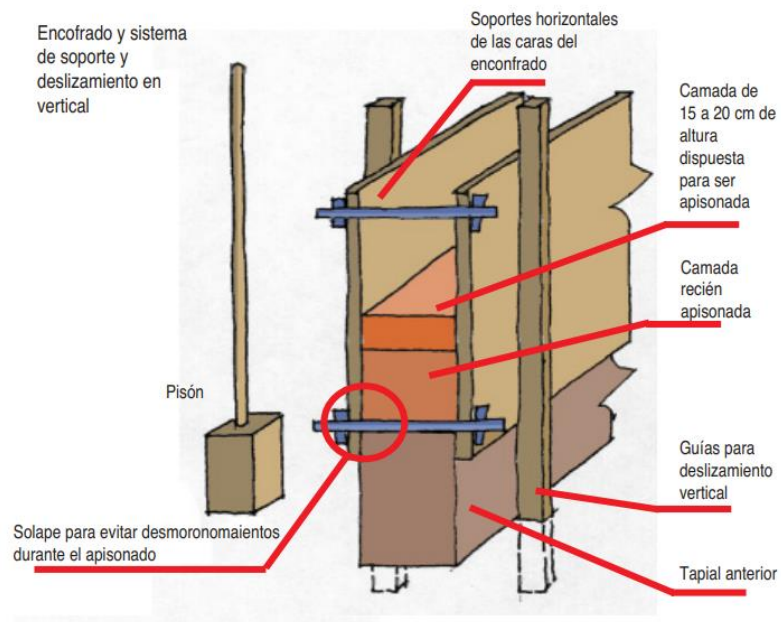


GRÁFICO 38. Componentes de encofrado muro tapial. Fuente Ríos S.

4.4. Condiciones climáticas.

Según la Dirección Nacional de Meteorología los datos del clima registrados en la zona, la temperatura media anual es de 25°C, con una precipitación anual promedia alrededor de 850 mm. El 80% de las lluvias caen entre los meses de octubre y marzo. Los vientos predominantes en la zona soplan del norte, son secos y cálidos y de mayor velocidad entre los meses de agosto a diciembre. Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial media anual está entre 1.300 y 1.500 mm y el clima dominante en la zona es semiárido.

4.4.1. Vientos.

Debe considerarse como un elemento más a la hora del diseño ya que nos va a proporcionar unas ventajas sobre la ventilación natural. Y ubicar convenientemente las edificaciones para proporcionar buena ventilación es crucial. Esta situación, puede mejorarse orientando las edificaciones en un cierto ángulo en relación con la dirección de los vientos predominantes.

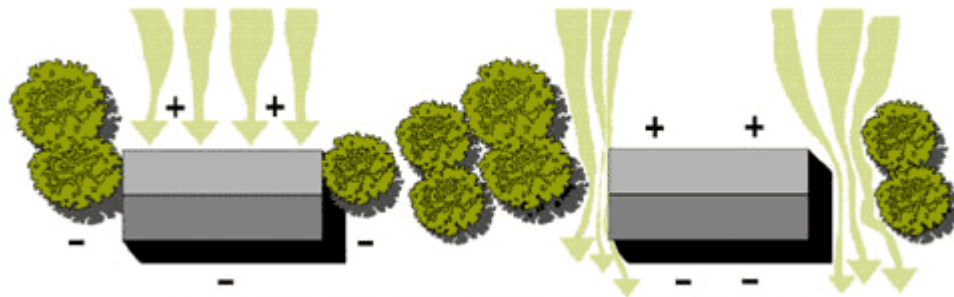


GRÁFICO 39. Vientos dominantes y vegetación. Fuente OVACEN.

La orientación de la vivienda según la trayectoria del sol puede estar en contradicción o conflicto con la de los vientos predominantes, pero con una estudiada disposición de los elementos constructivos exteriores, de la volumetría de la vivienda y de la vegetación del entorno pueden cambiar la dirección del aire en movimiento proporcionando diferentes ventajas sobre la construcción diseñada.

4.4.2. Agua de lluvia.

El agua para uso doméstico puede recogerse a partir de diferentes fuentes, que se clasifican en tres categorías: aguas subterráneas, incluidos manantiales, pozos y fuentes; aguas superficiales, incluidos arroyos y ríos, y, por último, el agua de lluvia recogida directamente de los techos.

La explotación de las primeras dos categorías está en función del emplazamiento de la vivienda. Y el tercer sistema, la recolección del agua de lluvia y su purificación, puede realizarse casi en cualquier clima.

Es más, el agua de lluvia de cualquier país es la primera fuente de todo el suministro de agua, se ha comprobado que un tercio del agua de lluvia se evapora al poco tiempo de caer, un tercio se desliza por la superficie para aumentar el volumen de los lagos, ríos y arroyos, y el resto se filtra en la tierra para aumentar el caudal de las fuentes subterráneas, tales como manantiales y pozos, o es absorbida por las plantas y los árboles. La lluvia que cae durante el otoño, invierno y primavera constituye la base de un sistema doméstico, ya que en verano se evapora gran parte de ella, lo que presupone que junto a un sistema de recogida debería incluirse un sistema especial de almacenaje. (Vale & Vale, 1977)

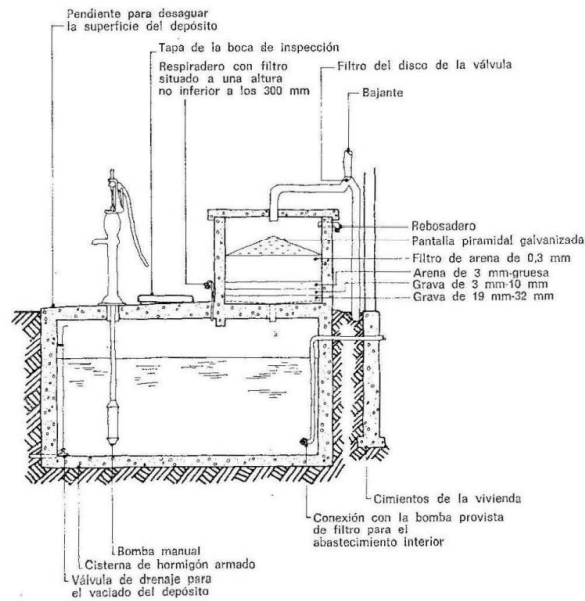


GRÁFICO 40. sistema de colecta de agua de lluvia. Fuente: Vale B. & Vale R.

4.5. Tratamientos de Residuos.

4.5.1. Aguas negras

a. Biodigestor

Es un recipiente cerrado herméticamente que permite acumular residuos orgánicos de origen vegetal o animal. Los microorganismos presentes en estos desechos provocan una reacción llamada fermentación anaeróbica, la que permite la obtención de energía a partir del gas metano o biogás. Los biodigestores son una opción tecnológica para dar una segunda oportunidad a los desechos de transformarse en energía sostenible.

El biogás es una mezcla de gases con un alto contenido de metano. Puede emplearse para cocinar, sustituyendo otros combustibles como el gas propano, la leña y la electricidad. La llama de un quemador generado por esta clase de gas es de color azul. Además, con unas cuantas modificaciones en ciertos equipos convierten el gas metano en una fuente de energía para lámparas, motores, bombas de agua y generadores.

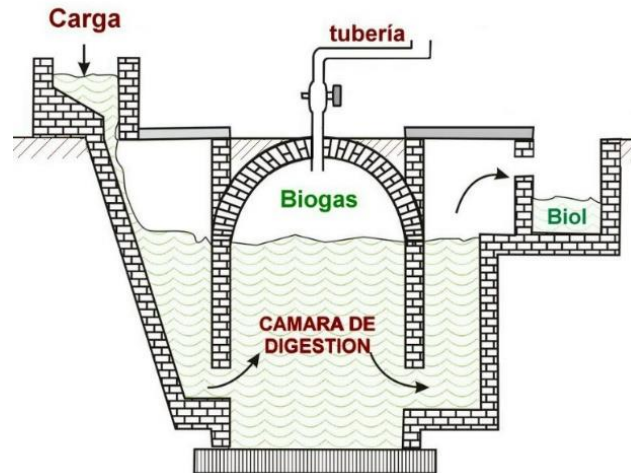


GRÁFICO 41. Sección de Biodigestor tipo chino. Fuente: Energía casera.

En el gráfico superior se observa un esquema de biodigestor tipo chino que es resistente y durable. También existen otros modelos entre los que encontramos el modelo hindú o de campana flotante y los modelos de flujo horizontal continuo, cada uno tiene características diferentes.

b. Fitodepuración

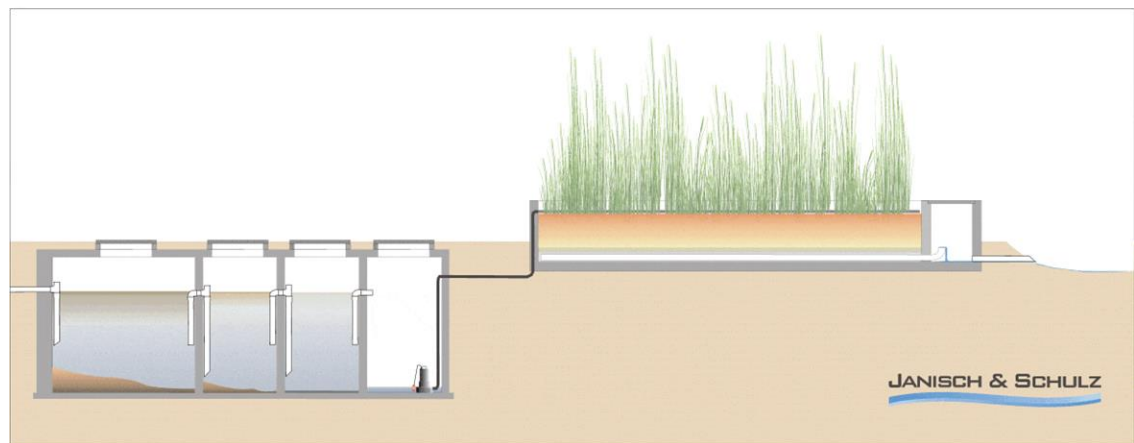


GRÁFICO 42. Sección instalación fitodepuradora. Fuente Janisch & Schulz.

Los sistemas de fitodepuración, también conocidos como humedales artificiales son sistemas de purificación natural que aprovechan la contribución de la capacidad depurativa de diferentes tipos de plantas, así como su elevada capacidad para transferir oxígeno al agua.

Los sistemas de tratamiento de efluentes se basan en un sistema que consta de un tratamiento primario a través de una cámara séptica y luego una pileta para un segundo tratamiento. La cámara séptica es de varios compartimentos y en ella se produce una digestión de materia contenida en las aguas negras por parte de bacterias anaeróbicas. La misma descarga en una pileta de arena donde crecen plantas, a las que se suman bacterias aeróbicas ya en este caso, que terminan de digerir las materias orgánicas resultantes del primer tratamiento. Con ello el agua ya no es contaminante y se puede usar para el riego, por ejemplo. Dependiendo de la topografía, el sistema se alimenta en pendiente libre o mediante una pequeña bomba. Los sistemas están integrados en el exterior, a primera vista, no son perceptibles como una planta de tratamiento de aguas residuales. El filtro de suelo está plantado con una atractiva vegetación típica del lugar. Las instalaciones son accesibles e inodoras.

Generalmente las plantas de tratamiento se componen de tres principios:

3. Depuración de las aguas residuales eficiente y confiable.
4. Adaptación personalizada al lugar de su instalación.
5. Valor estético y enriquecimiento ecológico en el lugar de su instalación.

Las aguas residuales tratadas se pueden utilizar con fines de riego o se pueden infiltrar a través de una cuenca de infiltración plantada con plátanos.

Luego de la observación y análisis de la información acerca del sistema de fitodepuración tendremos un resumen de los sistemas y procesos constructivos, el funcionamiento, y especies vegetales a utilizar para la propuesta.

4.4.2. Aguas grises

Se puede obtener una reducción importante de la cantidad de agua suministrada introduciendo pequeñas variaciones en el sistema de desagüe con tuberías, lo que no significa una gran inversión. El agua jabonosa, procedente de los sanitarios, lavabos, e incluso lavaderos, puede recogerse sin mucha dificultad, por ejemplo, cuando se la conduce a un embudo y vuelve a ser utilizada en la cisterna del inodoro.

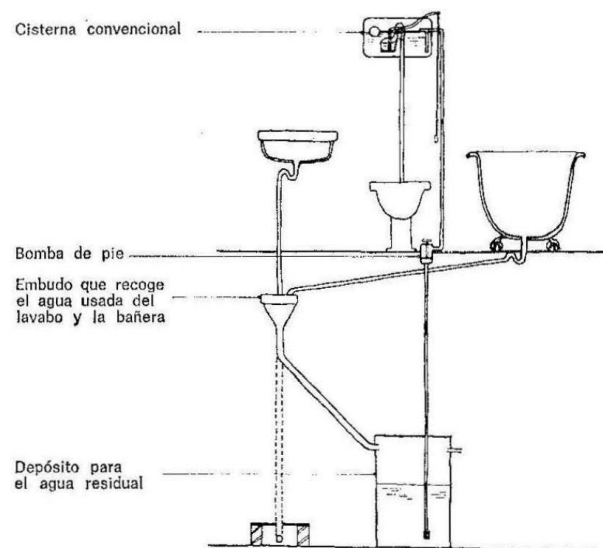


GRÁFICO 43. Sistema aplicable para reciclaje de aguas grises. Fuente: Vale & Vale.

4.4.3. Tratamiento de desechos sólidos y orgánicos.

El tratamiento y manejo de los desechos sólidos y orgánicos tiene como objetivo principal reducir el volumen de residuos para así disminuir el riesgo de producir contaminación, proteger la salud de las personas y del medio ambiente.

Las alternativas consideradas deben optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas y socioeconómicas locales, sin dejar de analizar los aspectos de contaminación.

La separación de este tipo de residuos se hace tradicionalmente en forma manual, generalmente en el sitio de disposición final. Esto es muy frecuente en casi todos los vertederos de basura de las grandes, medianas y aun de pequeñas ciudades.

Existen distintos tipos de residuos en cuanto a su origen, pero en este caso estudiaremos los residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades del hogar.

CAPITULO 5. RESULTADOS

Sistemas Integrados de producción de energía, de la arquitectura a ciclos naturales, a los recursos del sitio y procesos de tratamiento de residuos.

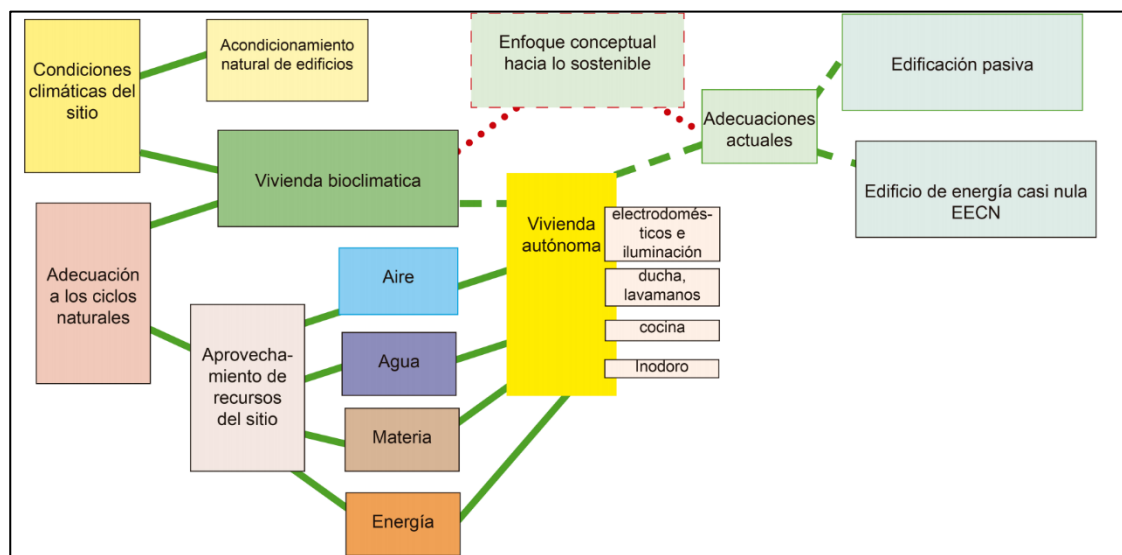


GRÁFICO 44. Integración de la arquitectura a los ciclos naturales (aire, agua, materia y energía).

Elaboración Propia.

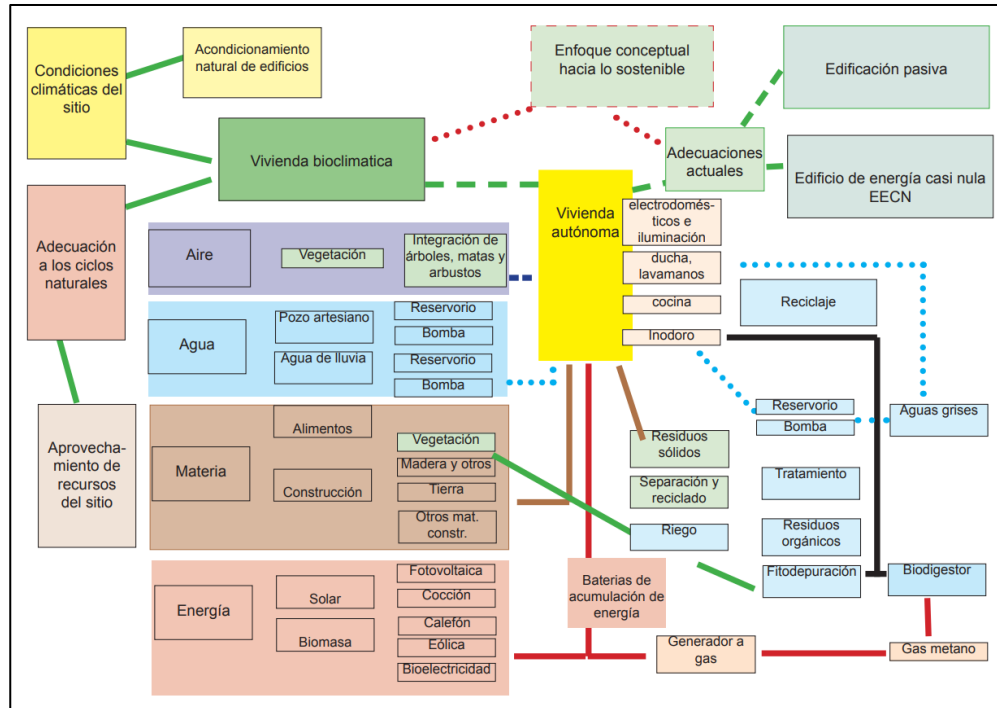


GRÁFICO 45. Recursos del sitio, los ciclos naturales y lo que ofrecen. Elaboración propia.

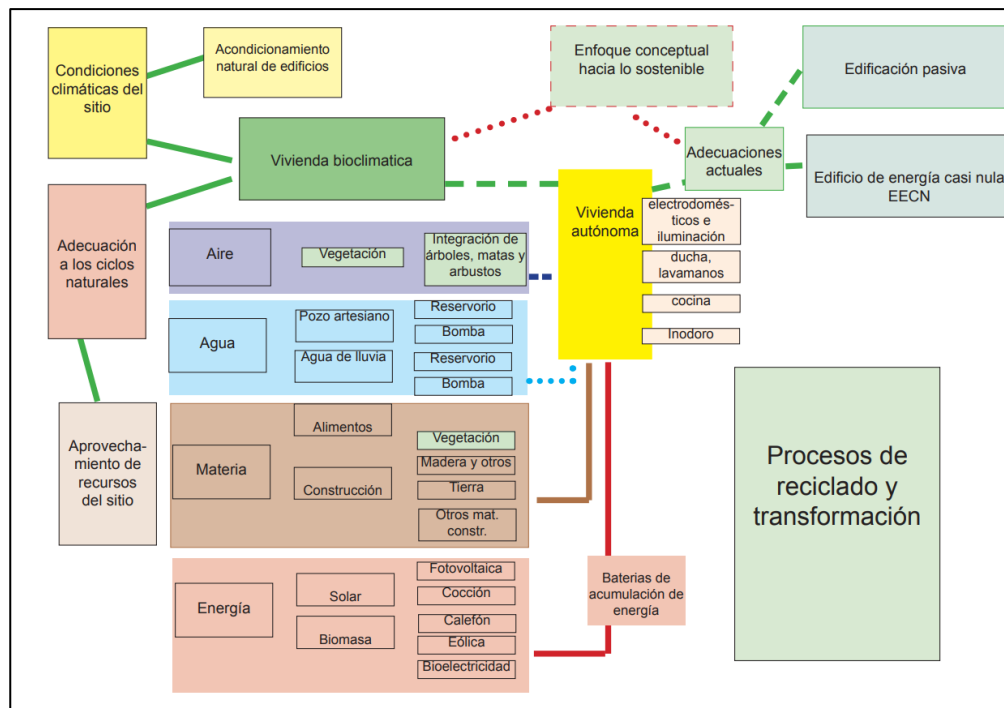


GRÁFICO 46. Procesos de reciclado y reutilización. Elaboración propia.

PROPUESTA

Se propuso una zona rural cercana al centro urbano en expansión de la ciudad de Benjamín Aceval

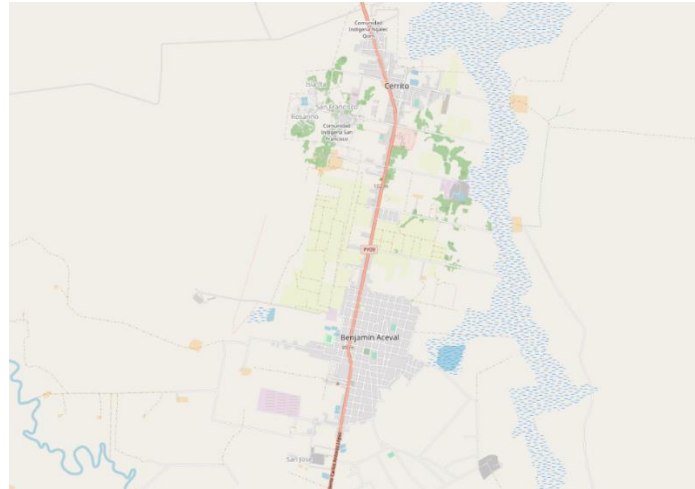


GRÁFICO 47. Mapa Catastral B.A. Fuente Catastro.

La ubicación geográfica está entre el centro urbano y un área cercana a los humedales y al río verde. Zona que está en crecimiento, en rápida expansión. Por lo que se propone adoptar estrategias con estos criterios de sustentabilidad.

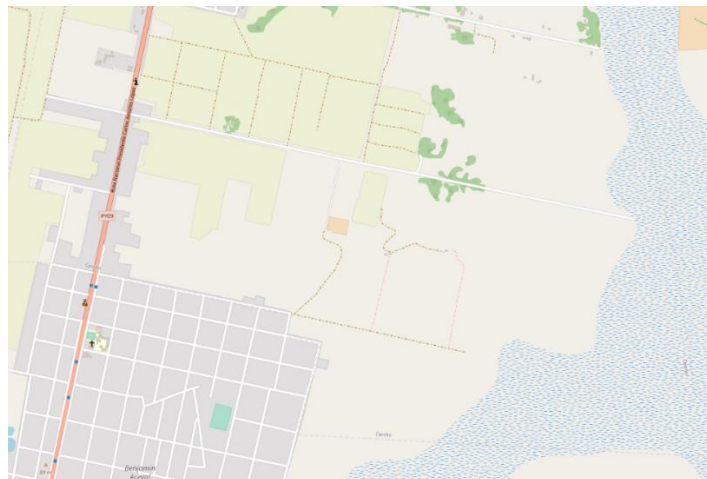


GRÁFICO 48. Mapa Zona Propuesta. Fuente Catastro.



GRÁFICO 49. Ubicación geográfica propuesta. Fuente Catastro.

La propuesta de un barrio de viviendas autónomas que se adapta a su entorno natural con respeto y se impone con criterios de sustentabilidad.

DISEÑO

La materialidad y estilo para el diseño es de carácter libre, considerando las características climáticas de la zona y las necesidades para implementar eficiencia energética en los hogares: aislación térmica, usos de agua, aire, suelo, orientación, desechos, etc. Incluyendo sistemas integrados de aprovechamiento de recursos naturales y energía alternativa.

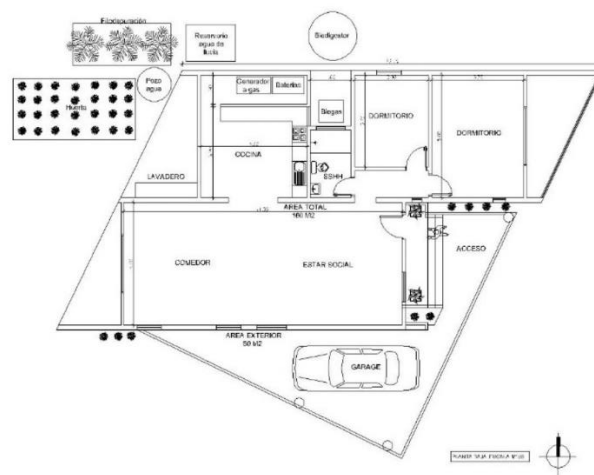


GRÁFICO 50. Planta arquitectónica de la vivienda autónoma. Elaboración propia.

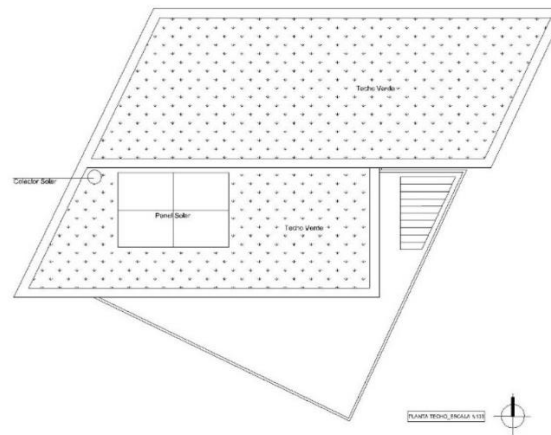


GRÁFICO 51. Plano de techo de la vivienda autónoma. Elaboración propia.

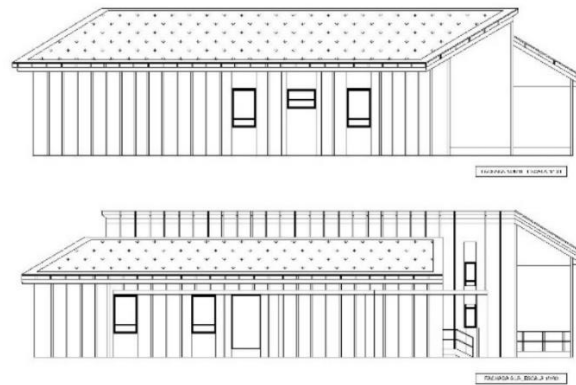


GRÁFICO 52. Fachadas laterales de la propuesta. Elaboración propia.

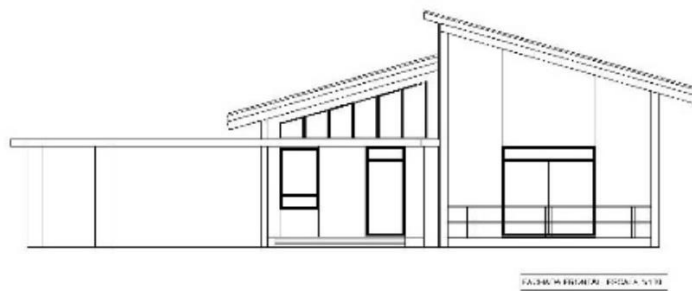


GRÁFICO 53. Fachada de la propuesta. Elaboración propia.



GRÁFICO 54. Vista 3d de la propuesta. Elaboración propia.



GRÁFICO 55. Vista 3d de la propuesta. Elaboración propia.



GRÁFICO 56. Imagen 3D de la propuesta. Elaboración propia.



GRÁFICO 57. Propuesta para complejo de viviendas autónomas. Fuente Propia.

Desde la planeación urbana, la arquitectura y el desarrollo sostenible se puede conceptualizar el lenguaje de la comunidad e implementarlo en soluciones de preservación.

El desarrollo de un mecanismo para intervenir zonas ecológicas en riesgo, capaz de generar una sinergia entre lo urbano, rural y lo natural, fortaleciendo la sostenibilidad y reduciendo la vulnerabilidad respecto a los riesgos que implica el cambio climático.

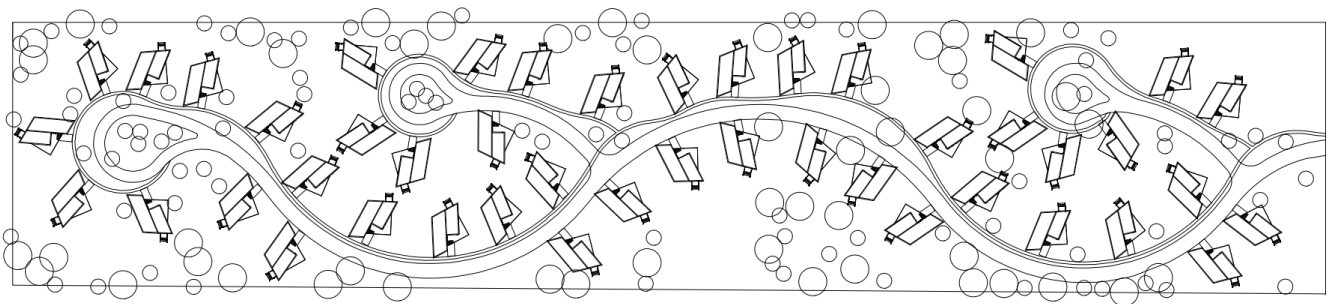


GRÁFICO 58. Plano Barrio Sustentable de viviendas autónomas. Elaboración propia.



GRÁFICO 59. Vista Superior de barrio sustentable. Elaboración propia.

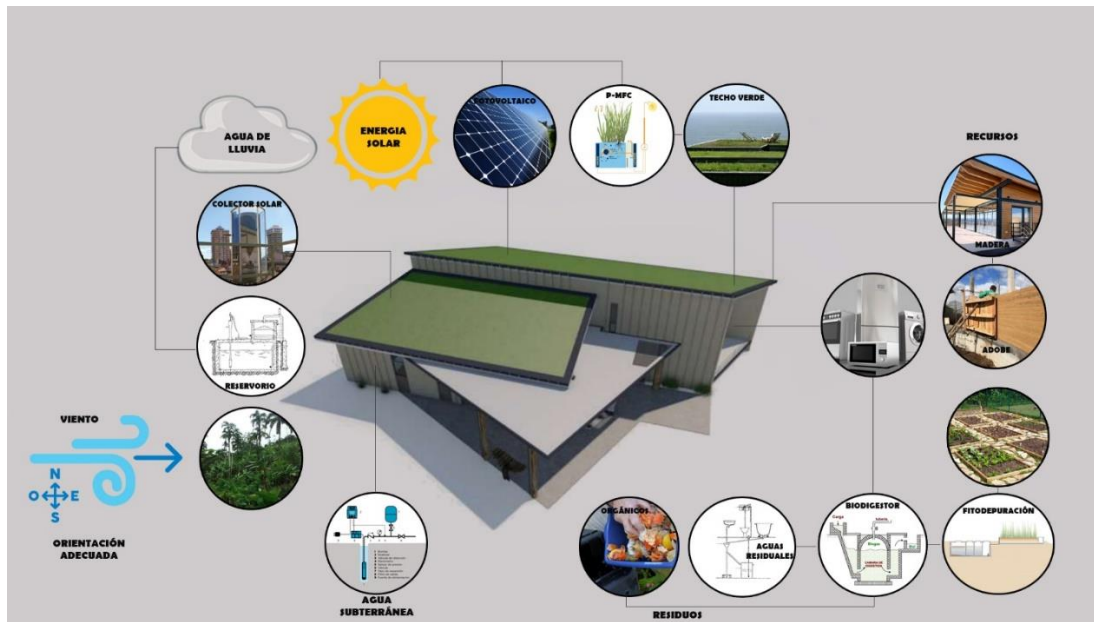


GRÁFICO 60. Propuesta Vivienda Autónoma. Elaboración Propia.

Las condiciones climáticas constituyen un factor fundamental al momento de lograr aplicaciones eficaces. La importancia del clima y de que los distintos factores o elementos climáticos afectan a los materiales y en consecuencia al diseño arquitectónico o paisajístico. La combinación del clima y factores tienen un impacto en los materiales de construcción, dependiente del grado de inercia térmica de los materiales y de la ubicación de los mismos con respecto a la orientación en el terreno.

Existen diferentes tipos de energías renovables. Partimos de la base de que podemos obtener energía de muchas maneras, solo hay que transformarla, en este caso, en energía eléctrica. En la naturaleza podemos encontrar variedad de fuentes inagotables de las que extraer energía, como el viento, el agua o el sol, entre otras.

El acceso al agua potable es uno de los factores básicos que impulsan el desarrollo económico de una población.

El tipo de fuente de abastecimiento depende directamente de las características hidro-geológicas de cada región así como de las tecnologías disponibles.

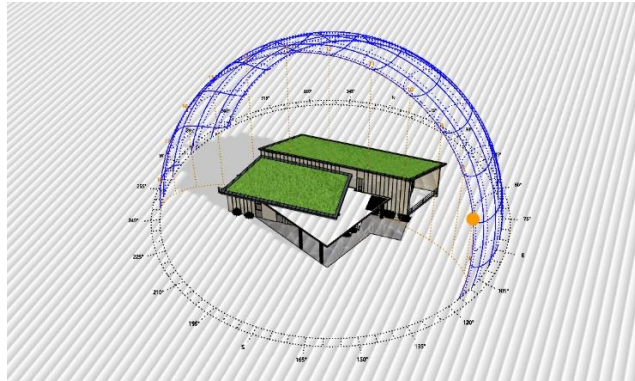


GRÁFICO 61. Asoleamiento durante la mañana de verano. Elaboración propia

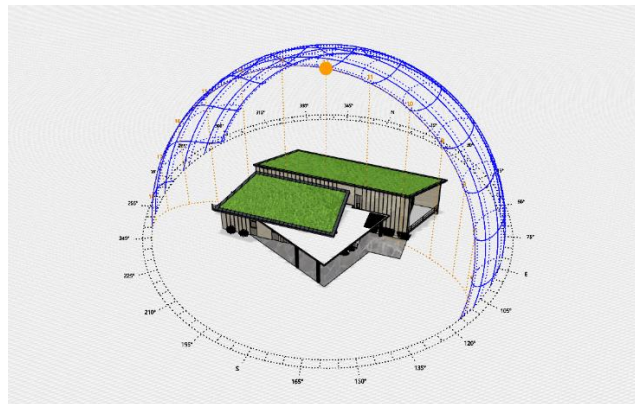


GRÁFICO 62. Asoleamiento durante el medio día en verano. Elaboración propia.

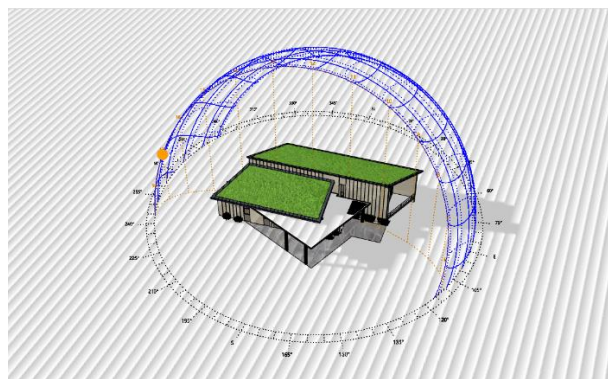


GRÁFICO 63. Asoleamiento durante la tarde de verano. Elaboración propia.

CONCLUSIÓN

Este trabajo pretende establecer un método para el diseño y construcción de viviendas “autónomas” que contemple un enfoque integral de investigación y haga replantear el ambiente interior en función de sus habitantes, transformando los espacios en que vivimos, descansamos, trabajamos y aprendemos, estudiar los sistemas destinados a promover, mejorar la salud y el bienestar de las personas y el medioambiente, principalmente debe tener como objetivo crear espacios de calidad, saludables, confortables, funcionales, técnica y económicamente viables, replicables, y también energéticamente eficientes.

Las funciones que se han atribuido tradicionalmente a las viviendas tuvieron que ver principalmente, en la arquitectura que surge con el movimiento moderno, con la imagen de una “vivienda máquina” conforme la descripción de algunos maestros como Le Corbusier. Tanto este maestro como Walter Gropius debieron poner mucho empeño en generar nuevos parámetros de diseño aplicados a la arquitectura, sin caer en la mera repetición formal de elementos heredados de la arquitectura clásica y en cambio se propusieron diseñar conforme las nuevas posibilidades de uso de estructuras de vigas, losas sobre pilares, como el diseño “dominó” que propone Le Corbusier. Gropius en Dessau proyecta la fachada vidriada sobre unas proyecciones en voladizo de las losas de los entrepisos. El paradigma era realizar obras de arquitectura, pensando en una sociedad de masas, y la intención era satisfacer conceptos de “confort” de uso de la vivienda de usuarios a los que había que también convencer de las nuevas potencialidades que se estaban desarrollando. Se puede decir que hubo en esta época, que va desde la primera posguerra mundial, desde el año 1917 en adelante.

Actualmente, en el 2021 estamos enfrentando otro cambio importante de paradigmas, donde la arquitectura tiene que responder no solo a sus habitantes, sino que tiene también una responsabilidad con el medio ambiente construido (antrópico).

En el año 2017 son aprobadas las Normas Paraguayas de Construcción Sostenible y con eso aparecen incentivos que propone la Municipalidad de Asunción a quienes diseñan edificios sustentables, con lo que ya se cuenta con parámetros que van a ayudar a que se realice el nuevo cambio de paradigmas. Un gran número de edificios de nuestras ciudades son en este momento dependientes, de forma absoluta, de las redes, de agua, de energía y de alimentos, entre otros aspectos que hoy nos obligan a depender de las mencionadas redes.

Cuando uno se ubica en un área de la periferia urbana, el modelo tiende más a aproximarse a lo que sería una vivienda rural, que muchas veces dependió mucho más del medio ambiente en el que está implantada. Pensar en alimentos a partir de lo que se cultiva, de la producción de leche de una vaca, la que se transforma muchas veces en queso, manteca y otros.

La madera del bosque permite construir la estructura del techo, en el caso del Chaco, las palmas que abundan en sitios cercanos y que se reproducen fácilmente, son casi un material renovable.

Por otra parte, en el Chaco es usual juntar agua de lluvia, ya sea en aljibes o tajamares, algunos puestos alejados producían electricidad a partir de pequeños generadores eólicos. Por eso, la cultura de la región donde se implantaron las viviendas, probablemente sea más permeable a cambios de tecnología y aportes que tienen que ver con aprovechar más y mejor los recursos del sitio. Es así como llegamos a la imagen de la vivienda sustentable, que no depende de las redes o depende lo menos posible de ellas.

Estimo que la vivienda autónoma, no es muy diferente a los modelos observables en los concursos denominados del Decathlon Solar. Allí la vivienda se construye con materiales renovables, genera energía, se la usa con criterio de eficiencia y se suma también el confort térmico de la vivienda. Lo mismo se aplica al agua y a los desagües, a la vegetación que aporta a la calidad del aire. En resumen, se van sumando posibilidades a un prototipo de viviendas, buscando que el mismo sea algo similar a lo que hoy en día se denomina, edificaciones de energía casi nula (EECN).

La experiencia de diseñar una vivienda autónoma hoy en día es cada vez más factible, se trata casi de disponer algún tipo de apoyo económico para integrar los equipos al prototipo a diseñar y que entonces, los ahorros que se van produciendo, ayuden al propietario a devolver el crédito en un plazo a estimar, probablemente cercano a los 10 años, siendo que muchos de los equipos utilizados, tienen una vida útil de 15 a 25 años. Para cuando eso ocurra, la tecnología habrá avanzado lo suficiente para tener equipos aún más eficientes y viviendas cada vez más autónomas.

El desarrollo de un mecanismo para intervenir zonas ecológicas en riesgo, capaz de generar una sinergia entre lo urbano, rural y lo natural, fortaleciendo la sostenibilidad y reduciendo la vulnerabilidad respecto a los riesgos que implica el cambio climático.

Frente a la crisis del cambio climático se requiere considerar a la población como parte de la solución y no solamente del problema. Desde la planeación urbana, la arquitectura y el desarrollo sostenible se puede conceptualizar el lenguaje de la comunidad e implementarlo en soluciones de preservación.

RECOMENDACIONES

El crecimiento poblacional y la migración del área rural a las ciudades, ha creado una alta concentración, a pesar de que en este momento se disponen de los conocimientos y de la tecnología que permitiría que los pobladores del área rural gocen de los mismos beneficios que otros que viven en las ciudades, sin necesidad de estar inmersos en el tráfico diario. La implementación de tecnologías alternativas, que puedan ser consideradas “apropiadas” para la zona, porque no impactan negativamente en el entorno y medio ambiente, sería la clave para pensar en barrios sostenibles ubicados ya sea próximos al área rural o directamente en él.

Considerar la rentabilidad a mediano plazo de los equipos y mejoras constructivas necesarias para obtener todas las posibilidades de las viviendas autónomas, podrá tener un alto impacto en la calidad de vida de los pobladores como los de Benjamín Aceval.

Buscar el asesoramiento técnico y profesional, basado en el desarrollo de equipos multidisciplinarios, podrán sumar a las iniciativas de los propios pobladores y entre todos los actores, promover la colaboración y aplicación de conocimientos que hoy ya están disponibles.

REFERENCIAS

- Minke, G. (2005). *Manual de construcción con tierra*. Alemania: Fin de Siglo.
- González, D. Véliz, J. (2016). *Resiliencia urbana y ambiente térmico en la vivienda Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXVII, núm. 2, mayo-agosto, 2016, pp. 63-73 Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría Ciudad de La Habana, Cuba.
- Publicación de la Secretaría Nacional de la Vivienda y el Hábitat (SENAVITAT): *Política Nacional de la Vivienda y el Hábitat del Paraguay*, mayo de 2017 y junio de 2018.
- Naciones Unidas. (2015): *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015.
- DGEEC. (2012). Página web: www.dgeec.gov.py. Dirección General de Estadísticas Encuestas y Censos. *Análisis del déficit habitacional en Paraguay*, 2012.
- Villalba, S. et al. (2017). *Rescate de la arquitectura vernácula guaraní para el diseño de propuestas de habitabilidad y viviendas sustentables*. Asunción: Arandurã.
- Ríos Cabrera, S. (2016). *Arquitectura y ciudad sostenibles: imitando los ciclos naturales*.
- Ríos Cabrera, S. (2016). *La vivienda guaraní*. San Lorenzo: FADA.
- Acosta, Domingo, y Alfredo Cilento. (2012). *Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo*. Tecnología y Construcción 21 (1) (noviembre 15).
- Choay, Françoise. (2009). *El reino de lo urbano y la muerte de la ciudad*. Andamios 6 (12) (diciembre): 157-187.
- Rogers, R. (2000). *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Comisión Nacional de Vivienda. (2008). *Criterios e Indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*. México.

García, José R. y V. Fuentes (1995). *Viento y Arquitectura, el viento como factor del diseño arquitectónico*. Trillas, México.

Real State Market & Lifestyle (s.f.) *En busca de la verde vida... Certificación LEED para Desarrollos Habitacionales*. No. 48. Recuperado el 2 de junio de 2010

en:[http://www.realestatemarket.com.mx/inicio.cfm?pagina=contenidos_detallado](http://www.realestatemarket.com.mx/inicio.cfm?pagina=contenidos_detallado&menu_id=79&submenu_id=61&subsubmenu_id=188&idioma_id=1&tipo_contenido_id=2&contenido_id=1536&CFID=24508111&CFTOKEN=78405413)

[le&menu_id=79&submenu_id=61&subsubmenu_id=188&idioma_id=1&tipo_](http://www.realestatemarket.com.mx/inicio.cfm?pagina=contenidos_detallado&menu_id=79&submenu_id=61&subsubmenu_id=188&idioma_id=1&tipo_contenido_id=2&contenido_id=1536&CFID=24508111&CFTOKEN=78405413)

[contenido_id=2&contenido_id=1536&CFID=24508111&CFTOKEN=78405413](http://www.realestatemarket.com.mx/inicio.cfm?pagina=contenidos_detallado&menu_id=79&submenu_id=61&subsubmenu_id=188&idioma_id=1&tipo_contenido_id=2&contenido_id=1536&CFID=24508111&CFTOKEN=78405413)

Velázquez, A. (2004). *Indicadores de evaluación de la sustentabilidad de proyectos de viviendas*. Universidad Central de las Villas, Cuba. Recuperado el 2 de junio de 2010 en:

<http://www.monografias.com/trabajos15/sustentabilidad/sustentabilidad.shtm>

Yudelson, J. (Febrero, 2,009). *The Building-Design Revolution. Engineering Green Buildings*

(8). Recuperado el 21 de marzo de 2,009 en:

[http://remoto.dgb.uanl.mx:2065/ehost/pdf?vid=12&hid=117&sid=0add30f0-0dbe-496f-](http://remoto.dgb.uanl.mx:2065/ehost/pdf?vid=12&hid=117&sid=0add30f0-0dbe-496f-a90e-8fd476fffc24%40sessionmgr107)
[a90e-8fd476fffc24%40sessionmgr107](http://remoto.dgb.uanl.mx:2065/ehost/pdf?vid=12&hid=117&sid=0add30f0-0dbe-496f-a90e-8fd476fffc24%40sessionmgr107)

Paz, C. (2011). *Sustentabilidad en la vivienda en serie y su impacto socioeconómico, estudio de caso: fraccionamiento vida, general escobedo, nuevo leon*. marzo de 2011 Tesis de

Maestría. <http://eprints.uanl.mx/2673/1/1080089637.pdf>

Freney, M. (2009). *Earthships: sustainable housing alternative*. International Journal of Sustainable Design, 1(2), 223-240.

AHSA. (2001). *Manual para autoconstructores Lak'a Uta*. La Paz.

BID. (2012). *Un espacio para el desarrollo: Los mercados de vivienda en América Latina y el Caribe | Publicaciones*. Retrieved from <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Un-espacio-para-el-desarrollo-Los-mercados-de-vivienda-en-América-Latina-y-el-Caribe.pdf>

González, D., & Véliz, J. (2016, November). RESILIENCIA URBANA Y AMBIENTE TÉRMICO EN LA VIVIENDA. *Research Gate*. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/313821515_RESILIENCIA_URBANA_Y_AMBIENTE_TERMICO_EN_LA_VIVIENDA_URBAN_RESILIENCE_AND_HOUSING_THE_RMAL_ENVIRONMENT

Habitat, H. (2013). Tomaz Lotufo. Retrieved from Habitar Habitat website:
<http://habitarhabitat.com.br/tomaz-lotufo/>

Helder, M. (2012). *Design criteria for the Plant-Microbial Fuel Cell Electricity generation with living plants – from lab to application.*

Kennedy, J. (2004). *Building without borders* (New Societ). Canadá.

Morra, C. (2012). *Estructuras Transparentes, interpretación de la arquitectura moderna en Paraguay - Siglo XX* (1ra. Edici; A. Rojas, Ed.). Asunción: Ediciones Arquitrabe.

MUHV. (2012). Plan Nacional de Hábitat y Vivienda. Retrieved March 21, 2021, from
<https://www.muvh.gov.py/sitio/wp-content/uploads/2018/07/PNVH-Digital.pdf>

ONU. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Nuestro futuro común.”* Retrieved from <https://undocs.org/pdf?symbol=es/A/42/PV.42>

Ríos, S. (2016). *Arquitectura y Ciudades Sostenibles: Imitando ciclos naturales.* (Serie de C). Asunción: FADA UNA.

SEAM. (2012). *INVESTIGACION DEL ACUIFERO PATIÑO.* Retrieved from
www.seam.gov.py

SEMARNAT. (2012). *Huella ecológica, rostros y datos.* México.

Vale, B., & Vale, R. (1977). *La casa autonoma* (Gustavo Gi). Barcelona.

Viñuales, M. G., Martins Neves, C., Flores, M., & Ríos, S. (2003). *Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica.* Retrieved from [http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Arquitectura de Tierra en Iberoamerica.pdf](http://www.caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/Arquitectura%20de%20Tierra%20en%20Iberoamerica.pdf)