

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA- EXTENSIÓN CUNOC**



# **VIVIENDA AUTOSOTENIBLE Y AUTOSUFICIENTE DEL ÁREA URBANA DE QUETZALTENANGO**

Proyecto de Graduación presentado a la Honorable Junta Directiva de la  
Facultad de Arquitectura por:



Dulce María Gálvez De León

PREVIO A OBTENER EL TÍTULO DE ARQUITECTA

OCTUBRE 2011



**Honorable Junta Directiva de la Facultad de Arquitectura**

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal Primero	Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz
Vocal Segundo	Arq. Efraín de Jesús Amaya Caravantes
Vocal Tercero	Arq. Carlos Enrique Martini Herrera
Vocal Cuarto	Br. Jairon Daniel Del Cid rendón
Vocal Quinto	Br. Nadia Michelle Barahona Garrido
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

**Tribunal Examinador**

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Examinador	Arq. Luis Fernando Castillo Castillo
Examinador	Arq. Eddy Detlef Cornejo Cotí
Examinador	Arq. Helen Lorena González Del Cid
Asesor:	Arq. Luis Fernando Castillo Castillo
Consultor	Arq. Eddy Detlef Cornejo Cotí
Consultor	Arq. Helen Lorena González Del Cid



**Acto dedicado a:**

A Mahelí Gálvez y Adelina De León por inculcarme el amor al arte y a la ciencia.

A mis hermanos y familia, por estar siempre a mi lado. Y en especial a Jovita Pérez, porque alcanzó a verme.

A mis amigos, por apoyarme durante todo el trayecto de estudio, testigos del trabajo y desvelos.

A los arquitectos maestros y amigos por compartir conocimientos y puntos de vista sobre el amplio tema de la arquitectura

**Agradecimiento especial:**

A todas las personas que material, intelectual y espiritualmente apoyaron mi carrera académica en la elaboración de este trabajo.



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9	2.5.1. CLIMA INTERIOR .....	74
<b>1. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	12	2.5.2. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA ...	77
1.1. ANTECEDENTES .....	12	2.6. TÉCNICAS DE MANEJO DE AGUA	
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ....	17	POTABLE EN LA VIVIENDA	
1.3. OBJETIVOS .....	17	AUTOSUFICIENTE .....	90
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	18	2.6.1. EL AGUA .....	90
1.5. ALCANCES Y LIMITANTES .....	19	2.6.2. EL AGUA EN GUATEMALA .....	90
1.6. METODOLOGÍA .....	19	2.6.3. CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE	
1.7. CRONOGRAMA .....	22	AGUA .....	92
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	24	2.6.4. INSTALACIONES AGUA POTABLE EN	
2.1. VIVIENDA .....	24	VIVIENDA AUTOSUFICIENTE .....	96
2.1.1. VIVIENDA .....	25	2.7. TRATAMIENTO, REUTILIZACIÓN Y	
2.1.2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA VIVIENDA		RECICLAJE DE AGUAS RESIDUALES EN LA	
.....	25	VIVIENDA AUTOSUFICIENTE .....	101
2.1.3. RESEÑA HISTÓRICA DE LA VIVIENDA		2.7.1. AGUAS RESIDUALES .....	101
EN GUATEMALA .....	28	2.7.2. DIVISIÓN DE AGUAS RESIDUALES	101
2.1.4. VIVIENDA AUTOSUFICIENTE ....	30	2.8. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA	
2.2. ECOTERMINOLOGÍA Y CONCEPTOS		VIVIENDA AUTOSUFICIENTE .....	106
BÁSICOS .....	32	2.8.1. RESIDUOS SÓLIDOS .....	106
2.2.1. ECOLOGÍA .....	32	2.8.2. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS .	106
2.2.2. ECOSISTEMA .....	33	2.9. CULTIVO BIOLÓGICO Y	
2.2.3. ECODISEÑO .....	33	AUTOABASTECIMIENTO .....	111
2.2.4. CLIMA .....	34	2.9.1. CULTIVO BIOLÓGICO .....	111
2.2.5. INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL		2.9.2. CRIANZA DE ANIMALES .....	116
HOMBRE .....	34	2.10. CASOS ANÁLOGOS .....	118
2.2.6. TRANSMISIÓN DEL CALOR .....	36	2.10.1. VIVIENDA DR. ALFONSO LOARCA	
2.2.7. GANANCIA DE CALOR .....	37	.....	118
2.2.8. ORIENTACIÓN Y ASOLEAMIENTO .	38	2.10.2. VIVIENDA EARTHSHIP	
2.2.9. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (k) ...	38	BIOARQUITECTURA .....	120
2.2.10. GANANCIA DE CALOR EN BASE A		<b>3. MARCO REFERENCIAL</b> .....	126
MORFOLOGÍA CONSTRUCTIVA .....	38	3.1 CONTEXTO NACIONAL .....	126
2.2.11. CLIMATIZACIÓN PASIVA .....	39	3.1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA ....	126
2.3. FUENTES DE ENERGÍA ALTERNA ....	40	3.1.2. LÍMITE TERRITORIAL .....	126
2.3.1. ENERGÍA ALTERNA .....	40	3.1.3. GENERALIDADES .....	126
2.3.10. ENERGÍA GENERADA POR FUERZA		3.2 CONTEXTO DEPARTAMENTAL .....	127
HUMANA .....	63	3.2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA ....	127
2.3.2. ENERGÍA DEL SOL .....	40	3.2.3. GENERALIDADES .....	128
2.3.3. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA		3.2.3. LÍMITE TERRITORIAL .....	128
SOLAR .....	41	3.3 CONTEXTO MUNICIPAL .....	129
2.3.4. ENERGÍA EÓLICA .....	49	3.3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA ....	129
2.3.5. ENERGÍA GEOTÉRMICA .....	52	3.3.2. DATOS GEOGRÁFICOS .....	130
2.3.6. ENERGÍA NUCLEAR .....	53	3.3.3. SITUACIÓN URBANA MUNICIPIO DE	
2.3.7. ENERGÍA HIDRAULICA O		QUETZALTENANGO .....	133
HIDROELÉCTRICA .....	53	3.3.4. ANÁLISIS TOPOGRAFÍA DE MUNICIPIO	
2.3.8. ENERGÍA MAREOMOTRIZ O		DE QUETZALTENANGO .....	137
UNDIMOTRIZ .....	53	3.3.5. ANÁLISIS TOPOGRAFÍA DE MUNICIPIO	
2.3.9. ENERGÍA DE BIOMASA .....	53	DE QUETZALTENANGO .....	141
2.4. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ....	64	3.3.6. ANÁLISIS DE RIESGO DEL MUNICIPIO	
2.4.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		DE QUETZALTENANGO .....	142
SEGÚN LA ARQUITECTURA BIOARMÓNICA	64	3.3.7. SUELOS MUNICIPIO DE	
2.5. CLIMATIZACIÓN DE LA VIVIENDA ..	73	QUETZALTENAGO .....	143

3.3.8 ASPECTOS JURÍDICOS .....	145	7. <b>DISEÑO</b> .....	174
3.3.9 ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE QUETZALTENAGO .....	146	7.1 CONCEPTUALIZACIÓN VIVIENDA ....	174
4. <b>MARCO DIAGNÓSTICO</b> .....	150	7.2 PROPUESTA ARQUITECTÓNICA .....	177
4.1 USUARIOS .....	150	7.3 DINAMICA DE DISTRIBUCIÓN .....	222
4.2 AREA DEL TERRENO .....	154	7.4 ASESORÍA PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA .....	222
4.3 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO .....	155	7.5 INTEGRACIÓN COSTOS DE PROYECTO	223
4.4 ANALISIS ORIENTACIÓN Y ASOLEAMIENTO .....	155	7.6 MURO PESADO TRANSMISIÓN TÉRMICA DE 8 HORAS .....	234
4.5 VIENTOS EN EL TERRENO .....	156	<b>CAPITULO 8</b> .....	<b>239</b>
5. <b>PROYECCIÓN Y PROGRAMA</b> .....	160	8.1 CONCLUSIONES .....	240
5.1 ÁREAS .....	160	8.2 RECOMENDACIONES .....	241
5.1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES ....	160	8.3 BIBLIOGRAFÍA .....	242
5.1.2 DIAGRAMA DE RELACIONES .....	160	8.4 ANEXOS .....	243
6. <b>PREMISAS</b> .....	168	8.4.1 CÁLCULO PANELES .....	243
6.1 PREMISAS .....	168	8.4.2 CÁLCULO AEROGENERADOR EÓLICO	244

## INTRODUCCIÓN

El presente documento, plantea llevar a cabo el tema de investigación de proyecto de graduación de la Facultad de Arquitectura de la Universidad San Carlos de Guatemala, el cual lleva por título: “Vivienda Autosostenible y Autosuficiente del Área Urbana de Quetzaltenango”.

Los principios de una vida autosuficiente se han practicado milenariamente. Con la Revolución Industrial, y diversas transformaciones en el ámbito social y económico de la ciudad, durante los últimos dos siglos y principios de éste, han causado un consumismo que no respeta bosques, ni ríos, ni mares, ni aire. Es hasta la década de los años 70 cuando se presentan los primeros estudios y protestas del daño infringido al medio ambiente. Se han creado Normas Medio Ambientales para la protección del planeta, de las cuales, en su mayoría se aplican a empresas o instituciones, pero ¿qué puede hacer el ciudadano para salvaguardar y proteger el medio ambiente desde la comodidad de su vivienda?

La vivienda es la partícula más pequeña de una ciudad, en ella se desarrolla una familia, se realizan diferentes actividades como: resguardar, descansar, contemplar, meditar, comer, etc. Ante la problemática del deterioro del medio ambiente y la demanda de la compactación de la ciudad. La vivienda se convierte en un espacio inteligente que puede aprovechar al máximo sus recursos: triplicando el uso de su superficie, optando por energías alternativas, aprovechando al máximo los recursos naturales como el viento, el agua, el sol y la fuerza humana. Que además del propósito principal, de resguardo y descanso, pueda transformarse en una granja que produzca y genere abastecimiento alimenticio para sus usuarios, sin sacrificar su estética arquitectónica.

El presente documento plantea llevar a cabo el estudio y la realización del diseño y planificación para la propuesta de una vivienda Autosostenible y autosuficiente en el área urbana de Quetzaltenango.



# CAPÍTULO 1

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- 1.3 OBJETIVOS
- 1.4 JUSTIFICACIÓN
- 1.5 ALCANCES Y LIMITANTES
- 1.6 RECURSOS
- 1.7 METODOLOGÍA
- 1.8 CRONOGRAMA



## 1. MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 ANTECEDENTES

La necesidad de vivienda en el país presenta un importante déficit anual, a razón de 40,000<sup>1</sup> nuevos hogares en las zonas urbanas. Específicamente para Quetzaltenango, la demanda de vivienda nueva según datos de la Cámara de la Construcción es de 95 nuevas viviendas para construcción anualmente dentro del mercado formal, localizándose ésta vivienda principalmente en la periferia urbana, esto crea una presión constante en la dotación de suelo servido y construcción de viviendas. Para el año 2000 según datos de construcción privada habían 1,086 viviendas en construcción para el año 2007 el dato fue de 1,100 viviendas en toda la ciudad, esto incluye reparaciones, ampliación de vivienda y vivienda nueva, lo que indica que paralelo al crecimiento de la población existe un segmento de la población que utiliza sus propios recursos y medios para construir vivienda propia, ya sea en la contratación directa de profesionales de la construcción o mano de obra calificada del sector de construcción encargándose ellos mismos de la administración y dirección de su obra en un proceso de autoconstrucción. La relación de viviendas nuevas a viviendas autoconstruidas es de 1 a 9 es decir en la ciudad por cada vivienda nueva se auto construyen 9 más en lote propio en una fracción de un lote existente con una vivienda, en una segunda, tercera o cuarta planta de una vivienda existente o viviendas en lotes propios autoconstruidas.

En relación con la demanda, es importante establecer que el mercado de suelo-vivienda está determinado fundamentalmente por la demanda de las capas medias seguido por los pobres urbanos. La vivienda popular es la más demandada. Esto va ligado con la situación económica imperante, en donde hay estratos medios que han optado por una vivienda básica. La vivienda de lujo tiene poca demanda, significa que el poco mercado de viviendas de lujo en la ciudad está dirigida a ciertos grupos quizás población y capitales ajenos a la ciudad. Hay grupos sociales que están lejos de entrar en el grupo de demanda de vivienda y está representado por grupos de población con las siguientes características, aquellos que:

- No cuentan con los recursos económicos para dotarse de vivienda.
- No tiene empleo.
- Tiene empleo pero no estabilidad laboral.
- Tiene empleo y estabilidad laboral pero no tiene acceso a financiamiento (crédito), ya que los requisitos son excesivos.

---

<sup>1</sup> Dato de la Cámara de la Construcción de Guatemala, Año 2008. 3 Fondo de Hipotecas Aseguradas.

Existen pocos oferentes. Hay un monopolio de la oferta ya que el costo de la oferta está marcado por un mercado del 55% entre especulación y monopolio.

Paralelamente al crecimiento de la población, la necesidad de habitar y de vivienda crece a razón de entre 937 hogares anualmente. Al no contar con la capacidad de dotarse de vivienda propia de esas 937 familias que crecen en la ciudad, la lógica de habitar y ocupar es ubicar más familias en una sola vivienda.

Esto provoca mayor densidad a nivel de predios y crecimiento en número de pisos sin control urbanístico, esto no es malo desde el punto de vista urbano, pero debe ser regulado para no sobrecargar las infraestructuras de drenajes y agua de los diferentes sectores de la ciudad.

La cobertura de servicios básicos en la ciudad (agua, drenajes y electricidad) es del 90%, el problema es su eficiencia. El 10% que no cuenta con estos servicios corresponde a las áreas periféricas ocupadas en su mayoría por los pobres y pobres extremos. El papel de Estado y del gobierno local en materia de vivienda es limitado, sí existe una política de vivienda, pero en la ciudad no se ven reflejados resultados concretos que minimicen la demanda de vivienda principalmente de los estratos vulnerables y de la vivienda protegida o de interés social y la prioritaria.

Los programas de vivienda popular que han habido en la ciudad han sido muy pocos; el último fue hace diez años, mientras la población no ha dejado de aumentar, lo que ha creado necesidad de vivienda en cuanto a cantidad.

La discriminación para adquirir vivienda está dada por la facilidad de acceso o no, al sistema financiero para la obtención de vivienda.

La vivienda cumple una serie de funciones para el desarrollo de la calidad de vida de las personas, ser propietario de una vivienda crea seguridad, identidad. El espacio en donde la familia se fortalece, cuando hablamos de la vivienda no solo consideramos los materiales de los cuales está construida, sino las condiciones socioculturales de las personas que las habitan a este respecto.

A continuación se presentara una breve descripción de la situación de la vivienda en las distintas zonas del casco urbano de Quetzaltenango:

- Zona 1 se ha identificado como la zona con más población, alberga las casas más antiguas y grandes en términos generales de la ciudad, lo que propicia el alquiler de cuartos, pensionados, las que se dan en alquiler por corto y largos períodos; esto sucede principalmente en el Centro Histórico.

- Zona 2 esta es una de las zonas más vulnerables de la ciudad por el riesgo ambiental en inundaciones que afecta a la zona, las viviendas son más económicas, siendo un lugar con fácil acceso al centro de la ciudad, a los mercados de la zona 1 y 3, como a la diversidad de comercios de la zona 3, así como el fácil acceso al transporte urbano como extraurbano, por estar en una de las entradas principales de la ciudad; en esta zona es donde se refleja la mayor parte de hogares ocupando una vivienda Plan de Vivienda de la Municipalidad de Quetzaltenango.
- Zona 3 en esta zona se concentra la mayor economía de la ciudad por el comercio, centros educativos, recreativos de la ciudad, lo se caracteriza en esta zona son las viviendas con estudiantes o pensionistas como se les conoce en la localidad, son población que está en un período de diez meses aproximado en la ciudad principalmente por motivos de estudios.
- Zona 4, esta es la segunda zona que cuenta con un numero alto de viviendas con varias familias, en la investigación de campo se pudo evidenciar que muchas de las familias de estas viviendas son familiares que debido al alto precio de las viviendas, se han dividido las casas en espacios pequeños en donde viven varias familias, rasgo que se puede identificar en otras zonas de la ciudad.
- Zona 5, este sector es también un área vulnerable por inundaciones, contaminación ambiental en alto grado, ya que en este sector se unen los desagües de la ciudad en el río seco, provocando un alto riesgo a la salud
- Zona 6, las familias algunos sectores cercanos al campo de aviación se ven afectados por la falta de drenajes, recolector de basura domiciliar, agua potable, violencia, esta zona es una de las orillas de la ciudad, por lo que las viviendas además de contar con varias familias cuentan con la deficiencia de servicios básicos.
- Zona 7 en esta zona las viviendas son pequeñas, sin embargo en colonias como Trigales que fueron proyectos de vivienda popular la tendencia de construcción es vertical debido al poco espacio, en terreno que se tiene, viviendo varias familias en una vivienda, en el estudio de campo se pudo identificar que las colonias con beneficios populares de esta zona, ya no cuentan con los dueños originales, Plan de Vivienda de la Municipalidad de Quetzaltenango .Si no las han dado en renta a varias familias, lo que demuestra la desigualdad en términos de clases sociales al conceder estos proyectos de vivienda popular
- Zona 8 en esta zona se cuenta con un poco más de espacio con terrenos que en otros lugares, sin embargo las familias optan por dividir estos en varias partes para compartir con los familiares que requieren vivienda, así como la necesidad de vivienda que existe para personas que adquirieron sus viviendas hace más de 20 años, para sus hijos y nuevos hogares que por la falta de vivienda residen en las casas de los padres como la Colonia El Maestro.

- Zona 9; este sector es uno de los que más plusvalía tiene en la actualidad debido a la instalación de grandes Centros Comerciales que se han ubicado allí, lo que disminuye la oportunidad de adquisición de vivienda a la población media y pobre de la ciudad, ya que en este se encuentran viviendas con precios similares a los de la ciudad capital del país en zonas residenciales de lujo, esto se debe principalmente a que, en la ciudad hay un monopolio en construcción sin ninguna regulación en construcción y en precios de venta.
- Zona 10, las viviendas de algunos sectores de esta zona no cuentan con servicio adecuado de agua potable, así como la falta de pavimentación de varias calles y avenidas, basureros clandestinos en diferentes sectores, falta de iluminación pública, afectando las viviendas del sector.
- Zona 11 , las viviendas en este sector de la ciudad cuentan con un poco más de terreno, en esta zona existen lotificaciones nuevas a precios más favorables y con mayores facilidades de pago, sin embargo algunos sectores sufren de delincuencia, es punto accesible ya que es la entrada a la ciudad de la Costa Sur y de la Ciudad Capital.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de las viviendas unifamiliares y multifamiliares de Quetzaltenango, cuentan con servicio eléctrico abastecido por la empresa EEMQ (Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango), cuyas fuentes de generación de energía son la Planta Geotérmica de Zunil y la Hidroeléctrica de Santa María. En otros sectores de la ciudad, como la zona 7, la empresa DEOCSA abastece este servicio.

Las viviendas en el casco urbano se encuentran conectadas a una red de drenajes. Este servicio es brindado por la Municipalidad de Quetzaltenango, a través de su Coordinación de Servicios Públicos, específicamente del Departamento de Drenajes. En base al Diagnóstico del Plan de Vivienda de Quetzaltenango elaborado por la Oficina del Centro Histórico de la Municipalidad de Quetzaltenango, describe que el sistema de alcantarillado de la ciudad es caótico, es mixto ya que no existe una separación de las aguas residuales de las pluviales, ni dentro de las instalaciones de las residencias ni en la red de alcantarillado. El 34% de la población urbana no cuenta con servicio de drenaje<sup>2</sup> por lo que la población opta por la utilización de fosas sépticas o simplemente descargan a flor de tierra sus aguas

---

<sup>2</sup>Dato obtenido de la Tabla No 7 Cobertura de la red de drenajes de la ciudad de Quetzaltenango. Fuente: Departamento de drenajes de la ciudad. Diagnóstico Plan de Vivienda de Quetzaltenango.

residuales hacia zanjones o ríos generando así grandes focos de contaminación dentro de la ciudad.

Para el abastecimiento de agua potable, la mayoría de las viviendas se encuentran conectadas a una red de tubería, provenientes de la subcuenca de Quetzaltenango, nacimientos, afluente de San Juan Ostuncalco, cuenca de Samalá y la recuperación física. Este servicio es brindado por la Empresa Municipal de Aguas de Xelajú, EMAX.

Estos son antecedentes sobre la forma en que a lo largo de los años han abastecido a la mayoría de las viviendas del casco urbano, lo cual genera una dependencia actual con empresas gubernamentales y privadas en la dotación de los servicios básicos. Estos servicios masificados, su dosificación puede estar correctamente controlado, en el caso del agua potable. Pero su devolución va mezclada con sustancias tóxicas, contaminadoras y bioinfecciosas que sobrepasan el nivel de contaminación permitido en el caudal ecológico de los ríos y lagos, esto también, provocado por la carencia de plantas de tratamiento que reduzcan los niveles de contaminación del agua. Por lo que es importante impulsar tratamientos individuales a nivel residencial y empresarial para reciclar, reutilizar y aprovechar al máximo los desechos producidos y los recursos naturales.

La tendencia del mercado inmobiliario a nivel arquitectónico en el casco urbano de Quetzaltenango es aprovechar al 100% el área del terreno para superficie de construcción, minimizando y en algunos casos eliminando el espacio de áreas verdes dentro de la parcela, que contribuye con la impermeabilización del suelo y la ausencia de recarga del manto freático.

En relación a la utilización de materiales y sistemas constructivos, en la ciudad, predomina un uso masivo en muros de mampostería de block y ladrillo (aproximadamente el 75% de las viviendas), el uso de lámina de zinc y losas de concreto en cubiertas y el piso de granito y planchas de concreto en los pisos<sup>3</sup>. Materiales que poseen propiedades nocivas para el confort bioarmónico<sup>4</sup> de la arquitectura, salvo en el caso particular del Centro Histórico donde se cuenta con construcciones edificadas a partir del adobe y de piedra caliza.

En el área de Quetzaltenango existen pocas empresas que brinden productos ecológicos y aparatos generadores de energías alternativas, entre ellas se encuentra: XELATECO. Quienes han realizado proyectos mayormente en el área rural del departamento.

---

<sup>3</sup> Texto obtenido de Condiciones de la Vivienda en la Ciudad del Plan de Vivienda de Quetzaltenango del Centro Histórico

<sup>4</sup> Definición Materiales Bi-armónicos: balance de radiaciones, estática, respiración, etc. Edificación Solar, Robert Pierre Sabady.

En el aspecto económico, en base al Diagnóstico Financiero realizado por el Plan de Vivienda del Centro Histórico de Quetzaltenango, manifiesta que la accesibilidad a la construcción de una vivienda requiere de una inversión grande que altera determinante el presupuesto familiar y además sujeta a la familia a realizar pagos mensuales por servicios.

En la actualidad, en Guatemala se vive las consecuencias del calentamiento global y el daño infringido al medio ambiente. En octubre del 2008 fuimos afectados por la tormenta Stan; junio del 2009 se sufrió la sequía más grande de los últimos 30 años de la historia del país, en el corredor seco, que afectó a más de 400,000 familias del país; noviembre del 2009 la aparición de cianobacteria en el lago de Atitlán; y a finales de mayo del 2010 fuimos afectados por la tormenta Agatha; estos son algunos de los ejemplos más significativos que han sucedido en tan poco tiempo y que han creado una desestabilización en la producción económica del país y la calidad de vida de los habitantes.<sup>5</sup>

Los cambios para el saneamiento del medio ambiente, deben realizarse inmediatamente e involucra cambios en todos los ámbitos de la vida cotidiana de los seres humanos. La mayor contaminación de origen antrópico, no es de las poblaciones que viven en el área rural, sino de aquellas que se encuentran concentradas en áreas urbanas y demandan grandes cantidades de recursos del área rural. En el Perfil Ambiental de Guatemala del 2006 se registró que el área urbana de Quetzaltenango produce 54,140.95 ton/año en un área densificada que corresponde al 6.14% del área total del departamento, comparado con las restantes 31,372.28 ton/año que produce el área rural que comprenden el 93.86% de la superficie total del departamento. La solución no involucra sacrificar comodidades, ni la realización de macro proyectos para el saneamiento, sino que radica en la modificación de hábitos, optar por construcciones que permitan un ahorro de energía, armonía con la naturaleza y contribuyan pasivamente al saneamiento del medio ambiente.

En el mercado inmobiliario del área urbana de Quetzaltenango no existen ofertas de viviendas que presenten tecnologías y sistemas ecológicos de autosuficiencia, que permitan salvaguardar el medio ambiente y brindar un ahorro económico en el presupuesto familiar.

## 1.3 OBJETIVOS

### a. Objetivos Generales

1. Plantear una propuesta de vivienda tipo unifamiliar en el área urbana de Quetzaltenango, que sea sostenible, autosuficiente y responda ante la problemática del medio ambiente y a la necesidad de la compacidad de la ciudad

---

<sup>5</sup> Información obtenida de: <https://www.prensalibre.com>

### **b. Objetivos Específicos**

1. Plantear un documento de apoyo y consulta, que aporte técnicas y conocimientos de autosostenibilidad y autosuficiencia residencial aplicables en el área urbana del municipio Quetzaltenango.
2. Proponer sistemas de energía alternativos en la vivienda para el área urbana de Quetzaltenango
3. Recopilar información sobre detalles para el aprovechamiento de los desechos y aguas residuales de la vivienda.
4. Proponer formas de cultivo y áreas verdes en espacios compactos.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El futuro de la tecnología y la ciencia, radica en la solución de sistemas y herramientas que aprovechen al máximo los recursos naturales, que sean amigables con el medio ambiente, y que cumplan un ciclo de reciclaje. Hoy en día cada vez, más empresas apuestan por tecnologías verdes. Por tanto es importante para la arquitectura proponer y renovar formas y métodos, que respondan a las demandas actuales de las actividades que diariamente la población urbana realiza y que estén ligadas a un ahorro por medio de energías limpias, que generen autoabastecimiento alimenticio de la vivienda y donde se aprovechen al máximo los recursos desechados.

La vivienda unifamiliar crece a razón de 937 hogares anuales<sup>6</sup> en el área urbana de Quetzaltenango. La mayoría de estas viviendas son realizadas y dirigidas al sector medio, el cual predomina en el área urbana constituyendo el 70% de la población urbana<sup>7</sup>. La clase media es responsable de la mayor parte de contaminación y la mayor demandante de recursos.

La propuesta de una vivienda autosuficiente, además de encontrarse comprometida con la protección del medioambiente, repercute positivamente en el presupuesto familiar, brindando un ahorro en la canasta básica. La vivienda autosuficiente su inversión puede ser el doble de la tradicional, pero a largo plazo, en base al estudio realizado. En 5 años de funcionamiento, los costos se equiparan a una tradicional. En 8 años la casa se solventa de la inversión de construcción. Después de solventarse y el trabajo invertido puede llegar a generar ganancias capaz de convertirse en una microempresa familiar.

Por lo tanto, se propone el estudio y la realización de una propuesta capaz de la fusionar sistemas y soluciones de tecnología alternativas y ecológicas con el prototipo predominante de la vivienda en el Área Urbana de Quetzaltenango.

---

<sup>6</sup> Plan de Vivienda de Quetzaltenango del Centro Histórico de Quetzaltenango

<sup>7</sup> SEGEPLAN 2006

## 1.5 ALCANCES Y LIMITANTES

- **De impacto:** Documento de apoyo y consulta, que aporte técnicas y conocimientos de autosostenibilidad y autosuficiencia residencial aplicables en el área urbana del Quetzaltenango.
- **Estudio:** Realizar un estudio de la ciudad en la que se proyectará, tomando en cuenta aspectos generales de la región occidental y del departamento de Quetzaltenango, con el objeto de conocer un marco de referencia que apoye el desarrollo del trabajo.
- **Espacio Social:** Las necesidades y requerimientos se determinan por la tradición histórico-cultural de la ciudad de una sociedad que posee un patrón de edificación y modelos de construcción de viviendas familiares de tipo residencial.

Así mismo la propuesta está dirigida al sector medio, que cuente con las posibilidades económicas de adquirir una vivienda unifamiliar y presenten un compromiso con conciencia ecológica para el correcto funcionamiento de la vivienda.

- **Espacio Físico:** El planteamiento del modelo arquitectónico estará emplazado en un solar promedio obtenido a partir de las estadísticas y estudios de la vivienda en el área urbana de Quetzaltenango. El proyecto está orientado a actividades de tipo residencial unifamiliar.
- **Límite temporal:** Se ha proyectado una propuesta que cumpla con funciones arquitectónicas específicas en un tiempo útil de 20 años o más.

El diseño pretende responder al planteamiento de una situación existente, mediante la aportación concreta de un estudio específico y una propuesta de diseño arquitectónico, por lo que aquellos estudios y aspectos de tecnologías a utilizarse quedan limitados a los avances actuales en la tecnología.

## 1.6 METODOLOGÍA

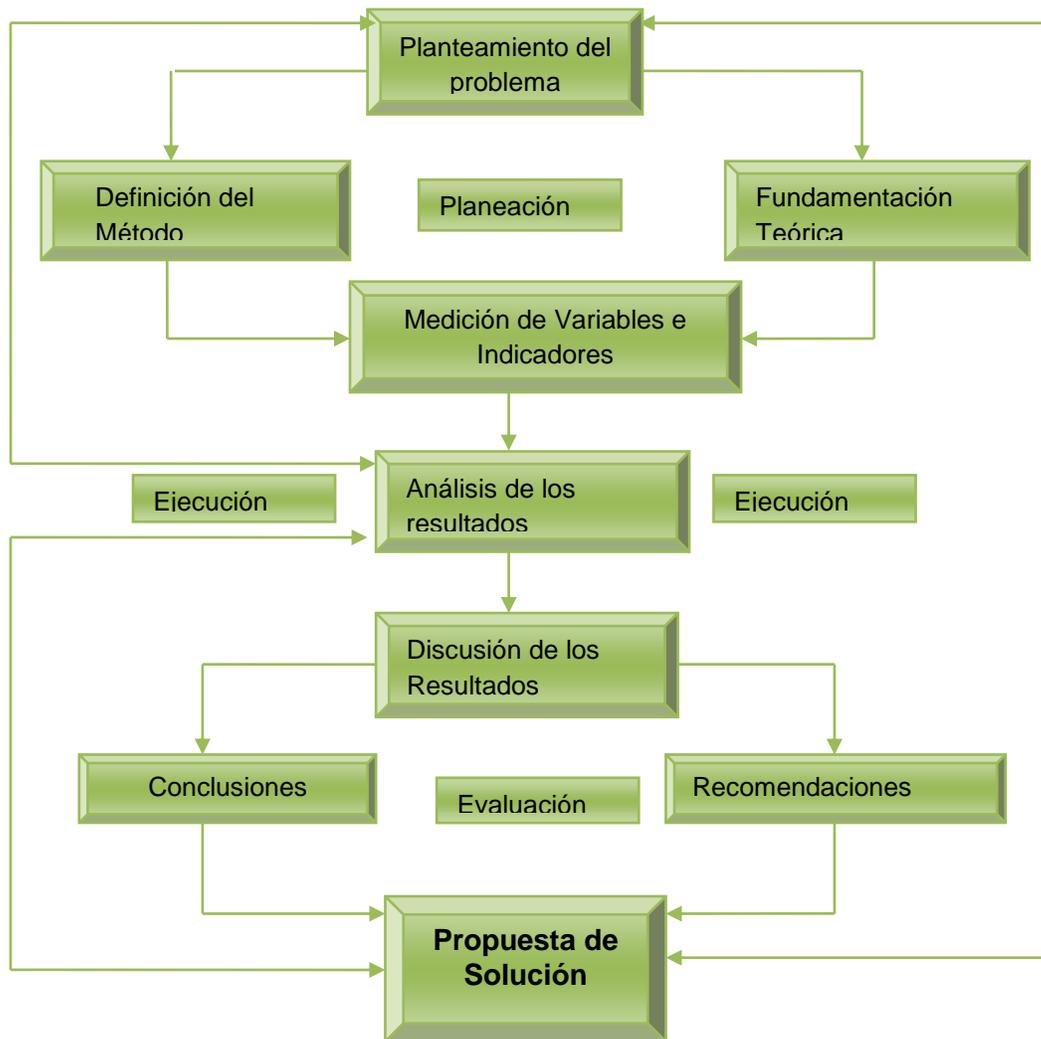
Para el desarrollo de la investigación, se utilizó un procedimiento deductivo partiendo de lo general a lo particular, recurriendo al uso de técnicas de investigación así como la

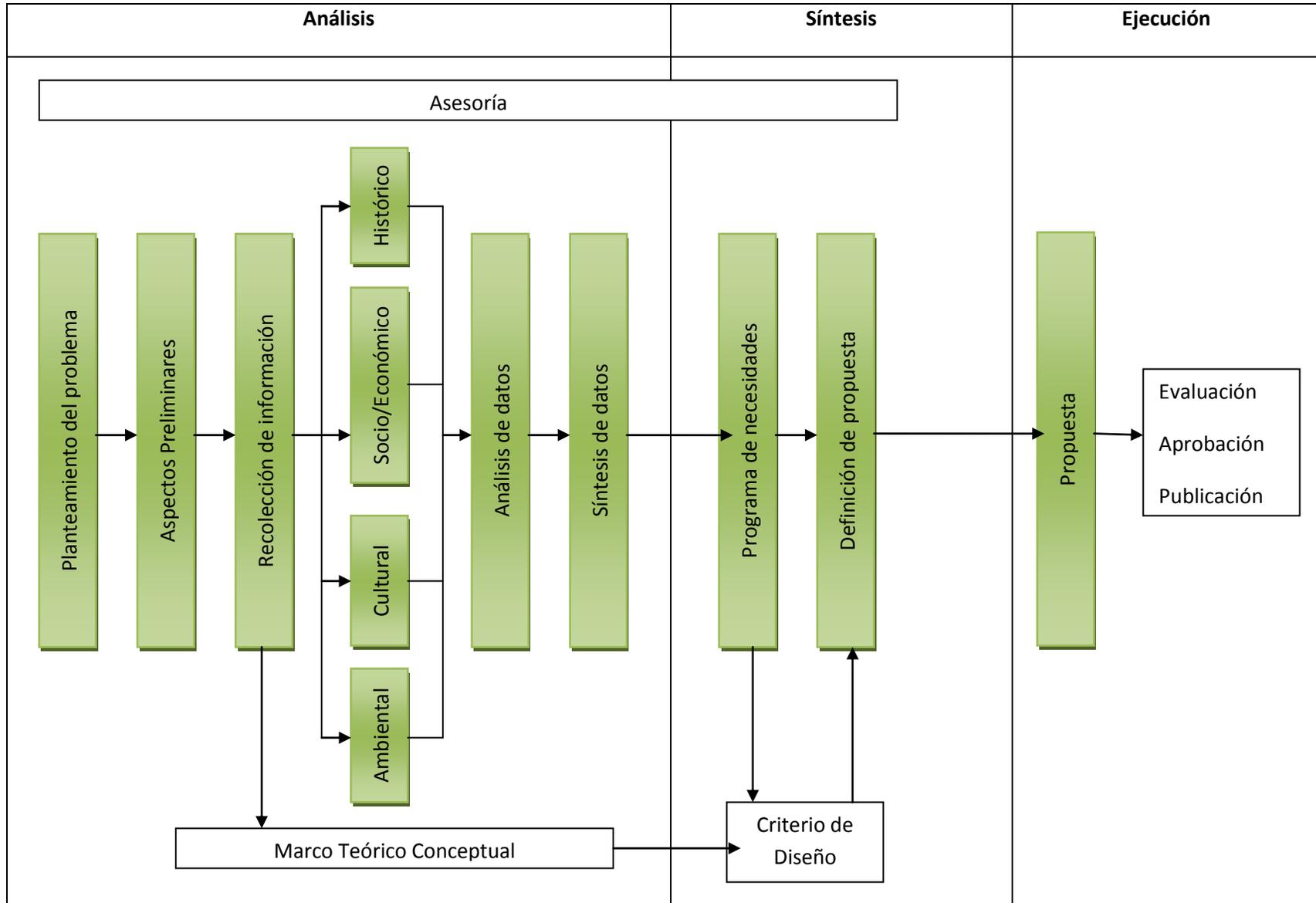
observación, lo que permite recabar datos de fuentes directas e indirectas que se mencionan a continuación:

Técnicas de investigación para la recolección de datos de la fuente original, mediante observación, cuestionarios y entrevistas directas. Lo que permitirá tener datos de personas e instituciones afines al tema.

Técnicas de recolección bibliográfica para la consulta de libros folletos, revistas, tesis y demás documentos relacionados con el presente estudio.

Los pasos seguidos en la investigación están formulados en el Esquema Metodológico.





## 1.7. CRONOGRAMA

Actividad	Duración en Semanas	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Investigación de Antecedentes	1	■																							
Realización de Diagnóstico	2		■	■																					
Visitas de Campo	12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
Visitas de Casos Análogos	15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Entrevista con Profesionales	15					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Entrevista con Políticos	15					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Encuestas a la población	6				■	■	■	■	■	■															
Tabulación e interpretación de datos	2										■	■													
Creación de contactos y proveedores de tecnología verdes y limpias	3														■	■	■								
Elaboración de premisas de diseño	4					■	■	■	■																
Elaboración de diseños preliminares	4										■	■	■	■											
Visita con Asesores	24	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Rectificación de Datos	5					■							■			■					■	■			
Unificación y Revisión de información obtenida	1																			■					
Elaboración, redacción e impresión previa del documento	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Rectificación de la información																									
Redacción e impresión final del Documento	12													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Propuesta de Diseño y Planificación	24	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 VIVIENDA

#### 2.2 ECOTERMINOLOGÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS

#### 2.3 FUENTES DE ENERGÍA ALTERNA

#### 2.4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

#### 2.5 CLIMATIZACIÓN DE LA VIVIENDA

#### 2.6 TÉCNICAS DE MANEJO DE AGUA POTABLE EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

#### 2.7 TRATAMIENTO, REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE AGUAS RESIDUALES EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

#### 2.8 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

#### 2.9 CULTIVO BIOLÓGICO Y AUTOABASTECIMIENTO

#### 2.10 CASOS ANALÓGOS



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 VIVIENDA

#### 2.1.1. VIVIENDA

La Real Academia Española define la vivienda como un lugar cerrado y cubierto construido para ser habitados por personas. El principal objetivo de la vivienda es el refugio y el resguardo, las primeras moradas se buscaban para defenderse de las inclemencias del tiempo y de los ataques y agresiones de enemigos. Sólo 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.

#### 2.1.2. CASA

Una casa, del latín casa (cabaña), es una edificación construida para ser habitada por una o varias personas. Puede organizarse en una o varias plantas, normalmente no superando las tres alturas. Puede también disponer de un sótano o un semisótano, y de una cubierta superior transitable, denominada azotea. Si dispone de terreno suficiente, puede contar también con patio y jardín.

Es el lugar en el que históricamente se desarrollaron las actividades y relaciones específicas de la vida familiar, desde el nacimiento a la muerte de muchos de sus componentes. Sirve de refugio contra la lluvia, el viento y demás agentes meteorológicos, y protege de posibles intrusos, humanos o animales. Además es el lugar donde almacenar los enseres y propiedades de sus habitantes.

#### 2.1.3. HABITAR

Habitar es la interacción humana desplegada en el espacio que rodea al cuerpo por la cual se organiza, ocupa y coloniza en función de las necesidades.

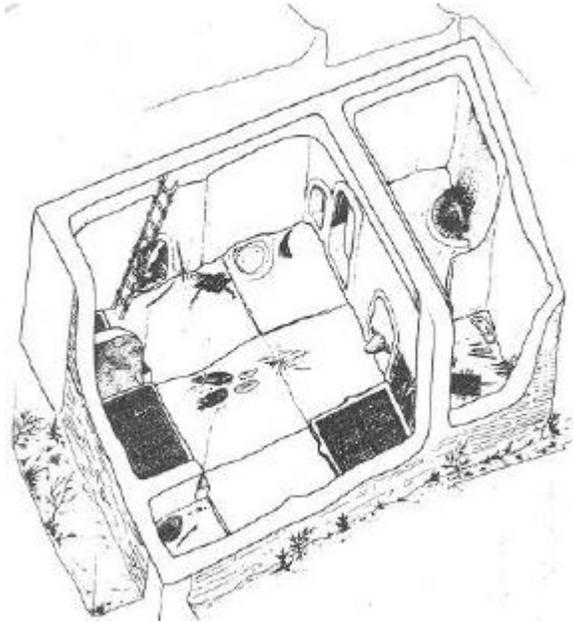
El diccionario Metapolis de Arquitectura ofrece varias definiciones para este término. La primera dice que habitar la arquitectura se sitúa en el umbral que permite la creación de mundos para el sujeto que vive este final de milenio. Plantear procedimientos, modos de hacer arquitectura, a través de los que el sujeto llegue a conocer más a sentir más, a ser capaz de construir esas miras desde las que atrape y haga suya una idea de mundo, una interpretación de lo que queda “ahí fuera”. La segunda dice que habitar es un “gerundio”. El proyecto del habitar tiene que provocar que el lenguaje se separe; que lo llamado doméstico, por el contrario, se haga más hablando que formalizado, más contorno que precisión. De nuevo la quiebra, la rotura. El proyecto llama así a la extradición, al extrañamiento por excelencia.

En la página 10 de los textos contenidos en el cuaderno Acerca de la Casa 22 encontramos que el habitar, en la forma de la casa, es pues la expresión armoniosa de la relación con el lugar preexistente (...) Sin el habitar no hay lugar.

#### 2.1.4. RESEÑA HISTÓRICA DE LA VIVIENDA

Las primeras viviendas fueron las cavernas naturales, grutas inmensas o huecos formados por las conmociones geológicas, o excavaciones realizadas por la lenta acción del agua. Más tarde, aparece la habitación verdadera, remota prefiguración de la casa, construida con materiales diversos según las épocas o regiones: tierra, piedras, troncos, cañas, ramaje, estacas etc. O también la choz desmontable de pieles, que aún hoy las tribus nómadas utilizan.

Con el desarrollo de la habitación, la vivienda se va perfeccionando lentamente. Aparecen los materiales de construcción artificiales. El adobe, el ladrillo, el ladrillo vidriado, la piedra labrada y escuadra, etc.; se emplea la madera como soporte y se aprende a construir.



**Ilustración 1** Sección del interior de vivienda típica de la ciudad más antigua de la humanidad Catal Huyuk. Imagen obtenida de <http://sapiens.va.com/antiquae2/catal.htm>

La aglomeración de viviendas, las unas junto a las otras, determina la aparición de lo que podríamos denominar la ciudad primitiva, poblado irregular desordenado que plantea sin embargo los primeros problemas de urbanismo: calles, desagües, evacuación de desperdicios y basura, suministro de agua, etc.

En el campo, la vivienda permanece casi invariada y se modifica lentamente. En la ciudad, por el contrario evoluciona al compás de los tiempos y de las necesidades que

crecen al aumentar la población.

Más tarde comienza el empleo de piedras nobles, de telas para cubrir las paredes, de madera para adornarlas, de mosaicos.

Los egipcios daban más importancia a la tumba que a la casa. En general, las casas egipcias constaban de jardín y tenían un comedor central que daba paso a las habitaciones.

En los altos de la construcción, hallábase la logia, cuyo remate se pintaba de amarillo brillante.

En Asia occidental, unos 4000 años A.C. se empezó a utilizar el ladrillo y, como motero, el betún. Los asirios imitaron ese sistema utilizado en Mesopotamia, pero mientras los caldeos revestían los muros con ladrillos vidriados, los asirios lo hacían con losas de piedra o de alabastro. Para salvarse de las inundaciones y del paludismo, propio de los pantanos de la región, edificaban sus casas sobre plataformas levantadas de 10 a 15 metros del suelo, a las que subían por escalinatas. Su arquitectura era de masas.

La casa aparece ya dividida en tres partes: la destinada a la vida familiar, la de recepción y la de los criados, almacenes y cuadras.

En Grecia prehelénica, la casa está constituida por un conjunto de habitaciones dispuestas alrededor de un patio central al que da también la sala de reunión denominada *megaron*, a la vez como centro religioso. La zona más apartada es el *gineceo*, ocupado por las mujeres. Hacia el año 700 A.C., aparece en Grecia, la arquitectura creadora de los estilos dórico, jónico y corintio, conocidos por “órdenes de arquitectura”. La casa mantiene más o menos la misma disposición, pero el gineceo pasa a ocupar la planta superior, quedando destinada la baja a los hombres.

Roma desarrolla el tipo griego. En Pompeya, se ven casas con suelos de mosaicos y paredes decoradas con magníficos frescos. La casa se compone de dos patios alrededor de los cuales se abren habitaciones, generalmente muy pequeñas y sin cubiertas hacia el exterior. El primer patio el *atrium*, o la parte pública de la casa; el segundo, el *peristylum*, es a la vez jardín y centro de la vida privada. Las casa de alquiler es mucho más sencillas y alcanzan varios pisos, como puede verse aún en las ruinas de Ostia. Durante la Edad Media, las casas se distinguen en general por el espesor de los muros, una ilógica distribución, por la escasez de aberturas y por su oscuridad. La gente pobre habita, sin embargo, en construcciones de madera (entramado atabicado). Las casas suelen tener una sala de mayores dimensiones que las demás donde se convive, se come, se recibe y donde se halla la chimenea.

Durante el Renacimiento, la mayoría de las viviendas adquiere mayores dimensiones. Los arquitectos retornan a los estilos clásicos; se separan e independizan los locales de relación, habitación y servicio, las habitaciones se especializan: dormitorio, cocina, biblioteca, comedor, etc. ; se abre grandes ventanas al exterior; se inventa la puerta y la ventana de dos hojas que permite aberturas de mayores dimensiones y, por tanto más luz; se cuida la decoración y la belleza de los interiores, aunque no el confort y la habitabilidad, conceptos que aparecen en la época contemporánea.

La revolución de las ideas experimentada en los siglos XVIII y XIX como consecuencia del enorme número de inventos (electricidad, gas, utilización del vapor como fuerza, etc.) trastorna de tal modo la tradicional marcha de la arquitectura que la lleva al confusionismo. El siglo XX supera parcialmente este desconcierto cuando orienta la construcción hacia el funcionalismo; es decir, hacia la adecuación del edificio a las funciones que debe desempeñar (vivienda, escuela, hospital...), dejando en segundo término el embellecimiento exterior.

Arquitectos como Sullivan, Frank Lloyd Wright (que lanzó el concepto de arquitectura orgánica) en los Estados Unidos; Le Corbusier, Walter Gropius, Neutra y Alvar Aalto, en Europa. Estos últimos han trabajado también en América y en otros continentes.

La hipertrofia de los centros urbanos, debida al crecimiento natural de la población y la concentración de gentes procedentes de áreas rurales en las grandes ciudades, ha determinado la aparición de la urbanística, o conjunto de disciplinas que se ocupa de la sistematización racional de las ciudades. Resultado de esta preocupación urbanística es la aparición de un planteamiento del desarrollo de la ciudad, con sus espacios verdes, sus barrios residenciales, sus calles de circulación rápida, etc., así como también la restauración de barrios monumentales, o simplemente pintorescos, para salvaguardar el alma de las ciudades.

Dos creaciones características son el rascacielos, edificio de gran número de plantas, nacido de la necesidad de aprovechar solares, de elevadísimo precio (por ello este tipo de construcción se encuentra en los centros de negocios de grandes urbes). La segunda es la urbanización, conjunto de viviendas independientes pero que forman un núcleo urbano, con mercados, escuelas, jardines, etc., propios.

La escasez de espacio, la falta de servicio doméstico y otras muchas servidumbres que impone hoy la gran ciudad, han obligado a los arquitectos a afinar el ingenio, consiguiendo plantas de verdadera originalidad, jugando convenientemente con los diversos planos del terreno y aprovechando cuantos rincones o espacios quedan disponibles.

Todo ello, unido a la moderna industria de calefacción, aire acondicionado, iluminación, higiene y, otros aspectos, el deseo de mejoramiento ha desembocado en soluciones variadas, al igual que en bloques de viviendas como en edificios rurales u hoteles.<sup>8</sup>

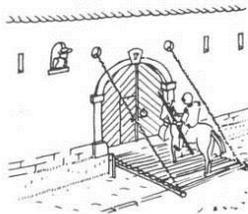
---

<sup>8</sup> Información obtenida del Tomo I de Enciclopedia del Hogar Ediciones Garriga, S.A.

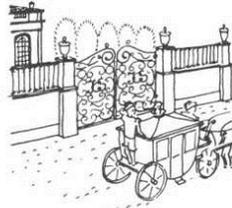
LA CASA Y LAS FORMAS

COMO EXPRESIÓN DE LA ÉPOCA Y LA MANERA DE VIVIR

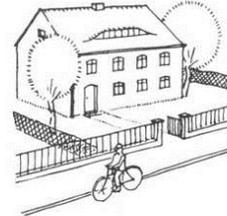
ACCESOS



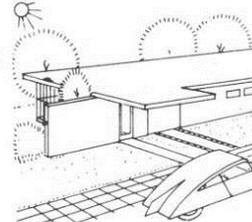
1 Hacia 1500 la casa o la ciudad estaban amuralladas y cerradas con pesadas puertas



2 Hacia 1700 los muros y las verjas ya sólo eran un cierre con cierto grado de transparencia

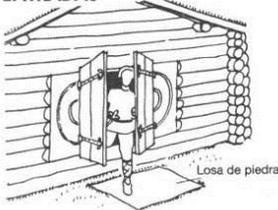


3 En el siglo XIX la casa cerrada se sitúa detrás de una valla de poca altura

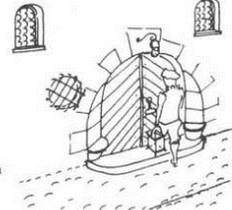


4 En el siglo XX desaparecen todos los límites (sobre todo en América); la casa se sitúa en grandes parques comunitarios, entre árboles

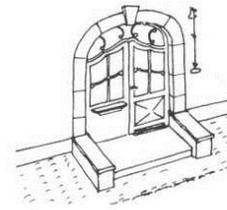
ENTRADAS



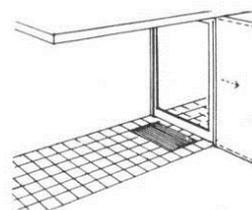
5 Hacia el año 1000 las casas de troncos de madera tenían una puerta baja con un umbral elevado (carecían de ventanas y la luz entraba por aberturas en la cubierta)



6 Hacia 1500 eran frecuentes los grandes portones con pesadas aldabas y las ventanas enrejadas



7 Hacia 1700 empiezan a abundar las puertas parcialmente acristaladas y las campanillas

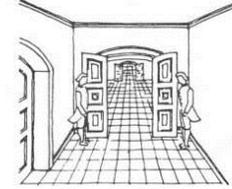


8 En el siglo XX la puerta de vidrio armado y reflectante, se abre automáticamente con un sensor electrónico y anuncia al mismo tiempo la llegada de un visitante

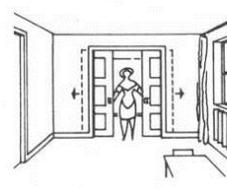
RELACIONES INTERIORES



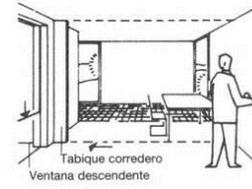
9 Hacia 1500 puertas bajas y pesadas, celdas con escasa luz natural, suelo de tablas cortas y anchas



10 Hacia 1700 amplias puertas de dos hojas alineadas a lo largo de las habitaciones, suelos de parqué



11 Hacia 1900 puertas correderas para unir espacios, suelos de linóleo, ventanas correderas y cortinas

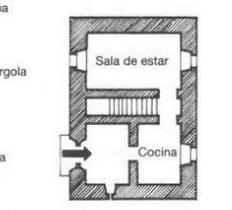


12 En el siglo XX tabiques correderos de accionamiento eléctrico y ventanas descendentes de vidrio reflectante; toldos enrollables como protección solar

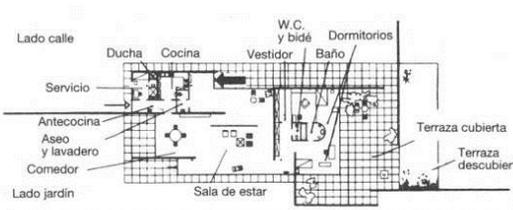
PLANTAS



13 La casa de madera, hacia 1500, es el resultado del paisaje, del sistema constructivo (troncos de árboles) y la manera de vivir (ventanas pequeñas)



14 Casa de muros de piedra, hacia 1500. Los muros sirven de protección contra los enemigos y el frío; ocupan tanta superficie en planta como las propias habitaciones



15 La casa del año 2000 se aguanta sobre delgados pilares de acero, y sus tabiques y paredes exteriores son independientes de la estructura portante. Entre la sala de estar, el comedor y el vestíbulo no hay puertas, sólo una separación espacial  
Arq.: Mies van der Rohe

2.1.5. RESEÑA HISTÓRICA DE LA VIVIENDA EN QUETZALTENANGO

En la época precolombina existían casas unifamiliares donde vivían los padres y los hijos quienes adoptaban a miembros viejos o jóvenes de la familia o fuera de ella. También había

edificios multifamiliares habitados por personas de lazos sanguíneos comunes de elevada posición. Los materiales de las casas varían de muros y techos de madera y palma a materiales resistentes como piedra y estuco. También la vivienda podía estar formada por tres estructuras principales separadas, (dormitorios, la cocina, la bodega) y podían construir otras estructuras separadas (talleres, baños saunas).

Dormían sobre unas plataformas bajas adosadas a los muros donde colocaban colchones rellenos de algodón. También se dormía sobre tapetes en el suelo.

Este tipo de habitaciones tenían poca ventilación y luz porque carecían de ventanas. Las habitaciones fueron usadas para dormir y guardar pertenencias; sus ocupantes trabajaban en las afueras y poseían huertos para consumo familiar.

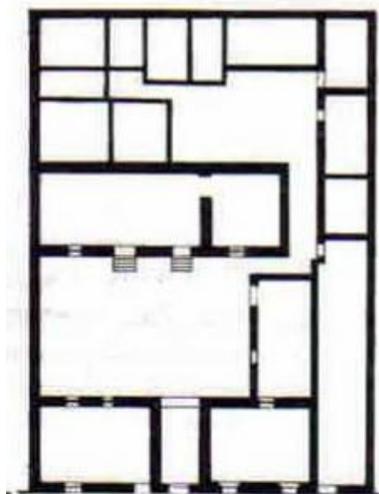


**Ilustración 2** Vivienda Maya conserva una base rectangular en el centro y extremos semicirculares. Imagen obtenida de <http://www.todoarquitectura.com>

La gente común vivía en las denominadas palapas alrededor de las ciudades, los materiales que usaban eran renovables como la palma chit, el guano (para los techos); la madera, los bajareques, el estuco (para las paredes). En el centro de la ciudad habitaban los sacerdotes y la nobleza en los castillos, pirámides y templos ceremoniales.

Cabe mencionar que a través de los siglos y con el paso del tiempo aún hoy podemos observar muchas construcciones estilo palapas. La configuración de la vivienda especialmente la que pertenece a familias de escasos recursos, sin servicios básicos como agua potable y drenaje continúa teniendo la misma configuración: un solo ambiente donde se cocina, come y duerme toda la familia. En algunos casos los materiales siguen siendo los mismos. Se ha optado por la utilización lámina por su bajo costo y una planta de base rectangular.

En la época Colonial y posterior a ella la espacialidad y morfología de la vivienda, su configuración fue cambiando de acuerdo a la época: en el siglo XVI, el número de habitantes era reducido y grande el terreno, había grandes muros y pequeños claros para resistir, por si acaso, el ataque del pueblo dominado.



**Ilustración 3** Planta Arquitectónica Típica Vivienda Colonial. En ella se puede observar la separación y zonificación por tipo de uso: el ingreso del zaguán, los ambientes dedicados al comercio o talleres, el área trasera destinada a bodegas y servicio.

En el siglo XVIII, el auge y la riqueza dieron las mejores muestras arquitectónicas, o al menos las más ornamentadas. El uso social y funcional de las casas se fue adaptando a las necesidades de sus habitantes. Entonces se separaron los espacios de habitación de las de trabajo y una diferenciación zonal de uso especializado, donde se usaba para venta de mayoreo y por el otro, artesanal y de pequeño comercio. En términos generales la “tipología” predominante en la vivienda de la ciudad, son construcciones macizas en volumetría a base de piedra, puertas de madera con postigos y barrotes de hierro. El portón y el zaguán eran de grandes proporciones. Por allí transitaban caballos y carretas, que

traían los productos de las haciendas, y en los patios se organizaban todas las actividades complementarias como la agricultura o la recolecta del agua proveniente de las lluvias.

En la actualidad con las modificaciones de estilo de vida, como la adquisición de un vehículo para movilizarse ha eliminado las caballerizas. La utilización del refrigerador ha suprimido la necesidad de construir los cuartos fríos o bodegas para alimentos. El baño se encuentra ubicado en el interior del hogar y no independiente del él. Todo esto como resultado elimina ambientes y compacta la vivienda. En la actualidad una vivienda unifamiliar promedio posee los siguientes ambientes: cocina, comedor, baño, patio de servicio, un dormitorio para padres, un dormitorio para los hijos y un parqueo para el vehículo.

Los materiales que se utilizan comúnmente en la actualidad como el block, concreto y hierro brindan beneficios como: bajo costo, ambientes con áreas más grandes, flexibilidad en la distribución en planta de los muros, rapidez de construcción y una “seguridad estructural”. En la actualidad construir con materiales autóctonos como el barro o piedra, son más difíciles de costear, por la carencia de mano especializada para la construcción y la dificultad de adquirir los materiales.

#### **2.1.6. VIVIENDA AUTOSUFICIENTE**

Se entiende por auto-sostenible: la capacidad de mantenimiento sin ayuda ni apoyo de otros organismos, instancias, etc.<sup>9</sup> Dicho de un proceso que puede mantenerse por sí

<sup>9</sup> Definición de Diccionario de la Biodiversidad: <http://attila.inbio.ac.cr>

mismo. Y por autosuficiente: Que pueda abastecer las demandas de los usuarios que habitan la vivienda. Que se basta a sí mismo.

Este concepto de vivienda tiene en cuenta las características propias de bio-construcciones, tales como:

- la salud y la ecología del lugar,
- el sol, el ahorro energético y utilización de energías renovables,
- la utilización de materiales naturales y transpirables,
- el reciclaje y la gestión racional del agua,
- la minimización de la contaminación electromagnética,
- la utilización de tipologías adaptadas a la zona,
- la utilización de barreras fónicas y materiales aislantes naturales, y
- el bajo coste económico y social.

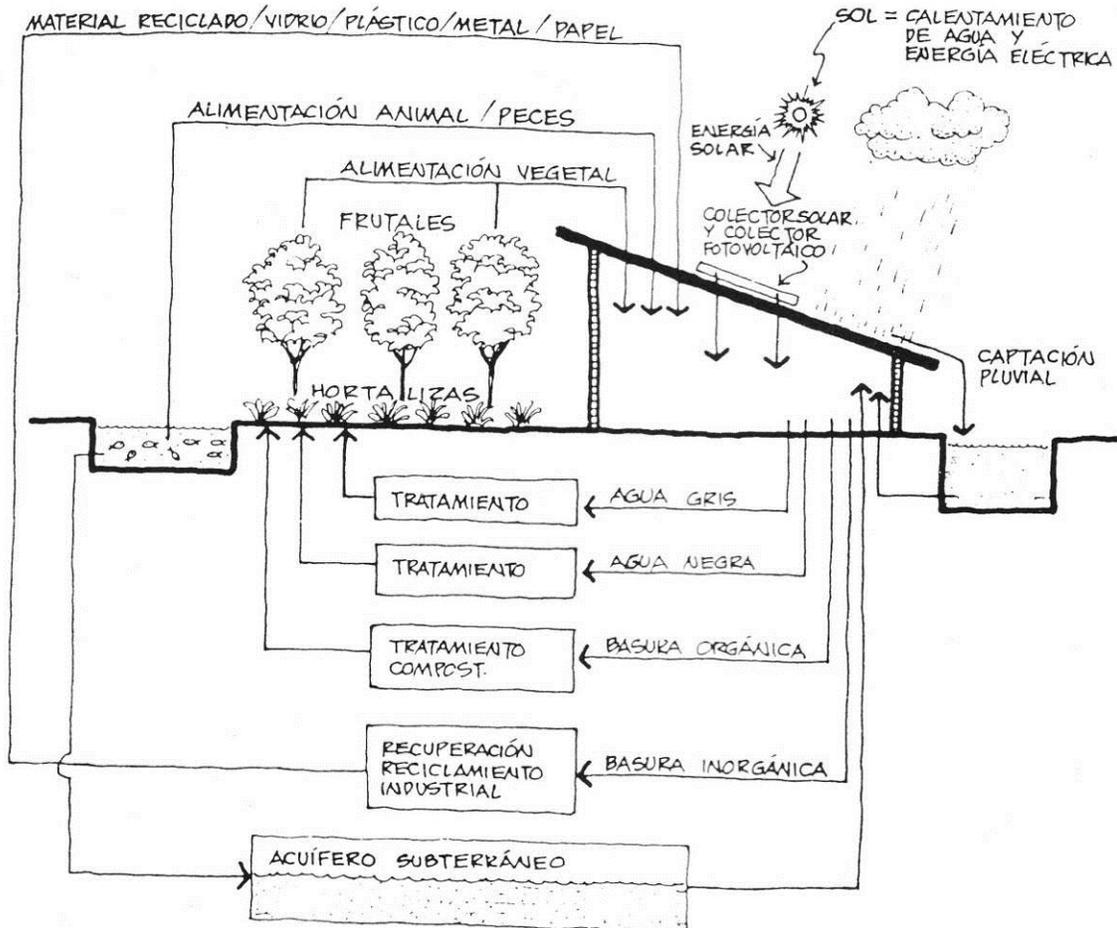
El primer paso es hacer un estudio geo-biológico del lugar. Los materiales pueden ser de adobe, piedra, madera, cáñamo paja etc., entre los reciclados: neumáticos, vidrios, contenedores etc. Las viviendas auto-sostenibles pueden construirse con concepciones más orgánicas, con madera de tala sostenible, con bioconstrucción modular, restaurando casas antiguas, en armonía con el ambiente, con criterios de permacultura, etc.

Las energías renovables y limpias son fundamentales para incorporarlas a las viviendas, proporcionan autosuficiencia y respeto al medio ambiente, tales como solar, térmica, fotovoltaica, eólica, aéreo-térmica, biomasa, etc.

Armonizar con el entorno es uno de los principios fundamentales, no trasgredir el medio estético

Algunas características de una vivienda auto sostenible: es la adecuación de un invernadero con un programa de cultivos para disponer de todo el año de alimentos frescos, armonización del entorno con plantas ornamentales, aljibe para agua de acuerdo con la pluviometría del lugar, elementos técnicos en la vivienda de domótica y biometría. Disponer de un sistema de almacenamiento y reciclaje de agua.

Se puede instalar un vivero con condiciones controladas, un pequeño sistema de crianza para peces y crustáceos, una pequeña granja para gallinas ponedoras, vacas para leche, etc.<sup>10</sup>



**Ilustración 4** Diagrama General del ciclo “Nada se pierde, todo se recicla” de La Casa Autosuficiente de Armando Deffis Caso.

## 2.2. ECOTERMINOLOGÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS

### 2.2.1. ECOLOGÍA

Del griego “Oikos”= casa y “Logos”= tratado. Es la ciencia que estudia los seres vivos, sus relaciones entre sí y con su entorno. A su vez es una rama de la sociología que estudia la relación entre los grupos humanos y su ambiente tanto, físico como social.

<sup>10</sup> Información obtenida de <http://www.ecogeotica.com>

### 2.2.2. ECOSISTEMA

Es una colectividad formada por la flora y fauna de las mismas o diferentes especies, que actúan, accionan e interactúan entre, sí y en relación con la materia inerte, es el nivel de estudio de la ecología.

Es la unidad fundamental de la biosfera y constituye el nivel de organización en que se integran los elementos vivos y no vivos en el espacio y en el tiempo.

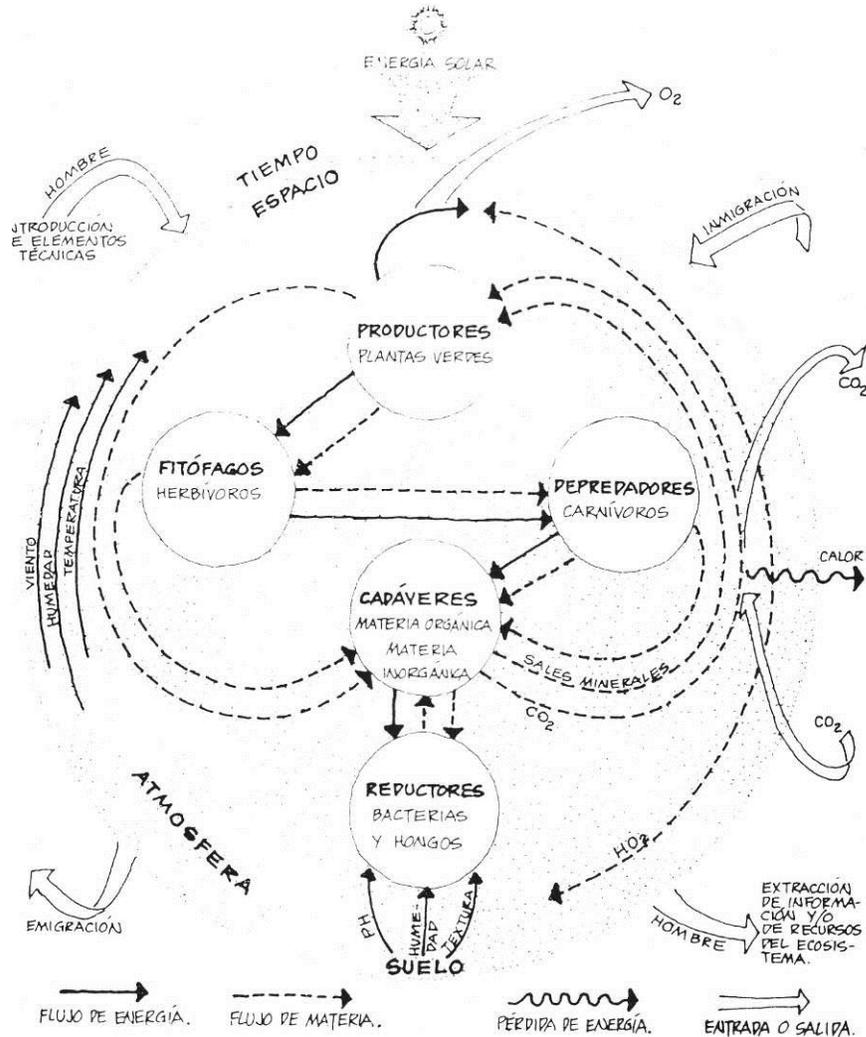


Ilustración 5 Diagrama General de Ecosistema realizado por Armando Deffis Casso

### 2.2.3. ECODISEÑO

Proceso de diseño que se desarrolla con la naturaleza acorde con ella, y no contra o al margen de ella. El ecodiseño como tal surge de la crisis de las formas arquitectónicas que ya no están en concordancia con el medio natural.

#### 2.2.4. CLIMA

Es el conjunto de fenómenos atmosféricos (temperatura, presión, viento, humedad, lluvia) que caracteriza a una región determinada.

En el clima intervienen elementos y factores:

- ELEMENTOS

- Temperatura: Es el grado de calor en la atmósfera
- Presión Atmosférica: Es el peso de la capa de aire que envuelve a la tierra.
- Régimen de Vientos: Masa de aire que se desplaza en la superficie de la tierra.
- Humedad y Pluviosidad: Vapor de agua que hay en la atmósfera y caída de las gotas de agua que se forman en las nubes.

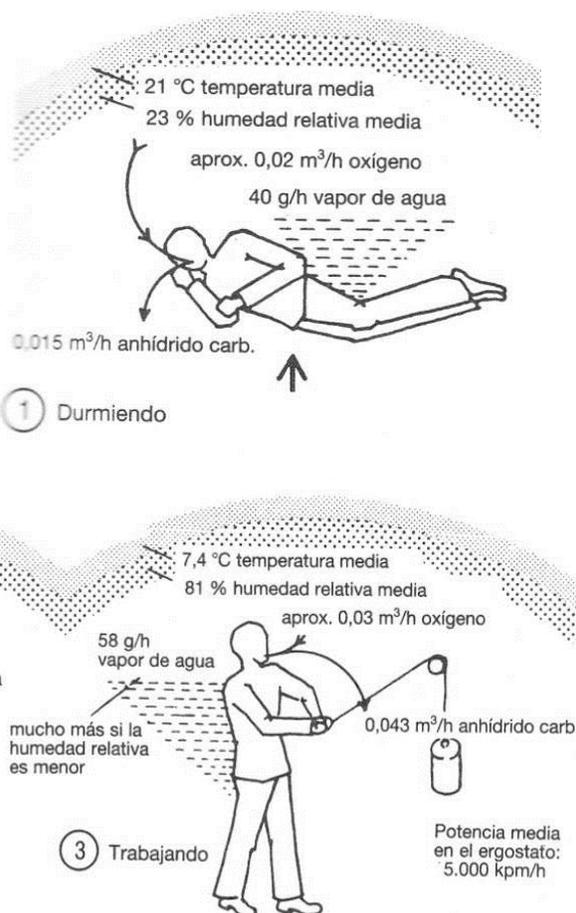
- FACTORES

- Latitud: Mayor o menor proximidad al Ecuador.
- Mar: Regulador de temperatura al calentarse o enfriarse mas lentamente que la tierra
- Altitud: Altura sobre el nivel del mar.
- Relieve: En montañas llueve más o hace más frío
- Vegetación: Disminuye el calor y aumenta las lluvias
- Corrientes Marinas: Llevan temperaturas tropicales hacia los mares templados y viceversa

#### 2.2.5. INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL HOMBRE

Las viviendas deben proteger al hombre del rigor climático y ofrecerle un entorno que le proporcione bienestar y le facilite el desempeño de sus actividades. Para ello es necesario disponer de un aire rico en oxígeno y que se renueve sin crear corrientes, una temperatura adecuada, un grado de humedad agradable y la iluminación suficiente.

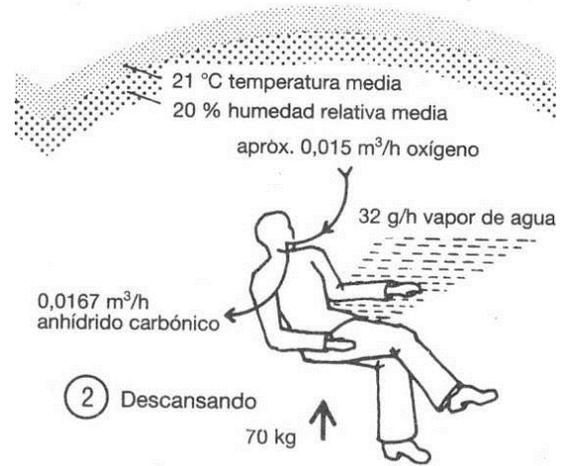
Estas variables dependen de la situación



de la vivienda, su forma y orientación.

Debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Consumo de aire:** El hombre inspira oxígeno con el aire y desprende anhídrido carbónico y vapor de agua en una cantidad que depende de su peso, alimentación, actividad y del entorno. Se calcula que una persona produce 0.02 m<sup>3</sup>/h de anhídrido carbónico y 40 g/h de vapor de agua.

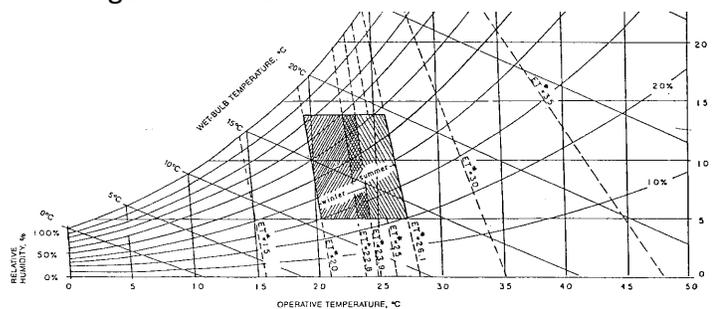


**Ilustración 6** Producción de anhídrido carbónico y vapor de agua por el hombre según H. Wolpert. Ilustración obtenida

Si bien un contenido en anhídrido carbónico del 1 al 3% aparentemente sólo obliga a inspirar más profundamente, el aire de una habitación no debería de contener más de un 1%. Esto supone, dada una renovación del aire cada hora, 32m<sup>3</sup> de aire por adulto y 15 m<sup>3</sup> por niño. Pero como en los edificios aislados, incluso con las ventanas cerradas, el aire se renueva cada 30 a 45 minutos, suele bastar de 16 a 24 m<sup>3</sup> (Según el tipo constructivo) de aire por adulto y de 8 a 12 m<sup>3</sup> por niño; o lo que es lo mismo, con una altura de 2.5m se necesita de 6.4 a 9.6 m<sup>2</sup> de superficie por cada adulto y de 3.2 a 4.8 m<sup>2</sup>. Si la renovación del aire se produce con mayor rapidez (salas con la ventana abierta o con ventilación forzada), el aire que necesita un adulto puede reducirse hasta 10 m<sup>3</sup> en los dormitorios y 7.5 m<sup>3</sup> en las salas de estar.

- **Temperatura ambiente:** En base a las investigaciones de la ASHRAE<sup>11</sup> la temperatura más confortable para el hombre se encuentra comprendida entre 22.8°C a 26.8°C.

- **Humedad del aire:** El rango de humedad relativa confortable para el ser humano está comprendida en los rangos de 30 a 50%.



**Ilustración 7** Gráfica de confort térmico realizado por ASHARE. Imagen obtenida de <http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/newpage313.htm>

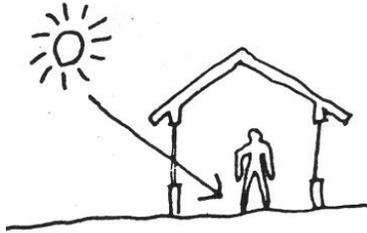
<sup>11</sup> Sociedad Americana de ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

- **Vapor de agua producida por el hombre:** Esta varía según las condiciones ambientales. Es una de las causas principales de la pérdida calorífica y aumenta con la temperatura ambiente, sobre todo cuando ésta es superior a 37°C (Temperatura de la sangre).

#### 2.2.6. TRANSMISIÓN DEL CALOR

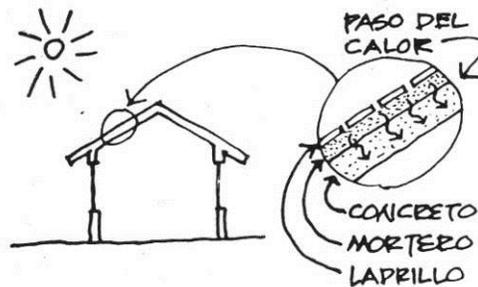
El calor se trasmite de tres formas:

**1. Radiación:** Consiste en la incidencia directa e indirecta de partículas luminosas



**Ilustración 8** Radiación directa e indirecta. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

**2. Conducción:** Es el paso del calor a través de las moléculas de un material sólido.



**Ilustración 9** Conducción. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

**3. Convección:** Es el transporte del calor mediante el movimiento de un fluido como el aire, el agua, etc.

El control de la suma de los tres fenómenos mediante un diseño adecuado da como resultado la comodidad térmica o bioclimática

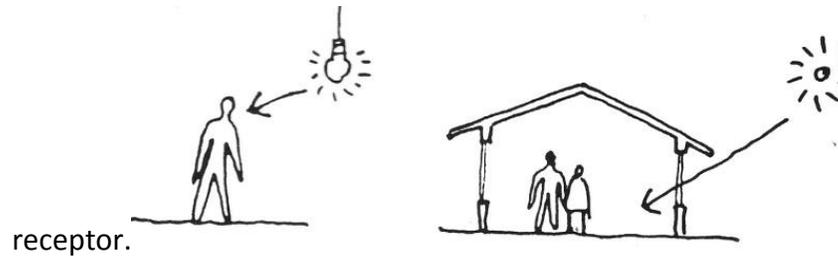


**Ilustración 10** Convección. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

## 2.2.7. GANANCIA DE CALOR

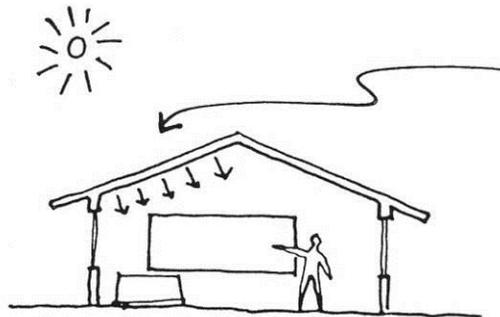
La ganancia del calor puede realizarse de tres formas:

1. **Ganancia directa:** es aquella que se obtiene mediante la incidencia directa de la radiación solar o incandescente. Se controla fácilmente mediante la interposición de un elemento opaco entre la fuente luminosa y el



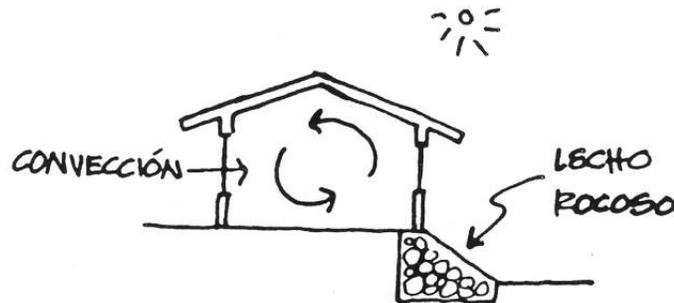
**Ilustración 10** Ganancia directa. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

2. **Ganancia indirecta:** Es la que emiten los cuerpos calientes no los que generan luz.



**Ilustración 11** Ganancia Indirecta. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

3. **Ganancia Aislada:** Se recibe por medio de un elemento colector ubicado en el exterior de la construcción y este se transmite al interior mediante convección natural o circulación forzada.



**Ilustración 12** Ganancia Aislada. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

### 2.2.8. ORIENTACIÓN Y ASOLEAMIENTO

La orientación es el elemento más importante en la climatización de una construcción, ya que está dependerá de la ganancia térmica a la que se encuentran expuestos sus muros y vanos.

### 2.2.9. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (k)

Es la propiedad que tienen los materiales de transmitir el calor intermolecularmente por la diferencia de temperatura en dos caras opuestas.

Valores comparativos del índice de conductibilidad térmica  $\lambda_w$ :  
(en kcal/m · h · °C)

Tablero de fibra de madera	0,05	Ladrillo cerámico	0,45 -0,90
Coco	0,031-0,034	Ladrillo de «poroton»	0,24 -0,29
Tierra	0,11	Ladrillo sílico-calcáreo	0,43 -0,95
Corcho	0,035-0,040	Vidrio plano	0,70
Paja	0,038	Hormigón armado	1,3 -1,75
Madera	0,12 -0,18	Acero	50,0
Cascote de ladrillo	0,35	Aluminio	175,0

Tabla No. 1 Obtenida Edificación Solar Biológica Pierre Robert Sabady.

### 2.2.10. GANANCIA DE CALOR EN BASE A MORFOLOGÍA CONSTRUCTIVA

La absorción de calor por radiación solar es mayor en techos planos. Los muros y los techos son elementos que ganan y almacenan calor. Características como el tipo de material, espesor, orientación y forma incide en el volumen de la ganancia de calor.

Cada 10° de inclinación del plano de un techo, representa un 10-15% de menor ganancia de calor por radiación aproximadamente

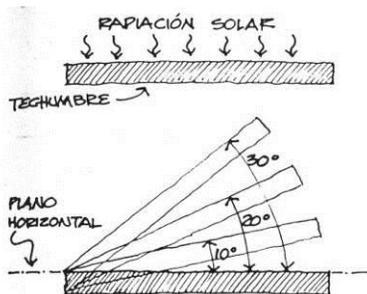


Ilustración 13 Ganancia de calor en base a inclinación de techo. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

DISMINUCIÓN DE GANANCIA DE CALOR SEGÚN LA FORMA:



LOS RAYOS SOLARES PUEDEN SER PERPENDICULARES A TODA LA SUPERFICIE



PUEDE SER SÓLO A LA MITAD.



PUEDE SER SÓLO A LA CUARTA PARTE



SON PERPENDICULARES SÓLO UNA LÍNEA EN CADA BÓVEDA.



SON PERPENDICULARES SÓLO A UN PUNTO DE LA BÓVEDA.

Ilustración 14 Radiación dependiendo de la morfología de los techos. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

En los techos curvos la ganancia de calor por conducción es menor debido a que la radiación solar es perpendicular a la bóveda en un solo punto.

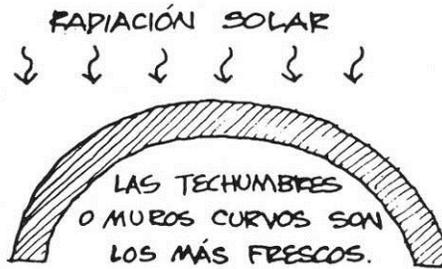


Ilustración 15 Radiación en techos curvos. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

### 2.2.11. CLIMATIZACIÓN PASIVA

Existen tres efectos para la climatización pasiva dentro de un edificio:

**1. Efecto Venturi:** Este efecto se lleva a cabo mediante la ventilación cruzada en la parte superior de una construcción. Al presionar el viento sobre los vanos produce una succión del aire interior debido a la diferencia de presiones entre el aire interior y exterior.

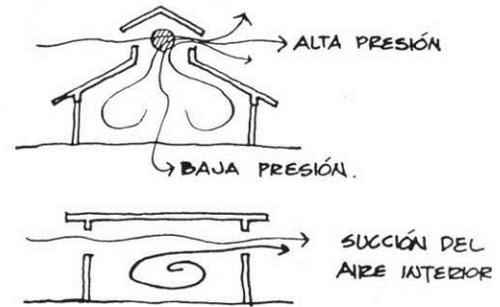


Ilustración 16 Efecto Venturi. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

**2. Efecto Chimenea (Termosifón):** Se efectúa por diferencia de temperaturas. El aire fresco por tener mayor densidad que el caliente, tiende a precipitarse; mientras que el aire calentado por radiación solar, aparatos eléctricos, personas y otros dispositivos tiende



elevarse mediante una salida en la parte superior, este efecto se lleva a cabo.

Ilustración 17 Efecto Chimenea. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

**3. Efecto invernadero:** al pasar la radiación solar a través de una superficie transparente o translúcida y almacenarse en los pisos, muros y objetos, estos disipan calor en forma de radiación infrarroja, la cual quedará atrapada por la opacidad de estas superficies a esta radiación de onda larga.

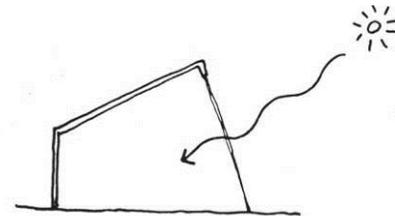


Ilustración 18 Efecto Invernadero. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

## 2.3. FUENTES DE ENERGÍA ALTERNA

### 2.3.1. ENERGÍA ALTERNA

Son aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales o clásicas.

### 2.3.2. ENERGÍA DEL SOL

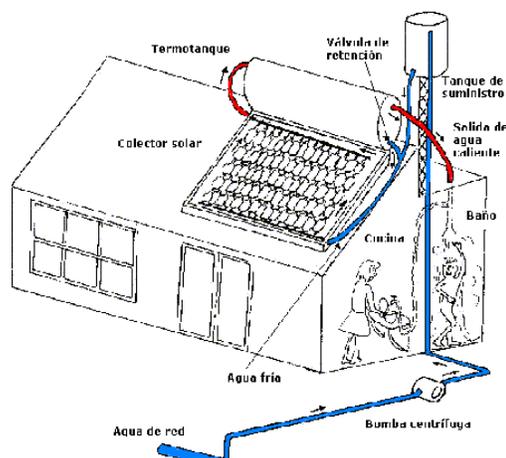
Es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitido por el sol.

Guatemala recibe 200,000TWh de energía solar, la captación del 0.05% de este recurso sería suficiente para cubrir la demanda total del país.

Aunque el país se encuentre perfectamente ubicado latitudinalmente, la alta nubosidad, es un factor que incide en el aprovechamiento al máximo de la energía solar. Una característica del clima de Quetzaltenango, es que a pesar de las bajas temperaturas que se registran en enero y febrero, siempre se cuenta con unos niveles de radiación que van desde 5 a 6 KW/m<sup>2</sup>/día.

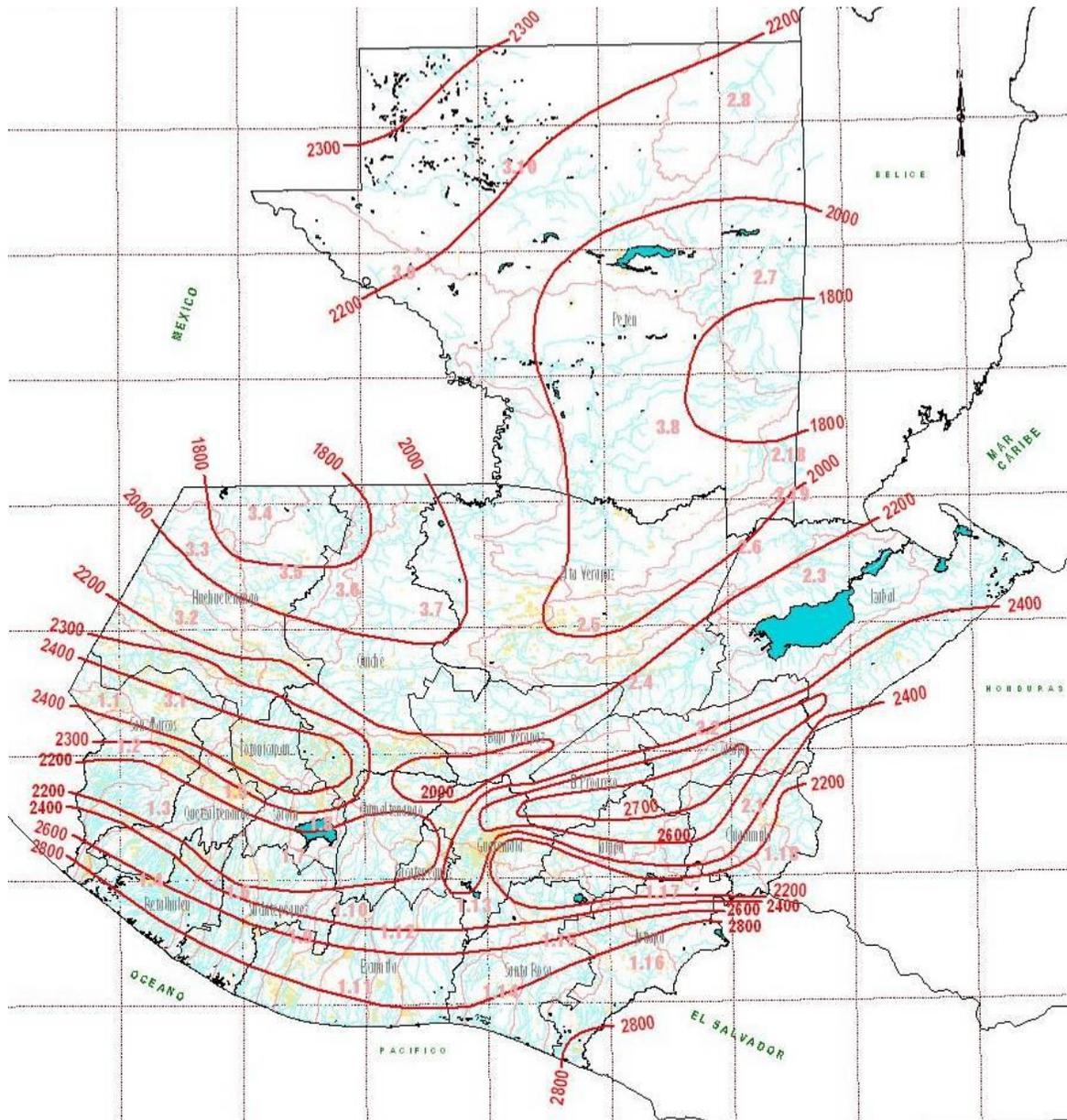
Un ejemplo de este potencial es proporcionado por Bons (2005), quien menciona que si en un caso hipotético el 10% de la población guatemalteca utilizara energía térmica para calentamiento de agua, podría desplazarse el consumo de más de 350 GWh/año, es decir un 5% de la demanda eléctrica nacional.

En relación con los costos, la energía fotovoltaica todavía no puede competir contra la que se genera en base a hidrocarburos, sin embargo, el XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación (INE, 2003) reportó que en el 2002 había 18,175 sistemas de iluminación fotovoltaica instalados en el país.<sup>12</sup>



**Ilustración 19** Formas de aprovechar la energía solar. Por medio de calentadores solares y estufas.

<sup>12</sup> Datos obtenidos Perfil Ambiental de Guatemala del 2006. Tendencias y Reflexiones sobre la Gestión Ambiental. (2006) por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL) y la Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA).



**Ilustración 20** Niveles de Insolación Promedio de Horas de Brillo Solar Anual. Atlas Climatológico del INSIVUMEH.

### 2.3.3. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR

A continuación presentaremos algunas técnicas de aprovechamiento de la energía solar:

- **Paneles Fotovoltaicos:** es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar, para generar electricidad.

Una de las desventajas que poseen los paneles solares, es el costo. Para poder cubrir toda la demanda de energía en un hogar porque se requiere de la instalación de varios

paneles solares. El costo en el mercado internacional de los paneles solares es de \$4.00 por W o vatio.<sup>13</sup> (Ver en anexos la realización de cálculo costo y paneles solares para abastecer el consumo de una vivienda para 5 integrantes).

Este es un esquema de las partes que consta el equipo completo, para la obtención de energía eléctrica:

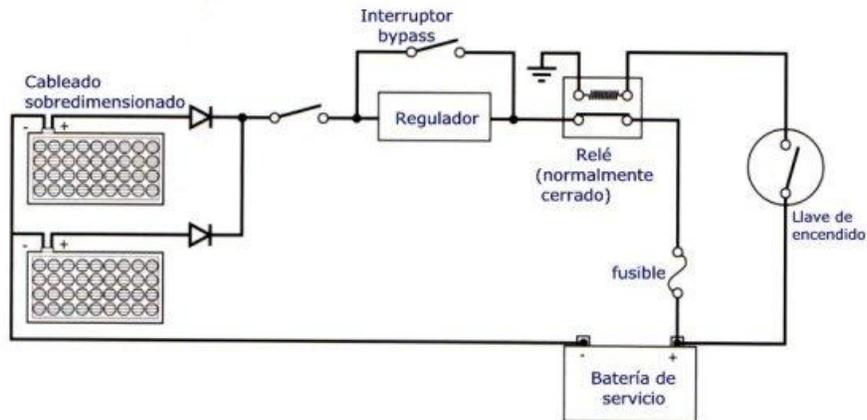
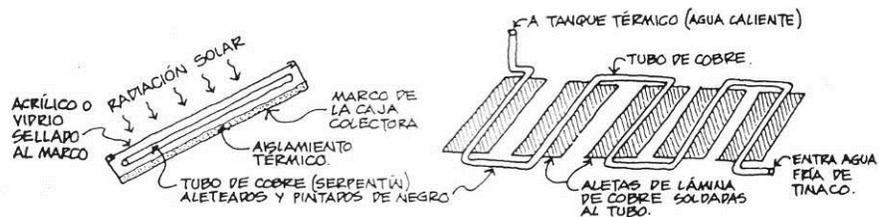


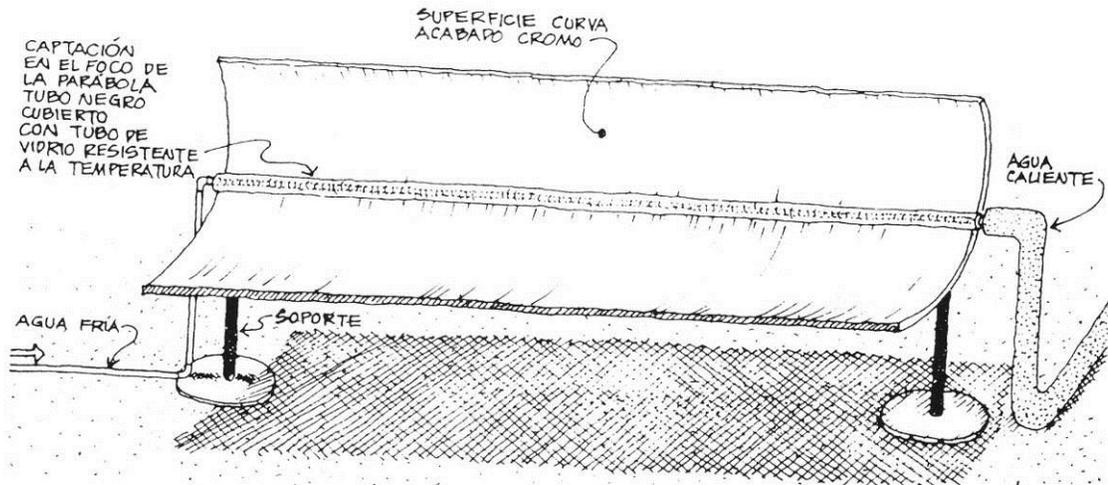
Ilustración 21 Esquema de conexión para paneles solares. Imagen obtenida de [http://www.marviva.org/articulos/paneles\\_y\\_placas\\_solares\\_en\\_embarcaciones.htm](http://www.marviva.org/articulos/paneles_y_placas_solares_en_embarcaciones.htm)

- **Calentador Solar de Agua:** Existen muchas técnicas para calentar el agua, aprovechando la radiación del sol. Por lo general el calentador solar consta de dos partes: a) termocoletores y b) termotanques. Los termocoletores son los elementos que transmiten y absorben el calor al agua que se desea calentar y el termotanque es el elemento que almacena por un determinado período el agua a la temperatura elevada (40°C a 50°C).

Básicamente los calentadores solares se dividen en dos grupos: los planos (que alcanzan temperatura no mayores de 70°C) y los de enfoque parabólico (que debido a la configuración curva logran concentrar la radiación solar en el foco, alcanzando temperaturas de hasta 2000°C, la desventaja de estos es que es necesario algún mecanismo que permita continuar la trayectoria del sol).

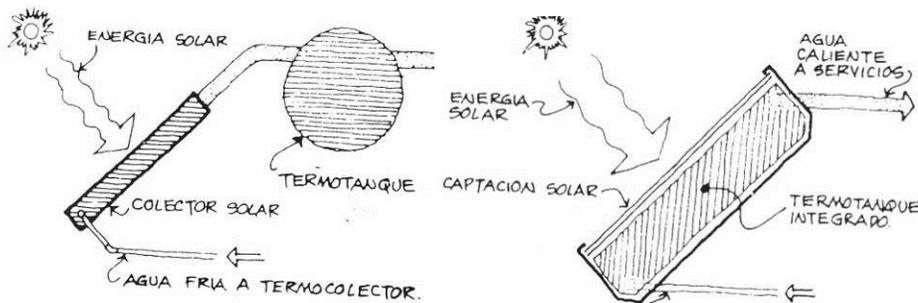


<sup>13</sup> Dato obtenido de wikipedia.org. Precio año 2010



**Ilustración 22** Los dos tipos de calentadores solares que existen. El plano y el parabólico. Graficas realizadas por Armando Deffis Casso

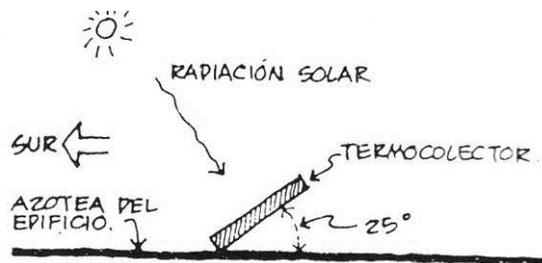
Y a su vez estos, se subdividen en dos: los que tienen integrado el termotanque de almacenamiento y los que tienen el termocolelector y termotanque por separado.



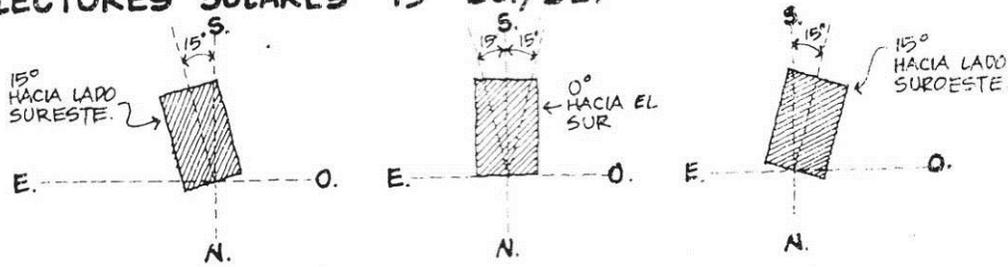
**Ilustración 23** Las dos subdivisiones de calentadores solares que existen. El primero con termo tanque excluido y el segundo con el termotanque integrado. Graficas realizadas por Armando Deffis Casso

Existen diversas formas de realizar un calentador solar. Mencionaremos algunas especificaciones generales e imprescindibles para la realización de un calentador solar.

a. Debemos estudiar el punto de ubicación para la colocación del termocolelector dentro de la vivienda.



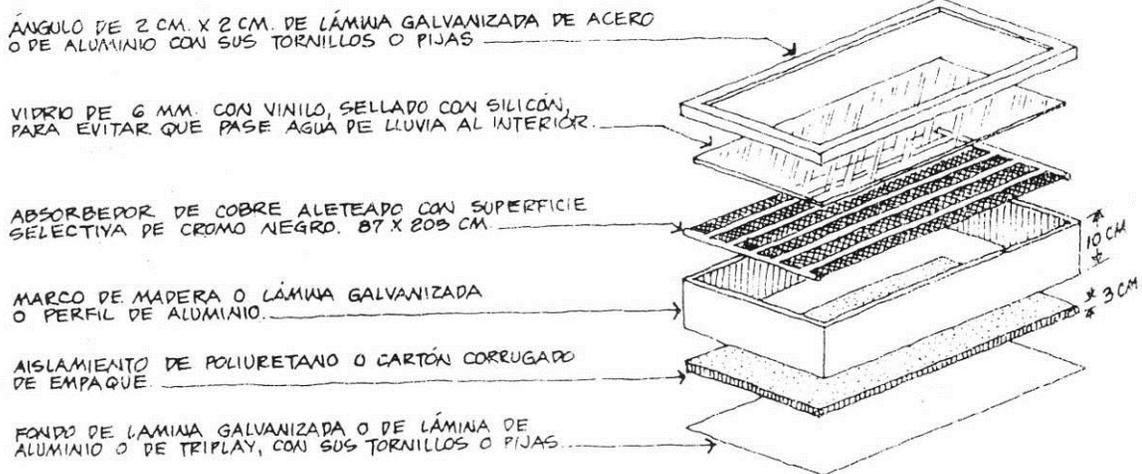
### TOLERANCIA DE DESVIACIÓN PARA LA COLOCACIÓN DE COLECTORES SOLARES 15° SO./SE.



**Ilustración 24** Ubicación ideal del termocolelector solar y la tolerancia de desviación para su colocación. Gráficas realizadas por Armando Deffis Casso

b. En el caso de los termocoletores planos, la base por lo general se utiliza algún material color negro (plástico negro, pintura asfáltica, recubrimiento bituminosos, etc.) para aumentar el efecto invernadero que se genera dentro. A su vez la tubería puede encerrarse dentro de una caja con paredes de duroport, madera o concreto aislante y la cubierta de cristal o plástico transparente, para la absorción de calor.

### PARTES DE LAS QUE CONSTA UN COLECTOR SOLAR



**Ilustración 25** Detalle de materiales para la realización de un termocolelector. Gráficas realizadas por Armando Deffis Casso.

c. La tubería por donde recorrerá el agua fría para ser calentada por el sol, debe de ser tubería de poliducto negro o cobre para la mayor absorción de calor. Puede aumentarse el efecto cubriendo la tubería con botellas de plástico.



Ilustración 26 Termocolector fabricado a base de botellas de plástico. Imagen obtenida de <http://parquehudson.blogspot.com>

d. Para saber el tamaño del termocolector en base al número de habitantes del hogar observar la siguiente tabla:

**TABLA DE CAPACIDADES Y DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS SOLARES**

CAPACIDAD DEL TERMO	AREA DE CALENTAMIENTO DEL COLECTOR	NÚMERO DE PERSONAS A LAS QUE PARÁ SERVICIO SI SE UTILIZA EL AGUA CALIENTE EN:		
		BAÑO DE REGADERA	BAÑO DE REGADERA Y FREGADERO	BAÑO EN REGADERA FREGADERO Y LAVADERA
300 LTS.	6 M <sup>2</sup>	6 PERS.	4 PERS.	3 PERS.
450 LTS.	9 M <sup>2</sup>	9 "	6 "	4 "
600 LTS.	12 M <sup>2</sup>	12 "	8 "	6 "
750 LTS.	15 M <sup>2</sup>	15 "	10 "	7 "
900 LTS.	18 M <sup>2</sup>	18 "	12 "	9 "

Tabla No. 4 Tabla de Capacidades y dimensiones de los equipos solares. Obtenida de La casa autosuficiente. Armando Deffis Casso

e. Se debe aprovechar al máximo el área del calentador estos son algunos esquemas que muestran las posibilidades de distribución de tubería.

**POSIBILIDADES DE TERMOCOLECTORES**

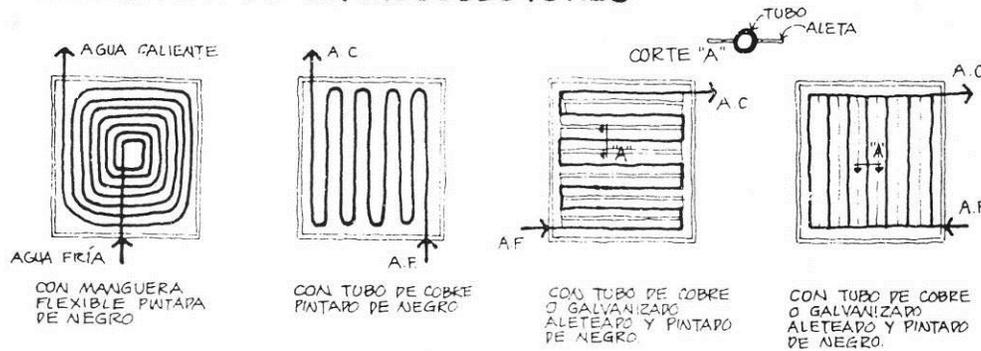
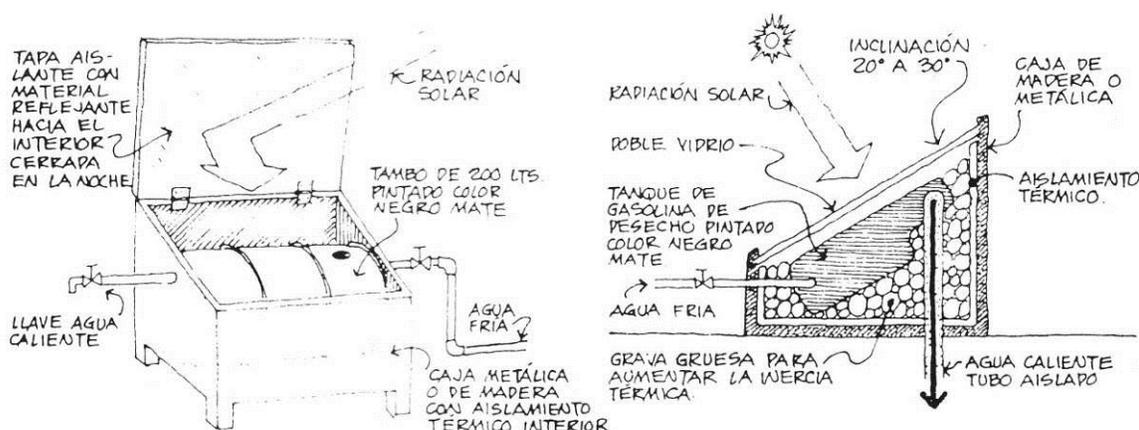


Ilustración 27 Posibilidades de distribución de la tubería de termocoletores. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso.

f. En el caso de los termocoletores parabólicos las superficies deben ser cromadas o fabricada de materiales altamente reflexivos para que los rayos solares reboten hacia la tubería ubicada en el foco.

g. Los termotanques deben protegerse y aislarse a su vez como la caja térmica que contiene la tubería. Estos son algunos ejemplos:



**Ilustración 28** Ejemplos de construcción de termotanques para almacenamiento de agua caliente. Gráficas realizadas por Armando Deffis Casso.

- **Estufa Solar:** La **cocina solar** es un artefacto que utiliza la luz del sol para cocinar los alimentos. Es la forma más **sostenible, segura y limpia** de cocinar. Si consideramos que a millones de personas, la labor de buscar combustible (leña) para cocinar les consume una considerable cantidad de tiempo y dinero.

Una tercera parte de la población mundial son dependientes del carbón, y para la mitad de dichas personas, este combustible es escaso. La gran mayoría de estas personas viven en países con escasos combustibles, pero ricos en sol, en el oeste de Asia y el este de África.

Se han hecho estudios que demuestran que las familias de bajos recursos gastan un 26% de sus ingresos en combustible. En Kenya las personas gastan hasta un 40% de sus ingresos en combustible, del cual el 74% es utilizado para cocinar. El uso de **estufas solares, hornos solares o cocinas solares** representa un ahorro considerable para estas familias.

El uso de estufa, horno o cocina solar también trae grandes beneficios para la salud. El 80% de las enfermedades en el mundo se esparcen a través del agua contaminada. Calentar el agua a 60° destruye los organismos infecciosos, dicha temperatura es fácilmente alcanzada con las cocinas o estufas solares.

Las enfermedades respiratorias son la causa de millones de muertes de niños al año. La gran mayoría de estas situaciones se da en los países en vías de desarrollo como resultado del aire contaminado en el interior de los hogares, provocado por los hornos y estufas sin la correcta ventilación.

Este problema podría reducirse enormemente si se utiliza una estufa solar o un horno solar., los cuales son completamente libres de humo.

Existen tres tipos de estufas solares o cocinas solares:

- Estufa solar parabólica
- Estufa solar de paneles
- Estufa solar de caja

Cada una tienen sus ventajas y desventajas. La estufa solar parabólica, tal como su nombre lo dice, está hecha de un material reflejante en forma de parábola que concentra la luz en un punto específico. Son conocidas por su habilidad para cocinar con energía solar rápida y eficientemente. Desafortunadamente suelen ser muy caras y complicadas de elaborar. También hay cuestiones de seguridad lo cual las hace complicadas de utilizar, y poco recomendables.

La estufa solar u horno solar de paneles, se refiere a cualquier cocina solar hecha a base de paneles que dirigen la luz hacia una cierta área. No es tan efectiva como una estufa solar parabólica, pero es mucho más segura y sencilla de construir.

La estufa solar de caja (cocina solar de caja) consiste en una caja aislada por todos los lados, con una cara cubierta de plástico que permite que entre la luz solar. Cada una de las superficies internas de la caja de la estufa solar está cubierta con un material reflejante. Este tipo de cocina solar no necesariamente refleja la luz hacia algún punto, si no que calienta la caja



**Ilustración 29** Estufa solar de configuración parabólica. Imagen obtenida de <http://energiasolera.wordpress.com/2010/01/02/las-cocinas-solares-ventajas-y-desventajas/#more-883>



**Ilustración 30** Estufa solar de panel. Imagen obtenida de <http://solarcooking.org/espanol/DSPC-Cooker-span.htm>



**Ilustración 31** Estufa solar de caja. Imagen obtenida de <http://solarcooking.org/espanol/minspan.htm>

por completo y permite que grandes cantidades de alimentos sean cocinados en el interior.<sup>14</sup>

Para completar, la experiencia de cocinar con leña o carbón vegetal se puede calificar como destructiva en términos de costo ambiental e inseguro para las personas, ya que se ven expuestas al humo y al intenso calor irradiado por rudimentarios fogones de leña. A diferencia, las cocinas solares son seguras, no producen llamas o humo y permiten una cocción, aunque más lenta, pero que conserva los nutrientes de los alimentos.

Aún cuando se vive en pueblos o ciudades con todos los recursos necesarios para preparar los alimentos, las **cocinas solares** permitirían ser más amigables con el medio ambiente al reducir la dependencia del gas natural, del propano licuado y de las estufas eléctricas.

A continuación se listan varias **ventajas** que representa el uso de las cocinas solares respecto a las formas más rudimentarias de cocinar:

- 1. El sol es gratis** y está en todas partes.
- 2. El horno solar es de bajo costo**
- 3. No contamina** el medio ambiente.
- 4. No emite humo** y por consiguiente no deja hollín (tizne) en las ollas o utensilios de cocina.
- 5. Es más seguro**, se evita el riesgo de incendio o los asociados a la inhalación del humo.
- 6. Su funcionamiento es sencillo** y no se requieren preparativos antes de empezar el proceso.
- 7. Preserva los nutrientes** de los alimentos debido a que las temperaturas de cocción en general no alcanzan temperaturas excesivas (algunos modelos sí).
- 8. Pueden ser portátiles.** Es posible fabricarlas para ser plegables o desmontables y con materiales livianos que permitan ser transportados con facilidad.
- 9. Son fáciles de construir**, aún con materiales locales.

Los hornos o cocinas solares no son una solución total, pero sí son útiles herramientas con ciertas **desventajas** que se enumeran a continuación:

- 1. Es solo para días soleados.** No se puede cocinar en la noche, en días muy nublados o con lluvia.
- 2. La cocción demora más.** (esto es relativo)

---

<sup>14</sup> Texto obtenido de <http://www.dforceblog.com/2008/07/04/que-es-una-estufa-solar/>

**3.** Con este sistema solo se pueden cocinar **dos comidas al día**. La del medio día y la de la tarde.

**4. No se pueden freír alimentos.** Excepto en los diseños parabólicos

**5. Existe rechazo a cocinar fuera de la casa.** Esta es una fuerte desventaja que impide un uso más extendido.

Las cocinas solares pueden funcionar adecuadamente desde el ecuador hasta los 40 grados de latitud (norte o sur). No obstante también se pueden obtener buenos resultados a mayores latitudes mejorando el diseño para captar más luz solar.

Queda claro que las ventajas de las cocinas solares son muchas y sus limitaciones no impiden que sean el **complemento ideal de otros sistemas** convencionales o sostenibles como el del biogás, de tal modo que se pueda cocinar con una o con otra dependiendo de las necesidades inmediatas y de las condiciones de luminosidad.

#### 2.3.4. ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es la generada por la fuerza del viento.

En relación a la energía eólica, Guatemala cuenta con una superficie de 1,568 km<sup>2</sup> donde la clase de viento es 4 o superior. Al asumir una densidad superficial de generación de 5 MW/km<sup>2</sup>, el potencial eólico de Guatemala es de aproximadamente 7,840 MW, que podría generar energía eléctrica en el orden de magnitud de 20,000 GWh por año.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia

Para poder aprovechar la energía eólica es importante conocer las variaciones diurnas y nocturnas y estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo, la entidad de las ráfagas en espacios de tiempo breves, y valores máximos ocurridos en series históricas de datos con una duración mínima de 20 años. Es también importante conocer la velocidad máxima del viento. Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima que depende del aerogenerador que se vaya a utilizar pero que suele empezar entre los 3 m/s (10 km/h) y los 4 m/s (14,4 km/h), velocidad llamada "cut-in speed", y que no supere los 25 m/s (90 km/h), velocidad llamada "cut-out speed".

La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas operatrices, como para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión, (que comprende un generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red) es conocido como aerogenerador.

Un molino es una máquina que transforma el viento en energía aprovechable, que proviene de la acción de la fuerza del viento sobre unas aspas oblicuas unidas a un eje común. El eje giratorio puede conectarse a varios tipos de maquinaria para moler grano, bombear agua o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una carga, como una bomba, recibe el nombre de molino de viento. Si se usa para producir electricidad se le denomina generador de turbina de viento.

Los primeros molinos de uso práctico fueron construidos en Sistán, Afganistán, en el siglo VII. Estos fueron molinos de eje vertical con hojas rectangulares. Aparatos hechos de 6 a 8 velas de molino cubiertos con telas fueron usados para moler maíz o extraer agua.

En Europa los primeros molinos aparecieron en el siglo XII en Francia e Inglaterra y se distribuyeron por el continente. Eran unas estructuras de madera, conocidas como torres de molino, que se hacían girar a mano alrededor de un poste central para levantar sus aspas al viento. El molino de torre se desarrolló en Francia a lo largo del siglo XIV. Consistía en una torre de piedra coronada por una estructura rotativa de madera que soportaba el eje del molino y la maquinaria superior del mismo.

En Estados Unidos, el desarrollo de molinos de bombeo, reconocibles por sus múltiples velas metálicas, fue el factor principal que permitió la agricultura y la ganadería en vastas áreas de Norteamérica.



**Ilustración 32** Molinos de viento de la Mancha España imagen obtenida de [http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_e%C3%B3lica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica)



**Ilustración 33** Instalación de aerogeneradores en parte más altas de las viviendas de un condominio en Croydon, Reino Unido. Imagen obtenida de <http://energiacasa.wordpress.com/2009/12/27/eolica-imagenes-1/#more-855>

Las turbinas modernas fueron desarrolladas a comienzos de 1980, si bien, los diseños continúan desarrollándose.

Vamos a mencionar algunos ejemplos de aerogeneradores aplicables a un vivienda:

- **Aerogeneradores que producen electricidad**

Para el estimando la generación anual de un aerogenerador pequeño:

Una estimación de la salida de energía anual de una mini turbina eólica (en kilovatios / hora por año) es el mejor modo de determinar si producirá suficiente electricidad para satisfacer sus necesidades.

Un fabricante de aerogeneradores puede ayudarle a estimar la producción de energía que usted puede esperar. El fabricante realizará un cálculo basado en estos factores:

- Curva de generación de la turbina específica
- Promedio anual de la velocidad del viento en su sitio
- Altura de la torre que usted planea usar
- La distribución de frecuencia del viento- una estimación del número de horas que el viento soplará en cada velocidad durante un año medio

El fabricante también debería ajustar este cálculo para la elevación del terreno del sitio en donde se ubicaría finalmente el aerogenerador.

Para conseguir una estimación previa del desempeño de una turbina de eólica particular, puede usar la siguiente fórmula:

- **$EGA = 0.01328 D^2 V^3$**

Donde:

**EGA**= energía generada anualmente (kilovatios-hora [kWh]/año)

**D** = Diámetro del rotor (en pies)

**V** = Promedio anual de la velocidad del viento, millas por hora (mph), en su locación final

*(Ver en anexos cálculo de mini aerogenerador para Quetzaltenango)*

- **Aerogeneradores que bombean agua**

Las bombas de agua eólicas son máquinas de **bombeo** de agua que funcionan con la fuerza del viento. La energía mecánica obtenida del



**Ilustración 35** Aerogeneradores que a través del viento se obtiene energía mecánica para accionar bomba hidráulica <http://energiasera.wordpress.com>

viento acciona una **bomba hidráulica** que se encuentra en la parte inferior para elevar el agua.

El uso más extendido es la **extracción de agua de pozos subterráneos**. Se encuentran en granjas agrícolas y en haciendas ganaderas en donde a pesar de haber sido desplazadas por las potentes bombas eléctricas y a gasolina aún persisten y desempeñan una importante función.

Los pozos de agua subterránea son muy comunes en las **áreas rurales** de países **latinoamericanos** y usualmente son poco aprovechados, en parte debido a los costos de combustible y poco acceso a la red de energía eléctrica. Considerando que muchas de estas áreas rurales son también ventosas en temporada seca queda claro que las bombas eólicas podrían ser de gran utilidad para mitigar la falta de **abastecimiento de agua**.

Pese a sus ventajas, las potentes bombas de agua con motores eléctricos o de combustión interna nos hacen excesivamente **dependientes** de los **combustibles fósiles** y de las formas de generación de energía centralizadas. Las bombas eólicas en cambio hacen parte de una tendencia deseable hacia la micro-generación de energía, de una manera **distribuida y autosostenible**.

### 2.3.5. ENERGÍA GEOTÉRMICA

Es aquella energía procedente del calor interior de la tierra. Como formas de obtención de energías limpias (no dependiente de petróleo), en Quetzaltenango se encuentra en el Municipio de Zunil, la planta geotérmica de ciclo binario que cuenta con una capacidad de producción de 25 MW. A nivel nacional Guatemala cuenta con un potencial de generar 100MW por energía geotérmica.<sup>15</sup>

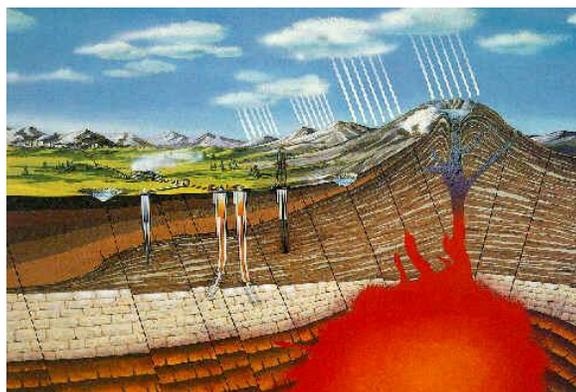


Ilustración 36 Energía geotérmica. Imagen obtenida de <http://www.dforcesolar.com>

<sup>15</sup> Datos obtenidos Perfil Ambiental de Guatemala del 2006. Tendencias y Reflexiones sobre la Gestión Ambiental. (2006) por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL) y la Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA).

### **2.3.6. ENERGÍA NUCLEAR**

Es la energía obtenida a partir de radiactividad, convirtiendo esta en energía calorífica o eléctrica.

### **2.3.7. ENERGÍA HIDRAULICA O HIDROELÉCTRICA**

Es aquella energía que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua o mareas. Es un tipo de energía verde cuando su impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza hídrica sin represarla, en caso contrario es considerada sólo una forma de energía renovable.

Consiste en hacer girar una bobina de alambre dentro de un campo magnética, convirtiendo la energía mecánica en electricidad.

### **2.3.8. ENERGÍA MAREOMOTRIZ O UNDIMOTRIZ**

Es aquella energía que se obtiene aprovechando las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa de la Tierra y la Luna, y que resulta de la atracción gravitatoria de esta última y del Sol sobre las masas de agua de los mares. Esta diferencia de alturas puede aprovecharse poniendo partes móviles al proceso natural de ascenso o descenso de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje.

Mediante su acoplamiento a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica, una forma energética más útil y aprovechable. Es un tipo de energía renovable limpia.

La energía mareomotriz tiene la cualidad de ser renovable, en tanto que la fuente de energía primaria no se agota por su explotación, y es limpia, ya que en la transformación energética no se producen subproductos contaminantes gaseosos, líquidos o sólidos

### **2.3.9. ENERGÍA DE BIOMASA**

Toda la vida animal y del hombre, depende de las plantas que mediante la fotosíntesis convierten la energía del sol en energía química que es la energía de los alimentos, que está almacenada en la biomasa vegetal.

Esta energía almacenada en la biomasa residual puede aprovecharse mediante gran variedad de procesos, tales como destilación, combustión, hidrogasificación, hidrogenación, pirolisis y fermentación anaeróbica.

La producción de metano es un proceso de bajo costo y de gran utilidad. A continuación presentaremos algunas formas de generar energía con bio-masa.

## **BIOGAS Y BIODIGESTIÓN**

El biogás es el gas producido por la biodegradación anaeróbica de la materia orgánica. Contiene entre un 50 a 75% de gas metano (CH<sub>4</sub>) y por tanto es un buen combustible que puede ser útil en la generación de energía eléctrica, mecánica y calorífica. La biodigestión de la materia orgánica se produce al interior de un contenedor llamado biodigestor en el cual los microorganismos presentes transforman la materia inicial -generalmente residuos agropecuarios- en el preciado biogás y en un efluente líquido con propiedades fertilizantes conocido como Biol.

El proceso para proceso para producir biogás es el siguiente: Al digestor se adiciona una cantidad diaria de estiércol o residuos vegetales mezclados con agua. En la cámara interna del digestor el estiércol es transformado por las bacterias anaeróbicas en gas metano y otros gases que son conducidos por tuberías hasta el lugar de consumo o almacenamiento. Adicionalmente se obtiene como efluente, biol: un líquido concentrado rico en nutrientes que al ser diluido puede usarse como fertilizante orgánico. Otro subproducto de la biodegradación son lodos, estos pueden ser compostados y posteriormente usados como acondicionador de suelos en huertas o cultivos.

El biogás puede ser usado para cocinar, también como combustible de motores de combustión interna; obteniéndose potencia mecánica o bien electricidad en el caso de estar acoplado a un alternador o generador eléctrico. Los motores Diesel son una buena alternativa para la generación ya que permiten una mezcla hasta de un 80% biogás + 20 diesel (gasóleo). Una gran ventaja es que el motor no requiere modificaciones para este propósito pues el biogás es succionado a través del filtro de aire (admisión de aire) además de que los motores diesel son comunes y bastante robustos.

## **CLASIFICACIÓN DE BIODIGESTORES**

### ***BIODIGESTORES DISCONTINUOS***

#### ***Por Lotes***

Los biodigestores discontinuos o por lotes son contenedores cerrados que una vez cargados no permiten extraer o añadir más sustratos hasta que finalice el proceso completo de biodegradación y producción de biogás. En otras palabras, el proceso finaliza cuando no se produce más biogás.

Estos tipo de digestores admiten mayor carga de materiales poco diluidos, por lo que el requerimiento de agua es menor que en los sistemas continuos. Otro aspecto a favor es que no son afectados por presencia de material pesado como tierra o arena.

Al principio y al final del proceso la producción de biogás es marcadamente menor; Lo cual se debe a la carencia de condiciones óptimas para los microorganismos anaeróbicos al inicio y posteriormente al agotamiento de de los nutrientes para los mismos.

### **BIODIGESTORES SEMICONTINUOS**

Estos biodigestores son alimentados diariamente con una carga relativamente pequeña en comparación al contenido total; Ésta se deposita en la cámara de carga, e igualmente se debe extraer de la cámara de descarga un volumen igual del efluente líquido para así mantener el volumen constante. Generalmente producen biogás casi permanentemente, gracias al suministro constante de nuevos nutrientes para las comunidades de bacterias.

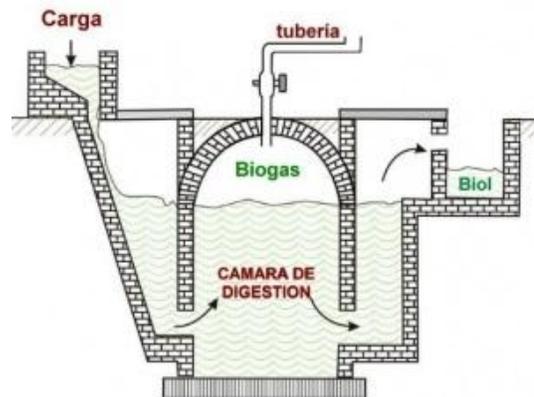
Una limitante importante es la disponibilidad de agua, debido a que la carga debe ser una mezcla de una parte del material orgánico y cuatro partes de agua (proporción 1:4).

### **BIODIGESTORES DE MEZCLA COMPLETA**

La característica que define a este tipo de biodigestores es que la carga añadida periódicamente se mezcla casi en su totalidad con el contenido ya presente en cámara de digestión. Como resultado, parte del material sin biodegradar sale en el efluente, lo cual evita que se pueda garantizar la eliminación total de agentes causantes de enfermedades en plantas y animales así como de semillas de plantas arvenses (malezas).

#### **Modelo Chino**

Se originó en China y consiste en una estructura cerrada con cámaras de carga y descarga que puede ser construida de concreto armado o ladrillos. Tienen una larga vida útil (mayor a 15 años) con un adecuado mantenimiento. Sin embargo, el relativo *alto* costo que representa la construcción de este modelo hace que no se haya popularizado en países latinoamericanos tanto como otros diseños.



**Ilustración 37** Biodigestor modelo chino. Imagen obtenida de <http://energiacasera.wordpress.com>

El digestor almacena solo pequeño volumen del gas generado en el interior, por lo que requiere un contenedor diferente construido para tal fin (gasómetro).

### **Modelo Indio**

También llamado de domo flotante, en su parte superior presenta una campana o domo que se mantiene flotando en el líquido a causa del biogás que retiene en su interior. El domo puede ser de metal o preferiblemente de un material resistente a la corrosión como los plásticos reforzados. Esta *campana* sube y baja dependiendo del volumen de gas que contiene y por esto requiere una varilla guía central o rieles laterales que eviten el rozamiento contra las paredes de la estructura.

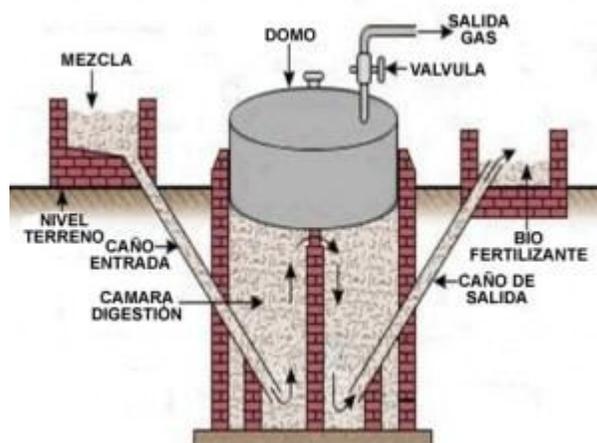


Ilustración 38 Biodigestor modelo hindú. Imagen obtenida de <http://energiasera.wordpress.com>

Tienen la ventaja que no necesita un contenedor externo para el almacenar el gas generado. Este se mantiene a una presión relativamente constante al interior del domo, lo que es muy ventajoso.

Una variación a este modelo lo constituyen los biodigestores que presentan una película de polietileno flexible en la parte superior en sustitución del domo flotante. Haciéndolos más económicos y accesibles socialmente.

### **BIODIGESTORES DE FLUJO PISTÓN**

Son aquellos en los cuales la cámara de digestión es alargada y por lo tanto la degradación de los residuos transcurre a medida que transitan a lo largo del digestor. En esta categoría se encuentran los digestores familiares de bajo costo.

### **Modelo Horizontal**

Es básicamente un digestor tubular horizontal en cuyos extremos se sitúan las cámaras de carga y descarga del sistema. Su configuración alargada impide que la carga líquida inicial

y el efluente se mezclen; Esto lo hace útil en el aprovechamiento de residuos que requieran un tratamiento prolongado, tales como excretas humanas y ciertos desperdicios de sacrificio de animales.



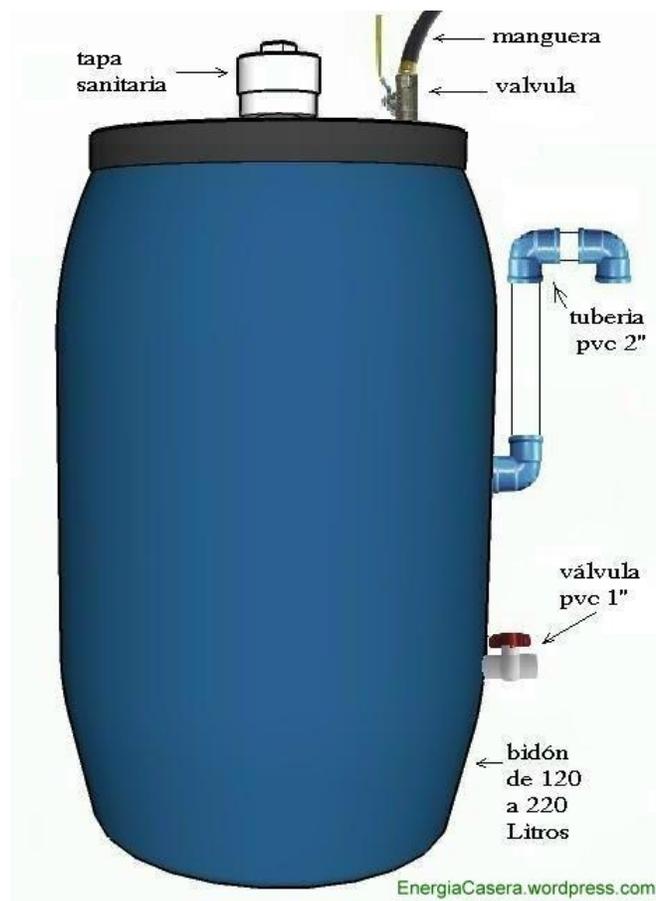
**Ilustración 39** Biodigester horizontal. Imagen obtenida de <http://energiacasera.wordpress.com>

Los biodigestores familiares de bajo costo, populares en países en vías de desarrollo, son fáciles de implementar ya que se fabrican con grandes bolsas de polietileno tubular. Suelen situarse dentro de una especie de trinchera y su periodo de vida útil son unos cinco años.

Además de los modelos comunes descritos en este documento, existen otros con variaciones de todo tipo; Variaciones en forma, tamaño, continuidad del afluente y materiales de construcción. A continuación presentaremos algunos modelos constructivos de biodigestores caseros.

### 1. BIODIGESTOR DE BIDÓN:

Inicialmente, dependiendo del tanque disponible así será la cantidad de biogás producido por el digester. Los usos para este biogás podrían ser cocinar algunos alimentos, para la calefacción de una estancia, iluminar o simplemente



**Ilustración 40** Gráfica de partes que consta biodigester fabricado a partir de un bidón de plástico. Imagen obtenida de <http://energiacasera.wordpress.com/>

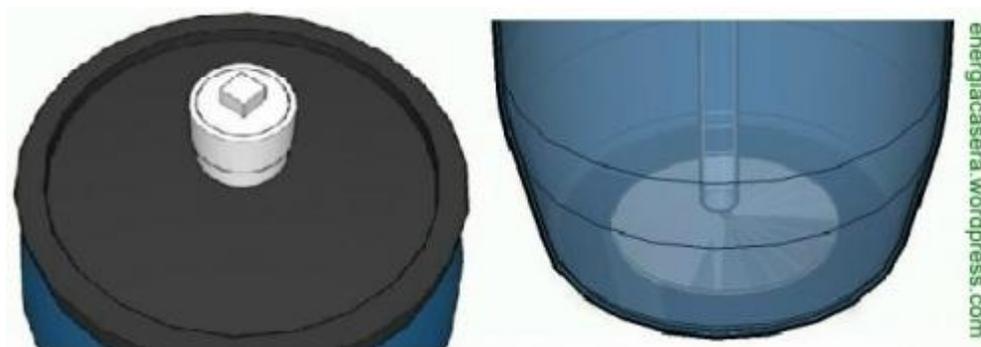
para proyectos o experimentos caseros. Para esto último sería muy útil un mechero Bunsen ya que permite regular el flujo de gas y la mezcla de aire-biogás de forma sencilla.

El biodigestor debería construirse de acuerdo a la disponibilidad de recursos y no tratar de hacerlo exactamente con los materiales que mencionaré a continuación.

### Los Materiales y su descripción:

#### *El reactor y la entrada de materiales*

- Un tanque o bidón de entre 120 y 220 litros de capacidad. Generalmente son azules con tapa de cierre hermético.
- Tapón de limpieza sanitario (4"): Es una especie de adaptador con tapón enroscable
- Segmento corto de tubo (4"): Pasa a través de la abertura y conecta el "adaptado-tapón" en el exterior con la Reducción en la parte interna del tanque. Debe ser suficientemente corto para permitir que tanto la Reducción como el adaptador-tapón aprisionen la pared de la tapa del tanque y así permitir una mejor sujeción y sellamiento. También se pueden usar bridas sanitarias pegadas con silicona al tanque.
- Reducción PVC de 4" a 3"
- Tubo PVC sanitario (3"): Desde la reducción hasta 5cm antes del fondo del tanque.



**Ilustración 41** Gráfica de tapón sanitario para recarga y detalle de tubería en el fondo del bidón. Imagen obtenida de <http://energiacasera.wordpress.com/>

#### *Parte superior e inferior*

##### *Para la salida del efluente:*

- Adaptador de tanque (2")
- Tubo PVC (2") para la tubería de salida del efluente
- 3 Codos PVC (2")
- Adaptador de tanque (1") para conectar la válvula
- Válvula de esfera PVC (1") Para la salida inferior del efluente más pesado.

##### *Para la salida del biogás (en orden):*

- Conector de tanque (1/2")

- Válvula de esfera con roscas (1/2")
- Adaptador para manquera
- Manguera

*Para unir las partes y sellar:*

- Soldadura (pegamento) para PVC
- Silicona selladora transparente, ¡resistente a hongos!: Para sellar alrededor de las uniones al tanque e impedir filtración.

( " ) = pulgadas

Al tanque se le realizan dos agujeros laterales y dos en la tapa. Uno en la parte lateral-inferior para la válvula de 1 pulgada; otro en la parte media para la salida de efluente. En la tapa uno será para la entrada del material y el otro para la salida del biogás, siempre del diámetro de la pieza que lo atraviesa.

**Para almacenar el biogás** se utiliza un depósito de campana flotante, muy fácil de construir con dos bidones; uno grande donde va el agua y otro ligeramente más angosto que se sitúa boca abajo dentro del anterior. La manguera que viene del digestor se introduce al tanque mayor y burbujea de tal forma que el gas sube y queda atrapado en el tanque menor el cual tiene una válvula para la salida del gas con una manguera y una trampa de agua.

**Precaución:** EL BIOGÁS ES UN COMBUSTIBLE. Tome adecuadas medidas de seguridad y consulte a un profesional.

### **PAUTAS DE USO**

Para poder utilizar el biodigestor su constructor deberá instalar previamente las conexiones, mangueras, válvula de seguridad, depósito de biogás y quemador, así como también revisar las conexiones con el fin de evitar fugas de gas o la entrada de aire al aparato. Ya resueltos estos preparativos se podrá proseguir con el llenado de este.

### **Materia orgánica utilizable**

- Estiércol fresco o purines de animales herbívoros u omnívoros (ejemplo: cerdos).
- Residuos de cocina y restos de alimentos, (excepto de cítricos).
- Aceite de cocinar usado (solo el 5%)
- Restos de vegetales de plaza de mercado.
- Césped recién cortado -mezclado con otros materiales-

- Aserrín (serrín) “viejo” -mezclado con otros materiales-

Existen otras materias que no recomiendo debido a que son más difíciles de degradar o no aptos para un biodigestor de estas características. En general no deben utilizarse residuos de frutas cítricas, semillas o granos enteros, paja o tallos de cereales, virutas de madera, hojas secas, restos de podas, excremento de animales carnívoros como gatos o perros y tampoco materia fecal humana. Están fuera de toda consideración para este uso los huesos, piedras, vidrio, metal, plástico y cascarilla de arroz.

Para permitir una rápida degradación, todos los materiales que se utilizarán deben ser triturados, desmenuzados o machacados según sea el caso, en fragmentos no mayores a 10 mm para los más blandos y menores 5 mm los más consistentes. Entre más pequeños, mejor.

### Carga

La carga se constituirá por la mezcla de un 20 a 25 % de material orgánico y de un 80 a 75% de agua. Parte de este agua puede reemplazarse por el líquido (efluente) tratado que sale del biodigestor también conocida como biol, y de esa forma producir más biogás a expensas de obtener menos fertilizante.

### Tiempo de retención y carga diaria

De acuerdo a la temperatura ambiental, así será el tiempo de retención de los materiales añadidos al biodigestor. En la siguiente tabla extraída de la Guía de Biodigestores Familiares se indica el tiempo de retención de acuerdo a la temperatura.

Región característica	Temperatura (°C)	Tiempo de retención (días)
Trópico	30	20
Valle	20	30
Altiplano	10	60

Tabla No. 5 Tabla de retención para la obtención de biogás en base a la temperatura obtenida de <http://energiasera.wordpress.com/>

Se dejará un espacio de “aire” en el biodigestor de un 25% (1/4) en tanque-biodigestor, por lo que solo se utilizará el 75% de la capacidad de este, al cual llamaremos **volumen de trabajo (VT)**. El tubo de salida se dispondrá a modo de rebosadero, de tal forma que siempre quede 1/4 de la capacidad para la fase gaseosa.

La carga de mezcla que se debe adicionar diariamente se calcula como se indica a continuación:

$$VT = CTT \times 0,75$$

$$CD = VT/TR$$

Siendo:

**VT:** volumen de trabajo en Litros.

**CTT:** capacidad total del tanque en Litros.

**CD:** carga diaria de mezcla que se debe añadir.

**TR:** tiempo de retención en días (ver tabla)

**Ejemplo:** En clima cálido, para un biodigestor de 120 litros, el volumen de trabajo será 90 litros ( $120 \text{ L} \times 0.75 = 90$ ) y la carga diaria de mezcla será 4.5 litros ( $90\text{L}/20=4.5\text{L}$ ).

### Funcionamiento

El biodigestor inicialmente deberá llenarse (los 3/4) con la mezcla de materia orgánica y agua en pocos días para evitar que se liberen olores de forma excesiva. Luego del llenado no se adicionará más mezcla hasta que haya comenzado bien la producción de metano y luego mantenido por varios días. Posterior a que esto ocurra se adicionará diariamente la carga que calculó para su biodigestor en concreto, siempre por la tapa PVC en la parte superior del digestor.

El tubo de salida del biodigestor será el rebosadero por donde saldrá el efluente líquido o biol cada vez que se adiciona la carga al aparato.

En cuanto a la cantidad de biogás que se producirá no hay un “número mágico” para todos los sustratos posibles. Lo mejor será buscar por cada material que piensa utilizar en un artículo o libro como el de CEPIS-OPS

No olvide que estas solo son algunas pautas y que puede experimentar variando el tiempo de retención, los materiales orgánicos, la dilución de la carga u otros aspectos.

## 2. DEPÓSITO FLOTANTE DE BIOGÁS (AMPLIACIÓN DE BIODIGESTOR DE BIDÓN)

Una forma de **almacenar el biogás** producido en un biodigestor pequeño es con un depósito de **cúpula flotante**. Este ofrece ciertas **ventajas** con respecto al uso de recámaras de camión:

- Puede mantener una presión relativamente constante.
- Da un mejor indicador del volumen de biogás almacenado.
- Es durable y menos tedioso de usar.



Ilustración 42 Biodigestor y dos depósitos. Imagen obtenida de <http://energiasera.wordpress.com/>

En un depósito de campana se aprovecha que el agua no dejará escapar el gas encerrado en contenedor sumergido con la boca hacia abajo. Para el depósito se utilizan un par de tanques plásticos cilíndricos de distinta anchura. La idea es poder introducir uno dentro del otro sin problemas y sin quedar demasiado espacio entre uno y otro.

Al tanque más ancho se le quitará la tapa o si fuere necesario se le retirará la parte superior cortándola. El tanque de menor anchura se colocará sin tapa y con la boca hacia abajo dentro del otro tanque.

La entrada del biogás en el depósito puede estar situada tanto en la parte inferior de tal forma que el gas burbujee y quede atrapado en el tanque o también por la parte superior de este, que técnicamente es el fondo y para lo cual haría falta taladrar una vez e instalar una conexión, una válvula y el adaptador para colocar la manguera.

El tanque base debe llevar unos rieles o varillas metálicas proyectadas hacia arriba; servirán de guías al tanque superior e impedirán que este se vuelque al elevarse por el biogás almacenado. Del mismo modo, el tanque superior debe tener una tablilla pegada al fondo (parte superior) con perforaciones o ranuras en los extremos por donde se insertarán las varillas guías.

La energía generada por la biomasa puede contribuir a calentar agua para baño. A continuación presentaremos la técnica de compostaje para calentar agua:

El proceso aerobio por el cual transformamos los residuos orgánicos o biomasa de celulosa en compost o tierra fértil es conocido como compostaje. En la parte más importante del proceso se genera calor a causa de la intensa actividad de los microorganismos descomponedores. Este puede ser aprovechado para calentar agua ya que

una pila de compost en esa etapa termogénica generalmente alcanza una temperatura de 55 a 65°C.



**Ilustración 43** Compostaje para Calentar agua. Imagen obtenida de <http://energiacasa.wordpress.com/>

El arreglo o construcción de un calentador de agua que utilice esta fuente de calor es sencillo (no siempre). Básicamente se dispone un circuito de manguera que serpentea al interior o debajo de la pila de residuos compostados. Por esta manguera circulará el agua que se quiere calentar. El agua caliente puede almacenarse en tanques aislados o conducirse por instalaciones preexistentes para tal propósito. También es necesario disponer varios tubos con perforaciones para permitir la aireación al interior de la pila y de esa forma reducir la necesidad de volteos frecuentes al material.

#### 2.3.10. ENERGÍA GENERADA POR FUERZA HUMANA

La bicicleta es un medio de transporte para el ser humano. En la actualidad, se está aprovechando esta energía generada por el conductor, para transformarla en energía eléctrica o energía mecánica para la activación de bombas de agua. La cantidad de usuarios que atienden a los gimnasios dentro de la ciudad cada vez crece, sin embargo mucha de esta energía podría aprovecharse dentro de la vivienda para generar energía alternativa y brindar salud física.



**Ilustración 44** Bicicleta estacionaria de ITSL, la cual con ½ hora de pedaleo acumula 120W en las baterías que dirigen esta hacia un transformador. Imagen obtenida de <http://www.elsiglodetorreon.com.mx/>

## 2.4. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### 2.4.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SEGÚN LA ARQUITECTURA BIOARMÓNICA

En la actualidad se conocen propiedades cuantitativas de los materiales como: su resistencia, su resistencia a la transmisión del calor, sus coeficientes de difusión del vapor y otras propiedades puramente cuantitativas, olvidando que esto es una verdad técnica parcial del material. Se prescinde por completo de la realidad, de que un material de construcción puede ser vivo y disponer de una irradiación propia con fuerza determinante, esto es sus propiedades cualitativas. El problema principal del moderno conocimiento de materiales es que esta irradiación, que hace que un material resulte simpático o antipático a primera vista, sano o nocivo, no puede aún medirse directa e inequívocamente con nuestros actuales aparatos técnicos.

Existen materiales biológicos y antinaturales, cada uno de ellos altera y produce efectos de distinta forma en el ser humano.

La biología de la edificación divide los materiales en cuatro grupo:

- **Materiales duros:** como grava, granito, cuarzo, vidrio, metales, etc.
- **Materiales neutros:** ladrillo cerámico, ladrillo sílico-calcáreo, arcilla, gres, etc.
- **Materiales de origen vegetal:** madera, corcho, fibra de coco, etc.
- **Materiales de origen animal:** lana, cuero, etc.

Para la construcción biológica de preferencia deberían utilizarse los materiales neutros y de origen vegetal.

La pregunta es ¿cómo influye los materiales de construcción en la confortabilidad de la vivienda y en la salud de sus habitantes?, los resultados de investigaciones y la experiencia práctica indica que los efectos biológicos originados por los materiales de construcción pueden clasificarse, en los siguientes cinco grupos:

- 1. Efecto campo nulo:** los muros y forjados de gran superficie que contengan metales forman una “jaula Faraday” que reduce el campo uniforme natural del espacio que es de unos 200 voltios por metro a valores inferiores a los 100 voltios por metro.  
Esto produce un aumento en la incidencia de enfermedades del cuerpo humano y animal.
- 2. Efecto secundario de los rayos cósmicos:** A lo largo del cosmos viajan infinidad de rayos cósmicos. Las superficies metálicas transforman una parte de los rayos cósmicos en rayos secundarios, que se denominan en “cascada”.

- 3. Efectos geopáticos:** los materiales de construcción duros, como la grava, el cuarzo, el acero, el cemento y los elementos constructivos de estos materiales, por ejemplo el hormigón armado, puede intensificar las radiaciones telúricas que pueden existir por las condiciones geológicas.
- 4. Efectos de las instalaciones:** diversas instalaciones domésticas, eléctricas y de otros tipos, producen radiaciones artificiales de campos alternos dispersos que pueden producir perturbaciones en el sueño, dolor de cabeza, molestias cardiovasculares, distonía vegetativa y nerviosismo a las personas sensibles. Un ejemplo de ello es la carga electrostática de algunos materiales constituye un tipo especial de causas de enfermedades de origen eléctrico.
- 5. Efectos químicos:** Compuestos químicos, como el fenilmercurio, el estireno, el fenol, el arsénico, el formaldehído y otros, pueden presentar graves peligros para la salud ya que son tóxicos.

Aparte de estos cinco grupos, las disfunción del confort bioarmónico, puede ser causada por: mal comportamiento térmico, insuficiente capacidad de respiración, economía desfavorable de la humedad, ausencia de capacidad de regeneración, alta radioactividad, factores de perturbación electrostática, insuficiente protección acústica, peligro de incendio, etc.

A continuación presentaremos valores comparativos de los materiales sobre las propiedades tomadas en cuenta para la construcción biológica:

- El comportamiento de respiración regenerativa de los materiales. El hombre en su vivienda tiene que mantenerse unido al medio ambiente para poder respirar su elemento vital, el aire, aunque tenga las ventanas cerradas. Por esta razón los materiales para la construcción deben ser capaces de respirar. La permeabilidad de los materiales al aire se mide por medio del factor adimensional de resistencia a la difusión  $\mu$  o por medio del índice de conductibilidad del vapor  $\lambda_D$  (en g/m.h.Torr). Los materiales biológicos capaces de respirar han de tener un factor  $\mu$  relativamente pequeño para poder intercambiar gases y vapor de agua con el medio ambiente. Hay materiales de construcción vivos muy valiosos a pesar de su índice  $\mu$  relativamente grande, como la madera, porque su forma de respirar interna del material es regenerativa y naturalmente perfumada. Materiales respirantes permiten ventilación permanente del local.

**Valores comparativos para el factor de resistencia a la difusión  $\mu$ :**  
(adimensional)

Ladrillo	Aprox. 5,9 – 9,3	Hormigón pesado	Aprox. 24,00 –60,0
Hormigón ligero	Aprox. 3,3 – 7,0	Lámina de plástico	Aprox. 23 000
Ladrillo silico-calcáreo	Aprox. 15,0 –16,0	Lámina de aluminio	Aprox. 700 000
Madera	Aprox. 30,00–70,0	Vidrio	$\infty$

**Valores comparativos para el índice de conducción del vapor  $\lambda_D$ :**  
(en  $g/m \cdot h \cdot Torr$ )

Placa de lana de madera	0,018	Ladrillo silico-calcáreo	0,0065
Plancha de corcho	0,015	Stiropor	0,006
Ladrillo	0,012	Hormigón gasificado (hormigón ligero)	0,0017
Placa de yeso	0,012	Hormigón pesado	0,0015
Madera	0,0027	Vidrio	0,0000

**Tabla No. 6 y 7** arriba. Tabla de factor de resistencia a la difusión. Abajo. Tabla del índice de conducción del vapor. Tablas obtenidas de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- La porosidad es otro de los factores que incide en la respiración de los materiales. Abajo: una tabla comparativa sobre la porosidad en relación al volumen de poros contenidos en los materiales:

**Relación entre la densidad y la porosidad de un material**  
(según Cammerer)

Peso específico $kg/m^3$	Material	Volumen de poros en %
1600	Materiales inorgánicos: Ladrillo, ladrillo silico-calcáreo	39
1800	Clinker	31
2200	Hormigón denso	15
100	Materiales orgánicos: Placas ligeras de corcho	93
250	Madera de balsa	84
500	Madera de pino	67
900	Madera de roble	40

**Tabla No. 8** Tabla de relación entre densidad y porosidad de un material. Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- El calor y la sequedad sanos se cuentan entre las condiciones más importantes para el bienestar humano. Las paredes húmedas producen reuma, ciática, asma y tuberculosis y también, como consecuencia de que favorecen el desarrollo de los gérmenes patógenos, favorecen las enfermedades bacterianas inflamatorias. Abajo

tabla sobre la influencia de la humedad en el índice de conductibilidad de los materiales de construcción:

**Influencia de la humedad en el índice de conductibilidad de los materiales de construcción** (según Cammerer)

Materiales inorgánicos		Materiales orgánicos		
Húmedad en % del volumen	Aumento del índice de conductibilidad térmica en el estado seco % de aumento según el porcentaje en volumen de humedad	Peso específico del material totalmente seco kg/m <sup>3</sup>	Aumento del índice de conductibilidad térmica del estado seco en tanto por ciento	
			por % de volumen de humedad	por % de peso de humedad
1	32	100	12,5	1,25
2,5	22	150	8,3	1,25
5	15,1	200	6,3	1,25
10	10,8	300	4,2	1,25
15	8,5	400	3,1	1,25
20	7,2	500	2,5	1,25
25	6,2	600	2,1	1,25
–	–	700	1,8	1,25
–	–	800	1,6	1,25
–	–	1000	1,25	1,25

**Tabla No. 9** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- La vida humana, está regulada por la bioenergía eléctrica interna del cuerpo. Estar sano fisiológicamente y psíquicamente no es otra cosa que tener un equilibrio optimizado entre las distintas corrientes vitales internas del cuerpo. Abajo. Tabla de valores comparativos para la capacidad de carga electrostática en V/m:

**Valores comparativos para la capacidad de carga electrostática en V/m**  
(según Prof. Dr. Kleinwächter)

Madera de roble sin tratamiento	0 V/m
Parquet de roble con tratamiento natural	– 200 V/m
Placa de fieltro de aislamiento	+ 130 V/m
Placa de fibra de madera blanda	+ 50 V/m
Tablero aglomerado de madera sin tratamiento	– 250 V/m
Tablero aglomerado de madera con recubrimiento de melamina	+ 4000 V/m
Poliestireno	– 660 V/m
Esmalte químico DD	– 20 000 V/m
Placa de PVC	– 34 000 V/m
Polietileno (transparente)	– 65 000 V/m

**Tabla No. 10** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- La radiactividad de los materiales de construcción, el exceso es nocivo. En condiciones normales, el medio ambiente posee una mínima cantidad de radiactividad inofensiva para el hombre. En la actualidad la exposición a radiactividad intensa causa leucemia, cáncer, mutaciones genéticas, etc. La

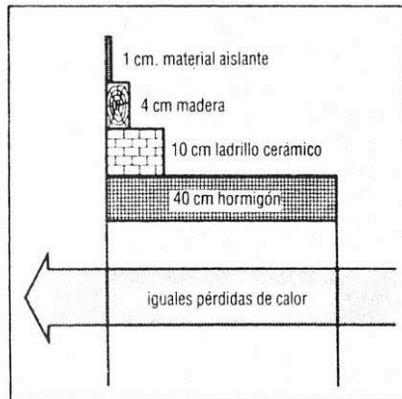
radiactividad de un material depende, en la mayoría de los casos de su contenido de potasio, torio y radio. Los materiales menos radiactivos son la madera, la piedra caliza y el yeso natural.

**Valores comparativos de la radioactividad de edificaciones en mrad/a** (resultados de estudios realizados en Suecia)

Edificio de madera	20– 50 mrad/a
Edificio de ladrillo	20– 90 mrad/a
Edificio de piedra arenisca	25–100 mrad/a
Edificio de granito	75–120 mrad/a
Edificio de hormigón	50–250 mrad/a

**Tabla No. 11** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- El calor sano, o el frescor agradable, son conceptos importantes en la Biología de la edificación porque influyen decisivamente en el confort de la vivienda y en su salubridad. El comportamiento termotécnico se expresa por distintas unidades de cálculo. La primera definición importante es la conductibilidad calorífica, que se expresa por medio del índice de conductibilidad térmica  $\lambda_w$  (kcla/m.h.°C ó en W/m.K).



**Imagen 49** Para conseguir un aislamiento de la misma magnitud se necesitan distintos espesores para cada material. Imagen obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

**Valores comparativos del índice de conductibilidad térmica  $\lambda_w$ :**  
(en kcal/m · h · °C)

Tablero de fibra de madera	0,05	Ladrillo cerámico	0,45 –0,90
Coco	0,031–0,034	Ladrillo de «poroton»	0,24 –0,29
Tierra	0,11	Ladrillo sílico-calcáreo	0,43 –0,95
Corcho	0,035–0,040	Vidrio plano	0,70
Paja	0,038	Hormigón armado	1,3 –1,75
Madera	0,12 –0,18	Acero	50,0
Cascote de ladrillo	0,35	Aluminio	175,0

**Valores comparativos del índice de penetración térmica b:**  
(en kcal/m<sup>2</sup> °C √ h)

Moqueta de lana	2,00	Ladrillo	14,00
Planchas de corcho	2,00	Asfalto fundido	19,00
Tableros de fibra de madera	3,30	Placas cerámicas	20,00
Madera de pino	4,00	Cemento	23,00
Goma	8,00	Hormigón	30,00
Linóleo	9,00	Acero	210,00

**Tabla No. 12 y 13** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- Otro concepto importante desde el punto de vista biológico y del ahorro de energía es la capacidad de acumulación de calor de un material de construcción, que se mide por medio del “índice de acumulación térmica”. Es la propiedad de los materiales de almacenar el calor recibido y cederlo nuevamente según gradientes de temperatura. Se mide en Kcal/m<sup>3</sup>.°C (o en W/m<sup>3</sup>.K) y es función del calor específico del material y de su densidad.

**Valores comparativos del índice de acumulación del calor S:**  
(en kcal/m<sup>3</sup> · °C)

Plástico aislante	6,6	Ladrillo macizo	350,0
Corcho	80,0	Ladrillo sílico-calcáreo	400,00
Madera de pino	240,0	Hormigón armado	460,00
Hormigón poroso	230,0	Acero	890,00

**Tabla No. 14** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

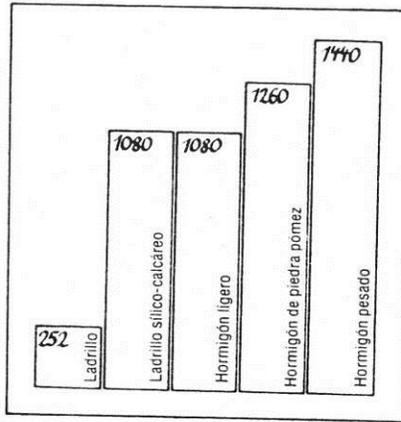
- El valor de aislamiento térmico de un elemento constructivo se define por su valor K (índice de transmisión del calor en Kcal/m<sup>2</sup>.h.°C ó en W/m<sup>2</sup>.K). Los elementos constructivos sanos y economizadores de energía han de tener un valor K pequeño, sin perder las demás cualidades biológicas. Del índice de acumulación de calor de un material se deducen dos importantes características del elemento constructivo: “tiempo de enfriamiento” y la “atenuación de amplitudes de temperatura”. Los materiales biológicos deben tener comportamientos equilibrados, para evitar climas como “tipo barraca” (materiales ligeros) o “tipo caldeable” (materiales demasiado pesados). La madera y el ladrillo cerámico tiene valores medios armónicamente favorables para la obtención de un clima térmico óptimo

**Valores comparativos del índice de paso del calor K:**  
(en kcal/m<sup>2</sup> · h · °C) para un espesor de 30 cm del material

Madera (teórico)	aprox. 0,53	Ladrillo	aprox. 1,06
Bloques de hormigón poroso	aprox. 0,79	Ladrillo sílico-calcáreo	aprox. 1,13
		Hormigón armado	aprox. 2,75

**Tabla No. 15** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- Para obtener un cuadro completo del comportamiento de un material de construcción frente al agua y el vapor, basta tres magnitudes relativamente fáciles de medir:
  - Absorción de agua por capilaridad sin presión
  - Admisión de agua por capilaridad sin presión
  - Factor de resistencia a la difusión del vapor
- Las acciones más importantes de la humedad son:
  - Contenido constructivo de agua durante la fabricación
  - Formación de vapor de agua en el interior del local
  - Acciones exteriores por la lluvia y la nieve.



**Imagen 50** Duración del secado en días por un espesor de muro de 30 cm de distintos materiales (según Prof. Schneider. Imagen obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- Equilibrio de la humedad: las buenas propiedades higroscópicas de los materiales respirantes les permite absorber y eliminar el vapor de agua que se forman en el interior de la habitación por el aire húmedo caliente. La celeridad de este proceso hasta llegar al “equilibrio de la humedad” de un material es también un criterio importante de calidad.

**Valores comparativos de los tiempos de compensación de la humedad en ensayos de laboratorio**

Ladrillo cerámico	60 Tage
Ladrillo sílico-calcareo	1205 Tage
Hormigón	1278 Tage

**Tabla No. 16** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- El índice de aislamiento acústico de los diversos materiales se mide en decibelios (dB). La contaminación auditiva influye en el confort y la salud corporal. Por lo que es importante analizar la amortiguación de ruidos de distintos materiales.

**Valores comparativos de la amortiguación de ruidos en un elemento de pared de 24 cm de espesor (en dB)**

Muro de ladrillo sílico-calcáreo con un peso específico aparente de	1800 kg/m <sup>3</sup>	54 dB
Muro de ladrillo cerámico con un peso específico aparente de	1200 kg/m <sup>3</sup>	50 dB
Muro de ladrillo ligero con un peso específico aparente de	700 kg/m <sup>3</sup>	46 dB
Muro de hormigón poroso con un peso específico aparente de	600 kg/m <sup>3</sup>	44dB

**Tabla No. 17** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- Aparte de la propiedad de calidad biológica y técnica, los puntos de vista ecológico y económico tienen también un papel esencial en la determinación de los materiales para un edificio acorde con la naturaleza. Esto podría llamarse “ecoarmonía. Es decir que no se puede permitir el empleo de grandes cantidades de materiales que necesitan demasiada energía para su fabricación o cuyos procedimientos de fabricación destruyen el medio ambiente. Abajo: se encuentra tablas y gráficas sobre el consumo de energía necesario para la fabricación de ciertos materiales:

**Consumo de energía para construcciones de muros de igual índice de pared del calor  $k = 0,58 \text{ W/m}^2 \text{ K}$**   
(según Makhijani y Lichtenberg)

	Peso kg/m <sup>2</sup>	Consumo de energía para la fabricación en kWh/m <sup>2</sup>
Pared de entramado de madera con 6 cm de aislamiento	26	12-30
Pared de madera de 25 cm	113	aprox. 18
Adobe ligero de 25 cm con revoco	322	aprox. 30
Ladrillo sílico-calcáreo de 24 cm con aislamiento	313	120-136
Hormigón poroso de 22 cm con 4 cm de aislamiento	196	124-137

**Tabla No. 18** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

**Cantidades de material que pueden fabricarse con 1.000 kW de energía térmica (según Dr. Bogusch)**

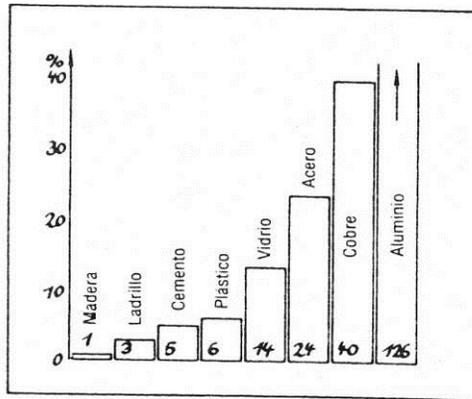
12 kg de aluminio	250 kg de plástico
40 kg de cobre	400 kg de cemento
60 kg de acero	500 kg de ladrillo cerámico
80 kg de hierro	1200 kg de madera de sierra

**Tabla No. 19** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

**Análisis del consumo de energía para la construcción de una nueva nave de almacén de 2.200 m<sup>2</sup> de superficie en planta en equivalentes en litros de petróleo (según Dr. Bogusch)**

Estructura de madera (cerchas de madera encolada)	35 000 Litros
Estructura de acero	74 700 Litros
Prefabricados de hormigón	95 400 Litros
Bastidores de acero con revestimiento de aluminio	114 500 Litros

**Tabla No. 20** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.



**Imagen 51** Consumo de energía para la producción de materiales de construcción. Imagen obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

Robert Sabady Pierre, realiza una clasificación de los materiales biológicos que cumplen además de los requisitos técnicos los biológicos. Enumeraremos la lista de materiales biológicos a aplicarse:

- **Las piedras naturales**
- **El ladrillo cerámico**
- **El ladrillo sílico calcáreo**
- **El mortero de cal**
- **Yeso natural**
- **Biohormigón**
- **Biovidrio**
- **Biopinturas de productos térreos como Pinturas a la cal o a la cola**
- **La madera**
- **Como materiales aislantes: el corcho, fibra de coco, corteza troceada, el crin vegetal, el carrizo, el algodón, las placas de turba**
- **Materiales bituminosos naturales**
- **La paja, la caña, el yute, el bambú y el fieltro**
- **Resinas naturales y latex**

La determinación de las cualidades de los materiales debe hacerse a tres niveles distintos aunque independientes. Estos criterios básicos son salud, la técnica y el medio ambiente (bioarmonía, tecnoarmonía y ecoarmonía).

## 2.5. CLIMATIZACIÓN DE LA VIVIENDA

Eligiendo debidamente los materiales de construcción y una concepción del edificio acorde con el clima, puede crear un clima ambiental sano y que economice energía.

¿Qué se necesita para caldear o refrigerar parcialmente un edificio por medio de la climatización natural?

- El proyecto debe concebirse en función del clima; debe procurarse un sistema constructivo adaptado a la región.
- Debe tomarse en cuenta las cualidades de los materiales, la concepción del edificio, el clima ambiental y el ahorro de energía.
- El auténtico confort de la vivienda es el resultado del proceso de optimización entre las condiciones físicas, fisiológicas y psíquicas.
- Según las estaciones, hay que resolver tres problemas fundamentales: calefacción, ventilación y refrigeración; y por consiguiente nos enfrentamos a cuatro problemas secundarios: optimización del consumo, captación de energía, acumulación de la energía y control de la energía.
- Optimización de energía depende de la concepción general del edificio (orientación, planta, proporciones de volumen, proporciones de superficie aislamiento, etc.).
- La ventana orientada al sur, en nuestro medio, es un elemento clave para la captación de energía, al igual que muros captadores de calor.
- La acumulación de la energía debe poder realizarse en las paredes y suelos por medio de elementos constructivos relativamente pesados.

- Las paredes y suelos calentados de una manera natural producen una radiación saludable y ahorro de energía.
- Debe tenerse en cuenta las fuentes de calor internas como: las personas, instalaciones, alumbrado. El calor emitido por un humano depende de la actividad que realice.

**Emisión de calor humano en las viviendas** (según Balint)

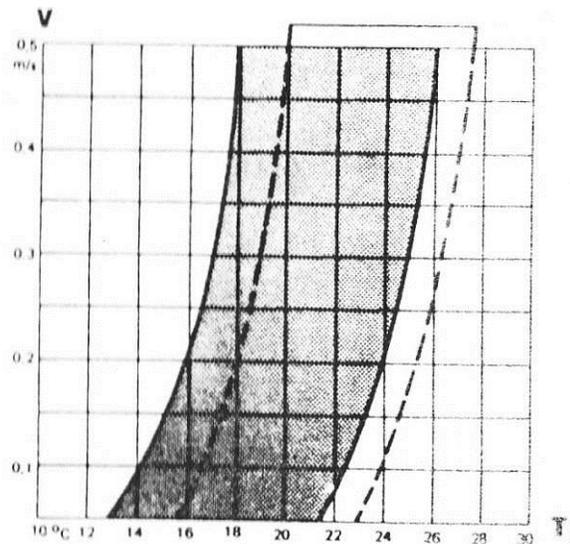
Actividad	Consumo de energía	
	kcal/h	Vatios
Durante el sueño (metabolismo basal)	75	87
Sentado, leyendo	90	104
Escribiendo	115	133
Trabajo doméstico ligero	150	175
Limpieza	175	203
Lavado a mano	245	284
Trabajo doméstico pesado	600	700
Deporte doméstico intenso	875	1015

**Tabla No. 21** Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

### 2.5.1. CLIMA INTERIOR

Al aire libre existen condiciones climáticas, igualmente dentro de los espacios interiores existe un clima con parámetros cuantificables: presión, temperatura y horas de asoleo. La relación óptima entre estos factores crea unas condiciones ambientales de confort en el interior y favorece la salud y la capacidad de trabajo de las personas.

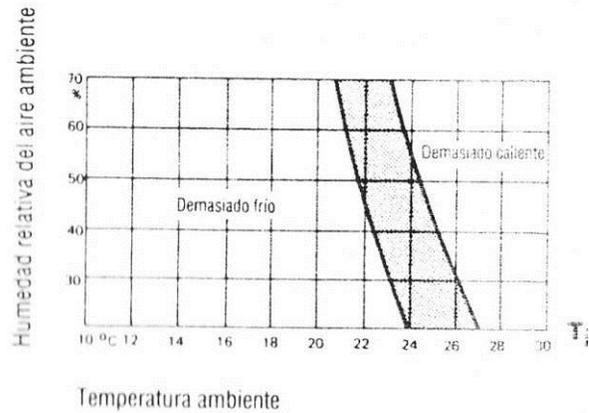
**El confort térmico aparece cuando el intercambio de calor regulado por el cuerpo humano se equilibra, es decir cuando la actividad termorreguladora del cuerpo es mínima.** El confort aparece cuando la cesión de calor del cuerpo concuerda con la pérdida real de calor en el entorno. El flujo de calor se produce de las superficies calientes a las frías.



**Imagen 52** Gráfica de bienestar en la habitación para distintas velocidades de aire según Balkowski. Imagen obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady

Describiremos a continuación los factores que influyen en el clima interior de un edificio:

- **Los mecanismos del cuerpo que regulan la temperatura:** el cuerpo humano utiliza los siguientes mecanismos para la formación de calor: irrigación sanguínea de la piel, aceleración de la velocidad de la circulación de la sangre, dilatación de los vasos sanguíneos, temblor de músculos. Y como mecanismo para la formación de refrigeración: sudoración.

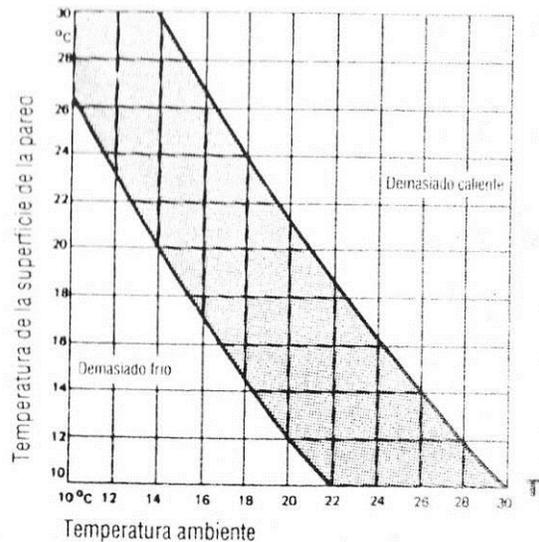


**Imagen 53** Gráfica de bienestar de la temperatura del aire ambiente con distintas humedades relativas según Balkowski. Imagen obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- **Intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno:** El intercambio sucede de muchas formas:
  - Flujo térmico interno: que sucede de interior hacia la piel a través de la sangre.
  - Flujo térmico exterior: conducción de calor a través de los pies.
  - Convección: velocidad del aire y diferencia de temperatura entre las superficies cubiertas y desnudas del cuerpo
  - Respiración
  - Vaporización: Superficie del cuerpo, diferencia en la presión de vapor entre la piel y el entorno.
- **Intercambio de calor:** Conducción: la conductividad del aire es baja; convección: el aire se calienta al entrar en contacto con cuerpos calientes, asciende se enfría y vuelve a descender. Por tanto cuanto mayor sea la velocidad a la que circula el medio de calefacción mayor será la velocidad de circulación del aire. Es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta, por lo tanto, es dieciséis veces mayor cuando la temperatura es dos veces más alta. Con la temperatura también varía también la longitud de onda de la radiación. Ésta es menor cuanto mayor sea la temperatura de la superficie. A partir de 500°C el calor se hace visible en forma de luz. La radiación por debajo del umbral visible se denomina radiación infrarroja. Se propaga en todas las direcciones, atraviesa el aire sin calentarlo y es absorbida o reflejada por los cuerpos sólidos que, al

absorber la radiación (también el cuerpo humano) se calienta. Calor de radiación: la absorción de calor se produce por motivos fisiológicos y es la más sana y confortable para el hombre.

- Las recomendaciones para el diseño del clima interior son
- Temperaturas confortables entre 20°C y 24°C. La temperatura de las superficies no debería desviarse más de 2-3°C de la temperatura del aire.
- Se ha de evitar un intercambio excesivo de calor entre el suelo y los pies.
- La temperatura percibida por el hombre es aproximadamente la media entre la del aire y la de las superficies.



**Imagen 53** Gráfica de bienestar en la habitación para distintas relaciones entre la temperatura interior del aire y la temperatura de la superficie interior de las paredes según Balkowski. Imagen obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

- **Aire y movimiento del aire:** El movimiento del aire se percibe en forma de corriente de aire que origina una refrigeración local del cuerpo.
- **Temperatura del aire y humedad relativa:** En base a las investigaciones de la ASHRAE<sup>16</sup> la temperatura más confortable para el hombre se encuentra comprendida entre 22.8°C a 26.8°C. Y el rango de humedad relativa confortable para el ser humano está comprendida en los rangos de 30 a 50%.
- **Aire Limpio y renovación del aire:** No deberá superarse un contenido en CO<sub>2</sub> del 0.10% en volumen; por ello, en los dormitorios y salas de estar ha de proveerse de 2 a 3 intercambios de aire por hora. La necesidad de aire limpio del hombre es de unos 32 m<sup>3</sup>/hora.

<sup>16</sup> Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

**Renovación de aire necesaria por hora en las viviendas**  
(según Grandjean)

Habitación	Número de renovaciones de aire		Tipo de ventilación
	Valor mínimo	Valor aconsejable	
Cuarto de estar	2	2- 3	Ventilación a través de la ventana
Dormitorio	2	2- 3	Ventilación a través de la ventana
Cuarto de los niños	2	2- 4	Ventilación a través de la ventana
Cocina pequeña (< 20 m <sup>3</sup> )	10	20-30	Ventilación a través de la ventana y ventilación mecánica
Cocina media (20-30 m <sup>3</sup> )	8	15-25	Aconsejable
Cocina grande (> 30 m <sup>3</sup> )	6	10-20	
Cuartos de baño interiores y exteriores (12-15 m <sup>3</sup> )	4	5- 8	Ventilación a través de la ventana y ventilación mecánica
WC exterior (4-6 m <sup>3</sup> )	2	4- 6	Ventilación a través de la ventana
WC interior (4-6 m <sup>3</sup> )	2	4- 6	Ventilación a través de puertas y, además, eventual ventilación por chimenea
Pasillos	1	2	
Caja escaleras	1	2	

Tabla No. 22 Tabla obtenida de Edificación Solar Biológica, Robert Sabady Pierre.

**2.5.2. ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

El objetivo principal de un diseño bioclimático es facilitar el control de la temperatura interna de un edificio.

El buen funcionamiento del ser humano requiere una temperatura interior constante de 37°C y la de la piel de 35°C.

Este correcto equilibrio, implica ceder al medio ambiente gran parte del calor humano, dependiendo del grado de consumo de energía.

Como promedio se considera que eliminamos 112.5 Kcal/h.

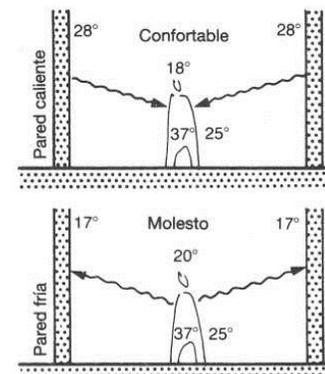


Imagen 54 Gráfica de intercambio de calor entre el ser humano y el ambiente interior. Imagen obtenida de NEUFERT.

Este intercambio de calor se realiza a través de la piel, por conducto de cuatro procesos: radiación, conducción, convección y evaporación. Cuando estos procesos se llevan a cabo en condiciones óptimas y con un mínimo de gasto de energía se experimenta bienestar.

El propósito principal de la arquitectura bioclimática es balancear térmicamente los espacios de los que se compone una edificación, evitando el sobrecalentamiento en verano y el enfriamiento en invierno.

Estas son algunas de las técnicas y aplicaciones constructivas para la climatización interior de la vivienda:

- **Muro captor y acumulador del calor:** Consiste en un panel de vidrio adosado a un muro de la casa orientado de preferencia hacia el sur o al oeste pintado de color oscuro, la cual está contenida dentro de un panel de vidrio.

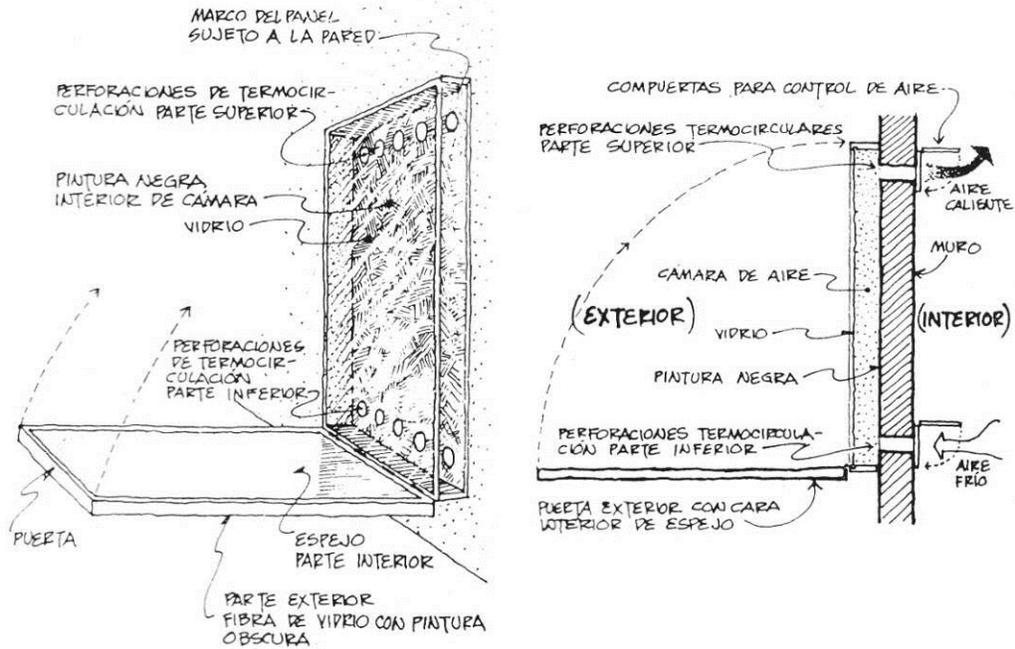
En un día soleado de invierno la temperatura del aire contenido en la cámara entre el muro y el vidrio es de 60°C. Agregando las perforaciones de termocirculación arriba y abajo, se obliga la circulación natural pasiva del aire caliente dentro de la casa

El aire caliente sube por la cámara formada entre el panel y el muro y penetra dentro de la casa por los orificios superiores, y simultáneamente la cámara aspira el aire por las aberturas inferiores.

Este movimiento del aire puede continuar 2 ó 3 horas después de la puesta de sol hasta que la superficie de la pared se ha enfriado.

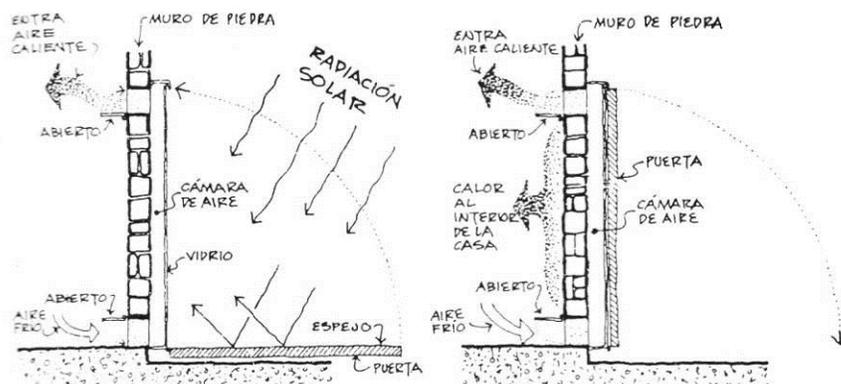
Por la noche este proceso se puede invertir, ya que el aire se enfriaría dentro de la cámara, convirtiéndose en más pesado y descendiendo a la parte inferior y penetrando a la casa por los orificios de la parte de abajo mientras que simultáneamente el aire más caliente dentro de la casa estaría saliendo por los orificios superiores.

En la siguiente imagen se muestra el detalle del muro captor y su sección. El aire caliente ingresa por las aberturas superiores.

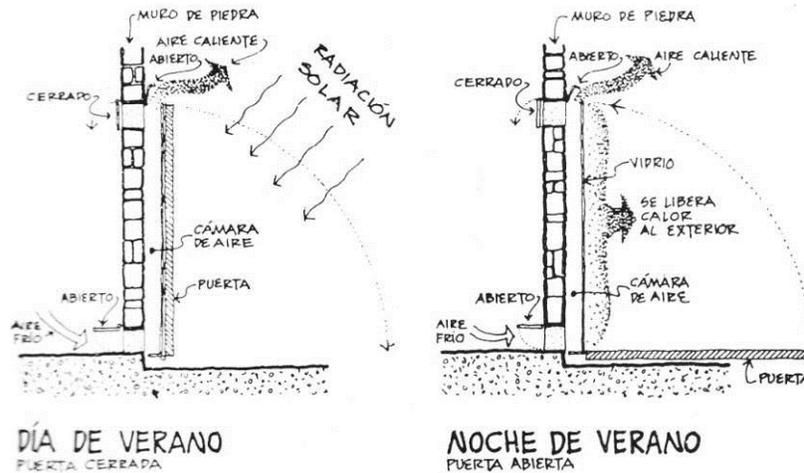


**Imagen 55** Muro captor y acumulador de calor. Detalle y Sección. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso de "La casa autosuficiente"

- ✓ En días de invierno las aberturas tanto superiores como inferiores se mantienen abiertas para garantizar la circulación del aire.
- ✓ En noches de invierno las aberturas siguen estando abiertas pero la puerta con el espejo se cierra, y todo el calor acumulado durante el día es emanado hacia el interior de la vivienda por medio de los muros.
- ✓ En días de verano, se cierra la puerta con espejo y se cierra la abertura por donde ingresa el aire caliente, dejando abierta únicamente la del aire frío para continuar con la circulación del aire.
- ✓ Durante la noche de verano la puerta de espejo se abre, se deja abierta la abertura de aire frío, la de aire caliente se cierra. Permitiendo que el calor interior emane hacia afuera. Tal como se muestran en las gráficas.



**Imagen 56** Muro captor y acumulador de calor. Día de invierno (izq.) y Noche de invierno. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso



**Imagen 57** Muro captor y acumulador de calor. Día de verano (izq.) y Noche de verano. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Invernadero:** poseer un invernadero adosado a la vivienda. Trae múltiples ventajas, calienta su propio espacio y el ambiente contiguo a él. Además de cultivar para autoabastecimiento de la vivienda.

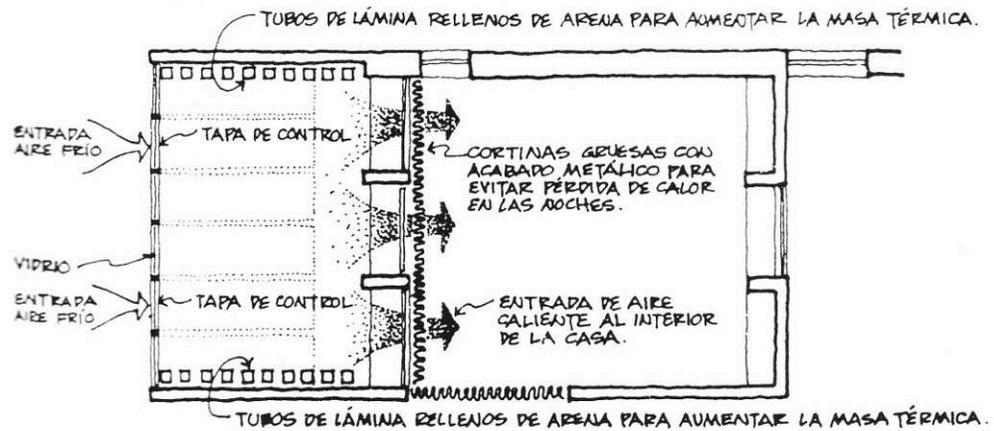
La cantidad de energía que proporcione el invernadero depende de diversas variables, como la latitud y clima, masa térmica de almacenamiento y tamaño y características de aislamiento del propio invernadero y del lugar que se acondicionó.

La recomendación de este sistema para caldear la vivienda es extenderlo lo más que se pueda, a lo largo de la fachada sur, junto a los locales que se quiera calentar. Dentro del invernadero debe colocarse una masa térmica suficiente como para absorber la radiación directa y amortiguar el descenso de la temperatura interior durante la noche. En la siguiente imagen se muestra como dentro del invernadero han colocado tubos de lámina galvanizada rellenos de arena y pintados exteriormente de negro mate para lograr una mayor absorción de la radiación solar.

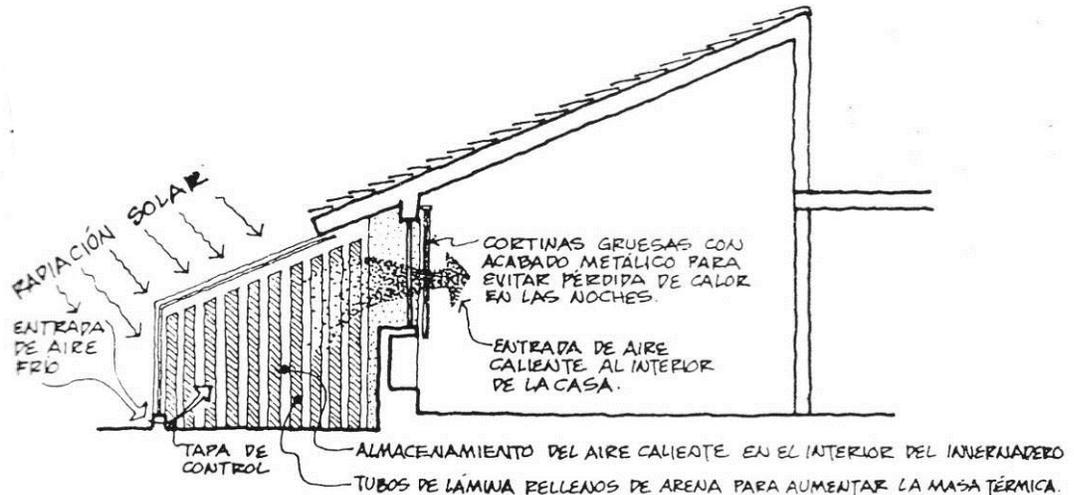
Esta masa térmica también puede lograrse colocando tambos de agua pintados de negro, y para el caso de las paredes laterales construidas de bloques huecos de cemento, fueron rellenos con arena durante la construcción.

Para aumentar su masa térmica el piso y los muros interiores deben también pintarse de color oscuro. En el lado exterior del invernadero deberán hacerse

dos perforaciones controlables, para permitir la entrada del aire exterior. Tal como se muestra en la imagen:



— PLANTA DE ZONA DE INVERNADERO —



— CORTE DE ZONA DE INVERNADERO —

Imagen 58 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

Los vidrios del invernadero pueden ser substituidos por láminas de acrílico o fibra de vidrio o por tela plástica transparente.

El aire caliente puede ser también conducido en forma natural dentro de la casa por un ducto convenientemente aislado.

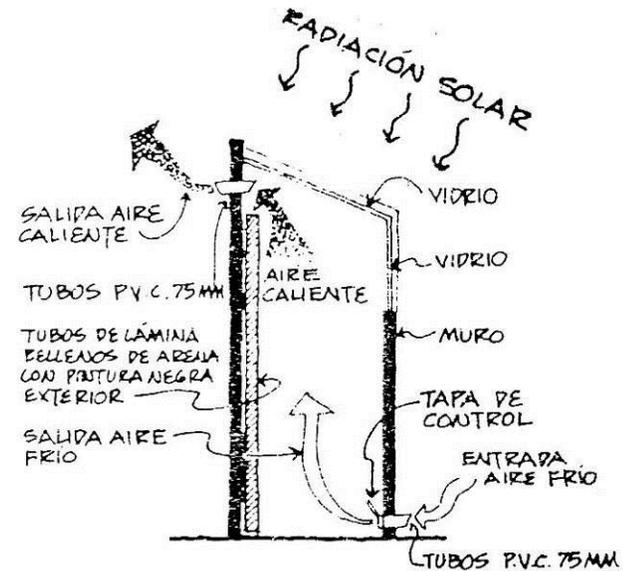
Se recomienda sembrar dentro del invernadero plantas aromáticas, menta, yerbabuena, cedrón y albahaca para aromatizar la casa al dar paso al aire caliente almacenado dentro del invernadero.

- **Secador Solar de Ropa:** consiste en un espacio de 300 x150 cm. Dentro del patio de servicio, donde se puede tender la ropa para secarla después del lavado. Este

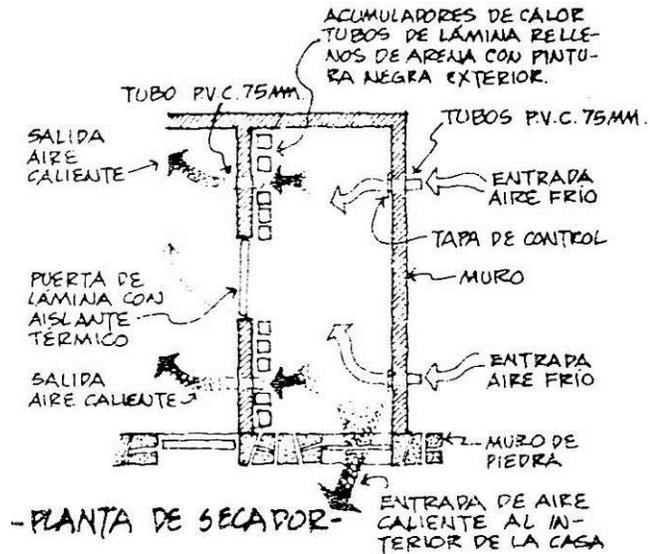
secador está ubicado hacia el sur, de tal forma que el sol incide sobre la mayor parte del día. Su construcción es de tal forma que guarda el calor solar que se utiliza para secar la ropa y puede usarse también para climatizar la casa.

Para lograr una continua corriente de aire dentro del secador, se colocan 2 tubos de PVC ahogados en el muro del lado sur a la altura del piso, y otros 2 tubos iguales a los anteriores en la parte superior del muro del lado **Norte**, de tal forma que el aire frío al entrar por los huecos inferiores se caliente y sale por los huecos superiores del lado **Norte**. Estos huecos deberán poder cerrarse por las noches, a fin de introducir el calor almacenado en el interior de la casa abriendo la ventana que comunica al secador solar.

Para aumentar la masa térmica dentro del secador solar se colocarán dentro del mismo lo que llamamos "acumuladores de calor", consistentes en una serie de tubos de lámina galvanizada pintados exteriormente de negro mate y rellenos de arena; asimismo los muros contruidos de bloque huecos de cemento se rellenaran con arena durante el proceso de construcción, y se pintarán de un color obscuro.



-CORTE DE SECADOR-



-PLANTA DE SECADOR-

Imagen 58 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

De esta manera el calor quedará almacenado dentro del secador 3 ó 4 horas después de haberse metido el sol.

La puerta metálica del secador deberá construirse con aislante térmico entre las dos láminas para evitar pérdida de calor.

El piso del secador deberá ser de color oscuro.

El cristal del techo puede ser substituido por acrílico, fibra de vidrio ó plástico transparente.

- **Centralización de los emisores de calor:** la distribución del calor dentro de la casa a partir de una estufa de leña o chimenea debe ser a partir del centro del espacio a calentar.



Imagen 59 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

En el caso de usar parrillas eléctricas, calentadores de gas o de leña, es conveniente utilizar paneles reflectantes metálicos, pulidos hacia el exterior, de tal forma que eviten las pérdidas de calor por conducción a través de los muros.

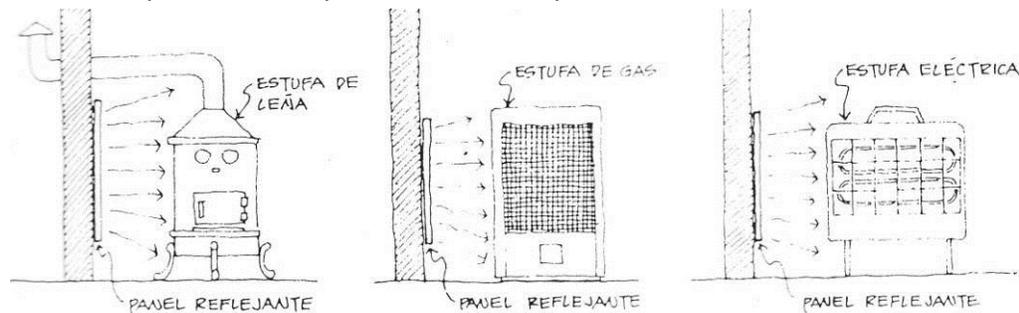
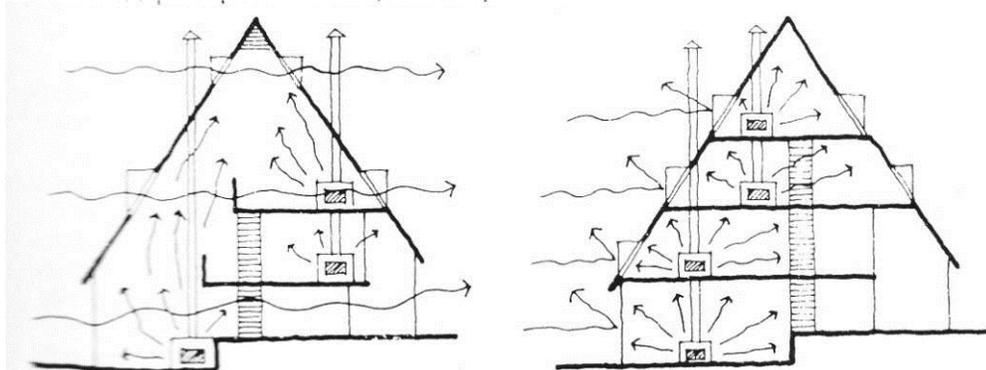


Imagen 69 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Eliminación de la planta abierta:** subdividir los espacios interiores de tal forma que el aire no fluya por toda la casa es la mejor manera de mantener el calor y calentarlos.

En ningún caso, la zonificación interior de una casa edificio puede representar dificultades para tratar por separado las distintas zonas que la integran. El uso de plantas seccionadas tanto horizontal como verticalmente, facilita el control

de la temperatura, puesto que minimiza los movimientos del aire interior y la penetración del aire exterior.

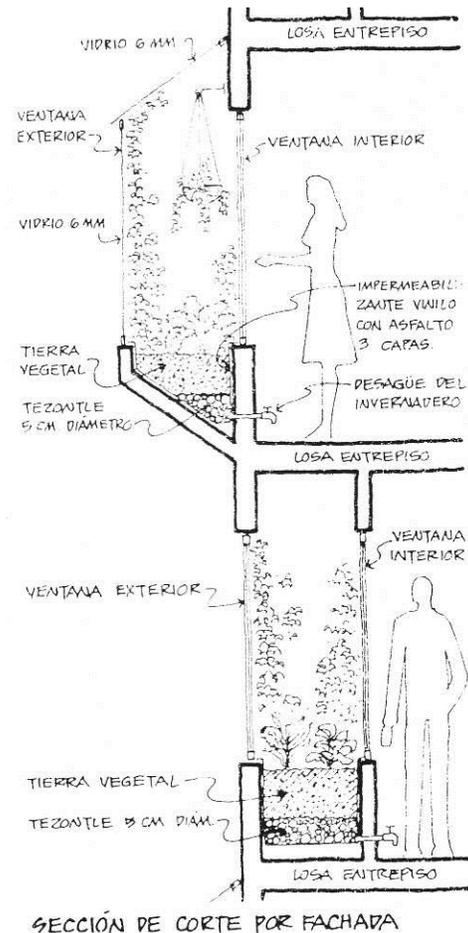


**Imagen 70** (Izq.) El calor fluye hacia la parte alta de la casa y el viento evita que está caliente, inadecuado partido arquitectónico por ser planta abierta. (Der.) Con las ventanas cerradas, el calor se estaciona en cada piso y conforme a las necesidades de control del clima, se puede dejar salir al exterior con ventilación cruzada o conservarlo dentro de la casa. Esta ventaja sólo se obtiene con una planta seccionada. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Invernaderos en ventana:** Los invernaderos de ventana hacia el exterior de la casa constituyen una ampliación del espacio interior, y pueden ser adosados posteriormente o integrados al sistema constructivo de la edificación desde su inicio.

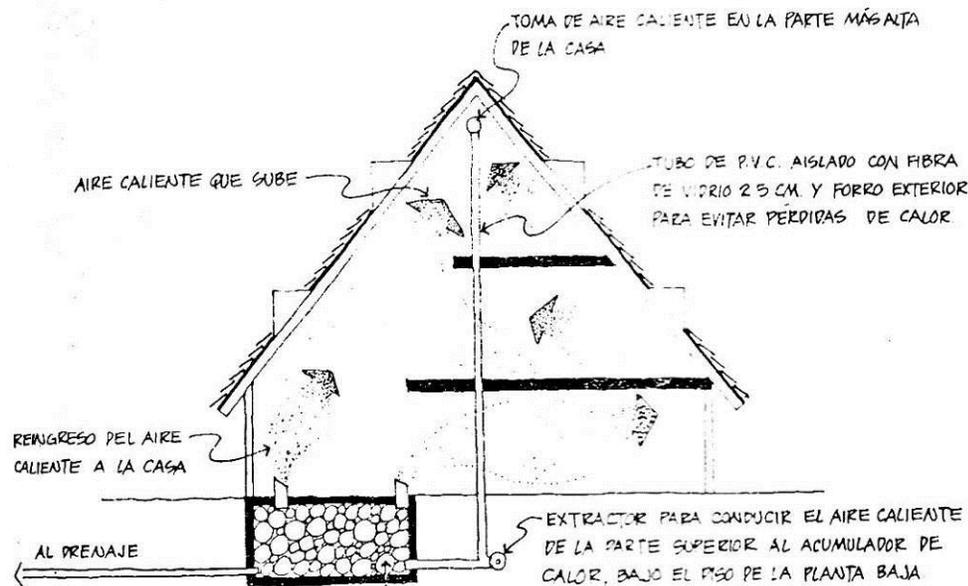
Son elementos económicos que sirven para climatizar la casa, aromatizarla y producir algunos alimentos o plantas de ornato.

En los edificios multifamiliares constituye un magnífico elemento de estrecho contacto con la naturaleza que permite el cultivo de vegetales. El continuo flujo de aire entre la casa y el invernadero proporciona a la vivienda calor, humedad y oxígeno. Durante la noche cubriendo el invernadero con una cortina térmica, el calor de la casa mantiene a las plantas.



**Imagen 70** Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Recuperación y almacenaje del calor:** Al recorrer una casa o edificio de planta abierta es evidente que en los niveles más bajos las temperaturas son más frías, puesto que el aire caliente sube. En la imagen se observa la forma en que funciona este sistema de calefacción:



#### EN CASAS HABITACIÓN

ACUMULADOR DE CALOR A BASE DE PIEDRAS DE RÍO, DEBE ESTAR TÉRMICAMENTE AISLADO Y TENER DRENAJE EN LA PARTE INFERIOR PARA SACAR EL AGUA QUE SE CONDENSE DENTRO.

ESTE AIRE CALIENTE ES TOMADO EN LAS PARTES SUPERIORES Y CONDUCCION MEDIANTE UN TUBO AISLADO A UNA TRAMPA O ALMACÉN DE CALOR EN LA PLANTA BAJA DE LA CONSTRUCCION, DEBIDAMENTE AISLADO, PARA NO TENER PÉRDIDAS HACIA EL TERRENO, Y LLENO DE ALGÚN MATERIAL CON SUFICIENTE MASA E INERCIA TÉRMICA, PARA CONSERVAR EL CALOR DURANTE LA NOCHE, Y VOLVER A CALENTAR EL AMBIENTE INTERIOR AL UTILIZAR EL ACUMULADOR DE CALOR.

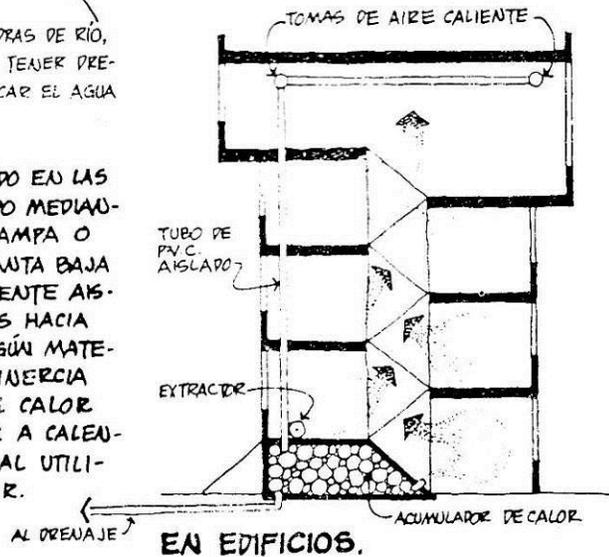


Imagen 71 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Calentador solar de aire para acondicionamiento del clima interior:** consiste en un recipiente con un espesor mínimo de 10cm. Conteniendo rocas de alta inercia térmica y sellado con doble acristalamiento para evitar pérdida de calor por las noches. Este sistema puede también instalarse en edificios, cuidando el

aislamiento de los tubos para minimizar la pérdida de calor al conducir el aire caliente al interior.

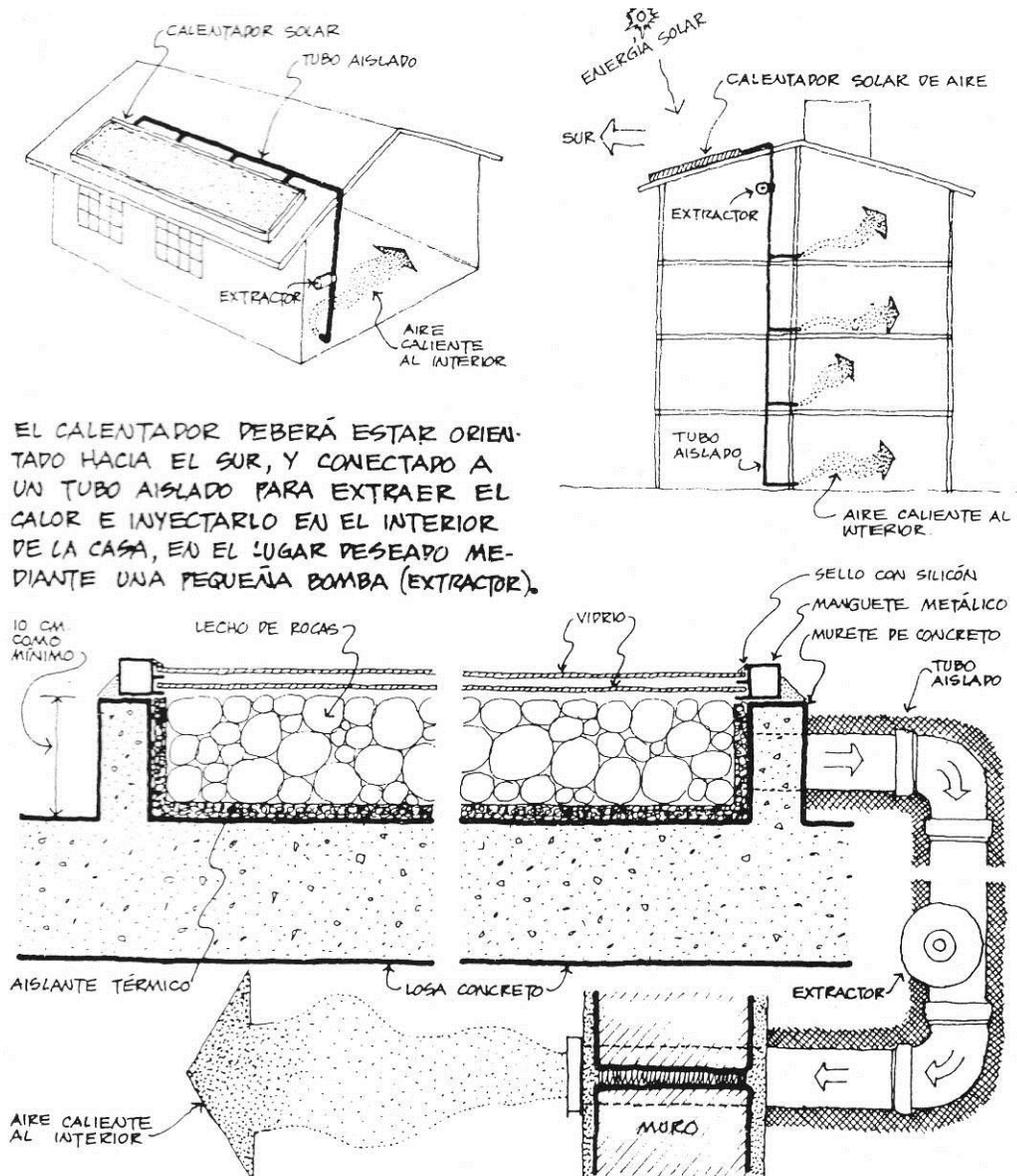


Imagen 72 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Panel reflejante en el exterior:** son paneles de elementos reflejantes como: espejo, aluminio pulido, acero inoxidable, plástico estañado. Se orientan hacia el sur, oriente y poniente.

Pueden ser móviles o fijos.

El inconveniente de estos paneles es que pueden llegar a sobrecalentar en verano.

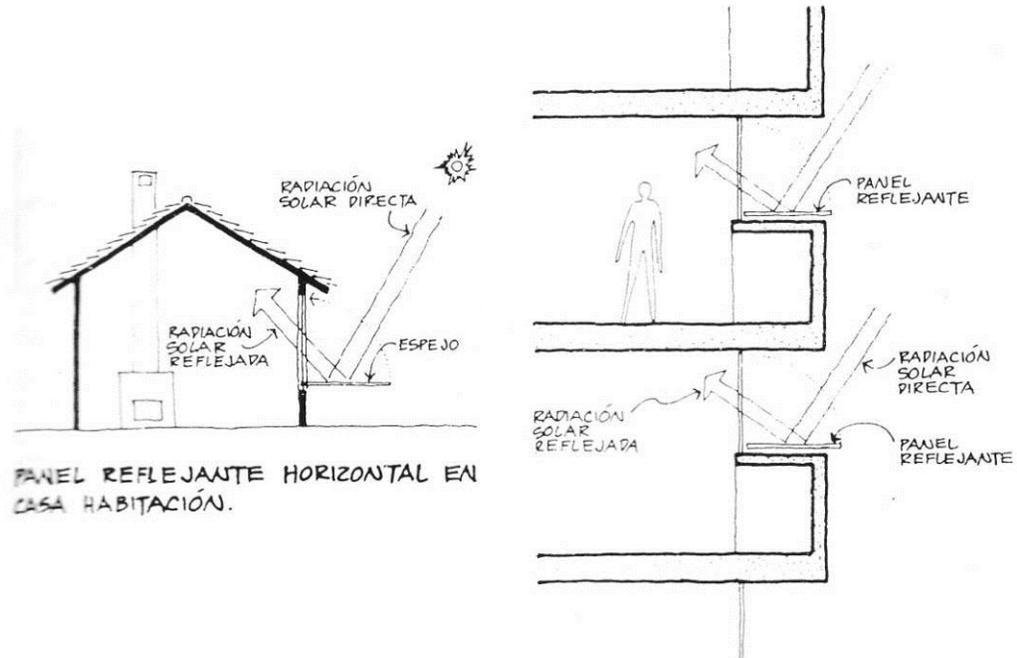


Imagen 73 Ubicación del panel reflectante en vivienda unifamiliar y edificio multifamiliar. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Trampa de calor:** consiste en un pequeño espacio orientado hacia el sur, con cubierta de cristal o acrílico transparente, de tal manera que capte la radiación solar y almacene el calor para ser usado durante la noche, bombeándolo a través de un tubo aislado, hasta el lugar que se desea climatizar.

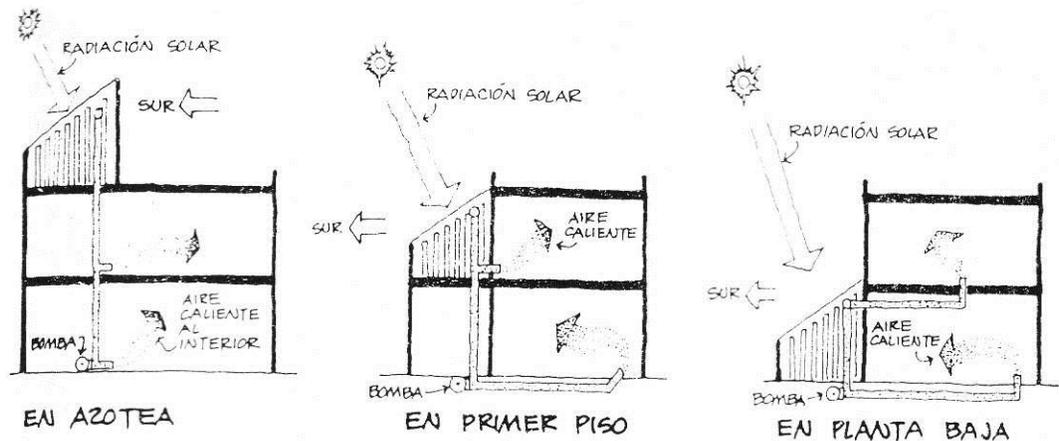


Imagen 74 Distintas ubicaciones de la trampa de calor. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

Otra forma de crear una trampa de calor es llenándola con piedras de color oscuro y suficiente masa térmica, como piedra braza, cantera, piedra de río o cualquier grava gruesa. El mayor rendimiento de estas trampas se obtiene

abriéndolas en la noche con tapaderas de material aislante para guardar el calor almacenado durante el mayor tiempo posible.

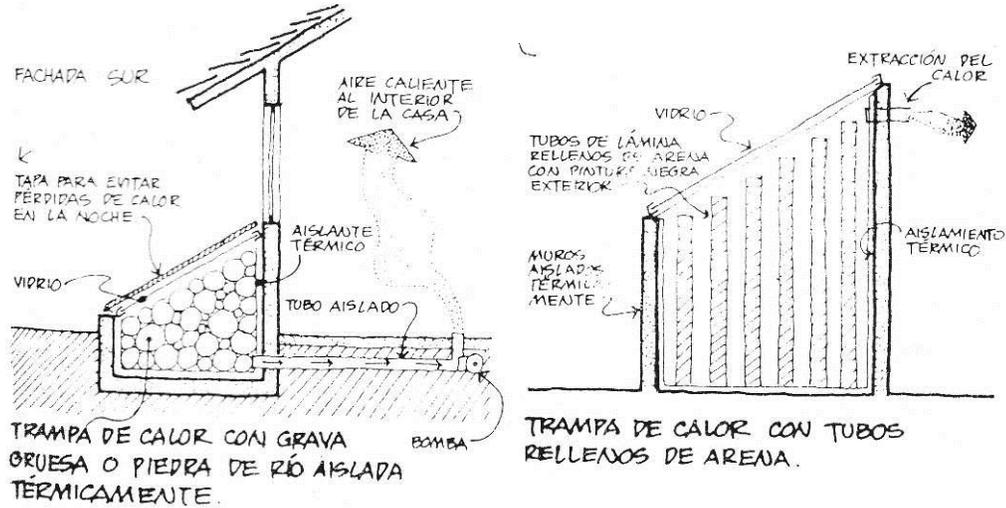
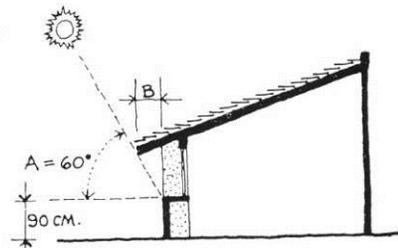


Imagen 75 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

Para lograr la masa térmica suficiente para que el calor no se disipe en las primeras horas de la noche, se puede colocar dentro de la trampa de calor una serie de tubos de lámina galvanizada pintados exteriormente de negro mate y rellenos de arena. Tal como se muestra en la imagen superior.

- **Inyección de aire fresco al interior de la casa:** Para lograr un sistema pasivo de refrigeración en invierno se deberán seguir las siguientes recomendaciones:
  - ✓ Se abrirá la casa por la parte superior al exterior, con ventanas u orificios para ventilar y refrescar.
  - ✓ Se dispondrán aberturas amplias de igual dimensión para entrada y salida de aire, que permita su paso.
  - ✓ Cuando el flujo de aire es insuficiente para ventilar la casa, se puede establecer la corriente conectiva en el interior utilizando el efecto de chimenea o presión negativa en la techumbre de la casa.
  - ✓ Las superficies vidriadas al Sur dimensionadas para captar la máxima radiación solar en invierno, también captarán energía en verano cuando no se necesita. Con un voladizo sobre el acristalamiento vertical al sur, puede controlarse efectivamente la radicación de verano. Estas son las



RELACIÓN PARA DISEÑO DEL VOLADIZO  
 $A/B = 1.7$   
 ALTURA MÍNIMA ANTEPECHO 90 CM.  
 SUPERFICIE MÍNIMA ILUMINACIÓN  
 20 % DE LA SUPERFICIE DEL LOCAL  
 SUPERFICIE MÍNIMA VENTILACIÓN  
 1/3 DE LA SUPERFICIE DE LA VENTANA.

Imagen 76 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

recomendaciones para volados:

- ✓ Los parteluces son efectivos para el control del sol en verano. Estas son las recomendaciones para dimensionarlos:

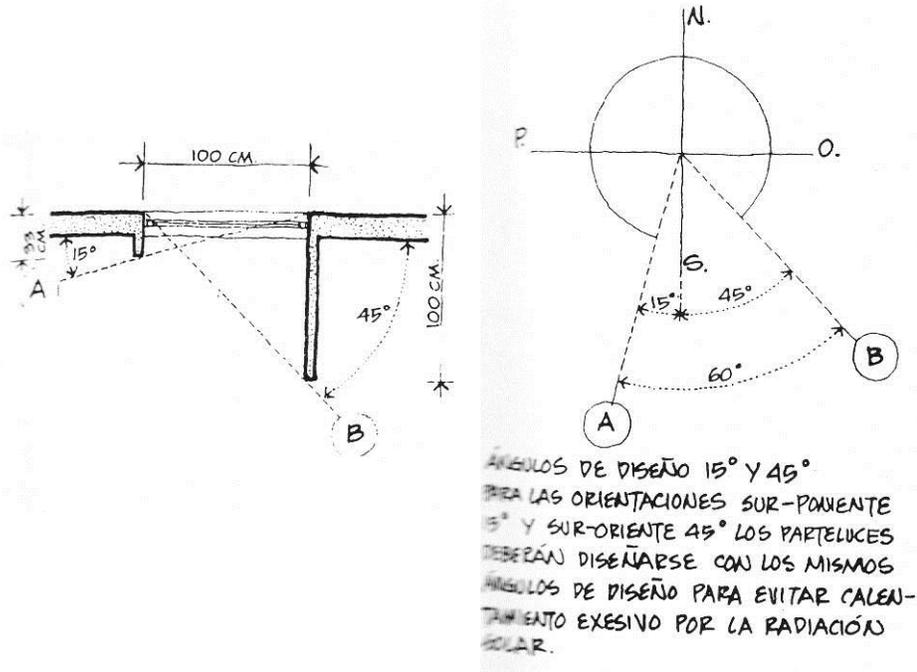


Imagen 77 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- ✓ Sistema de inyección de aire fresco que consiste en un dispositivo a base de un tubo preferentemente metálico que va del exterior de la casa al interior de la misma. Este tubo deberá ir enterrado en el suelo para que mantenga el aire frío en su interior, que al penetrar en la casa por diferencia de temperaturas exterior- interior forma una corriente convectiva dentro de la casa. La toma de aire debe colocarse preferentemente hacia el **Norte** y en un lugar sombreado para succionar aire fresco.

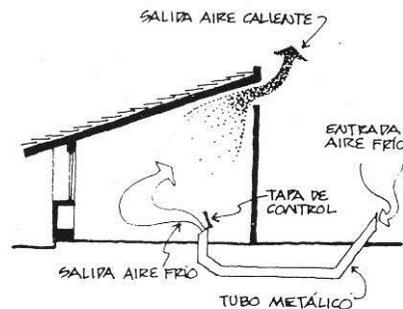


Imagen 78 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

## 2.6. TÉCNICAS DE MANEJO DE AGUA POTABLE EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

### 2.6.1. EL AGUA

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

### 2.6.2. EL AGUA EN GUATEMALA

Guatemala es un país abundante en agua. Para determinar la demanda actual del recurso es necesario estimar la demanda para los principales usos (agrícola, consumo doméstico, industrial, servicios y pecuario) a niveles nacional y departamental, y en lo posible municipal. Considerando la información disponible, se determinaron cuatro grandes grupos de demanda: Consumo de riego, consumo humano, consumo industrial y consumo de hidroeléctricas.

El crecimiento demográfico y la urbanización implican la demanda de servicios directamente relacionados con el recurso agua, entre los cuales es importante mencionar la demanda de agua potable y de energía eléctrica. Sobre la base de los porcentajes de cobertura por municipio que tiene el Sistema de Información de Agua Potable y Saneamiento (SAS) y de acuerdo a los datos de población, se estimó el consumo de agua potable a nivel de municipio. El consumo anual en el caso de agua potable se estimó en más de 325 millones de m<sup>3</sup>, encontrándose los valores más altos en el área metropolitana.

Usos del agua	Consumo anual (millones de m <sup>3</sup> )	
	2000	2005
Doméstico	284	326
Riego	2,200	1,886
Industria	850	929
Hidroeléctricas*	2,883	4,511
<b>Uso total</b>	<b>6,217</b>	<b>7,652</b>

**Tabla No. 23** Tabla obtenida de Perfil Ambiental de Guatemala 2006. Las hidroeléctricas se utilizan como referencia pues no son consuntivos.

Este resumen del balance hídrico permite pensar que, en términos generales, el país está lejos de tener problemas de disponibilidad de agua, debido a que posee un potencial

enorme para atender la demanda actual; sin embargo, son conocidos los recurrentes problemas por los cuales atraviesan muchos guatemaltecos para disponer del vital recurso, tanto en términos de servicios de agua potable y saneamiento como de servicios de agua para fines agrícolas. En otras palabras, en el país precipita agua abundante, pero la capacidad del mismo para administrarla en función de las necesidades de la creciente población es deficiente.

Resumen del balance anual y usos del agua a nivel nacional, para 2000 y 2005

Balance hídrico	Volumen anual (millones de m <sup>3</sup> )	
	2000	2005
Oferta bruta superficial	55,679	53,365
Oferta bruta subterránea	29,312	40,024
<b>Oferta bruta total</b>	<b>84,991</b>	<b>93,388</b>
Caudal ecológico	21,248	23,347
Reducción por contaminación	33,996	37,355
<b>Caudal neto disponible</b>	<b>29,747</b>	<b>32,686</b>

Tabla No. 24 Tabla obtenida de Perfil Ambiental de Guatemala 2006

La calidad del agua superficial del país se ve afectada principalmente por problemas de sedimentación y contaminación biológica, y en menor escala por contaminación química. El principal contaminante en todo el país proviene de los sistemas de drenaje de aguas servidas de los centros poblados, los cuales se descargan directamente hacia los cauces de ríos y arroyos locales. Este hecho hace que durante la época lluviosa se incrementen las enfermedades a causa de una mayor contaminación de las fuentes de agua superficial, especialmente por bacterias que causan enfermedades gastrointestinales como el cólera.

La fuente principal de abastecimiento de agua para consumo en los hogares guatemaltecos a nivel nacional proviene de tuberías que llegan hasta la vivienda o en el terreno de la vivienda (68.66%), aunque con diferencias significativas entre los hogares rurales (53.73%) y los urbanos (88.11%). Sobresale también el hecho de que 7.28% de los hogares que cuentan con acceso a agua la obtienen de una fuente superficial (río, lago o manantial). Lo grave de esta situación es que, tal y como se ha enunciado anteriormente, estas fuentes se encuentran en su mayoría con altos niveles de contaminación.

Otro aspecto relevante es el tratamiento que los hogares guatemaltecos le dan al agua previamente a beberla. A nivel nacional, se estima que un 39% de hogares no aplican tratamiento alguno al agua, resaltando la región del suroccidente en donde el 56% de los hogares no aplican tratamiento. En la región del nororiente un 28% tratan el agua con cloro, en tanto que en la región del **Norte** y Nororiente, un 68% y 70% respectivamente.

### 2.6.3. CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

La captación del agua, en una vivienda autosuficiente, puede realizarse de diversas formas dependiendo claro esta del clima en que se encuentre ubicada la vivienda. Mencionaremos algunas formas de captación más comunes:

- **Captación de agua a través de la neblina:**

Esta captación es realizada a través de los atrapanieblas o captanieblas, los cuales sirven para atrapar las gotas de agua microscópicas que contiene la neblina. Estos se colocan por lo general en ambientes desérticos con presencia de niebla.

Están formados por un pedestal metálico en que hay un gran marco, de unos 6 m de largo por 4 m de alto. Este marco contiene una malla plástica que facilita la condensación de la neblina. En su parte inferior hay una canaleta y un estanque colector.

Estos dispositivos se instalan en sitios altos, que se hallen expuestos a la camanchaca y están conectados por tuberías a estanques de depósito de agua.

En los Atrapanieblas los rendimientos esperables de captación de agua se sitúan de 2 a 10 [L/m<sup>2</sup>día].



Imagen 79 Atrapanieblas. Imagen obtenida de [www.flickr.com](http://www.flickr.com)

- **Captación de agua por medio de aljibes o pozos:**

Un pozo es un orificio o túnel vertical perforado en la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, normalmente una reserva de agua subterránea (originalmente) del nivel freático. Generalmente de forma cilíndrica, se suele tomar la precaución de asegurar sus paredes con piedra, cemento o madera para evitar su derrumbe.

Los pozos tradicionales para buscar agua están en los patios de las casas y tienen un brocal (pared que sobresale del nivel del suelo hasta una altura suficiente para que nadie caiga al interior), un cigüeño o una polea para subir el cubo y una tapadera para evitar que caiga suciedad al interior.

En las ciudades el nivel freático puede estar contaminado por filtración de aguas residuales, por lo que su agua se utilizará para jardinería, baldear los pisos, fregar, etc. en vez de para beber. Lo que normalmente, y siempre que se podía, se hacía de la fuente.

- **Captación de agua por condensación y destilación:** Esta forma de captación de agua puede utilizarse en lugares cercanos a cuerpos de agua. La destilación es un método que consiste en separar los componentes líquidos de una mezcla. Por lo general la mezcla se coloca en una bandeja cubierta por un vidrio expuesto al sol. Las altas temperaturas producen que el agua contenida en la mezcla se evapore y al subir choque contra una superficie de temperatura más baja (la cubierta de vidrio) y el vapor se condense convirtiéndose en agua, la cual escurre en un depósito de agua dulce. Esta separación puede realizarse con agua de mar.

Estas son algunos tipos de destiladores solares de agua:

- ✓ **El destilador solar de caseta** es el más conocido y difundido en el mundo y consiste en una caseta de material semitransparente, generalmente vidrio, que se coloca sobre una poceta o bandeja que contiene agua a destilar. Por la forma de la caseta y la forma en que ésta atrapa el calor, proveniente de la energía solar, les ha valido el nombre de “destiladores de invernaderos” o Solar Still en inglés.
- ✓ **El destilador de poceta** o bandeja se caracteriza por su sencillez y su facilidad de construcción y está formado por una poceta hecha generalmente con materiales de la construcción (ladrillos o bloques, piedra de arena), angulares de acero y láminas de vidrios. Su construcción es la más sencilla de todas y debe ser in situ, realizada principalmente por un albañil. Se recomienda su uso en instalaciones relativamente grandes hechas con recursos propios.
- ✓ **El destilador de cascada** toma su nombre porque al llenarse o al limpiarse, el agua corre en forma de cascada, no así en su funcionamiento normal, cuando el agua contenida en el destilador permanece prácticamente estática.

La purificación de fluidos, específicamente la desalación o destilación de agua, utilizando como fuente energética la radiación solar, es una técnica ya desarrollada con grandes ventajas económicas, sobre todo por el ahorro de electricidad o petróleo, así como la calidad del agua obtenida. Las experiencias

acumuladas son contundentes en demostrar que la destilación solar del agua de mar o salobre es una opción tecnológica y económicamente factible.

Los destiladores solares pueden ser construidos de muchas formas y con diferentes materiales, así como pueden ser destinados a diferentes usos. Pueden ser fijos o portátiles, perennes o transitorios. Pueden ser construidos masivamente en industrias, o uno por uno in situ e incluso pueden ser de construcción casera.

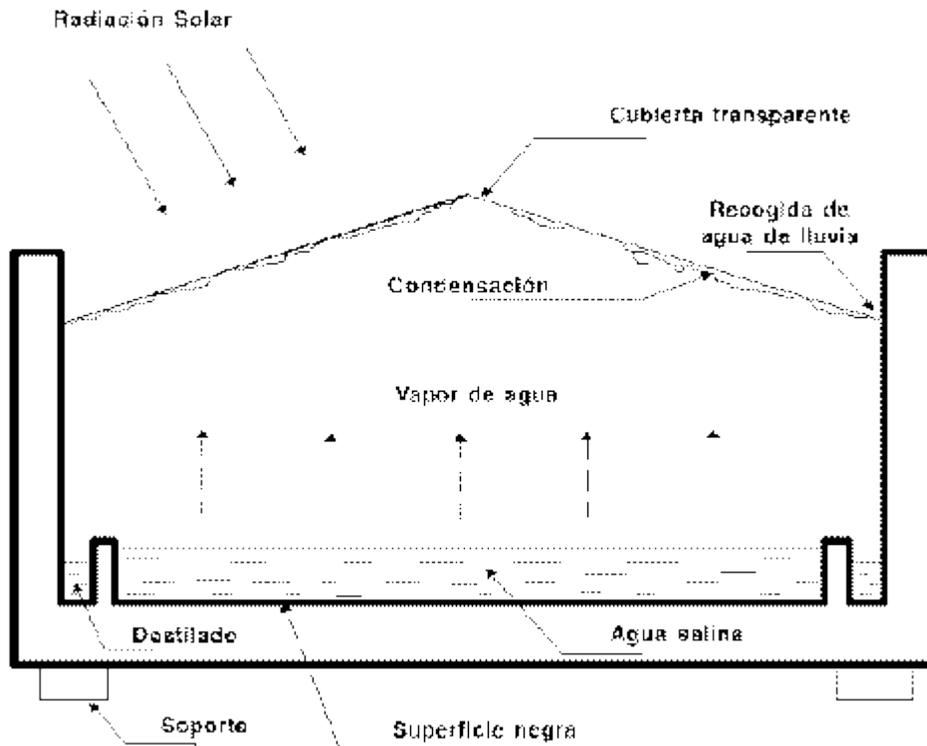


Imagen 80 Ejemplo de destilador solar de bandeja. Imagen obtenida de <http://www.cubasolar.cu>

- **Captación de agua pluvial:**

La captación del agua pluvial es necesaria en las zonas donde el bombeo no alcanza a subirla.

Utilizando el agua de lluvia en la ciudad, se logra enormes economías, el agua existente sería de mejor calidad, y no se sustraería el agua de otras cuencas a costos muy elevados.

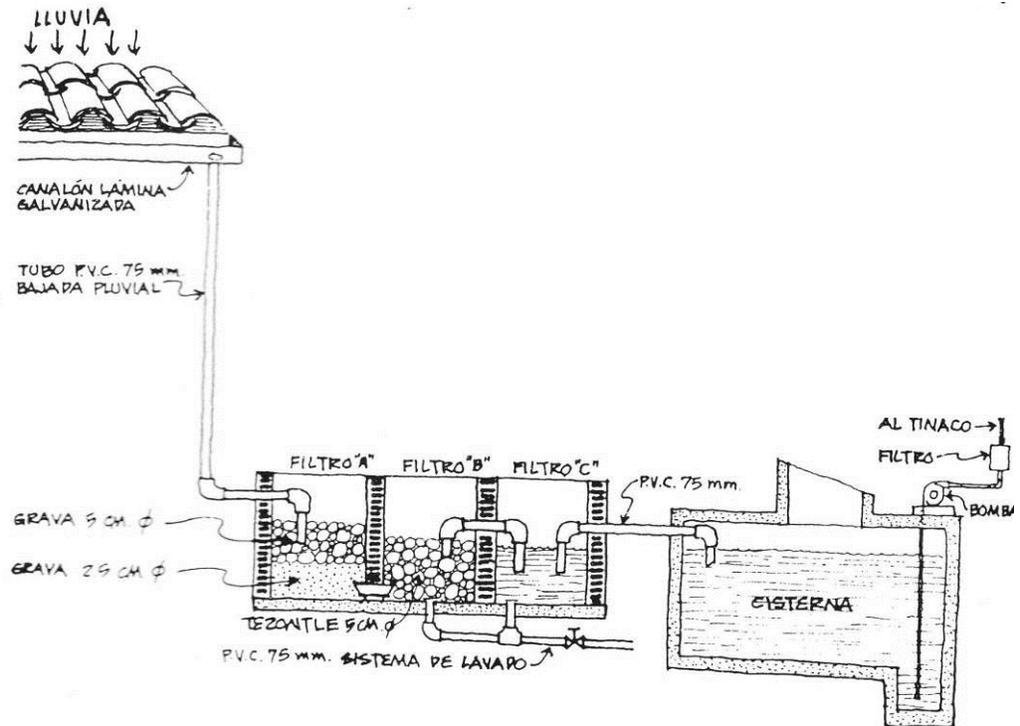
El sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia de la casa ecológica, consta de un techo de teja que es el principal captador que vierte el agua en el

sistema de filtrado para pasar a la cisterna de esta se bombea el agua al tanque para después distribuirla por gravedad a la red de alimentación.

La capacidad de almacenamiento de la cisterna debe ser suficiente para tener agua durante los meses que no puede ser autosuficiente sólo con lluvia. Se calcula una capacidad de 50 m<sup>3</sup> es suficiente para una familia de 5 miembros.

El mantenimiento que se debe brindar al sistema es el siguiente:

- ✓ El canalón de lámina galvanizada deberá limpiarse y pintarse interior y exteriormente cada 6 meses como mínimo.
- ✓ Cada año después del primer mes de lluvia, deberán limpiarse los filtros sacando las gravas y el tezontle, para lavarlos.
- ✓ La cisterna deberá vaciarse y limpiarse cuidadosamente para almacenar las lluvias de los meses.



**Imagen 81** Diagrama sistema de captación de agua pluvial. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

Es importante mencionar que debido a la contaminación de la ciudad, las aguas pluviales pueden estar contaminadas, para ello es importante utilizar sistemas de purificación, como destilación del agua para consumirla o adición de cloro y otros medios para convertirla en potable.

#### 2.6.4. INSTALACIONES AGUA POTABLE EN VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

A continuación presentaremos algunas recomendaciones en la instalación de agua potable dentro de una vivienda:

1. El baño y la cocina deben construirse cercanos entre sí, para que toda la tubería corra en el mismo muro, y así evitar gastos.
2. El tinaco debe colocarse a 50 cm del piso de la azotea para facilitar su instalación y cuando menos a 2m de alto de la regadera, para obtener una buena presión en todas las salidas.
3. Las tuberías de agua fría y caliente deben tener una separación mínima de 15 cm.
4. El tubo que desaloja el agua de lluvia de la azotea debe desaguar en una coladera y esta a los filtros y de ahí a la cisterna. El desagüe de lluvia no debe conducir a aguas negras.
5. Los recorridos de la tubería deben ser rectos.
6. Al finalizar la instalación se hace una prueba de presión para comprobar si no hay fugas.
7. Las salidas de agua caliente siempre se colocan del lado izquierdo

Veremos algunos artefactos que contribuyen en el ahorro de energía y consumo de agua:

- **Bombas hidráulicas que no consumen energía:** Existen muchas formas de construir bombas que no consuman energía eléctrica. Algunas de ellas funcionan a base de aerogeneradores que sustituyen la corriente eléctrica o la fuerza humana para realizar dicho trabajo.

Mencionaremos algunos ejemplos de bombas que nos consumen energía:

1. **Bomba de manual de Soga (Cuerda o Mecate):** es un tipo de bomba de fácil construcción y bajo costo que puede ser operada manualmente con poco esfuerzo. Generalmente se utiliza para extraer agua de pozos subterráneos para uso doméstico, para riego de huertas y pequeños cultivos o para abastecer de agua al ganado.

La bomba de soga manual consta básicamente de: una cuerda o soga unida por ambos extremos que lleva atados varios pistones plásticos distribuidos con una distancia aproximada de un metro entre uno y otro; un tubo PVC semi-sumergido por cuyo interior suben los pistones y una polea grande con manivela para hacer funcionar el dispositivo.

Al girar la manivela se jala la cuerda para que los pistones suban por el tubo y así arrastren el agua hasta la superficie. Desde luego, el agua no saldrá a presión, pero se obtiene un flujo continuo de agua con un mínimo esfuerzo.

Al igual que las bombas de émbolo, estas pueden ser accionadas turbinas eólicas, motores eléctricos alimentados por paneles solares fotovoltaicos o animales. También se puede construir una bici-bomba con pedales para facilitar el proceso de extracción de agua.

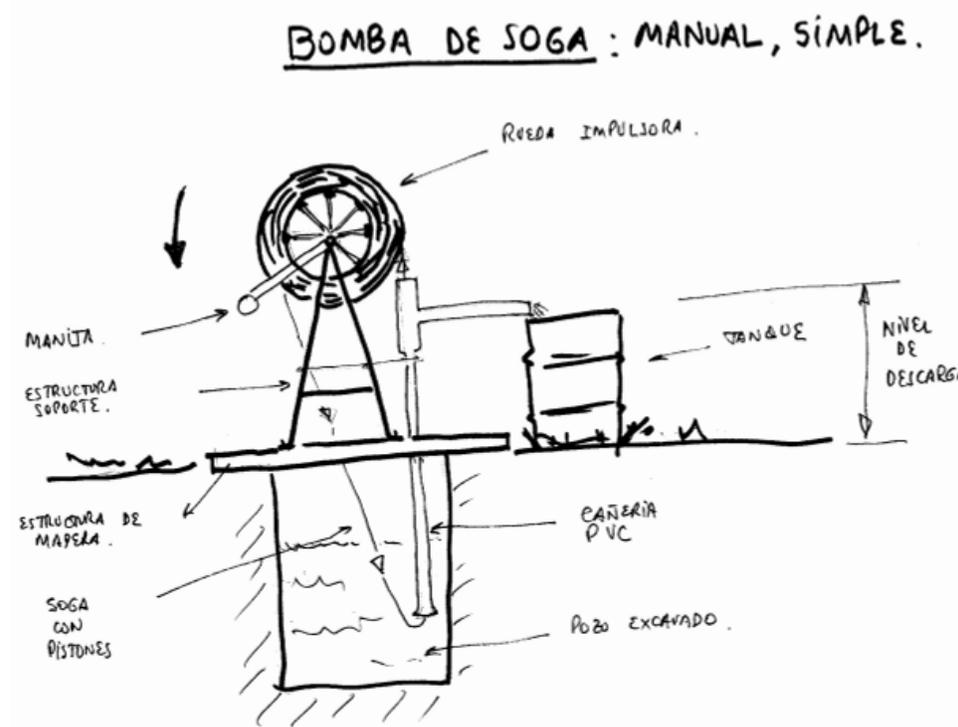


Imagen 82 Bomba de Soga. Imagen Obtenida de <http://www.proinder.gov.ar>

2. **Bomba de manual UNIMADE:** Es una bomba que no requiere de la extracción del cilindro de PVC hacia la superficie, sino que sus partes fundamentales: pistón y válvula check, pueden ser extraídos independientemente. Esto se realiza, luego de haber removido el cobertor metálico superior; tirando hacia arriba la palanca de acción, junto con la varilla de PVC que acciona el sistema.

El cilindro de esta bomba es de PVC, por el cual se desliza verticalmente un pistón que también es de PVC. En este cilindro se tiene en la parte inferior; una válvula de pedal o check, en PVC. La varilla que mueve el pistón, mediante la acción que se provoque desde la superficie, es de PVC.

El cuerpo externo de la bomba, está fabricado con acero estándar y es fácilmente instalado, roscando cuatro tuercas a los tornillos que previamente se pueden colocar en el pedestal de concreto prefabricado y que cubre la boca del pozo.

Las bombas manuales UNIMADE pueden utilizarse en dos modalidades básicas: de succión (aplicables cuando el nivel del agua se encuentra a menos de 7,0 m) e impelentes (aplicables cuando el nivel del agua se encuentra a más de 7,0 m de profundidad). Con la modalidad impelente, el cilindro puede colocarse a profundidades de 30,0 m o mayores.

Estas bombas también pueden ser adaptadas para elevar el agua a sitios altos a partir del nivel, en la superficie, donde estén ubicadas.

3. **Bomba de manual Catracha:** Consiste en un cuerpo metálico, en hierro fundido que se coloca en la parte superior del pozo por medio de la cual se descarga el agua extraída del subsuelo; un cilindro metálico que se coloca bajo el nivel freático, el cual alberga el pistón y la válvula de pie (check). El pistón es movido con la palanca, desde la superficie, ante la acción directa de una varilla de acero. Utiliza tuberías de hierro galvanizado como elementos de impulsión para conducir el agua hasta la superficie.

Durante el proceso de instalación de estas bombas es necesario que junto con el acero de refuerzo para la losa de concreto de soporte, se coloque una pieza metálica ("araña" o anclador) con tornillos, los que deben estar dispuestos de forma tal que el cuerpo metálico superior de la bomba pueda fijarse apropiadamente.

4. **Bomba de manual Flexi-OPS o de Canica:** Esta bomba se compone de dos mangueras de polietileno (politubo o poliducto) y un agarrador. La de mayor diámetro (25 mm) forma el cilindro o línea de impulsión y la de menor diámetro (12 mm) simultáneamente es el elemento móvil (biela) y el tubo para la salida del agua.

Su funcionamiento es parecido al de las bombas de pistón con la única diferencia que el agua se expulsa por la misma "biela". La parte visible de la bomba es la "Te" del agarrador.

Esta bomba de fabricación manual, es sencilla y de larga duración. Puede colocarse en pozos con diámetros pequeños como 38 mm.

- **Lavadoras manuales ahorro de energía:** En la actualidad gran porcentaje de la población de la nación no utiliza lavadora. Pero existen lavadoras manuales que permiten reducir el trabajo de lavar y no consumen energía eléctrica.



**Imagen 83** Lavadoras Manuales fabricadas a partir de toneles y madera. Imagen Obtenida de Revistas ¿Cómo Hacer Mejor?

- **Inodoros de tanque seco, ahorrador de agua:** En este inodoro se evitan las fugas en la llave aumentadora-flotador y en el obturador, al controlar el llenado del tanque lavador del inodoro, mediante una llave de paso, auxiliada con un tubo transparente que indica el nivel interior del tanque.

El inodoro operará con agua jabonosa procedente del lavamanos, y podrá también funcionar con agua directa de la red mediante la llave de paso.

Las descargas del tanque seco no podrán ser mayores de 6 litros, en virtud de que se usarán tanques de 20 litros y se introducirán en el mismo 4 botellas de un litro.

Para evitar fugas por el obturador tradicional, se propone un obturador de vinilo blando, con un contrapeso, y una guía de PVC sujeta al tubo del rebosadero del tanque del inodoro.

La colocación del lavabo deberá elevarse en aproximadamente 10 cm de su posición habitual. En la salida al drenaje del lavabo se colocará una unidad filtrante equipada con un cedazo intercambiable. El agua usada en el lavamanos es conducida al tanque del inodoro, logrando así su reuso. Con esta instalación se elimina el tragante del lavamanos y se puede suprimir el del piso.

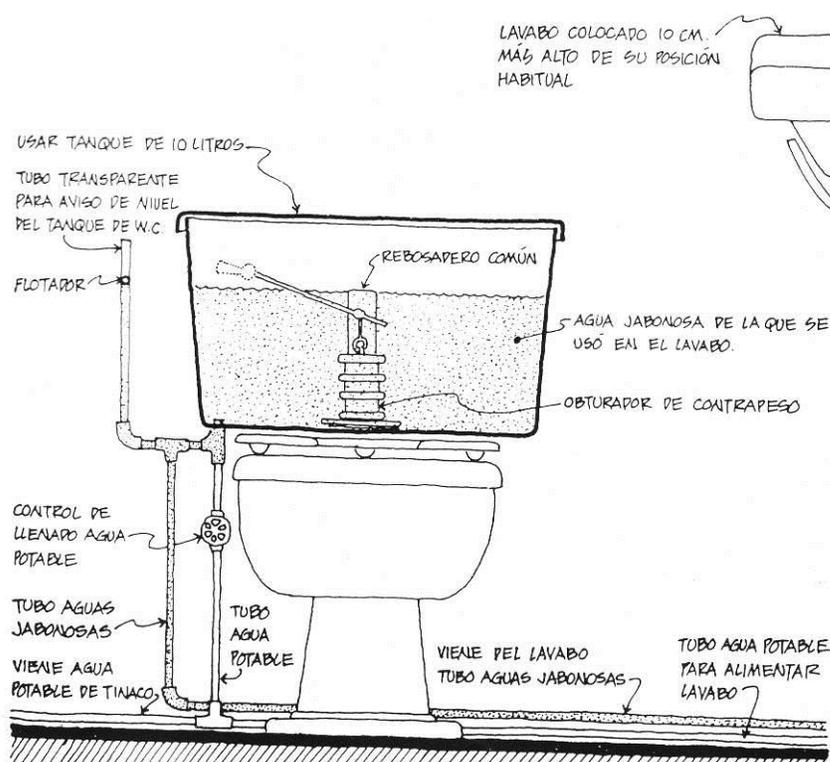


Imagen 84 Inodoro de Tanque Seco. Diagrama realizado por Armando Deffis Casso

- **Ahorradores de agua:** Consisten en tapones que se insertan o se enroscan en las boquillas de las llaves de lavamanos, fregaderos o lavaderos, y en el caso de la regadera, substituyen las habituales. Resultan económicos y ahorran agua al reducir el área de salida y provocar mayores velocidades de salida del líquido. Aumentan el poder humectante, disolvente y limpiador.

Están fabricadas a partir de PVC, en estudios elaborados sobre los tapones ahorradores, concluyeron que permite un ahorro del 74% de agua.

- **Reductores de consumo hidráulico:** Consta de un pequeño cilindro con un orificio taladro en su interior, el diámetro del cilindro es el adecuado para ser introducido en la boca de las instalaciones hidráulicas convencionales, tubería de 19 mm. El borde o ceja sirve de empaque. Para instalarlo únicamente se requiere retirar la regadera o llave convencional del lavamanos, fregadero o lavatrastos, introducir el cilindro del reductor en la boca del tubo y volver a fijarlas en la forma tradicional. Su colocación no altera las instalaciones existentes.

Este reductor ahorra 60% en regaderas y llaves tradicionales a una presión de 1.5kg/cm<sup>2</sup>.

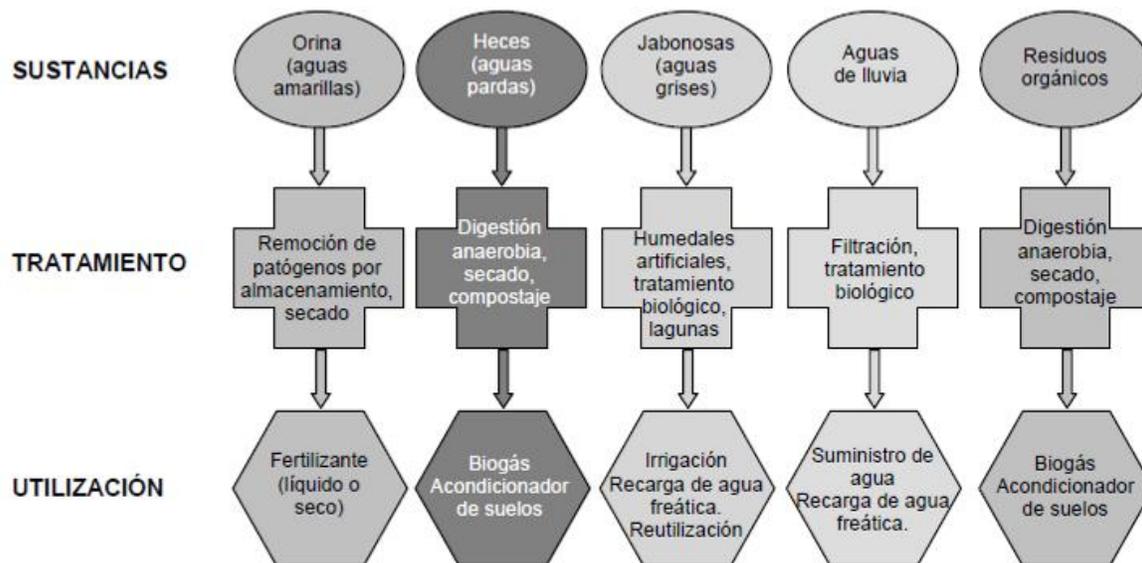
## 2.7. TRATAMIENTO, REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE AGUAS RESIDUALES EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

### 2.7.1. AGUAS RESIDUALES

Se define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

### 2.7.2. DIVISIÓN DE AGUAS RESIDUALES

LA ESTRATEGIA DEL ECOSANEAMIENTO ES LA SEPARACIÓN DE:



- **Tratamiento de aguas amarillas:** Para separar estas aguas de las heces fecales es necesario contar con una taza separadora de orina y heces. Esta puede ser hechiza o adquirida comercialmente.

La reutilización de la orina es para crear fertilizante agrícola. Estas son algunas recomendaciones:

- Como **abono** es importante mezclar 1 galón de orina con 3 galones de agua.
- Como **insecticida** (evitar pulgón): se mezcla ½ galón de orina con 4 galones de agua.

- Como **fungicida** (evitar el orñejo): se mezcla 1 galón de orina con 4 galones de agua.
- **Tratamiento de aguas pardas:**
  - **Digestión anaeróbica:** es el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso genera diversos gases, entre los cuales el dióxido de carbono y el metano son los más abundantes (dependiendo del material degradado).

En el capítulo de energías alternativas se detallaron algunos modelos para tratar las aguas pardas para generar biogás. Véase *pág. 47-56*.

- **Secado:** Consiste en depositar las heces fecales en una cámara de secado o deshidratación. Posee mejores ventajas en el comportamiento micro bacteriano en relación a las letrinas aboneras.



**Imagen 85** Letrina de colector Solar (Secado de Heces). Imagen obtenida del Manual de Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales PROARCA

Con el adecuado mantenimiento, cada 9 meses cuando las excretas estén lo suficientemente secas, se puede utilizar como abono orgánico.

- **Compostaje:** Es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural.

Esta transformación se lleva a cabo en cualquier casa mediante un compostador, sin ningún tipo de mecanismo, ningún motor ni ningún gasto de mantenimiento.

La basura diaria que se genera en los hogares contiene un 40% de materia orgánica, que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos.

De cada 100kg de basura orgánica se obtienen 56kg de compost.

Existe variedad de formas para generar compost a base de heces fecales, entre las más conocidas podemos mencionar: letrina compostadora, Eco-Baño diseñado por Pura Vida Atitlan.

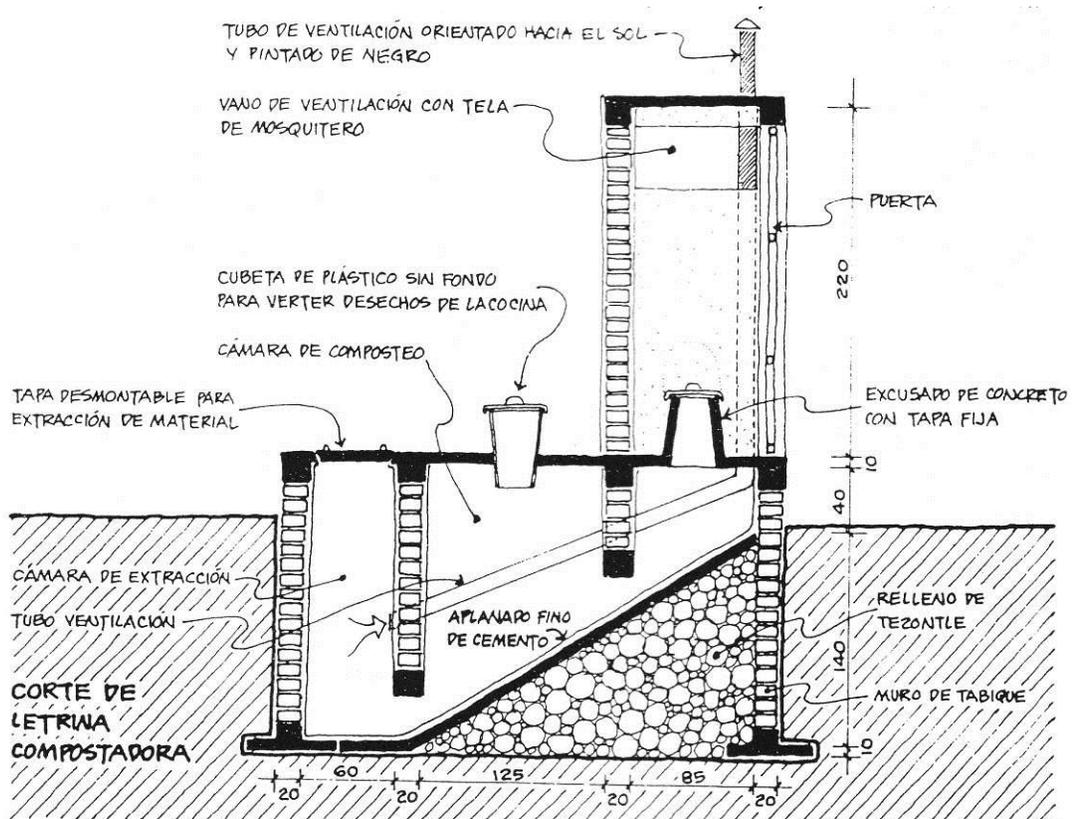


Imagen 85 Letrina de compostera Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

- **Tratamiento de aguas grises:** Las aguas grises son aquellas que tienen presencia de jabones. Uno de los problemas que presenta los jabones en el agua es la reducción de oxígeno presente en ella, estas aguas por lo general son ricas en

nitrógeno y fósforo. El procedimiento para tratarlas se resume en los siguientes pasos:

- i. Eliminar grasas a través de una trampa de grasa y todas las partículas de gran tamaño como hilos, pelos etc.
- ii. Filtrarlas a través de arenas (biofiltros)
- iii. Estancarlas en algún área para crear humedales con plantas que se alimenten del fósforo y nitrógeno (gramíneas, lirios, bananos, platanillos, etc.) o irrigar algunas jardineras o crear estanques artificiales.



*Tratamiento preliminar. Trampa de grasas y partículas gruesas*



*Excavación del sitio donde se colocará el biofiltro*



*Colocación de materiales impermeabilizantes en fondo de*



*Preparación de materiales a utilizar como filtro*



*Colocación de materiales a utilizar como filtro*



*Plantas colocadas sobre el lecho filtrante*

**Imagen 86** Tratamiento de aguas grises a través de humedales. Imagen obtenida de Manual de Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales PROARCA

En las imágenes siguientes se muestra la construcción de una serie de cajas biofiltradoras recubiertas de plantas con raíces oxigenadoras como lo son los lirios. Con el tiempo esta agua va rellenando un estanque artificial, que puede convertirse en un elemento arquitectónico dentro del hogar.



**Imagen 87** Tratamiento de aguas grises creando un estanque artificial. Imagen obtenida de [www.paginasverdessalapa.com](http://www.paginasverdessalapa.com)

- **Tratamiento de aguas de lluvia:** Como se vio anteriormente las aguas de lluvia pueden ser captadas por el techo, o superficie y ser depositadas dentro de una cisterna. Las aguas de lluvia pueden ser para: a) consumo, b) irrigación de jardinerías o c) recarga del manto freático.

Para el consumo es necesario tomar las precauciones debidas para potabilizarla. Implica filtrarla y agregarle químicos para su purificación

Si el agua de lluvia es utilizada para irrigación o recarga del manto freático. Únicamente es necesaria la construcción de un biofiltro para su tratamiento.  
*Véase pág. 101-103.*

## 2.8 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE

### 2.8.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Son los productos de la relación entre el hombre y su medio, es todo material descartado por la actividad humana, que no teniendo utilidad inmediata se transforma en indeseable. Se hace referencia al material que posee potencial para ser reutilizado.

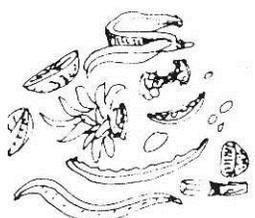
La cantidad de residuos que se generan por persona, es un índice que se relaciona directamente con el nivel de vida de la comunidad.

En Guatemala el acelerado crecimiento poblacional, la urbanización y los patrones de producción y consumo de la sociedad guatemalteca han ocasionado como resultado un incremento en la generación de desechos sólidos y una particular composición de los mismos.

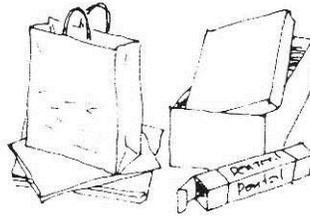
### 2.8.2. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

La única forma de desaparecer los residuos sólidos, es no produciéndolos. La basura se compone de varios desperdicios que antes cuando estuvieron limpios y clasificados, no eran basura.

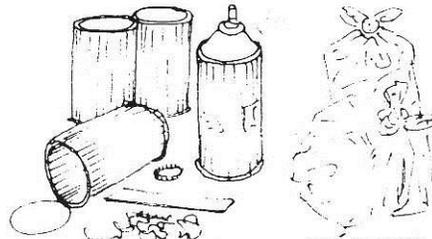
Los residuos sólidos se componen de:



MATERIA ORGÁNICA



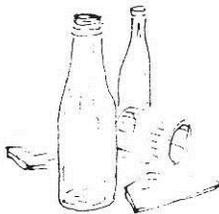
PAPEL - CARTÓN



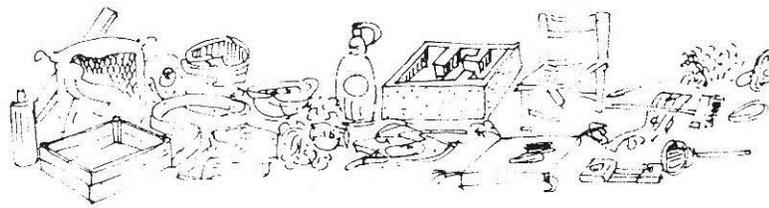
METAL



PLÁSTICO



VIDRIO



VARIOS

Imagen 88 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

Cada uno de estos residuos lo guardamos por separado, acomodándolos ordenadamente en recipientes dispuestos para tal efecto.

La dimensión de estos recipientes o cajas será de 30 x 40 cm de base por 30 cm de alto.

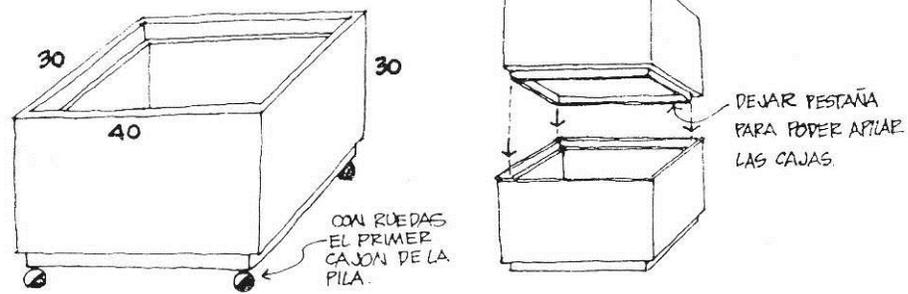


Imagen 89 Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

Veremos la propuesta de Manejos Sólidos en la Vivienda Autosuficiente propuesta por Armando Deffis Casso:

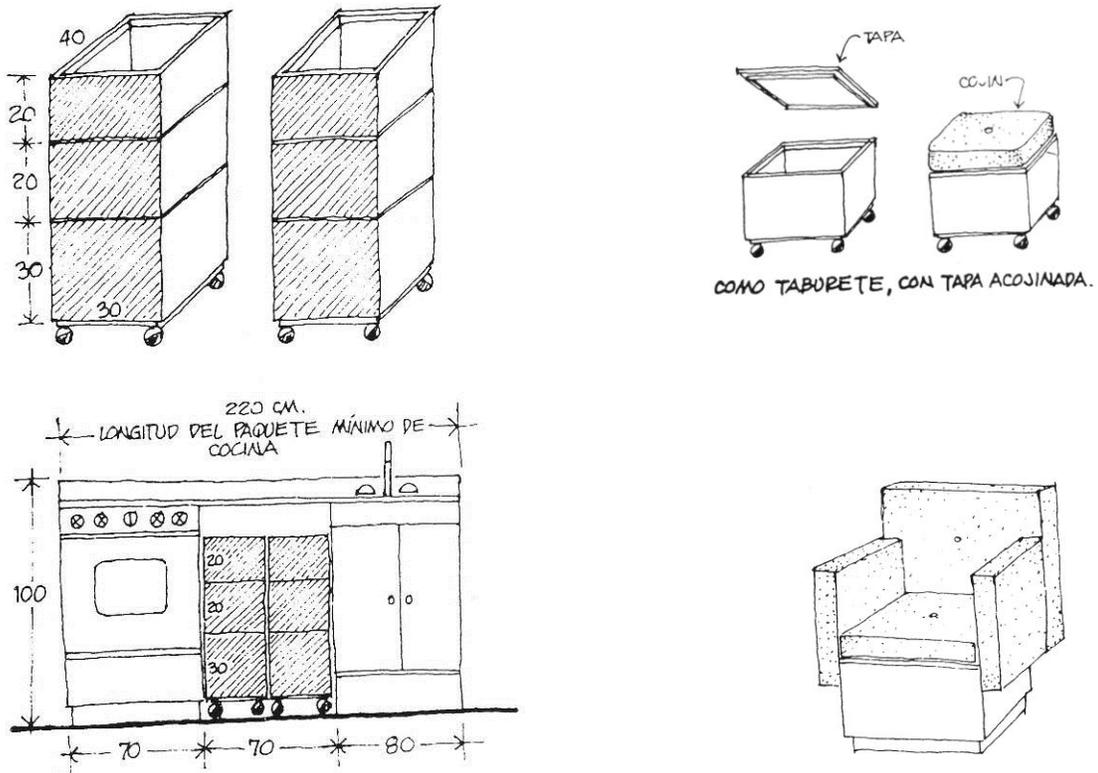
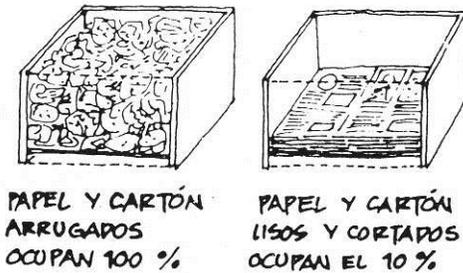


Imagen 90 Opciones de ubicación de cajas recicladoras dentro de la vivienda. Gráfica realizada por Armando Deffis Casso

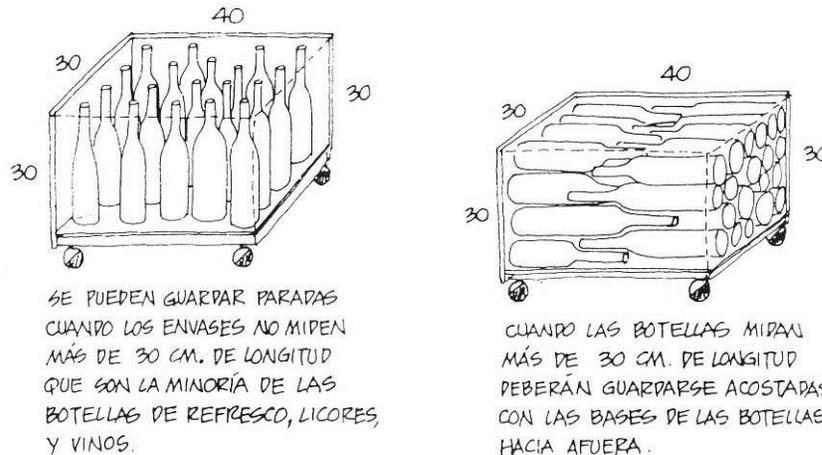
### Formas de clasificación:

- **Papel y cartón:** para la clasificación del papel, sólo es necesario guardarlo plano sin arrugar. De esta forma ocupará menos espacio, las cajas o envases de cartón deberán cortarse de tal manera que formen placas planas que no superen más de los 30 x 40 cm de la base.

Por cada tonelada de papel y cartón reciclados se dejan de cortar 10 árboles o de usar 2 toneladas y media de madera, que son la materia prima del papel. Por otro lado se deja de contaminar y consumir más del 70% del agua usada en forma tradicional para su fabricación 450 mil litros y se ahorra el 60 % de la energía necesaria para su producción: 7000 kilowatts-hora.



- **Vidrio:** El vidrio por lo general consiste en envases que deberán usarse y guardarse ordenadamente para ocupar el menor espacio posible.



El vidrio reciclado reporta grandes ahorros en virtud de que su fabricación a partir de los recursos minerales, requiere enormes gastos en extracción, de transporte y energía.

- **Metal:** es metal de desecho doméstico, generalmente en latas 90% de acero y 10% de aluminio. Para su clasificación se deberán desprender las tapas y doblarlas hasta convertirlas en una placa para colocarlas en el clasificador.



- **Plástico:** Los plásticos deberán lavarse antes de guardarlos en el clasificador, tanto el plástico película, generalmente bolsas, como el rígido, de envases cortados adecuadamente que puedan guardarse unos dentro de otros.



Los plásticos que son un producto petroquímico, cuando son reciclados reportan ahorros, igual que el vidrio, el papel, el metal y otros.

- **Diversos:** en esta clasificación los desechos de menor producción en una vivienda, como son. Los zapatos viejos, un pedazo de alfombra, madera trapo y corcho. En general Materiales que puedan reciclarse.

Debe considerarse dentro de esta clasificación materiales de control sanitario: gasas con sangre, algodón, toallas sanitarias, que en una vivienda son de producción muy escasa y pueden quemarse sin causar problemas de contaminación, ya que son fácilmente combustibles-

- **Materia Orgánica:** consiste generalmente en los desperdicios de cocina y comida no consumida.

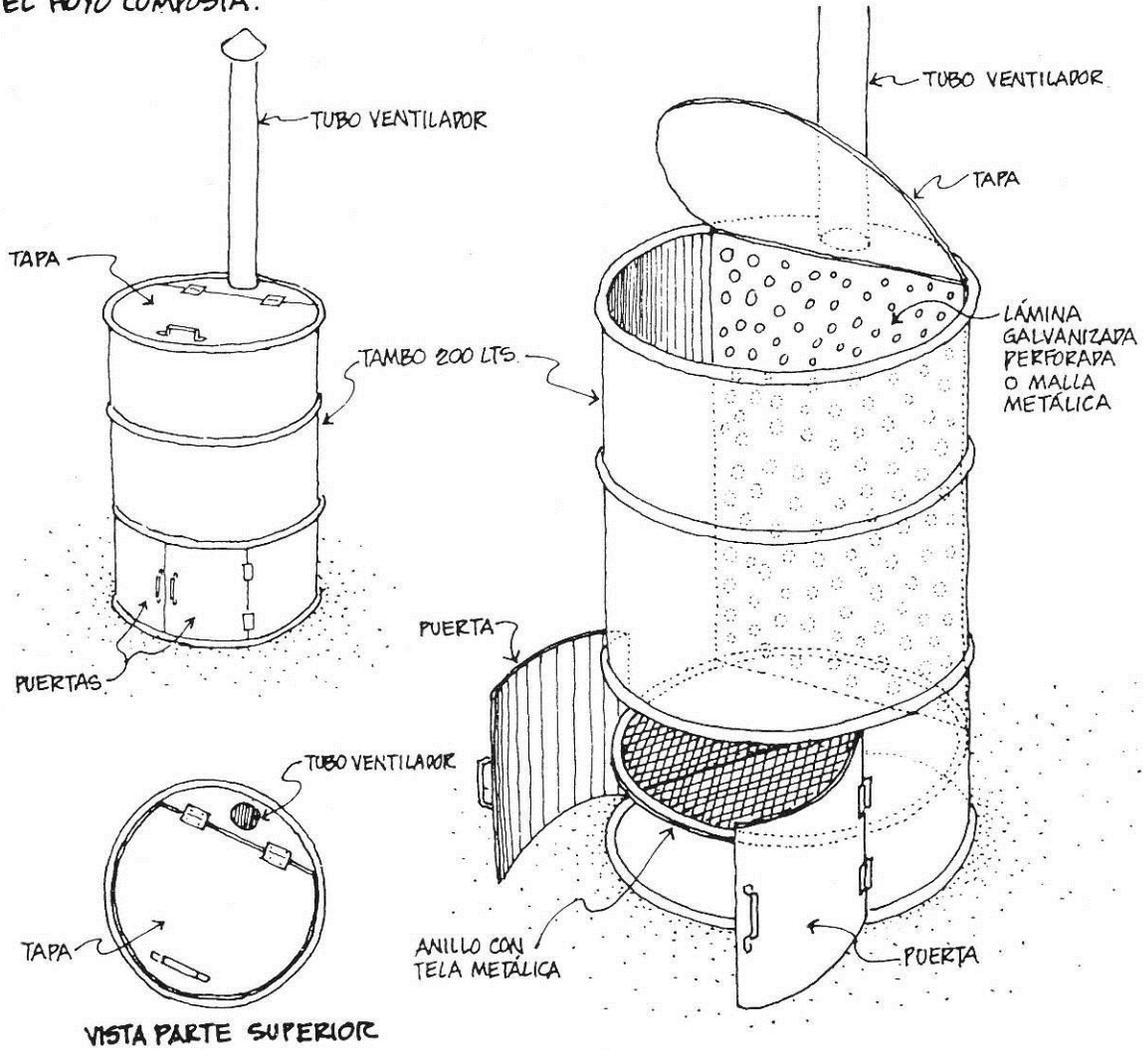
Este material es biodegradable que contiene sustancias valiosas que deben retornar a la tierra.

Estos residuos deberán también depositarse en su recipiente para servir de materia prima de mejoradores de tierra o composta.

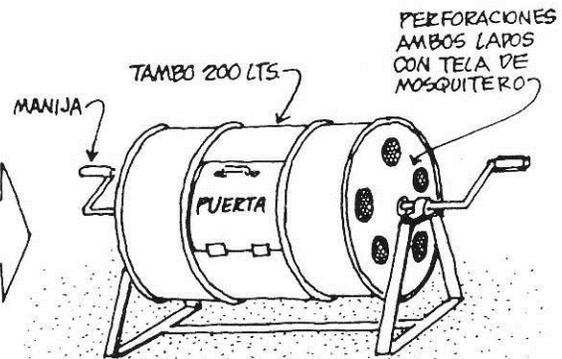
Veremos a continuación un diagrama sobre la elaboración de tambo composta:

## TAMBO PARA ELABORACIÓN DE COMPOSTA

LA COMPOSTA O COMPOST SE PUEDE ELABORAR EN UN TAMBO DE 200 LTS. IGUAL QUE EN EL HOYO COMPOSTA.



OTRO SISTEMA PARA PRODUCCIÓN DE COMPOST CASERO, SE LOGRA TAMBIÉN CON UN TAMBO METÁLICO DE 200 LTS. COLOCADO SOBRE UN EJE HORIZONTAL PARA DARLE VUELTA Y REVOLVER LOS DESPERDICIOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO. EL TAMBO DEBE PINTARSE DE NEGRO Y TENER 5 PERFORACIONES EN CADA TAPA, CON TELA DE MOSQUITERO PARA PROPICIAR EL AIREAMIENTO Y EVITAR LOS MOSQUITOS. EL DESPERDICIO SE METE AL TAMBO POR LA PUERTA COLOCADA AL CENTRO, POR DONDE TAMBIÉN SE SACA LA COMPOSTA YA LISTA.



## 2.9. CULTIVO BIOLÓGICO Y AUTOABASTECIMIENTO

### 2.9.1 CULTIVO BIOLÓGICO

Para el autoabastecimiento alimenticio es necesario conocer las técnicas y formas de cultivo. En esta guía detallaremos el cultivo biológico el cual tiene los siguientes objetivos:

1. No utilizar abonos químicos ni plaguicidas sintéticos (ya que contienen sustancias tóxicas para la salud).
2. No excesos en el abono orgánico (por su alto contenido de nitrógeno)
3. Contribuir a la protección del paisaje
4. Protestar ante la contaminación ambiental

El hombre actual poco se preocupa de llevar una alimentación adecuada. El consumo de las hortalizas ha disminuido en 25% y se ha sustituido por conservas pobres en sustancias minerales, como el azúcar refinado, harina blanca, carnes y grasas que han aumentado excesivamente. Esta alimentación deficiente se traduce en numerosas enfermedades.

La nota predominante en una alimentación natural es la poca o ninguna modificación de los alimentos y la ausencia de aditivos.

Todas las sustancias deben ingerirse en dosis que nuestro organismo precisa para su desarrollo y mantenimiento. Nuestro cuerpo requiere, además de proteínas, grasas e hidratos de carbono, diferentes vitaminas y sustancias minerales

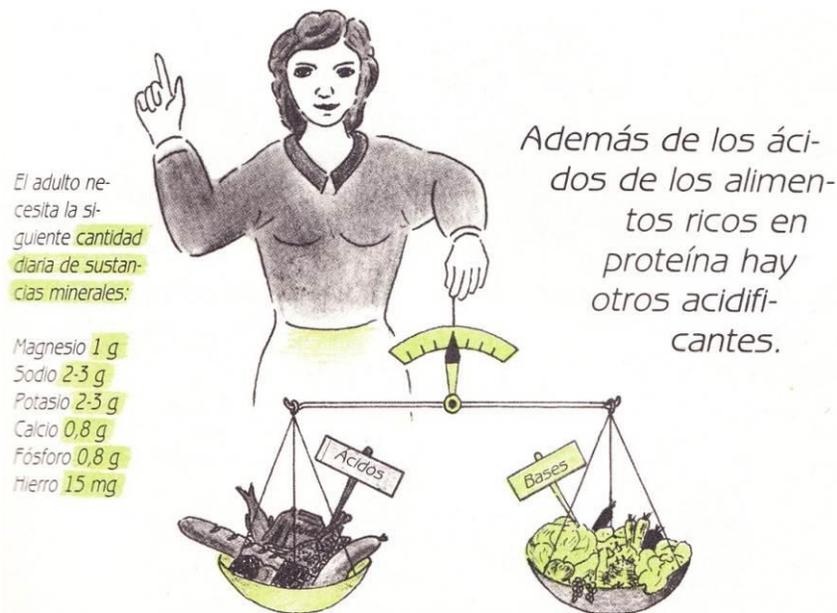


Imagen 91 Imagen obtenida de Cultivo Biológico Tomo I Editorial Blume

La alimentación actual con pescado, carne, embutidos, huevos, queso, legumbres, patatas cocidas y hortalizas en conserva es fuertemente ácida.

En los elementos químicos se hace una diferencia entre metales y no metales. La unión del agua con un metal da lugar a una base, y su unión con un no metal origina un ácido.

Nuestra sangre necesita para realizar sus funciones un pH de 7.33, el cual debe mantenerse a través de la nutrición.

Llamamos base a los hidróxidos de distintos elementos. Aluminio, hierro, potasio, calcio, cobre, magnesio y sodio son los más importantes. Las bases se encuentran en abundancia en la leche cruda, la miel, la fruta, las patatas, las hortalizas, las hierbas aromáticas y las legumbres.

La calidad biológica de los productos cultivados se clasifica según cuatro puntos:

1. Aspecto exterior: forma, tamaño, color e impecabilidad.
2. Facilidad de elaboración y capacidad de almacenamiento.
3. Valor biológico: de sustancias como proteínas, grasas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales, y presencia de sustancias nocivas como nitratos aminoácidos libres y restos de plaguicidas.
4. La producción acorde al medio.

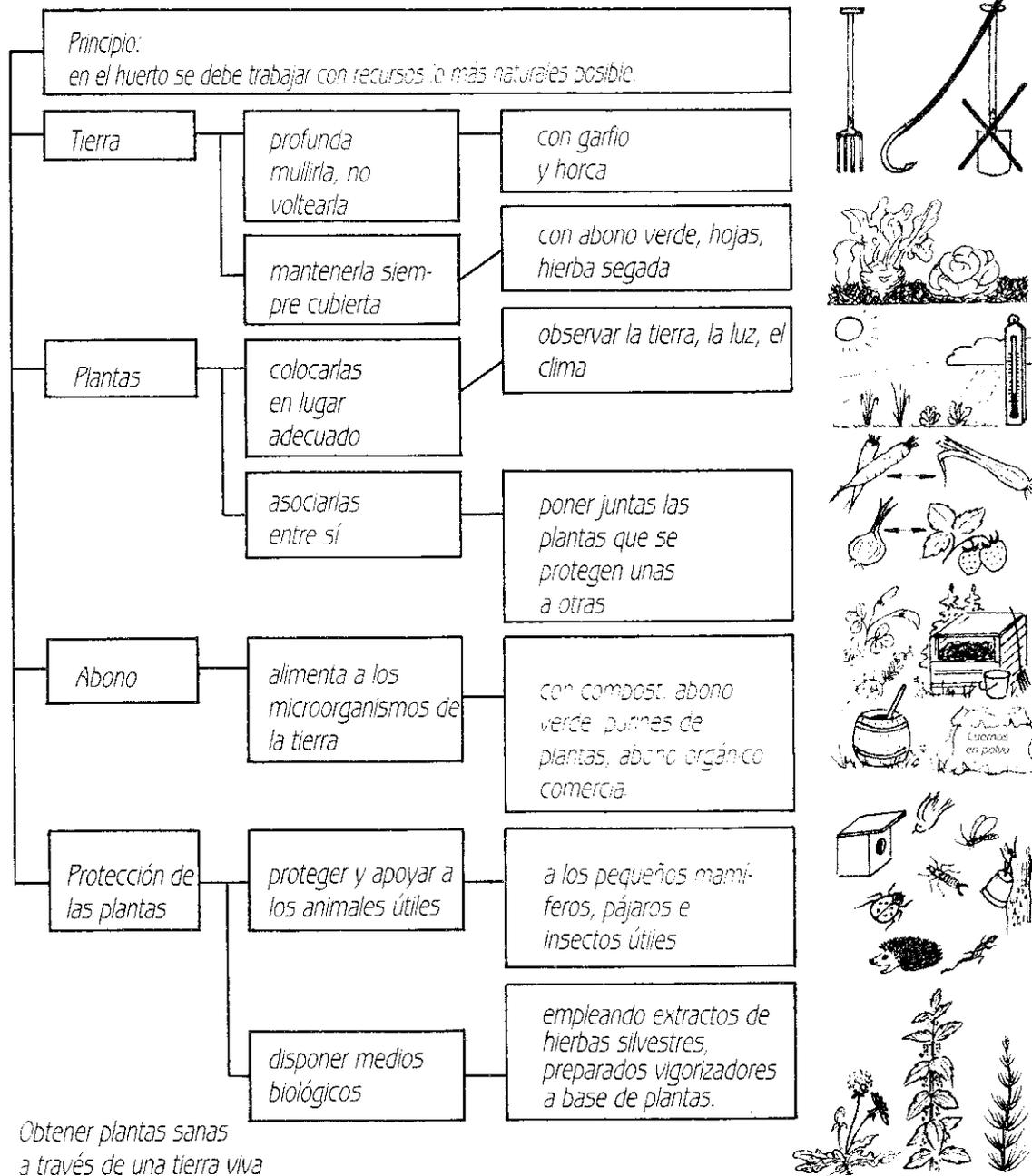
Actualmente los alimentos libres de residuos casi no existen hoy en día, puesto que las sustancias que proceden del aire y de la lluvia. Por otra parte, las moléculas de la lluvia ácida y los metales pesados pueden afectar los campos y huertos.

¿Porqué cultivar a nivel residencial? Para producir una caloría en alimentos (4.18 kilojulios) se precisa más de una caloría en energía proveniente del petróleo. Las hortalizas cultivadas en invernadero consumen mucha energía. Grandes cantidades de energía fósil se emplea en el transporte de alimentos. Un largo transporte además de quemar gases dañinos para la salud exige también un mayor empaquetado de los alimentos. Los alimentos frescos son ricos en vitaminas y sustancias minerales.

Vamos a mencionar los principios que rigen los huertos ecológicos, el espacio necesario que permite el autoabastecimiento, cómo crear un prado natural, estanques, refugios para las aves, rocallas y flores.

Los principios fundamentales de un huerto ecológico son:

## Principios fundamentales de un huerto ecológico



¿Cuánta superficie necesitamos para autoabastecernos? El 80 ó 90% del autoabastecimiento puede alcanzarse con una alimentación puramente vegetariana y compensado las épocas de escasez haciendo las conservas que haga falta con los excedentes de hortalizas y frutas, y con las técnicas de almacenamiento adecuadas.

Ello da un grado de autoabastecimiento alto pero no tanto como para que no haya que comprar fuera algo de comida. Bajo condiciones semejantes a las citadas en la imagen inferior, se puede hacer un cálculo aproximado por persona.

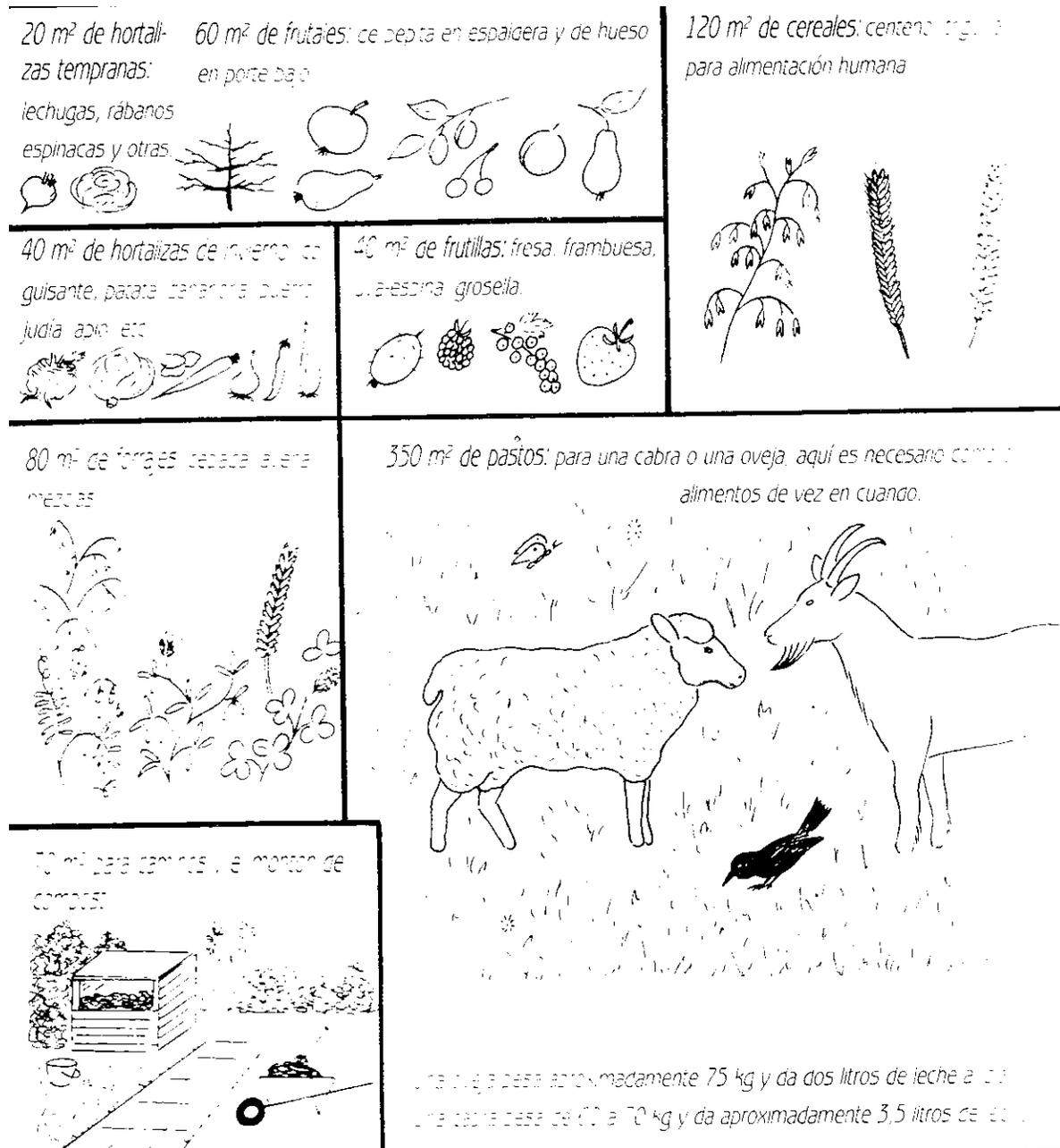


Imagen 92 Imagen obtenida de Cultivo Biológico Tomo I Editorial Blume

Con esta tabla podemos observar que se necesita un aproximado de 780 m<sup>2</sup> para autoabastecimiento total.

Analizaremos otras tablas de superficie propuestas por La Guía Ilustrada de Cultivo Ecológico:

Para un autoabastecimiento amplio: Suponiendo que se cultivan hortalizas y frutillas en el propio huerto, sólo debe comprarse cereales, patatas y fruta para completar la dieta. Con un aprovechamiento más intensivo (mediante las asociaciones de cultivos) se puede obtener el doble de rendimiento. La superficie requerida alcanza entonces la que se ve en el dibujo:

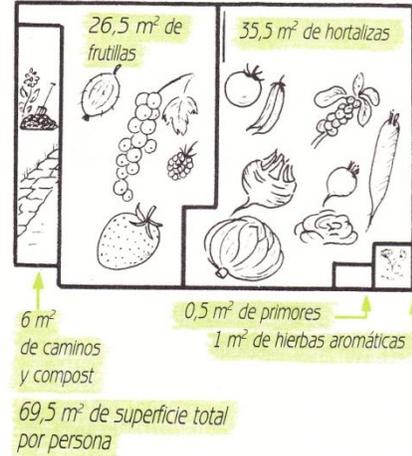


Imagen 93 Imagen obtenida de Cultivo Biológico Tomo I Editorial Blume

Para un autoabastecimiento parcial: aquí se dedican 6m<sup>2</sup> a fresas, que producirán durante dos años y comenzarán a dar fruto a los cinco años, la superficie requerida por persona puede verse en el cuadro a la derecha.



Autoabastecimiento menor: consiste exclusivamente en la producción de pequeñas cantidades de hortalizas frescas variables en cada estación del año. La superficie requeridas difieren mucho según las necesidades personales.

En la actualidad en la mayoría de los hogares se escoge tener césped, este tipo de jardines requieren muchas atenciones, como podarlo, regarlo, abonarlo, etc.

Este espacio puede cambiarse por un prado natural donde se cultiven frutas y hortalizas, y ofrecer alimento a insectos y aves.

Dentro del cultivo ecológico es importante incluir elementos como estanques, setos y rocallas que logren crear un microecosistema para organismos vegetales y animales.



Imagen 94 Imagen obtenida de Cultivo Biológico Tomo I Editorial Blume

### 2.9.2. CRIANZA DE ANIMALES

Es el cuidado de los animales para el aprovechamiento, dependiendo de la especie se pueden obtener diversos productos como: carne, lana, miel, cuero, huevos, etc. Mencionaremos algunas crianzas que se pueden realizar en una vivienda:

- **Apicultura:** es una actividad dedicada a la crianza de abejas (del género *Apis*) y a prestarles los cuidados necesarios con el objeto de obtener y consumir los productos que son capaces de elaborar y recolectar. La apicultura es considerada una ciencia

El principal producto que obtiene el hombre en esta actividad es la miel. Un beneficio indirecto producto de la actividad de pecoreo que realizan las abejas corresponde a la polinización que realizan estos insectos

Para la práctica de la apicultura, el apicultor necesita de una serie de elementos y herramientas.

La colmena es el elemento principal, en virtud de que es la nueva casa donde confinará la colonia de abejas, que puede provenir de un enjambre natural, de una colonia o colmena rústica, o de un núcleo o paquete de abejas que se compra a otros apicultores. Existen diferentes tipos de colmenas, las cuales difieren principalmente en sus medidas de ancho, largo y alto las más utilizadas actualmente son las langstroth y la Jumbo. Una colmena consta de un piso, alzas, cuadros y techo.

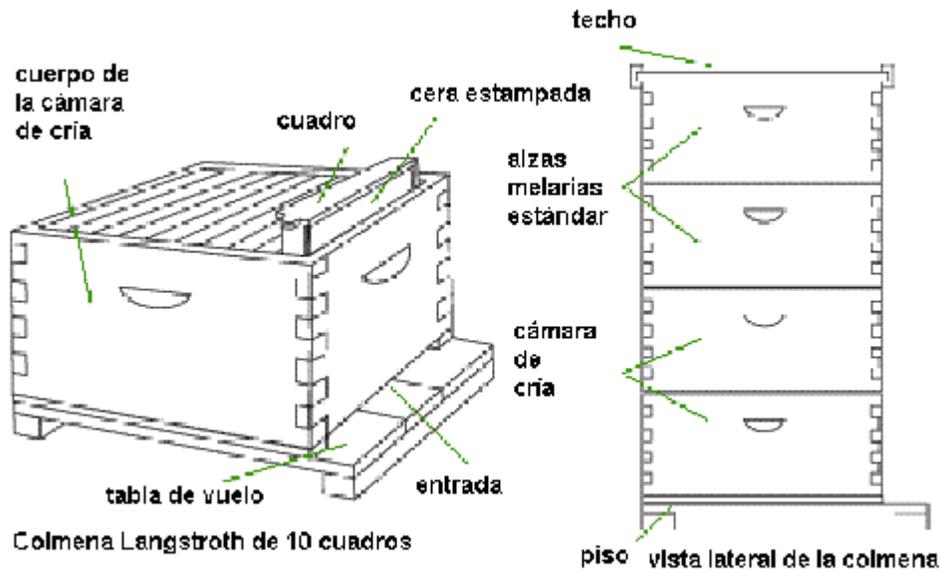


Imagen 95 Colmena para apicultura.

- **Piscicultura:** es la acuicultura de peces, término bajo el que se agrupan una gran diversidad de cultivos muy diferentes entre sí, en general denominados en función de la especie o la familia.
- **Avicultura:** es la práctica de cuidar y criar aves como animales domésticos con diferentes fines, y la cultura que existe alrededor de esta actividad. La avicultura se centra generalmente no solo en la crianza de aves, sino también en preservar su hábitat y en las campañas de concienciación pública.[cita requerida]

Dentro de la avicultura se incluye tanto la avicultura de producción para conseguir carne, plumas o huevos; y la avicultura recreativa con la cría de especies por cuestión de afición, como el silvestrismo, la colombofilia, la canaricultura o la cría de loros u otras especies exóticas.

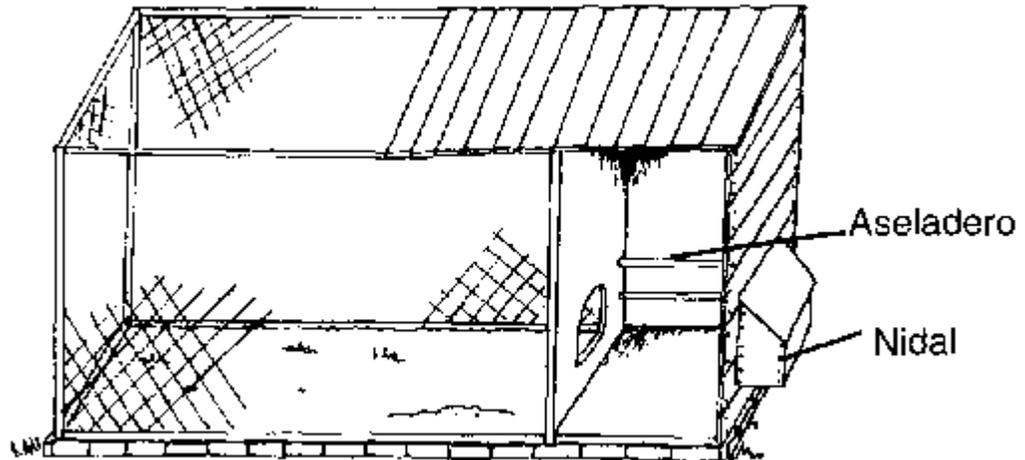


Imagen 96 Corral para Gallinas <http://www.fao.org>

- **Cunicultura:** Es la crianza de conejos, su carne posee un valor alto en proteínas.

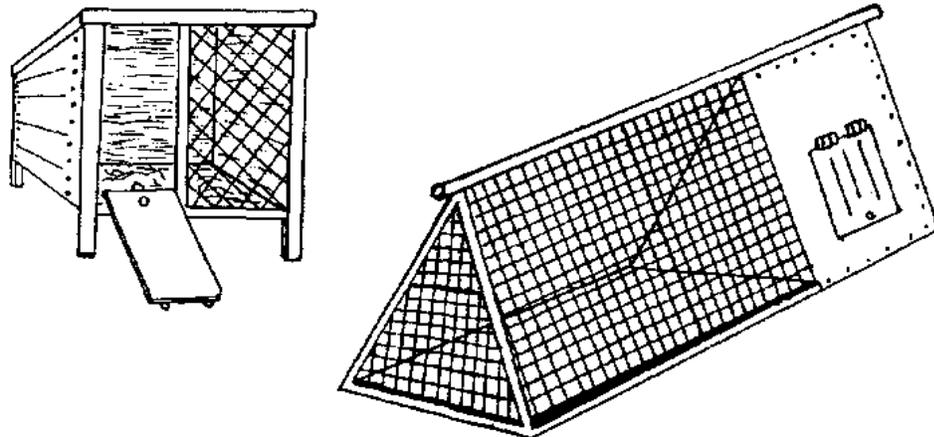


Imagen 97 Corral para conejos. Imagen obtenida de <http://www.fao.org>

- **Ganado ovino y caprino:** Es la crianza de ovejas y cabros. De la oveja puede obtenerse leche y quesos muy nutritivos.

## 2.10 CASOS ANÁLOGOS

### 2.10.1 VIVIENDA DR. ALFONSO LOARCA

Propietario: Dr. Alfonso Loarca

Uso: Vivienda de Descanso

Dirección: 19 calle 19-19, zona 1,  
Quetzaltenango, Quetzaltenango, Guatemala.

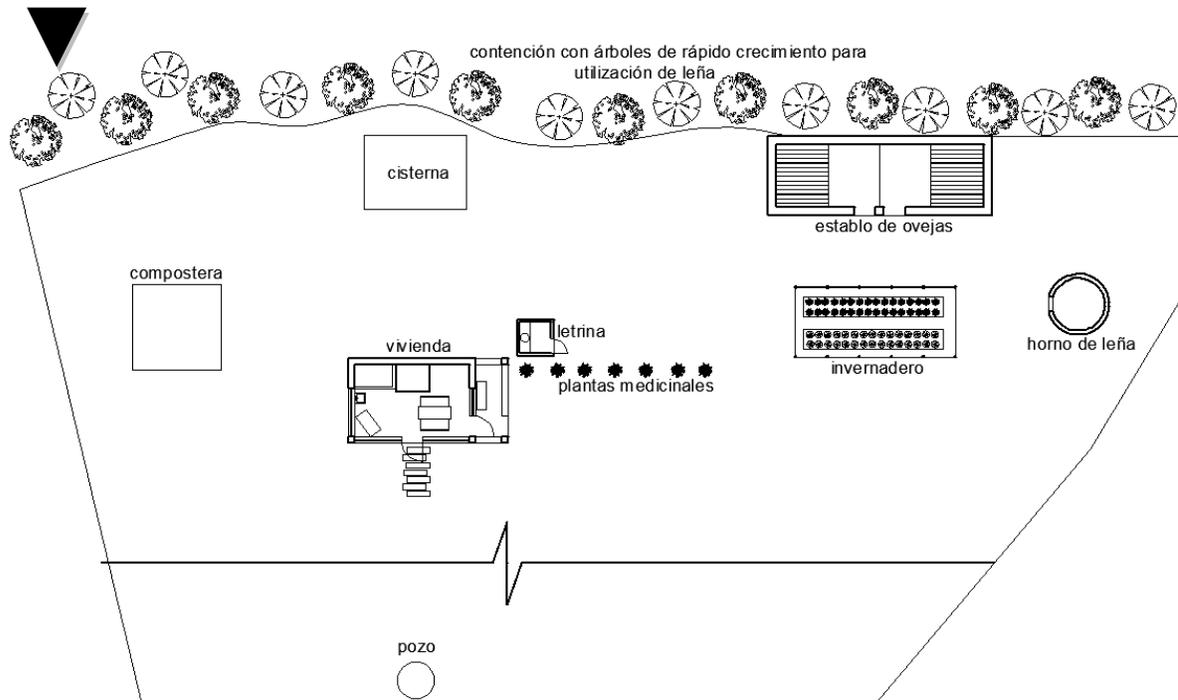
Área de Parcela:

La vivienda está ubicada dentro del perímetro del área urbana de Quetzaltenango. En la zona 1 colindante con el Barrio El Calvario.



Imagen 98 Vista Vivienda de Vivienda Autosuficiente.  
Fuente: Tomada por autor

En la imagen inferior se observa la distribución de las distintas áreas de la vivienda. A continuación detallaremos los sistemas de autoabastecimiento utilizados en la vivienda.



ESQUEMA DISTRIBUCIÓN GENERAL DE VIVIENDA  
DR. ALFONSO LOARCA

Imagen 99 Realizada por autor

La abonera compostera es un orificio de 3m x 3m. En la parte superior existe una estructura de madera, similar a un reloj de arena. Donde se produce compost con ayuda de

la lombriz coqueta roja. Anualmente obtiene 1000 quintales de compost. Los cuales utiliza dentro del hogar y es vendido a agricultores a un precio de Q20.00 c/u.

Dentro de la parcela se cuenta con un espacio para la crianza de ganado ovino. Estos producen leche, queso y lana.

Así mismo cuenta la vivienda cuenta con gallinas y pijijes que sirven para consumo alimenticio.

La vivienda es un área pequeña, que cuenta con: un área comedor/recepción, una bodega la cual en la parte superior posee una cama (ahorrando espacio) y una estufa antigua, ahorradora de leña. La cual calienta el agua y la vivienda. Esta construida a partir de piedra caliza, la cual abunda en la zona, madera, teja manila, lámina y vidrio.

Para cocinar utilizan la estufa ahorradora y el horno de leña fabricada a partir de barro.

El agua es obtenida de un pozo ubicado dentro del terreno y de la captación pluvial en el tejado.

En el vivero se siembra hortalizas que necesitan de calor: como el tomate, lechuga y cebolla. Se cuenta con plantas medicinales sembradas en el terreno, protegidas con malla por las gallinas. También árboles frutales como manzana y nísperos.

En el perímetro del terreno, para contener, árboles de pino y ciprés, también alisos de rápido crecimiento para abastecimiento de leña.



**Imagen 100** Compostera. Fuente: Tomada por autor



**Imagen 101** Establo ovino. Fuente: Tomada por autor



**Imagen 102** Horno barro. Fuente: Tomada por autor



### 2.10.2. VIVIENDA EARTHSHIP BIOARQUITECTURA

Es un tipo de vivienda solar pasiva, construida a partir de materiales reciclables. Diseñado y patentado por Earthship Bioarchitecture de Taos y Nuevo México, las viviendas están construidas para autoabastecerse y generalmente están construidas de llantas rellenas de tierra, utilizando esta masa térmica para regular la temperatura en el interior. Usualmente poseen su propio sistema de ventilación.

Earthships están construidas para aprovechar los recursos naturales de la región, y especialmente del sol. Por ejemplo, ventanas que dan hacia el sol, permitiendo el ingreso de luz y calor, por lo general la distribución de los muros es de forma orgánica que aprovecha la ganancia del calor en los muros durante la época de invierno. Los muros interiores delgados, proveen masa térmica natural que contribuye a regular la temperatura ya sea cuando en el exterior haya frío o calor.

Los muros no estructurales por lo general están fabricados a partir de latas o botellas.

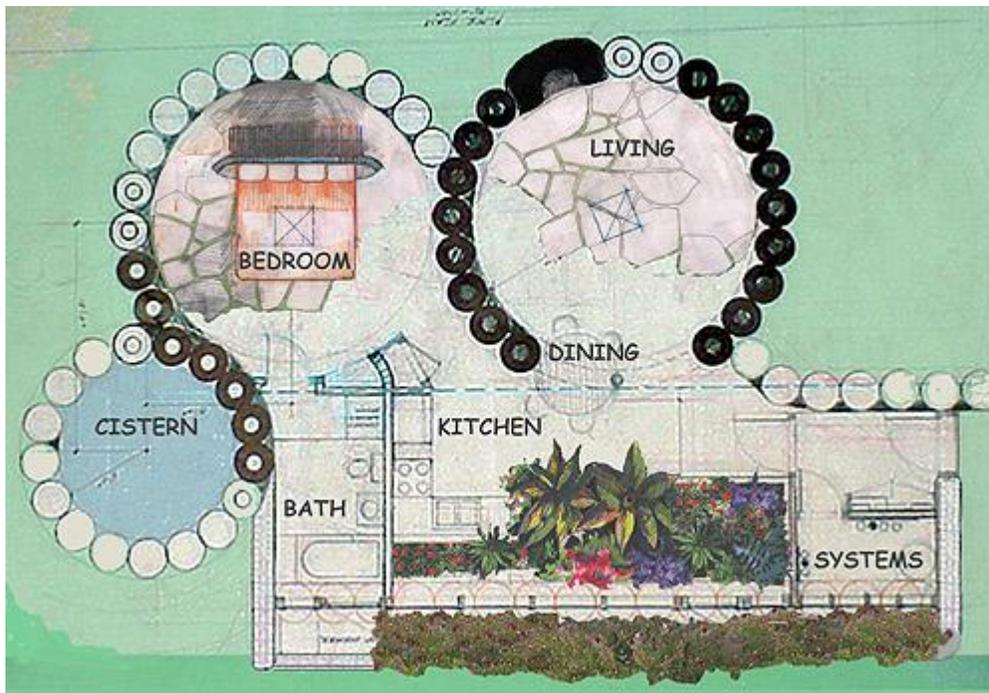


Imagen 104 Planta típica de Vivienda Earthship. Imagen obtenida de <https://www.earthship.com>

#### Sistemas

Las Earthship son diseñadas como una estructura que trabaja en armonía con el medio ambiente. Y libre de las ataduras de la vivienda moderna la cual se centraliza en consumir. Es importante que la Earthship cree su propio consume, así como utilizar el material disponible y sustentable. En orden para ser totalmente autosuficientes las Earthship deben manejar tres sistemas principales: agua, electricidad y clima.

## Agua Captación

Earthships están diseñadas para captar agua local, sin traer agua de puntos centralizados. Por lo general son captadas de lluvia, de la nieve y de la condensación. El agua en su primer punto es captada de los techos conducida a través de una tubería hacia la cisterna donde se cuenta con un equipo que elimina todas las bacterias y cotaminantes volviéndola potable. Esta agua es utilizada para todo, excepto para las descargas realizadas en el inodoro. El agua utilizada en estos artefactos es agua reutilizada de los lavatrastos, lavamanos o duchas.

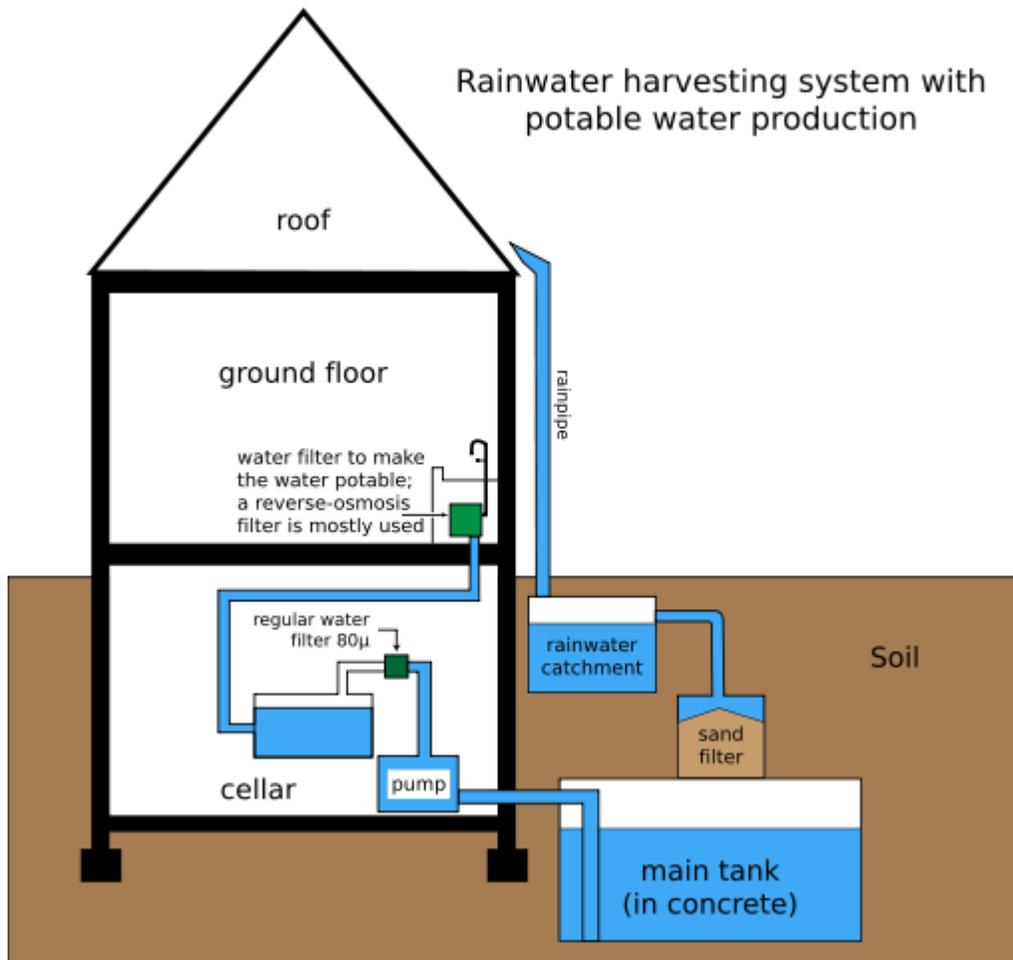


Imagen 104 Captación del agua pluvial Vivienda Earthship. Imagen obtenida de <https://www.wikipedia.org>

## Aguas Grises

Las aguas grises no se pueden volver a consumir. Después de ser utilizadas, se dirigen a una trampa de grasa y posteriormente a filtros fabricados de grava, arenas y raíces de plantas (quitan el nitrógeno e inyectan oxígeno al agua). Estas aguas posteriormente se conducen por jardineras que se encuentran en el interior de la vivienda y brindan frescura.

Al final de la jardinera estas aguas nuevamente se dirigen a un filtrador y cisterna. Que se utiliza para las descargas realizadas en el inodoro.

Por lo general las aguas grises en las Earthships no están lo suficientemente contaminadas para justificar un tratamiento (ya que se utilizan productos que no dañan el medio ambiente).

### Aguas Negras

En un inicio se planteó utilizar inodoros secos composteros. Pero en vez de utilizar este sistema se avocaron por realizar el tratamiento de aguas grises diseñado por Michael Reynolds para las descargas de agua en el inodoro. En la actualidad para el tratamiento de las aguas negras se utiliza un proceso de 6 pasos.

Las aguas negras son dirigidas a una fosa séptica solar, la cual está fabricada de concreto y vidrio para aumentar el proceso anaeróbico. El agua es colectada nuevamente para pasar por un tratamiento similar al de las aguas grises

### Energía

La energía es generalmente captada del sol por medio de paneles solares y del viento por medio de aerogeneradores y en algunas ocasiones gasolina. Que son almacenadas en baterías e inversores. Esta energía es utilizada para aparatos eléctricos y electrodomésticos, pero no para climatizar la vivienda.

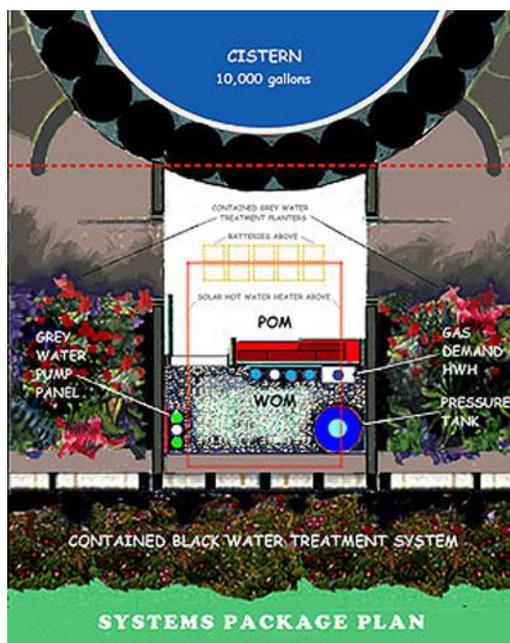


Imagen 105 Tratamiento de aguas negras y grises Vivienda Earthship. Imagen obtenida de <https://www.earthship.com>

## Clima

El clima interior de las Earthship, estabilizan lo hacen confortable, aprovechando muchos fenómenos. Principalmente se trata de aprovechar al máximo las propiedades térmicas de la masa y radiación solar pasiva para calentar y enfriar. Por ejemplo se tienen grandes ventanales por donde ingresa la radiación, se cuenta con cortinas, colectores solares, sifones de luz que garanticen el ingreso de luz en la vivienda, etc.

Parte del confort climático brindado en la vivienda, surge de la ubicación semi subterránea de la vivienda.

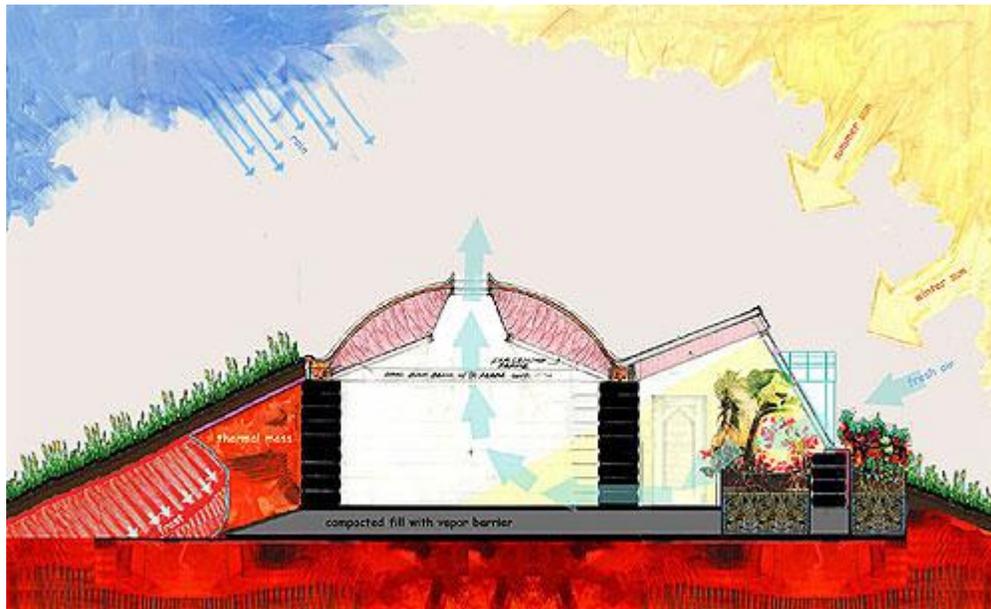


Imagen 106 Sección Vivienda Earthship. Imagen obtenida de <https://www.earthship.com>



## CAPÍTULO 3

- 3.1 CONTEXTO NACIONAL
- 3.2 CONTEXTO DEPARTAMENTAL
- 3.3 CONTEXTO MUNICIPAL



## 3. MARCO REFERENCIAL

### 3.1 CONTEXTO NACIONAL

#### 3.1.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La República de Guatemala se encuentra comprendida entre los paralelos 13°44'30" latitud Norte y entre los meridianos 87°24'14" al Este del Meridiano de Greenwich. Situada en el extremo Nor-occidental de América Central, siendo por lo tanto la más septentrional de las Repúblicas Centroamericanas. Se trata por su extensión del tercer país después de Nicaragua y Honduras.

#### 3.1.2. LÍMITE TERRITORIAL

Dentro de los límites que lo conforman el territorio guatemalteco está limitado de la siguiente manera:

- Al Norte con México
- Al Sur con el Océano Pacífico
- Al Este con Honduras y El Salvador
- Al Oeste con México

#### 3.1.3. GENERALIDADES

La República de Guatemala tiene una extensión territorial de 108,889 km<sup>2</sup>. El territorio se divide políticamente en 22 Departamentos y éstos en 332 municipios. El Decreto 70-86 del año 1,986 del Congreso de la República, los agrupa en ocho regiones las cuales se clasifican por su homogeneidad en características similares como geográficas, clima, económica, y social. "Se establece que la población Guatemalteca asciende a los 11, 237,196 habitantes (Censo 2,002) con un crecimiento poblacional del 2.9% y una densidad poblacional del 103 habitantes/km<sup>2</sup>. "



Imagen 107 Localización de Guatemala. Imagen obtenida de <https://www.wikipedia.org>

“Según estimaciones para el 2007 de 12, 728,111 habitantes, con una densidad demográfica de 117 habitantes por kilómetro cuadrado”, aunque la mayoría se concentra en la región montañosa del sur del país. El 53% de los habitantes de Guatemala vive en áreas rurales.

Se han realizado otros censos en años recientes los cuales no han sido publicados en su totalidad, que han arrojado resultados que el país cuenta con 120 habitantes por kilómetro cuadrado siendo así, la totalidad de la población para el año (2009) de 13, 066,680 habitantes por kilómetro cuadrado.

A pesar de su relativamente pequeña extensión territorial, Guatemala cuenta con una gran variedad climática y biológica producto de su relieve montañoso que va desde el nivel del mar hasta los 4.220 metros sobre el nivel del mar, esto propicia que en el país existan ecosistemas tan variados que van desde los manglares de los humedales del pacífico hasta los bosques nublados de alta montaña.<sup>17</sup>

## 3.2 CONTEXTO DEPARTAMENTAL

### 3.2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Se encuentra a pocos kilómetros de la Frontera con México. Por la Carretera CA-1 a 140 Km. de la Cabecera Departamental a La Mesilla en el Departamento de Huehuetenango (a 2 horas de la cabecera departamental de Quetzaltenango). A 70 Km de Tecún Umán por la Carretera CA-2 (aproximadamente a 3.5 horas de la cabecera departamental de Quetzaltenango). Así como, a pocos kilómetros en el Océano

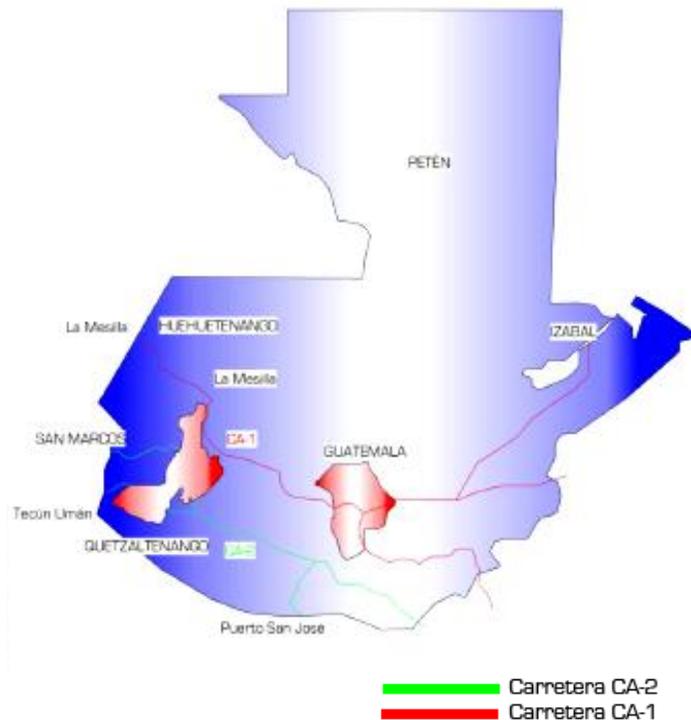


Imagen 108 Localización de Guatemala. Imagen obtenida de Oficina de planificación Municipal, Municipalidad de Quetzaltenango.

<sup>17</sup> Información obtenida de <https://www.wikipedia.org>

Pacífico se encuentra el Puerto San José por la misma CA-2.

Estas carreteras atraviesan horizontalmente el país uniendo Centro América con México, siendo un corredor importante a las regiones inmediatas, llevando el desarrollo comercial e industrial.

Posee una importante área de influencia en 7 departamentos del país. (5 del altiplano y 2 de la Costa Sur), siendo los departamentos que conforman la Región VI y VII. Esta influencia data de 1838, cuando esos departamentos quisieron formar el Estado de los Altos. Actualmente recibe una importante migración de Totonicapán, San Marcos y Suchitepéquez.

### **3.2.2. LÍMITE TERRITORIAL**

Dentro de los límites que lo conforman el territorio quetzalteco está limitado de la siguiente manera:

- Al Norte con Huehuetenango.
- Al Sur con el Océano Retalhuleu y Suchitepéquez.
- Al Este con Sololá y Totonicapán.
- Al Oeste con San Marcos.

### **3.2.3. GENERALIDADES**

Conocida también como Xelajú o Xela. Es la segunda ciudad más importante de Guatemala al tener un alto nivel económico y de producción, siendo considerada actualmente como una de las principales ciudades de Guatemala por la actividad industrial y comercial que en ella se desarrolla. Asimismo Quetzaltenango cuenta con diversos centros educativos, así como algunas de las universidades más reconocidas de Guatemala, al ser la ciudad con la mayor cantidad de centros educativos por habitante, debido, entre otros aspectos, a su estratégica ubicación, ya que la mayoría de sus estudiantes no son de Quetzaltenango, sino de ciudades y poblaciones que se ubican en promedio a 1.5 horas de esta ciudad.

Se tiene un estimado de población de 300.000 habitantes. La población es de alrededor del 50% indígena o amerindia, el 47% mestizos o ladinos , y el 3% europeo. La Ciudad de Quetzaltenango se encuentra en un valle montañoso en el altiplano de Guatemala a una altitud de 2.357 metros (7.734 pies) sobre el nivel del mar.

Proclamada en 2008 como capital de Centroamérica por el PARLACEN.

La población fija de la ciudad y municipio de Quetzaltenango es de aproximadamente 125,000 habitantes, pero debido al flujo comercial-educativo, la población se incrementa con 30,000 personas que conforman la población flotante, perteneciente a otros centros poblados de otros departamentos.

Es la capital del departamento de Quetzaltenango, que tiene 1.953 km<sup>2</sup>, equivalentes al 1,8% del territorio nacional. A nivel departamental el 60,57% de la población es indígena, porcentaje superior al observado a nivel nacional (41,9%); predomina el grupo étnico k'iche' y Mam. Se habla español, idioma oficial, pero también se habla quiché y mam.

La población total del departamento de Quetzaltenango, censada en 1994 fue de 503.857 habitantes, estimándose que para 1997 contase con 661.375 hab., que equivale a un 6,0 % del total nacional. Para el período 1981-1994 la tasa de crecimiento anual fue de 1,8, inferior al promedio nacional que llegó a 2,5%. La composición de la población es de un 40% a nivel urbana y 60% a nivel rural. A una altura aproximada a los 2,357 msnm, lo que la hace una ciudad de clima muy frío.<sup>18</sup>

### 3.3 CONTEXTO MUNICIPAL

#### 3.3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Quetzaltenango está localizada a unos 2,380 metros sobre el nivel del mar. Latitud 14° 50' y 22" y de longitud 91° 31' y 10".

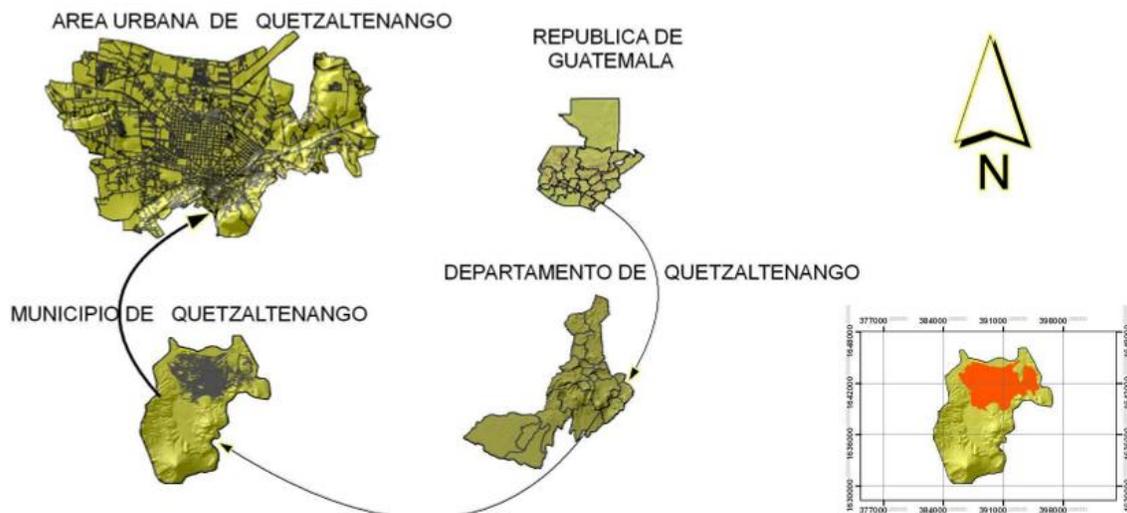


Imagen 109 Localización de Municipio y Área Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Fig. G1 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

<sup>18</sup> Información obtenida de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Ubicado en el occidente de Guatemala en el departamento del mismo nombre, el municipio de Quetzaltenango para el año 2002 según datos oficiales contaba con una población de 127,569 habitantes (Según datos del INE 2002), de los cuales 60,022 son hombres y 66,647 son mujeres, la división étnica del municipio es de 63,714 personas como población Indígena y 63,855 como población no indígena. Su clima es frío, con una temperatura promedio de 17 grados centígrados.

El municipio de Quetzaltenango, limita al Norte con los municipios de La Esperanza, Olinstepeque, del departamento de Quetzaltenango, y San Andrés Xecul del departamento de Totonicapán; al sur con los municipios Zunil del departamento de Quetzaltenango; al este con el municipio de Zunil, Salcajá, Almolonga y Cantel; y al oeste con Concepción Chiquirichapa y San Mateo del departamento de Quetzaltenango.

Cuenta con una extensión territorial de 120 kilómetros cuadrados y está ubicado a 200 kilómetros de la ciudad capital. Su clima es frío, se encuentra localizado a una altitud de 2,400 MSNM. El municipio de Quetzaltenango lo conforman: 1 Ciudad, llamada Quetzaltenango o Xelajú, con 11 zonas urbanas y 1 más la zona 12 en proceso de autorización, a su vez Quetzaltenango es cabecera municipal y departamental; 02 aldeas y 13 caseríos. La municipalidad fue fundada en el año de 1,845 y actualmente se encuentra como parte de la Mancomunidad Metrópoli de los Altos, a la cual se adhirió el 05 septiembre del 2005, cuenta con una carretera asfaltada principal denominada ruta nacional CA-1 que atraviesa el municipio de forma periférica y lo comunica con el municipio de La Esperanza y Salcajá, también cuenta con una red vial constituida por calles pavimentadas, empedradas, adoquinadas y alguna carreteras de terracería en el área rural.<sup>19</sup>

### 3.3.2 DATOS GEOGRÁFICOS

El municipio de Quetzaltenango tiene una extensión territorial de 120km<sup>2</sup>. Presenta un clima frío, con una temperatura promedio de 17°C.

Dentro de su orografía sobre salen los volcanes Santa María, Santiaguito, Cerro Quemado y Siete Orejas; el municipio cuenta, de acuerdo al Plan Maestro 2001-2005 del parque regional, con 20 Km<sup>2</sup> de bosques densos considerados como el 15.66% de la superficie del departamento y 25 Km<sup>2</sup> de bosque ralos considerados como el 19.58% de la superficie departamental. El municipio posee un área protegida denominada “Parque Regional Municipal Quetzaltenango”, tiene una extensión territorial de 5,755 hectáreas,

---

<sup>19</sup> Información obtenida del Plan de Vivienda realizado por el Centro Histórico

esta área Protegida limita al Norte con San Mateo, La Esperanza, Olintepeque del departamento de Quetzaltenango y San Andrés Xecul del departamento de Totonicapán; al Este limita con: Zunil, Almolonga, Cantel y Salcajá; al Sur con: Zunil y el Palmar; al Oeste con: Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez. Este parque regional se constituye en un patrimonio en términos naturales muy importante para el municipio. Respecto a las especies vegetales que existen en el área protegida encontramos que se

Otro aspecto importante del municipio es que cuenta con el Cerro la Pedrera y el cerro Chwiaqan Alac, que aunque no hacen parte del área protegida del municipio son considerados como una parte importante del entorno del centro histórico, sobre los que se deben tomar acciones de conservación.

El municipio de Quetzaltenango se encuentra ubicado dentro de las cuencas hidrográficas de los ríos Samalá y la cuenca del río Ocosito; El municipio de Quetzaltenango, está situado en su totalidad territorial sobre la vertiente del pacífico, cuyas aguas desembocan en el Océano Pacífico. Está bañado por los ríos Samalá, Sigüila (Xequijel) y el Río Seco que atraviesa de noroeste a sureste el centro urbano de la ciudad, siendo éste el principal foco de contaminación y uno de los principales factores de riesgo a inundación en la ciudad

La principal fuente de abastecimiento de agua utilizada para la población y riego es subterránea, y proviene en su mayor parte de los nacimientos de agua del Municipio de la Esperanza. El recurso hídrico superficial en el Municipio de Quetzaltenango es escaso, debido a la contaminación que sufre a consecuencia del crecimiento urbano y a determinadas actividades agrícolas en las que se producen retornos de agua con altos contenidos de agroquímicos; y el vertido de aguas negras provenientes de desfuegos municipales y privados.

El Valle de Quetzaltenango se encuentra al pie de la cordillera volcánica del Pacífico, en la sección sur, por el lado Norte lo atraviesa el sistema geológico Sierra Madre. Con respecto a la cadena volcánica existen, bordeando el valle, diez conos volcánicos; de los cuales solo uno está activo y por lo menos dos más, con la misma caldera, están latentes. Para el Valle de Quetzaltenango se registran tres formas volcánicas de las más comunes: la cónica del volcán Santa María, la de escudo del Cerro Quemado, la de domos volcánicos del Santiaguito; sin embargo en la tradición popular existen anécdotas de un gran volcán que los Quiches llamaron “Lajuj Noj” cuyo nombre se deriva de altares que solían estar en su cima, colocados por los Quiches como oratorio, rito que suelen hacer incluso hasta nuestros días sobre la cima de montañas y volcanes. Se cree que este volcán tuvo una gran erupción varios siglos antes de la llegada de los españoles e inclusive antes de Cristo que

ocasionó la desintegración de su cono; sin embargo no se ha encontrado evidencia histórica, siendo una de posible evidencia geológica la frontera de piedra caliza semejante a un flujo piro plástico de lava que se presenta al sur de la ciudad de Quetzaltenango reflejando un límite natural como un gran frontón de piedra caliza y roca cercano al centro histórico de la ciudad.

En el mapa, se presenta las características físico geográficas del municipio de Quetzaltenango, es un conjunto conformado por el área urbana la zona rural y los municipios dentro de su entorno inmediato, es importante comprender que la ciudad es parte de un conglomerado de poli centros urbanos que interactúan de manera constante.

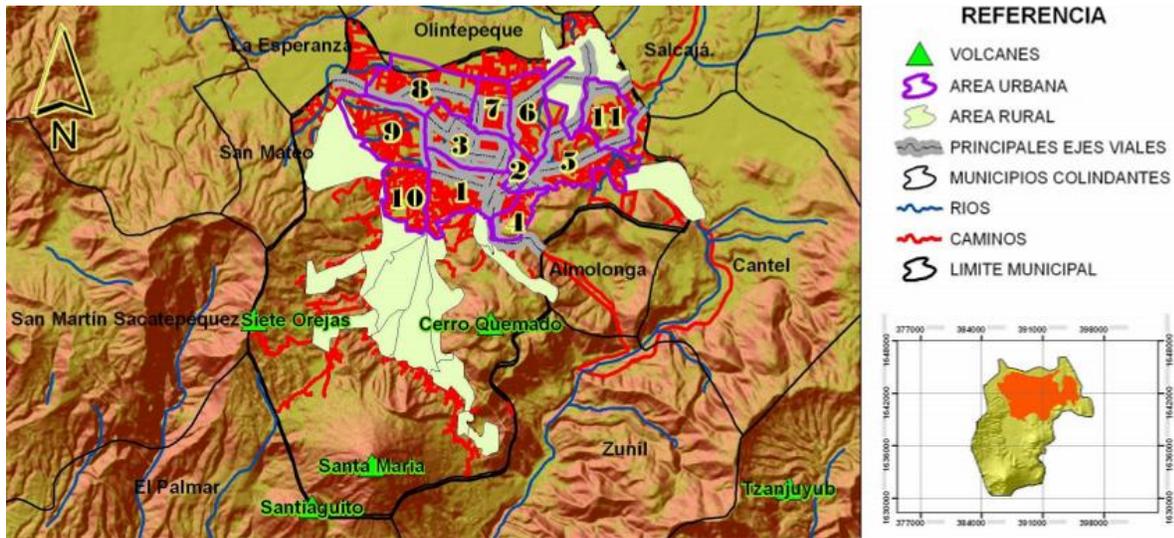


Imagen 110 Presentación física geográfica de Municipio y Área Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa. G2 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

Las alturas predominantes en la ciudad las cuales oscilan en promedio por los 1964 metros sobre el nivel del mar;

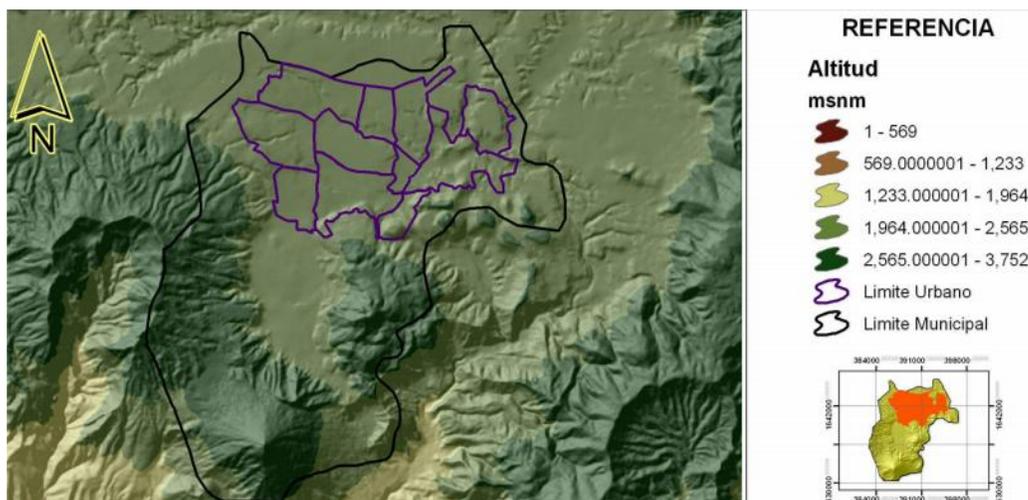
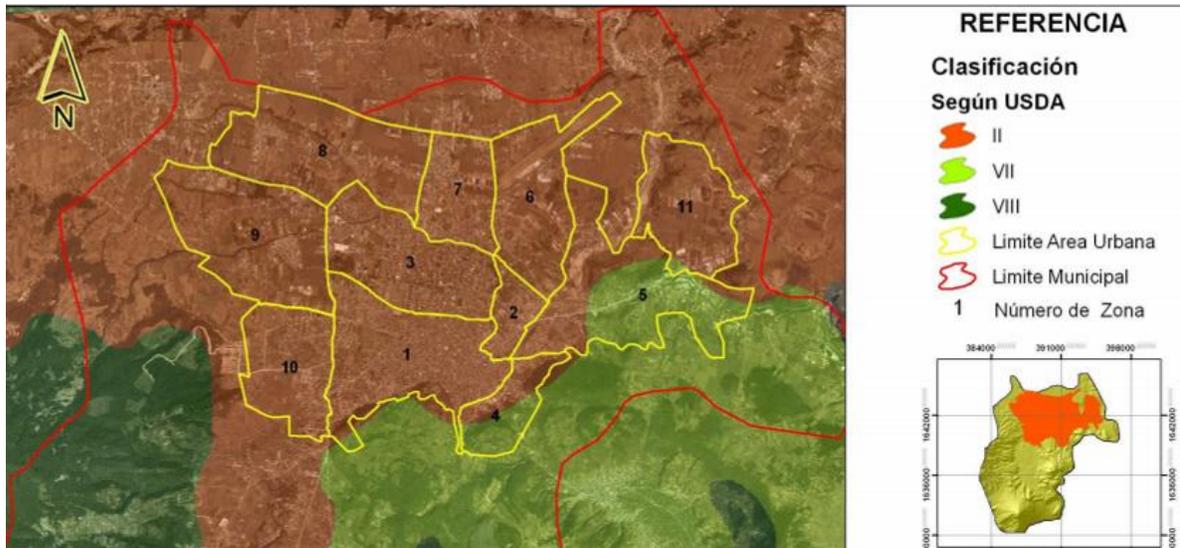


Imagen 111 Altitud de Municipio y Área Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa. G3 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

### 3.3.3 SITUACIÓN URBANA MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO

En el siguiente mapa se indica la capacidad de uso de suelo, la zona urbana de la ciudad se encuentra predominantemente en el tipo de suelo II apto para ocupación humana con bajas pendientes y buen drenaje, algunos sectores de la ciudad al sur este en tipo VII no apto para ocupación urbana y sectores en crecimiento en suelos tipo VIII exclusivo para zonas de protección y áreas de bosques.



**Imagen 112** Altitud de Municipio y Área Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa. G4 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

El área rural del municipio lo conforman 2 aldeas, 14 caseríos y 99 parajes; el área urbana está representada por: 1 Ciudad llamada Quetzaltenango o Xelajú, con 11 zonas urbanas y una más la zona 12 aún no autorizada. La ciudad ocupa un área en su perímetro urbano de 34 km<sup>2</sup> cuenta en sus 11 zonas con 20 barrios, 5 colonias, 15 condominios y 52 lotificaciones, 41 dentro del centro histórico existen 274 edificios en protección de primero, segundo orden y varios de ellos se encuentran catalogados como arquitectura del entorno histórico.

Es importante mencionar el proceso de cambio histórico de su estructura territorial de rural a urbana, la cual ha sido marcada por un claro proceso de crecimiento y paulatino aumento de la población que ha marcado el proceso de urbanización y crecimiento de las zonas residenciales: La ciudad pasó de tener a finales del siglo XIX, 23,574 habitantes, según el censo de población de 1880, a contar con 90,801 habitantes en 1994, y 120,224 habitantes en 1999. Como otro elemento de comparación, según el censo de 1973, la población de Quetzaltenango era de 63,222 habitantes y se planificaba que la misma se duplicaría en un período de 22 años para llegar a una población total de 150,000 habitantes

en el año 2000. El cuadro siguiente resume las proyecciones poblacionales que se establecieron por parte del INE a mediano plazo

2000	2001	2002	2003	2004	2005
148,110	152,223	156,419	160,672	165,009	169,405

**Tabla No. 26** Proyecciones de población (Fuente: Proyecciones INE). Tabla obtenida de Plan de Vivienda del Centro Histórico de Quetzaltenango

Segregar el crecimiento aislado de la población urbana del municipio resulta complejo ya que al crecimiento de la población propia del municipio habría que agregar las aldeas y poblaciones de municipios aledaños y en proceso de conurbación que son absorbidas por la mancha urbana de Quetzaltenango como son La Esperanza, San Mateo, la parte sur de Olintepeque y en un futuro cercano Salcajá.

En las tablas 27 y 28 de síntesis y el mapa (Imagen 113) muestran la relación proporcional entre los sectores urbanos y rurales del municipio. Esta estadística debe ser un instrumento solamente de análisis general ya que al tomar los datos de manera determinante se puede caer en contradicción, ya que las zonas periféricas de la ciudad, principalmente las zonas 5, 6, 8, 9 y 10 cohabitan entre población urbana y rural.<sup>20</sup>

	1981	1994	2000
<b>Población total</b>	<b>72,922</b>	<b>108,605</b>	<b>122,157</b>
Población urbana	62,719	90,801	106,528
Población rural	10,203	17,804	15,629
<b>Relación Urbano / Rural</b>	<b>6:1</b>	<b>5:1</b>	<b>7:1</b>

**Tabla No. 27** Evolución de la repartición urbana rural (Fuente: Proyecciones INE 2002). Tabla obtenida de Plan de Vivienda del Centro Histórico de Quetzaltenango

	Población Total	Superficie (ha)	Densidad (hab./ha)
Zona 1	37,233	442.62	82
Zona 2	4,816	83.18	47
Zona 3	24,405	353.49	56
Zona 4	2,704	136.91	22
Zona 5	8,453	467.87	19
Zona 6	4,147	309.79	14
Zona 7	10,173	193.45	58
Zona 8	6,666	434.57	14
Zona 9	5,543	435.03	13
Zona 10	3,881	252.45	19
Zona 11	2,985	272.82	9
Total	110,906	3,382.18	33

**Tabla No. 28** Densidades de población por zonas urbanas (Fuente: PROINFO 2000). Tabla obtenida de Plan de Vivienda del Centro Histórico de Quetzaltenango

<sup>20</sup> Información obtenida del Plan de Vivienda realizado por el Centro Histórico

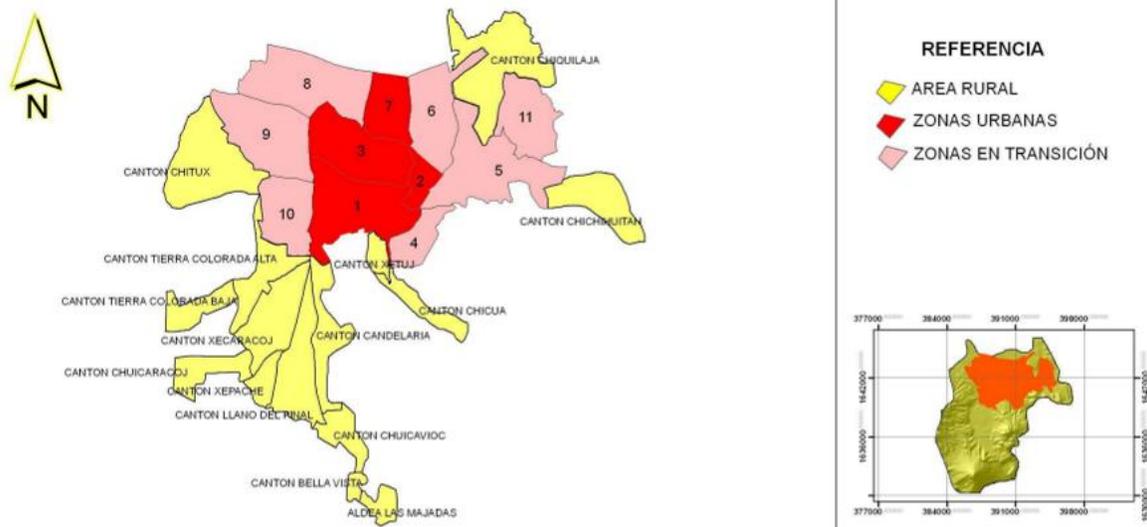


Imagen 113 Área Urbana y área rural de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa. RU2 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

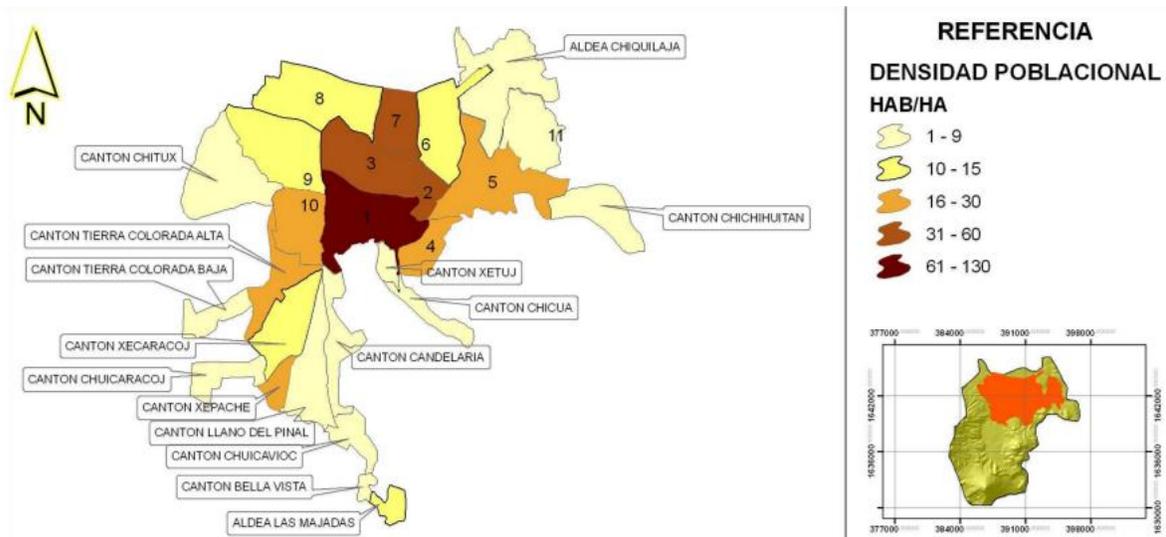
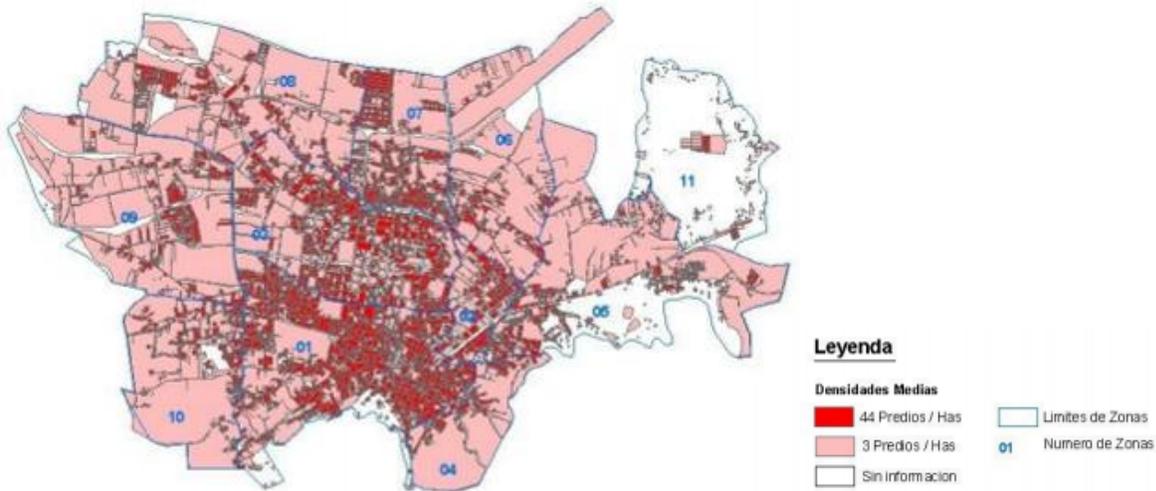


Imagen 114 Área Urbana y área rural de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa. RU4 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

La información de la población total del área urbana presentada en las tablas 27 y 28, corresponden a dos diferentes fuentes de información, por una parte la fuente del INE y la segunda de PROINFO, ambas mantienen una diferencia de 4,378 personas, siendo más certera la información de PROINFO para el año 2000 ya que se realizó lote a lote.

Para determinar la densidad real de las zonas consideradas urbanas, se hace necesario definir zonas homogéneas (subzonas) para lograr analizar, de una mejor forma, la estructura urbana, las concentraciones de población y las tendencias de crecimiento.



**Imagen 115** Densidad Predial de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Lámina No.5 del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

El uso del suelo actual se puede analizar principalmente en dos usos predominantes del área urbana; el uso comercial y vivienda.

La densidad predial por hectárea del área urbana más densificada en base a la imagen 115. Indica 44 predios por hectárea, esto indica un promedio de 227.27 m<sup>2</sup> en zonas como la 1 y 3. En las zonas periféricas se cuantifico un promedio de 3 predios por hectárea, lo cual implica un área de 3,333.33 m<sup>2</sup>.

Si hiciésemos un promedio de predios entre las áreas de mayor y menor densidad. Nos indica un promedio de 23.5 predios por hectárea. El área del predio promedio de toda la ciudad es de 425.53 m<sup>2</sup>. Esta cifra nos arroja predios de 25m x 17m. Para establecer un predio promedio, analizaremos las medidas que las empresas lotificadoras manejan en la actualidad:

No.	Lotificadora	Ancho(m)	Largo(m)	Area(m2)
1	La Nueva Ciudad de Los Altos	8	25	200
2	Ciudad Compostela	10	20	200
3	Colonia Molina	15	20	300
4	Colonia Cerezos	10	20	200
5	Colonia El Cervecero	15	20	300
6	Colonia Los Cerezos	10	20	200
7	Colonia Vista Bella	6.25	11	68.75
8	Colonia La Floresta	15	30	450
9	Residenciales Los Pinos	7	16	112
10	Condominio "La Cañada"	10	15	150
	<b>Promedio</b>			<b>218.075</b>

**Tabla No. 29** Tabla de área de predios, manejada por diversas empresas Lotificadoras del Área Urbana de Quetzaltenango.

ZONA	Dimensiones Frente-Fondo	Área en Metros cuadrados	Normas según el plan regulador <sup>15</sup>	Índice de ocupación IO	Índice de construcción IC	Área mínima según el plan metros cuadrados
1	Dimensiones varias	200-441	H	0.80	2 plantas 1.60 3 plantas 2.0	150
2	8 x 16	128	IL / IPC	N/A	N/A	N/A
3	10 x 20	200	R-1 R-2	0.47/0.54	0.94/1.08	600/200
4	8 x 16	128	R-3	0.63	1.26	130
5	6 x 16	90	R-3	0.63	1.26	130
6	8 x 16	128	R-3	0.63	1.26	130
7	6 x 15	90	R-3	0.63	1.26	130
8	8 x 16	128	R-2 y R3	0.54/0.63	1.08/1.26	200/130
9	10 x 20	200	R-2 Y R3	0.54/0.63	1.08/1.26	200/130
10	8 x 16	128	R-3	0.63	1.26	130
11	6 x 15	90	RA	N/A	N/A	15,000

**Tabla No. 30** Tabla de área de predios obtenida de Diagnóstico del Plan de Vivienda. Elaborado por el Centro Histórico de Quetzaltenango. Tamaño promedio de lotes por zonas en la ciudad de Quetzaltenango y su relación con respecto al plan regulador existente, nótese la irrelevancia del plan en relación a la realidad del suelo y la vivienda en la ciudad.

**Para la propuesta de la casa autosuficiente tomaremos un valor de 200m<sup>2</sup> (10m x 20m) que se aproxima a los dos cálculos de predios realizados en base al Plan de Alcantarillado 2002 y la recopilación de datos de Empresas Lotificadoras del área urbana de Quetzaltenango.**

### 3.3.4 ANÁLISIS CRECIMIENTO URBANO MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO

A continuación se dará a conocer un análisis sobre la dinámica de expansión del municipio y la tendencia futura de su crecimiento.

La evolución urbana puede resumirse en las siguientes etapas

- Época Prehispánica: de la cual en la actualidad no existen vestigios de su configuración. Se asume que el valle de Quetzaltenango era un Centro Religioso, con caseríos dispersos, un uso de suelo eminentemente agrícola y poseía una traza de tipo Amak (patas de araña), con caseríos dispersos.
- Época Colonial hasta la Revolución 1871: en la Época de la Colonia se edifican las primeras Iglesias y se definen los primeros 4 barrios. La configuración de la traza es de estilo Damero Colonial, la cual debido a la irregularidad topográfica de la ciudad, no puede aplicarse la cuadrícula perfecta, por lo que se realizan adaptaciones y modificaciones.
- Del Periodo Liberal 1871 a La Revolución de 1944: en la Época de la Revolución y con el crecimiento económico de algunas familias se configuran algunas calles y avenidas. Se expropiaron y derribaron algunas propiedades de la Iglesia y edificaciones coloniales para

construir establecimientos educativos y gubernamentales. Así también se construyen viviendas con un estilo arquitectónico Clásico.

- d) La Nueva Quetzaltenango: con el terremoto de 1902, la tendencia del crecimiento se realiza en el Norte de La Ciudad, en la zona 3 o Barrio La Democracia. Aplicando la traza de estilo Damero Colonial pero con calles y avenidas mucho más anchas de 15m a 20m.
- e) La expansión actual de la Ciudad de Quetzaltenango: El crecimiento y evolución del área urbana de la ciudad en la década de los años 60 y 70 es caracterizado por el fomento de planes de vivienda y el crecimiento de sectores de residenciales. En el año 1983 se define el primer acercamiento de límite urbano, lamentablemente éste no ha sido utilizado como una herramienta de consolidación de zonas urbanas y periféricas, por el contrario en los años siguientes se crea el boom expansivo y de crecimiento espontáneo no planificado de la ciudad, que es causa de la mayoría de los problemas urbanos en la actualidad. En la década de los 90 al año 2000 existe un crecimiento moderadamente acelerado de la ciudad causado principalmente por el desarrollo de proyectos habitacionales que continúan el proceso de expansión de la ciudad. Que como se observa en el plano se ubican mayormente en dirección Norte y Noroeste y Noreste, colindando con los municipios de La Esperanza y Olintepeque.

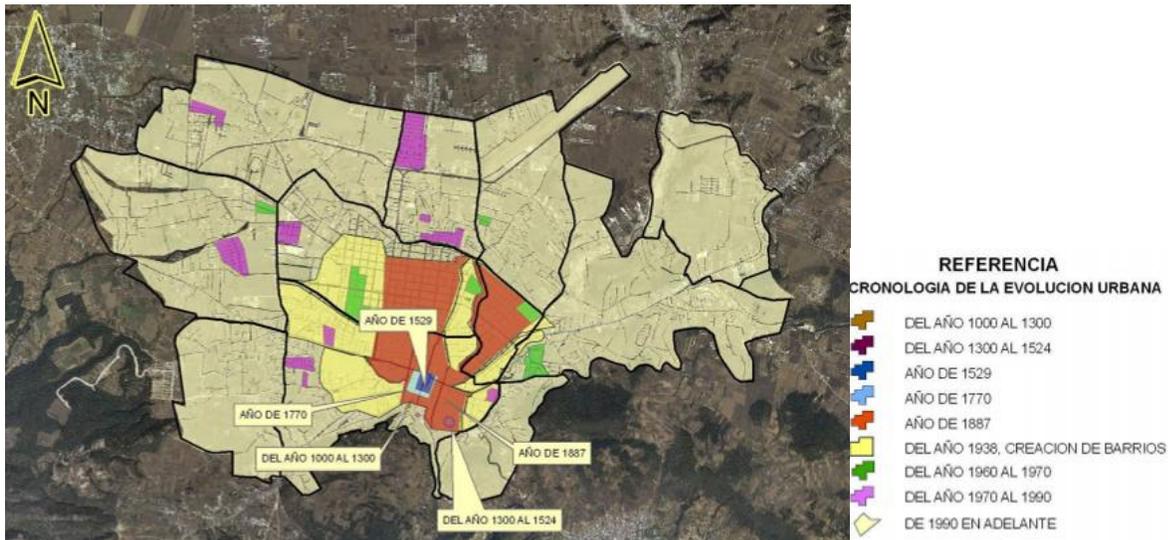


Imagen 116 Evolución Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida del mapa G7del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico

**Siendo la casa autosuficiente, una propuesta a realizarse y aplicarse en el área urbana del municipio, propondremos su ubicación en el punto Norte de la ciudad, por ser esta la dirección predominante del crecimiento urbano y residencial de la ciudad.**

### 3.3.5 VARIABLES CULTURALES DE HABITABILIDAD MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO

En números absolutos del total de viviendas en la ciudad se tienen los siguientes datos sobre la tenencia: 68% de vivienda en propiedad, un 27.90% de vivienda en alquiler; 2% de vivienda propia en proceso de pago y un 2.1% de vivienda prestada, que nos dicen estos datos que del total de familias que poseen vivienda en el área urbana de Quetzaltenango por cada 2.50 familias que tienen vivienda en propiedad hay 1 familia que alquila vivienda. En relación a la tenencia y modalidad de propiedad de la vivienda y suelo se incluyen las siguientes aclaraciones que son pertinentes para entender los datos estadísticos anteriores sobre los deseos de las familias sobre suelo firme y la relación intrínseca sobre la propiedad, uso potencial y renta capitalizada aspectos íntimamente ligados a la oferta y la demanda de suelo en la ciudad:

- a) El derecho de propiedad más que un derecho de posesión es un derecho de poder delegar un patrimonio familiar a las generaciones venideras, cuando un propietario usuario de suelo defiende su derecho de propiedad, la primera impresión es que defiende su derecho de posesión exclusivamente es decir el deseo de poseer el suelo pero realmente está defendiendo el patrimonio de su familia y sus hijos.

Los grupos sociales hoy en día se están conformando con vivienda con acabados y espacios básicos, con menos espacios públicos, menos equipamientos, menos casa, menos urbanización menos calidad de vida, a lo cual la oferta se ha adaptado, debido principalmente a la situación económica en la que vivimos y a la presión de la oferta por lo máximo que la demanda pueda pagar con menos calidad de vivienda y de suelo.

Es importante mencionar que a excepción de las zonas 7 y 11 que tienen una hegemonía de promedio en sus lotes, el resto de las zonas tienden a tener diversas variaciones, principalmente en las zonas 1 dentro del casco histórico ya que las construcciones originales han sufrido una o varias desmembraciones, quedando la vivienda original histórica en manos de varios dueños.

Es relevante mencionar que históricamente las clases medias de la ciudad habían optado por lotes promedio de 200 metros cuadrados y viviendas amplias cómodas y con buenas condiciones de habitabilidad, hoy en día grandes grupos de clases medias ya no sueñan con un lote y vivienda de estas características, solamente desean obtener una vivienda, dejando las condiciones de habitabilidad por un lado y lotes con servicios para jardines mas amplios, esto explica la disminución en el área de los lotes dentro de la oferta de vivienda y suelo en la ciudad.

Las condiciones de habitabilidad en relación a la percepción de las personas en cuanto a espacios y servicios de las viviendas por zonas y su habitabilidad, en la imagen 117 se presentan las viviendas que cuentan con los servicios y espacios deseados. En relación a las condiciones de habitabilidad en términos generales son adecuadas, la población tiene siempre la aspiración de una mejor calidad de vida, por lo que tienden a mejorar sus condiciones de vida, esto hay que asociarlo con temas culturales y formas de vida que varían de persona a persona, entre estratos sociales y condiciones

económicas, no hay que olvidar a los grupos vulnerables representados por los pobres urbanos que en definitiva viven en condiciones de precariedad, hacinamiento y que para nada sus condiciones de habitabilidad son la mínimas necesaria

En relación a las características y tipos de vivienda más demandada, los resultados evidencian que la vivienda popular mínima es la más demandada, acá es importante señalar lo siguiente: La percepción de promotores y constructores es que hay más demanda de las capas medias de la población y en segundo lugar de estratos pobres, sin embargo la vivienda más solicitada es la popular mínima, esto hay que diferenciarlo porque evidencia los siguientes resultados:

Establecer que el mercado de suelo-vivienda está determinado fundamentalmente por la demanda de las capas medias seguido por los pobres y; Tener en claro que la vivienda popular es la más demandada. Esto va ligado en relación con la situación económica imperante en donde hay estratos medios que se olvidan del sueño de una vivienda estándar y se tienden a conformar con vivienda popular con acabados básicos (block visto en muros, piso de cemento líquido y cubierta de algún tipo de lámina, en el mejor de los casos losa) porque su capacidad de pago es limitada, no tienen acceso a crédito o bien por la inestabilidad laboral.

La vivienda de lujo tiene poca demanda, significa que el poco mercado de viviendas de lujo en la ciudad está dirigida a ciertos grupos quizás población y capitales ajenos a la ciudad.

En relación al déficit cualitativo de la vivienda, en el Mapa se visualiza la aplicación metodológica del Índice Cualitativo de las Viviendas (ICV) en la ciudad de Quetzaltenango, el cual se obtuvo con datos de los lotes urbanos de la base de PROINFO del año 2000.

Se obtuvieron tres escalas cualitativas basadas en seis indicadores: Material de los techos, material de las paredes, material de los pisos y acceso a servicios públicos: agua potable, drenajes (alcantarillado) y electricidad, dentro de la base de datos se seleccionaron solamente las edificaciones que presentan el uso de vivienda para crear un filtro de información entre las edificaciones de comercio y otros usos, en relación a los indicadores se obtuvieron tres escalas de calidad de la vivienda: La escala de alta calidad de vivienda; calidad intermedia y baja calidad. Los datos son presentados en el mapa en códigos de color según las siguientes características de análisis:

1. Las viviendas con alta calidad de vivienda (color naranja) son aquellas con las características siguientes: Techos: concreto y lámina de zinc; Muros: ladrillo, piedra o block; Pisos: granito; y Acceso a los tres servicios básicos.
2. Las viviendas con una calidad intermedia (color amarillo), son aquellas que cuentan con las características siguientes: En techos teja, Duralita y desechos; Muros: adobe, madera y planchas de concreto; Pisos: tierra, baldosa de barro; Y además cuentan con los tres servicios básicos.
3. Las viviendas con baja calidad (magenta) que presentan déficit cualitativo son aquellas que cuentan con las características siguientes: En techos: teja, Duralita y desechos; muros: adobe,

madera y planchas de concreto; Pisos de tierra, baldosa de barro; No cuentan con los servicios de agua potable y drenajes pero si cuentan con electricidad. Siendo éste el más importante se puede observar presencia de vivienda con déficit cualitativo principalmente en sectores de la zona 10 y zona 1 en la parte suroeste, cercano a Pacajá y Llano del Pinal, por otro lado el sector oeste de la zona 9 presenta manchas frecuentes, sectores de la zona 6 y zona 5 en la parte este de la ciudad presentan sectores con déficit.

En términos generales se puede concluir que la ciudad en relación a la calidad de la vivienda se encuentra en mayor porcentaje en un término entre medio y alto con sectores muy específicos de déficit cualitativo

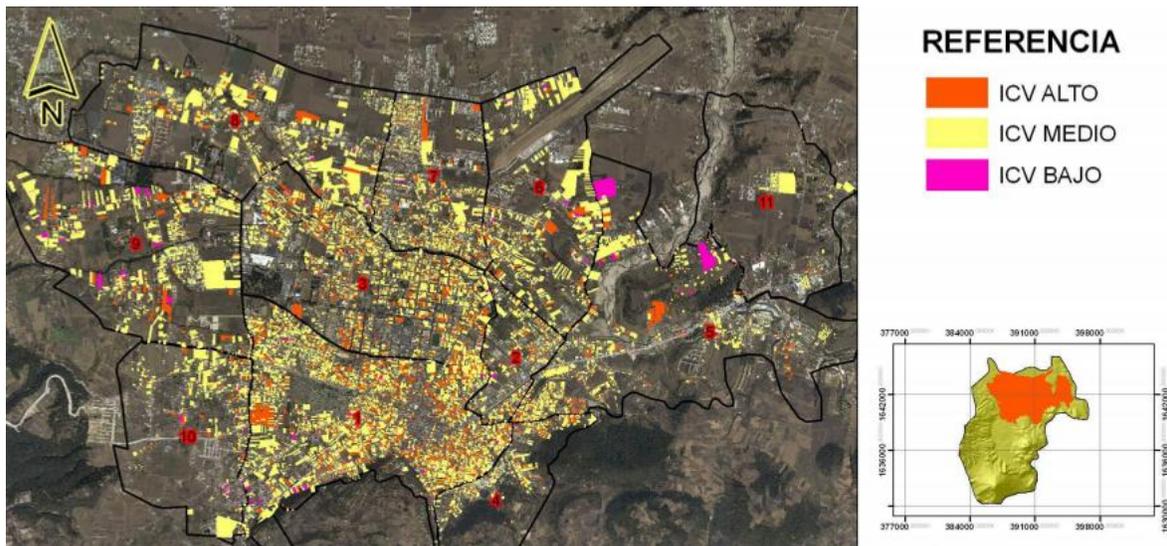


Imagen 117 Índice cualitativo de la vivienda en el Casco Urbano de Quetzaltenango.

### 3.3.6 ANÁLISIS TOPOGRAFÍA DE MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO

Además de las áreas a manejarse en el predio promedio, se cuantifica una pendiente promedio del Valle de Quetzaltenango para la propuesta a realizarse en dicho documento.

En base a las Láminas del Instituto Cartográfico Nacional, se traza las curvas topográficas y se establecen las pendientes promedios que existen en el área urbana.

En la imagen superior, se puede observar, que en el valle, en su mayoría posee pendientes que van desde el 1 al 10%; en áreas cercanas al Río Seco las pendientes se elevan del 20%- 80%. Al sur colindando con el cerro del Baúl y Quemado las pendientes inician a aumentarse del 20%-80%.

**Para efectos de la propuesta a realizarse en el presente documento. Manejaremos una pendiente promedio del 10%.**

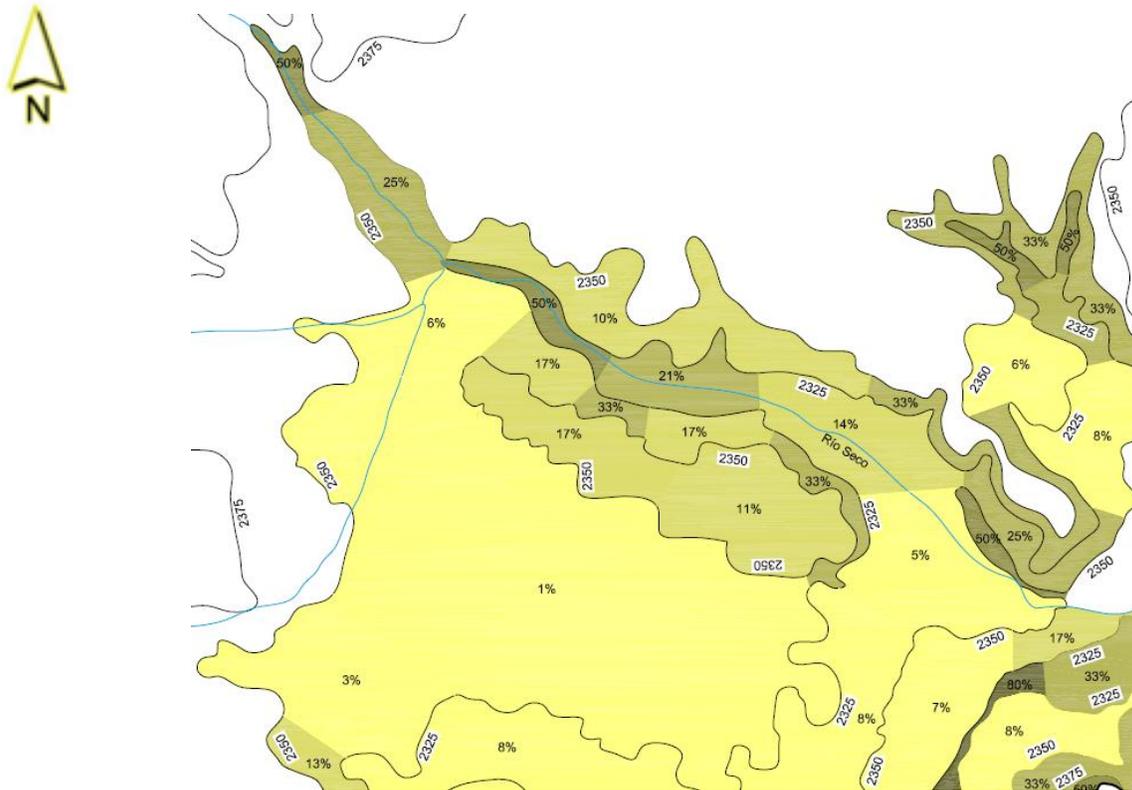


Imagen 117 Pendientes del Valle del Área Urbana de Quetzaltenango. Realizado por autora.

### 3.3.6 ANÁLISIS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO

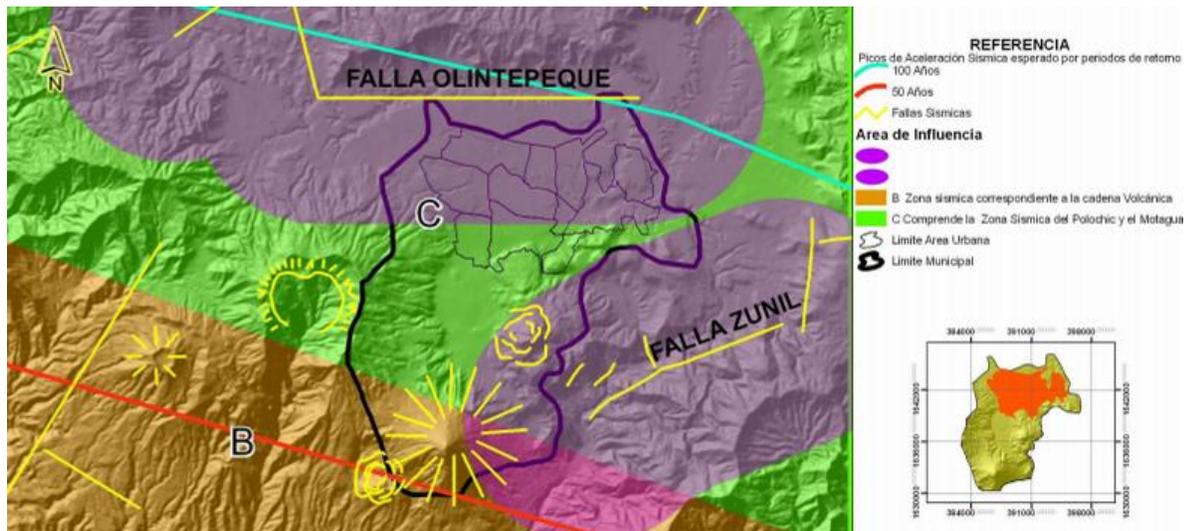


Imagen 118 Amenaza sísmica del Área Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa RU 14

El mapa evidencia la crítica realidad del asentamiento de la ciudad de Quetzaltenango el cual se encuentra en un valle con un grado alto de peligrosidad a sismo por una combinación de factores, tanto por un sistema de fallas locales y regionales al Norte sureste

y suroeste de la ciudad las cuales se activan por periodos de retorno entre 50 a 100 años. Por otro lado se suma la presencia de conos volcánicos considerados de alta peligrosidad a erupción que activa de manera paralela sismos de diversas intensidades.

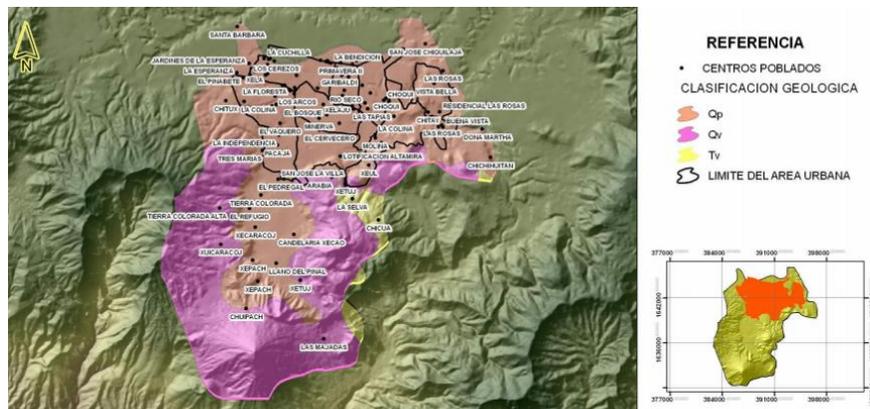
Cada sistema de fallas ha afectado al valle de Quetzaltenango, en diferentes formas, pero se debe tener especial cuidado con el uso masivo del adobe tradicional, ya que en la recurrencia de los terremotos de 1902 y 1976 las construcciones de éste material fueron las que más sufrieron el embate y destrucción.

**Se debe promover especialmente el uso de sistemas constructivos con adobe mejorado y sistemas constructivos que mejoran la respuesta de las construcciones de este material a los sismos.**

En virtud de lo anterior, se deben tomar en consideración los indicadores de aceleración sísmica, observando los períodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

**Paralelamente al riesgo de sismo se debe tomar en cuenta en el diseño estructural de las construcciones el riesgo que representan los desechos volcánicos arrojados, principalmente en el diseño de las cubiertas en las edificaciones de la ciudad, principalmente aquellas que pudieran albergar a grandes cantidades de personas o que en algún momento pudieran ser refugio o albergue de población vulnerable, ya que los daños al acumularse grandes cantidades de ceniza y desechos volcánicos podría ocasionar que las cubiertas se desplomaran por el peso adicional de estos desechos.**<sup>21</sup>

### 3.3.7 SUELOS MUNICIPIO DE QUETZALTENAGO



**Imagen 119** Mapa Geológico del Área Urbana de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Mapa RU 19 del Plan de Vivienda de Quetzaltenango.

En la imagen 119 se presenta la geología del municipio de Quetzaltenango la cual permite conocer la estructura, composición mineral y las características de los procesos que dan

<sup>21</sup> Información obtenida del Plan de Vivienda de la Municipalidad de Quetzaltenango

origen de los procesos y modifican el relieve. Para el efecto de este estudio se describen las estructuras geológicas pertenecientes al municipio de Quetzaltenango.

**Detritos Laháricos Fluviales de Origen Volcánico (Qp)** Por su procedencia son depósitos donde la priora o arena están muy contaminados y son más caras de explotar por tener que usar procedimientos para eliminar el lodo y arcillas que contienen y que es perjudicial para el concreto y usos similares, hay presencia de agua subterránea muy superficial.

La ciudad se encuentra asentada en su mayoría sobre éste tipo de composición geológica, que no es de preocupar, al contrario son composiciones que le dan al suelo alto grado de resistencia a la compresión, el único determinante negativo es la utilización de éste material para fines constructivos en las estructuras de los edificios ya que no es recomendable el uso de este tipo de material, es más recomendable el Qv, presente en la zona suroeste de la ciudad en la pedrera.

**Rocas Volcánicas Recientes (Qv, Qvc y Qvd)** Rocas muy meteorizadas y alteradas, fuertemente fracturadas, rellenos de arcilla en las fracturas, piroclastos y suelos fluvio-lacustres pobremente compactados, agua subterránea superficial. Las lavas cuando son basálticas pueden usarse para hacer pedrín, si no es vesicular. Se le llama vesicular cuando contiene mucho poro y es liviana. Son como Pómez, con la diferencia que de otro color y más pesadas. Estas piedras volcánicas se usan para decorar algunos jardines.

**Rocas Volcánicas no Diferenciadas (Tv)** Rocas volcánicas, metamórficas, intrusitas y sedimentarias considerablemente alteradas; suelos residuales arenosos, mayor fracturamiento, agua subterránea fluctuante. Las andesitas y los basaltos pueden utilizarse para pedrín, las riolitas y las tobas son menos resistentes y no son buenos como agregados para el concreto.

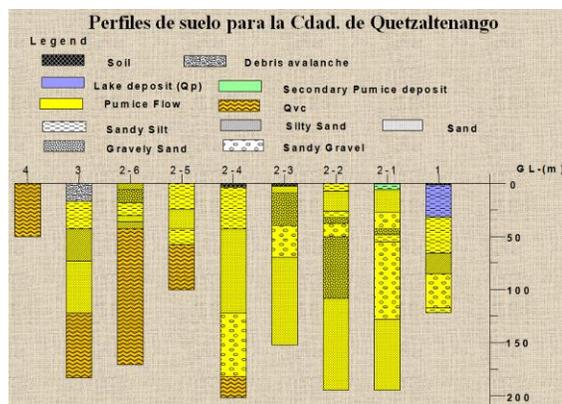
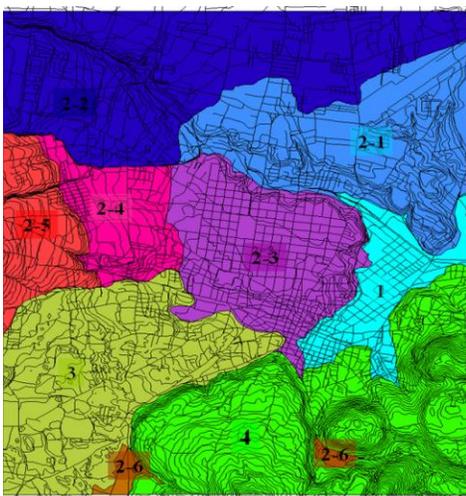


Imagen 120 Perfiles de Suelo de la Ciudad de Quetzaltenango. Imagen obtenida de Geofísica INSIVUMEH, Enrique Molina

Ya que hemos definido la ubicación del proyecto, en el área Norte del municipio. Analizaremos el perfil del suelo de la región Norte en base a los datos de la Imagen 120. En ella se observa un estudio más detallado de la estratificación del suelo a distintas profundidades. La clasificación del suelo Norte es de tipo 2-2 y 2-1. Los suelos están conformados principalmente por material puzolámicos (ceniza volcánica y piedra pómez), mezclado con distintos tipos de arenas y gravas.

**Por tanto en base a la composición del suelo, se clasifica como expansivo, para este tipo de suelo se recomienda la utilización de cimentaciones profundas, como un sistema de pilotes que trabajan por fricción.**

### 3.3.8 ASPECTOS JURÍDICOS

Ya que el proyecto se propone en el Área Norte de la Ciudad. Analizaremos los requisitos solicitados por el **PLAN REGULADOR DEL DESARROLLO URBANO-RURAL DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE QUETZALTENANGO DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**. El área Norte está clasificada como Zona RA, tal como se observa en la imagen 121. A continuación presentaremos los artículos referentes a dicha zona.



**Imagen 121** Zonificación Plan Regulador del Desarrollo Urbano Rural del Área Metropolitana del Valle de Quetzaltenango. Realizada por autora en base a fotografía tomada del Plan Original de la Municipalidad

#### **Normas para la Zona RA – Zona Residencial Agrícola de 1ª Categoría.**

**Artículo 56°.** Zona constituida por suelos planos, de clasificación agronómica, Primera a Cuarta (I a IV) y con la facilidad para uso de sistemas de riegos.

**Artículo 57°.** Se identifican como tales básicamente, los Llanos de San Mateo, La Esperanza, Quetzaltenango, Olintepeque, San Andrés Xecul, San Cristobal Totonicapan, Salcajá, y Cantel, así como los Llanos del Pinal de Quetzaltenango.

**Artículo 58°.** Dado los patrones existentes para tales tipos de tierra (Clase agrológica, I a IV), a fin de que sean productivas a nivel de subsistencia, se prohíbe la subdivisión de los lotes a menos de media hectárea (1/2 Ha) por familia cuando hay riego; y una y media hectáreas (1 ½ Ha.) por familia cuando no existen sistemas de irrigación. La densidad máxima permitida será de veinte habitantes por hectárea (29 hab/Ha.) .

**Artículo 59°.** Dentro de cada lote o parcela se permitirá una construcción unifamiliar o bifamiliar, tipo campestre con servicio de aguas y letrinas propias.

**Artículo 60°.** Las Zonas RA, serán declaradas como Zonas de última prioridad de ocupación para usos distintos a los permitidos en este capítulo: por lo tanto la Municipalidad no tiene obligación de dotarlas de servicios públicos de mayor capacidad y calidad a los exigidos para su uso principal.

**Artículo 61. USOS CON LICENCIA ESPECIAL.** En la Zona RA, se permitirán usos con licencia especial de la Oficina de Planificación Municipal, y según concepto previo de las direcciones de Aguas, Obras y Empresa Eléctrica Municipales, así: Educativos, Recreativos, Asistenciales y/o Hospitalarios, Huertas comunales, Viveros, Investigación, Religiosos, Turísticos, Hoteles Campestres (Tipo Bungalow), Ganadería, Clubes Sociales.

**Artículo 62°. NORMAS VARIAS.** 62.1. Avisos: Se permitirá una placa de identificación de la finca y/o su propietario no mayor de cinco metros cuadrados (5 mts<sup>2</sup>).

Cabe mencionar que el Plan Regulador fue realizado en el año de 1983 y no concuerda en absoluto con los patrones actuales de edificación y parcelamiento. En la actualidad, tal como se menciono anteriormente, esta es la región presenta un boom de expansión de la ciudad.

### 3.3.9 ANÁLISIS CLIMÁTICO DEL MUNICIPIO DE QUETZALTENAGO

La siguiente información se obtuvo de los datos recabados por el INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). Los valores utilizados son el promedio de los datos recabados por la Estación Labor Ovalle, ubicada en el municipio Quetzaltenango, desde el año de 1991 al 2008. Concluiremos el capítulo insertando los datos climatológicos en los Cuadros de Mahoney que brindarán una pauta sobre la morfología constructiva de la Vivienda Autosuficiente.

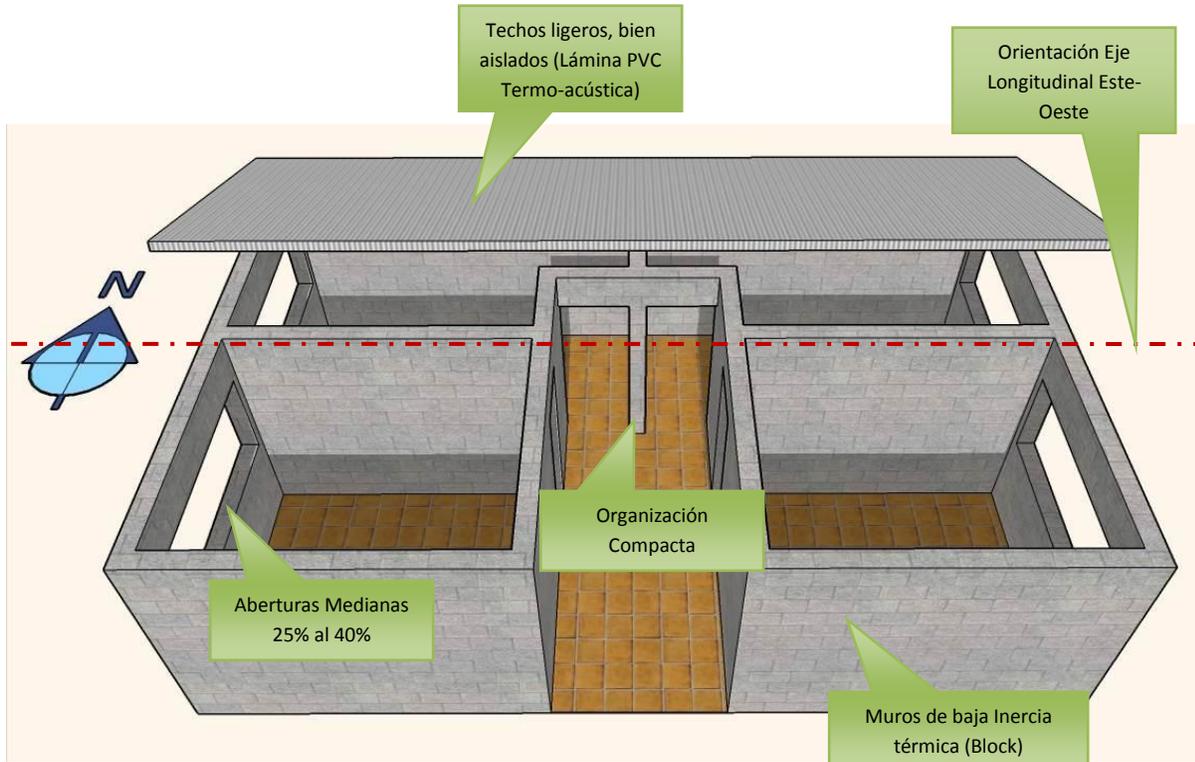
TABLAS DE ESPECIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA LA ELECCIÓN TIPOLOGICA Y CONSTRUCTIVA - TABLAS DE MAHONEY													
LOCALIZACIÓN	Quetzaltenango												
LAT	14°50'32"												
LONG	91°31'12"												
ESTACION	Labor Ovalle												
<b>CUADRO 1</b>													
TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ALTA
Maximas Medias Mensuales	14.4	14.7	16.4	17.2	17	17	16.2	16.3	15.8	16.2	15.6	14.2	17.2
Minimas Medias Mensuales	10.4	11.9	13.7	14.5	13.3	14.2	13.9	13.9	13.9	14.2	11	11.7	10.4
Variaciones Medias Mensuales	4.00	2.80	2.70	2.70	3.70	2.80	2.30	2.40	1.90	2.00	4.60	2.50	BAJA
<b>CUADRO 2</b>													
HUMEDAD RELATIVA (%)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Maxima Medias Mensuales	72	72	72	75	79	87	81	83	86	85	75	72	
Minimas Medias Mensuales	59	57	59	63	64	66	69	71	76	75	65	64	
Promedio	65.50	64.50	65.50	69.00	71.50	76.50	75.00	77.00	81.00	80.00	70.00	68.00	
Grupo de Humedad	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	
GRUPO DE HUMEDAD	SI LA HR PROMEDIO ES:												
	1 < 30%												
	2 30-50%												
	3 50-70%												
	4 > 70%												
<b>LLUVIA Y VIENTO</b>													
PRECIPITACIONES (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
	1.8	5.503	14.44	41.15806	133.3	161.8	106.1	116.8	159.7	97.3	20.84	9.133	867.9
VIENTOS PREDOMINANTES	NE	NE-SO	S-SO	N-NO	N-NO	NE	N-NE	NE	S-SE	S-SE-NE	N-NE	N-NE	
VIENTOS SECUNDARIOS	NE	E-S	S	S	S	S	E	E	E	E	E	E	

Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
del Área Urbana de Quetzaltenango

CUADRO 3	TMA > 20 °C			TMA 15-20 °C			TMA < 15 °C						
	H	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE						
	1	26-34	17-25	23-32	14-23	21-30	12-21						
	2	25-31	17-24	22-30	14-22	20-27	12-20						
LÍMITES DE CONFORT (°C)	3	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12-19						
H = GRUPO DE HUMEDAD	4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18						
<b>DIAGNOSTICO DEL RIGOR CLIMATICO</b>													
DIAGNÓSTICO: (°C)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TMA
MEDIA MENSUAL MÁXIMA	14.4	14.7	16.4	17.2	17	17	16.2	16.3	15.8	16.2	15.6	14.2	13.80
BIENESTAR DIURNO: SUPERIOR	26	26	26	26	24	24	24	24	24	24	26	26	
BIENESTAR DIURNO: INFERIOR	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	19	19	
MEDIA MENSUAL MÍNIMA	10.4	11.9	13.7	14.5	13.3	14.2	13.9	13.9	13.9	14.2	11	11.7	
BIENESTAR NOCTURNOSUPERIOR	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	19	19	
BIENESTAR NOCTURNO:INFERIOR	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
RIGOR TERMICO DIA	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
NOCHE	F	F	B	B	B	B	B	B	B	B	F	F	
F = FRIJO, B=CONFORTABLE - BIEN, C=CALOR													
<b>CUADRO 4 INDICADORES</b>													
INDICADORES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTALES
HÚMEDO: H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÁRIDO: A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

INDICADORES TOTALES DE LA TABLA 2							CUADRO 5	
H1	H2	H3	A1	A2	A3		X	RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS
0	0	0	0	0	12			
<b>UBICACIÓN</b>								
		0 a 10				X	1	ORIENTACION NORTE-SUR (EJE LONGITUDINAL ESTE-OESTE)
		11a 12		5 a 12			2	ORGANIZACIÓN COMPACTA CON PATIOS
				0 a 4				
<b>ESPACIOS</b>								
11a 12							3	ESPACIOS ABIERTOS PARA LA PENETRACIÓN DE BRISAS
2 a 10							4	COMO 3, PERO PROTEGIDOS DE VIENTOS FRÍOS Y CÁLIDOS
0 a 1						X	5	ORGANIZACIÓN COMPACTA DE LOS EDIFICIOS
<b>MOVIMIENTO DE AIRE</b>								
3 a 12							6	HABITACIONES EN CRUJÍA SIMPLE, CON VENTILACIÓN PERMANENTE
1 a 2		0 a 5					7	HABITACIONES EN DOBLE CRUJÍA QUE PERMITAN LA VENTILACIÓN REGULARMENTE
0	2 a 12						8	NO SE REQUIERE MOVIMIENTO DE AIRE
	0 a 1					X		
<b>ABERTURAS</b>								
		0 a 1		0			9	GRANDES, 40-80%
		11a 12		0 a 1			10	MUY PEQUEÑAS, 10-20%
CUALQUIER OTRA CONDICIÓN						X	11	MEDIANAS, 20-40%
<b>MUROS</b>								
		0 a 2				X	12	LIGEROS, TRANSMISIÓN TÉRMICA INMEDIATA
		3 a 12					13	PESADOS, EN EL EXTERIOR E INTERIOR
<b>TECHOS</b>								
		0 a 5				X	14	LIGEROS Y AISLADOS
		6 a 12					15	PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
<b>DORMIR AL AIRE LIBRE</b>								
				2 a 12			16	SE REQUIERE UN ESPACIO PARA ESTA FUNCIÓN
<b>PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA</b>								
	3 a 12						17	ES NECESARIA PROTECCIÓN CONTRA FUERTES LLUVIAS

INDICADORES TOTALES DE LA TABLA 2						X = INDICADOR	RECOMENDACIONES EN DETALLE
H1	H2	H3	A1	A2	A3		
0	0	0	0	0	12		
<b>TAMAÑO DE ABERTURAS</b>							
		0 a 1		0	1 a 12	X	1 GRANDE: 40 - 80%
		2 a 5					2 MEDIANO: 25 - 40%
		6 a 10					3 PEQUEÑO: 15 - 25%
		11a 12		0 a 3			4 MUY PEQUEÑO: 10 - 20%
		11 a 12		4 a 12			5 MEDIANO: 25 - 40%
<b>POSICIÓN DE LAS ABERTURAS</b>							
3 a 12							6 A NORTE Y SUR, A LA ALTURA DEL CUERPO Y A BARLOVENTO
1 a 2			0 a 5				7 COMO ARRIBA, CON ABERTURAS TAMBIÉN EN MUROS INTERIORES
			6 a 12				
0	2 a 12						
<b>PROTECCIÓN DE LAS ABERTURAS</b>							
				0 a 2			8 EVITAR SOLEAMIENTO DIRECTO
		2 a 12					9 PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA
<b>MUROS Y SUELOS</b>							
		0 a 2			X	10	LIGEROS, BAJA INERCIA TÉRMICA
		3 a 12				11	PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
<b>TECHOS</b>							
10a 12		0 a 2				12	LIGEROS, SUPERFICIE REFLECTANTE, CÁMARA DE AIRE
		3 a 12				13	LIGEROS, BIEN AISLADOS
0 a 9		0 a 5			X		14 PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
		6 a 12					
<b>COMPLEMENTOS EXTERNOS</b>							
			1 a 12			15	ESPACIO PARA DORMIR AL AIRE LIBRE
		1 a 12				16	DRENAJE SUFICIENTE PARA LLUVIAS



# CAPÍTULO 4

## MARCO DIAGNÓSTICO

4.1 USUARIOS

4.2 ÁREA DEL TERRENO

4.3 TOPOGRAFÍA TERRENO

4.4 ANÁLISIS ORIENTACIÓN Y  
SOLEAMIENTO TERRENO

4.5 ANÁLISIS DE VIENTOS EN TERRENO

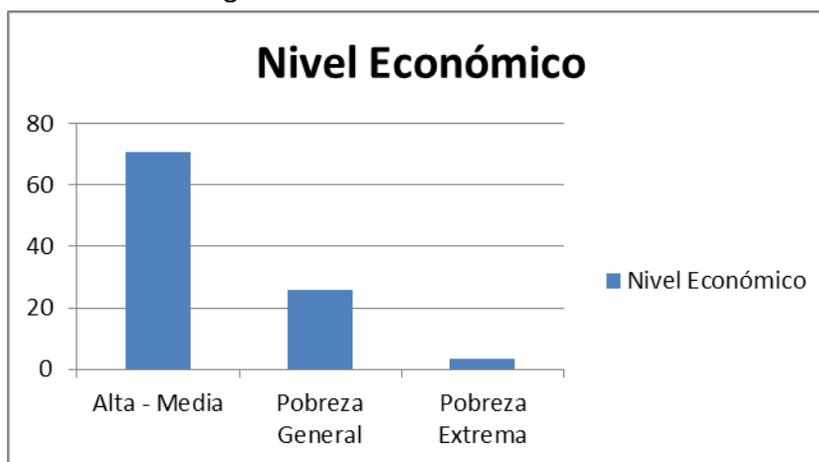


## 4. MARCO DIAGNÓSTICO

### 4.1 USUARIOS

En el presente documento se realizará una propuesta de vivienda para una familia promedio de clase media, en base a los siguientes datos recabados del Plan de Vivienda de Quetzaltenango:

1. En base a datos brindados por SEGEPLAN en el año 2006 la tasa de pobreza en el Municipio de Quetzaltenango es de:



En el caso del área urbana de Quetzaltenango el 70.9 % de la población pertenece a la clase media y alta.

En este caso se habla de pobreza extrema o pobreza absoluta como la falta de ingreso necesario para satisfacer las necesidades de alimentación básicas. Estas últimas se suelen expresar en términos de requerimientos calóricos mínimos.

Adicionalmente existe la definición de pobreza general o relativa, que es la falta de ingreso necesario para satisfacer tanto las necesidades alimentarias básicas como las necesidades no alimentarias básicas, tales como vestido, energía y vivienda (UNDP 2000).

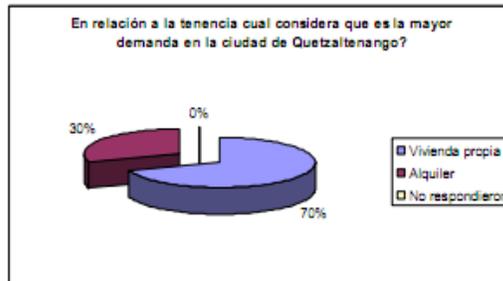
Según el Banco Mundial: se consideran en pobreza absoluta todas aquellas personas que viven con menos de \$1 diario y en pobreza relativa aquellas que viven con menos de \$2 diarios. La canasta básica vital es de Q3, 543.49.<sup>22</sup> En base al plan de

<sup>22</sup> Febrero 2011, Dato brindado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) <http://www.politicagt.com/costo-de-canasta-basica-subio-q42-70/>

vivienda, el sector profesional en la ciudad está solo en un 16%, en su mayoría perciben ingresos superiores a los Q3, 800.00.

El análisis cualitativo es que por lo menos el 87% de los trabajadores se encuentran en un sector no calificado, profesionales a nivel técnico, en el comercio, industria y sector de mercados obteniendo un salario por debajo de los Q7,286.90.

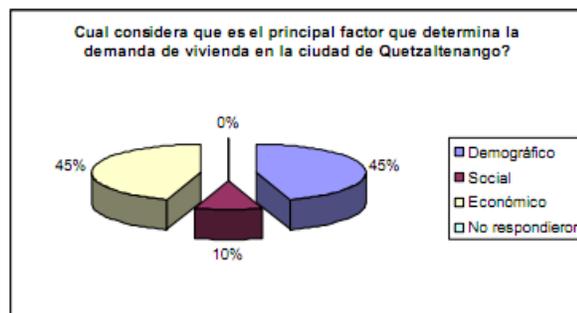
- De acuerdo con datos recabados por el Plan de Vivienda del Área Urbana de Quetzaltenango en el Taller con promotores de vivienda y profesionales de la construcción, indica que:



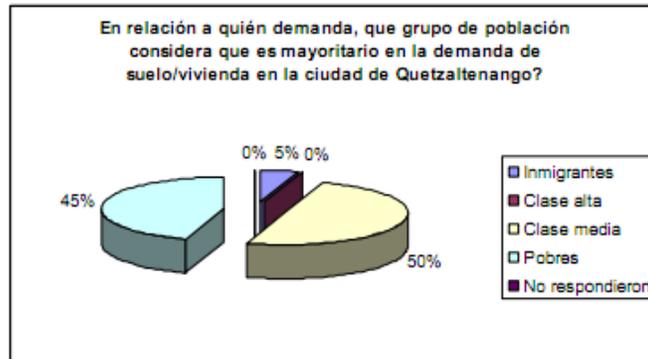
Grafica No 1. Demanda de tenencia de vivienda en la Ciudad de Quetzaltenango. Fuente: Taller con promotores de vivienda y profesionales de la construcción.



Grafica No 2. Demanda de vivienda en altura en la Ciudad de Quetzaltenango. Fuente: Taller con promotores de vivienda y profesionales de la construcción.



Grafica No 3. Factor que determina la demanda de vivienda en la ciudad de Quetzaltenango. Fuente: Taller con promotores de vivienda y profesionales de la construcción.



Gráfica No 5. Capas de población que más demandan suelo-vivienda en la ciudad.  
Fuente: Taller con promotores de vivienda y profesionales de la construcción.



Gráfica No 9. Relación entre oferta y demanda de suelo-vivienda en la ciudad. Fuente:  
Taller con promotores de vivienda y profesionales de la construcción.

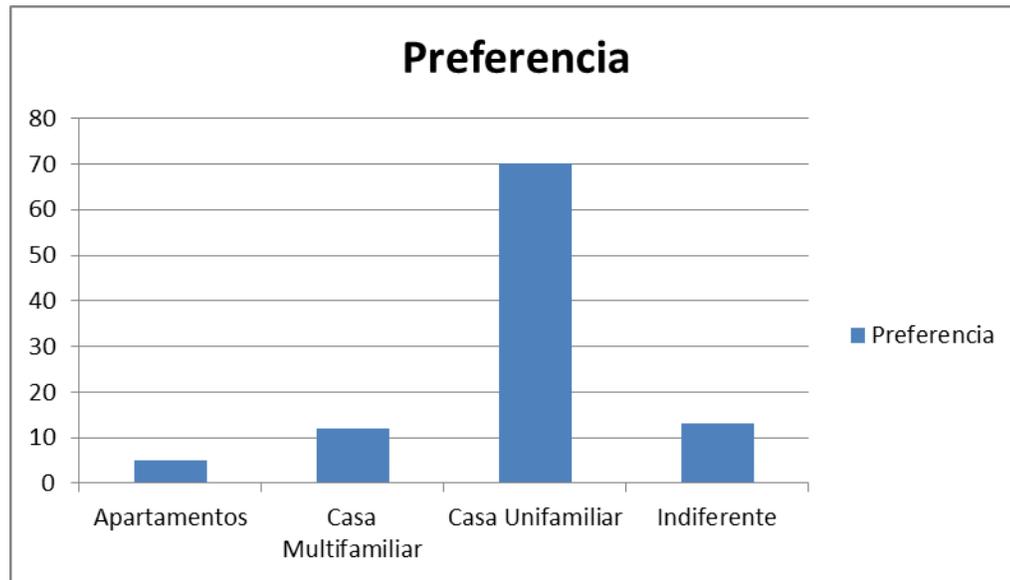
Paralelamente al crecimiento de la población, la necesidad de habitar y de vivienda crece en proporción a razón de entre 937 hogares anualmente.

Es importante establecer que el mercado de suelo-vivienda está determinado fundamentalmente por la demanda de las capas media.

- b) De acuerdo a nuestra cultura la preferencia a la vivienda de la población es vivir en casa, por la pertenencia a la tierra. El derecho de propiedad más que un derecho de posesión es un derecho de poder delegar un patrimonio familiar a las generaciones venideras, cuando un propietario usuario de suelo defiende su derecho de propiedad, la primera impresión es que defiende su derecho de posesión exclusivamente es decir el deseo de poseer el suelo pero realmente está defendiendo el patrimonio de su familia y sus hijos. Además es común que las personas tengan animales, como gallinas, patos, los que requieren de un patio, en lugar de querer ocupar un apartamento, además en la ciudad se acostumbra a lavar la ropa en pilas y tender la ropa en lazos.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Información obtenida del Plan de Vivienda elaborado por el Centro Histórico de Quetzaltenango.

El 70 % de la población prefiere una casa, para vivir, un apartamento es visto, como un espacio que no les permite ampliar su vivienda para el futuro, ya que el techo, y el piso no le pertenece únicamente el área que se ocupa. Al vivir en casas multifamiliares si no se reglamentan tiende a tener problemas en cuanto al uso de las instalaciones en común; la preferencia de casa para vivir es como la seguridad de la familia en el futuro, y da oportunidad de acomodarse de acuerdo a las necesidades familiares. Es importante hacer notar que un 13 % de la población de la muestra, lo que requieren es un lugar en donde vivir no importa si son apartamentos o casas, la mayor parte de estas personas son madres solteras, adultos mayores que prefieren compañía a estar solos o recomendados.



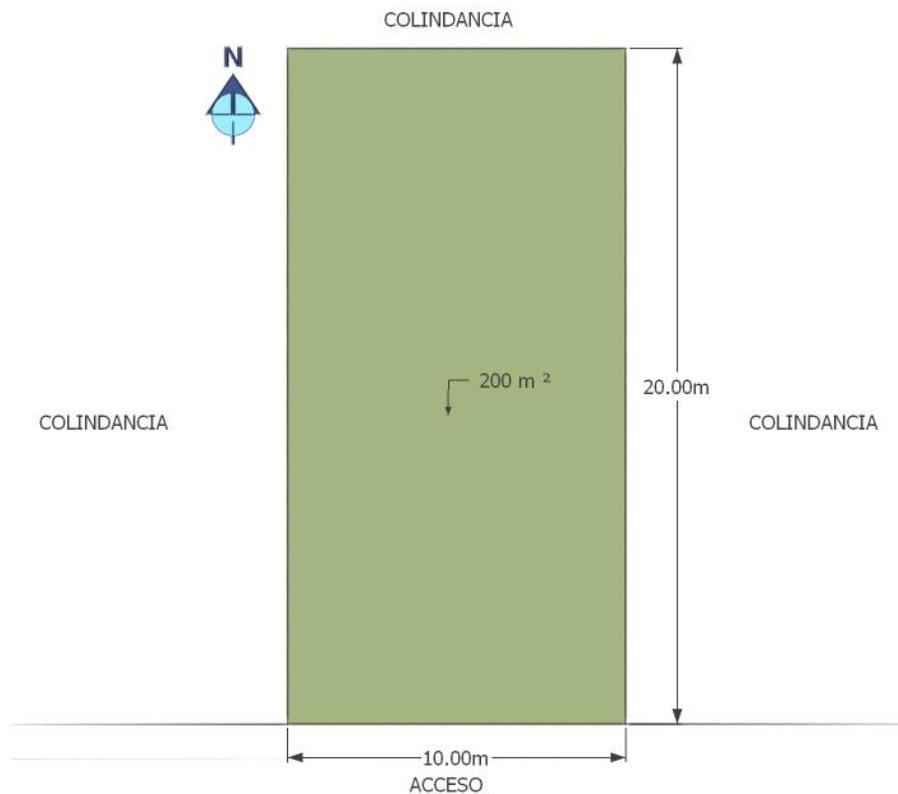
3. En base a la Tabla No. 3 de las Condiciones de Vivienda elaborado por el Plan de Vivienda del Centro Histórico. Los índices de ocupación de la vivienda dentro del predio se encuentran entre el 0.5 y el 0.6. Por lo general se utiliza grama. Esta especie únicamente empobrece el terreno y no contribuye con ningún autoabastecimiento alimenticio. La propuesta de viviendas-granja. Contribuiría con crear áreas verdes en la ciudad y se genera un espacio con doble propósito; el primero como resguardo y protección y el segundo como espacios verdes autobastecedores de alimento.
4. Como se observa en los datos recabados por el Plan de Vivienda. El sector de mayor demanda para vivienda y con mayores posibilidades de adquisición es la clase media. La clase media en base a estadísticas es la mayor contaminante y derrochadora de recursos.
5. La propuesta de una vivienda unifamiliar autosuficiente, brindan un beneficio en la sociedad y en el medio ambiente, como:
  - a. Ahorro de Kilowatts

- b. Ahorro de agua
- c. Tratamiento de aguas residuales
- d. Mejor manejo y ganancia de los desechos sólidos.
- e. Beneficios en salud física (por medio de ejercicio-generación de energía)
- f. Beneficios y mejor calidad de productos alimenticios.
- g. Generación de nuevas actividades a nivel vecindario y con la familia.
- h. Contribución pasiva al saneamiento del medio ambiente.
- i. Conciencia ecológica.

La propuesta contendrá las siguientes áreas definidas, que corresponde a los patrones típicos de distribución que se observan en las ofertas inmobiliarias: cocina, baño, sala, garaje, dormitorio padres y dormitorios hijos.

## 4.2 ÁREA DEL TERRENO

En base al estudio realizado en el Capítulo 3, se estableció un área promedio de la parcela dedicada a la Vivienda en el Área Urbana de Quetzaltenango. El área a utilizar en la parcela es de 200 m<sup>2</sup>.



**Imagen 119** Área de Terreno para Propuesta Vivienda Autosuficiente en el área urbana de Quetzaltenango. Realizada por autora Tesis

Para el entorno del terreno, asumiremos la configuración típica de una parcela dentro de una urbanización: morfología rectangular, acceso en uno de sus lados más cortos y la presencia de colindancia en el resto de sus lados.

### 4.3 TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

En base al estudio realizado en el Capítulo 3, se estableció un promedio de la pendiente del Valle de Quetzaltenango. Asumiremos en la parcela una pendiente constante del 10%.

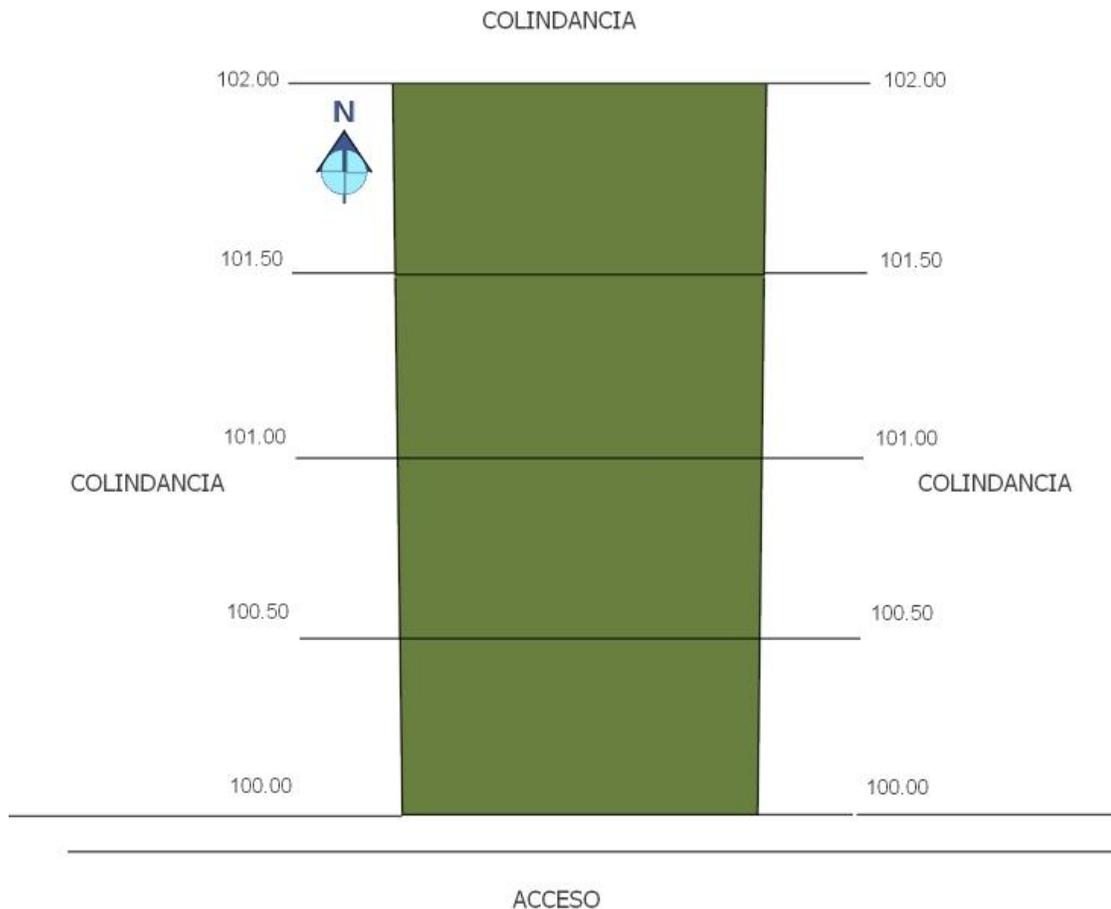


Imagen 120 Topografía de Terreno para Propuesta Vivienda Autosuficiente en el área urbana de Quetzaltenango. Realizada por autora Tesis

### 4.4 ANÁLISIS ORIENTACIÓN Y ASOLEAMIENTO

Para el estudio solar, nos basaremos en la Carta Solar Latitud 14° Norte. En la imagen inferior se grafica dicha Carta, siendo un análisis general sobre la incidencia solar recibida en una vivienda en dicha latitud. Posteriormente con la Propuesta de la Vivienda

Autosuficiente establecida, analizaremos la incidencia solar detalladamente en base a la Carta Solar.

En la imagen inferior se puede observar que las áreas que recibirán mayor horas de incidencia solar en la vivienda es en dirección Sur, Sureste y Suroeste. Siendo este un lugar ideal, para la colocación del calentador solar, estufa solar, invernaderos, secadores de ropa etc.

Así mismo, se concluye: que la vivienda propuesta en el presente documento, para futuras modificaciones debe ubicarse en base a la dirección del Norte.

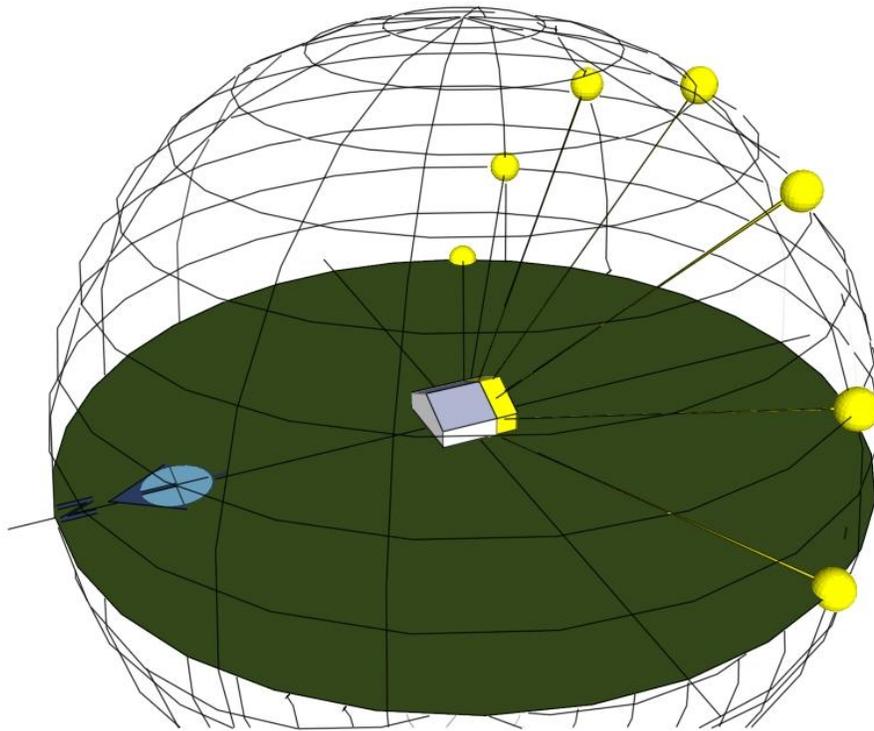


Imagen 121 Gráfica Carta Solar Latitud 14° Norte. Realizada por autora Tesis

## 4.5 VIENTOS EN EL TERRENO

Los vientos predominantes en toda la República indican una dirección semi-constante en dirección Noreste. Pero en base a los datos recabados por La Estación Labor Ovalle del INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología), presenta la tabla ubicada en la parte inferior. Donde se observa con detalle que en los últimos 20 años predomina la dirección Sur, del viento. Así también en dirección Norte, Este y Noreste.

De esta forma podemos concluir que la ubicación ideal para la ventilación en la Vivienda Autosuficiente, deberá colocarse en las Fachadas Norte, Noreste, Este y Sur.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1991	N	S	S	N	S	S	E	E	E	S	E	NE	S
1992	N	S	S	S	S	S	E	E	E	E	S	E	S
1993	***	***	***	S	S	E	E	E	E	E	E	E	E
1994	E	E	S	S	S	S	E	E	S	S	E	E	S
1995	E	E	S	S	S	S	S	S	E	S	E	S	S
1996	E	S	S	S	S	S	E	E	E	E	E	E	S
1997	W	E	E	S	E	N	E	E	E	S	***	S	E
1998	S	W	S	S	E	E	E	E	S	E	E	E	E
1999	E	S	E	S	S	S	E	E	S	E	S	N	S
2000	VR	NE	VAR	VAR	VAR	N	N	N	N	N	N	VAR	N
2001	***	NE	C	VRB	VAR	***	C	C	***	***	C	C	***
2002	VR	VR	VR	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
2003	E	S	S	S	S	S	E	E	E	S	E	E	S
2004	N	S	N	N	N	NE	N	VAR	N	VAR	N	NE	N
2005	N	N	S	S	N	N	VAR	N	N	N	NE	N	N
2006	N	VAR	VAR	S	VAR	CALMA	NE	NE	CALMA	CALMA	NE	NE	VAR
2007	NE	VAR	NE	S	S	C	VAR	NE	CALMA	VAR	NE	NE	VAR
2008	NE	NE	NE	NE	C	V	NE	VAR	VAR	VAR	N	NE	NE

Tabla No. 30 Dirección de viento mensual Estación Labor Ovalle, Quetzaltenango, realizado por INSIVUMEH. Obtenida en <http://www.insivumeh.gob.gt/>

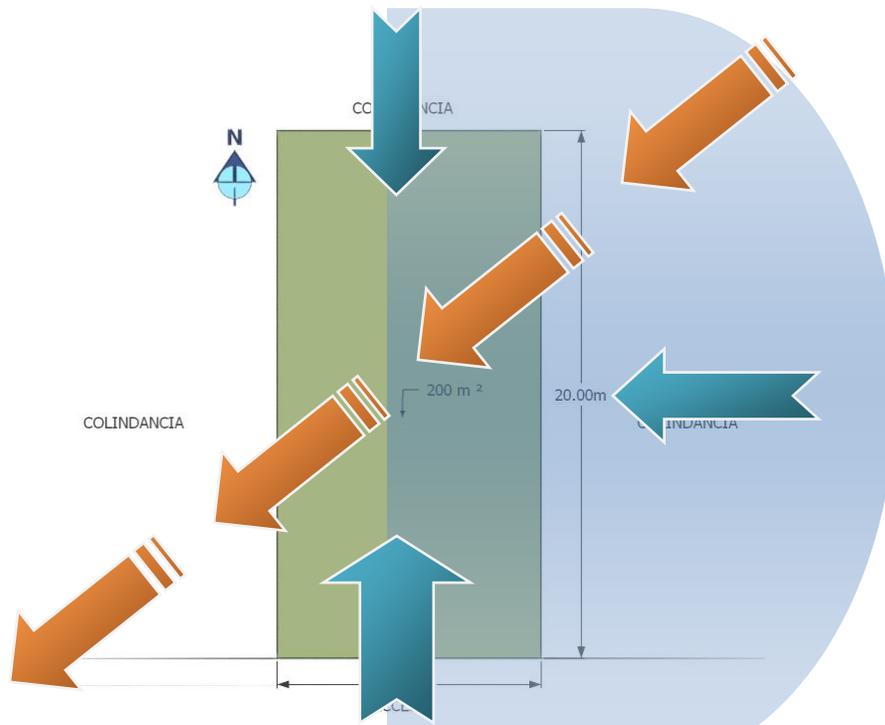


Imagen 122 Análisis vientos en el Terreno de Vivienda Autosuficiente de Quetzaltenango. En base a la Tabla 30. En celeste se encierra el área con mayor recepción de viento.



# CAPÍTULO 5

## PROYECCIÓN Y PROGRAMA

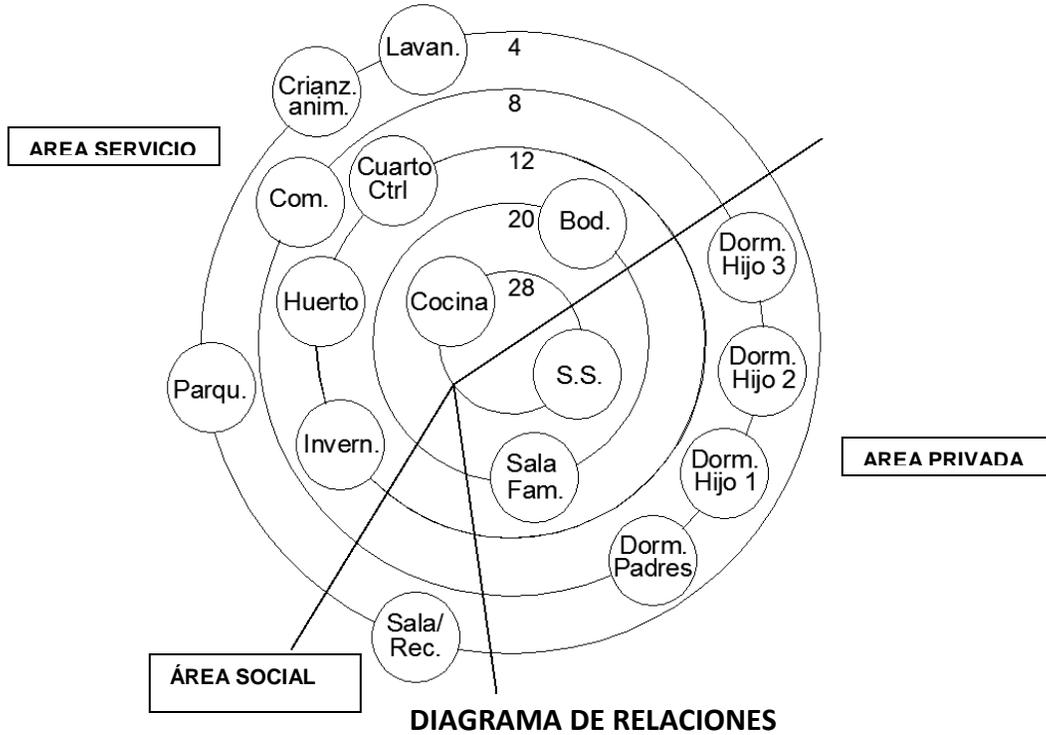
### 5.1 ÁREAS



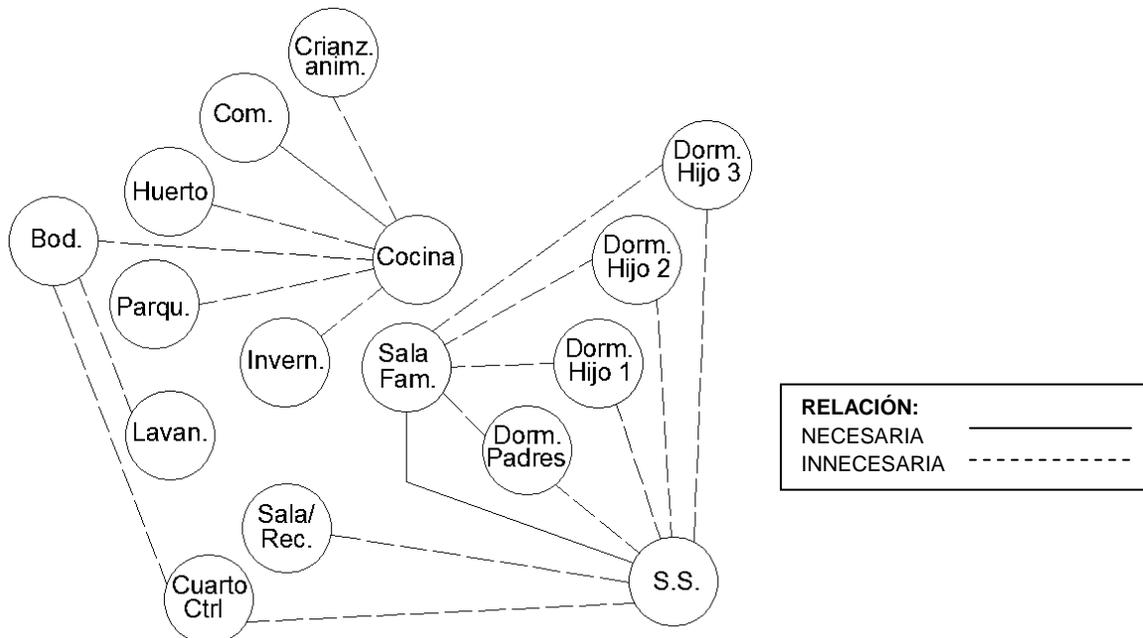


### DIAGRAMA DE PREPONDERANCIA

En base a la Matriz de relaciones ubicada en la hoja anterior se realiza el siguiente diagrama para ubicar y definir los ambientes con mayor importancia

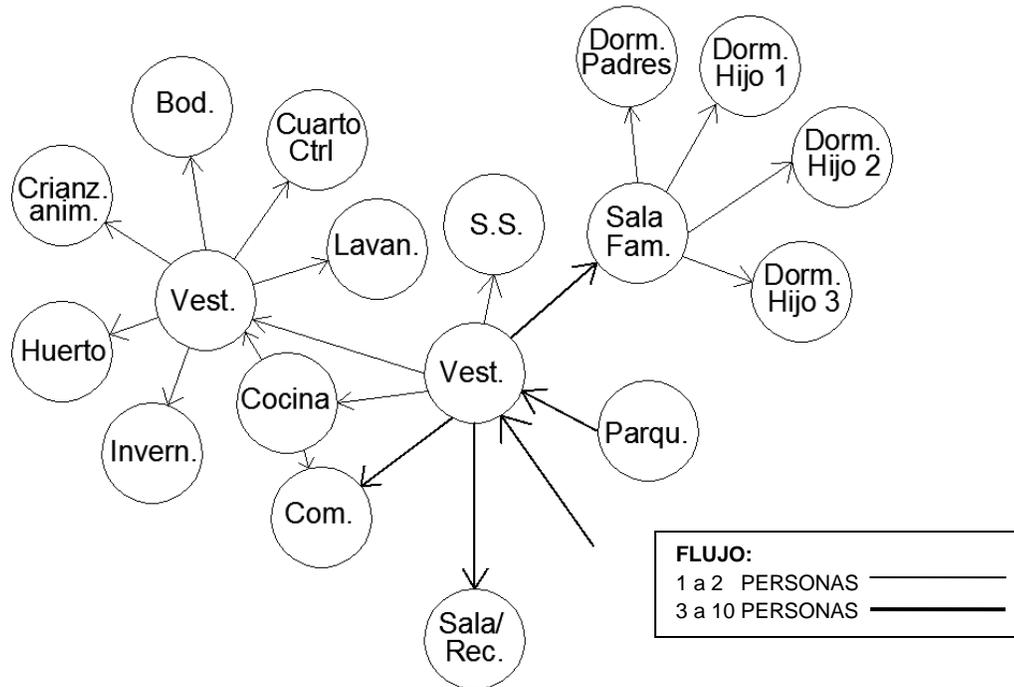


Se conectan los ambientes con el orden preestablecido gracias a Diagrama de Preponderancia. En este vemos las conexiones a los ambientes. (Las líneas punteadas son conexiones directas innecesarias).



### DIAGRAMA DE CIRCULACIONES

Este define los vestíbulos o pasillos que comunican los ambientes, a su vez las líneas de mayor grosor indican un flujo mayor (2 a 10 personas) y el resto representa un flujo de 1 a 2 personas.

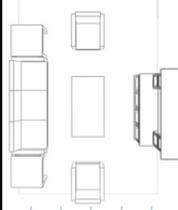
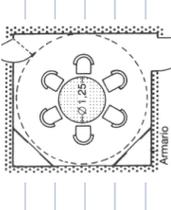
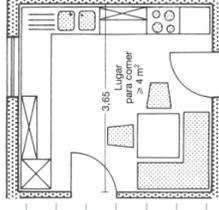
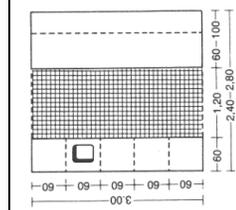
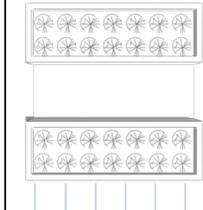


### CUADRO ORDENAMIENTOS DE DATOS

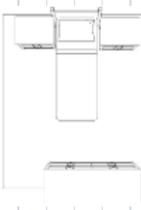
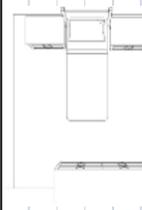
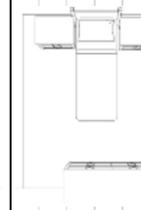
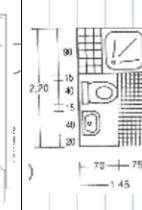
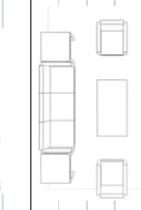
A continuación se desarrolla el cuadro de ordenamiento de datos para determinar las áreas necesarias, para los ambientes de la vivienda.

Para la realización de la propuesta arquitectónica, se consideraron los siguientes aspectos establecidos por la Norma FHA en base al tema de la Vivienda:

- Ambientes mínimos de la vivienda
- Área mínima de ambientes de vivienda
- Porcentajes de Iluminación
- Porcentajes de Ventilación
- Dimensionamiento de Parcela.

CUADRO ORDENAMIENTO DE DATOS														
AMBIENTE		USO		MOBILIARIO				DIMENSION		CONDICIONES AMBIENTALES		ARREGLO ESPACIAL		
ZONA AMBIENTE	ACTIVIDAD	NO. USU	TIEMPO(hrs)	NO MOBILIARIO	L (m)	A(m)	H(m)	L (m)	A(m)	A(m <sup>2</sup> )	ORIENT.	ILUMIN.(%)	VENTILA.(%)	ARREGLO ESPACIAL
Pública	Sala /Recepción	2 a 10	2 a 4	1 Sofá	2.45	0.8	2.1-5	5.5	3.75	20.63	Suroeste	15	6	
				2 Sillones	0.8	0.8		1 Mesa de Centro	0.8	1.6				
Comedor	Comer, platicar, degustar	6	1 a 2	5 sillas	0.5	0.5	2.1-5	3.3	3.3	10.89	Noreste	15	6	
				1 mesa	1.25	1.25		1 Armario	1	0.5				
				1 Estufa de Leña	1.2	0.6		1 Estufa Solar	1	1				
Cocina	Cocinar, preparar, lavar, refrigerar	1 a 2	1 a 2	1 Lavadora	0.7	0.7	2.1-3	3	2.4	7.2	Sur	10	5	
				6 Repisas	0.6	0.6		1 secador	3	1.6				
Lavandería	Lavar, limpiar, restregar	1 a 2	1 a 2	2 jardineras	3	1	2.1-4	3	3	9	Sur- Este- Oeste			
				1 a 2	1 a 2	1 a 2		1 a 2	1 a 2	1 a 2				
Invernadero	Sembrar, regar	1 a 2	1 a 2											
SUMATORIA										63.72				

CUADRO ORDENAMIENTO DE DATOS																						
AMBIENTE		USO		MOBILIARIO			DIMENSION			CONDICIONES AMBIENTALES		ARREGLO ESPACIAL										
ZONA	AMBIENTE	ACTIVIDAD	NO. USU	TIEMPO(hrs)	NO	MOBILIARIO	L (m)	A(m)	H(m)	L (m)	A(m)	A(m <sup>2</sup> )	ORIENT.	ILUMIN.(%)	VENTILA.(%)	ARREGLO ESPACIAL						
Servicio	Huerto	Sembrar, regar, cultivar	2 a 6	2 a 4		1 A. de frutillas	45	15														
						1 A. de hortalizas	35	25														
	Crianza para animales	Criar, alimentar	1 a 2	1 a 2		1 Hierbas aroma.	5	5			20	17.5	350									
						1 Primor	5	2.5														
						1 Compost	15	10														
						1 Gallinas	2	1														
						1 A. Conejos	1.25	1.25														
						1 Psicicultura	3	1							3.5	2	7	Este-Oeste	15	6		
						1 Apicultura	0.5	0.5														
	Cuarto de Control	Registrar, controlar, contabilizar	1 a 2	1 a 2		1 A. Energía	0.5	2														
1 A. Agua						0.5	2															
									2.1-3	2	1.75	3.5	Norte	10	5							
Parqueo	Guardar automovil, parquear	1 a 5	1																			
									2.1-3	6	4	24	Norte	15	6							
Bodega	Guardar, almacenar, ocultar	1 a 2	1 a 2		1 Rep. Limpieza	0.5	0.5															
					1 Rep. Jardinería	0.5	0.5															
					1 Rep. Alimentos	0.5	0.5															
					1 Rep. General	0.5	0.5															
									2.1-3	3	3	9	Norte	10	5							
Dormitorio Principal	Descansar, Dormir, Platicar, Arreglarse	2	6 a 8		1 Cama	2.1	1.5															
					2 Mesas noche	0.5	0.5															
					1 Closet	2	0.5															
					1 Marquesa	1.5	0.5															
									2.1-3	3.2	4.65	14.88	Este-Oeste	15	6							
<b>SUMATORIA TOTAL</b>												<b>408.4</b>										

CUADRO ORDENAMIENTO DE DATOS														
AMBIENTE		USO		MOBILIARIO			DIMENSION			CONDICIONES AMBIENTALES		ARREGLO ESPACIAL		
ZONA	AMBIENTE	NO. USU	TIEMPO(hrs)	NO MOBILIARIO	L (m)	A(m)	H(m)	L (m)	A(m)	A(m <sup>2</sup> )	ORIENT.	ILLUMIN.(%)	VENTILA.(%)	ARREGLO ESPACIAL
Privada	Dormitorio Hijo 1	1	6 a 8	1 Cama 2 Mesa Noche 1 Closet	2.1 0.6 2	0.9 0.6 0.6	2.1-3	3.5	2.85	9.975	Este-Oeste	15	6	
	Dormitorio Hijo 2	1	6 a 8	1 Cama 2 Mesa Noche 1 Closet	2.1 0.6 2	0.9 0.6 0.6	2.1-3	3.5	2.85	9.975	Este-Oeste	15	6	
	Dormitorio Hijo 3	1	6 a 8	1 Cama 2 Mesa Noche 1 Closet	2.1 0.6 2	0.9 0.6 0.6	2.1-3	3.5	2.85	9.975	Este-Oeste	15	6	
	S.S.	1	1	1 Lavamanos 1 Inodoro 1 Ducha	0.5 0.7 2	0.5 0.5 1	2.1-3	2.2	1.45	3.19	Norte, Noreste, Sur	10	5	
	Sala /Recepción	2 a 10	2 a 4	1 Sofa 2 Sillones 1 Mesa de Centro 2 Mesas 1 Repisa	2.45 0.8 0.8 0.75 1.75	0.8 0.8 1.6 0.75 0.6	2.1-5	5.5	3.75	20.63	Suroeste	15	6	
<b>SUMATORIA TOTAL</b>										<b>53.74</b>				
<b>SUMATORIA FINAL</b>										<b>525.8</b>				

La sumatoria total de las Áreas cuantificadas en el Cuadro de Ordenamiento de Datos da un total de 525.80 m<sup>2</sup>, el cual incluye el huerto y el invernadero.



# CAPÍTULO 6

PREMISAS

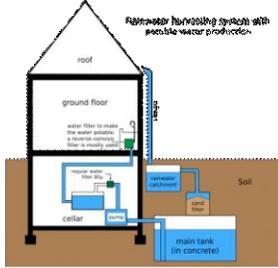
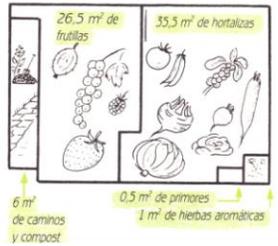
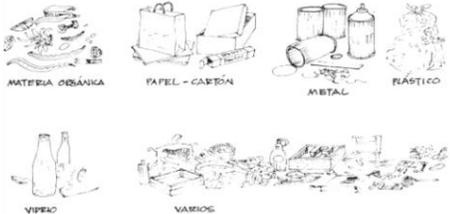
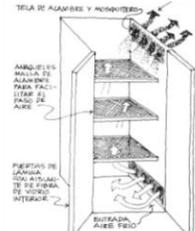
6.1 PREMISAS

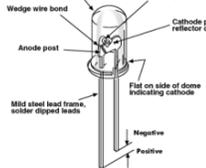
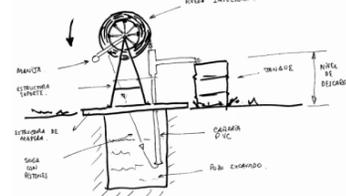


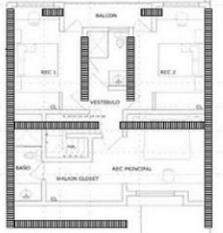
## 6. PREMISAS

### 6.1 PREMISAS

Pre misa	Varia ble	Características y Aplicación	Gráfica
Ambientales	Orientación	La orientación de la vivienda. Es la variable principal para maximizar la eficiencia de la climatización interior. La orientación se maneja primordialmente en los siguientes ambientes: Cocina, Bodegas, Espacios de Estancia cómo los Dormitorios y Salas. En la cocina autosuficiente es necesaria la ubicación Norte-Sur de sus fachadas, para refrigerar y cocinar respectivamente. En bodegas su ubicación norte para almacenar. En dormitorios y salas la orientación de algunas de sus fachadas hacia el sur y la combinación de materiales térmicos, contribuye a una climatización confortable interior durante la noche y día. Así como el ingreso de luz durante la mañana o durante la tarde.	
	Soleamiento	La recepción adecuada del sol durante medio día en ambientes como los dormitorios es importante para eliminar bacterias y gérmenes. Las ventanas deben colocarse en el Oeste u Este. Otros ambientes y espacios que requieren de sol obligatoriamente son la estufa solar (cocina) y el calentador solar (ubicado en los techos).	
	Ventilación	Aunque en base a los cálculos realizados en los Cuadros de Mahoney, indican que no es necesaria un flujo de ventilación. Se colocaran Muros Captadores de Calor, que utilizan principios de ventilación por cámaras, estos permiten el ingreso de aire caliente durante la noche. Así también se utilizará el mismo principio de cámaras conductoras de aire frío y caliente en: Refrigeradora de alimentos y Secadora de Ropa.	
Generación de energía	Sol	Para generar energía por medio del sol, las alternativas recomendadas son las siguientes: Calentador solar con botellas de plástico, Paneles Solares y Estufa Solar. Estos elementos requieren orientaciones donde el sol incida mayormente.	
	Aire	Para generar energía por medio del aire, las alternativas a implementar son las siguientes: Aerogenerador para bombear agua, esto permitira bombear agua para posteriormente caer por gravedad en todo el circuito hidráulico de la vivienda	
	Biomasa	Para generar energía por medio de la biomasa, las alternativas a implementar son las siguientes: Biógas para cocinar (el cual se obtendra de todos los residuos de la jardinería , cocina y el desecho producido por la crianza de animales) y compostaje para la producción de abono.	

Pre misa ble	Varia ble	Características y Aplicación	Gráfica
Generación de energía	Energía Humana	Se implementaran bicicletas estacionarias, que ademas de proporcionar beneficio físico por medio del ejercicio, generaran energía (1/2 hora pedalear genera 120 W, por tanto una familia de 5 miembros puede generar 600W diarios) y también bici-lavadoras.	
Obtención de recursos	Agua	Captar agua pluvial, es una de las alternativas más accesibles en un entorno urbano. Dependiendo del uso, así tendrá un tratamiento previo. Para el consumo humano el agua sera pasada por una serie de filtros y purificadores. Para el agua de riego y lavado se utiliza agua tratada por filtros areneros. Para el agua de baño se utilizará un filtro reductor del PH y clorificadores.	
	Alimento	Debido al espacio se pueden emplear tres formas de autoabastecimiento alimenticio: 1) Cultivo exterior, el cual no posee mayor cuidado que el riego, ya que las plantas estan adaptadas al clima (maíz, frijol, zanahoria, rábano, lechuga, remolacha, acelga, ciruela, manzana, durazno, etc.); 2) Cultivo interior, aquellas plantas que requieren de una temperatura más alta para desarrollarse (tomate, pepino, chile pimiento, hongos, fresa, etc); 3) Crianza de animales: por el espacio puede criarse peces, conejos, gallinas, abejas y ovejas.	
Tratamiento y devolución Intacta de Recursos a Naturaleza	Aguas Grises	En una casa autosuficiente es importante separar las aguas grises del resto. El tratamiento recomendado para estas aguas es el siguiente: a) Trampa de grasa, donde se elimina residuos y grasa, b) Filtros areneros, c) Recorridos por raíces de plantas oxigenadoras como bananeras y lirios, d) Paso de filtros areneros. Posterior a este tratamiento el agua esta lista para funcionar como agua de riego.	
	Aguas Negras	Para ahorro de agua, las aguas grises serán utilizadas en los inodoros. Las aguas negras ingresaran a una fosa séptica que secará las heces por medio de un proceso anaeróbico hasta eliminar las bacterias y microorganismos perjudiciales. Esto prodrá ser utilizado posteriormente como abono.	
	Desechos Solidos	Es necesario manejar, clasificar y reutilizar los desechos. 1) Desecho orgánico será utilizado para generar biogas y compost, 2) Botellas de plástico, útiles para construir muros, 3) Botellas de vidrio, metales, algunos plásticos y papel, pueden ser enviados a Centros de reciclaje, 4) Elementos peligrosos como baterías y aceite pueden enviarse a Centros de Acopio que reciclan materiales mencionados	
Ahorro KW.h	Refrigeradora	Para el ahorro energetico, se suprime el refrigerador electrico, por un refrigerador con ventilación, ubicado en un punto frío de la vivienda con ventilación forzada.	

Pre misa	Varia ble	Características y Aplicación	Gráfica
Ahorro KW.h	Lavadora	Bici-bomba, mientras se ejercita puede aprovecharse para lavar ropa, esto brinda un ahorro en energía eléctrica	
	Calentador	El calentador es el suplemento que consume mayor cantidad de KW.h. El agua puede calentarse de múltiples maneras: sol, leña y biogás. El calentador solar posee el inconveniente de que únicamente puede utilizarse durante el día, pero este puede ser fácilmente reemplazado por un calentador por leña o biogás	
	Iluminación LED	Por otra parte, cabe destacar que la eficiencia energética de los LEDs es muy superior a la de las tradicionales bombillas, en las que casi el 90% de la energía que consumen se pierde en forma de calor, mientras que un LED transforma en luz más del 80% de la energía que lo atraviesa, lo que se traduce en un considerable ahorro energético.	
	Bomba de agua	Otro equipo en la vivienda que consume KWh es la bomba hidroneumática, la cual puede ser fácilmente reemplazada por una bomba de soga activada por un aerogenerador.	
	Dieta KWh	Existen algunos electrodomésticos, que son innecesarios, como los siguientes: microondas, aire acondicionado, ventiladores, triturador, etc. Los elementos que se adquieren deben elegirse cuidadosamente para el cálculo y la inversión de autoabastecimiento eléctrico.	
Materiales de Construcción	Piedra Caliza	La piedra caliza es uno de los materiales de construcción, que abundan en la región de Quetzaltenango. Posee propiedades como: transmisión térmica y absorción de calor, textura, respiración y estructurales	
	Eco-Ladrillo	Es un tipo de mampostería donde se utilizan botellas de plástico rellenas de plástico, que son apiladas para cerramientos interiores.	
	Materiales bio-armónicos	Se elijan de preferencia materiales naturales, como madera, adobe, corcho, barro, teja. Por sus propiedades térmicas, capacidad de respiración, humedad, capacidad estructural y estética.	

Pre misa	Varia ble	Características y Aplicación	Gráfica
Estructural	Muros de carga	Los muros de carga serán los elementos estructurales principales que soportarán la vivienda. Estos pueden ser de piedra caliza o ladrillo.	
	Marcos de Madera	Para la estructura soportante de la cubierta y el entrepiso; se estará utilizando marcos estructurales de madera	
Arquitectónico	Morfología	En base a los Cuadros de Mahoney, la distribución recomendada es compacta. Pero para la vivienda autosuficiente la orientación de algunos ambientes será la que determinará la distribución de los ambientes	
	Estilo	El estilo estará fuertemente determinado por elementos verdes integrados a la vivienda. Manteniendo simplicidad en las formas e insertandola al entorno natural	



# CAPÍTULO 7

## DISEÑO

7.1 CONCEPTUALIZACIÓN VIVIENDA

7.2 PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

7.3 DINÁMICA DE DISTRIBUCIÓN

7.4 ASESORÍA PREDIMENSIONAMIENTO  
ESTRUCTURAL

7.5 PRESUPUESTO

7.6 MURO PESADO TRANSMISIÓN TÉRMICA 8  
HORAS

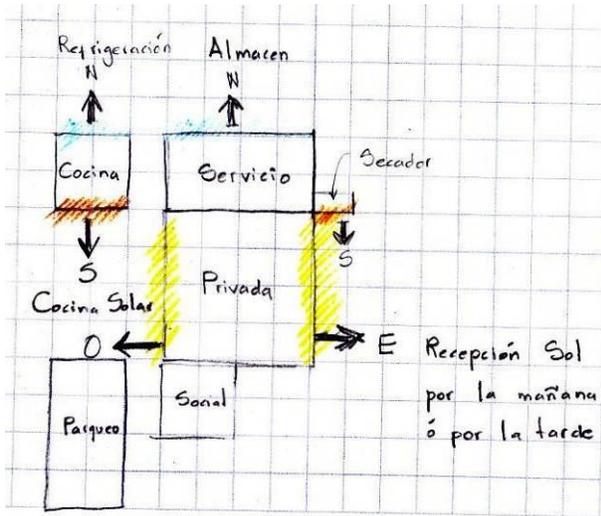


## 7. DISEÑO

### 7.1 CONCEPTUALIZACIÓN VIVIENDA

Se inició realizando el bosquejo de una distribución de los ambientes generales de una vivienda. La vivienda autosuficiente debe estar adecuadamente orientada y ventilada para su correcto funcionamiento, por lo que existen variables que determinaran la forma de la vivienda.

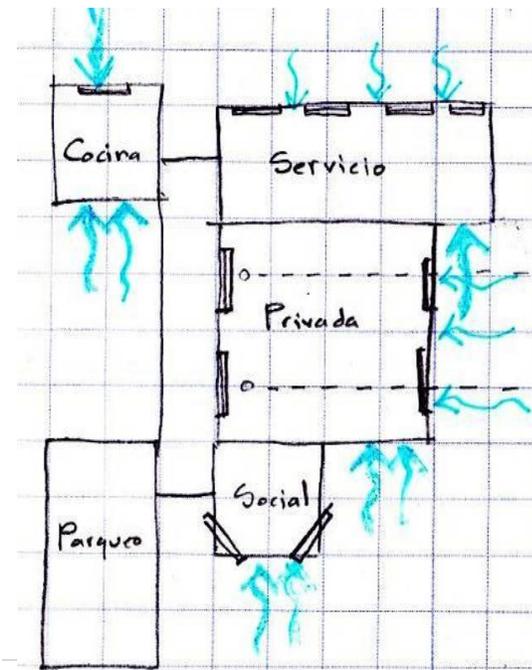
#### Distribución de acuerdo con la variable del soleamiento:



Existen tres ambientes donde es necesaria una recepción de soleamiento: Cocina (Sur por estufa solar), Dormitorios (Este u Oeste para la recepción parcial durante el día de luz).

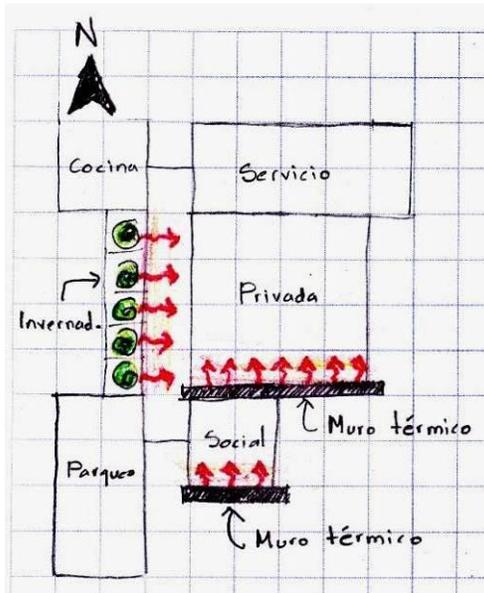
La cocina (refrigeración de alimentos) y el almacén, son ambientes en los que se debe evitar al máximo la recepción de soleamiento, por lo que estarán orientados hacia el norte.

#### Distribución de acuerdo con la ventilación:



Es importante garantizar la renovación del aire en toda la vivienda. Por lo que en el diagrama contiguo se propone la ubicación de la ventanería de la vivienda para la circulación del viento. Como se observó en el análisis del clima, las fachadas con mayor recepción de vientos están ubicadas de sur-este-norte.

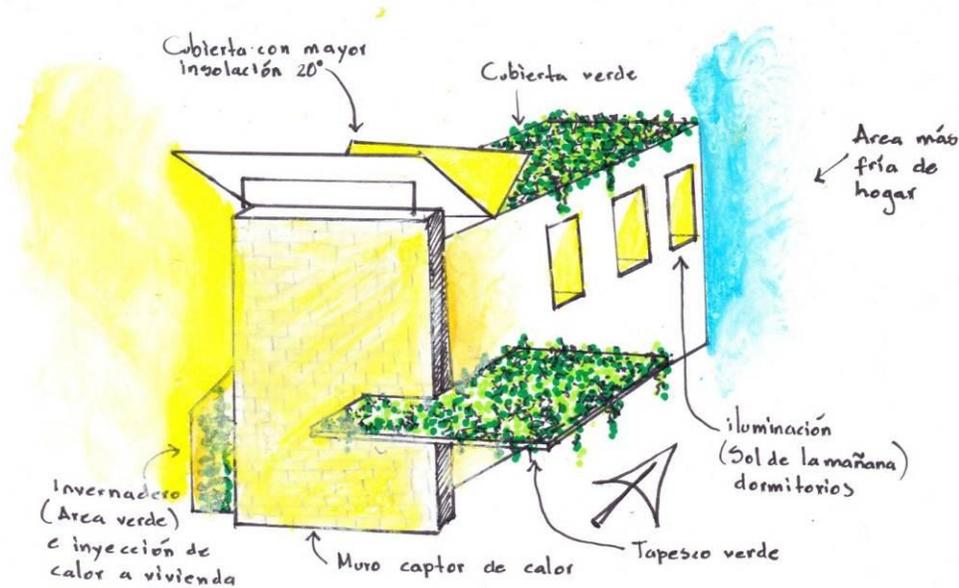
### Distribución de acuerdo con la climatización



En el diagrama contiguo se analizan las posibles ubicaciones de muros térmicos para el paso de calor a áreas como la privada.

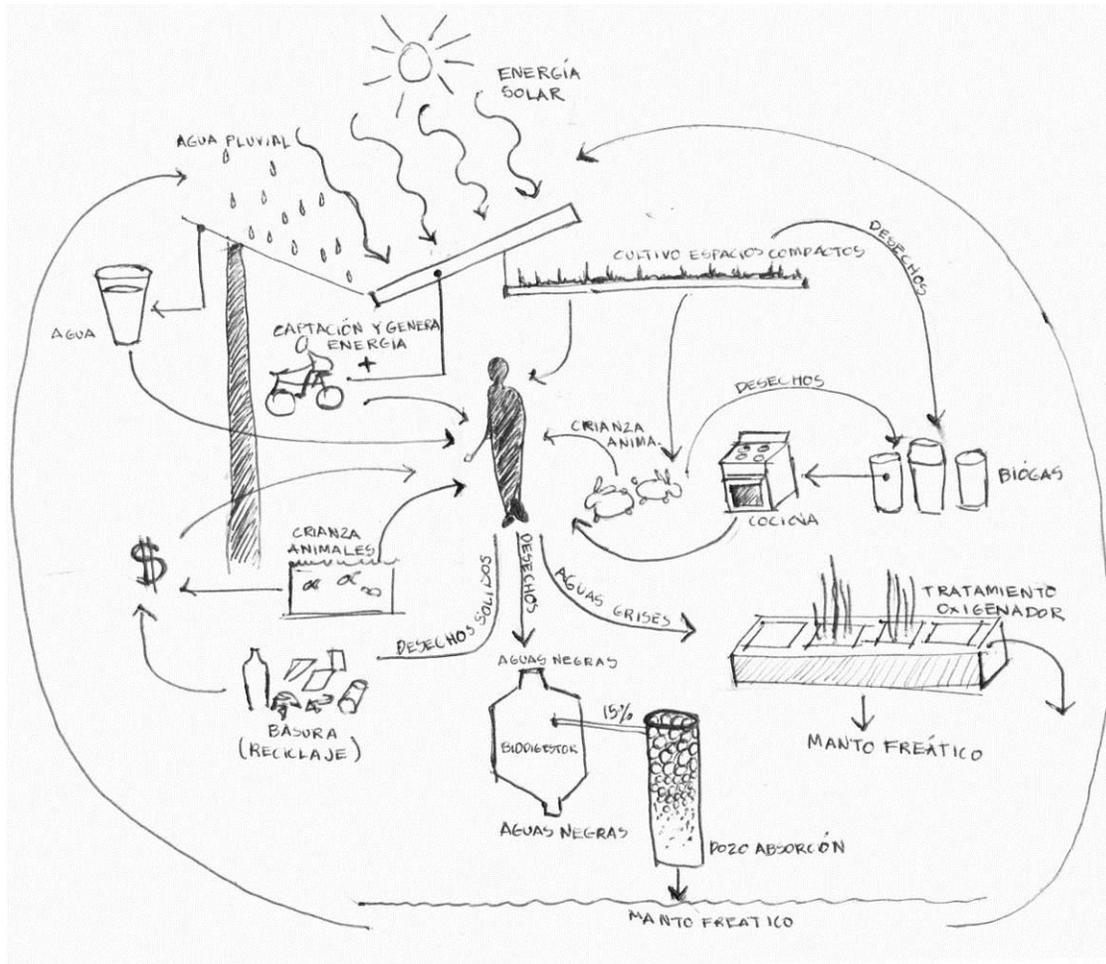
Así mismo se propone un invernadero adosado al pasillo para inyectar calor al interior de la vivienda. De preferencia al área privada espacios donde, de acuerdo con los Cuadros de Mahoney, es necesaria elevar la temperatura durante el día, para crear un clima confortable.

### Prefiguración de elevación:



Se toman en cuenta tres aspectos:

- Un área de mayor soleamientos y la posible ubicación de un muro térmico y una cubierta,
- Espacios para aprovechar al doble y triple la superficie con cubiertas ajardinadas.
- Área más fría de la vivienda para espacios de refrigeración
- Aberturas para ingreso de sol de mañana en las habitaciones.



Esquema de funcionamiento de propuesta de Vivienda Autosuficiente del Área Urbana de Quetzaltenango.

- Captación de energía solar+ generación de energía con bicicletas estacionarias brindando energía eléctrica.
- Cultivo además de brindar alimento al usuario, alimenta a los animales de crianza y sus desperdicios y compostaje pueden utilizarse en la generación de biogás.
- Crianza de Animales, fuente de dinero, autoabastecimiento alimenticio y desechos pueden utilizarse para la generación de biogás
- Techo captor de agua pluvial para consumo humano.
- Manejo de desechos sólidos fuente de dinero, en reciclaje y reutilización
- Aguas negras tratadas hacia manto freático
- Aguas grises tratadas con plantas oxigenadoras y biofiltros arenosos, para devolverlas al manto freático.

## 7.2 PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

- Fachada Frontal



- Perspectiva Este



- **Perspectiva Oeste**



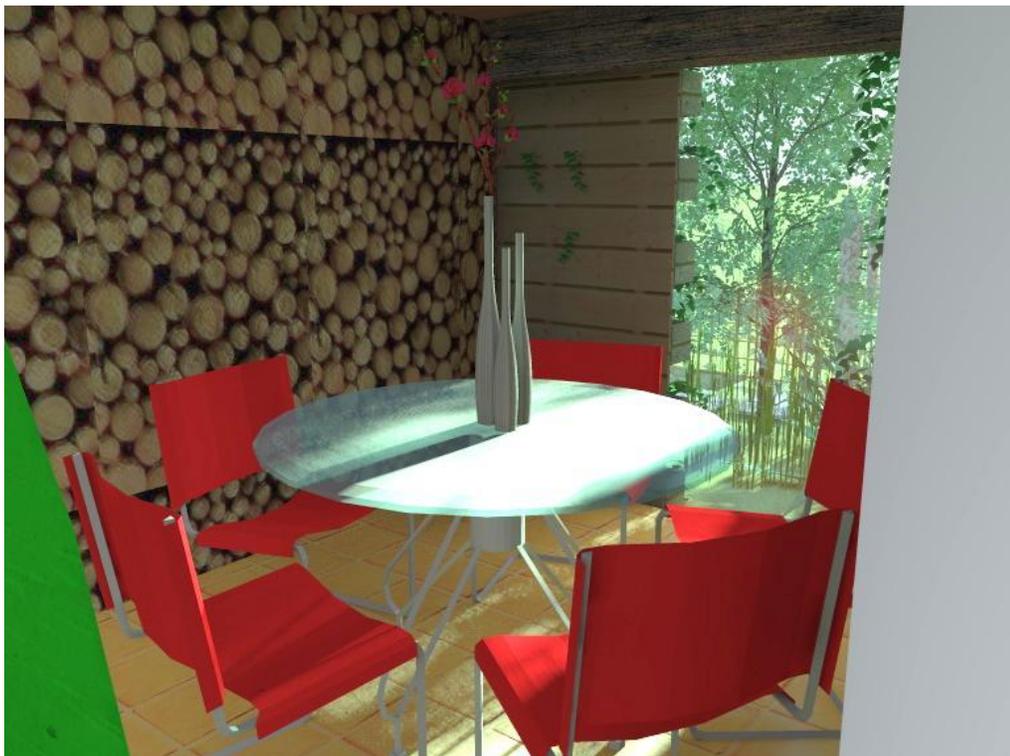
- **Sección Longitudinal Perspectivada**



- **Pasillo-Invernadero**



- **Comedor**



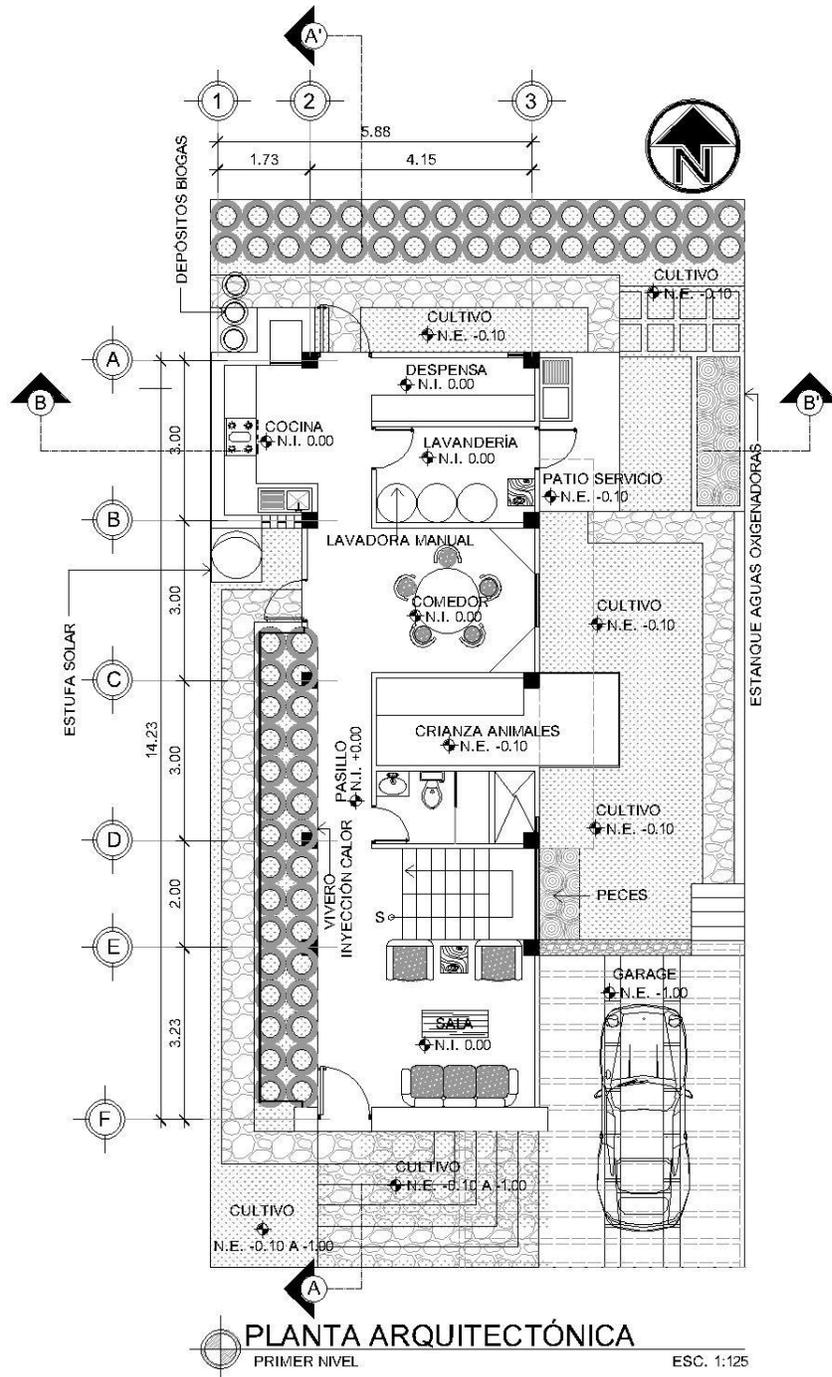
- **Sala**



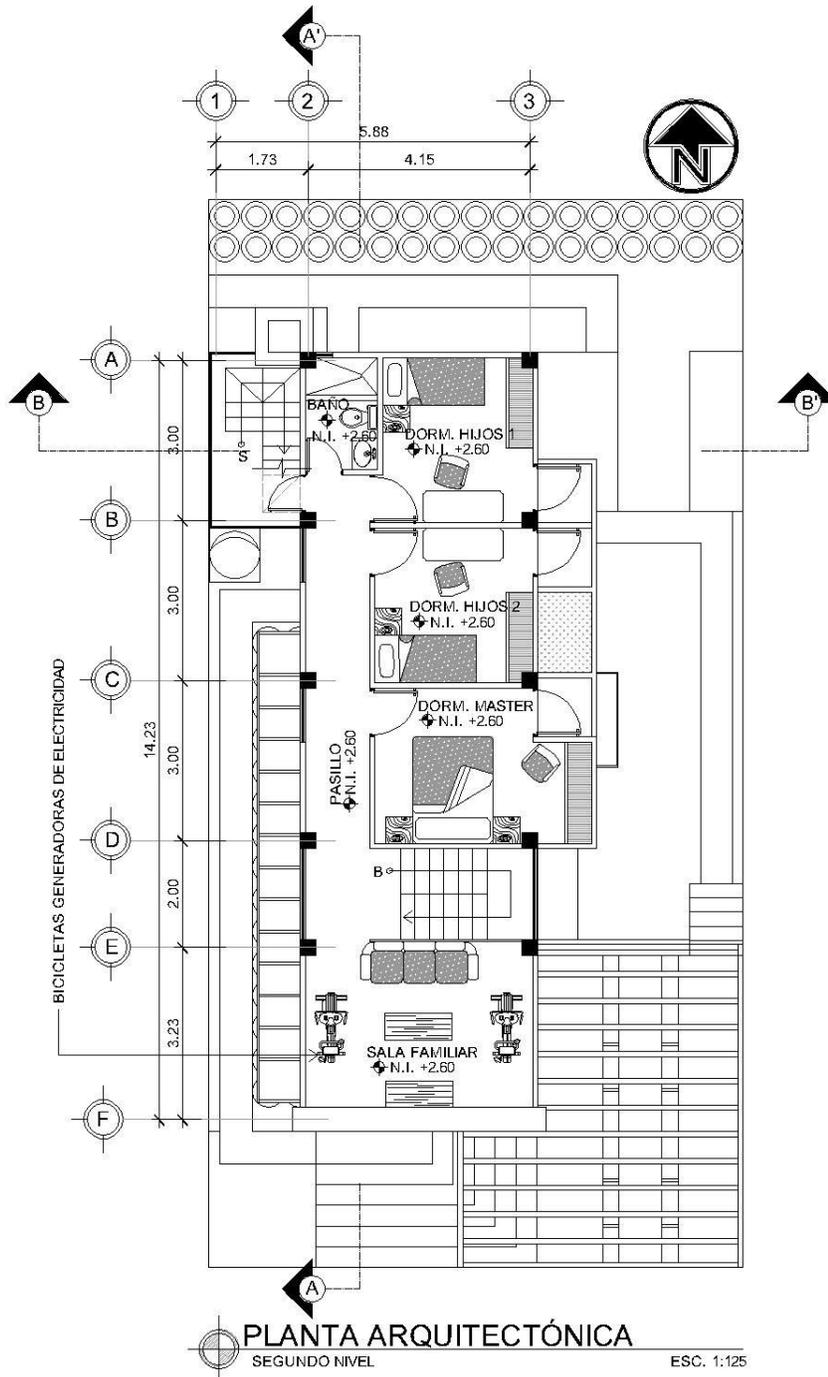
- **Sala Familiar**

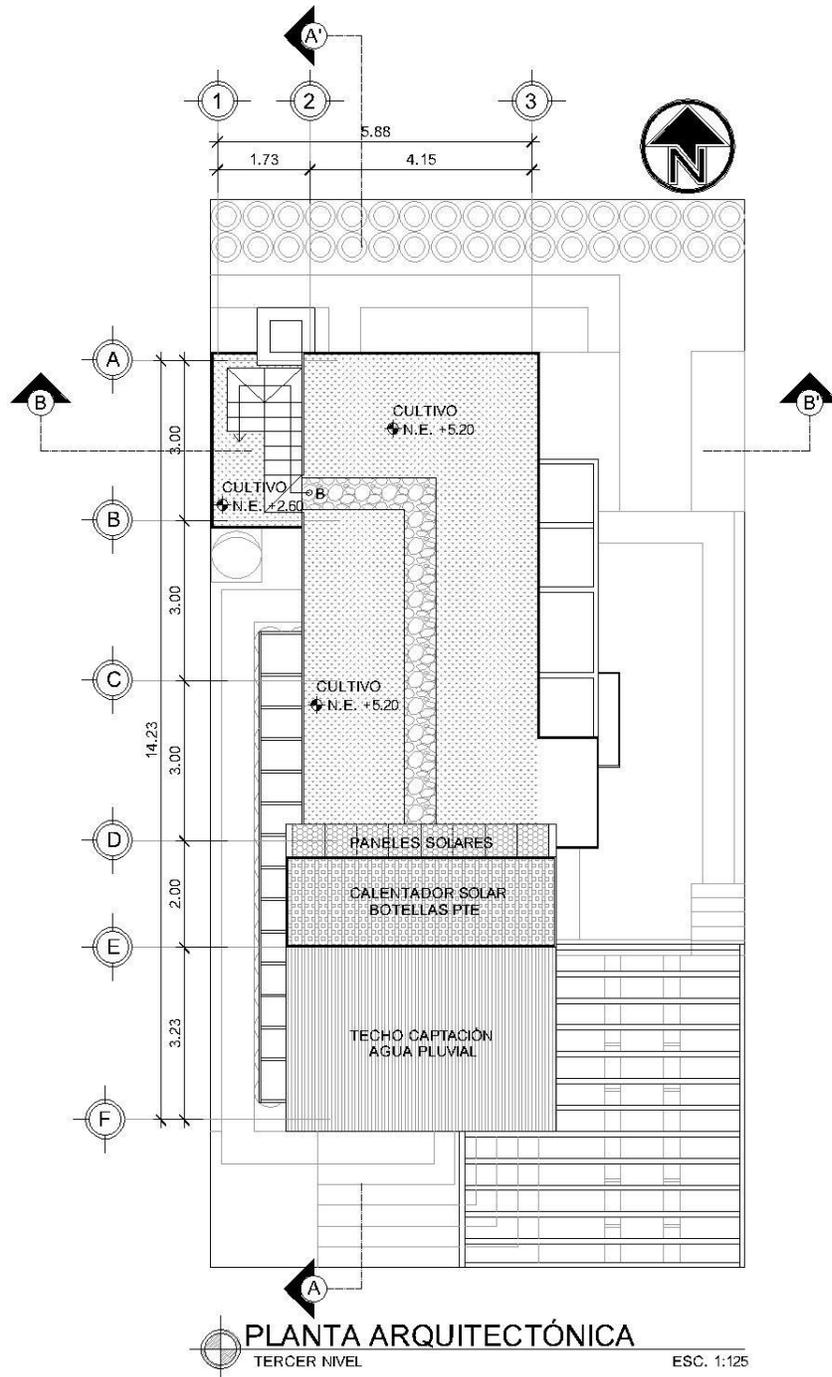


Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango

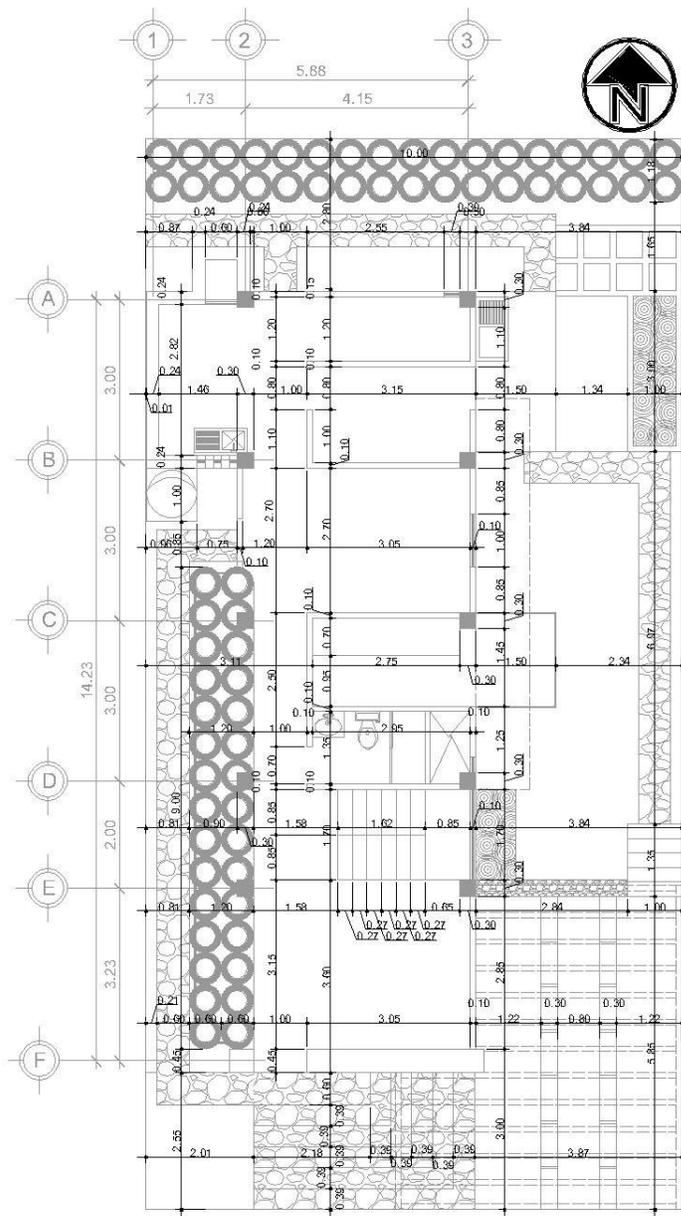


Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango





# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

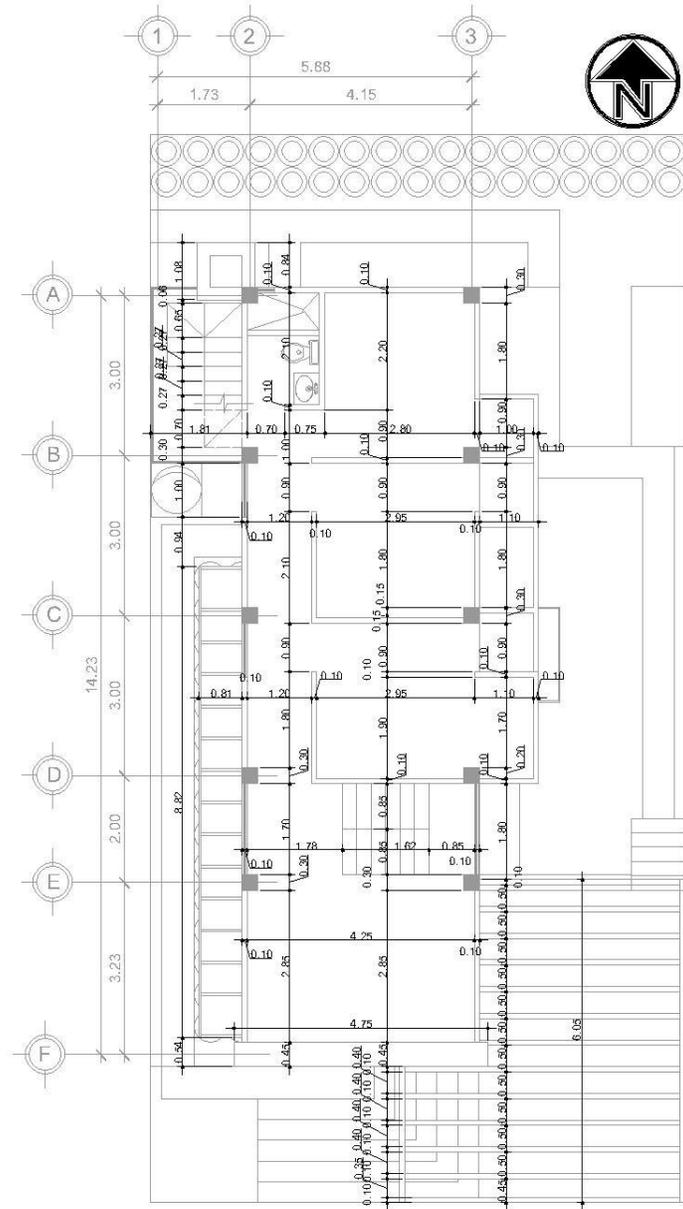


**PLANTA ACOTADA**

PRIMER NIVEL

ESC. 1:100

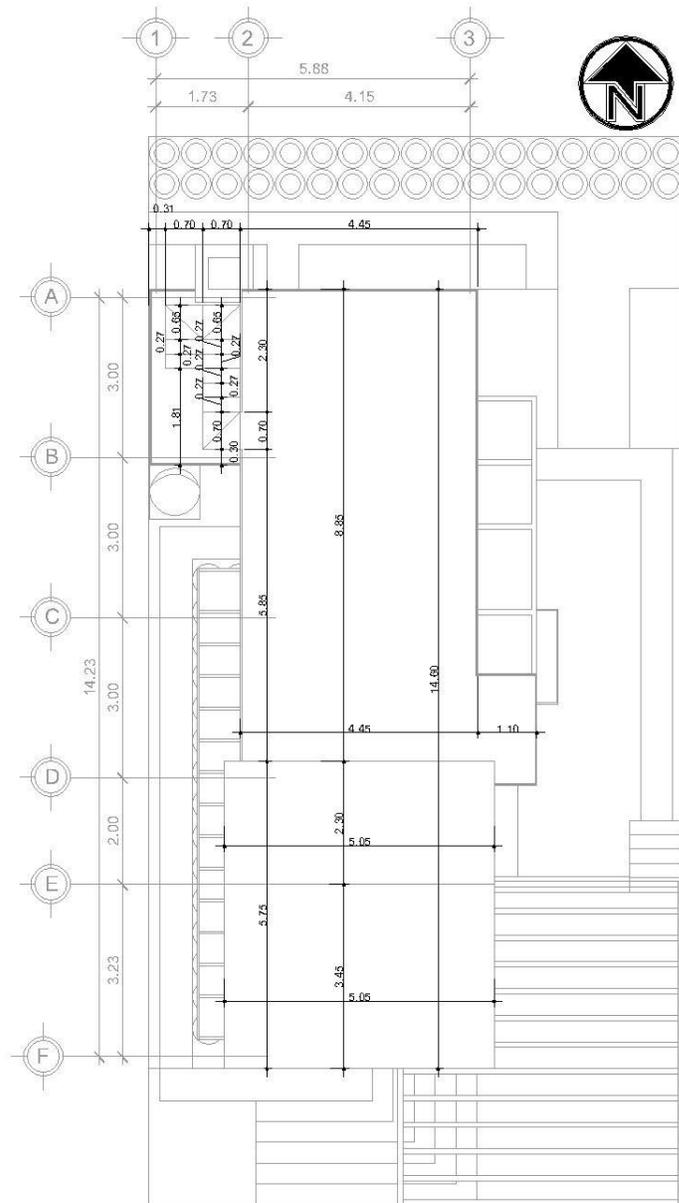
Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango



 **PLANTA ACOTADA**  
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

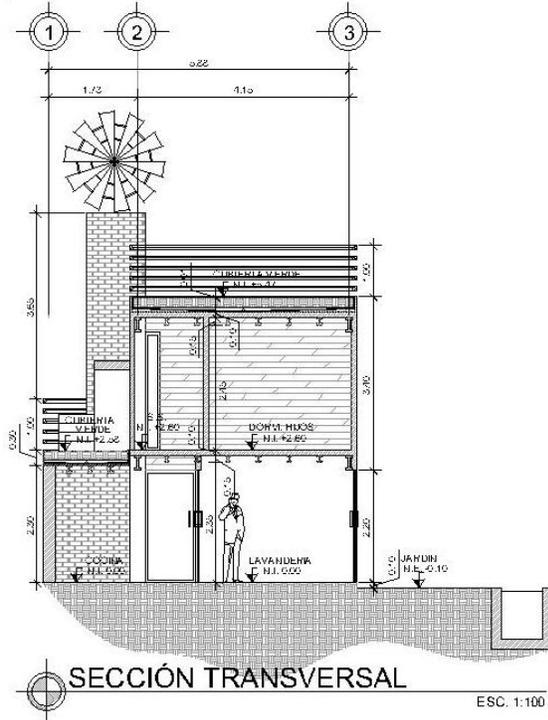
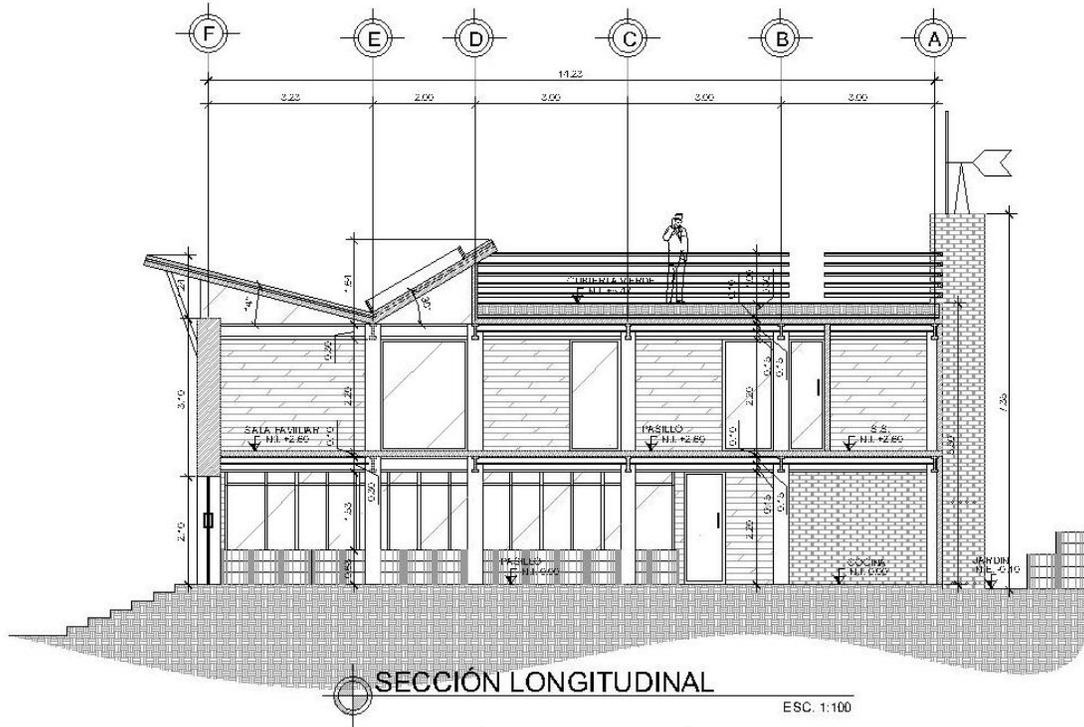
Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango



**PLANTA ACOTADA**

TERCER NIVEL

ESC. 1:100



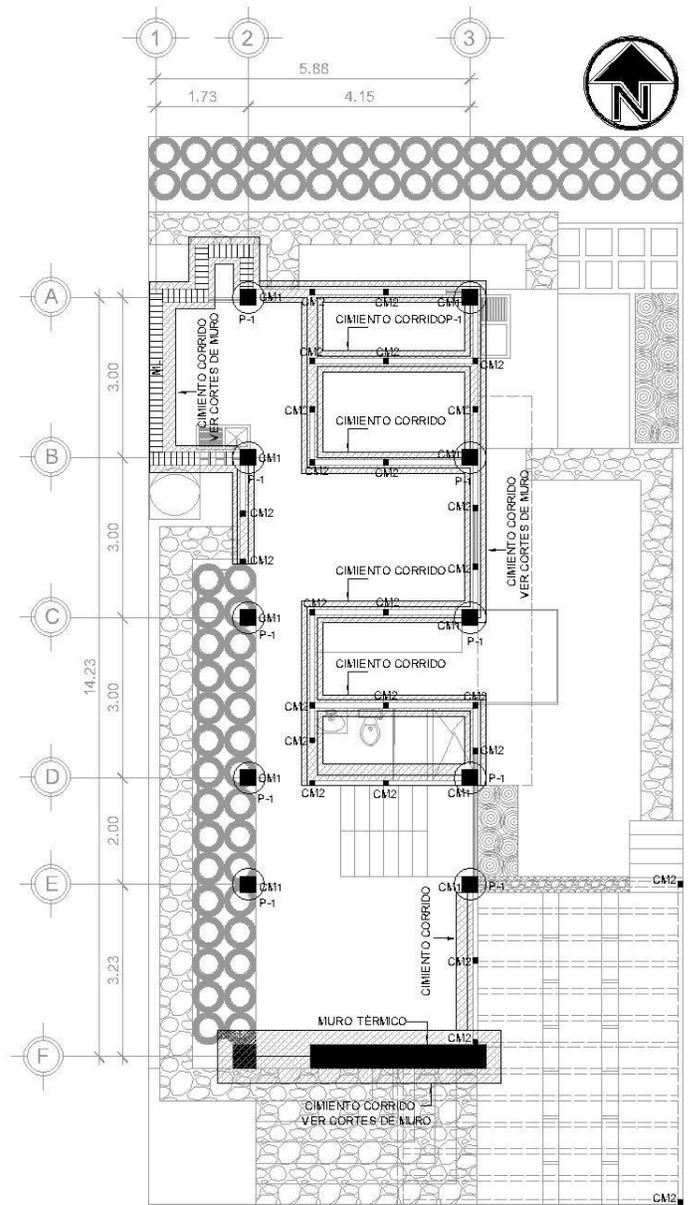


## NOMENCLATURA

### COLUMNAS Y CIMIENTOS

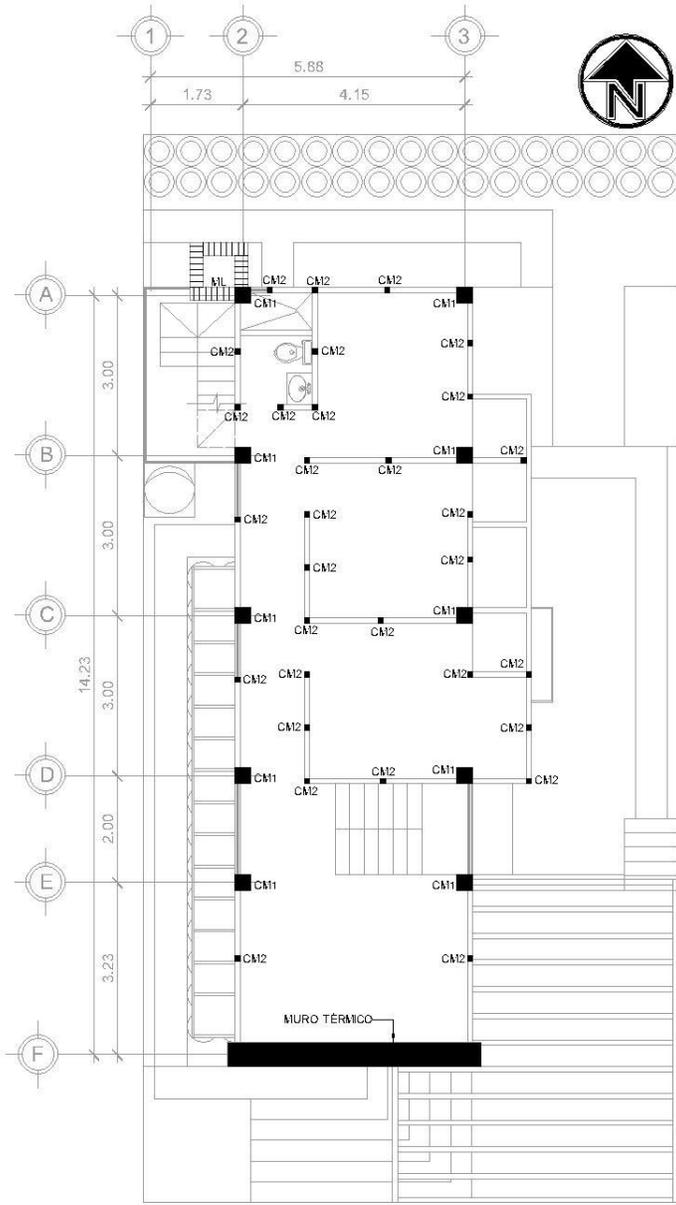
	COLUMNA PRINCIPAL DE MADERA DE PINO 10"x10"
CM1	
	COLUMNA SECUNDARIA DE MADERA DE PINO 4"x4"
CM2	
	CIMIENTO CORRIDO DE CONCRETO ARMADO
	MURO DE CARGA DE LADRILLO CERÁMICO APAREJO A TIZÓN
	PILOTE DE CONCRETO ARMADO
	MURO TÉRMICO DE PIEDRA CALIZA s=0.45m

Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango

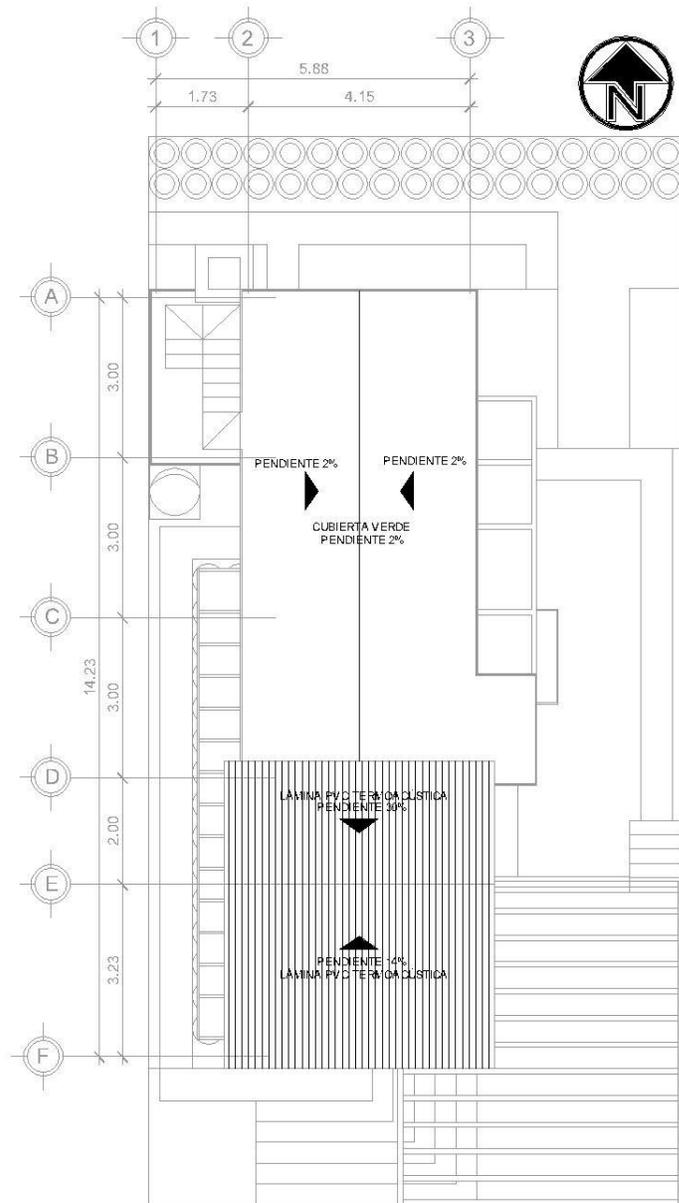


**PLANTA COLUMNAS Y CIMIENTOS**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:100

Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango



**PLANTA COLUMNAS Y CIMIENTOS**  
SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1:100



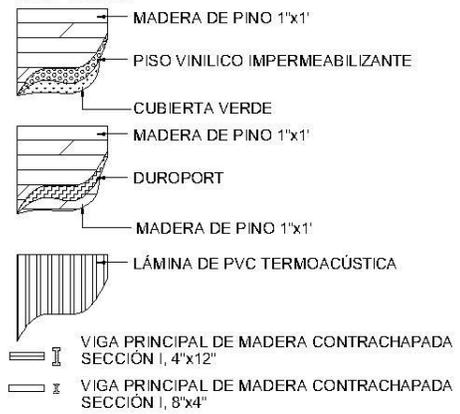
**PLANTA DE TECHOS**

TERCER NIVEL

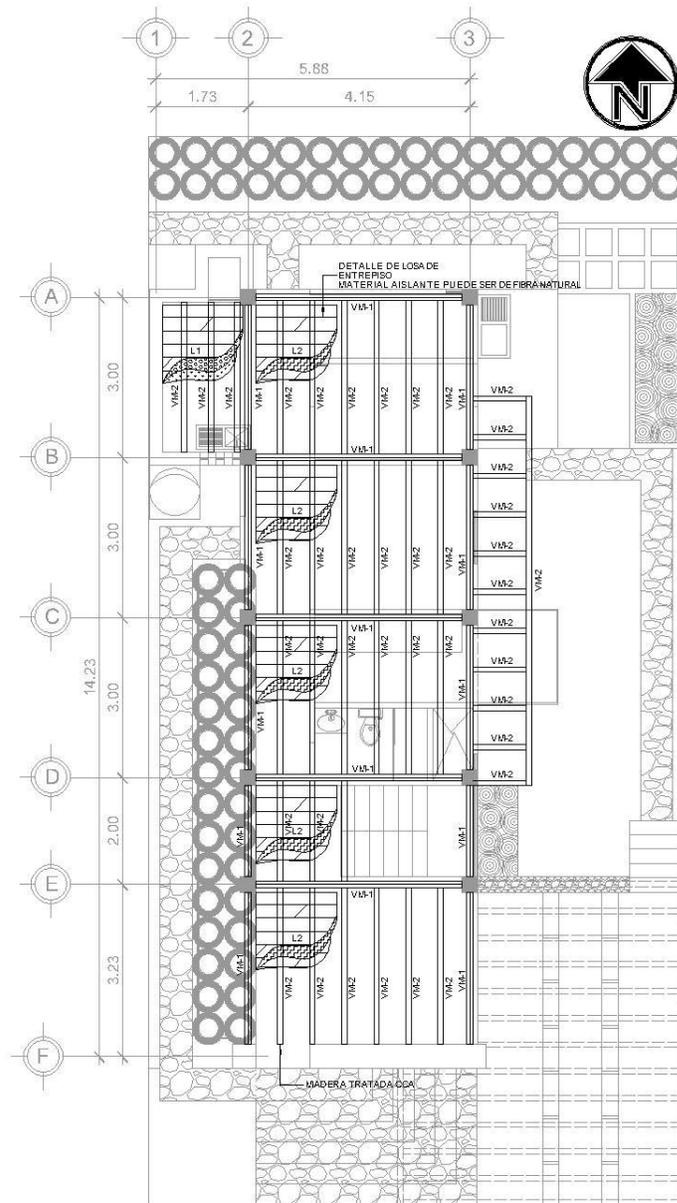
ESC. 1:100

## NOMENCLATURA

### VIGAS Y LOSAS

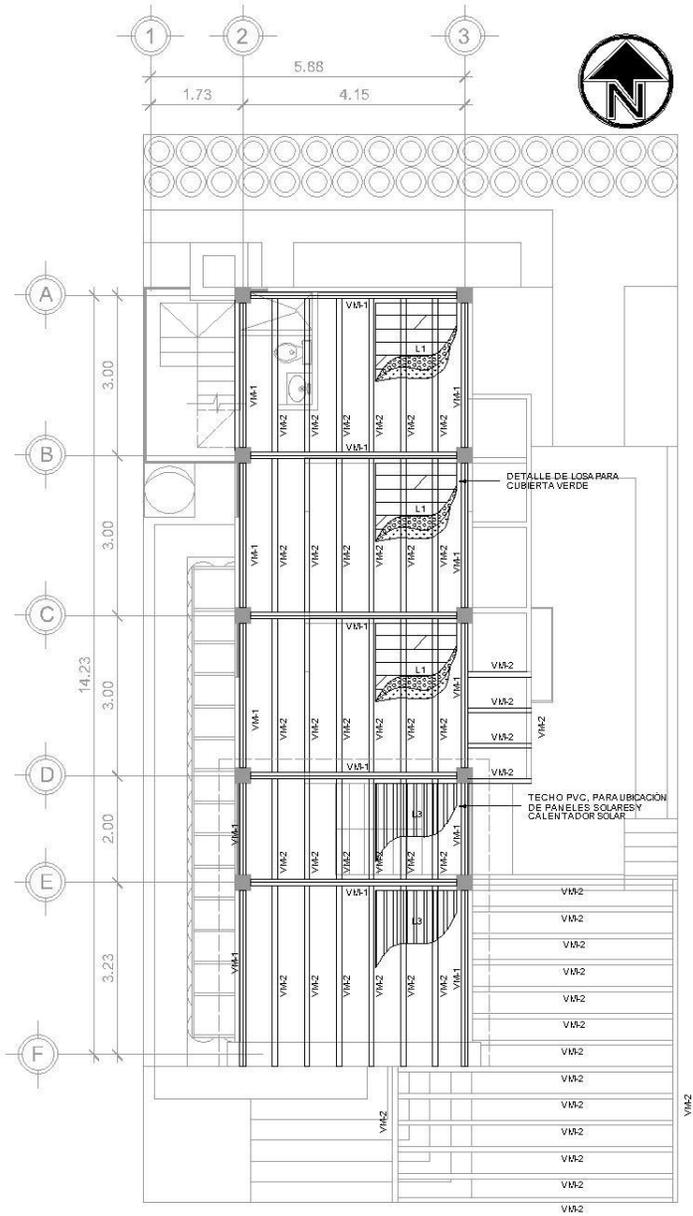


# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

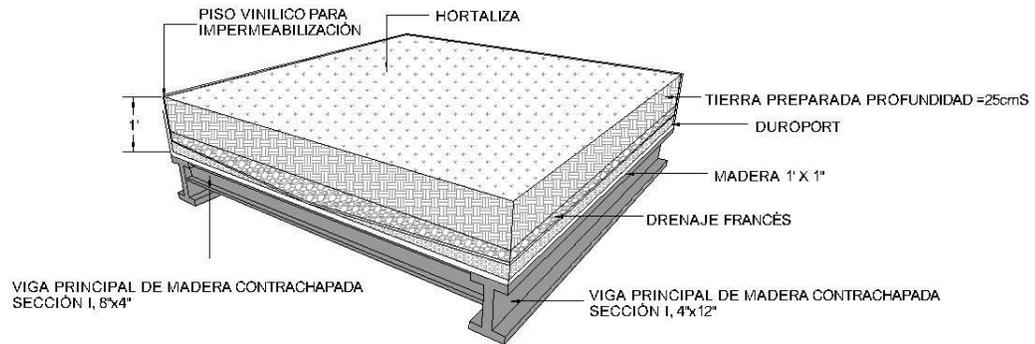


**PLANTA VIGAS Y LOSAS**  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:100

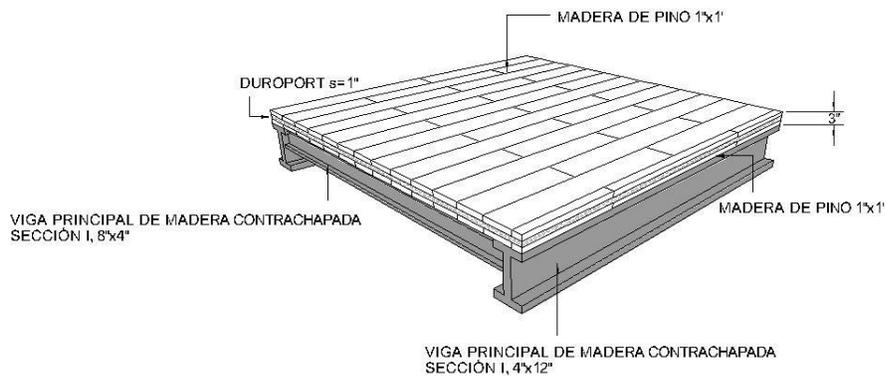
# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango



**PLANTA VIGAS Y LOSAS**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:100



ISOMÉTRICO CUBIERTA VERDE



ISOMÉTRICO ENTREPISO

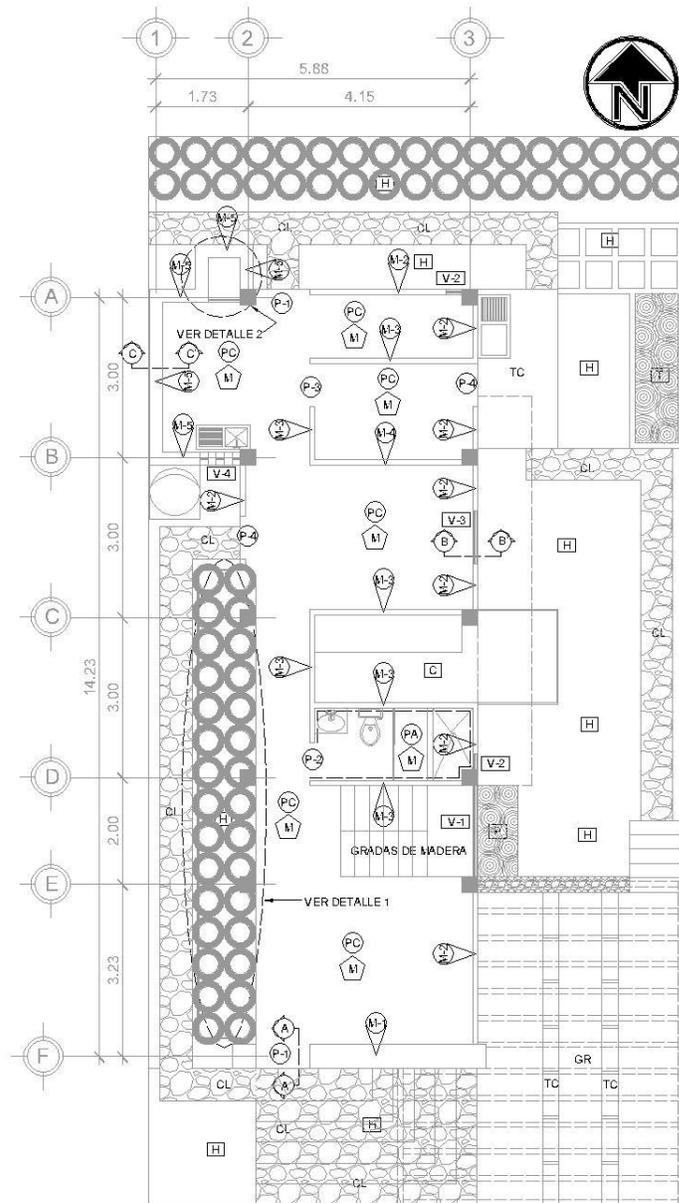
## NOMENCLATURA

### ACABADOS

-  M-1 MURO TÉRMICO DE PIEDRA CALIZA 45cm DE ESPESOR
-  M-2 MURO DE MADERA CON AISLANTE DE LANA DE VIDRIO 10cms DE ESPESOR
-  M-3 MURO DE ECOLADRILLO 10 cms DE ESPESOR
-  M-4 MURO DE MADERA d=0.20cm AMARRADOS CON ALAMBRE DE AMARRE
-  M-5 MURO DE LADRILLO CERÁMICO APAREJO A TIZÓN 24cms DE ESPESOR
-  P-1 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO, VANO=1.00m Y DINTEL=2.10m
-  P-2 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO OPACO, VANO=0.70m Y DINTEL=2.10m
-  P-3 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO OPACO, VANO=0.80m Y DINTEL=2.10m
-  P-4 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO, VANO=0.80m Y DINTEL=2.10m
-  P-5 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO OPACO, VANO=0.90m Y DINTEL=2.10m
-  P-6 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO, VANO=0.90m Y DINTEL=2.10m
-  P-7 PUERTA DE MADERA PINO+VIDRIO, VANO=0.70m Y DINTEL=2.10m
-  V-1 VENTANA DE MADERA PINO +VIDRIO, VANO=1.70m SILLAR=0.20m DINTEL=2.10m
-  V-2 VENTANA DE MADERA PINO +VIDRIO OPACO, VANO=0.30m SILLAR=0.20m DINTEL=2.10m
-  V-3 VENTANA DE MADERA PINO +VIDRIO, VANO=1.00m SILLAR=0.20m DINTEL=2.10m
-  P-C PISO CERÁMICO
-  M CIELO DE MADERA
-  P-A PISO CERÁMICO ANTIDESLIZANTE
-  H HUERTO
-  CL CAMINAMIENTO DE LAJA
-  TC TORTA DE CONCRETO
-  T SISTEMA DE TRATAMIENTOS
-  P PECERA
-  GR SUELO CUBIERTO DE GRAVA
-  C CRIANZA DE ANIMALES
-  P-M PISO DE MADERA

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

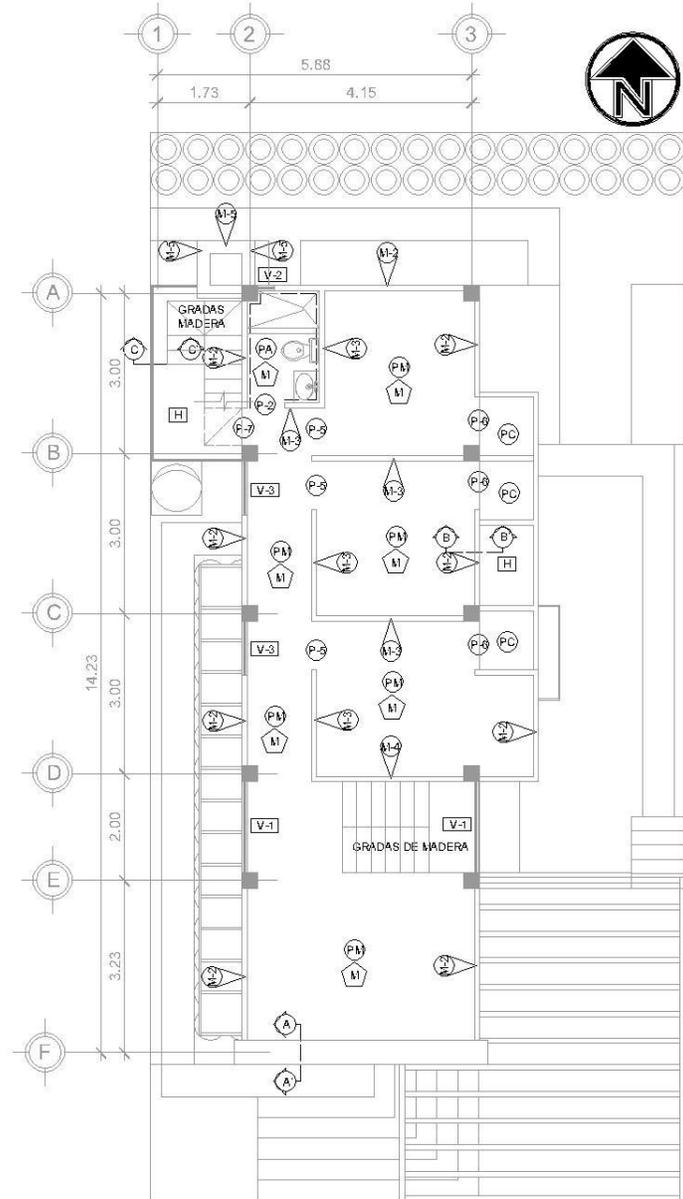
LA CLIMATIZACIÓN DE UNA VIVIENDA ES EFICIENTE CUANDO SE ELIGEN LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN BASE A SUS PROPIEDADES TÉRMICAS. LA PROPUESTA CONSTA BASICAMENTE DE LOS SIGUIENTES MATERIALES: PIEDRA CALIZA (MURO TÉRMICO), LADRILLO Y MADERA.



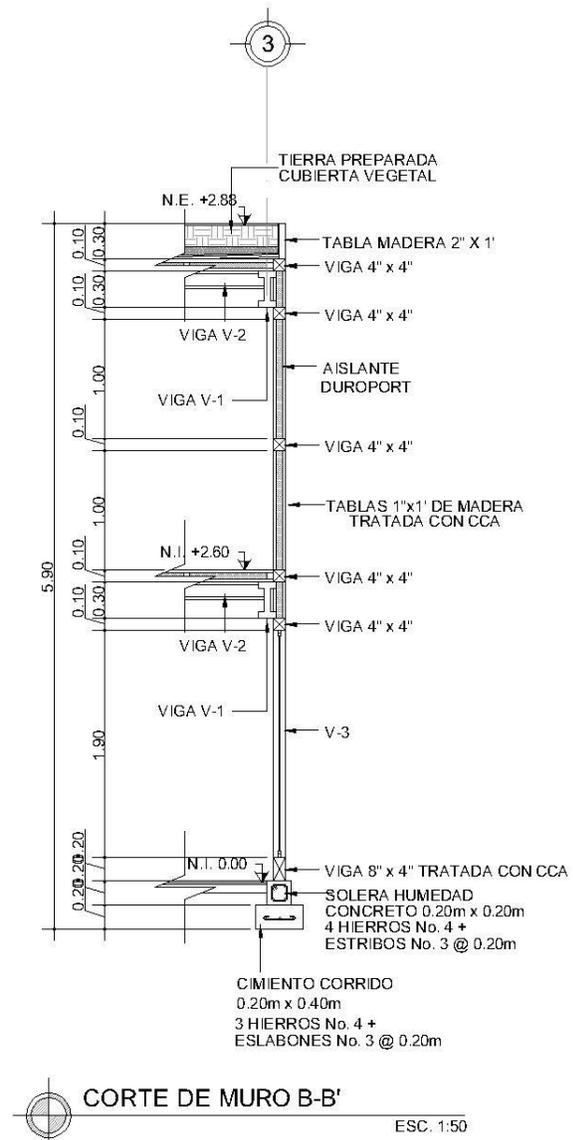
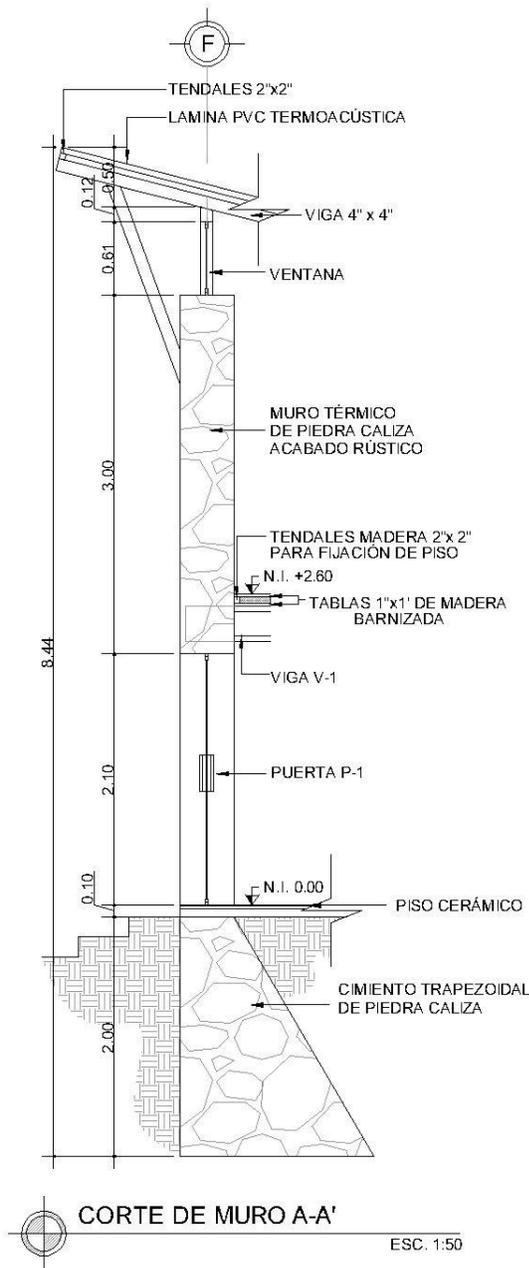
**PLANTA DE ACABADOS**  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:100

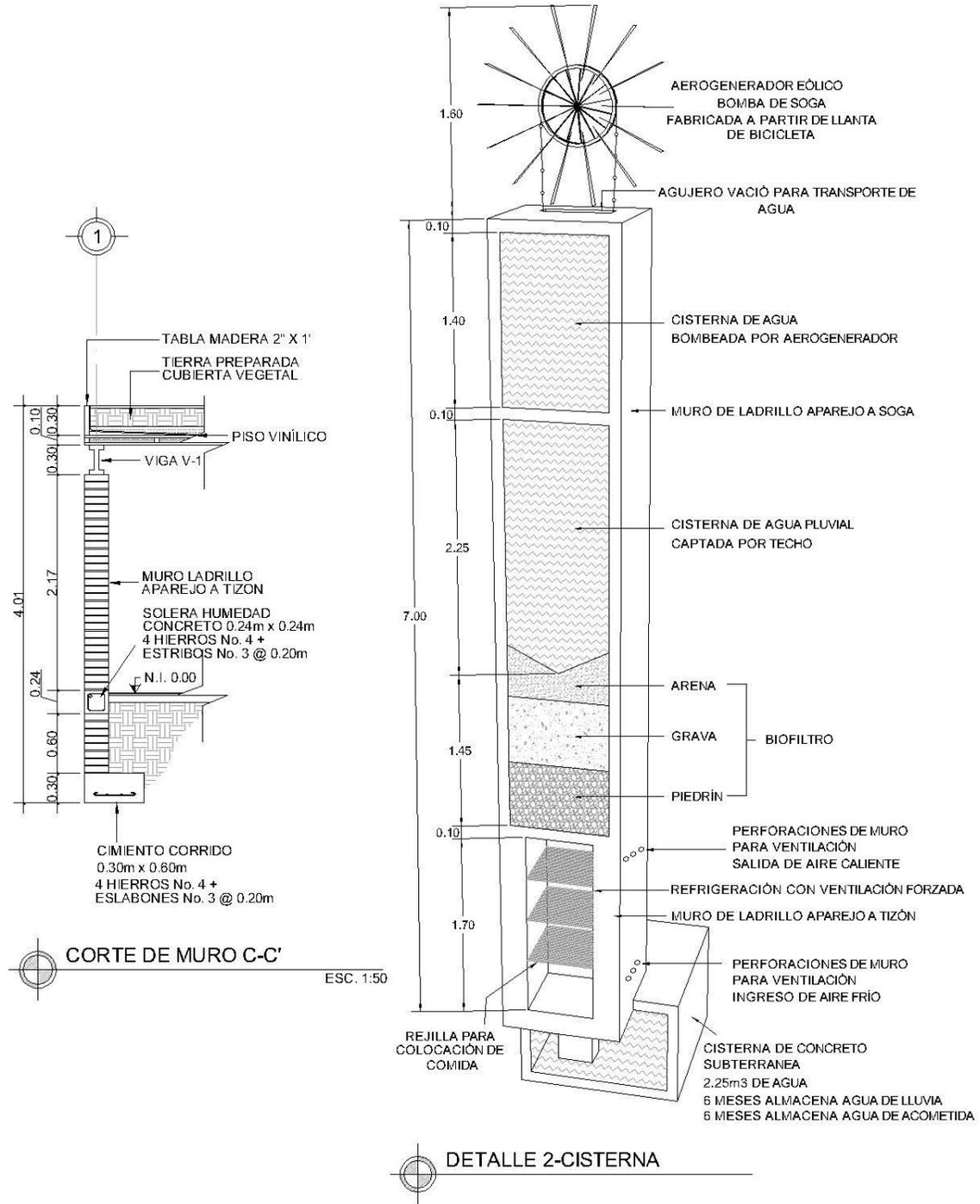
# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

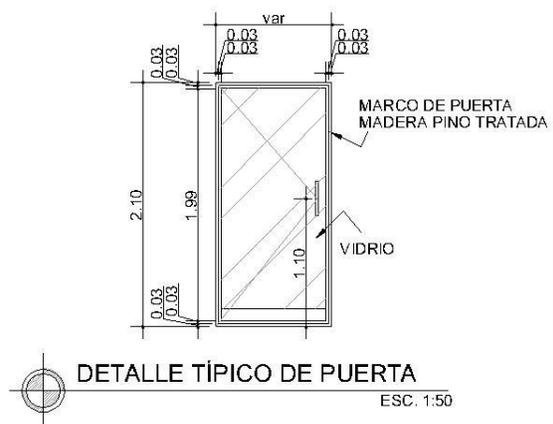
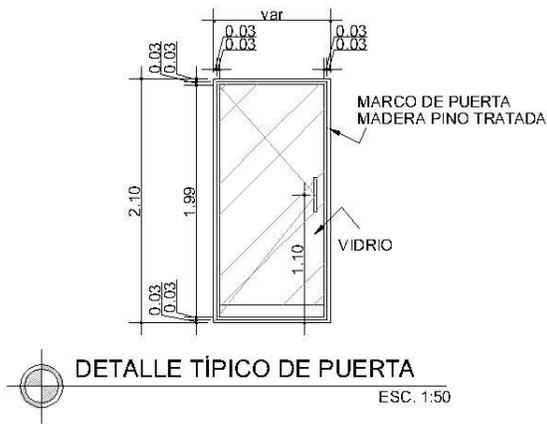
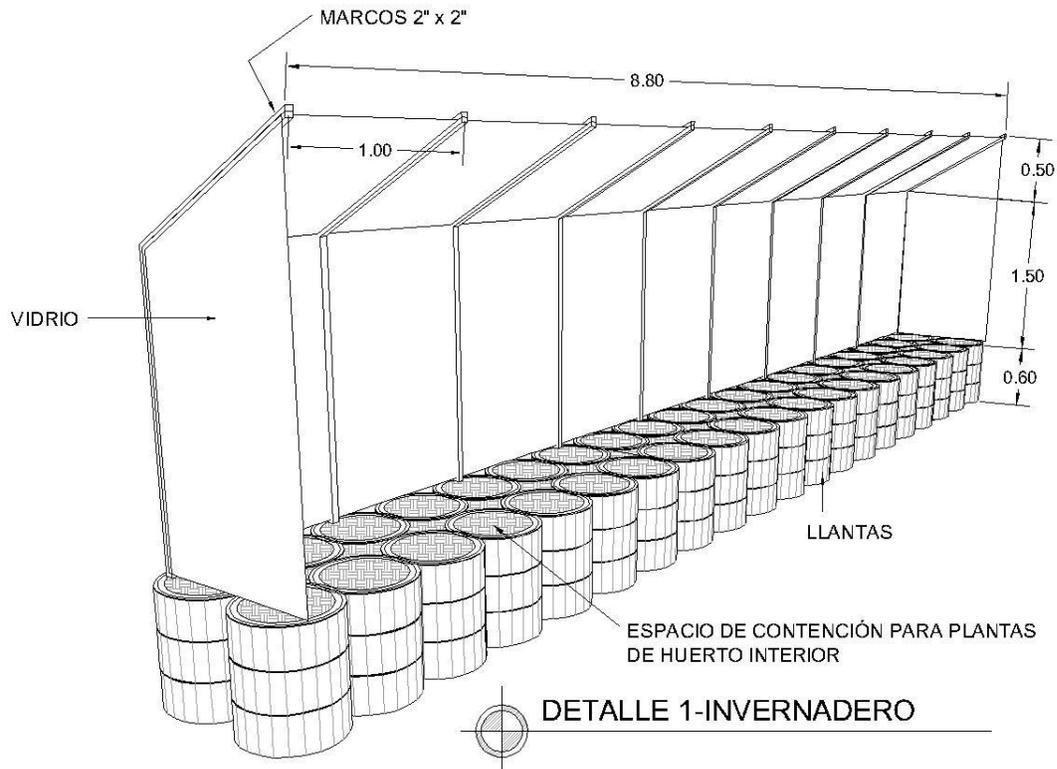
LA PIEDRA CALIZA, LADRILLO Y MADERA, SON MATERIALES QUE ABSORBEN CALOR DURANTE EL DÍA Y TRASMITEN EL CALOR AL INTERIOR DE LA VIVIENDA DURANTE LA NOCHE. POSEEN UNA POROSIDAD QUE PERMITE LA REGENERACIÓN DEL AIRE Y LA AMORTIGUACIÓN DE RUIDOS. ASÍ MISMO SE REQUIERE DE MENOS ENERGÍA EN kWh PARA SU FABRICACIÓN Y SON MATERIALES NATURALES PRESENTES EN LA REGIÓN.



 **PLANTA DE ACABADOS**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:100







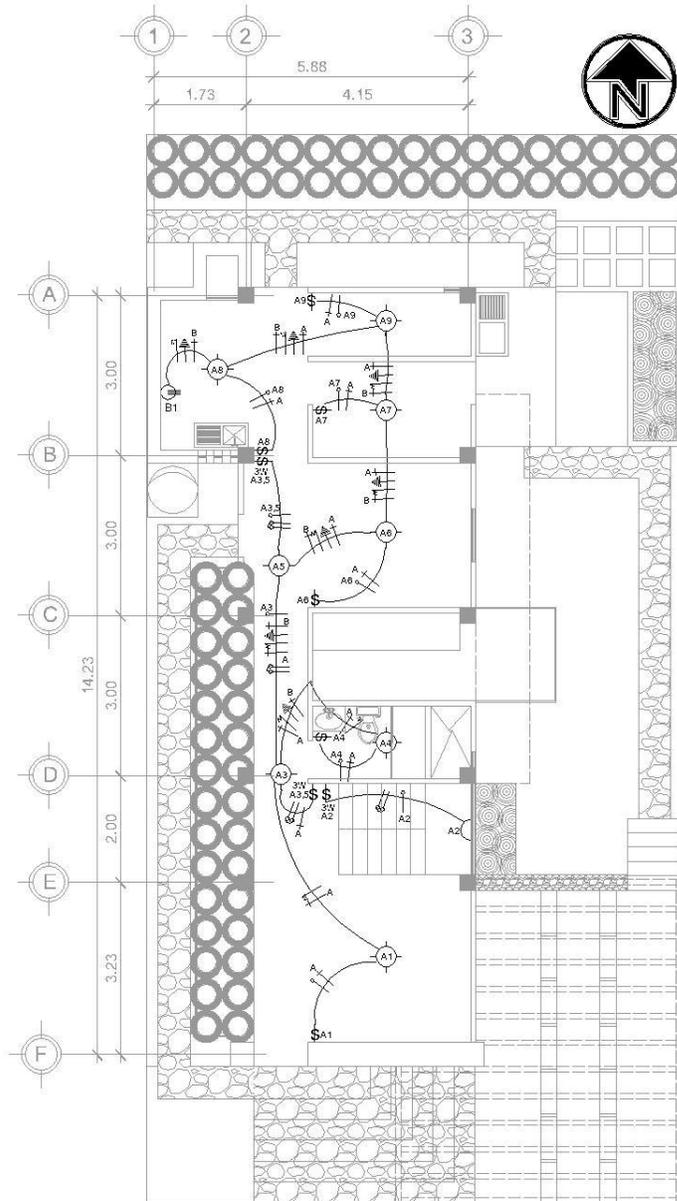
## NOMENCLATURA

### PLANTA ELÉCTRICA

	LUMINARIA A8 LED DE 5W
	TOMACORRIENTE DOBLE 120V
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR SIMPLE THREE WAY
	TABLERO DE FLIPONES
	PANEL SOLAR 0.625m X 0.528m 14% DE EFICIENCIA
	BATERÍAS+INVERSOR+ CONTROL DE CARGA DE PANELES SOLARES Y BICICLETAS
	BICICLETA ESTACIONARIA
	LUMINARIA LED DE 5W ADOSADA A MURO
	POLIDUCTO ELÉCTRICO DE 3/4"
	RETORNO
	PUENTE
	LÍNEA TIERRA
	LÍNEA NEUTRA
	LÍNEA VIVA

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

PARA LA PROPUESTA DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, ES NECESARIO UN CÁLCULO DETALLADO DE LOS APARATOS DE CONSUMO Y LA DEMANDA TOTAL DE kWh. EN LA VIVIENDA AUTOSUFICIENTE, ES NECESARIO DESPOJARSE DE AQUELLOS APARATOS IMPRESCINDIBLES O DE AQUELLOS QUE PUEDAN SUSTITUIRSE POR OTRAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y ECOLÓGICAS, TAL ES EL CASO DE (MICROONDAS, REFRIGERADORA, BOMBA DE AGUA, CALENTADOR DE AGUA, ETC.)



**PLANTA ELECTRICA**

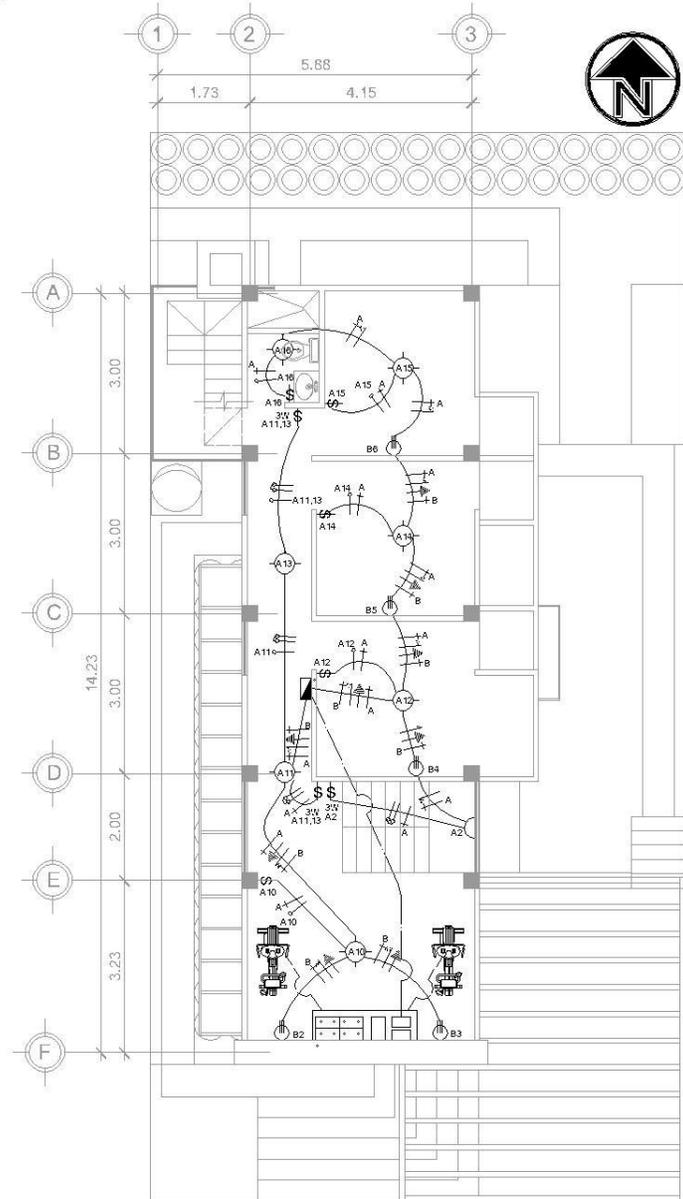
PRIMER NIVEL

ESC. 1:100

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

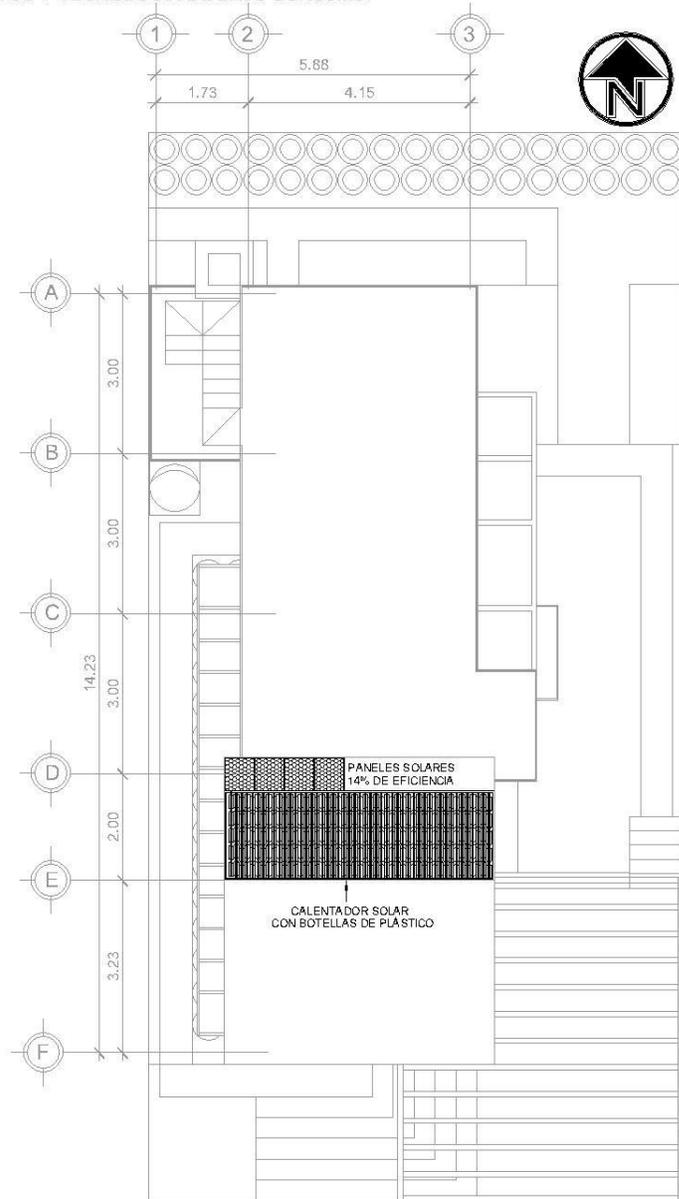
LAS LUMINARIAS A INSTALARSE SON TECNOLOGÍA LED, LAS CUALES POSEEN MAYOR TIEMPO DE DURABILIDAD, CONSUMEN MENOS POTENCIA Y BRINDAN LUMINOSIDADES EQUIVALENTES A LAS LÁMPARAS INCANDESCENTES Y FLUORESCENTES.

ASÍ MISMO LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DENTRO SE OBTIENE POR MEDIO DE: BICICLETAS ESTACIONARIAS Y PANELES SOLARES.



 **PLANTA ELECTRICA**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:100

EL TECHO INCLINADO QUE SE DIRIGE HACIA EL SUR. CONTIENE EL CALENTADOR SOLAR Y LOS PANELES SOLARES, QUE SE CONECTAN AL BANCO DE BATERÍAS DE LAS BICICLETAS ESTACIONARIAS, UBICADAS EN LA SALA FAMILIAR. DENTRO DE LA VIVIENDA ES IMPORTANTE ASEGURARNOS DE: a) REALIZAR CALCULO DEL CONSUMO PROMEDIO DE LA VIVIENDA b) SUPRIMIR O INTERCAMBIAR AQUELLOS APARATOS ELÉCTRICOS POR TECNOLOGÍA VERDE Y LIMPIA. c) ELECCIÓN DE APARATOS Y TECNOLOGÍA DE BAJO CONSUMO.



**PLANTA ELECTRICA**

TERCER NIVEL

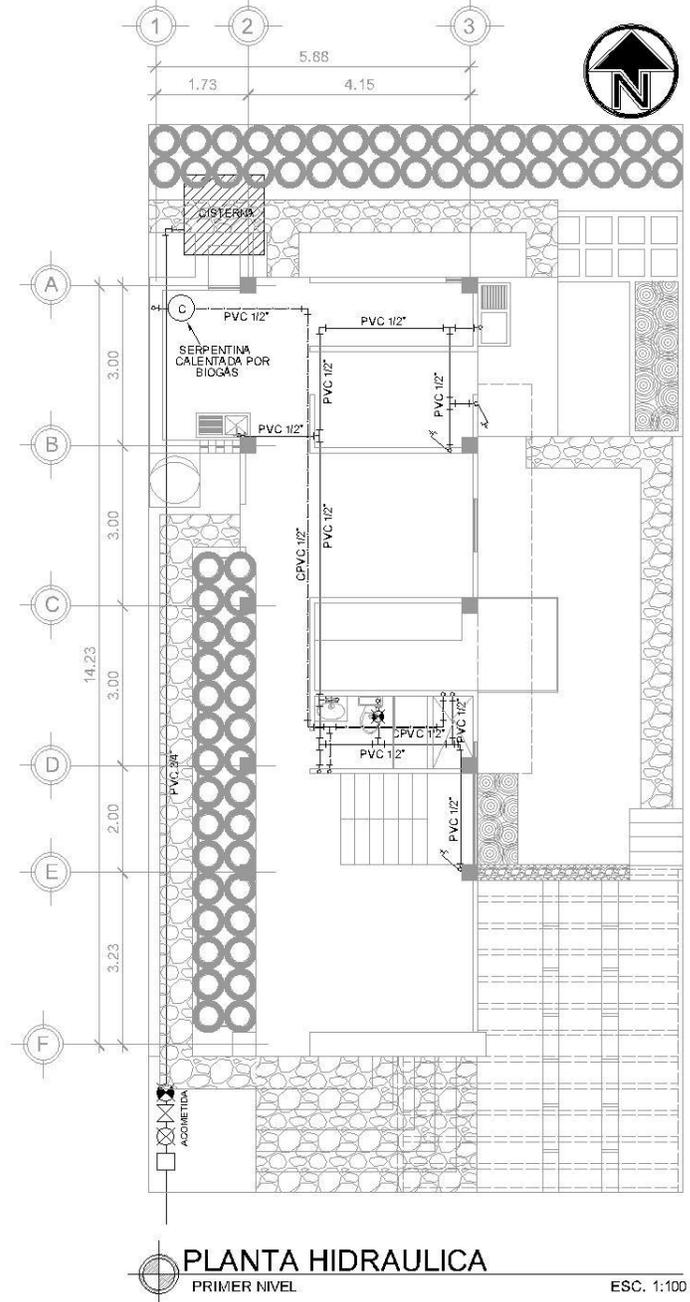
ESC. 1:100

## NOMENCLATURA PLANTA HIDRAULICA

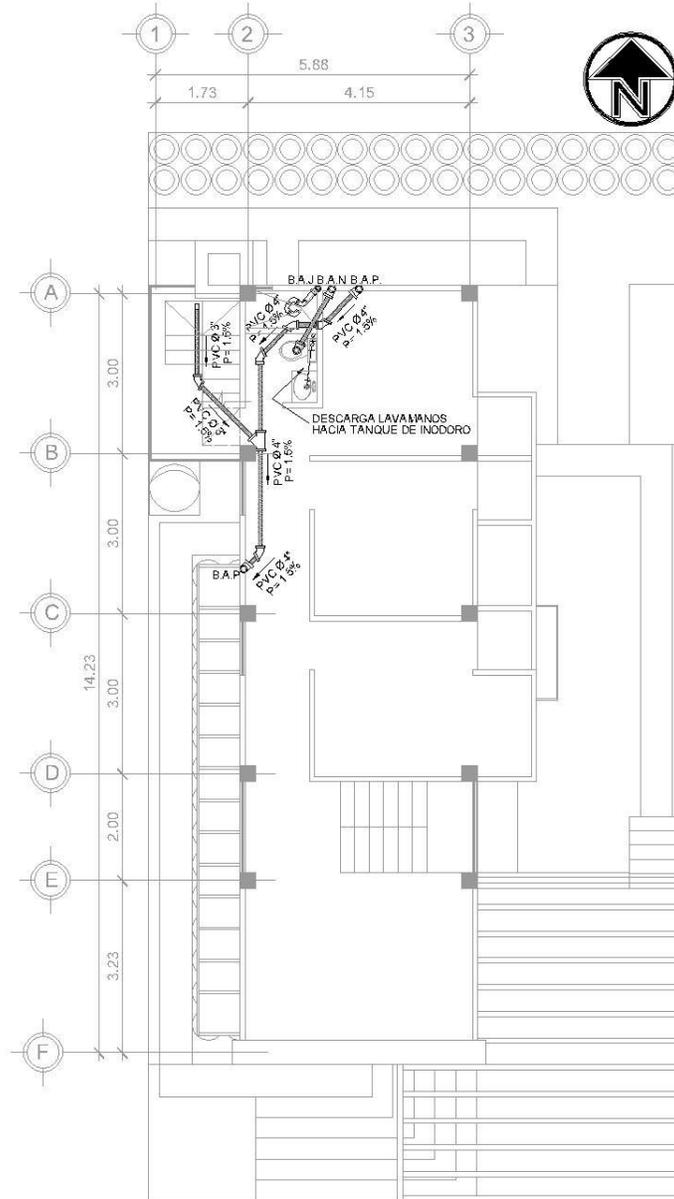
	CISTERNA
	SERPENTINA AGUA CALENTADA POR BIOGÁS
	LLAVE DE PASO
	CHEQUE
	LLAVE DE COMPUERTA
	CONTADOR
	TUBERÍA CPVC HIDRAULICA
	TUBERÍA PVC HIDRAULICA
	CODO 90° VERTICAL
	TEE HORIZONTAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	GRIFO
	CODO 90° HORIZONTAL
	TUBERÍA PVC CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

EN LA PROPUESTA, LA VIVIENDA SE ABASTECE PARCIALMENTE DE LA SIGUIENTE MANERA: DURANTE LOS MESES DE LLUVIA, EL AGUA CAPTADA DE LA CUBIERTA, PASA POR UN TRATAMIENTO PRIMARIO DE FILTRACIÓN Y ES DEPOSITADA EN UNA CISTERNA QUE POSTERIORMENTE ES BOMBEEADA A UN TANQUE ELEVADO Y DISTRIBUIDO A LOS ARTEFACTOS. AHORRANDO ASÍ EL CONSUMO DE AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA. DURANTE LOS MESES DE SEQUÍA, SE UTILIZA LA ACOMETIDA MUNICIPAL DE AGUA, PARA EL CONSUMO DE LA VIVIENDA.



EL AGUA DE LAVAMANOS ES ENVIADO AL INODORO, PARA REUTILIZAR EL AGUA JABONOSA EN LAS DESCARGAS REALIZADAS POR EL INODORO. LAS AGUAS NEGRAS SON LLEVADAS A UN BIODIGESTOR CASERO QUE BRINDA TRATAMIENTO A LAS AGUAS NEGRAS, POSTERIORMENTE ENVÍA HACIA UN POZO DE ABSORCIÓN PARA UN ÚLTIMO TRATAMIENTO ARENERO PARA SU FILTRACIÓN EN EL MANTO FREÁTICO.

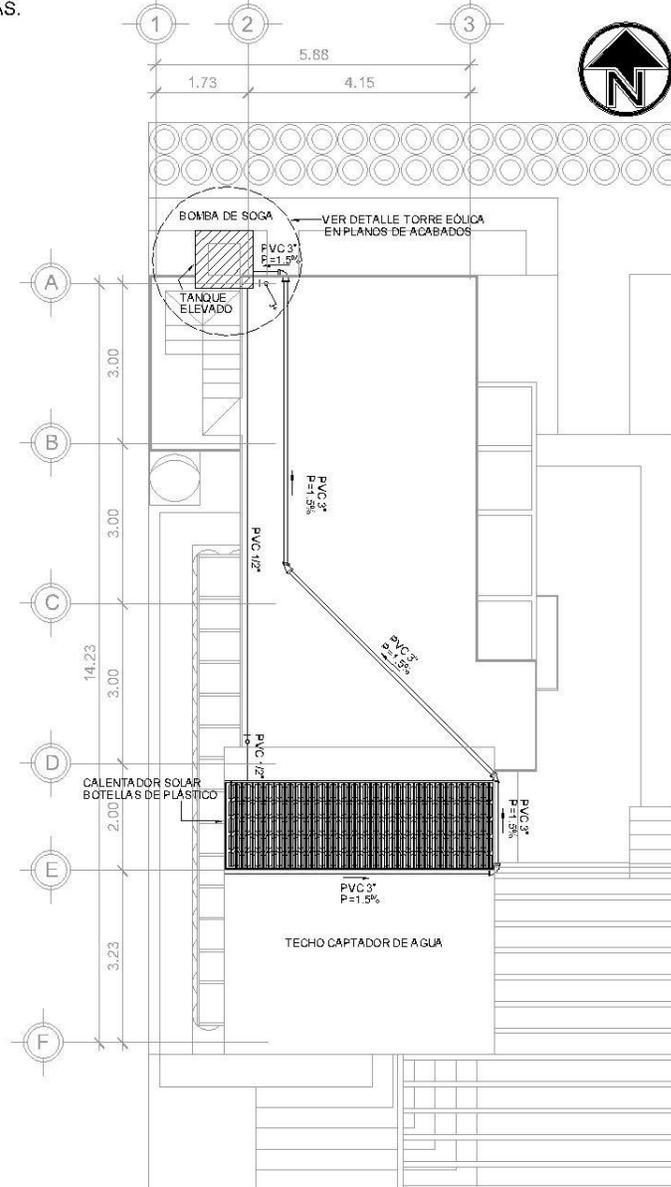


**PLANTA DRENAJES**  
SEGUNDO NIVEL

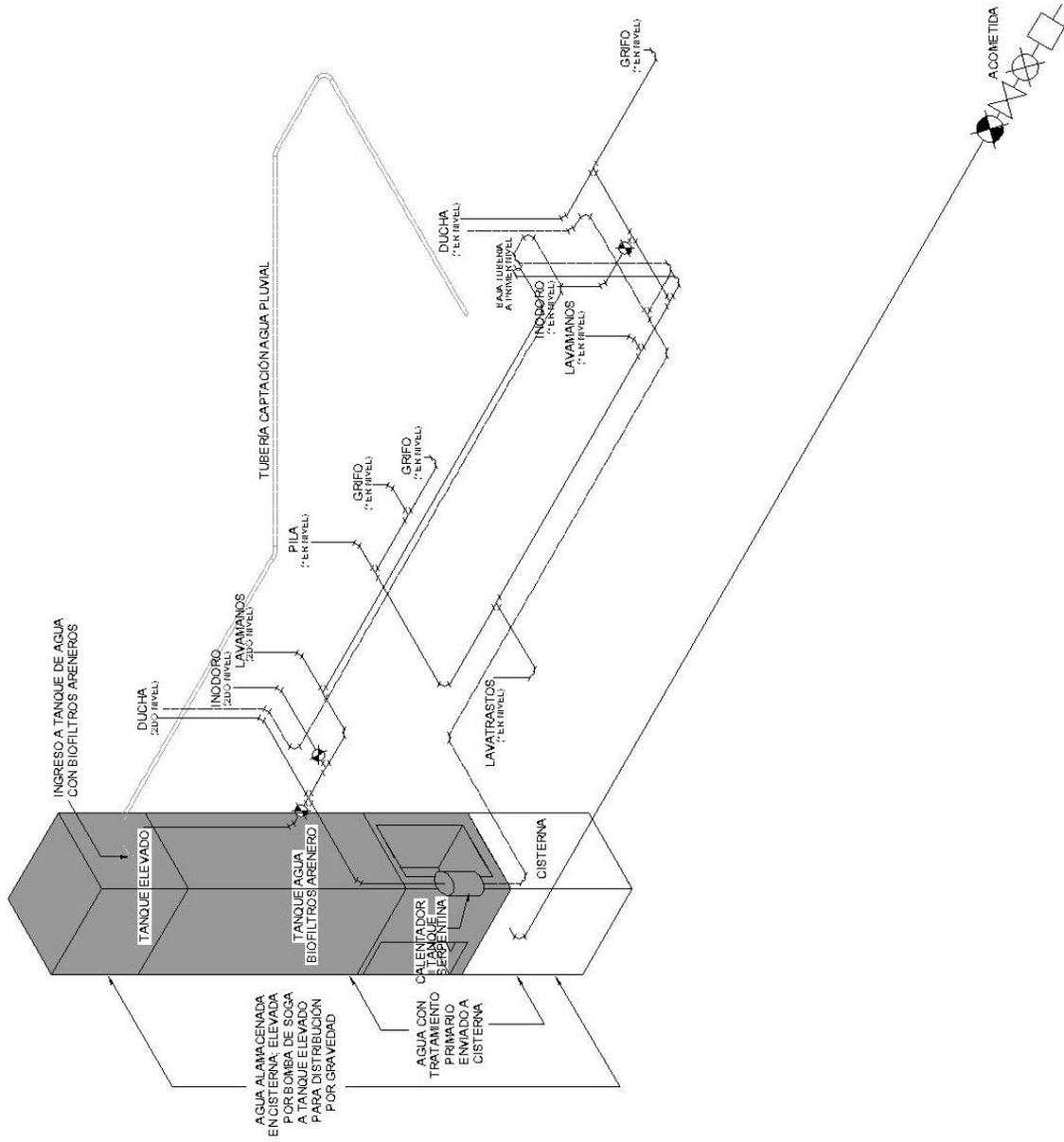
ESC. 1:100

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

EN EL TERCER NIVEL SE OBSERVA EL TECHO CAPTADOR, EL CUAL ENVÍA EL AGUA PLUVIAL HACIA LA TORRE EÓLICA QUE BRINDA UN TRATAMIENTO PRIMARIO A LAS AGUAS Y LAS DEPOSITA EN LA CISTERNA. ASÍ MISMO LA PROPUESTA DE LA VIVIENDA CONTEMPLA DOS ALTERNATIVAS PARA CALENTAR EL AGUA DE BAÑO. DURANTE LAS HORAS DE SOL SE UTILIZA EL CALENTADOR FABRICADO A PARTIR DE BOTELLAS DE PLÁSTICO PTE, EL CUAL APROVECHA LA ENERGÍA SOLAR. Y DURANTE LAS HORAS DE Poca O NINGUNA RADIACIÓN SOLAR EL AGUA SE CALIENTA CON BIOGAS.



**PLANTA HIDRAULICA**  
TERCER NIVEL  
ESC. 1:100



## NOMENCLATURA

PLANTA DRENAJES



BIODIGESTOR CLARIFICADOR ROTOPLÁS



POZO DE ABSORCIÓN



TRAMPA DE GRASA



CODO A 90° HORIZONTAL



CODO A 45° HORIZONTAL



YEE A 45° HORIZONTAL



CODO A 90° VERTICAL



TEE HORIZONTAL



TEE VERTICAL



REDUCIDOR BUSHING Ø INDICADO



TUBERIA AGUAS NEGRAS PVC Ø INDICADO

B.A.N. BAJADA DE AGUAS NEGRAS



DIRECCION DE PENDIENTE 2%



TUBERIA AGUAS JABONOSAS PVC Ø INDICADO

B.A.J. BAJADA DE AGUAS JABONOSAS

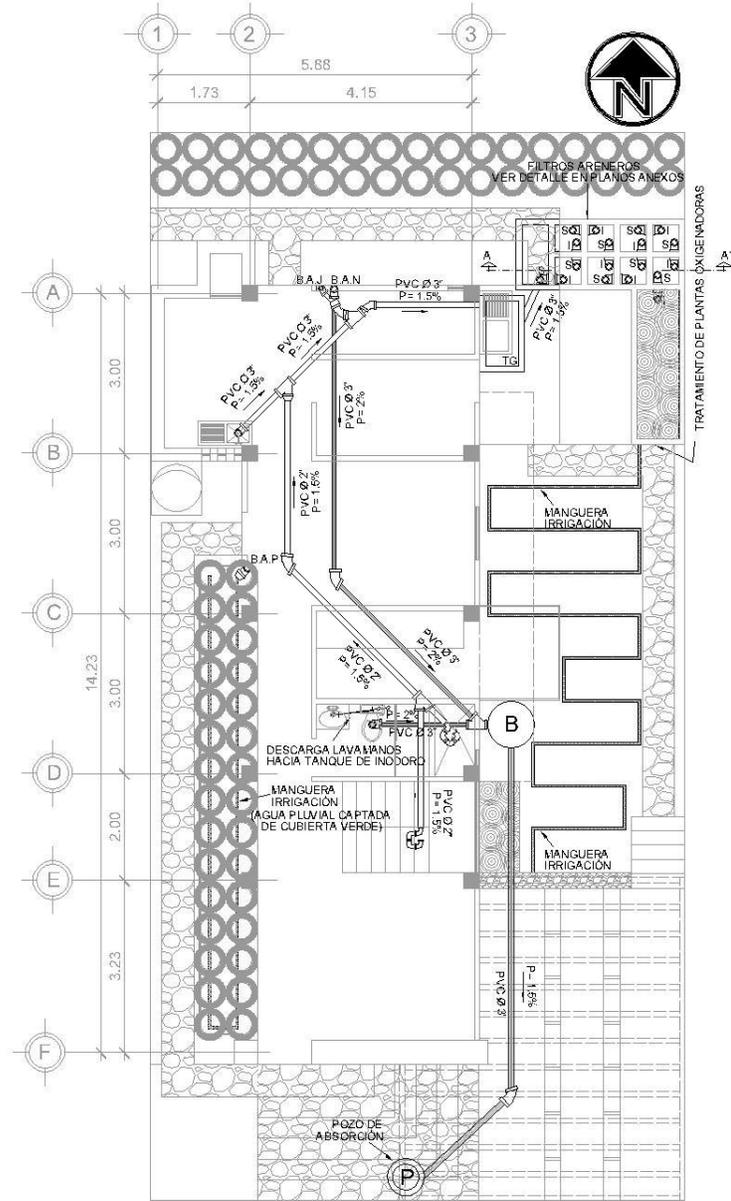


TUBERÍA PLUVIALES PARA AGUA DE RIEGO

B.A.P. BAJADA DE AGUAS PLUVIALES

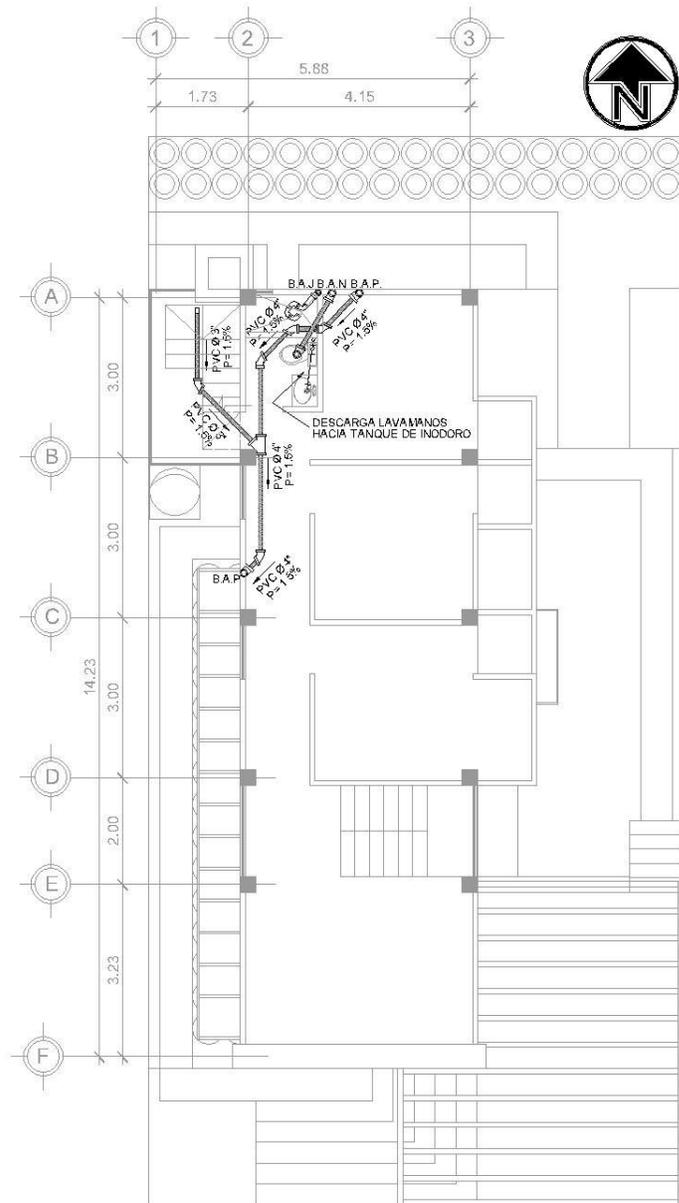
# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

EN LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE LA VIVIENDA, SE TRATAN POR SEPARADO LAS AGUAS GRISAS, NEGRAS Y PLUVIALES. LAS AGUAS JABONOSAS O GRISAS, SON LAS DESCARGADAS POR LA PILA, LAVATRASTOS Y DUCHAS, ESTAS SE DIRIGEN A UNA TRAMPA DE GRASA, QUE POSTERIORMENTE ENVIA EL AGUA HACIA LOS FILTROS ARENEROS Y UN ESTANQUE CON PLANTAS QUE PROPORCIONAN OXÍGENO AL AGUA. POSTERIORMENTE SON REUTILIZADAS COMO RIEGO EN EL HUERTO DE LA VIVIENDA.



**PLANTA DRENAJES**  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:100

EL AGUA DE LAVAMANOS ES ENVIADO AL INODORO, PARA REUTILIZAR EL AGUA JABONOSA EN LAS DESCARGAS REALIZADAS POR EL INODORO. LAS AGUAS NEGRAS SON LLEVADAS A UN BIODIGESTOR CASERO QUE BRINDA TRATAMIENTO A LAS AGUAS NEGRAS, POSTERIORMENTE ENVÍA HACIA UN POZO DE ABSORCIÓN PARA UN ÚLTIMO TRATAMIENTO ARENERO PARA SU FILTRACIÓN EN EL MANTO FREÁTICO.

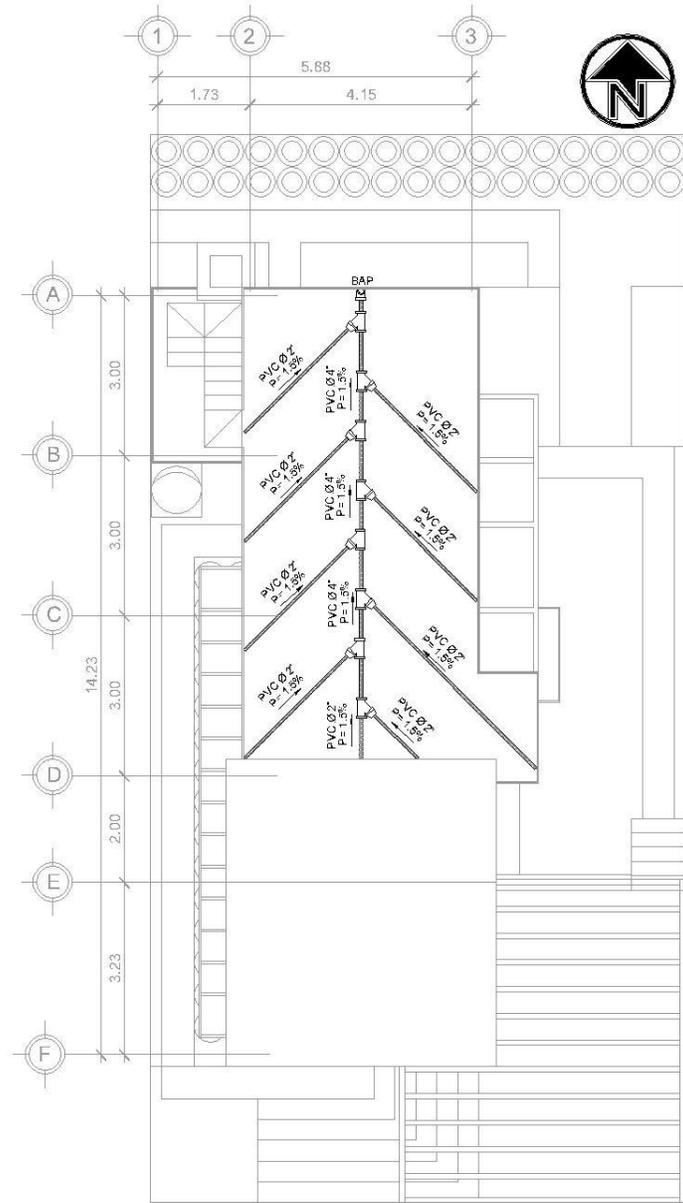


**PLANTA DRENAJES**

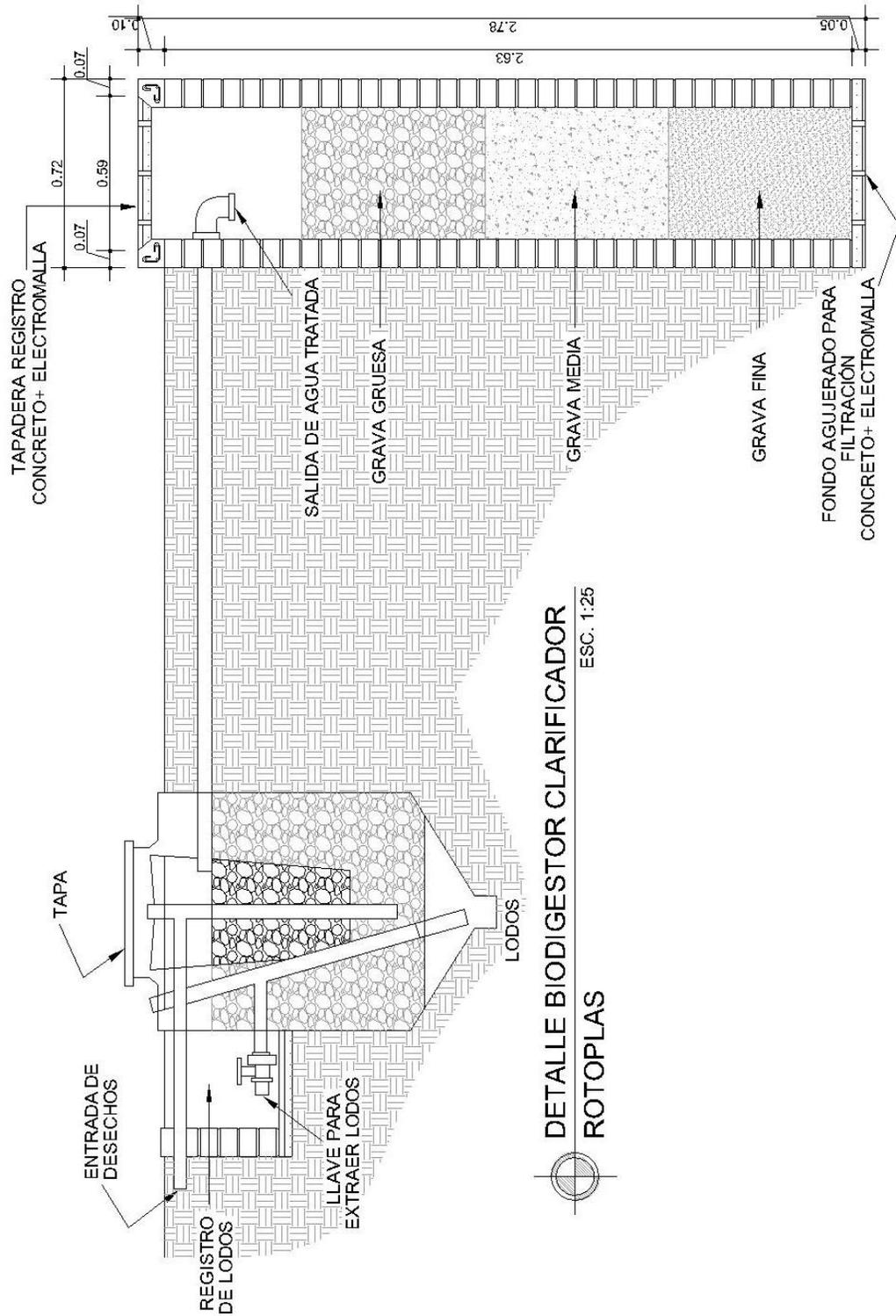
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

LA CUBIERTA VERDE APROVECHA LAS AGUAS PLUVIALES PARA EL RIEGO DE LAS HORTALIZAS EXISTENTES EN DICHO ESPACIO. LA CUBIERTA POSEE UN DRENAJE FRANCÉS EL CUAL CAPTA EL AGUA PLUVIAL NO APROVECHADA.. ESTA AGUA ES DIRIGIDA PARA EL RIEGO DE LAS JARDINERAS INTERIORES DEL INVERNADERO UBICADO EN EL PRIMER NIVEL.

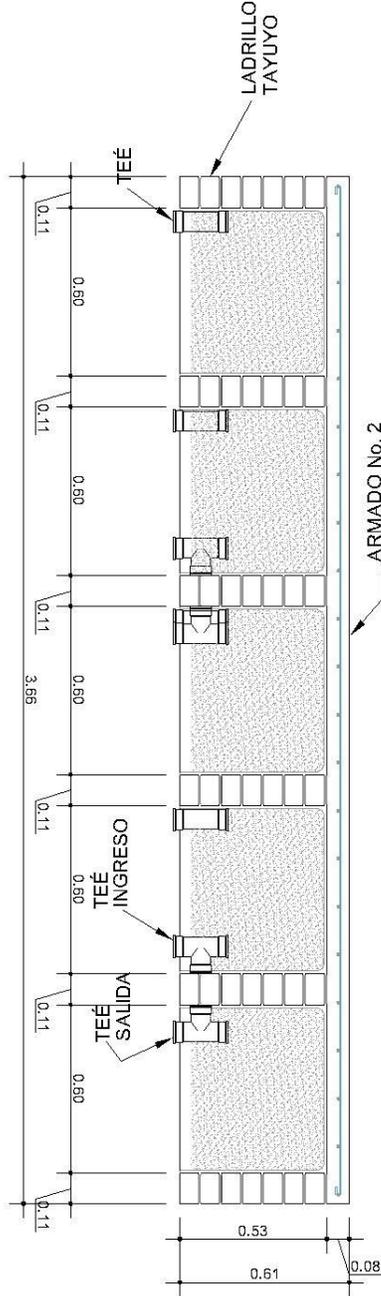


 **PLANTA DRENAJES**  
TERCER NIVEL ESC. 1:100



DETALLE BIODIGESTOR CLARIFICADOR  
ROTOPLAS  
ESC. 1:25

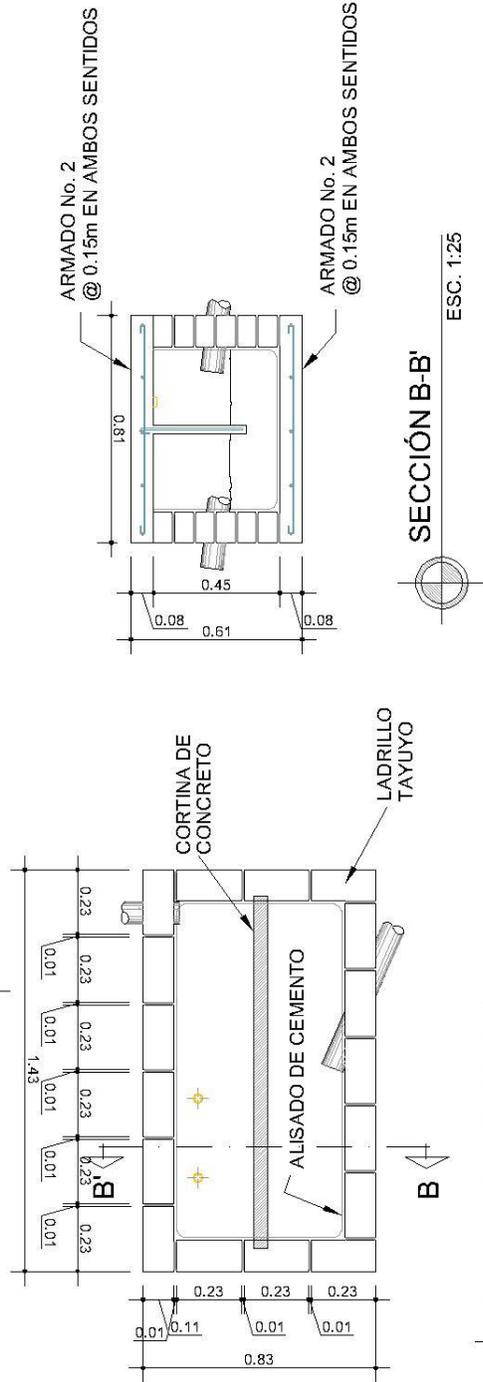
DETALLE DE POZO DE ABSORCIÓN  
ESC. 1:25



SECCIÓN A-A'

TRATAMIENTO BIOFILTROS ARENEROS AGUAS JABONOSAS

ESC. 1:25



SECCIÓN B-B'

ESC. 1:25

CAJA TRAMPA DE GRASA

ESC. 1:25

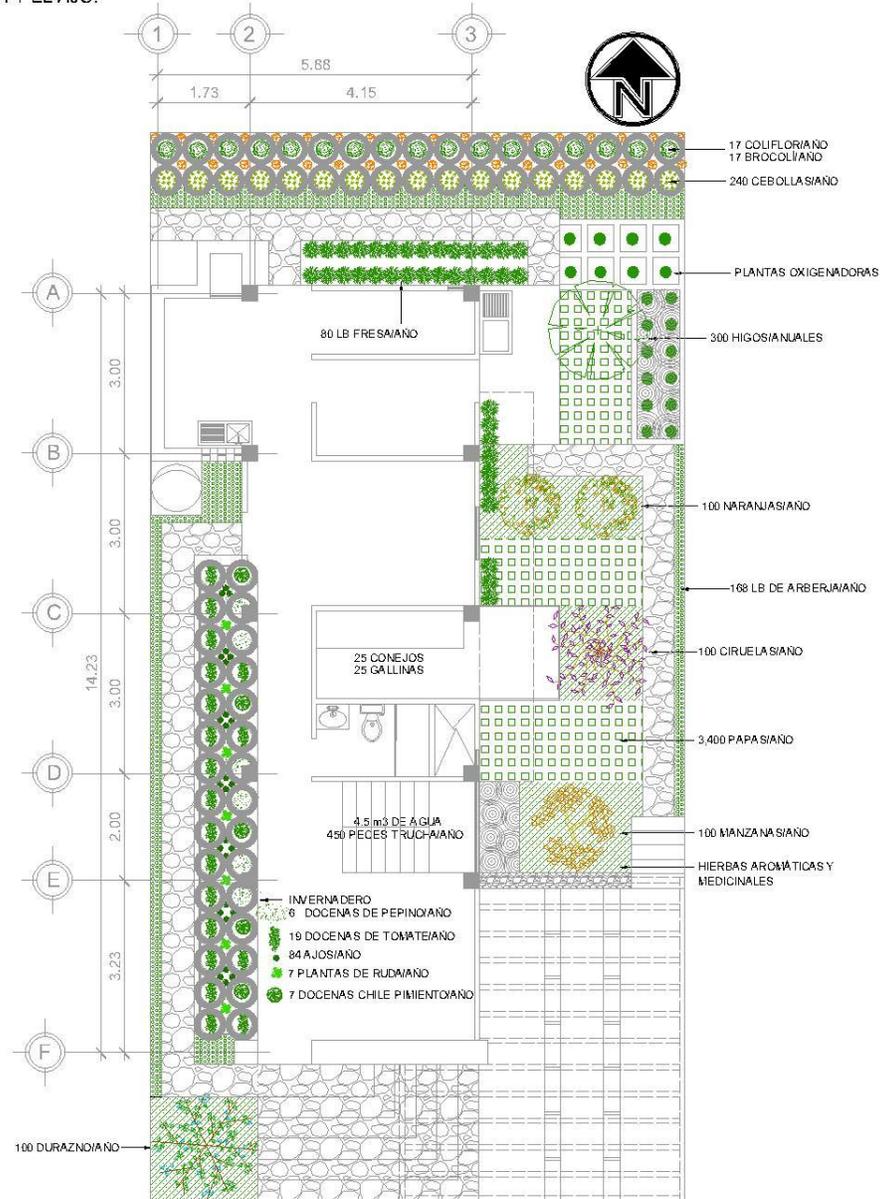
## NOMENCLATURA

### PLANTA HIDRAULICA

	ÁRBOL DE DURAZNO	<i>Prunus pérsica</i>
	REMOLACHA	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>conditiva</i>
	COLIFLOR/BROCOLI	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>
	CALENDULA	<i>Calendula officinalis</i>
	CEBOLLA	<i>Allium cepa</i>
	PLANTAS OXIGENADORAS	<i>Ranunculus aquatilis</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i>
	FRESA	<i>Fragaria vesca</i>
	PEPINO	<i>Cucumis sativus</i>
	TOMATE	<i>Lycopersicon esculentum</i> = <i>Solanum lycopersicum</i>
	RUDA	
	AJO	<i>Allium ascalonicum</i>
	CHILE PIMIENTO	<i>Capsicum annum</i> var. <i>annuum</i>
	ARVERJA	<i>Pisum sativum</i>
	PAPÁ	<i>Ipomoea batata</i> = <i>Convolvulus batatas</i>
	ÁRBOL DE LIMÓN PERSA	<i>Citrus limon</i>
	HIERBA AROMÁTICA/ MEDICINAL	Variable
	ÁRBOL DE MANZANA	<i>Malus domestica</i>
	ÁRBOL DE CIRUELA	<i>Prunus domestica</i>
	ÁRBOL DE NARANJA	<i>Citrus sinensis</i>
	ÁRBOL DE HIGO	<i>Ficus carica</i>
	GÜISQUIL	<i>Sechium edule</i>
	LECHUGA	<i>Lactuca sativa</i>
	RÁBANO	<i>Raphanus sativus</i>
	ACELGA	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>
	ZANAHORIA	<i>Daucus carota</i>

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

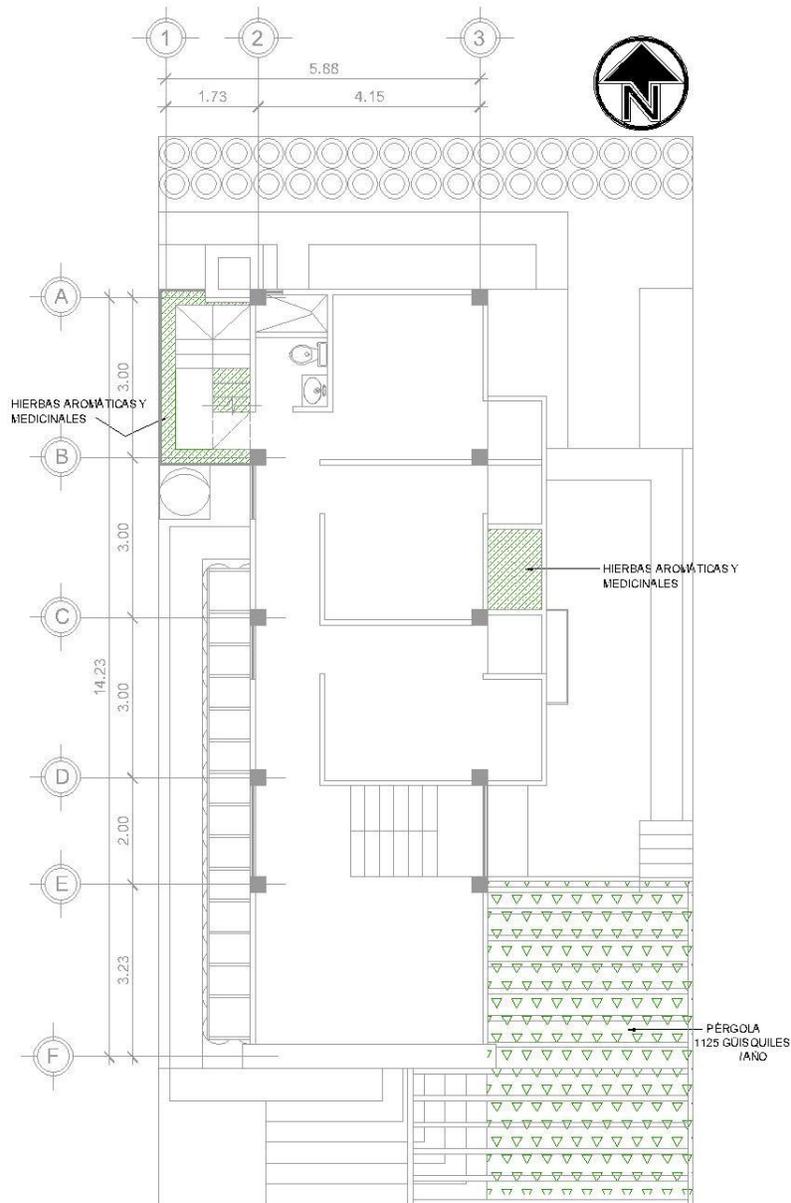
EN EL PRIMER NIVEL SE SIEMBRAN VARIEDAD DE ARBOLES FRUTALES QUE NECESITAN DE SOL Y ESPACIO PARA SUS RAÍCES., ASÍ MISMO EN LOS LINDEROS SE PROPONE LA SIEMBRA DE PLANTAS TREPADORAS COMO ARBERJA. EL MURO DE CONTENCIÓN EN LOS ESPACIOS RELLENOS CON TIERRA, SE APROVECHAN COMO CONTENEDORES DE HORTALIZAS. DENTRO DEL HUERTO ES IMPORTANTE LA UBICACIÓN DE PLANTAS AHUYENTADORAS DE INSECTOS Y PLAGAS CON LA CALÉNDULA, LA RUDA Y EL AJO.



**PLANTA HUERTO**  
PRIMER NIVEL  
ESC. 1:100

# Vivienda Autosostenible y Autosuficiente Del Área Urbana de Quetzaltenango

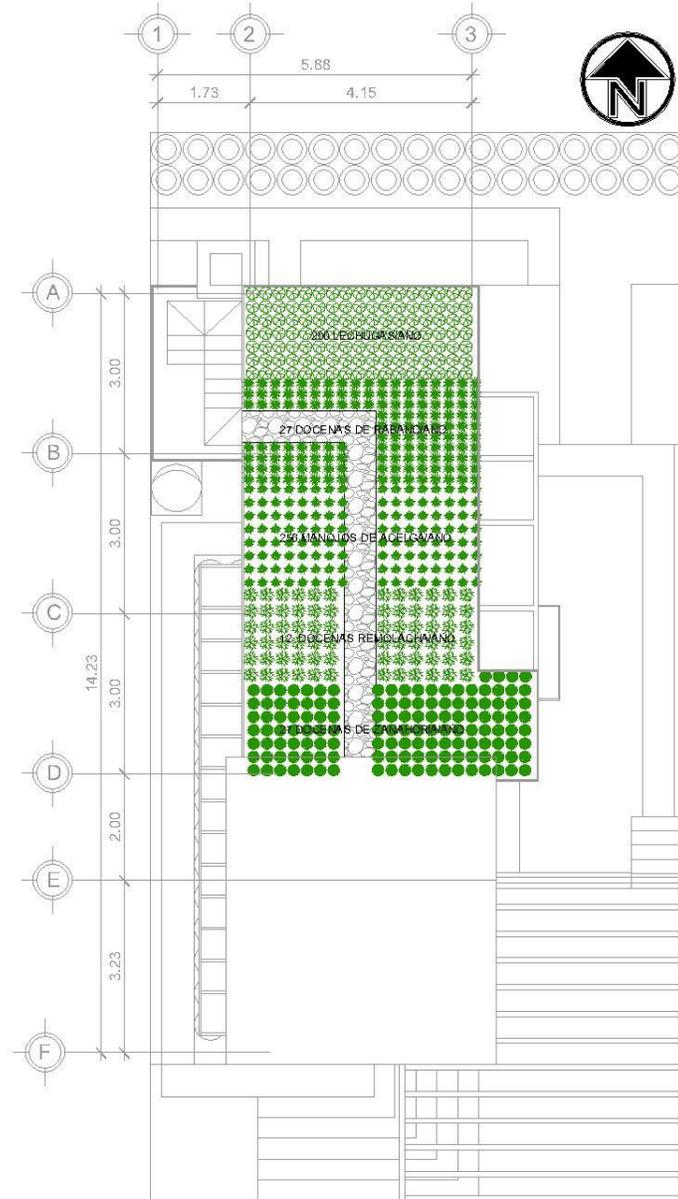
EL SEGUNDO NIVEL, EN JARDINERAS Y EN LA CUBIERTA VERDE DE LA COCINA, ES RECOMENDABLE LA SIEMBRA DE HIERBAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES, QUE REQUEREN DE POCO ESPACIO Y SEMISOMBRA. ASÍ MISMO LA PÉRGOLA CUYA FUNCIÓN ES PROTEGER DE LA INTERPERIE EL AUTOMÓVIL, SE APROVECHA EL ESPACIO PARA CREAR UN TEPESCO DE GUISQUIL, PLANTA CON PROPIEDADES TREPADORAS.



**PLANTA HUERTO**  
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:100

EL TERCER NIVEL ESTA CONFORMADO POR UNA CUBIERTA VERDE, CUYA PROFUNDIDAD ES DE 30cm. POSEE UN SISTEMA DE DRENAJE FRANCÉS E IMPERMEABILIZACIÓN CON RECUBRIMIENTO VINÍLICO PARA EVITAR FILTRACIONES EN LA LOSA. PARA ESTE ESPACIO ES NECESARIO PLANTAS ACLIMANTADAS QUE RESISTAN TEMPERATURAS BAJAS CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN. ASÍ MISMO EL RIEGO DEBE POTENCIARSE CON LAS SUSTANCIAS NECESARIAS PARA EL CULTIVO DE LAS HORTALIZAS.



 PLANTA HUERTO  
TERCER NIVEL

ESC. 1:100

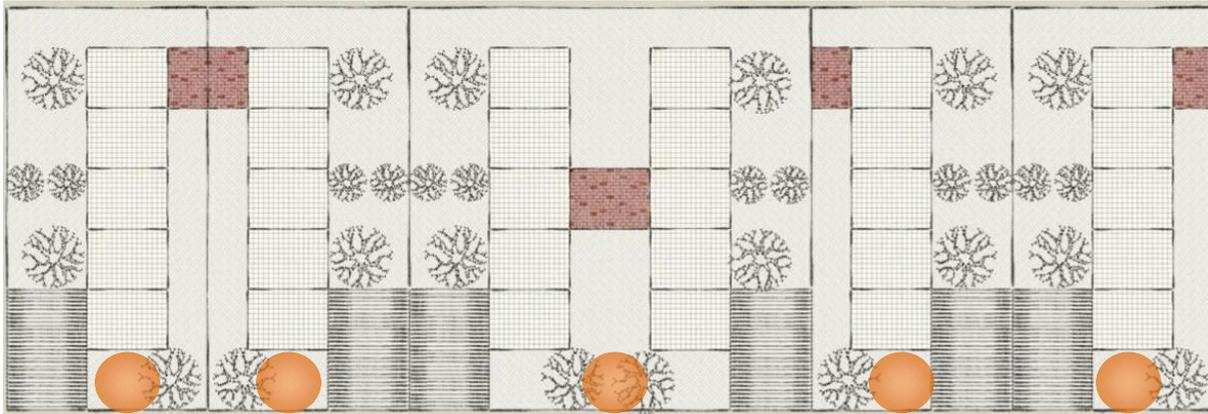
### 7.3 DINÁMICA DE EMPLAZAMIENTO

La vivienda esta modulada en espacios de 3.00m x 4.00m. Estos ambientes están distribuidos a lo largo del terreno y pueden distribuirse aleatoriamente, a excepción de la cocina que por su función necesita de una orientación sur (para estufa solar) y la orientación norte (para la refrigeración). Marcada en color rojo.

En el diagrama superior se muestra una distribución de conjunto y la versatilidad del diseño para poder distribuir y conectar diferentes unidades de viviendas.

Los módulos pueden agregarse para adecuarse a las necesidades específicas de cada familia (un taller, oficina, estudio, etc.)

Una variable importante a considerar es la ubicación de los pozos de absorción, que reciben el agua tratada por los biodigestores. La localización de éstos debe ser, para evitar daños dentro de las estructuras tanto del propietario como de los vecinos, 5.00 m de distancia de la vivienda. Dentro de la dinámica de emplazamiento, se proponen la ubicación de estos puntos señalados con color naranja en el esquema siguiente



### 7.4 ASESORÍA PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA

(Colaboración Ing. Pablo Sánchez)

Respecto al muro de mampostería de piedra caliza.

Por las dimensiones de la vivienda y las cargas que el muro debe transmitir, su función estructural no es crítica. Sección del muro la determina la función térmica y no la estructural. El muro si puede funcionar como parte de la estructura de la vivienda. El espesor del muro puede ser de 0.30, 0.35, 0.50 m.

**Predimensionamiento para vigas de madera con cargas ultimas de 3250 kg/m.** Sección de 4"x12" de madera clase A (250 kg/cm<sup>2</sup>)

Predimensionamiento para columnas de madera con cargas de 13 toneladas Sección de 10"x10" pueden soportar una carga de 13T suficiente para los requisitos de la vivienda.

## 7.5 INTEGRACIÓN COSTOS DE PROYECTO

No.	REGLON Material / mano de obra	MATERIALES/ MANO DE OBRA		
			Sub-Total	Total de Reglón
1	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>			
		TOTAL MATERIALES	Q 5,940.13	
		T. M. DE OBRA CALIFICADA	Q 3,403.85	Q 9,343.98
2	<b>CIMENTACIÓN</b>			
	Pilotes P-1			
		TOTAL MATERIALES	Q 13,353.50	
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,077.34	Q 14,430.84
	Cimentación Muro Térmico C-1			
		TOTAL MATERIALES	Q 3,490.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,264.06	Q 4,754.06
	Cimentación Muro Ladrillo			
		TOTAL MATERIALES	Q 4,259.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 755.39	Q 5,014.39
	Cimentación Muro de Relleno			
		TOTAL MATERIALES	Q 4,325.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 669.20	Q 4,994.20
		<b>TOTAL CIMENTACIÓN</b>		<b>Q 29,193.49</b>
3	<b>SOLERA DE HUMEDAD</b>			
		TOTAL MATERIALES	Q 5,474.75	
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,174.64	Q 6,649.39
4	<b>COLUMNAS</b>			
	Columnas de madera			
		TOTAL MATERIALES	Q 24,400.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 6,000.00	Q 30,400.00
5	<b>LEVANTADO DE MURO</b>			
	Muro de Piedra Caliza			
		TOTAL MATERIALES	Q 2,730.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 2,700.00	Q 5,430.00
	Muro de Madera			
		TOTAL MATERIALES	Q 66,233.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 17,152.46	Q 83,385.46
	Muro de Troncos de Madera			
		TOTAL MATERIALES	Q 1,038.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q	

Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango

			682.61	Q	1,720.61
	Muro de Ecoladrillo				
		TOTAL MATERIALES	Q 20,566.38		
		TOTAL MANO OBRA	Q 3,957.94		
				Q	24,524.32
	Muro de Ladrillo				
		TOTAL MATERIALES	Q 4,310.00		
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,255.07		
		TOTAL RENGLÓN LEVANTADO DE MURO		Q	5,565.07
				Q	120,625.46
6	TECHO Y VIGAS				
		TOTAL MATERIALES	Q 78,472.15		
		TOTAL MANO OBRA	Q 12,000.00		
				Q	90,472.15
7	CUBIERTA VERDE				
		TOTAL MATERIALES	Q 7,837.40		
		TOTAL MANO OBRA	Q 7,500.00		
				Q	15,337.40
8	ESCALERAS				
	Escaleras de Primer a Segundo Nivel				
		TOTAL MATERIALES	Q 2,307.30		
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,400.00		
				Q	3,707.30
	Escaleras de Segundo Nivel a Cubierta Verde				
		TOTAL MATERIALES	Q 1,683.00		
		TOTAL MANO OBRA	Q 700.00		
		TOTAL RENGLÓN ESCALERAS		Q	2,383.00
				Q	6,090.30
9	INVERNADERO				
		TOTAL MATERIALES	Q 1,079.50		
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,400.00		
				Q	2,479.50
10	PECERA/CRIANZA DE ANIMALES				
		TOTAL MATERIALES	Q 3,887.75		
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,114.12		
				Q	5,001.87
11	CONTENCIÓN DE TIERRA				
		TOTAL MATERIALES	Q 2,264.80		
		TOTAL MANO OBRA	Q 916.00		
				Q	3,180.80
12	MURO VERDE				
		TOTAL MATERIALES	Q 4,123.70		
		TOTAL MANO OBRA	Q 400.00		
				Q	4,523.70
13	TORRE EÓLICA				
		TOTAL MATERIALES	Q 4,722.00		
		TOTAL MANO OBRA	Q 2,070.28		
				Q	6,792.28
14	INSTALACIONES ELECTRICAS				
		TOTAL MATERIALES	Q 34,446.50		
		TOTAL MANO OBRA	Q 4,040.50		
				Q	38,487.00
15	INSTALACIONES DRENAJES				
		TOTAL MATERIALES	Q 11,077.00		

Vivienda Autosostenible y Autosuficiente  
Del Área Urbana de Quetzaltenango

		TOTAL MANO OBRA	Q 3,225.40	Q 14,302.40
16	INSTALACIONES HIDRAULICA			
		TOTAL MATERIALES	Q 6,854.50	
		TOTAL MANO OBRA	Q 2,334.75	Q 9,189.25
17	INSTALACION DE BIOGAS			
		TOTAL MATERIALES	Q 3,710.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,400.00	Q 5,110.00
18	ACABADOS			
	Piso			
		TOTAL MATERIALES	Q 1,172.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 3,000.00	Q 4,172.00
	Torta de Concreto			
		TOTAL MATERIALES	Q 582.50	
		TOTAL MANO OBRA	Q 112.50	Q 695.00
	Piso exterior			
		TOTAL MATERIALES	Q 700.00	
		TOTAL MANO OBRA	Q 1,250.00	Q 1,950.00
		TOTAL ACABADOS		Q 6,817.00
19	PUERTAS Y VENTANAS			
		TOTAL MATERIALES	Q 7,835.85	Q 7,835.85
				Q 411,831.82

TOTAL DE COSTOS	TOTAL DE MATERIALES	Q 328,875.71
	TOTAL DE MANO DE OBRA	Q 82,956.11
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 411,831.82

COSTOS DIRECTOS	Total de materiales	Q 328,875.71	
	Total de mano de obra	Q 82,956.11	
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>Q 411,831.82</b>
COSTOS INDIRECTOS	Gastos Administrativos (8%)	Q 32,946.55	
	Gastos de Operación (6 %)	Q 24,709.91	
	Fianzas (6%)	Q 24,709.91	
	Supervisión (8%)	Q 32,946.55	
	Utilidad (17%)	Q 70,011.41	
	<b>SUBTOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>Q 185,324.32</b>
	<b>SUBTOTAL DE COSTOS DIRECTOS+INDIRECTOS</b>		<b>Q 597,156.13</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q 597,156.13</b>	

TOTAL EN LETRAS: Quinientos noventa y siete mil con ciento cincuenta y seis quetzales con trece centavos

**Conclusiones presupuesto:** Comparación y análisis de la inversión y rentabilidad de tecnologías alternativas versus las tradicionales. Analizaremos la utilidad del proyecto en un espacio de tiempo de 20 años.

**1. Consumo eléctrico:**

**Tradicional:**

En la vivienda propuesta:

Instalaciones Eléctricas Presupuesto	Subtotal
Materiales de construcción	Q13,969.00
Mano de obra	Q3,040.50
<b>Total</b>	<b>Q17,009.50</b>

Inversión inicial de construcción es de Q.17,009.50.

El consumo de esta vivienda sin tecnologías y sistemas alternativos es el siguiente:

Cant	Aparato	Gasto(W)	Tiempo (h)	Gasto Total (kWh)
1	A1	35	1	0.035
1	A2	35	1	0.035
1	A3	35	3	0.105
1	A4	35	1	0.035
1	A5	35	1	0.035
1	A6	35	3	0.105
1	A7	35	4	0.14
1	A8	35	5	0.175
1	A9	35	5	0.175
1	A10	35	5	0.175
1	A11	35	1	0.035
4	A12-A16	35	1	0.14
1	Televisor	180	3	0.54
1	Radio	10	3	0.03
1	Computadora	90	6	0.54
5	Cargador Celulares	10	1.5	0.015
1	Calentador	1200	1	1.2
1	Bomba	559	2	1.118
1	Refrigeradora	27	24	0.648
<b>Total kWh diarios</b>				<b>5.281</b>
<b>Consumo mensual (30 días)</b>				<b>158.43</b>
<b>Pago mensual de energía (Q.1.72 el kWh)</b>				<b>Q272.50</b>
<b>Pago Anual</b>				<b>Q3,270.00</b>

Por tanto encima de la inversión de construcción (Q.17, 009.50) le sumaremos el gasto del consumo anual (Q.3, 270.00) durante 20 años, que nos da como resultado, que una familia promedio realiza una inversión de: Q.82, 409.50.

**Propuesta (tecnologías alternativas):**

En la vivienda propuesta:

Instalaciones Eléctricas Presupuesto	Subtotal
Materiales de construcción	Q34,440.00
Mano de obra	Q4,040.50
<b>Total</b>	<b>Q38,480.50</b>

**Inversión inicial de construcción es de Q.38, 480.50. Equivale al doble de la inversión inicial de sistema tradicional. Pero libera la vivienda del pago mensual y anual que se realiza a la empresa eléctrica. Brindando un ahorro a largo plazo de Q.43, 929.00.**

**La inversión inicial es Q.21, 471.00 más elevada que la tradicional, pero si el pago mensual se utiliza para solventar la inversión inicial. El excedente de la inversión se recuperaría en 6 años y medio.**

Las tecnologías alternativas utilizadas para brindar ahorro es el siguiente:

- Paneles Solares
- Tecnología LED
- Bicicletas estacionarias generadoras de energía eléctrica
- Eliminación de la refrigeradora, por un sistema de refrigeración con ventilación forzada.
- Eliminación de calentador eléctrico, por el solar y complementado con biogás.
- Eliminación de bomba hidráulica eléctrica por un aerogenerador eólico.

El consumo final de la vivienda es el siguiente:

Cantidad	Aparato	Gasto(W)	Tiempo (h)	Gasto Total (kWh)
1	A1	5	1	0.005
1	A2	5	1	0.005
1	A3	5	3	0.015
1	A4	5	1	0.005
1	A5	5	1	0.005
1	A6	5	3	0.015
1	A7	5	4	0.02
1	A8	5	5	0.025
1	A9	5	5	0.025
1	A10	5	5	0.025
1	A11	5	1	0.005
4	A12-A16	5	1	0.02
1	Televisor	180	3	0.54
1	Radio	10	3	0.03
1	Computadora	90	6	0.54
5	Cargador Celulares	10	1.5	0.015
<b>Total kWh diario</b>				<b>1.295</b>
<b>Radiación media en Guatemala</b>		<b>5.3 kWh/día/m2</b>		
<b>Panel Solar 15%</b>		<b>0.795 kWh/día/m2</b>		
<b>Un panel solar de 0.526*0.652</b>		<b>0.2385 kWh/día</b>		
<b>Bicicleta</b>	<b>120W por 1/2 hora</b>			
<b>Si 5 integrantes de familia realizan ejercicio se acumula</b>				<b>0.6 kWh/día</b>
<b>Energía restante</b>		<b>0.695 kWh/día</b>		
<b>Paneles necesarios</b>		<b>3 unidades</b>		

## 2. Cubierta verde:

Compararemos los precios de una losa tradicional sin cubierta verde versus una que la posea. La propuesta posee una superficie de 49 m<sup>2</sup> de cubierta ajardinada.

### Tradicional

LOSA TRADICIONAL					
Hierro No.3	8.00	qq	Q	370.00	Q 2,960.00
Hierro No.4	2.50	qq	Q	375.00	Q 937.50
Alambre de amarre	22.00	lb	Q	6.00	Q 132.00
Cemento	94.00	sacos	Q	65.00	Q 6,110.00
Arena de río	5.00	m3	Q	150.00	Q 750.00
Piedrín	3.50	m3	Q	235.00	Q 822.50
Block de piedra pomez 0.20 x0.40 x0.10	34.00	unidad	Q	2.00	Q 68.00
Bolsa de blanqueado Mixto Listo	1.00	bolsas	Q	60.00	Q 60.00
				<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>Q 11,840.00</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Paraleado	49.00	m2	Q	15.00	Q 735.00
Armado de Hierro No.3	49.00	m2	Q	10.00	Q 490.00
Armado de Hierro No.4	128.00	ml	Q	0.54	Q 69.12
Armado de Estribos No.3	196.00	ml	Q	0.54	Q 105.84
Hacer y fundir concreto	49.00	m2	Q	20.00	Q 980.00
Levantado de muro	28.00	ml	Q	2.00	Q 56.00
Repello y cernido	60.00	m2	Q	8.75	Q 525.00
Blanqueado	5.50	m2	Q	7.00	Q 38.50
				<b>TOTAL MANO OBRA</b>	<b>Q 2,999.46</b>
					<b>Q 14,839.46</b>

En el sistema tradicional requiere de una inversión de Q.14,839.46. Espacio que se desaprovecha ya que no genera ni capta agua pluvial para consumo de la vivienda.

### Propuesta

El valor adicional necesario para la construcción de una cubierta verde es el descrito a continuación:

Cubierta Verde	Subtotal
Materiales de construcción	Q7,837.40
Mano de obra	Q7,500.00
<b>Total</b>	<b>Q15,337.40</b>

Si sumamos la inversión de la losa tradicional junto con la cubierta verde obtenemos un cantidad de inversión de Q.30, 176.86.

Esta cubierta anualmente genera un ahorro de:

Cosecha	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Lechuga	200	unidad	Q4.00	Q800.00
Rábano	27	docenas	Q2.00	Q54.00
Remolacha	12	docenas	Q5.00	Q60.00
Acelga	256	unidad	Q1.00	Q256.00
Zanahoria	27	docenas	Q5.00	Q135.00
Plantas Culinarias	1	global	Q120.00	Q120.00
			<b>Total</b>	<b>Q1,425.00</b>

Por tanto el excedente de inversión de la construcción de la cubierta verde se recuperaría e menos de once años.

**Durante los nueve años restantes está cubierta verde brindaría un ahorro total de Q.12, 825.00**

### 3. Biogás:

#### Tradicional:

Sistema no requiere inversión únicamente un pago promedio mensual de Q.150.00 a Q.200.00. Anualmente se invierte Q.2, 100.00. En un lapso de 20 años una familia promedio invierte Q.42, 000.00 en gas para cocinar.

#### Propuesta:

Biogás	Subtotal
Materiales de construcción	Q3,710.00
Mano de obra	Q1,400.00
<b>Total</b>	<b>Q5,110.00</b>

La inversión inicial de un biodigestor de bidón de campana flotante es de Q.5,110.00. Pero libera la vivienda de un pago mensual. La alimentación de este sistema consta de 4 a 6 libras de las cuales  $\frac{1}{4}$  de esta cantidad deben ser desechos orgánicos (gallinaza, desperdicios de cocina y jardín), los cuales se obtienen gratuitamente y contribuyen a la reducción de desechos sólidos.

**Por tanto el ahorro en un lapso de 20 años es de Q.36, 890.00 y la inversión inicial se recupera en 3.5 años.**

### 4. Cultivo autoabastecimiento:

#### Tradicional:

En la vivienda urbana no se posee un concepto de cultivo para autoabastecimiento. El patrón general de jardín es una porción de grama.

Si el espacio de cultivo de la vivienda propuesta (110 m<sup>2</sup>) se cubriera con grama. La instalación de grama por m<sup>2</sup> tiene un costo de Q.40.00. En total la instalación de la grama es de Q4,400.00. Si a esta cantidad le sumamos el mantenimiento de un jardinero cada 15 días con un costo de Q.100.00 por día. Tener un jardín cubierto de grama durante 20 años requiere de un gasto de Q.52, 400.00.

El césped empobrece el suelo y requiere de muchas atenciones, como segar, regarlo, abonarlo y otras.

#### Propuesta:

Cultivo autoabastecimiento	Subtotal
Materiales de construcción	Q2,924.00
Mano de obra	Q2,200.00
<b>Total</b>	<b>Q5,124.00</b>

Inversión inicial: Q.5,124.00. El huerto con cultivo al igual que el césped requiere de mantenimiento cada 15 días. Poseer un jardín con cultivo durante 20 años requiere una inversión de Q. 53,124.00. Pero la inversión que generara para autoabastecimiento anual:

Cosecha	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Coliflor	17	unidad	Q3.00	Q51.00
Brocolí	17	unidad	Q2.00	Q34.00
Papas	200	libras	Q3.00	Q600.00
Cebolla	60	lb	Q2.00	Q120.00
Higos	25	docenas	Q2.00	Q50.00
Naranjas	1	cientos	Q40.00	Q40.00
Fresa	80	libras	Q4.00	Q320.00
Arberja	168	libras	Q12.00	Q2,016.00
Ciruelas	10	libras	Q3.00	Q30.00
Manzanas	25	libras	Q3.00	Q75.00
Límones	4	docenas	Q3.00	Q12.00
Duraznos	8	docenas	Q12.50	Q100.00
Güisquiles	1125	unidad	Q1.00	Q1,125.00
Plantas Culinarias	1	global	Q120.00	Q120.00
			<b>Total</b>	<b>Q4,693.00</b>

Durante 20 años el huerto brindará un ahorro en el consumo alimenticio de Q.93, 860.00. Solventando la inversión y garantizando un alimento mucho más fresco y limpio. Es decir que con la inversión del cuidado y mantenimiento se obtiene un ahorro anual en el consumo alimenticio de Q2, 036.80.

#### 5. Invernadero:

Tradicionalmente no se incluye un espacio de invernadero en una vivienda unifamiliar de la ciudad. Pero en la propuesta se incluyen por dos propósitos:

- Inyección de calor al interior de la vivienda
- Producción de ciertas hortalizas que requieren de una temperatura mayor y se utilizan ampliamente en la cocina (tomate, chile pimiento y pepino).

Invernadero	Subtotal
Materiales de construcción	Q1,079.50
Mano de obra	Q1,400.00
<b>Total</b>	<b>Q2,479.50</b>

El invernadero generará un autoabastecimiento anual de:

Cosecha	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Tomate	20	lb	Q2.00	Q40.00
Pepino	60	unidad	Q1.10	Q66.00
Chile Pimiento	84	unidad	Q1.00	Q84.00
Ajo	84	unidad	Q2.50	Q210.00
			<b>Total</b>	<b>Q400.00</b>

Durante 20 años el invernadero brindará un ahorro de Q.8, 000.00 en la dieta alimenticia. Solventando el gasto de la construcción y generando un ahorro en la canasta básica. Además de proporcionar alimento fresco y sin pesticidas.

#### 6. Crianza de animales:

La crianza de animales en una vivienda está asociada con “mascotas” (perros o gatos). Que requieren de cuidados y alimentación.

Sin embargo existen animales que requieren de menor espacio y pueden autoabastecer en la dieta alimenticia. Como conejos, peces, gallinas y abejas.

Pecera/Crianza de animales	Subtotal
Materiales de construcción	Q3,887.75
Mano de obra	Q1,114.12
Total	Q5,001.87

La pecera genera 450 peces que tienen en promedio un peso de 1 lb. Una libra de pez trucha cuesta Q.17.00. En total el ahorro en un período durante 20 años, en la dieta es de: Q.153, 000.00. (Anualmente Q.7, 650.00)

Se tiene un espacio para criar 25 gallinas, cada una de ellas equivalen en promedio a 3.5 lb de carne con un precio de Q.12.00. Dando un ahorro durante 20 años: Q 21,000.00. (Anualmente Q.1, 050.00). Por las cifras la inversión de la edificación como de la crianza se ven solventadas con el ahorro brindado.

#### 7. Estufa solar:

La estufa solar su costo es de Q.700.00, pero contribuye a reducir un 25% del uso del gas. Ya que en él se pueden realizar el cocimiento de platos que requieren de un período de cocimiento largo (papás, caldos, hervir agua, cocinar arroz).

#### 8. Captación agua pluvial:

El costo del agua es un costo difícil de determinar. Puesto que si sumamos la inversión en infraestructura instalada, para traer el líquido al valle de Quetzaltenango, conducciones, pozos, platas de bombeo, plantas de tratamiento y red de cisternas. Y a esto le agregamos el costo de operación. Elevaría grandemente el costo del agua similar a una copa de champaña.<sup>24</sup>

Sin embargo en la propuesta se capta agua pluvial durante los días de lluvia (6 meses aproximadamente). Esto implica 86,400 litros/ vivienda aprovechados, sin desperdiciarse ni combinarse con las aguas negras.

La inversión inicial es muy similar a la de una vivienda tradicional, con la diferencia de la distribución y existencia de 1 cisterna extra, que capta el agua pluvial hacia un biofiltro. Con un costo de Q.6, 792.28.

El pago del agua en la ciudad se realiza anualmente. Por lo que no representa un ahorro directo en la canasta básica. Sin embargo brinda un ahorro gubernamental y contribuye con el medio ambiente.

#### 9. Instalaciones de drenaje:

<sup>24</sup> La Casa Autosuficiente -Deffis Casso-Costo oficial del agua.

La instalación de drenajes tradicional para la vivienda propuesta es la siguiente:

Instalación de drenajes	Subtotal
Materiales de construcción	Q3,400.00
Mano de obra	Q1,550.00
<b>Total</b>	<b>Q4,950.00</b>

Sin embargo todas las aguas negras y grises son enviadas al alcantarillado municipal sin tratamiento previo. Complicando la problemática, encima de la carencia de infraestructura municipal para el tratamiento de las aguas negras.

En la propuesta la Instalación de drenajes posee un costo de:

Instalación de drenajes	Subtotal
Materiales de construcción	Q11,077.00
Mano de obra	Q3,225.40
<b>Total</b>	<b>Q14,302.40</b>

- Sin embargo todas las aguas negras poseen tratamiento.
- Las aguas grises se reutilizan para riego, reciclando y ahorrando consumo de agua

### Resumen

A continuación se presentan los sistemas tradicionales de obtención de energía y manejo de residuos, su respectivo costo de su inversión y el gasto que generan en un lapso de 20 años. Paralelamente se presentan los costos de inversión de los sistemas alternativos y sus ganancias o gastos generados respectivamente. En la última columna se observa el excedente de la ganancia neta. La cual puede ser de la ganancia o del ahorro obtenidos.

Sistema	Precio Inversión Sistema Tradicional	Genera	Gasto	Precio Inversión Sistema Alternativo	Genera/ No contamina	Ganancia genera	Ahorro o ganancia sistema alternativo vs tradicionales
Electrico	Q17,009.50	no	<b>-Q65,400.00</b>	Q38,480.50	si	0	<b>Q43,929.00</b>
Cubierta verde	Q14,839.46	no	<b>Q0.00</b>	Q30,176.86	si	Q28,500.00	<b>Q13,162.60</b>
Biogas	Q0.00	no	<b>-Q42,000.00</b>	Q5,110.00	si	0	<b>Q36,890.00</b>
Cultivo	Q4,400.00	no	<b>-Q48,000.00</b>	Q5,124.00	si	Q45,860.00	<b>Q45,136.00</b>
Invernadero	Q0.00	no	<b>Q0.00</b>	Q2,479.50	si	Q8,000.00	<b>Q5,520.50</b>
Crianza de animales	Q0.00	no	<b>-Q14,400.00</b>	Q19,401.87	si	Q174,000.00	<b>Q140,198.13</b>
Hidraulica	Q9,189.25	no	<b>-Q2,000.00</b>	Q15,981.53	si	<b>-Q2,000.00</b>	<b>Q0.00</b>
Drenajes	Q4,950.00	no	<b>-Q2,000.00</b>	Q14,302.00	si	Q0.00	<b>Q0.00</b>
<b>Costo Inversión Sistemas Tradicionales</b>	<b>-Q50,388.21</b>		<b>Costo Inversión Sistemas Alternativos</b>	<b>-Q131,056.26</b>			
<b>Gasto/Ganancia</b>	<b>-Q173,800.00</b>		<b>Gasto/Ganancia</b>	<b>Q254,360.00</b>			
<b>Total</b>	<b>-Q224,188.21</b>		<b>Total</b>	<b>Q123,303.74</b>			

Como se observa el costo neto de la vivienda construida con sistemas tradicionales produce un gasto total de Q.224, 188.21 en un período de 20 años. Aquella que está construida con sistemas alternativos además de solventar los gastos de inversión, genera una ganancia de Q.123, 303.74 en un período de 20 años.

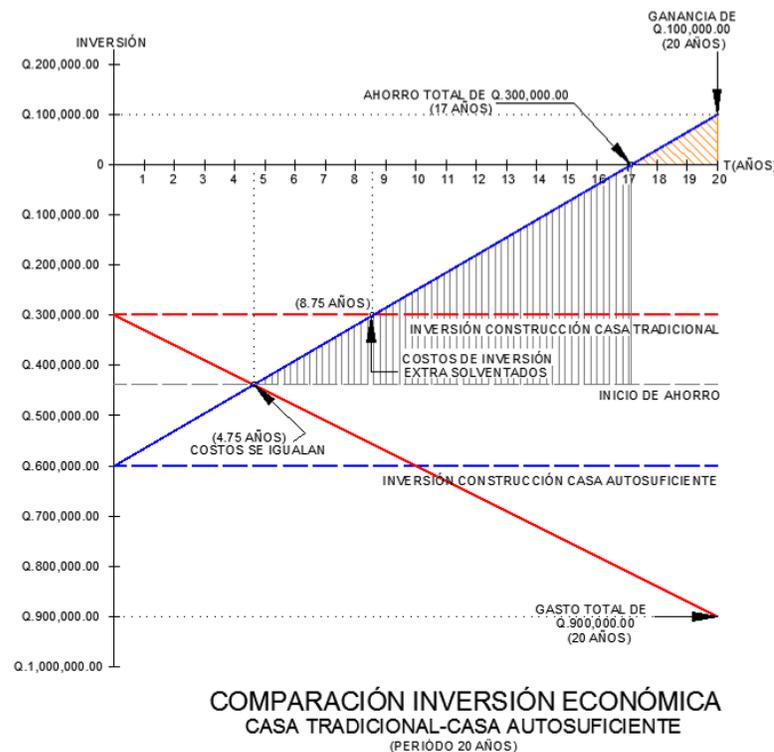
**Inversión Económica.** Si comparamos la inversión económica en la construcción de una vivienda tradicional versus la vivienda que posee tecnologías alternativas y ecológicas, su costo involucra el doble de la inversión tradicional, tal como se observa en la gráfica.

Los costos de inversión tanto tradicional como el de la propuesta, corresponden a una vivienda para clase media baja, de 150.00 m<sup>2</sup> de superficie, para 5 integrantes.

La diferencia relevante a largo plazo es que la vivienda tradicional además del costo de inversión para su construcción, se queda sujeta a la realización de pagos mensuales por: electricidad, luz, agua, drenaje, recolección de basura y alimentación. El cual genera un gasto anual de casi Q.30,000.00 en dichos servicios. Dando un total de Q900,000.00 quetzales gastados e invertidos en la vivienda en un lapso de 20 años.

La casa autosuficiente, requiere del doble de la inversión de una casa tradicional, pero libera del gasto anual (Q.30,000.00) y genera ganancias (crianza de animales, ganancia mínima de Q5000.00 anuales), dando como resultado un ahorro de Q.35,000.00. Con esta cantidad:

- De ocho a nueve años el costo de la vivienda se iguala a la de una vivienda tradicional e inicia el lapso de ahorro económico en la canasta básica
- A los diecisiete años se tiene un ahorro total de Q.300,000.00. Finaliza la etapa de ahorro e inicia la etapa de ganancia.
- A los veinte años se tiene una ganancia de Q.100,000.00.



Elaboración: Autora de tesis

## 7.6 MURO PESADO TRANSMISIÓN TÉRMICA DE 8 HORAS

El material propuesto para la vivienda prototipo, es piedra caliza o piedra calcárea. Por ser un material que abunda en la localidad.

Estos son algunos datos generales de la piedra caliza

- Es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), generalmente calcita
- Es una roca, compuesta por granos por lo que determina una baja transmitancia térmica.
- Es de tonalidades grisáceas por lo que absorberá y reflejará calor equitativamente.
- Al ser un material no conductor su emisividad (radiación de calor emitida por la superficie de algún material) será mayor.

Por tanto determinaremos el espesor del muro, para garantizar una transmisión térmica de 8 horas al interior de la vivienda. De acuerdo con la fórmula:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + \frac{d}{k}}$$

Donde:

U=Transmitancia térmica

R<sub>si</sub>=Resistencia superficial interna en base al cuadro No. 1

R<sub>se</sub>= Resistencia superficial exterior

d= Espesor del muro

k= Conductividad de material

Despejando dicha ecuación para obtener el espesor del muro

$$d = k \left( \frac{1}{U} - R_{si} - R_{se} \right)$$

La transmitancia térmica para un muro pesado de tiempo de transmisión térmica de un máximo de 8 horas es de:

RECOMENDACIONES RELATIVAS AL COMPORTAMIENTO TÉRMICO					
INDICADOR		RECOMENDACIONES			
H 1	A 1	Construcción	Valor "U" máximo W/m <sup>2</sup> °C	Factor Calor Solar máximo %	Tiempo de Transmisión Térmica Horas
MUROS EXTERIORES					
	0-2	Ligeros	2.8	4	Máx. 3
	3-12	Pesados	2.0	4	Máx. 8
CUBIERTAS					
10-12	0-12	Ligeras	1.1	4	Máx. 3
	3-12	Ligeras y aisladas	0.85	3	Máx. 3
0-9	0-5				
	6-12	Pesadas	0.85	3	Mín. 8

Fuente: Naciones Unidas, op. Cit. P. 82.

El valor de transmitancia térmica "U" es de 2 W/m<sup>2</sup>°C

CUADRO No. 1

RESISTENCIA SUPERFICIAL INTERNA (Rsi)			
Elemento	Emisividad superficial (1)	Flujo de calor	Mt <sup>2</sup> °C / W Rsi
Paredes	Alta	Horizontal	0.123
	baja	horizontal	0.304
Techos planos o inclinados, cielos y entrepisos	Alta	hacia arriba	0.106
	baja	hacia arriba	0.218
Techos planos o inclinados, cielos y entrepisos	Alta	hacia abajo	0.150
	baja	hacia abajo	0.562

\* en época de invierno \*\* en época de verano

Como vimos anteriormente el material al ser no conductor posee una alta emisividad, por tanto el valor a tomar para la Rsi es en muros, la más alta 0.123 m<sup>2</sup>°C/W.

CUADRO No. 2

RESISTENCIA SUPERFICIAL EXTERNA (Rse): m <sup>2</sup> °C/w (2)				
Elemento	Emisividad Superficial (1)	Grado de exposición (3)		
		Cubierto	Normal	Severo
Pared	Alta	0.08	0.055	0.03
	baja	0.11	0.067	0.03
Techo	Alta	0.07	0.045	0.02
	baja	0.09	0.053	0.02

- (1) Emisividad alta: Todos los materiales normales en construcción incluyendo vidrio.  
Emisividad baja: Superficies metálicas no tratadas y no pintadas, ejemplo aluminio, acero galvanizado.
- (2) Independientes de la orientación.
- (3) Grados de exposición:  
Cubierto: Hasta el tercer piso inclusive en zonas urbanas densas.  
Normal: Construcciones urbanas en zonas poco densas, suburbanas y el campo, del cuarto al octavo piso en zonas urbanas densas.  
Severo: Construcciones expuestas en laderas; de 5º. piso en adelante en zonas suburbanas o en el campo. Del noveno piso en adelante en zonas urbanas densas.

Fuente: Beltranena Matheu, E. Ing.. Curso de Materiales de Construcción (Valores de Transmitancia (U) normalizados para Guatemala). Op.cit.pág. 3.

Su emisividad es alta, el grado de exposición es cubierto, ya que el diseño se proyecta para áreas urbanas densas y posee únicamente dos pisos. El valor de Rse es 0.08 m<sup>2</sup>C/W.

Para determinar k utilizaremos las siguientes tablas:

CUADRO No. 6<sup>a</sup>

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL CUADRO No. 6				
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	DENSIDAD	CALOR ESPECIFICO	CONDUCTIVIDAD
		Kg/m <sup>3</sup>	J/kg °C	W/m °C ó J/m S°C
Materiales Muros	Block (17)	1,400	879	Ver cuadro No. 5
	Adobe, bajareque	1,600	921	
Piedra Labrada (18)	Granito	2,650	795	
	Calcárea, mármol	2,550	879	
	Arenisca, piedra azul	2,250	----	
Piedra Bruto (18)	Granito	2,500	----	
	Calcárea, mármol	2,400	----	
	Arenisca, piedra azul	2,100	----	
Cemento	Potland (fraguado)	2,950	----	
Materiales Aislantes (19)	Corcho (planchas)	160	1,758	
	Fibra de vidrio (fieltro)	50 - 80	----	0.034
	Fibra mineral (fieltro)	----	----	0.037
	Filtro mineral (planchas rígidas)	----	----	0.049
	Lana Mineral	16 - 60	879	0.093

\* Valores proporcionados por el Centro de Investigaciones de Ingeniería \*\* 1 vatio = joule/deg.

CUADRO No. 5.

CONDUCTIVIDAD TERMICA DE MATERIALES DE ALBAÑILERIA (5)= W/m <sup>o</sup> ó j/ms°C							
Densidad bruta /seca Kg/m <sup>3</sup>	Protegidos con la lluvia			Expuestos a la lluvia			
	Contenidos de humedad en % por volumen						
	1%	3%	5%	10%	15%	20%	25%
200	0.09	0.11	0.12	0.15	0.16	0.18	0.19
400	0.12	0.15	0.16	0.19	0.22	0.24	1.25
600	0.15	0.19	0.20	0.24	0.27	0.29	0.32
800	0.19	0.23	0.26	0.31	0.34	0.37	0.40
1,000	0.24	0.30	0.33	0.39	0.43	0.47	0.51
1,200	0.31	0.38	0.42	0.50	0.56	0.61	0.66
1,400	0.42	0.51	0.57	0.68	0.76	0.82	0.89
1,600	0.54	0.66	0.73	0.87	0.98	1.06	1.14
1,800	0.71	0.87	0.96	1.15	1.28	1.39	1.50
2,000	0.92	1.13	1.24	1.491.1.	1.66	1.80	1.95
2,200	1.18	1.45	1.60	49	2.13	2.31	2.50
2,400	1.49	1.83	2.00	2.41	2.69	2.92	3.15

(5) Para los materiales comunes de albañilería como barro cocido, concreto denso o liviano, adobe o suelo-cemento, etc. La conductividad varía con la densidad y con el contenido de humedad. Los valores dados son k promedio. Siempre que sea posible debe usarse los valores de k medidos.

Tabla No. 31 Cuadros 1,2,5,6 y 8 obtenidos del libro El Clima en el Diseño, Arq. José Luis Gándara G.

En base al cuadro 6 observamos la densidad de la piedra calcárea, 2,400 kg/m<sup>3</sup>, la conductividad dependerá del contenido de humedad. Este dato lo hallamos en el Cuadro No. 5, donde tomaremos un contenido de humedad equivalente a 1% , ya que la ubicación del muro en la propuesta está protegido por la lluvia. Por tanto k= 1.49 W/m°C.

Si sustituimos todos los valores en la ecuación obtendremos:

$$d = \frac{1.49W}{m^{\circ}C} \left( \frac{1}{\frac{2W}{m^2 \cdot ^{\circ}C}} - \frac{0.123m^2 \cdot ^{\circ}C}{W} - \frac{0.08m^2 \cdot ^{\circ}C}{W} \right)$$

**Por tanto d=0.44m**



## CAPÍTULO 8

- 8.1 CONCLUSIONES
- 8.2 RECOMENDACIONES
- 8.3 BIBLIOGRAFÍA
- 8.4 ANEXOS



## 8.1 CONCLUSIONES

1. La demanda de vivienda unifamiliar crece a razón de 937 viviendas por año. La mayoría de éstas refiere a la clase media, constituyendo el 70% de la población del área urbana de Quetzaltenango.
2. La construcción de una vivienda requiere de una inversión para su edificación. Además de esta inversión, la casa se queda sujeta a pagos mensuales y anuales por su uso (luz, agua, teléfono, gas, drenaje, etc.). Según el Banco Nacional en la canasta básica guatemalteca, el 40% de los ingresos de la familia se ocupa para solventar los gastos por su existencia.
3. Las tecnologías alternativas para la independencia en la adquisición de recursos básicos, se dividen en las siguientes áreas: energía eléctrica, captación de agua, generación de gas para cocinar y el tratamiento de las aguas negras.
4. Muchas de las tecnologías alternativas, ampliamente conocidas, poseen una rentabilidad baja para el sector económico medio. Y su tiempo de recuperación de la inversión excede el tiempo de utilidad del producto.
5. Asimismo las tecnologías alternativas pueden dividirse en los siguientes niveles de rentabilidad: aquellas que liberan a la vivienda de un pago, aquellas que generan una ganancia y aquellas que proporcionan requieren de mayor inversión pero proporcionan un saneamiento ambiental invaluable
6. Aquellas tecnologías alternativas que liberan la vivienda de un pago mensual o anual son: instalación eléctrica propuesta y la generación de biogás.
7. En una vivienda autosuficiente, además de solventar alternativamente la fuente de energía eléctrica, debe garantizarse la reducción del consumo del mismo. Es decir, se requiere de una actitud más que el cambio de una fuente por otra.
8. En la vivienda se proponen espacios no típicos en una vivienda promedio, como invernaderos, cubiertas verdes, cultivos, estanque-pecera y un espacio para crianza de animales. Estos ambientes pueden requerir de una inversión inicial y mantenimiento. Pero tales inversiones se miran solventadas y asimismo proporcionan un ahorro en el porcentaje destinado a la alimentación de una familia. Además de brindar un producto saludable y seguro.
9. Entre las alternativas que requieren de mayor inversión, pero proporcionan un saneamiento ambiental invaluable están: la utilización de biodigestores caseros para tratamiento de aguas negras, el aprovechamiento de y tratamiento de aguas grises por medio de biofiltros arenosos y la captación del agua pluvial para su tratamiento.
10. La construcción de una vivienda autosuficiente debe ir acompañada de un compromiso y un cambio de actitud. El cual será recompensado económicamente.

11. La puesta en marcha y el funcionamiento correcto de la construcción de una vivienda autosuficiente como la propuesta en el presente documento, hace necesaria la conformación de un equipo multi-profesional, conformado por especialistas en la ramas de agronomía, construcción, instalaciones hidrosanitarias, electricidad, economía etc., como aporte técnico y profesional para su materialización.

## 8.2 RECOMENDACIONES

1. A razón del crecimiento poblacional del área urbana de Quetzaltenango, es recomendable establecer políticas y reglamentos que incluyan la implementación de tecnologías alternativas amigables con el medio ambiente.
2. Educar y forjar una conciencia de inversión en la sociedad guatemalteca para lograr visualizar la correcta elección de las inversiones a corto y largo plazo.
3. Las tecnologías alternativas avanzan y se especializan, por lo que es necesario un estudio previo de todos los sistemas existentes en el mercado y la factibilidad de su realización y puesta en marcha.
4. Debe analizarse adecuadamente la rentabilidad de los sistemas de tecnologías alternativas para su correcta elección.
5. Debe analizarse adecuadamente el beneficio generado a partir de un sistema de tecnología alternativa, para poder clasificarla.
6. Para las instalaciones eléctricas debe realizarse un estudio de la tecnología existente en el mercado.
7. La educación es una herramienta útil para generar cambios en el ahorro energético.
8. La educación es una herramienta útil para generar cambios en el saneamiento del medio ambiente.
9. El costo oficial del agua es difícil de determinarse, porque abarca muchas áreas del ecosistema, por lo que la elección de algunas tecnologías, deben realizarse con un compromiso personal.
10. Es importante analizar ganancias y gastos generados por la vivienda autosuficiente para comprobar su rentabilidad.
11. El asesoramiento, el aporte técnico y multiprofesional, pueden ser proyectos de equipo que se efectúen entre estudiantes y profesionales, para el aprendizaje y la aplicación de los conocimientos adquiridos.

## 8.3 BIBLIOGRAFÍA

### Fuentes bibliográficas

#### Libros

- Biblioteca ATRIUM de la Construcción Volumen 1 Materiales para la Construcción. OCEANO/CENTRUM Colección técnica de Bibliotecas Profesionales.
- Deffis Caso, Armando . La Casa Ecológica Autosuficiente Clima Templado y Frío. Árbol Editorial.
- Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española Vigésima Segunda Edición Tomo I y II
- Enciclopedia del Hogar Ediciones Garriga, S.A. Tomo I, México.
- Gándara Gabori, José Luis. Clima en el Diseño.
- Neufert, Ernst . Arte de Proyectar en la Arquitectura NEUFERT. Ediciones G. Gili, SA de CV-
- Saby, Pierre Robert . Edificación Solar Biológica. Ediciones CEAC

#### Documentos

- Guía de para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales PROARCA
- Manual Construcción PURA VIDA Atitlán
- Plan de Vivienda. Centro Histórico de Quetzaltenango.
- Perfil Ambiental de Guatemala del 2006. Tendencias y Reflexiones sobre la Gestión Ambiental. (2006) por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL) y la Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA).

#### Revistas

- Los aparatos para el campo. Colección CÓMO HACER MEJOR SEP Año II Vol XI Núm. 105.
- Bombas para agua Colección CÓMO HACER MEJOR SEP
- Annelore y Hubert Bruns/Gerhard Schmidt . El Cultivo Ecológico vida sana y natural. Editorial Blume Tomo I y II

#### Fuentes electrónicas

- <http://www.ecogeotica.com>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://es.shvoong.com>
- <http://attila.inbio.ac.cr>
- <http://www.insivumeh.gob.gt>
- <http://energiasera.wordpress.com>
- <http://www.tecno-solar.com>
- <http://www.dforceblog.com>

- <http://solarcooking.org>
- <http://www.gepec.org>
- <http://www.col.ops-oms.org>

## 8.4 ANEXOS

### 8.4.1 CÁLCULO PANELES SOLARES

Para calcular la cantidad de paneles a instalarse en la vivienda para abastecer el consumo de energía eléctrica, es necesario realizar el siguiente cálculo: cuantificamos la cantidad de aparatos que existen en la vivienda, el consumo en Watts de cada uno de ellos y las horas de uso; posterior a ello anotamos el consumo total de cada uno de ellos como se muestra en la Tabla No. 2.

**Consumo mensual de una vivienda típica de clase media para 6 personas**

No.	Aparato/	Potencia	Horas día	Horas mes	Total diario	Total mensual
9	Lámparas fluorescentes	32W	4	120	0.13kWh	3.84kWh
6	Cargadores de teléfono	20W	1	30	0.02kWh	0.60 kWh
1	Computadora	90W	4	120	0.36kWh	10.80kWh
1	Refrigeradora	50W	24	720	1.20kWh	36.00kWh
1	Equipo de Sonido	238W	4	120	0.95kWh	28.56kWh
1	Televisión	90W	6	180	0.54kWh	16.20kWh
1	Calentador eléctrico	1200W	1	30	1.20kWh	36.00kWh
<b>Total</b>					<b>4.40kWh</b>	<b>132.00kWh</b>

**Tabla No. 2** Cálculo de consumo kWh por mes en una vivienda típica para 6 personas.

Si el gasto mensual fuese de 140 kWh y el costo del kWh brindado por la empresa DEOCSA de Guatemala en Quetzaltenango, en su tarifa no social tiene un costo de Q.1.92. Esto sumaría un total mensual a pagar de Q.268.80. Durante todo el año representa una inversión de Q.3,225.60 anuales en el consumo de energía eléctrica.

Continuando con nuestro cálculo el valor anual promedio de radiación global es de 5.3kWh/m<sup>2</sup>/día sobre el territorio nacional. Los paneles solares captan entre el 15% al 20% de esta energía.

Los paneles solares cotizados poseen una eficiencia del 14% y un área de 0.34m<sup>2</sup> (0.526m x 0.652m). Esto implica que este panel solar en Guatemala capta 0.745kWh/m<sup>2</sup> que es el resultado de la multiplicación de la radiación promedio del país = 5.3kWh/m<sup>2</sup> por el 14% de eficiencia de sus fotoceldas. Para saber cuánto produce cada panel tomamos 0.745kWh/m<sup>2</sup> y lo multiplicamos por el área verdadera del panel (0.34m<sup>2</sup>) esto nos da como resultado 0.25kWh. Lo que verdaderamente produce cada panel son 0.25kWh. El costo de este panel es de Q3,000.00.<sup>25</sup>

Sabiendo que el consumo diario es de 4.40kWh/día de acuerdo con la Tabla No. 2. Dividimos el consumo diario dentro de la generación de kWh de cada panel, obteniendo así el número de paneles necesarios para instalarse :

$$\text{Número de paneles} = \frac{4.40kWh}{0.25kWh}$$

Como resultado obtenemos que es necesario instalar 18 paneles solares. Por tanto el monto total de la inversión es de:

Equipo	Costo
Equipo: Batería + Inversor + Control de carga+ 2 Baterías + Cable de instalación	Q.10,000.00
18 Paneles Solares	Q.54,000.00
<b>Total</b>	<b>Q.64,000.00</b>

**Tabla No. 3** Sumatoria costos de inversión para la implementación de Paneles Solares en una vivienda típica para 6 personas. Precios Año 2010.

Se requiere una inversión de Q.64,000.00.

Si tomamos este valor y lo dividimos entre el gasto anual (Q.3,225.60), asumiendo que esta sería la cantidad que invertiríamos para solventar el gasto total, estaríamos recuperando la inversión hasta dentro de 20 años aproximadamente. Veinte años después estaríamos recibiendo energía eléctrica gratuita.

#### 8.4.2 CÁLCULO AEROGENERADOR EÓLICO

Así si construimos un minigenerador eólico a partir de una bicicleta, necesitaremos los siguientes datos:

- **Diámetro aproximado de llanta de bicicleta para adulto en pies= 2 pies**

<sup>25</sup> Información y asesoría para realizar el cálculo obtenida de <http://www.tecno-solar.com> y <http://www.gubiz.com>

○ **Viento promedio anual en Quetzaltenango**= De acuerdo con los datos recopilados por el INSIVUMEH en el promedio de los últimos 10 años el viento de Quetzaltenango posee una velocidad promedio anual de 9.71km/h. Realizando la conversión a millas por horas obtenemos una velocidad de 6.04mph

Por tanto teniendo estos datos podemos hacer un cálculo estimado de la cantidad de energía generada anualmente por un minigenerador eólico fabricado a partir de una llanta de bicicleta.

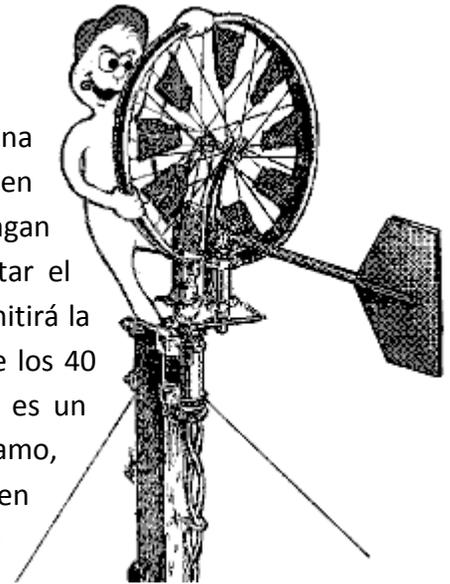
$$EGA = 0.01328 *(2pies)^2*(6.04mph)^3=11.67kWh/año$$

Esto implicaría que mensualmente nuestro minigenerador estaría produciendo 972 Watts/hora. Diariamente generaría 32 Watts/hora.

A continuación presentaremos cómo fabricar el minigenerador eólico a partir de una llanta de bicicleta. Para ello necesitamos:

1. Llanta rueda de bicicleta
2. Tenedor delantero de bicicleta con eje manillar
3. Cables, Veleta, Dinamo y tapón de goma
4. 9 Chapas de aluminio.

Para construirlo, utilizaremos el tenedor delantero de una bicicleta, con la rueda incluida. La rueda debe estar bien centrada. Entre los radios, colocaremos nueve chapas que hagan de hélice multipala. Una pequeña veleta, servirá para orientar el aparato frente al viento. La veleta no debe estar rígida, y permitirá la desorientación automática por eje descentrado por encima de los 40 Km/h. El generador es una dínamo de bicicleta (en realidad es un alternador de imanes permanentes). En la ruedecita de la dínamo, pondremos una goma de 20 mm de diámetro, de las utilizadas en las patas de las sillas metálicas; esta goma rozará contra la llanta de la rueda y se debe recambiar cuando se desgasta.

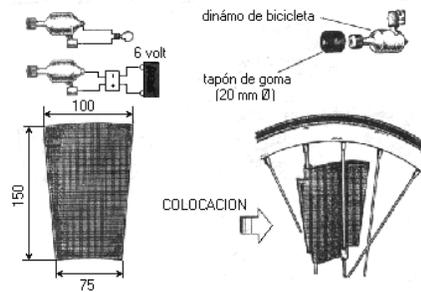


**Ilustración 34** Gráfica de minigenerador fabricado a partir de llanta de bicicleta. Imagen obtenida de <http://www.gepec.org/>

Podemos aumentar el rendimiento de la dinamo acoplándole en sus bornes un condensador de 10 microfarad (no electrolítico).

Los cables con la corriente se bajan por el eje hueco del tenedor y la corriente se rectifica mediante un puente de diodos para cargar baterías de 6 V.

El minigenerador puede montarse en un tubo metálico o un poste sencillo de 6 m de altura como mínimo.



**Ilustración 34** Gráfica de partes que consta minigenerador fabricado a partir de llanta de bicicleta. Imagen obtenida de <http://www.gepec.org/>

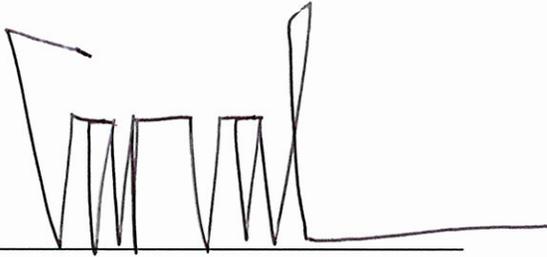
Los areogeneradores se pueden construir de diferentes tamaños y con materiales reciclables. En internet existen diversas páginas que detallan paso a paso la construcción de aerogeneradores. Las características que más influyen en la generación de energía por medio de aerogeneradores son: el diámetro y la velocidad del viento local.

Si construyésemos un aerogenerador de 10 pies en Quetzaltenango, nuestra estimación de energía generada anualmente sería de

$$EGA = 0.01328 * (10 \text{ pies})^2 * (6.04 \text{ mph})^3 = 292.62 \text{ kWh/año}$$

Mensualmente estaríamos hablando de 24 kWh, diariamente de 0.80 kWh.

# IMPRÍMASE

A stylized, geometric handwritten signature consisting of several vertical lines and sharp angles, resembling a series of connected 'V' shapes.

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

A cursive handwritten signature with a large, sweeping initial 'L' and a vertical line through the middle.

Arq. Luis Fernando Castillo Castillo

A cursive handwritten signature with a large, flowing initial 'D' and a horizontal line at the end.

Dulce María Gálvez De León

