

## DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO A BASE DE TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES

Autor: Juan José Rodríguez Quevedo

Directora: Arq. Msc. Plan. Ana Solano de la Sala

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Facultad de Arquitectura y Diseño

Guayaquil - Ecuador

2012

## **Agradecimientos.**

**A mis padres, Carlos y Nancy por haberme apoyado en todo momento y ser un pilar fundamental en todas las etapas de mi vida. Los admiro infinitamente.**

**A mis hermanos, Cristhina, Pablo y Karla por ser mi respaldo de gran importancia y fuente de inspiración.**

**A mi cuñado y sobrinos, John, Christopher, Kamila y Mya, que me llenan de felicidad y que forman parte de esta gran familia.**

**A demás familiares y amigos que confiaron en mí y me dieron la oportunidad de aportar con lo que he aprendido y sigo aprendiendo.**

**A la Arq. Ana Solano por contribuir con su tiempo y conocimiento en este proyecto que recién empieza a tomar forma.**

**En general a todas esas personas que han formado parte de mi vida en el transcurso de mi formación académica y que siempre los llevaré presentes en mi mente.**

**Muchísimas gracias. :)**

## ÍNDICE.

### FASE 1

1. Antecedentes.....	1
2. Datos generales. ....	2
3. Planteamiento del problema. ....	4
3.1. LA PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA. ....	6
4. Objetivos.....	7
5. Metodología.....	7
5.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	7
6. Marco teórico.....	8
6.1. MARCO REFERENCIAL. ....	8
6.2. MARCO CONCEPTUAL.....	9
6.3. MARCO HISTÓRICO.....	11
6.4. MARCO JURÍDICO.....	11
7. Definición del objeto de estudio. ....	12
8. Análisis de la vivienda urbana en El Triunfo. ....	16
8.1. CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA URBANA.....	16
9. Componentes de la vivienda.....	17
10. Materiales de construcción.....	18
10.1. MATERIALES UTILIZADOS.....	18
10.2. CANTIDAD POR TIPO DE MATERIAL. ....	18
10.3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES. ....	19
10.4. ENERGÍA REQUERIDA PARA FABRICAR LOS MATERIALES. ....	19
10.5. CANTIDAD DE CO2 EMITIDO POR MATERIAL. ....	19
11. Energía.....	20
11.1. CONSUMO DE ENERGÍA.....	20
11.2. FUENTE DEL RECURSO ENERGÉTICO. ....	20
11.3. IMPACTOS ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES DE LA FUENTE DE ENERGÍA. ....	20
12. Agua potable.....	20
12.1. CONSUMO DE AGUA POTABLE. ....	20
12.2. CANTIDAD DE AA.PP POR DISPOSITIVO O ACTIVIDAD. ....	20
12.3. FUENTE DEL RECURSO HÍDRICO.....	21
12.4. EFECTOS ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES DEL AGUA POTABLE. ....	21
13. Aguas servidas. ....	21
13.1. CANTIDAD DE AGUAS SERVIDAS DESECHADAS. .21	
13.2. EFECTOS ECOLÓGICO- AMBIENTALES Y DE SALUD POR DESECHO DE AGUAS SERVIDAS. ....	21
14. Aguas lluvias.....	22
14.1. PRECIPITACIONES Y LA VIVIENDA. ....	22
15. Desechos domésticos sólidos. ....	22
15.1. CANTIDAD POR TIPO DE DESECHO.....	22
15.2. EFECTOS ECOLÓGICO- AMBIENTALES Y DE SALUD POR DESECHOS DOMÉSTICOS.....	23
16. Alimentos. ....	23

16.1. QUÍMICOS Y CONSERVANTES EN LOS ALIMENTOS. .	24
17. Áreas verdes. ....	24
17.1. ESPACIOS VERDES Y LA VIVIENDA.....	24
17.2. ÁREAS VERDES Y SU OXÍGENO. ....	24
18. Desastres naturales.....	25
19. Conciencia ecológica. ....	25
19.1. CONOCIMIENTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO MUNDIAL. ....	25
20. Resumen de consumos en la vivienda urbana en El Triunfo.....	26
21. Análisis de la vivienda rural en El Achote.....	27
21.1. CARACTERIZACIÓN DE LA VIVIENDA RURAL. ....	27
22. Materiales de construcción.....	28
22.1. MATERIALES UTILIZADOS.....	28
22.2. CANTIDAD POR TIPO DE MATERIAL. ....	28
22.3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES. ....	29
22.4. ENERGÍA REQUERIDA PARA FABRICAR LOS MATERIALES. ....	29
22.5. CANTIDAD DE CO2 EMITIDO POR MATERIAL. ....	29
23. Energía.....	30
23.1. CONSUMO DE ENERGÍA.....	30
23.2. FUENTE DEL RECURSO ENERGÉTICO. ....	30
24. Agua potable.....	30
24.1. CONSUMO DE AGUA POTABLE. ....	30
24.2. CANTIDAD DE AA.PP POR DISPOSITIVO O ACTIVIDAD. ....	30
24.3. FUENTE DEL RECURSO HÍDRICO.....	31
24.4. EFECTOS ECOLÓGICOS Y AMBIENTALES DEL AGUA POTABLE. ....	31
25. Aguas servidas. ....	31
25.1. CANTIDAD DE AGUAS SERVIDAS DESECHADAS. .31	
25.2. EFECTOS ECOLÓGICO- AMBIENTALES Y DE SALUD POR DESECHO DE AGUAS SERVIDAS. ....	31
26. Aguas lluvias.....	32
26.1. PRECIPITACIONES Y LA VIVIENDA. ....	32
27. Desechos domésticos sólidos. ....	32
27.1. CANTIDAD POR TIPO DE DESECHO.....	32
27.2. EFECTOS ECOLÓGICO- AMBIENTALES Y DE SALUD POR DESECHOS DOMÉSTICOS.....	33
28. Alimentos. ....	33
28.1. FUENTE DE ALIMENTOS.....	33
28.2. QUÍMICOS Y CONSERVANTES EN LOS ALIMENTOS. .	33
28.3. PROPIEDADES DE LOS ALIMENTOS. ....	33
29. Áreas verdes. ....	33
29.1. ESPACIOS VERDES Y LA VIVIENDA.....	33
29.2. ÁREAS VERDES Y SU OXÍGENO. ....	33
30. Desastres naturales.....	34
31. Conciencia ecológica. ....	34

31.1. CONOCIMIENTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO MUNDIAL. ....	34
31.2. ACTIVIDADES O HÁBITOS ECOLÓGICOS.....	34
32. Resumen de consumos en la vivienda rural en El Achote. ....	35
33. Resumen comparativo de componentes de la vivienda urbana y rural.....	36

### FASE 2

34. Teoría de la arquitectura bioclimática.....	39
35. Estrategias y tecnologías en la arquitectura bioclimática. ....	45
35.4. BIOCLIMATISMO EN LA ARQUITECTURA VERNÁCULA EN EL LITORAL ECUATORIANO.....	52
36. Arquitectura sustentable.....	54
37. Energía incorporada (embodied energy). ....	56
38. Co2 incorporado.....	57
39. Evaluación de materiales de construcción. ....	58
39.5. CONCLUSIONES DEL USO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN. ....	69
40. Nuevas tecnologías sustentables en materiales de construcción. ....	71
41. Energía.....	73
41.1. TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS ENERGÉTICO-SUSTENTABLES. ....	73
42. Agua lluvia - potable.....	81
42.1. TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES DEL AGUA EN LA VIVIENDA.....	81
43. Aguas servidas y desechos domésticos sólidos. ....	88
43.1. TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES PARA AGUAS SERVIDAS Y DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS. ....	88
44. Alimentos y áreas verdes.....	92
44.1. TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES EN ALIMENTOS Y ÁREAS VERDES CULTIVABLES.....	92
45. Desastres naturales.....	96
45.1. TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS RESISTENTES A DESASTRES NATURALES.....	96
46. Conciencia ecológica.....	100

### FASE 3

47. Análisis general de sistemas de vivienda convencional de el triunfo y sistemas de vivienda sustentable.....	102
47.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CONVENCIONALES Y SUSTENTABLES. ....	102
47.2. SELECCIÓN DE MATERIALES PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA.....	102

48. Sistema de energía convencional y sistemas sustentables.....	103
48.1. SELECCIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS SUSTENTABLES PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA. ....	103
49. Sistema de agua lluvia - potable convencional y sistema sustentable.....	104
49.1. SELECCIÓN DE SISTEMAS SUSTENTABLES DE AGUA LLUVIA – POTABLE PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA. ....	105
50. Sistemas de aguas servidas y desechos domésticos sólidos convencionales y sistemas sustentables.....	106
50.1. SELECCIÓN DE SISTEMAS SUSTENTABLES DE AGUAS SERVIDAS Y DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA. ....	107
51. Sistemas de alimentos y áreas verdes convencionales y sistemas sustentables.....	107
51.1. SELECCIÓN DE SISTEMAS SUSTENTABLES DE ALIMENTOS Y ÁREAS VERDES PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA.....	107
52. Sistemas resistentes ante desastres naturales convencionales y sistemas sustentables.....	108
52.1. SELECCIÓN DE SISTEMAS RESISTENTES ANTE DESASTRES NATURALES PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA. ....	108
53. Conciencia ecológica convencional y sustentable.....	109

### FASE 4

54. Propuesta funcional y espacial a base de las necesidades de los usuarios. ....	111
55. Propuesta formal a base de criterios bioclimáticos.....	112
56. Materiales de construcción.....	113
57. Sistema energético.....	115
58. Sistema de agua lluvia – potable.....	115
59. Sistema de aguas servidas y desechos domésticos sólidos. ....	116
60. Sistema de alimentos y áreas verdes. ....	117
61. Sistema resistente ante desastres naturales.....	117
62. Conciencia ecológica.....	117
63. Conclusión. ....	118
Bibliografía.....	120
Anexos.....	124
Índice de imágenes.....	127
Índice de tablas.....	130



**FASE 1: Análisis del Consumo de Recursos Naturales en la Vivienda Urbana y Rural.**

### 1. ANTECEDENTES.

“El primer principio de ecología es la ley de sistemas integrados. Este concepto de cooperación interactiva es basado en la manera en que la naturaleza en sí funciona.” (Behling, 2002).

Esta tesis de carácter teórica, pretende elaborar un diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural del Cantón El Triunfo, entendiéndose como diseño conceptual de vivienda a una o varias ideas que le darán forma a la misma sin llegar a una propuesta arquitectónica final, el cual se desarrollará a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes, fundamentadas en el uso de energía renovable no convencional. Igualmente, manejando diferentes teorías y estrategias se intentará dar a conocer mediante cifras medibles como una vivienda puede disminuir y eliminar sus emisiones de gases de efecto invernadero, mediante el uso eficaz del agua y la energía incorporando una conciencia ecológica al elegir eco materiales de construcción, procesamiento de desechos domésticos, aprovechando las características del medio ambiente inmediato para obtener un diseño bioclimático flexible y a su vez resistente ante desastres naturales.

Existen varias organizaciones alrededor del mundo que corroboran el problema, sus causas y efectos del cambio climático (IPCC, 2007). Actualmente la construcción de edificaciones representan el 40% del consumo de energía primaria global y si a esto agregamos el uso de energía utilizada para la fabricación de acero, cemento, aluminio y vidrio que intervienen en la construcción, esta cifra aumentaría a más del 50% (Development, 2011), contribuyendo dramáticamente con las emisiones totales de gases de efecto invernadero, sin tomar en cuenta la energía y demás recursos posteriores que necesitará para su sustento.

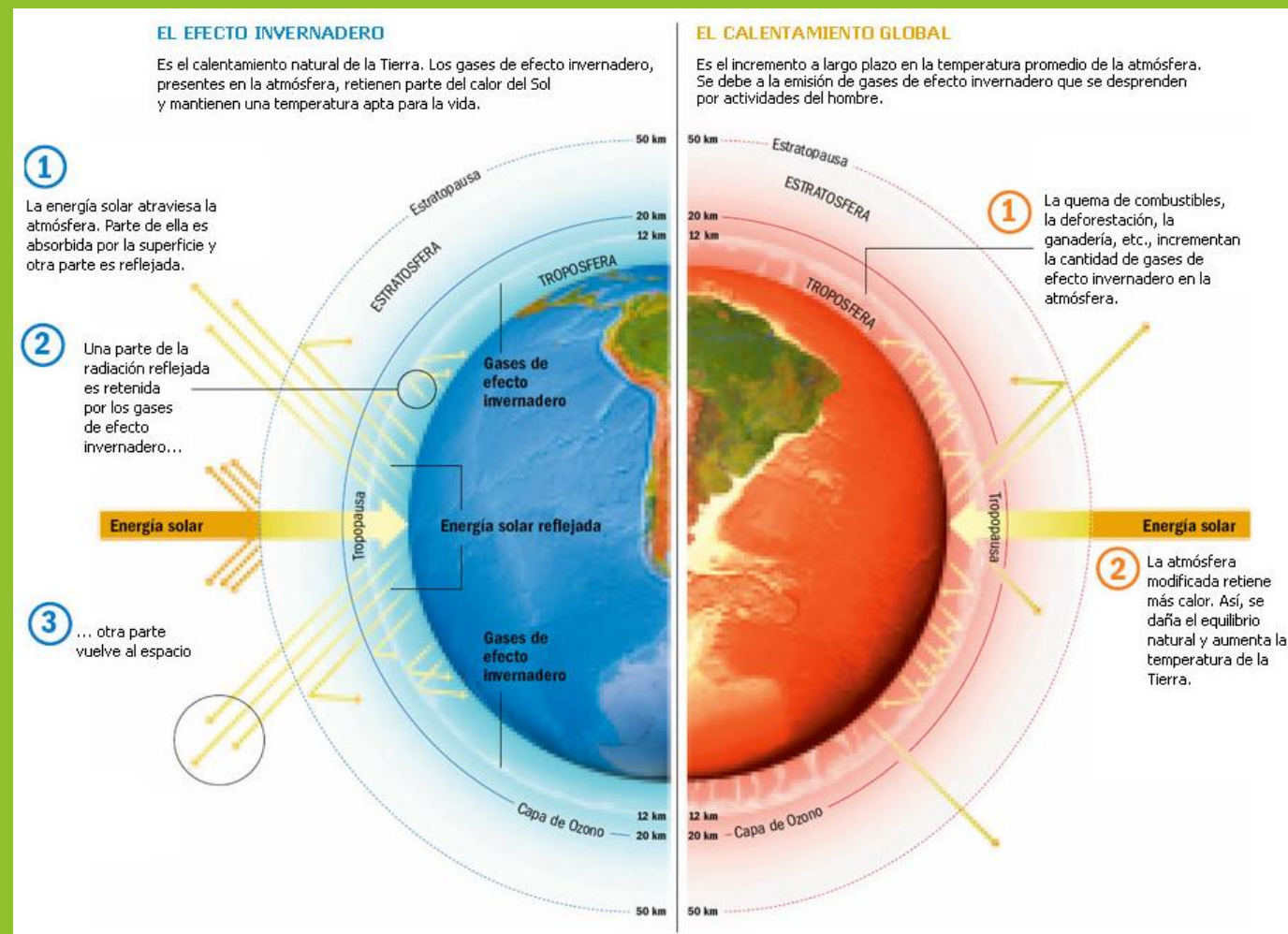


Imagen 1: Representación del efecto invernadero en el planeta y consecuentemente el calentamiento global. (Wordpress.com, 2010)

La comunidad arquitectónica y la construcción son responsables de alrededor del 50% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) en los EE.UU (5,844,042 TM) (Wikipedia, Países por emisiones de dióxido de carbono en miles de toneladas métricas, 2002). Globalmente estas emisiones son de 24,126,416 TM. “Al combinar la energía anual requerida para operar edificios residenciales, comerciales, e industriales, junto con la energía incorporada en materiales producidos industrialmente tales como alfombras, vidrio y concreto, se expone a los edificios como el sector de mayor consumo de energía y emisor de gases de efecto invernadero” (Center., 2009).

Entre las teorías existentes que apuntan a un desarrollo urbano y arquitectónico sustentable se encuentra el “metabolismo urbano”, el cual explica que “es el intercambio de materia, energía e información que se establece entre el asentamiento urbano y su entorno natural o contexto geográfico” (Wikipedia, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1990). El director de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, Salvador Rueda, expresa que “la sostenibilidad o la insostenibilidad está íntimamente relacionada con la presión que ejercemos sobre los sistemas que nos dan soporte”, es decir, “esta presión se ejerce, fundamentalmente, por dos vías, una por la explotación de los ecosistemas de la Tierra extrayendo recursos y trasladándolos a las ciudades, otra por impacto contaminante fruto de la gestión que de esos recursos que hace el hombre, sobre todo en las ciudades” (BCN Ecología, 2009). Existen antecedentes de estudios de sustentabilidad

urbana como el realizado por el Arquitecto Jorge Ludeña, en su tesis de graduación donde explica que “es oportuno replantearse la concepción urbana de Machala, especulando hacia nuevas formas de Eco-eficiencia energética y estrategias espaciales que puedan aplicarse en la ciudad para el beneficio del sistema urbano; en dirección a la introducción a un ideal contemporáneo y potencial de ciudad” (Ludeña, 2010).

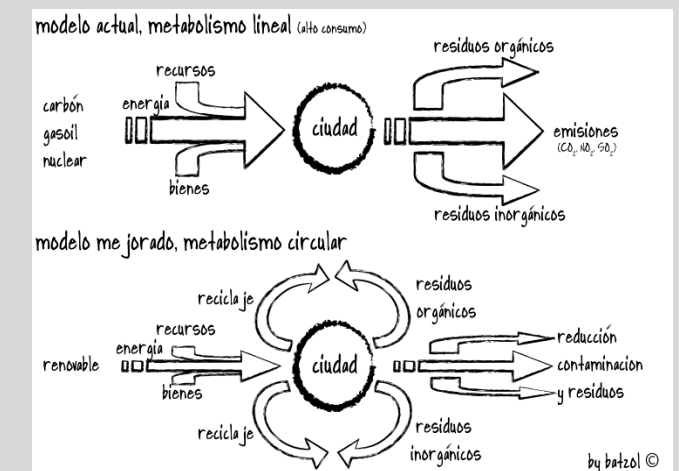


Imagen 2: Esquema del metabolismo lineal y el metabolismo circular. (Ludeña, 2010)

En países como el Ecuador aún existe un importante número de personas habitando en el campo, donde el 62.77% vive en el área urbana y 37.23% aún vive en el sector rural con una población total de 14'483.499, mientras que en El Triunfo el 77.86% reside en el área urbana y un 22.14% en zonas rurales o recintos, con una población total de 44.778 (INEC, 2010).

“El Cantón El Triunfo es una ciudad pequeña pero con un constante crecimiento urbano en sus alrededores. La agricultura es una de sus actividades principales seguida del comercio y turismo que aportan al desarrollo de la misma y que influyen en su expansión habitacional” (Wikipedia, Cantón El Triunfo, 2012).

Debido a la escala actual de 388,5 Km<sup>2</sup> (Wikipedia, Cantón El Triunfo, 2012) que tiene el Cantón El Triunfo es más propicio proponer un diseño conceptual de vivienda sustentable ya que sería un ambiente natural sin los problemas de las ciudades y a su vez evitaría que nuevas viviendas vuelvan insostenible a una ciudad entera.

El sector rural poco a poco podría formar parte de la ciudad a medida que esta crece, acarreado consigo patologías urbanas y arquitectónicas que inciden en el medio ambiente y la sustentabilidad de El Triunfo se vería afectada. Otro factor importante es como la zona rural va adoptando sus sistemas de infraestructura similares a los de la ciudad más próxima, sin analizar previamente las consecuencias ecológicas intrínsecas en los sistemas convencionales de vivienda.

El estudio se llevará a cabo en el área urbana y rural del Cantón El Triunfo, tomando el sector urbano como punto de comparación de datos con el área rural inmediata donde se pretende enfocar en sí el diseño conceptual de vivienda sustentable a base de distintas teorías, estrategias y tecnologías existentes que procurarán funcionar autónomamente sin depender de la ciudad y sus servicios básicos.

La zona rural de la localidad favorece mucho a esta tesis ya que los criterios que se aplicarán son tanto ecológicos como sustentables y para demostrar la factibilidad de la misma, la mejor manera es tener un ambiente natural en el que se intervenga utilizando los criterios ya mencionados y que puedan servir a un futuro cercano como modelo de desarrollo de espacios habitables con bajos porcentajes de impacto ambiental.

### 2.2. GEOGRAFÍA.

Geográficamente, El Triunfo se encuentra localizado en la parte central de la cuenca baja del Río Guayas y en la subcuenca del Río Bulu Bulu en las coordenadas geográficas de 79° 25" de longitud Oeste y de 2° 20" de latitud Sur a una altura promedio de 10 mts sobre el nivel del mar. Su población se encuentra asentada entre los ríos Bulu Bulu al sur y Verde al norte cruzando la ciudad el estero Galápagos y la carretera Durán –Tambo. Debido a su localización geográfica el Cantón El Triunfo, posee un clima Tropical, con precipitaciones medias anuales de 172mm, la misma que tiene variaciones aproximadas de 532mm en el año 1968 y de 4321mm para el año 1983, como consecuencia del fenómeno del Niño (Garay., 2012).

El acuífero principal es de carácter confinado, con dos zonas bien definidas, una surgente en las inmediaciones del pozo EX – INERHI, ubicado en el área del canchón municipal, y otro no surgente que se encuentra en las inmediaciones del Hospital Cantonal, el mismo que fue construido por el Ex - IEOS.

El flujo de las aguas subterráneas en El Triunfo es permanente, tiene una dirección suroeste. La recarga del acuífero se produce a través de una banda superficial al pie del monte de la cordillera occidental y por aportaciones directas desde los ríos de la región. Se estima que, aunque en mínima cantidad, se produzca la infiltración directa por toda la superficie arcillosa de la región (Garay., 2012).

## 2. DATOS GENERALES.

### 2.1. Ubicación del área de estudio.

El Triunfo, se encuentra ubicado al este de la Provincia del Guayas, son sus límites, por el norte con los cantones Marcelino Maridueña, Yaguachi y Milagro, por el sur el Cantón Naranjal, al este la Provincia del Cañar y al oeste el Cantón Eloy Alfaro (Durán) (González., 2012).



Imagen 3: Ubicación de la provincia del Guayas con respecto al Ecuador.

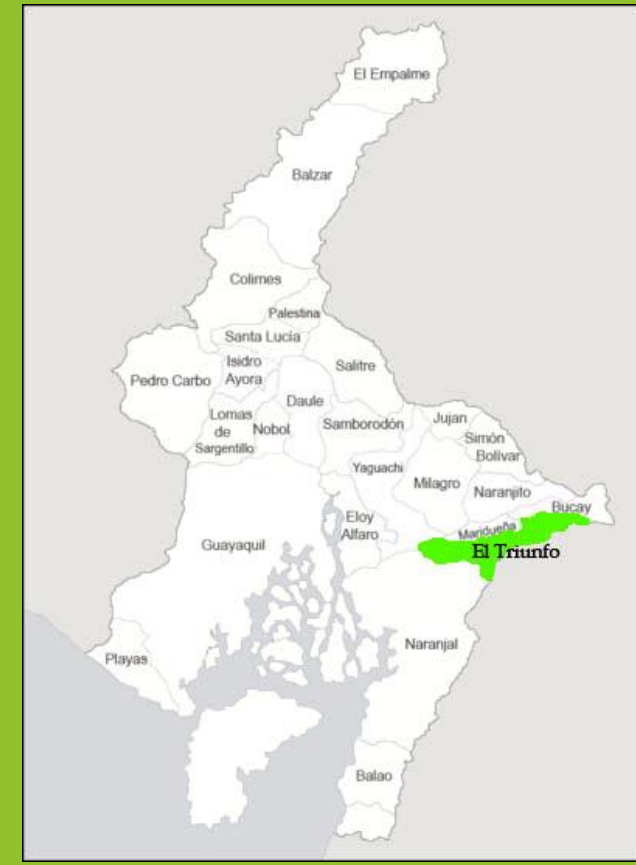


Imagen 5: Ubicación del Cantón El Triunfo con respecto a la provincia del Guayas.

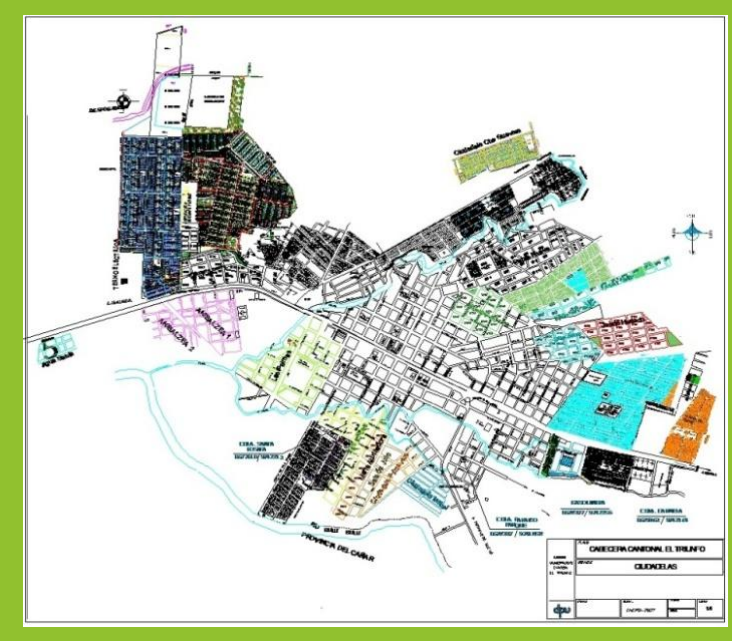


Imagen 4: Plano urbano del Cantón El Triunfo 2011.

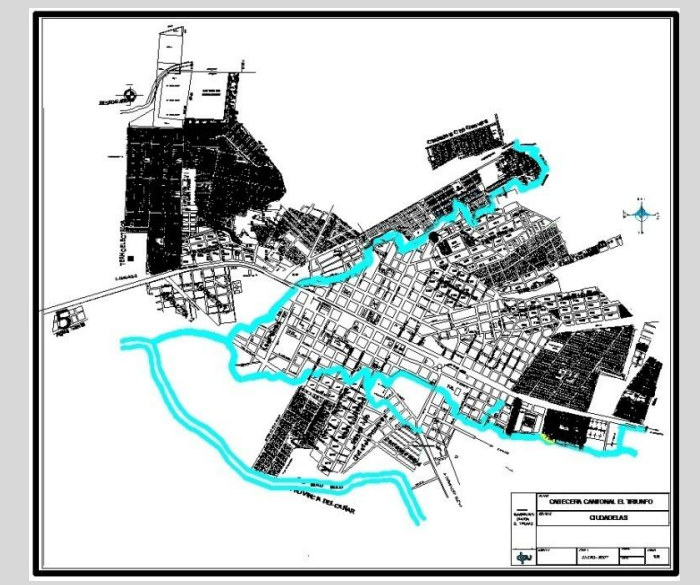


Imagen 6: Plano hidrográfico del Cantón El Triunfo 2011.

A base de las perforaciones del área y las de la vecindad, se puede establecer la presencia de dos sistemas de acuíferos, uno confinado surgente y otro libre (Garay., 2012).

## 2.4. ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS.

El Triunfo posee un alto grado de natalidad, con una carga de hijos de 3 a 5 por familia, en edades entre los 16 y 25 años, lo cual está originando un desarrollo acelerado. La mayoría de la población que vive en el sector urbano, perciben sus ingresos de varias actividades, derivadas del comercio, trabajo de la construcción, trabajos domésticos y en el área rural la mayoría trabajan en labores agrícolas.

La producción predominante en el sector es de caña de azúcar, banano, maíz y frutas tropicales. La población de El Triunfo, se dedica generalmente a la agricultura de productos tradicionales como el banano, arroz cacao, soya y además productos de ciclo corto para el abastecimiento y consumo local como de la provincia en general (Garay., 2012).

## 2.5. RIESGOS NATURALES.

Los principales eventos naturales que pueden producir riesgos en la zona de estudio son: inundaciones y sismos. (El Ecuador está ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico). Otros eventos como fallas de origen tectónico y volcánico son menos probables. Se pueden presentar problemas puntuales por acción humana tales como deslizamientos por cortes inadecuados de los taludes naturales. Debido a la planicie en donde se encuentra ubicada la zona de estudio, ésta es propensa a inundaciones y depósitos aluviales principalmente la zona Este y Suroeste del Cantón El Triunfo.

No se ha detectado en la zona específica de la ciudad y sus alrededores rurales, ningún tipo de discontinuidad o falta que pudiese hacer pensar en movimientos relativos o eventos geológicos de características catastróficas.

## 2.6. DEMOGRAFÍA.

El Triunfo cuenta con un crecimiento poblacional demográfico de 4.5 % con una población actual de 44.778 habitantes, de los cuales 34.863 viven en el área urbana y 9.915 en el sector rural (INEC, 2010).

AREA # 0909	EL TRIUNFO		
Grupos quinquenales de edad			
	Urbano	Rural	Total
Menor de 1 año	629	205	834
De 1 a 4 años	3285	1018	4303
De 5 a 9 años	4256	1164	5420
De 10 a 14 años	4195	1144	5339
De 15 a 19 años	3414	997	4411
De 20 a 24 años	3100	920	4020
De 25 a 29 años	2699	764	3463
De 30 a 34 años	2657	667	3324
De 35 a 39 años	2125	604	2729
De 40 a 44 años	1816	497	2313
De 45 a 49 años	1654	424	2078
De 50 a 54 años	1236	374	1610
De 55 a 59 años	1084	301	1385
De 60 a 64 años	815	239	1054
De 65 a 69 años	720	187	907
De 70 a 74 años	509	169	678
De 75 a 79 años	300	100	400
De 80 a 84 años	195	85	280
De 85 a 89 años	106	29	135
De 90 a 94 años	42	17	59
De 95 a 99 años	26	7	33
De 100 años y más	-	3	3
<b>Total</b>	<b>34863</b>	<b>9915</b>	<b>44778</b>

Tabla 1: INEC 2010. Censo de Población y Vivienda 2010

## 2.7. VIVIENDA.

Las características de la construcción, de conservación y el uso de materiales de las viviendas del sector, son de características muy variadas. En el sector de las ciudadelas Seis de Julio, Santa Isabel, Santa Rosita, Genaro Maridueña del área urbana de la ciudad presenta una infraestructura de hormigón armado en un 55%, casas de caña guadua en un 20% y un 25% las casas son de construcción mixta. Por carecer de recursos tienden a originarse focos infecciosos en la época invernal, por el hacinamiento de agua en los patios de las viviendas ya que carecen de rellenos, drenaje de agua lluvias técnicamente construidos (González., 2012). El sector rural presenta viviendas donde priman la caña guadua y madera que a su vez no fueron concebidas con características sismo resistentes.

El sistema constructivo utilizado en las viviendas de hormigón armado es tradicional y en su gran mayoría son construidas sin un previo diseño arquitectónico o de ingeniería dejando así una vivienda con patologías estructurales, al igual que una mala ventilación, circulación, ubicación, etc. dejando un alto porcentaje de vulnerabilidad ante desastres naturales como terremotos.



Imagen 8: Vivienda tradicional del sector urbano. (2012)



Imagen 7: Viviendas del sector urbano de El Triunfo. (2012)

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema en sí se presenta en todo el planeta, el calentamiento global es un hecho científico (IPCC, 2007) que aumenta cada día y si en gran parte la construcción, y más aún las viviendas, son las responsables, es necesario revisar nuevas soluciones de vivienda que permitan un desarrollo sostenible de los recursos naturales que intervienen en el proceso de construcción.

El Triunfo forma parte de un concepto obsoleto para la época actual de lo que debería ser una ciudad. Esta ciudad presenta patologías arquitectónicas y urbanas faltantes de criterios como el bioclimatismo y sustentabilidad con las que sí contaban anteriormente muchas viviendas vernáculas de la zona y que se perdieron a medida que aparecían nuevos materiales, sistemas constructivos, tecnologías, etc. Se pretende detallar cada uno de los componentes internos y externos que conforman las viviendas en el sector urbano y rural para demostrar cómo afectan al medio ambiente debido a sus emisiones de gases de efecto invernadero que generan el calentamiento global.

*Es necesario precisar que el sector urbano y el mayor porcentaje de sus viviendas son realmente la causa del problema y será analizado con la finalidad de comparar diferentes teorías, estrategias y tecnologías sustentables. El enfoque hacia el sector rural se debe a que la escala y medios naturales aún son adecuados y se pretende de esta manera evitar que a medida que este se desarrolle llegue a presentar los mismos problemas de ciudades pequeñas como El Triunfo.*

### DÉFICIT HABITACIONAL.

El Ecuador actualmente tiene un déficit habitacional aproximado al 1 millón 200 mil unidades según datos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2010). El MIDUVI ha construido en el sector urbano del Cantón El Triunfo alrededor de 50 viviendas y la zona rural alrededor de 80 viviendas, a esto se suma la fundación Hogar de Cristo con aproximadamente 20 casas en el sector urbano marginal. A pesar de este apoyo gubernamental y de una fundación, El Triunfo padece de una evidente falta de viviendas que llegan a un 40% de su población que serían alrededor de 18000 viviendas faltantes (González., 2012).

### MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

La vivienda en sí acarrea múltiples acciones antes, durante y después de su fabricación y los materiales incorporados en las casas contienen un alto consumo energético (In UNEP/GRID-Arendal, 2011) en su elaboración como el cemento, acero, aluminio y con respecto a la madera, caña guadúa y agregados pétreos, su explotación se la realiza inconscientemente de recintos aledaños sin medir el impacto ambiental que esto produce, afectando a los habitantes del Cantón El Triunfo contaminando sus ríos, aire y tierra.

Energy cost of various construction materials

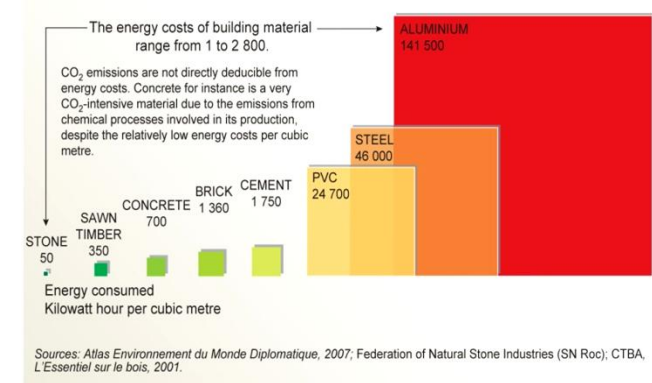


Imagen 9: Costo energético de varios materiales de construcción. Las emisiones de CO2 no son directamente deducibles de los costes energéticos. El concreto, por ejemplo, es un material con CO2 muy intenso debido a las emisiones de los procesos químicos que intervienen en su producción, a pesar de los costos de energía relativamente bajos por metro cúbico. (In UNEP/GRID-Arendal, 2011)

Tipo de la vivienda	URBANO		RURAL	
	Casos	%	Casos	%
Casa/Villa	7353	70,11%	2498	75,26%
Departamento en casa o edificio	740	7,06%	81	2,44%
Cuarto(s) en casa de inquilinato	684	6,52%	55	1,66%
Mediagua	655	6,25%	189	5,69%
Rancho	730	6,96%	362	10,91%
Covacha	209	1,99%	103	3,10%
Choza	38	0,36%	19	0,57%
Otra vivienda particular	71	0,68%	10	0,30%
Hotel, pensión, residencial u hostal	3	0,03%	1	0,03%
Otra vivienda colectiva	0	0,00%	1	0,03%
Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	1	0,01%		
Centro de rehabilitación social/Cárcel	1	0,01%		
Hospital, clínica, etc.	2	0,02%		
Convento o institución religiosa	1	0,01%		

Tabla 2: INEC 2010. Censo de Población y Vivienda. Total de viviendas en el área urbana y rural de El Triunfo.

### AGUA POTABLE.

Algunos de los problemas que presenta la red de agua potable actual es que la calidad de esta al llegar a cada una de las viviendas tiende a perder sus propiedades óptimas para el consumo humano donde en muchos casos se han presentado problemas de salud como diarrea, cólera, tifoidea entre otras enfermedades.

Existe un ineficaz uso del agua potable en actividades domesticas donde no es necesario utilizar agua limpia para su operación. El 56% del uso del agua en la vivienda no necesita ser potable y solamente el 44% debería pasar por un proceso de purificación (IAGUA, 2008). Es evidente el desperdicio de recursos energéticos y económicos que tiene el actual sistema de agua potable y los habitantes del Cantón son perjudicados al tener que pagar 56% de más por este servicio.

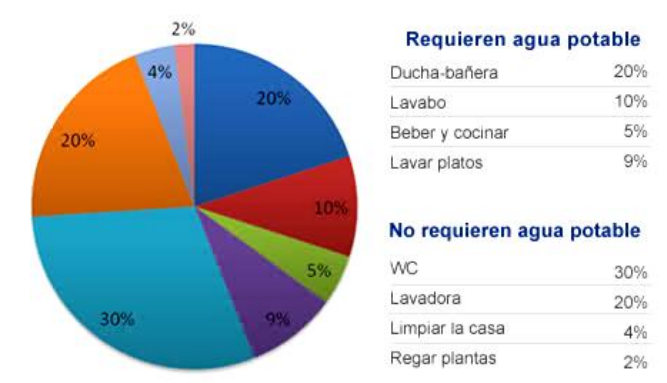


Imagen 10: Porcentaje de actividades domésticas que utilizan el agua potable. (IAGUA, 2008)

### ENERGÍA.

Cada vez que se implanta una vivienda en el Cantón El Triunfo esta lleva un conjunto de materiales de construcción con un alto consumo energético para su fabricación y esa energía nos cuesta a todos los ecuatorianos independientemente de donde se elaboren los materiales, la energía se incrementa proporcionalmente con la distancia que tiene que recorrer dicho material y desgraciadamente aun se genera energía de fuentes no renovables como las termoeléctricas que contaminan el ecosistema. Sumado a esto la energía incorporada para fusionar estos materiales para convertirlos en la vivienda y posteriormente el consumo eléctrico diario de por vida de la misma. La falta de un diseño habitacional bioclimático y sustentable hacen que el consumo energético sea aun mayor al utilizar aparatos eléctricos como ventiladores o aires acondicionados para dar mayor confort interior, la iluminación por medio de focos incandescentes durante el día y esto se traduce a un alto costo económico para las familias y en general al Estado ecuatoriano (CONELEC., 2009).

Año	Residencial	Comercial	Industrial	Alumbrado Público y Otros	Total
2009	4.690	2.649	4.148	1.906	13.393
2010	5.048	2.891	4.845	2.024	14.808
2011	5.401	3.148	5.838	2.114	16.502
2012	5.742	3.412	6.264	2.196	17.614
2013	6.065	3.672	6.667	2.272	18.676
2014	6.381	3.921	7.039	2.345	19.686
2015	7.166	4.160	7.593	2.417	21.335
2016	8.268	4.402	7.954	2.489	23.113
2017	9.317	4.648	8.333	2.564	24.862
2018	10.355	4.897	8.712	2.640	26.604
2019	11.213	5.151	9.120	2.717	28.201
2020	11.860	5.411	9.564	2.795	29.629
Participación el 2020	40%	18%	32%	9%	100%
Crecimiento 2009-2020	8,8%	6,7%	7,9%	3,5%	7,5%

Tabla 3: Proyección del consumo facturado de energía eléctrica (en gwh, escenario de crecimiento medio). (CONELEC., 2009)



### AGUAS SERVIDAS.

El servicio de aguas servidas es deficiente y abarca actualmente solo el 30% del área urbana mientras que en el sector rural se manejan localmente con pozos sépticos (Girón., 2012). Las aguas servidas del sector urbano atendido son enviadas a la laguna de oxidación que a pesar de estar alejada en la zona noroeste de la ciudad, nuevos asentamientos se encuentran cerca de esta, propiciando malos olores, y dentro de algunos años la ciudad es propensa a crecer en ese sector, proporcionándoles el mismo problema.

El crecimiento urbano también puede afectar la capacidad de tratamiento de la laguna de oxidación al tener excesos de aguas residuales. Hay que tomar en cuenta que este proceso de descomposición produce CO<sub>2</sub>, uno de los principales gases que causan el efecto invernadero y consecuentemente el calentamiento global.

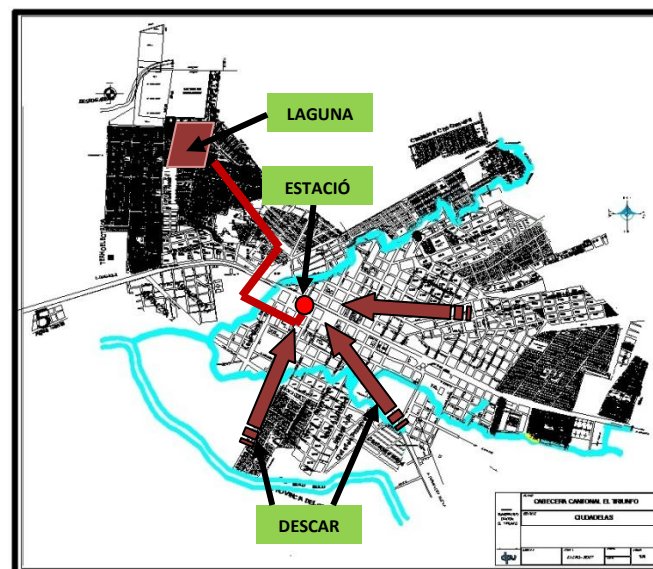


Imagen 11: Plano sanitario del Cantón El Triunfo 2011. Descargas de aguas servidas.

### AGUAS LLUVIAS.

La evacuación de aguas lluvias son descargadas a ríos y esteros de la localidad; desafortunadamente solo el 40% del área urbana dispone del servicio mientras que el sector rural no está atendido.

Existen sectores urbanos y rurales inundables debido a la topografía de la misma en la zona oeste y suroeste y muchas de las viviendas en ese sector se ven afectadas durante la temporada invernal. La zona urbana y rural al este de la ciudad no presenta mayores problemas por exceso de lluvias (Girón., 2012)

Un problema adicional es el desaprovechamiento de las aguas lluvias en las viviendas. Toda esta agua se pierde y no es captada para otros usos domésticos que no necesiten estar potabilizados. Las descargas pluviales a los ríos y corrientes subterráneas son abundantes y al no utilizar el área de cubierta de las viviendas para conducirla a reservorios, pequeñas poblaciones en zonas más bajas pueden ser afectadas por estos excesos, generando en muchos casos focos insalubres donde se generan mosquitos y enfermedades.

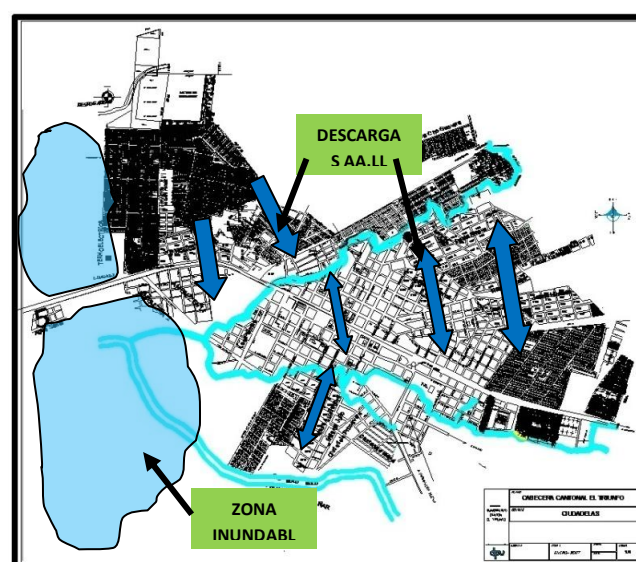


Imagen 12: Plano hidrográfico del cantón El Triunfo 2011. Descargas de aguas lluvias

### RECOLECCIÓN DE BASURA.

Este servicio solamente se lo realiza en el sector urbano, el sector urbano marginal y rural no se encuentra atendido aún en su totalidad. El sistema utilizado en el Cantón El Triunfo no separa los diferentes tipos de desechos, desaprovechando la posibilidad de reciclar algunos materiales. Toda la basura del Cantón es mezclada y arrojada en el botadero de basura donde luego es cubierta con tierra para la debida descomposición de algunos elementos orgánicos. Este proceso afecta a personas que viven en los alrededores ya que es un foco infeccioso, de malos olores y produce, al igual que las lagunas de oxidación, CO<sub>2</sub> que es uno de los principales gases que producen el efecto invernadero y consecuentemente el calentamiento global.

### ALIMENTOS.

En la zona rural existe cierta producción local de víveres y en algunos casos de animales debido a que cuentan con un espacio circundante natural que les permite desarrollar estas actividades. El consumo de alimentos provenientes de los mercados locales no certifica el origen de los mismos, sin saber que químicos fueron utilizados para su producción y el daño a la salud que pueden causar gradualmente. Las áreas verdes de una vivienda al no pensarse como pequeños espacios alternativos para producir ciertos alimentos tienen más gastos que si estas aportaran con un porcentaje de víveres por vivienda o por grupo de viviendas. El impacto actual al ecosistema de alimentos del Cantón El Triunfo es mayor ya que no se aprovechan todos los espacios dentro del perímetro de la vivienda y demás recursos que ahí existen como el agua, energía y abonos orgánicos que produce la misma.

### ÁREAS VERDES.

Existe una evidente necesidad de espacios verdes y de recreación dentro del espacio urbano del Cantón El Triunfo, donde solo el 10% se encuentra con pequeñas zonas de vegetación dispersa. Los recintos o zonas rurales debido a su ubicación aún cuentan con un porcentaje positivo de áreas verdes por habitante, convirtiéndose en los pulmones de la zona urbana del Cantón.

El problema se concentra en cada una de las viviendas que componen el área urbana al no tener árboles o pequeños espacios verdes que ayuden a contrarrestar con oxígeno los gases de efecto invernadero. La disminución y alteración de las precipitaciones se puede presentar a la falta de zonas verdes que necesitan de agua, viéndose perjudicado el sector agrícola que necesita dar mayor riego para sus plantaciones.

Cabe mencionar que los árboles y demás espacios verdes faltantes dejan de albergar una cantidad importante de aves, animales y organismos, y sin duda un entorno combinado de árboles y aves es más confortante y apreciable que observar elementos que agreden al paisaje urbano.

### CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

Es necesario saber cuáles son los responsables de la contaminación ambiental que afecta a diario distintas poblaciones alrededor del mundo y en este caso poblaciones como El Triunfo generan varios agentes que no solamente afectan la comunidad local sino mundial. Cada uno de los puntos antes mencionados que se desprenden de un solo elemento que es la vivienda actual en que vivimos y son el uso inadecuado e irresponsable del agua, energía, materiales de construcción, etc. que se suman a la generación de gases de efecto invernadero.

### DESASTRES NATURALES.

La mayoría de las viviendas construidas dentro del espacio urbano de El Triunfo responden a una estructura de hormigón armado (INEC, 2010) que no fue diseñada por algún profesional que conozca de los riesgos que conlleva la falta de conocimiento al momento de construir utilizando este sistema y el Ecuador está ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico<sup>1</sup> y es propenso a sufrir de temblores o terremotos que fácilmente pueden afectar a las construcciones que existen actualmente. El sector rural presenta viviendas donde priman la caña guadua y madera que a su vez no fueron concebidas con características sísmo resistentes.

Las inundaciones son otro problema principalmente durante el invierno afectando a muchas viviendas en el sector rural y urbano de la zona oeste y suroeste; zonas bajas y propensas a inundarse y estos estancamientos de agua posteriormente producen mosquitos que portan enfermedades (Girón., 2012).



Imagen 13: Similitud en inundaciones en provincia de Manabí, cantón Sucre, parroquia Charopotó, comunidad San Bartolo y Puerto Cañitas. Publicación diario Hoy. (2008)

<sup>1</sup> El Cinturón o Anillo de Fuego del Pacífico, también conocido como Cinturón Circumpacífico, está situado en las costas del océano Pacífico y se caracteriza por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que abarca. Incluye a Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Centroamérica, México, parte de Argentina, parte de Bolivia, parte de los Estados Unidos, parte de Canadá, luego dobla a la altura de las Islas Aleutianas y baja por las costas e islas de Rusia, Japón, Taiwán, Filipinas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea y Nueva. (Wikipedia, El Cinturón o Anillo de Fuego del Pacífico., 2012)

### CONCIENCIA ECOLÓGICA.

La población en general no tiene mayor conocimiento de que ocurre dentro de sus casas cada momento que encienden un foco, bajan la válvula del inodoro, consumen alimentos o incluso cuando llueve. La conciencia ecológica en las familias es tan mínima o nula en El Triunfo que tienen que pagar más por los recursos que utilizan para mantenerla.

Cada vivienda implantada en el Cantón funciona como un parásito que afecta un sistema obsoleto de consumo de recursos que se ha venido adaptando según el crecimiento poblacional y estos parásitos se han convertido en un problema masivo urbano que desde sus inicios debió ser concebida como una solución habitacional sustentable que ayude a este sistema en decadencia que siempre queda rezagado ante el crecimiento de la ciudad.



Imagen 14: Conciencia ecológica al escoger focos para la vivienda. (Google imágenes, 2012)

### 3.1. LA PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA.

El déficit de vivienda se convierte en un problema fundamental y conlleva elementos nocivos inherentes como los materiales de construcción, consumo de energía y agua, infraestructura sanitaria y se suman, desechos domésticos, alimentos contaminados, ausencia de áreas verdes, desastres naturales y contaminación ambiental. Se pretende demostrar cómo funcionan cada uno de los elementos vistos desde una perspectiva ecológica y sustentable y así dar a conocer como las casas que se incorporan a la red de servicios del Cantón El Triunfo, incorporan también múltiples factores contaminantes que agreden al ecosistema local y mundial. El sector rural de El Triunfo aún presenta una escala y medios naturales adecuados que permitirá desarrollar un diseño conceptual de vivienda sustentable a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes que contrarreste el impacto ecológico que tiene actualmente la ciudad. Varios científicos confirman que el actual sistema de vivienda en ciudades como El Triunfo son las causantes de gran parte del calentamiento global (IPCC, 2007).



Imagen 15: Representación de algunos de los problemas mencionados. (Google imágenes, 2012)

#### 4. OBJETIVOS.

##### 4.1. OBJETO DE ESTUDIO.

Vivienda rural como nuevo modelo de sustentabilidad.

##### 4.2. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar conceptualmente una vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de análisis de diferentes teorías, estrategias y tecnologías existentes.

##### 4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Analizar las viviendas actuales del sector urbano y rural enfocado al consumo de recursos naturales no renovables que intervienen en la construcción y uso posterior de la misma.
- Examinar varias teorías, estrategias y tecnologías sustentables y bioclimáticas, aplicables a un diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo
- Analizar y comparar sistemas habitacionales bioclimático-sustentables y sistemas habitacionales convencionales del sector urbano y rural de El Triunfo.
- Aplicar las teorías, estrategias y tecnologías seleccionadas a un diseño conceptual de vivienda sustentable enfocado a la zona rural de El Triunfo.

#### 5. METODOLOGÍA.

Esta tesis se la desarrollará a base de las siguientes fases:

- **FASE 1:** Análisis de viviendas convencionales en el sector rural y urbano.
- **FASE 2:** Estudio de diferentes Teorías, Estrategias y Tecnologías sustentables.
- **FASE 3:** Análisis comparativo entre sistemas sustentables y convencionales.
- **FASE 4:** Propuesta de un diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de las teorías, estrategias y tecnologías previamente analizadas.

- 
- **FASE 1.** Se analizarán las viviendas del sector rural y urbano de El Triunfo en su estado actual realizando estudios de campo, utilizando información de medios públicos y por medio de fuentes bibliográficas o páginas web que certifiquen su contenido. Dentro de los aspectos a tomarse en cuenta en el estudio están: Materiales de construcción, diseño bioclimático, energía, agua, aguas servidas, aguas lluvias, desechos domésticos, alimentos, áreas verdes, contaminación ambiental y desastres naturales. El enfoque del estudio es poder cuantificar la energía consumida en todas las etapas de la vivienda y demostrar el impacto ambiental que tienen estos aspectos vistos desde una perspectiva ecológica y sustentable que proporcionarán resultados para posteriormente ser comparados con sistemas sostenibles no convencionales. Lo que nos permitirá proponer correctivos en la fase 4.

- **FASE 2.** Para el estudio de diferentes teorías, estrategias y tecnologías sustentables inherentes a la vivienda se utilizará información bibliográfica al igual que expertos en el área de estudio y páginas web con contenido certificado. Este análisis se enfocará a los mismos aspectos antes mencionados en su primera fase y así obtener resultados para su futura comparación entre los sistemas convencionales y sustentables.
- **FASE 3.** En esta fase se realizará la comparación entre ambos sistemas convencionales practicados en El Triunfo y los obtenidos de las teorías, estrategias y tecnologías sustentables, revisadas en la Fase 2 anterior con la finalidad de identificar las diferencias a ser superadas.
- **FASE 4.** Se propondrá un diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías previamente seleccionadas Y APLICABLES a la situación y características propias del sector de estudio.

#### 5.1. Preguntas de investigación.

¿Qué niveles de contaminación y consumo de recursos naturales no renovables posee el actual sistema de vivienda del sector urbano y rural de El Triunfo?

¿Las diferentes teorías, estrategias y tecnologías sustentables son aplicables a un diseño de vivienda conceptual en un sector rural?

¿Los sistemas de vivienda sustentables son medioambientalmente mejores que los sistemas convencionales del sector urbano y rural de El Triunfo?

¿El desarrollo de una vivienda sustentable es la solución para evitar seguir contaminando el medioambiente?

¿El impacto ambiental local y mundial disminuiría si nuevas viviendas sustentables remplazaran el sistema convencional de vivienda?

### 6. MARCO TEÓRICO.

“La vivienda sustentable debe funcionar como un organismo en la naturaleza, este es independiente pero a su vez comparte con otras entidades los mismos nutrientes y demás esencias que los mantienen vivos, ayudando al mismo tiempo a mantener una armonía y equilibrio entre cada uno de ellos utilizando absolutamente todo lo que la tierra les brinda”. Juan J. Rodríguez, 2012.

#### 6.1. MARCO REFERENCIAL.

Se han escrito e investigado a nivel académico en los últimos años trabajos sobre el desarrollo ecológico y sustentable aplicando estrategias espaciales de eficiencia energética en la ciudad de Machala en el trabajo de graduación de (Ludeña, 2010).

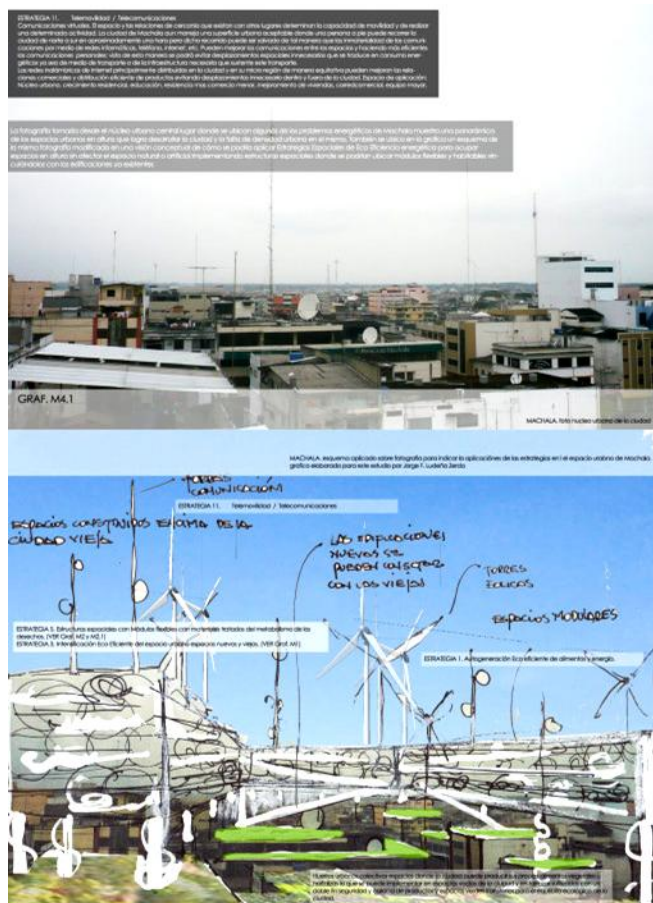


Imagen 16: Gráfico representado las posibilidades de eco-eficiencia energética en la Ciudad de Machala. (Ludeña, 2010)

Un enfoque muy relevante de este proyecto de tesis es el uso de conceptos como el **metabolismo urbano circular** (Cubasolar, 2005) el cual aportaría a la ciudad con un

diseño energético y de recursos en general autosuficiente.

Igualmente, un proyecto en Puerto López, que es otra tesis de graduación del autor (Gavilanes, 2010) el cual tiene como objetivo general “concentrar y optimizar la infraestructura de todas las entidades de gestión administrativa de Puerto López, en un edificio neutro en carbono”.

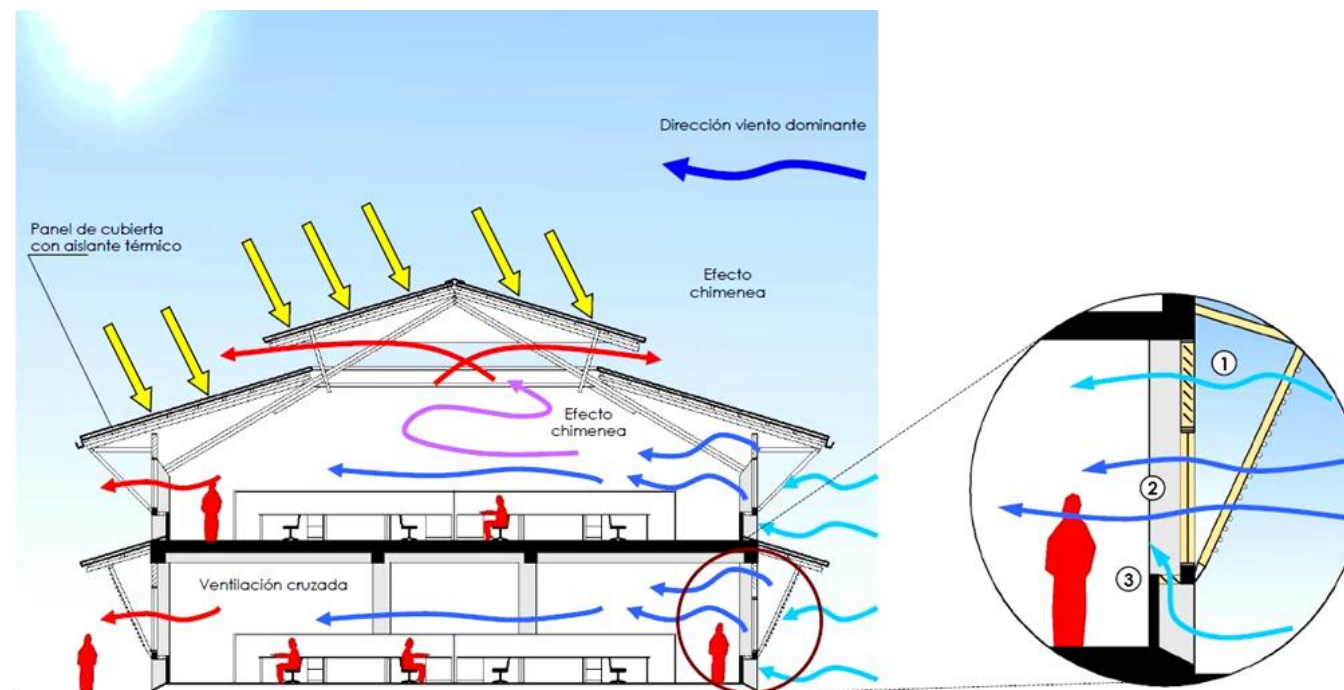


Imagen 17: Esquema de una ventilación bioclimática apropiada. (Gavilanes, 2010)

Dentro de este proyecto existen fundamentos aplicables al diseño conceptual de vivienda ya que este emplea la “selección de materiales de construcción, sistemas constructivos y diseños que requieran menos recursos no renovables y que tengan menor carga incorporada de energía son preferibles. De igual manera, materiales de construcción locales” (Gavilanes, 2010).

Otro aspecto fundamental aplicable a un diseño conceptual de vivienda sustentable es el aprovechamiento de aguas pluviales el cual puede abastecer gran parte de las diferentes necesidades domésticas y tomando en cuenta las precipitaciones de la zona que son bastante elevadas según datos del (INAMHI, 2000 - 2008).

De igual manera el correcto manejo de las aguas servidas y aguas grises de una vivienda

pueden ser tratadas de tal manera que dejen de ser un aspecto contaminante de la vivienda y pueda ser utilizado en beneficio de la misma como lo plantea en su proyecto de tesis (Gavilanes, 2010)

un crédito y se le aprueba, pueda aprovechar el ahorro económico que le significa el uso eficiente de la energía y agua o la aplicación de energías renovables, para incrementar su capacidad de pago y aspirar a una mejor vivienda” (INFONAVIT, 2008)



Imagen 18: Esquema funcional de la hipoteca verde. (INFONAVIT, 2008)

Otro método similar al previamente mencionado son **los bonos de carbono**, “un instrumento previsto en el Protocolo de Kyoto <sup>2</sup> que permite a las naciones emergentes acceder a una cierta financiación adicional para premiar proyectos concretados en su territorio tendientes a compensar emisiones de gases de efecto invernadero que realicen países desarrollados.

Un aporte significativo por parte del gobierno mexicano es el “Desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático” – programa específico de la comisión nacional de vivienda de México (Arqsustentable.net, 2009), el cual pretende abastecer en lo posible el déficit de vivienda con este proyecto que a su vez incorpora aspectos de eficiencia energética y uso racional del agua potable incorporando elementos arquitectónicos y tecnológicos capaces de abatir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La hipoteca verde “consiste en un crédito para vivienda que se otorga con la condición de que a la nueva casa se le incorporen criterios de sustentabilidad, particularmente de ahorro de energía (eléctrica y gas), aprovechamiento de energías renovables y ahorro de agua. El concepto permite que un ciudadano que solicita

<sup>2</sup> El Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. (Wikipedia, Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático, 2012)

## 6.2. MARCO CONCEPTUAL.

Es importante citar algunos de los conceptos más relevantes y que serán utilizados a lo largo de este trabajo de tesis, entre estos están:

- **Sustentabilidad.**

“En ecología, sostenibilidad o bien sustentabilidad describe cómo los sistemas biológicos se mantienen diversos y productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987).

- **Arquitectura sustentable.**

También denominada arquitectura sostenible, arquitectura verde, eco-arquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio ambiente y sus habitantes (Wikipedia, Arquitectura Sustentable, 2012).

Los principios de la arquitectura sustentable incluyen:

- La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético.
- La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos,

cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.<sup>3</sup>

- La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico<sup>4</sup>, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.
- **Arquitectura bioclimática.**

“Consiste en el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía” (Wikipedia, Arquitectura Bioclimática, 2012).

“La arquitectura bioclimática es una filosofía aplicable a todo el concepto de arquitectura y lo que pretende es conseguir que los objetos resultantes de la misma se ajusten a su entorno desde los orígenes de su concepción. El elemento arquitectónico así diseñado se integrará en el lugar adaptándose física y climáticamente a su entorno; materiales, colores, soluciones constructivas, serán valorados también desde una perspectiva de ahorro de energía y de adaptación al medioambiente” (Arquigráfico.com, 2011).

- **Metabolismo urbano.**

“Metabolismo urbano es el intercambio de materia, energía e información que se establece entre el asentamiento urbano y su entorno natural o contexto geográfico. La biosfera como todo sistema abierto intercambia sustancias y

disipa energía, y de este intercambio depende la capacidad reproductiva y de transformación del subsistema, por lo que es tan importante el sistema como el medio. Este sistema está formado por subsistemas, y el hombre, sus máquinas y sus redes de comunicación forman parte de sus diagramas energéticos y de información”.

“El metabolismo urbano determina nuestras exigencias de materias primas y el impacto que su empleo tiene en la biosfera, ayudándonos a comprender las relaciones entre estos materiales y los procesos sociales. Las áreas urbanas tienen una gran concentración de energía por unidad de superficie comparativamente con un campo de cultivo o un ecosistema natural” (Wikipedia, Metabolismo Urbano, 1990).

Un proyecto conceptual relevante es el estudio realizado por (3GATTI, 2010), “**Entes vivos habitables**”, el cual habla acerca de las posibilidades de crear una arquitectura genética que pueda auto-repararse, que tengan la posibilidad de ser fabricadas con piezas vegetales o de origen animal. La idea principal de este proyecto es la nueva generación de materiales para la construcción que tengan la capacidad de imitar la manera en que se regenera la piel humana o de animales, aplicándose estas dependiendo del tipo de clima y demás factores que afecten a la vivienda.

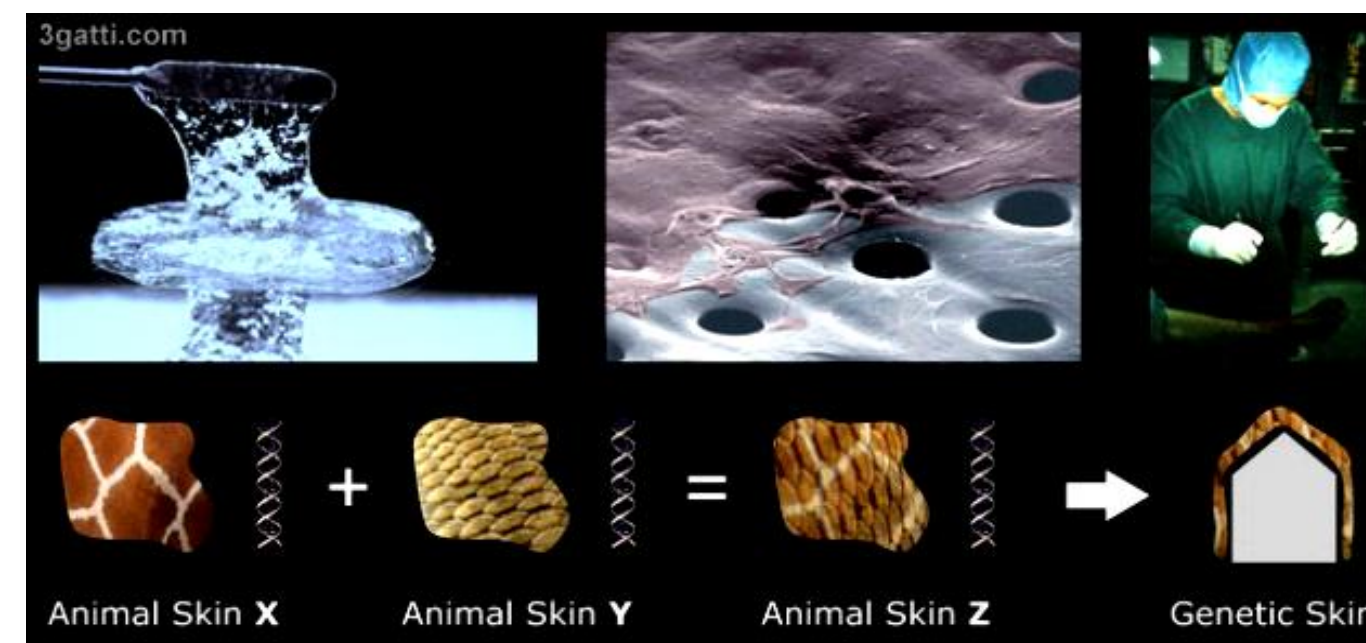


Imagen 19: Arquitectura genética y sus posibilidades funcionales como recubrimiento vivo. (3GATTI, 2010)

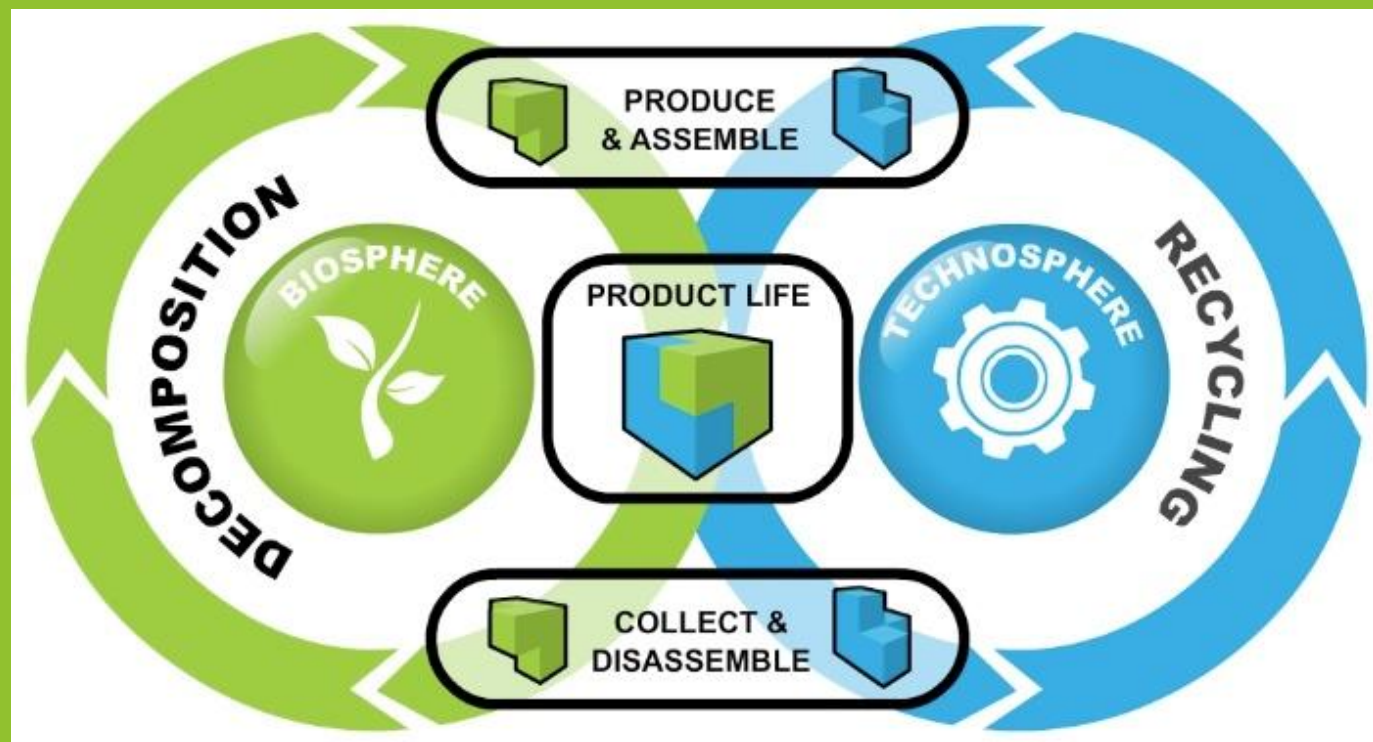
<sup>3</sup> Se denomina **energía renovable** a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, la biomasa y los biocombustibles. (Wikipedia, Energía Renovable, 2012)

<sup>4</sup> Puede definirse confort higrotérmico, o más propiamente comodidad higrotérmica (*en adelante CH*), como la ausencia de malestar térmico. En fisiología se dice que hay confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termorreguladores del cuerpo para una actividad sedentaria y con un ligero arropamiento. Esta situación puede registrarse mediante índices que no deben ser sobrepasados para que no se pongan en funcionamiento los sistemas termorreguladores (metabolismo, sudoración y otros). (Wikipedia, Confort higrotérmico, 2012)

- **Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna)** (McDonough, 2002)

De la cuna a la cuna (en inglés: *Cradle to Cradle*), subtítulo "Rediseñando la forma en que hacemos las cosas" es un libro innovador y revolucionario escrito por Michael Braungart y William McDonough en el que se propone una nueva forma de interpretar el ecologismo, la Próxima Revolución Industrial.

"Llevado a un ejemplo práctico esto implicaría que si un edificio gasta mucha energía con el aire acondicionado y la iluminación, en vez de optimizar el rendimiento de la maquinaria y la instalación de paneles fotovoltaicos, proponen concebir el edificio desde su inicio planteándose el aprovechamiento de la ventilación cruzada y de la iluminación natural, para no necesitar el gasto de energía que se produciría de otra forma. Incluso el edificio produciría más energía



*"Tradicionalmente la consigna principal del ecologismo ha sido "Reducir, reutilizar, reciclar". Los autores proponen mediante este libro un cambio de enfoque. Reducir el impacto sobre el medio ambiente provocaría una ralentización del mismo, pero más rápido o más despacio estaríamos llegando a un mismo final. Frente a este panorama proponen que se atajen los problemas desde su misma raíz, es decir, que en vez de reducir los consumos de energía, nos centremos en que desde el propio diseño y concepción de cualquier producto, estrategia o política se tengan en cuenta todas las fases de los productos involucrados (extracción, procesamiento, utilización, reutilización, reciclaje...) de manera que ni siquiera sean necesarios los gastos de energía, incluso que el balance de gastos y aportes sea positivo"* (McDonough, 2002).

de la que consume (y depuraría el agua que pasa por él, etc.)"

Los conceptos clave de la filosofía "de la cuna a la cuna" son intuitivos y enraizados en la imitación a la naturaleza, o de modo más preciso la conexión con ella; entre estos están los siguientes:

- La utilización de la energía que llega a la tierra ahora mismo (solar), en lugar de la energía almacenada en materiales procesados en el interior del planeta durante milenios (combustibles fósiles)
- El cierre completo de los ciclos de materiales: en los ecosistemas del planeta, no existe la basura. Nuestras sociedades pueden hacer lo mismo diseñando todos los productos de modo que los materiales se reciclen en el

mismo uso, o bien se reciclen "hacia arriba", es decir que el siguiente uso tenga más valor que el actual. Un ejemplo de este tipo de reciclaje real (que es el usado en los bosques y selvas del planeta) son materiales compostables: al integrarse en el ciclo biológico de materiales, una camiseta o par de zapatos compostables se convertirían en árbol, animal o nosotros mismos a través de la digestión de los materiales en compost y posterior fertilización de cultivos. El texto propone dos ciclos de materiales independientes e inmiscibles: el ciclo biológico (alimentos) y el ciclo técnico (aparatos, vehículos y otros bienes que no pueden mezclarse con los alimentos).

- Celebrar nuestra influencia en el planeta: mediante la llamada "gestión de la culpa", está generalizada la sensación de que sería mejor si no estuviéramos aquí, contaminando y extinguiendo especies diariamente. Sin embargo, desde este punto de vista es muy difícil ser creativo y verdaderamente positivo. Tratar de ser "menos malo" no es ser bueno. No obstante, ser bueno es posible, y también más emocionante. Existen tecnologías actuales que permiten el diseño de procesos y productos de tal modo que el consumo sea beneficioso para el planeta, como sucede en los ecosistemas desde el principio de los tiempos.
- **Energía renovable.**

"Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, la biomasa y los biocombustibles" (Wikipedia, Energía Renovable, 2012)

• **Eficiencia energética.**

"La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso" (AEE. Ahorro y eficiencia energética, 2012).

La Arq. Monica t. Farre conjuntamente con la secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de Argentina, con el debido uso de diferentes fuentes (CONAE, 2011), elabora un documento llamado "Manual de Buenas Prácticas" donde habla datos puntuales acerca de la Eficiencia Energética.

- Incorporación de variables sustentables para el desarrollo y el uso del sistema energético.
- Conjunto de acciones que nos llevan a consumir menos energía eléctrica.
- Capacidad de alcanzar mayores beneficios finales con menos recursos y con el menor impacto sobre el medio ambiente.
- Implementar medidas que permitan la reducción del consumo de energía eléctrica.
- Promover el desarrollo de tecnologías limpias para la generación de energía.
- Cambiar hábitos y actitudes para lograr una mayor eficiencia en el uso de la energía, uso racional de los recursos energéticos y preservación de nuestro medio ambiente.

### 6.3. MARCO HISTÓRICO.

#### La Boca de los Sapos.

Los habitantes de la costa en el siglo pasado usaron el “apócope” de “Boca”, para denominar las desembocaduras de los ríos. Todavía se escucha decir: La Boca de Yaguachi, las Dos Bocas, la Boca de los Tintos, la Boca de las Culebras y hasta la “Bocana”. A la entrada de la Ciudad de El Triunfo se encuentra un estero que por casualidad, tiene dos nombres, El primero “Rio Verde” y el segundo “Estero de los sapos” (Valdiviezo, 2003).

“Es preciso mencionar, que en aquel periodo de tiempo, entre 1930 y 1940, no se contaba con caminos; ni siquiera con guardarrayas motivo por el cual, los moradores de los campos acostumbraban fabricar sus modestas viviendas de caña guadua, a las orillas de los ríos, por ser estos las únicas vías de comunicación” (Valdiviezo, 2003).

“Junto a la desembocadura del Estero de los Sapos en el río Bulu Bulu, estaba asentado un caserío. Este caserío situado junto a la desembocadura del Estero de los Sapos en el río Bulu Bulu, fue denominado “LA BOCA DE LOS SAPOS” y adquirió una popularidad no solamente en el medio, sino que dado su nombre folklórico, se lo conoció fuera de la Provincia casi a nivel nacional” (Valdiviezo, 2003)

#### La Carretera Duran - Tambo.

A fines de la década de los cuarenta, en 1948, la compañía INCA, constructora de la carretera Durán – Tambo, llega con el desbroce de la misma, hasta las orillas del río Verde, situado a la entrada de la población, actualmente El Triunfo. Es precisamente este río, que impide el cruce de la maquinaria de la compañía INCA, la misma que tiene que acampar en dichas orillas y construye un gran campamento que sirve para guardar la maquinaria y alojar a sus trabajadores.

Los habitantes del caserío Boca de los Sapos, no pensaron dos veces, para ver la carretera en proyecto y trasladar sus viviendas, en poco tiempo, se formó ya no solamente un caserío, sino un recinto al que pusieron el nombre de BOCA DE LOS SAPOS.

#### Segundo bautismo del Recinto “Boca de los Sapos.”

“En el verano de 1960, el doctor José María Velasco Ibarra, en un fin de semana, llegó al recinto Boca de los Sapos. Él realizaba su campaña electoral para ascender por cuarta ocasión, a la Presidencia de la república. La población que asistió al discurso del Doctor Velasco, no cesaban de gritar “¡LOS SAPOS CON VELASCO!, ¡LOS SAPOS CON VELASCO!”. Este pregón tenía doble sentido, el mismo que fue captado por el doctor Velasco que aprovechó para decir. “Este nombre de sapos es muy feo para este pueblo tan bonito, tan protagonista y tan noble, yo le voy a poner otro nombre a este bello pueblo. Le voy a poner otro nombre que se merece el pueblo y que se merecen ustedes. Yo le voy a bautizar a este pueblo con el nombre de EL TRIUNFO”. Y todos empezaron a gritar ¡EL TRIUNFO CON VELASCO! Desde esa tarde de verano de 1960 el Recinto Boca de los Sapos, pasó a llamarse El Triunfo” (Valdiviezo, 2003).



Imagen 20: Dr. José María Velasco Ibarra en uno de sus discursos que lo caracterizaban. (Política y sociedad, 2008)

Durante esta época, nace en los triunfenses la idea de parroquializar el recinto. De entre el grupo de personas que querían parroquializar el recinto, un grupo más reducido integran un Pre-Comité Pro-Parroquialización. Pre-Comité que en pocos días se constituye en forma definitiva.

Mientras este grupo de personas trataba de enrumbar al recinto hacia su Parroquialización, otro grupo de ciudadanos forman la “SOCIEDAD DE COMERCIANTES AMANTES DEL PROGRESO”. La verdadera intención de esta Sociedad, era la de también formar un comité

Pro-Parroquialización y posteriormente se da un distanciamiento entre los dos grupos. La Sociedad de Comerciantes Amantes del Progreso se desintegra a raíz de esta polémica. El día 7 de noviembre de 1968, se funda la “SOCIEDAD DE COMERCIANTES Y ANEXOS” (Valdiviezo, 2003).



Imagen 21: El Triunfo. Vista panorámica del sector comercial del centro de la ciudad, 2012.



Imagen 22: El Triunfo. Vista panorámica de la municipalidad de la ciudad, 2012.

“La Sociedad de Comerciantes y Anexos tienen una trayectoria muy importante y destacada en la historia de El Triunfo y el comité Pro-Parroquialización es integrado en su totalidad por socios de esta entidad. El 24 de Junio de 1968 la I. Municipalidad de Yaguachi, emite la ordenanza que crea la Parroquia El Triunfo que es aprobada el 8 de Abril de 1969 por el Ministro de Gobierno y Municipalidades, Hugo Larrea Benalcazar”.

“Su cantonización posteriormente se consiguió gracias al esfuerzo y decisión de un grupo de pobladores que buscaban la superación y separación del cantón Yaguachi. La Cámara Nacional de Representantes, presidida por el señor Gary Esparza Fabianni, expide la Ley de Creación del cantón El Triunfo” (Valdiviezo, 2003). Es el XIII cantón en creación, con fecha del 25 de agosto de 1983 en que el Gobierno del Dr. Oswaldo Hurtado Larrea. Publicado en el Registro Oficial No. 584 del 22 de Septiembre del mismo año (Guayas, 2012).

### 6.4. MARCO JURÍDICO.

*Debido a la falta de información por parte de la Municipalidad del Cantón El Triunfo, con respecto a normas y ordenanzas urbanas y arquitectónicas, se procedió a utilizar el Código Orgánico De Organización Territorial, Autonomía Y Descentralización (COOTAD, 2010) del cual se toman los artículos pertinentes al tema de tesis.*

Varios de los artículos dentro de las normas y ordenanzas del COOTAD promueven y avalan proyectos y propuestas con características sustentables como las expresadas en esta tesis. Del mismo modo la constitución del 2008, se encuentran algunos artículos, que mencionan lo valioso e importante que es preservar la naturaleza y todo ser viviente. La información correspondiente dentro de este capítulo estará ubicada al final de esta tesis en anexos.

### 7. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.

Para el desarrollo en esta etapa de tesis, es necesario el análisis de viviendas rurales y urbanas convencionales para lo cual se utilizaron algunos indicadores de selección basados en teorías energéticamente sustentables y criterios de sustentabilidad general en cada vivienda.

La selección de prospectos de vivienda en el sector rural se lo realizó en el recinto El Achiote que se encuentra a 12 Km del cantón El Triunfo en la vía a Bucay. Se utilizó este recinto debido a su relativa cercanía con la ciudad, su topografía elevada y tipo de suelo en esa zona impide que haya inundaciones; al mismo tiempo se pretende ubicar el "Diseño Conceptual De Vivienda Sustentable" en un espacio próximo al lugar de estudio y que sirva de referencia para datos a usarse posteriormente.

Entre los principales indicadores de selección se tomó en cuenta los siguientes:

- Las patologías de sustentabilidad intrínsecas en el contexto de la vivienda.
- Se tomaron en cuenta las viviendas que se encontraban fuera del casco comercial-habitacional del cantón El Triunfo y de esta manera concentrar el análisis donde es necesario.
- Se escogieron las viviendas de zonas nuevas de expansión de la ciudad.
- Por motivos de comparación sustentable, se evaluaron viviendas que contaban con los servicios básicos municipales y otras que carecían de los mismos.
- Viviendas en procesos de mejoría o perfeccionamiento desde el punto de vista constructivo.
- Se utilizaron premisas teóricas como el metabolismo urbano y la eco-eficiencia energética enfocada a la vivienda.

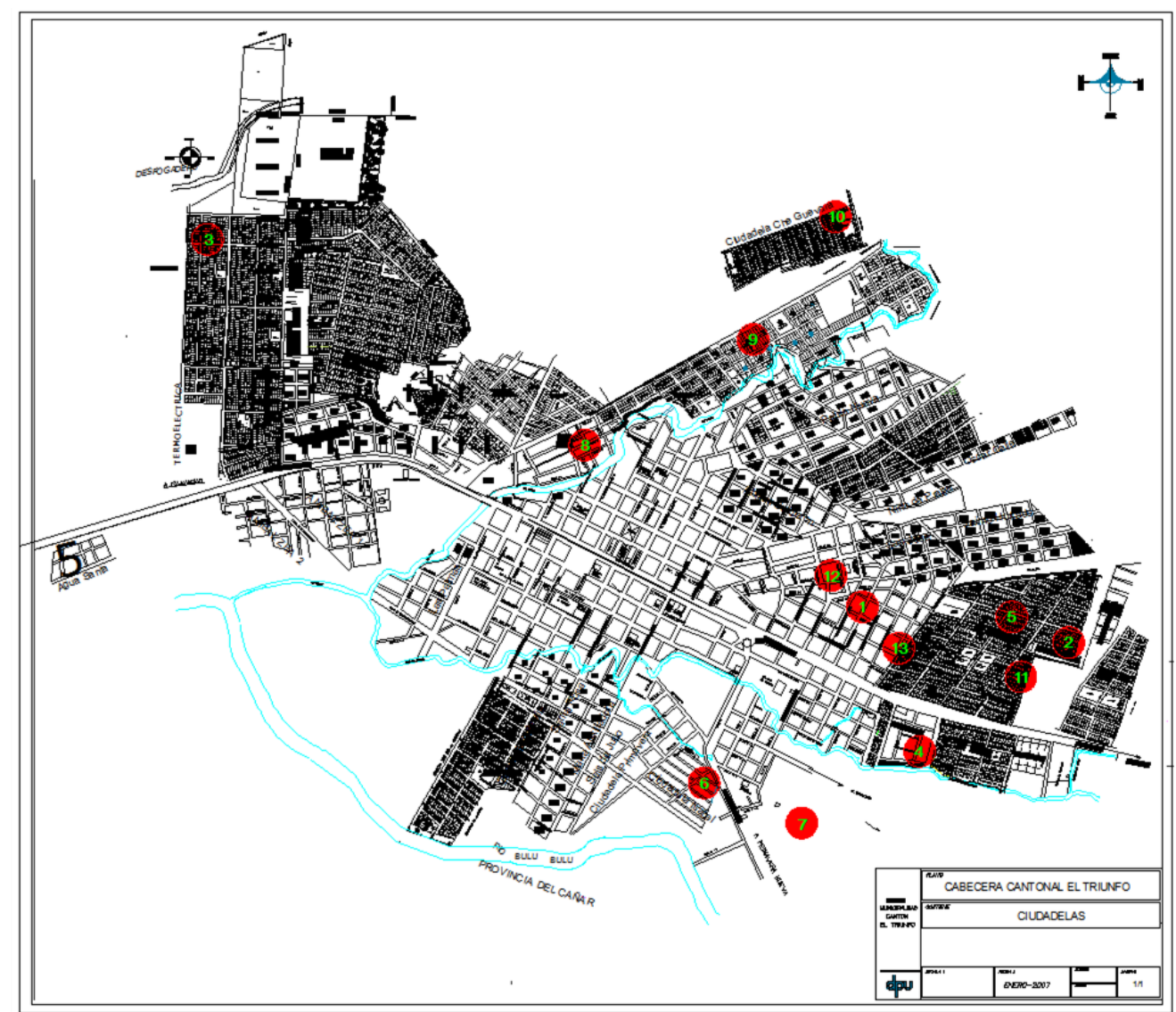


Imagen 23: Ubicación de prospectos de viviendas a ser analizadas con respecto al plano de la ciudad de El Triunfo (2012).



Diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes.



Posterior a esto se utilizaron criterios de selección en base a tipologías predominantes según datos del INEC y el censo de población y vivienda del 2010 entre los cuales se tomaron los siguientes:

- Tipo de vivienda.
- Material de piso.
- Materiales de paredes exteriores.
- Material de techo o cubierta.

AREA # 0909 EL TRIUNFO	URBANO		RURAL	
	Casos	%	Casos	%
Tipo de la vivienda				
Casa/Villa	7353	70,11%	2498	75,26%
Departamento en casa o edificio	740	7,06%	81	2,44%
Cuarto(s) en casa de inquilinato	684	6,52%	55	1,66%
Mediagua	655	6,25%	189	5,69%
Rancho	730	6,96%	362	10,91%
Covacha	209	1,99%	103	3,10%
Choza	38	0,36%	19	0,57%
Otra vivienda particular	71	0,68%	10	0,30%
Hotel, pensión, residencial u hostal	3	0,03%	1	0,03%
Otra vivienda colectiva	0	0,00%	1	0,03%
Cuartel Militar o de Policía/Bomberos	1	0,01%		
Centro de rehabilitación social/Cárcel	1	0,01%		
Hospital, clínica, etc.	2	0,02%		
Convento o institución religiosa	1	0,01%		
<b>Total</b>	<b>10488</b>	<b>100%</b>	<b>3319</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 7: Tipo de vivienda. (INEC, 2010)

AREA # 0909 EL TRIUNFO	URBANO		RURAL	
	Casos	%	Casos	%
Material del piso				
Duela, parquet, tablón o piso flotante	108	1,24%	43	1,70%
Tabla sin tratar	854	9,79%	352	13,90%
Cerámica, baldosa, vinil o mármol	1443	16,55%	197	7,78%
Ladrillo o cemento	5484	62,88%	1665	65,73%
Caña	249	2,86%	146	5,76%
Tierra	519	5,95%	109	4,30%
Otros materiales	64	0,73%	21	0,83%
<b>Total</b>	<b>8721</b>	<b>100%</b>	<b>2533</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 6: Material de piso. (INEC, 2010)

AREA # 0909 EL TRIUNFO	URBANO		RURAL	
	Casos	%	Casos	%
Material del techo o cubierta				
Hormigón (losa, cemento)	1628	18,67%	160	6,32%
Asbesto (eternit, eurolit)	173	1,98%	122	4,82%
Zinc	6787	77,82%	2193	86,58%
Teja	45	0,52%	25	0,99%
Palma, paja u hoja	24	0,28%	12	0,47%
Otros materiales	64	0,73%	21	0,83%
<b>Total</b>	<b>8721</b>	<b>100%</b>	<b>2533</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 4: Material de techo o cubierta. (INEC, 2010)

AREA # 0909 EL TRIUNFO	URBANO		RURAL	
	Casos	%	Casos	%
Material de paredes exteriores				
Hormigón	851	9,76%	176	6,95%
Ladrillo o bloque	6133	70,32%	1731	68,34%
Adobe o tapia	15	0,17%	7	0,28%
Madera	221	2,53%	106	4,18%
Caña revestida o bahareque	649	7,44%	126	4,97%
Caña no revestida	825	9,46%	380	15,00%
Otros materiales	27	0,31%	7	0,28%
<b>Total</b>	<b>8721</b>	<b>100%</b>	<b>2533</b>	<b>100%</b>

Tabla 5: Material de paredes exteriores. (INEC, 2010)

Estos datos permitieron tamizar de mejor manera las viviendas que debían ser tomadas en cuenta para el análisis de las cuales en el área urbana fueron seleccionadas 13 casas y 7 en el sector del recinto El Achiote.

Luego de haber obtenido estos prospectos de vivienda, se utilizaron criterios de selección de la muestra específica y de esta manera se obtuvo 1 resultado en el sector urbano de El Triunfo y 1 en el sector rural en el recinto El Achiote, las mismas que serán estudiadas en base a los objetivos planteados previamente.

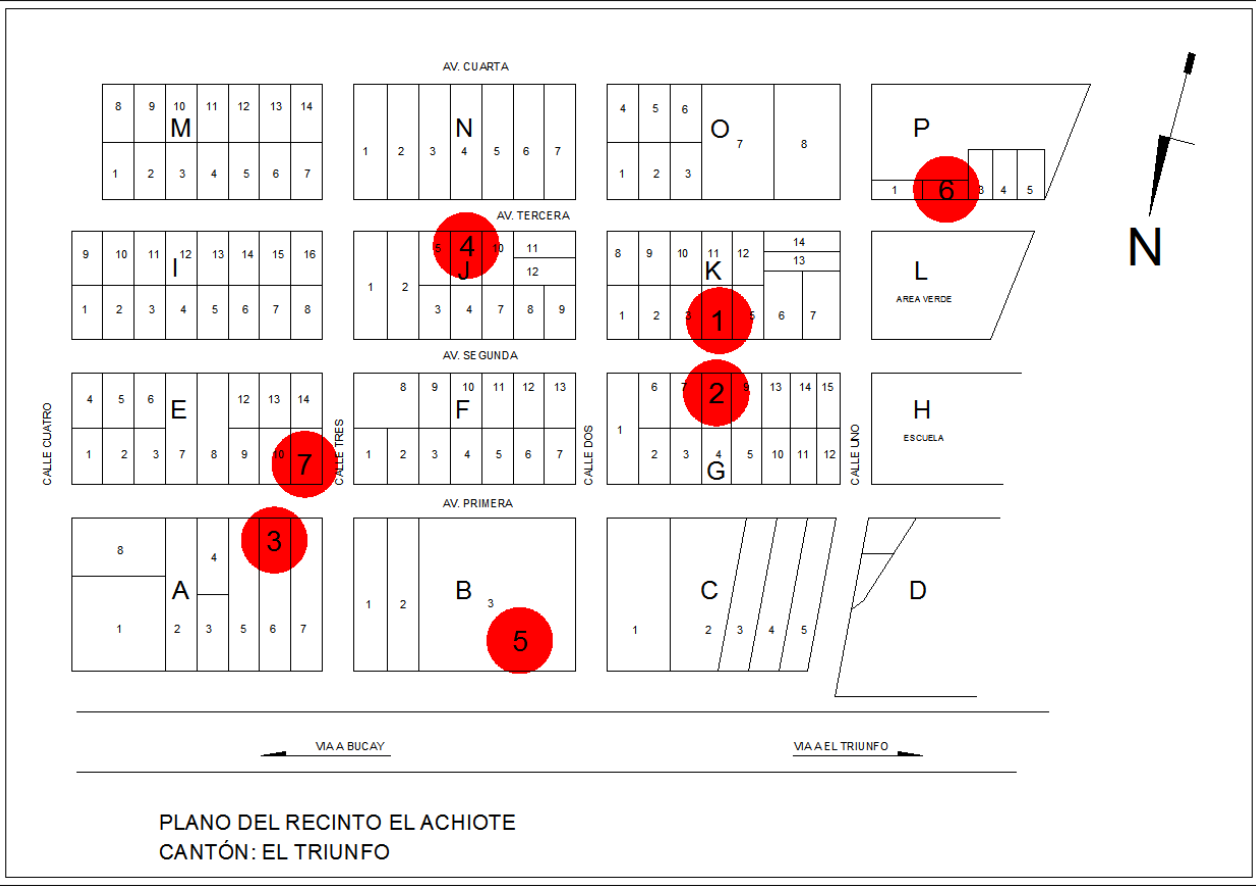


Imagen 24: Ubicación de prospectos de viviendas a ser analizadas con respecto al plano del recinto El Achiote (2012).



La vivienda seleccionada en el sector urbano fue la número 5 ya que esta obtuvo un mayor puntaje con respecto a los criterios de selección de la muestra específica.



En el recinto El Achote se seleccionó la casa número 7 donde hubo características volumétricas y elementos similares en comparación con las viviendas del sector urbano, con diferencias en servicios básicos disponibles.



Una vez seleccionadas estas viviendas, se realizarán estudios basados en el objetivo planteado para esta primera fase de tesis en la cual existen distintos componentes que ayudarán a conocer de mejor manera cada una de las características de la vivienda convencional urbana y rural a través de los elementos que la componen como los materiales de construcción y su impacto ambiental, el uso de energía, el consumo de agua, desalojo de aguas servidas y aguas lluvias, desechos domésticos y su huella ecológica, los alimentos que consume la familia, las áreas verdes en el contexto de la vivienda, desastres naturales que puedan afectar la integridad de la casa y el conocimiento de temas ecológicos por parte de los que la habitan.

El Triunfo sector urbano											Criterio de selección de muestra específica						
Análisis comparativo de casas. Criterio de selección tipologías predominantes del INEC. CENSO 2010.																	
No. Casa	AA.PP	Pozo, tanque elevado	AA.SS	Pozo Séptico	Electricidad	m2 Casa	Número de plantas	Materiales paredes exteriores	Materiales cubierta	Material de Piso	Altura y volumen predominante de vivienda	Patología en comportamiento o bioclimático.	Dotación de servicios básicos	Dimensión de la vivienda predominante del medio entre 50-80m2	Materiales de construcción predominantes del medio	Áreas verdes frutales u hortalizas.	TOTAL
1	X		X		X	48	1	Ladrillo/estructura metálica	Zinc/est. Metálica	Cemento	SI	SI	SI	NO	NO	NO	3
	X		X		X	12	1	Caña y madera	Zinc/est. Madera	Madera, palafito	NO	SI	SI	NO	NO	NO	2
2	X		X	X	X	320	2	Bloque enlucido/est. Hormigón	Zinc/est. Metálica	Madera, palafito	NO	NO	SI	NO	SI	SI	3
3	X			X	X	42	1	Caña y madera	Zinc/est. Madera	Madera	SI	SI	NO	NO	NO	SI	3
4		X		X	X	56	1	Ladrillo, frente enlucido/est. Hormigón	Zinc/est. Madera	Cemento	SI	SI	NO	SI	SI	NO	4
5	X	X	X		X	54	1	Ladrillo, frente enlucido/est. Hormigón	Zinc/est. Metálica	Cemento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6
6	X			X	X	80	1	Bloque semi enlucido /est. Hormigón	Zinc y duratecho /est. Metálica y madera	Madera	SI	SI	NO	SI	SI	SI	5
7	X			X	X	160	1	Bloque, frente enlucido /est. Hormigón	Zinc/est. Madera	Cemento	SI	SI	NO	NO	SI	SI	4
8	X			X	X	108	1	Ladrillo frente enlucido /est. Hormigón	Zinc / est. Madera	Cemento	SI	SI	NO	NO	SI	NO	3
9	X			X	X	88	1	Ladrillo frente enlucido /est. Hormigón	Zinc/est. Metálica	Cemento	SI	SI	NO	NO	SI	SI	4
10	X			X	X	56	1	Ladrillo frente enlucido /est. Hormigón	Zinc/est. Metálica	Cemento	SI	SI	NO	SI	SI	SI	5
11		X		X	X	42	1	Ladrillo /est. hormigón	sin cubierta todavía	Cemento	SI	NO	NO	NO	SI	SI	3
		X		X	X	30	1	Caña y madera	Zinc/est. Madera	Madera, palafito	NO	SI	NO	NO	NO	SI	2
12	X		X	X	X	96	1	Bloque enlucido/est. Hormigón	Asbesto / est. Madera	Baldosa	SI	SI	SI	NO	SI	NO	4
13	X		X		X	80	2	Ladrillo y bloque/est. Hormigón	Zinc/est. Metálica	Cemento	NO	SI	SI	SI	SI	SI	5

Tabla 8: Análisis comparativo de casas sector urbano. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

El Triunfo sector rural - Recinto el Achote											Criterio de selección de muestra específica						
Análisis comparativo de casas. Criterio de selección tipologías predominantes del INEC. CENSO 2010.																	
No. Casa	Agua de pozo, bomba a presión general El Achote	Pozo/tanque elevado	AA.SS	Pozo Séptico	Electricidad	m2 casa	Número de plantas	Materiales paredes exteriores	Materiales cubierta	Material de Piso	Altura y volumen predominante de vivienda	Patología en comportamiento o bioclimático.	Dotación de servicios básicos	Dimensión de la vivienda predominante del medio entre 50-80m2	Materiales de construcción predominantes del medio	Áreas verdes frutales u hortalizas.	TOTAL
1	X			X	X	64	1	Ladrillo enlucido /est. Hormigón	Zinc/est. Metálica	Cemento	SI	SI	SI	SI	SI	NO	5
2	X			X	X	80	1	Bloque enlucido/est. Hormigón	Zinc/est. Madera	Cemento	SI	SI	SI	SI	SI	NO	5
3	X			X	X	82	1	Ladrillo enlucido /est. Hormigón	Duratecho y Zinc /est. Metálica	Cemento	SI	SI	SI	NO	SI	SI	5
4	X			X	X	120	2	Ladrillo enlucido /est. Hormigón	Losa de hormigón	Cerámica	NO	SI	SI	NO	SI	NO	3
5	X			X	X	234	2	Bloque enlucido/est. Hormigón	Zinc/est. Madera	Cemento y madera	NO	SI	SI	NO	SI	SI	4
6	X			X	X	60	1	Ladrillo enlucido /est. Hormigón	Duratecho /est. Metálica	Cemento	SI	SI	SI	SI	SI	NO	5
7	X	X		X	X	74	1	Ladrillo enlucido /est. Hormigón	Zinc/est. Madera	Cemento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	6

Tabla 9: Análisis comparativo de casas sector rural. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

## 8. ANÁLISIS DE LA VIVIENDA URBANA EN EL TRIUNFO.

### 8.1. Caracterización de la vivienda urbana.

#### 8.1.1. Ubicación.

La vivienda urbana se encuentra ubicada en la cooperativa la Carmela 1, calle Humberto Calle Flores y calle K-1 solar 1.

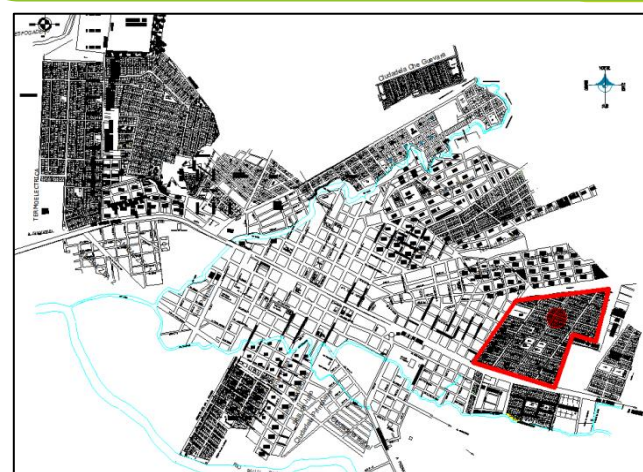


Imagen 25: Ubicación de la Ciudadela La Carmela 1 con respecto al plano general de El Triunfo (2012).

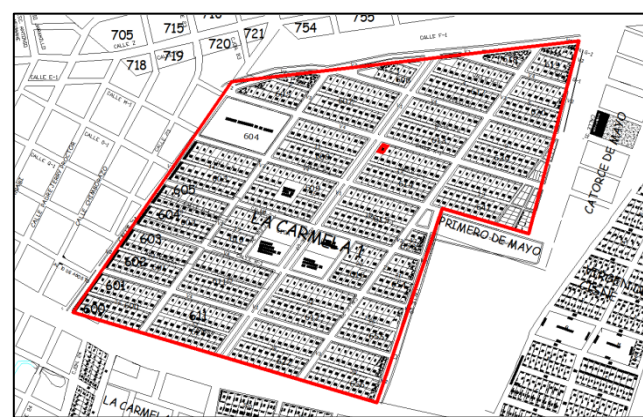


Imagen 26: Ubicación de la vivienda con respecto a la Ciudadela La Carmela 1 (2012).



Imagen 27: Ubicación de la vivienda con respecto a la manzana 12 (2012).

### Características geográficas.

#### Soleamiento.

La fachada principal está orientada al Oeste, la fachada posterior al Este, fachada lateral derecha hacia el Norte y la fachada lateral izquierda al Sur. La temperatura del aire a la sombra promedia un máximo de 29°C y la mínima de 21,6°C (INAMHI, 2000 - 2008).

Esta orientación afecta considerablemente los niveles térmicos de confort en el interior de la vivienda, los mismos que se han pretendido minimizar con el uso de vegetación en los alrededores, datos obtenidos a través de una entrevista a sus habitantes.

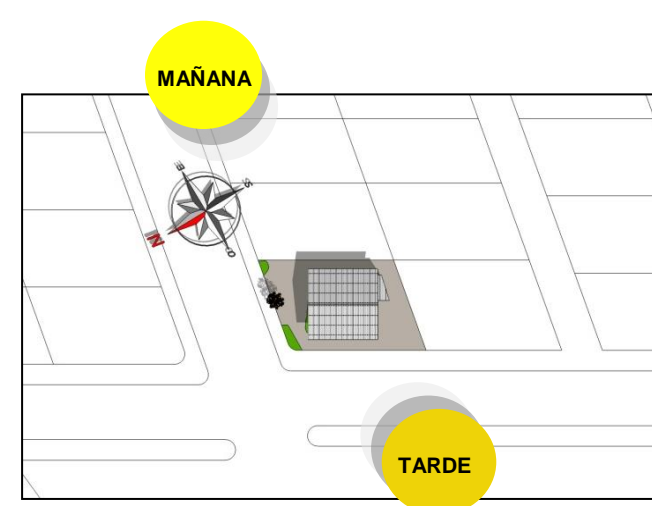


Imagen 28: Modelo digital de implantación de la vivienda en sitio con una insolación de ensayo en Marzo a las 15:00.

#### Vientos.

Los vientos predominantes van dirección Sur – Norte, con una velocidad media de 2,0 Km/h.<sup>54</sup>

La ubicación, posición y características arquitectónicas de la vivienda con respecto a la dirección predominante del viento impiden que exista una renovación del aire en su interior y ayude a un mejor confort térmico de sus ocupantes.

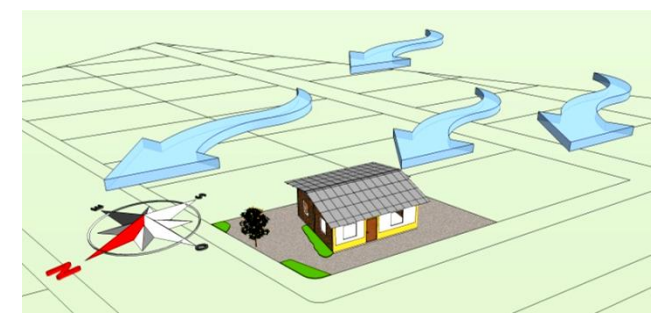


Imagen 29: Modelo digital de la vivienda representando dirección del viento.

#### Precipitaciones.

Las precipitaciones anuales promedian los 1.527,14 mm/m<sup>2</sup>, con una humedad relativa del 83%, según promedio de lecturas del (INAMHI, 2000 - 2008).

#### Topografía.

La topografía del sector es relativamente plana y debido a su ubicación con respecto al resto de la ciudad está más alta y no existen antecedentes de inundaciones.

Por medio del análisis de la columna estratigráfica de algunos de los pozos realizados en la ciudad, se determina que en todos existe una cubierta de suelo vegetal no mayor de 2 m de espesor, la misma que en la generalidad de los pozos recubre a capas de grava, gravilla y algo de arena, secuencia que es casi continua hasta la profundidad alcanzada, con intercalaciones de arcilla variable entre 2,8 y 12 m de espesor (Garay., 2012).

Este tipo de suelo ayuda a que el agua se filtre fácilmente a aguas subterráneas o acuíferos que atraviesan el cantón.

#### 8.1.2. Características de vivienda.

La vivienda es una villa construida hace aproximadamente 8 años de una sola planta de 60 m<sup>2</sup>, y un terreno esquinero de 180 m<sup>2</sup>.

En esta casa viven de forma permanente 3 adultos y un niño y frecuentan 2 adultos durante actividades diarias a excepción de dormir.

#### Servicios básicos.

Cuentan con acometida de electricidad y AA.PP, AA.SS, recolección de basura y antena de televisión convencional. No hay sistema de recolección de AA.LL y sistema telefónico.

#### Tipo de paredes.

Todas las paredes son de ladrillo artesanal visto, enlucido solo exterior de fachada principal. Existe un total de 110,7 m<sup>2</sup> de pared en toda la casa y 19 m<sup>2</sup> de enlucido exterior en la fachada principal y 19,40 m<sup>2</sup> en paredes del baño. El ladrillo como material de construcción de las paredes, es insuficiente para proteger térmicamente el confort interno de la vivienda.

#### Tipo de cubierta.

La cubierta a dos aguas está conformada por planchas de zinc y su estructura es metálica con un total de 86,17m<sup>2</sup>. Este tipo de material calienta el interior de la vivienda durante días soleados y sus características formales no le permiten evacuar el aire caliente que se acumula en la parte superior de esta.

#### Tipo de puertas, ventanas y piso.

La puerta principal de ingreso es de madera y de 2,10 x 1,00 m y no existen puertas internas, solo los boquetes de 2,10 x 0,80 m para cada dormitorio y se usan cortinas de tela para ingresar a los mismos. Las ventanas cuentan solamente con rejas y en algunos casos ubican telas o plásticos a manera de cortinas. La falta de ventanas en el dormitorio en la parte posterior afecta a la iluminación y ventilación natural del mismo y del resto de la vivienda. El piso es de cemento pulido con un total de 55,63m<sup>2</sup> incluido piso de baño.



Imagen 30: Imagen exterior de la vivienda en el sector urbano (2012).

### 9. COMPONENTES DE LA VIVIENDA.

Para poder proponer un "diseño *conceptual de vivienda sustentable*" es necesario entender de mejor manera como funciona una vivienda convencional actual y desglosar cada uno de sus componentes para ser analizados desde un enfoque sostenible, bioclimático y ecológico.

Detrás de este dispositivo habitable existen diversos componentes que se encuentran relacionados entre sí y funcionan en conjunto para que esta pueda desarrollarse naturalmente.

La vivienda convencional en sí no es más que un conjunto de elementos, espacios y actividades que la transforman de alguna manera en un parásito devorador de recursos y generador de desechos.

Los componentes a estudiar son:

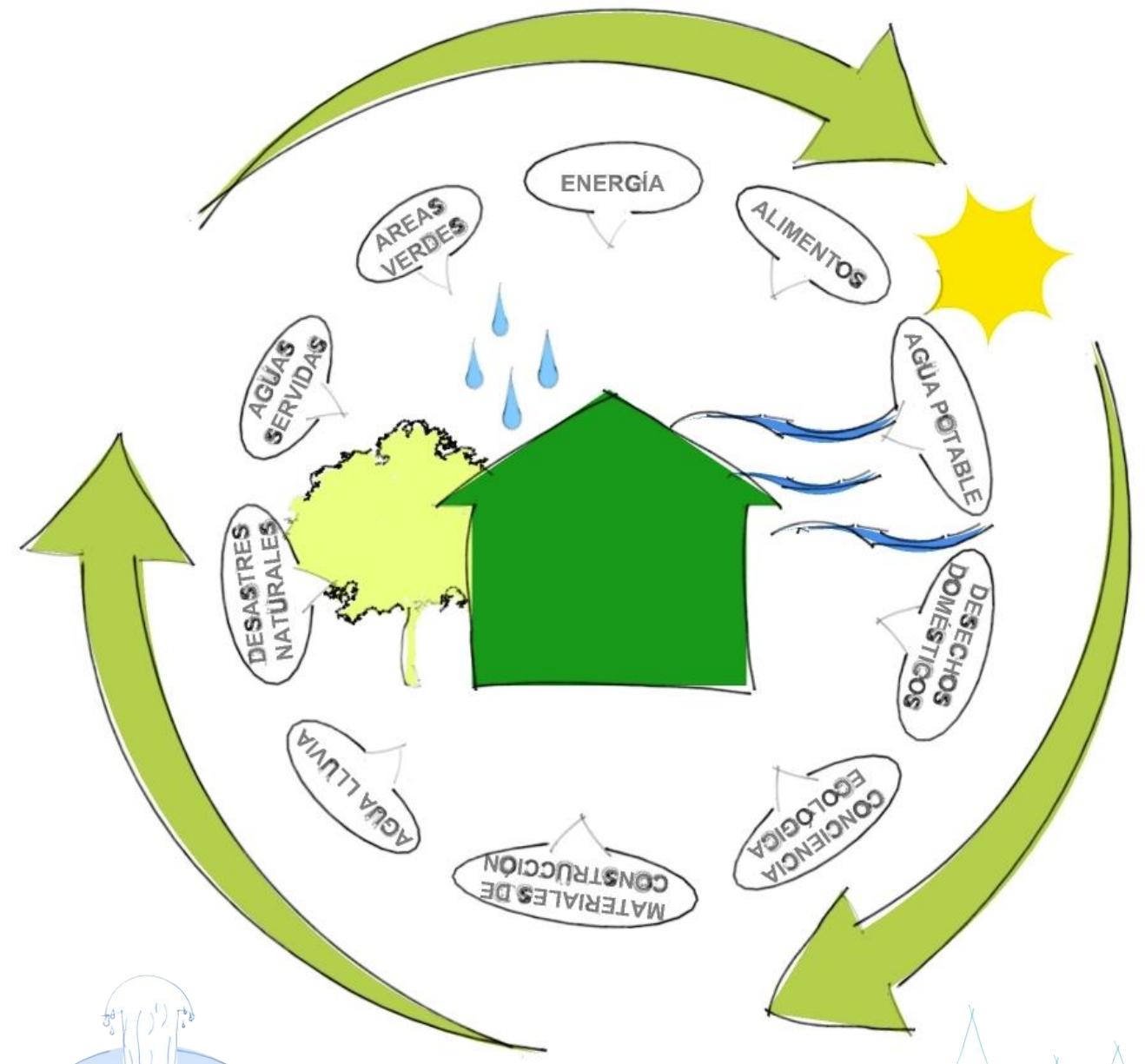
#### Materiales de construcción.

Evidentemente los materiales de construcción son los que dan forma y espacio envolvente para que se den las actividades domésticas cotidianas, sin embargo el impacto ambiental de los materiales utilizados puede ser muy grande y su análisis deberá demostrar cantidades por tipo de material, su huella de carbono, la cantidad de energía para su fabricación y sus propiedades físicas y térmicas.

#### Energía.

La energía eléctrica es imprescindible en el sistema actual de la vivienda a ser analizada para desarrollar diversas actividades y es necesario conocer cuáles son los dispositivos que consumen energía, de donde proviene este recurso y cuál es su costo.

Existen otros componentes que contienen energía intrínseca en estos como los materiales de construcción al momento de su fabricación o alguna otra actividad que se desarrolle para el funcionamiento de la vivienda.



#### Agua potable.

El agua es indispensable en la vivienda por lo cual se estudiará su consumo, su fuente de obtención y su costo. Adicionalmente se establecerá que efectos ecológicos y ambientales pueden presentarse al explotar incorrectamente el recurso hídrico.

#### Aguas servidas.

La cantidad de desechos líquidos generados están directamente relacionados al consumo de agua y se estudiará los efectos ambientales que tiene el actual sistema y cuánta cantidad de gases efecto invernadero genera.

#### Aguas lluvias.

Este componente será analizado para conocer las precipitaciones anuales del sector y la cantidad de agua desaprovechada en base al área de cubierta de la vivienda y si el exceso de lluvia puede generar inundaciones o estancarse en pequeñas zonas que produzcan mosquitos u otras enfermedades.

#### Desechos domésticos sólidos.

Se lo conoce generalmente como basura y no existe la separación entre los desechos orgánicos e inorgánicos al momento de su desalojo, generando problemas ambientales y ecológicos potenciales. El espacio destinado a

ser botadero de basura municipal será un núcleo de contaminación lo cual se pretende demostrar mediante el estudio de los tipos de desechos domésticos, cantidades y su los gases efecto invernadero que generan durante el proceso de descomposición.

#### Alimentos.

El consumo de alimentos puede provenir de diferentes fuentes y el análisis de este componente demostrará si es saludable y sustentable seguir utilizando los recursos que nos brinda el sistema alimenticio local.

#### Áreas verdes.

Los espacios verdes son de gran importancia y pueden contribuir de diferentes maneras en el contexto de la vivienda por lo cual se estudiará la cantidad de espacios verdes, las especies involucradas y cuanto oxígeno generan.

#### Desastres naturales.

Los terremotos e inundaciones son los principales causantes de daños en el sector y dentro de este componente se analizarán las características estructurales de la vivienda y su vulnerabilidad contra los desastres naturales mencionados.

#### Conciencia ecológica.

Todos los componentes mencionados previamente están ligados unos con otros y su uso eficaz y eficiente dependerá en como las personas utilizan cada uno de los recursos.

El conocimiento de los problemas ambientales por los que atraviesa el planeta es de suma importancia para poder desarrollar las actividades en la vivienda de manera sustentable y ecológica, tomando en cuenta los factores climáticos como una aportación al sistema habitacional.

Los hábitos sustentables son fundamentales para el desarrollo correcto y es necesario saber que hacen las personas para minimizar el calentamiento global.

## 10. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

### 10.1. Materiales utilizados.

Los materiales usados en la construcción de la vivienda en el sector urbano son cemento, acero, agregados pétreos (piedra, arena), ladrillo, zinc y madera.

### 10.2. Cantidad por tipo de material.

#### Estructura.

La estructura principal de esta construcción es de hormigón armado, la misma que requiere de otros materiales para su fabricación. Debido a la dificultad para establecer las cantidades exactas de todos los elementos utilizados en este proceso, se calcularán los valores netos y posteriormente se determinarán porcentajes de materiales usados en base a estándares en el hormigón armado.

Los totales del uso del hormigón armado y hormigón simple son los siguientes:

- Hormigón de columnas 1,17m<sup>3</sup>.
- Hormigón viguetas de amarre 0,54m<sup>3</sup>.
- Hormigón de riostras 1,73m<sup>3</sup>.
- Hormigón de plintos 0,34m<sup>3</sup>.

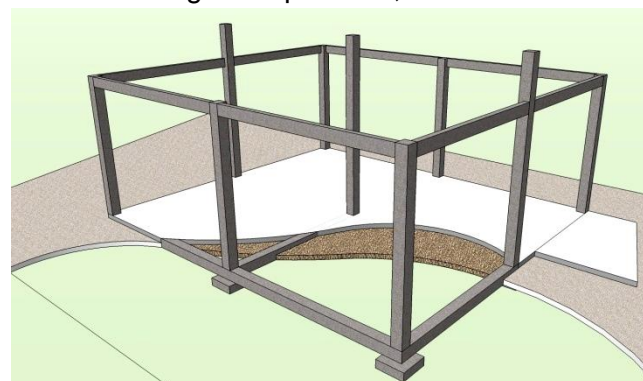


Imagen 31: Modelo digital de la estructura de hormigón armado y piso de hormigón simple.

Se calcularán las cantidades de agregados utilizando valores y métodos basados en el libro "El Calculista" de y otros datos obtenidos del "Manual Práctico de la Construcción del Arq. Jaime Nisnovich.

Para el cálculo del acero utilizado se utilizó de referencia el libro "Hormigón armado, armado aligerado y pretensado: auxiliar para el diseño" de Jürgen Mattheib y el libro "Construcción de estructuras de hormigón armado: edificación" del Arq. Eduardo Medina Sánchez.

El hormigón utilizado contiene un total de 6,18m<sup>3</sup> lo cual con una dosificación 1:3:3 resulta en las siguientes cantidades:

- **Cemento: 1.910 Kg.**
- **Piedra: 4,14 m<sup>3</sup>.**
- **Arena: 4,14 m<sup>3</sup>.**

Para el cálculo del acero se separarán los volúmenes de hormigón según su tipo de estructura, en los que el porcentaje de acero por sección del elemento sea el mismo.

El acero utilizado aproximadamente en la vivienda es el siguiente:

Columnas y riostras de sección 0,20 x 0,20 = 2.90m<sup>3</sup>, porcentaje de acero mínimo de la sección 2% = 290m varilla de Ø12mm y 304m de Ø8mm incluido chicotes para paredes.

Viguetas de amarre de sección 0,20 x 0,10 = 0,54m<sup>3</sup> = 54m varilla de Ø12mm y 21,6m Ø8mm.

Plintos de 0,50 x 0,50 = 0,34m<sup>3</sup> = 45m varilla Ø12mm.

El total de acero de Ø12mm y Ø8mm es:

- **Acero Ø12mm: 393,16 Kg.**
- **Acero Ø8mm: 146 Kg.**
- **Total de acero: 539,16 Kg.**

#### Paredes.

Las paredes de esta vivienda son de ladrillo cocido simple de 9 x 19 x 39 cm y se utilizó mortero de cemento y arena para adherirlos entre sí y enlucir algunas de las paredes.

El total de material utilizado es:

- Ladrillos: 110,7m<sup>2</sup>
- Mortero para ladrillos: 0,47m<sup>3</sup>.
- Mortero de enlucido: 0,39m<sup>3</sup>.

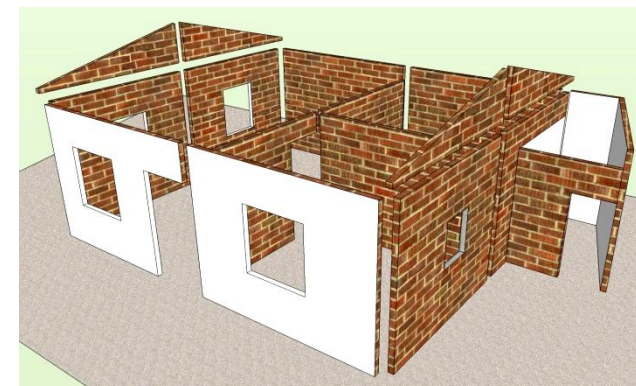


Imagen 32: Modelo digital de las paredes de ladrillo simple visto y las enlucidas con mortero de cemento.

Para calcular los agregados del mortero de cemento se utilizarán los valores y métodos basados en el libro "El Calculista" de Simón Goldehorn y otros datos obtenidos del "Manual Práctico de la Construcción del Arq. Jaime Nisnovich.

El mortero de cemento para pegar los ladrillos se basa en una dosificación 1:4 y el mortero para enlucir una dosificación 1:2, que nos arroja los siguientes resultados:

- **Mortero para adherir ladrillos: Cemento: 191Kg. Arena: 0,55m<sup>3</sup>.**
- **Mortero para enlucido: Cemento: 273Kg. Arena: 0,39m<sup>3</sup>.**
- **Total Cemento: 464Kg.**
- **Total Arena: 0,94m<sup>3</sup>.**
- **Ladrillos: 1.384 U. = 16.614 Kg.**

#### Cubierta.

Para el cálculo de cubierta se tomaron medidas de esta y se determinó el área comprendida. Las planchas de zinc galvanizado cubren 86,17m<sup>2</sup> y su estructura metálica cuenta con 2 medidas de vigas diferentes, de 60x2mm =73,2m y de 80x2mm = 26,76m, dejándonos como resultado:

- **Planchas de zinc galvanizado: 32 unidades de 12'. (3,66m) = 168,96 Kg.**
- **Vigas de 60x2mm: 12,2 U. = 172,39 Kg.**
- **Vigas de 80x2mm: 4,46 U. = 79,83 Kg.**

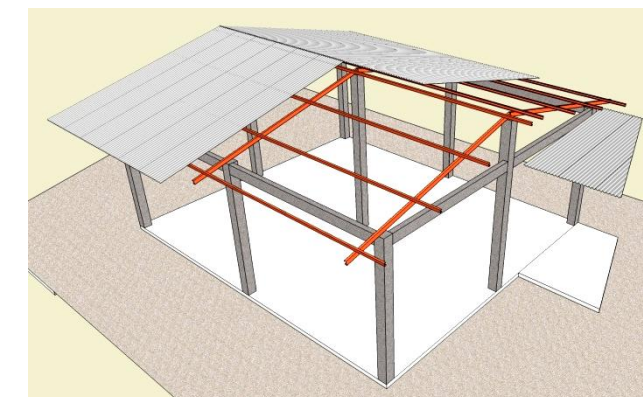


Imagen 33: Modelo digital de la cubierta y su estructura.

#### Material de relleno.

Es difícil determinar la cantidad exacta utilizada en el terreno de la vivienda por lo cual se utilizará la información de la entrevista a su propietaria, la cual determina que se relleno aproximadamente 30cm uniformemente.

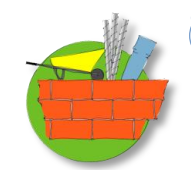
- **Relleno de grava: 54m<sup>3</sup>.**

#### Otros componentes.

- **Acero de rejas de ventanas: 160 Kg.**
- **Cuartones de madera: 4,5 m.**
- **Tiras de madera: 6,60 m.**
- **Madera de puertas: 4 tablas de 4m y 9,20m de marco.**
- **Total de madera: 0,12 m<sup>3</sup>. =100,8 Kg.**



Imagen 34: Fotografía de la vivienda con otros elementos como rejas de ventana, puerta y cuartones y tiras de madera de la cubierta del baño.



### 10.3. Propiedades de los materiales.

Los materiales de construcción según su empleo en la vivienda tienen diferentes funciones que son propias de cada elemento y las propiedades físicas y sobre todo térmicas que ayudarán a conocer cómo influyen en el confort térmico de la misma.

MATERIAL	DENSIDAD	CALOR ESPECÍFICO	CONDUCT.	DIFUSIVIDAD TÉRMICA
	Kg/m <sup>3</sup>	J/Kg°C	W/m°C	(m <sup>2</sup> /s) (x10-6)
Acero	7850	460	58	13,01-16,06
Hormigón	2200	837	1,4	0,761
Ladrillo	1800	840	0,8	0,529
Zinc	7140	389	106-140	38,16-50,41
Madera	840	1381	0,13	0,112
Mortero de cemento	2100	-	1,4	-

Tabla 10: Propiedades de los materiales de construcción de la vivienda urbana.

**Kg/m<sup>3</sup>:** “El kilogramo por metro cúbico es la unidad del Sistema Internacional de Unidades empleada para medir la densidad”.

**J/Kg°C:** “El calor específico es una magnitud física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius)”.

**W/m°C:** “El coeficiente de conductividad térmica es una característica de cada sustancia y expresa la magnitud de su capacidad de conducir el calor”.

**(m<sup>2</sup>/s) (x10-6):** “Propiedad física relacionada con la conductividad térmica, la densidad y el calor específico del sólido a presión constante. Se caracteriza por la rapidez con la que varía la temperatura del material ante una solicitud térmica” (Wikipedia, Definiciones, 2012).

### 10.4. Energía requerida para fabricar los materiales.

Uno de los factores importantes al momento de elegir los materiales de construcción es preferir los que tengan menor cantidad de energía incorporada para su fabricación

La mayoría de la energía disponible para desarrollarlos proviene de fuentes de combustión fósil que contaminan el medio ambiente. A continuación se presentan valores (Gavilanes, 2010) aproximados al consumo de energía en la fabricación de los materiales que intervienen en la construcción de la vivienda analizada.

MATERIAL	ENERGÍA NECESARIA PARA SU FABRICACIÓN
	Mj/Kg
Acero	20-60
Hormigón	4
Ladrillo	6
Zinc	51
Madera	1-5
Mortero de cemento	2

Tabla 11: Energía necesaria para la fabricación de materiales de la vivienda urbana.

“Materiales, sistemas constructivos y diseños que requieran menos recursos no renovables y que tengan menor carga incorporada de energía son preferibles. De igual manera, materiales de construcción locales. En algunos casos se requiere compensación. “

“Un material de baja energía no puede ser apropiado si implica alto consumo energético para su mantenimiento durante la vida útil del edificio. De igual forma, un material encontrado lejos del lugar de la construcción podría ser más eficiente energéticamente y amigable con el ambiente que un material local, si su producción es eficiente. Por lo tanto, la estrategia apropiada

dependerá de circunstancias y prioridades locales y regionales además de factores económicos” (Gavilanes, 2010).

### 10.5. Cantidad de CO2 emitido por material.

No existen aún cifras exactas acerca de este punto pero gracias al *Netherlands Energy Research Foundation ECN* (ECN, 2006) se pudieron obtener algunas cifras cercanas a la realidad.

MATERIAL	CO2 max. / min.
	(t/t)
Acero	1.7/1.0
Cemento	1
Ladrillo	0,15
Zinc	2,0/1,0
Madera	5,0/1,8

Tabla 12: Cantidad de CO2 emitido por los materiales de construcción de la vivienda urbana.

Al igual que el consumo energético, las emisiones de CO2 al desarrollar los materiales de construcción son un factor importante para poder seleccionar los que menos impacto tengan en el medio ambiente y que su producción provenga de fuentes limpias.



Imagen 35: Imagen de la parte frontal de la vivienda con los materiales que la componen y sus acabados.



Imagen 36: Imagen de la parte posterior de la vivienda con los materiales que la componen y sus acabados.

## 11. ENERGÍA.

### 11.1. Consumo de energía.

El consumo promedio de viviendas en el sector urbano es de 120 a 130 kw/h con medidor de 120V y medidor de 220V el promedio es de 250 kw/h según (Ing. Carlos Rivera, 2012).

El promedio mensual de consumo de energía en la vivienda analizada es de 95,67 kw/h y las características de su utilización son favorables ya que no utilizan climatización artificial, no requieren de iluminación artificial durante el día a excepción de el dormitorio posterior que carece de ventilación e iluminación natural pero no se lo ocupa durante el día, tienen un uso apropiado de aparatos eléctricos, por ejemplo, desconectan los cargadores de los celulares una vez cargados y hace poco uso de la televisión durante el día. Existe un manejo eficiente del refrigerador y el uso de la bomba de agua se limita a pocas actividades domésticas.

Para tener una idea más clara de qué electrodomésticos y actividades consumen energía, se recogieron los siguientes datos basados en promedios generales de uso y se compara con dispositivos que tiene la vivienda.

Aparato	Potencia (Promedio) Vatios	Tiempo de uso al día (Períodos Típicos)	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo mensual Kilovatios-hora (Vatios/1000) x Hora
Videocassetera o DVD	25	3hr 4vec/sem	48	1.2
Licuadaora baja potencia	350	10 min/día	5	2
Bomba de agua	400	20 min/día	10	5
Tostadora	1000	10min.diarios	5	5
Tv color (19-21 pulgadas)	70	6 hrs.diarias	180	13
Focos fluorescentes (5 de 15W c/u)	75	5 hrs.diarias	150	11.25
Refrigerador (11-12 pies cúbicos)	250	8 hrs/dia	240	60

Tabla 13: Consumos promedios de aparatos eléctricos de una vivienda. (Electricasas, 2009)



Imagen 37: Fotos de algunos dispositivos eléctricos de la vivienda.

### 11.2. Fuente del recurso energético.

La energía proviene de la hidroeléctrica Daule-Peripa que luego pasa a Durán, Milagro y posteriormente a El Triunfo. El servicio en la vivienda tiene un costo mensual promedio de \$7,84. El costo residencial es de 0,081 ctvs. Kw/h hasta 50 kw y de 51kw hasta 100kw 0,086 ctvs. Kw/h (Ing. Carlos Rivera, 2012).

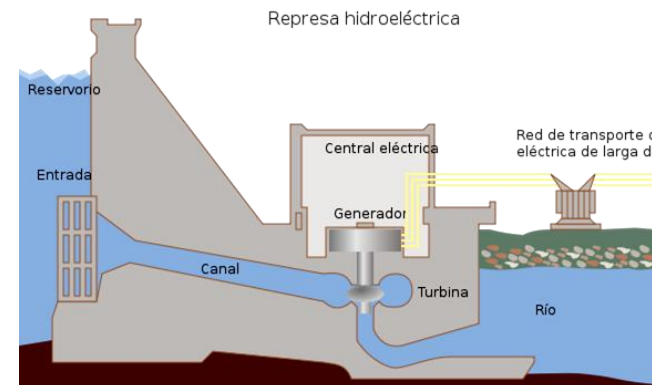


Imagen 38: Esquema gráfico del funcionamiento de una represa hidroeléctrica. (Wikipedia, Central Hidroeléctrica, 2012)

### 11.3. Impactos ecológicos y ambientales de la fuente de energía.

Las hidroeléctricas convierten el flujo de agua almacenada en reservorios en energía a través de turbinas generadoras. Este tipo de energía es una de las más limpias, dejando una huella de carbono de (~10-30gCO<sub>2</sub>eq/kw/h) (Parliamentary Office of Science and Technology, 2006). Debido al reservorio generado, el impacto ambiental puede causar daños irreversibles dependiendo de la magnitud del proyecto y a su vez se requiere de grandes cantidades de materiales como el acero y el concreto para construir la represa. Adicional a

esto el proyecto implica la construcción de caminos, campamentos y las líneas de transmisión para transportar la energía a los centros de consumo.

## 12. AGUA POTABLE.

### 12.1. Consumo de agua potable.

La vivienda se encuentra conectada a la acometida convencional municipal de AA.PP, pero en el sector aún no cuentan con medidor, haciendo difícil saber con certeza esta cifra. Debido a que el servicio no es continuo a lo largo del día, cuentan con un pozo de aproximadamente 25m con una bomba de presión.

El consumo promedio de AA.PP en las viviendas del sector urbano es alrededor de los 12 y 13 m<sup>3</sup> mensual. El Promedio mensual de consumo estimado es de 15m<sup>3</sup> en una familia de 4 a 5 personas según el UMAPAT (Girón., 2012). Esta unidad cuenta con un reservorio de 1400m<sup>3</sup> y está calculado para satisfacer a gran parte de la población. Para tener una mejor idea del consumo de AA.PP en el área urbana se utilizaron los datos del (INEC, 2010) donde indica que existen 5.610 casos (64,33% de la población), multiplicado por 15m<sup>3</sup> = 84.150m<sup>3</sup> mensuales. El costo mensual del servicio de tarifa básica hasta 15m<sup>3</sup> es \$2,10, su costo por metro cúbico \$0,14 ctvs. + 75% \$0,10 ctvs. por concepto de alcantarillado sanitario. Costo promedio mensual \$ 1,88.

AREA # 0909 EL TRIUNFO	URBANO	
Procedencia principal del agua recibida	Casos	%
De red pública	5610	64,33%
De pozo	3015	34,57%
De río, vertiente, acequia o canal	15	0,17%
De carro repartidor	27	0,31%
Otro (Agua lluvia/albarrada)	54	0,62%
<b>Total</b>	<b>8721</b>	<b>100%</b>

Tabla 14: Procedencia principal de agua recibida en el sector urbano de El Triunfo. (INEC, 2010)

### 12.2. Cantidad de AA.PP por dispositivo o actividad.

Los distintos dispositivos y actividades en la vivienda tienen diferentes consumos y serán revisados para su futura comparación con sistemas sustentables.

Estos valores son orientativos y representan la media de los datos de diversas fuentes (Aquabio, 2009).

CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA / DÍA ACTIVIDAD	
ACTIVIDAD	CONSUMO (litros)
Lavar la ropa	60-100
Limpiar la casa	15-40
Lavar los platos	40
Cocinar	6-8
Ducharse	35-70
Lavarse los dientes (cerrando la llave)	1.5
Lavarse las manos	1.5
Afeitarse (cerrando la llave)	3
Descargar el inodoro	10-15
Regar plantas	15-20
Beber	1.5

Tabla 15: Consumo aproximado de agua por persona/día actividad. (Aquabio, 2009)



### 12.3. Fuente del recurso hídrico.

“La fuente del agua potable se la obtiene por medio de pozos profundos que se conectan a acuíferos subterráneos para luego ser almacenados en un reservorio de 1.400 m<sup>3</sup> y posteriormente clorados. El acuífero principal es de carácter confinado, uno surgente y otro no surgente. El flujo de las aguas subterráneas en El Triunfo es permanente, tiene una dirección suroeste. La recarga del acuífero se produce a través de una banda superficial al pie del monte de la cordillera occidental y por aportaciones directas desde los ríos de la región. Se estima que, aunque en mínima cantidad, se produzca la infiltración directa por toda la superficie arcillosa de la región” (Garay., 2012).



- Acuífero de alta permeabilidad
- Nivel escamente permeable
- Lecho de roca impermeable
- Flujo de las aguas subterráneas

Imagen 39: Esquema gráfico de un acuífero y sus características. (Wikipedia, Agua subterránea, 2012)

### 12.4. Efectos ecológicos ambientales del agua potable.

Los principales problemas para consumir el agua de acuíferos se pueden presentar debido a otras actividades ajenas al servicio de AA.PP que serán analizadas posteriormente y que son el desalojo inadecuado de aguas servidas y desechos domésticos.

El tratamiento inadecuado de aguas servidas al igual que el mal manejo de los desechos domésticos puede generar problemas a los acuíferos por medio de infiltración directa y contaminar el agua. Otros elementos capaces de alterar la calidad agua son los pozos sépticos y la agricultura por sus componentes orgánicos industriales como pesticidas, disolventes o incluso combustibles como la gasolina o diesel.



Imagen 40: Esquema gráfico de contaminación de agua subterránea por desechos sólidos. (Wikipedia, Agua subterránea, 2012)

## 13. AGUAS SERVIDAS.

### 13.1. Cantidad de aguas servidas desechadas.

La vivienda se encuentra conectada a la red municipal de alcantarillado sanitario y la cantidad de aguas que esta desecha es proporcional al uso de agua potable utilizada que son alrededor de 15m<sup>3</sup> mensuales. El costo promedio al mes es de \$0,10 ctvs. /m<sup>3</sup> y está relacionado con el consumo de AA.PP.

A diferencia del sistema de AA.PP, el servicio de AA.SS tiene un menor alcance, llegando a cubrir solamente el 30,13% con 2.628 conexiones. La cantidad de agua que debe ser tratada tendrá una relación aproximada de 2.628 x 15m<sup>3</sup> = **39.420m<sup>3</sup>** mensuales.

AREA # 0909 EL TRIUNFO	URBANO	
	Casos	%
Conectado a red pública de alcantarillado	2628	30,13%
Conectado a pozo séptico	4568	52,38%
Conectado a pozo ciego	928	10,64%
Descarga directa al río, lago o quebrada	72	0,83%
Letrina	105	1,20%
No tiene	420	4,82%
<b>Total</b>	<b>8721</b>	<b>100%</b>

Tabla 16: Tipo de servicio higiénico en el sector urbano de El Triunfo. (INEC, 2010)

### 13.2. Efectos ecológico- ambientales y de salud por desecho de aguas servidas.

El sistema utilizado para el tratado de aguas servidas es relativamente sencillo y de bajo costo, sin embargo tiene algunos problemas ecológicos, ambientales y de salud que pueden presentarse si no se manejan los procesos adecuados. Entre los principales efectos negativos están:

- Posible contaminación de agua subterránea (acuíferos).
- Producción de malos olores en la zona de tratamiento.
- Proceso de filtración y drenaje puede producir un deterioro en el suelo causado por el aumento de salinización y saturación del agua.
- Falta de separación de sustancias vertidas al sistema de alcantarillado (tóxicas, aceites, grasas, materia orgánica, etc.)
- Si se presentan problemas en tuberías del alcantarillado, pueden haber filtraciones al agua subterránea.
- Posibles efectos en la salud de habitantes cercanos a la planta de tratamiento.
- Emanación de gases efecto invernadero.



Imagen 41: Esquema gráfico del sistema de tratamiento de aguas servidas para poblados pequeños y medianos.

En la tabla siguiente se presenta la composición típica de las aguas residuales domésticas (Pérez, 2008).

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION		
	FUERTE	MEDIA	DEBIL
<b>SÓLIDOS TOTALES</b>	1200	720	350
Disueltos SD	850	500	250
SD fijos SDF	525	300	145
SD volátiles SDV	325	200	105
En suspensión SS	350	220	100
SS fijos SSF	75	55	20
SS volátiles SSV	275	165	80
<b>SÓLIDOS SEDIMENTABLES m/L</b>	20	10	5
DBO5	400	220	110
COT	290	160	80
DQO	1000	500	250
<b>NITROGENO (Total como N)</b>	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
<b>FOSFORO (Total como P)</b>	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
<b>CLORUROS</b>	100	50	30
<b>ALCALINIDAD (como Co3Ca)</b>	200	100	50
GRASA	150	100	50

Tabla 17: Composición típica de las aguas residuales domésticas. (Pérez, 2008)



Imagen 42: La vivienda y la caja de registro del alcantarillado sanitario municipal.



Imagen 43: Desechos orgánicos de alimentos en el lavaplatos.

## 14. AGUAS LLUVIAS.

La ciudadela La Carmela 1 en la cual se encuentra ubicada la vivienda de estudio, no cuenta con infraestructura de desalajo de aguas lluvias; el agua se conduce naturalmente a niveles más bajos mediante pequeños canales naturales creados en las calles.

La topografía y el tipo de suelo del sector evitan que haya inundaciones, sin embargo, suelen crearse pequeños estancamientos de agua donde se suelen proliferar mosquitos donde ya se han presentado casos aislados de dengue.

### 14.1. Precipitaciones y la vivienda.

Las precipitaciones anuales tienen un promedio de 1.527,14 mm/m<sup>2</sup> según (INAMHI, 2000 - 2008). Estas lluvias actualmente son desaprovechadas y podrían suplir en gran medida las necesidades básicas de la vivienda, por lo que se calculará las cantidades de agua que se podría recoger en un año en base al área de la cubierta.

$1.527,14 \text{ mm/m}^2 \times 84,64 \text{ m}^2 = 129.257,13 \text{ mm}$   
multiplicado por un factor de pérdida del 20% = **103.405,70 lts. ó 103,41 m<sup>3</sup> anuales.**

El agua lluvia recolectada es apta para diferentes actividades en la vivienda, sin embargo es necesario un filtrado previo dependiendo de la actividad.



Imagen 44: Canal natural en la calle conduce las aguas lluvias a zonas más bajas.

## 15. DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS.

El desalajo de desechos domésticos en el sector se lo realiza 2 veces por semana (martes y jueves) y el camión recolector es el encargado de llevarse todo tipo de desechos que generen las viviendas. Esta mezcla de desechos genera grandes problemas en los espacios destinados a ser botaderos municipales. Los habitantes de esta vivienda desconocen la importancia de separar los tipos de desechos como plásticos, papeles, metales, vidrio y demás desechos biodegradables.



Imagen 45: Imágenes de algunos de los tipos de desechos domésticos sólidos generados y la recolección entreverada de los mismos.

### 15.1. Cantidad por tipo de desecho.

Para conocer de mejor manera que tipo de desechos generan las viviendas es necesario un análisis más profundo y tener diferentes casas como muestras para tomar la información necesaria, por lo tanto, en este punto se utilizarán los datos generados en la tesis de grado del Biotecnólogo ambiental (Sempertegui, 2008). Para el cálculo de los residuos sólidos domésticos (RSD) de la ciudad de Riobamba se segmentó las muestras en cuatro estratos según su nivel económico.

Nº	SUBPRODUCTOS	ESTRATO A	ESTRATO B	ESTRATO C	ESTRATO D	PROMEDIO PONDERADO	POBLACION TOTAL (hab)	GENERACION COMPONENTES(kg/día)
1	orgánicos	66,21%	67,33%	63,19%	72,49%	67,16%	132854	89.219
2	papel blanco	1,16%	0,40%	0,78%	1,39%	0,74%	132854	983
3	papel de color, papel periódico	4,88%	1,14%	2,67%	1,15%	1,79%	132854	2.374
4	papel higiénico	3,56%	3,62%	4,55%	5,65%	4,25%	132854	5.650
5	cartón encerado	1,09%	0,60%	0,77%	0,00%	0,56%	132854	741
6	cartón sin encerar	3,71%	2,40%	2,77%	2,75%	2,65%	132854	3.521
7	botellas de vidrio	6,21%	1,67%	1,79%	0,47%	1,76%	132854	2.342
8	botellas de plástico	5,31%	1,57%	2,09%	1,12%	1,86%	132854	2.467
9	metales ferrosos, latas	0,19%	1,00%	0,31%	1,27%	0,82%	132854	1.090
10	metales no ferrosos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	132854	-
11	plástico fino	3,95%	3,79%	6,64%	5,25%	4,84%	132854	6.424
12	plástico rígido	0,70%	0,98%	0,40%	1,18%	0,85%	132854	1.125
13	escombros	0,11%	1,04%	0,50%	0,71%	0,77%	132854	1.027
14	caucho	0,00%	0,59%	0,43%	0,00%	0,40%	132854	527
15	vidrio	0,55%	0,17%	0,65%	0,41%	0,37%	132854	488
16	pañales y toallas higiénicas	0,79%	8,64%	9,44%	2,68%	7,20%	132854	9.571
17	loza y cerámica	0,48%	0,00%	0,14%	0,80%	0,22%	132854	294
18	cuero	0,00%	0,11%	0,20%	0,00%	0,10%	132854	139
19	madera	0,01%	0,80%	0,16%	0,00%	0,43%	132854	567
20	trapos / tejidos / telas	0,41%	1,01%	1,38%	0,66%	1,00%	132854	1.330
21	residuos finos	0,67%	3,14%	1,18%	2,01%	2,25%	132854	2.986
						100,0%	132854	132.866

Tabla 18: Tabla de cálculo de componentes de RSD de la ciudad de Riobamba. (Sempertegui, 2008)

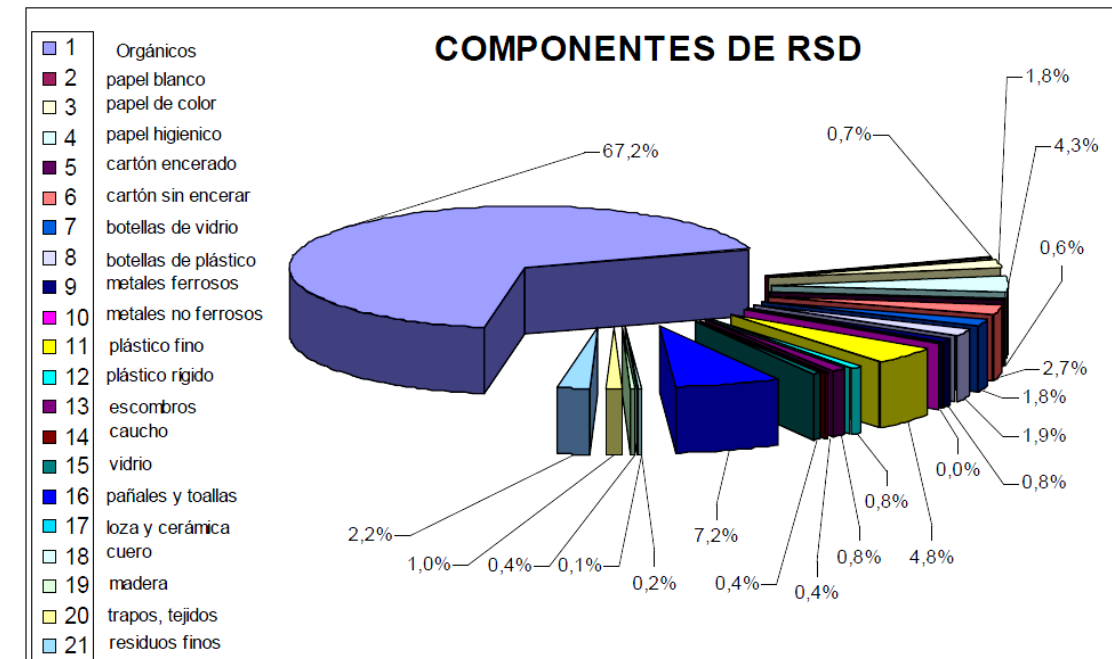


Tabla 19: Componentes de residuos sólidos domésticos. (Sempertegui, 2008)

Basado en los cálculos encontrados en la tesis analizada, la cantidad de desechos sólidos promedio para un estrato medio bajo es de **0,72 kg/hab/día** y en el caso de estudio con **5,5 habitantes** serían **3,96 Kg/vivienda/día** ó **118,8 Kg/vivienda/mensual.**

### 15.1.1. Componentes potencialmente reciclables.

Para la determinación de los residuos reciclables se ha estimado los componentes que presentan mayor demanda por parte de los recicladores; los mismos que pueden ser utilizados en procesos de transformación para fines productivos.

El cálculo de los componentes potencialmente reciclables se obtiene ponderando los residuos de cada estrato. Generación de residuos reciclables = %cada estrato x generación total de residuos (Kg/día).

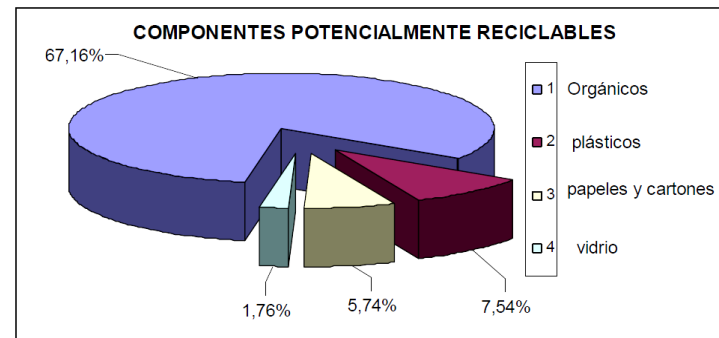


Tabla 20: Componentes potencialmente reciclables. (Sempertegui, 2008)

A continuación se indica una lista de los materiales que actualmente son reciclados con sus respectivos precios para el año 2008.

DESECHOS RECICLABLES	Costo unitario(\$/Kg)	Costo en (\$/Tonelada)
Cartones	0,17	170
papel blanco(papel bond, cuadernos)	0,18	180
papel de color(revistas, libros)	0,16	160
papel periodico(periodicos, avisos)	0,17	170
Plastico rigido(envases de lacteos,cloro,etc)	0,18	180
Plástico fino (fundas, forros,etc)	0,14	140
Botellas de plastico (envases de bebidas)	0,18	180
Botellas de vidrio(Cola, champagne, cerveza)	0,14	140
Caucho	0,12	120
<b>TOTAL</b>		<b>1.440</b>

Nota: No se revela la cantidad de Ton/mes que son vendidas

Tabla 21: Lista de materiales actualmente reciclados. (Sempertegui, 2008)

### 15.2. Efectos ecológico- ambientales y de salud por desechos domésticos.

Existen varias actividades en el proceso de recuperación de desechos domésticos que son susceptibles de producir impacto ambiental. El siguiente cuadro presenta las diferentes acciones que durante su ejecución tienen un impacto ambiental negativo (Jiménez & Quesada, 2006).

Acción	Impacto ambiental								
	Riesgo de incendio	Desechos sólidos esparcidos	Ruido	Emisión de gases	Riesgo de accidentes	Degradación estética del ambiente	Acumulación de desechos	Vectores de enfermedades	Descuento de población servida
1. Manejo de los desechos en la fuente de generación	0	5			1	3	6	8	
2. Traslado de los desechos recuperables a centro de acopio		1		2	1	2			1
3. Descarga y carga de los desechos recuperables en el centro de acopio			1		2	2			1
4. Clasificación de los desechos recuperables en el centro de acopio		2	4		1	1			3
5. Almacenamiento de los desechos recuperables en el centro de acopio		6	2	3		1	1		3
6. Carga de los vehículos de recolección en el centro de acopio					7	6	6		7
7. Transporte de los desechos recuperables del centro de acopio a las industrias recicladoras	8	5	10			7	7	9	8
	8	8				6	9	9	8
		2	3		1	2			2
			2	3		1	2		4
		4		2	2	2			3
			5		2	2	3		4

Tabla 22: Matriz de Leopold para la evaluación de la magnitud y de la importancia del impacto. (Jiménez & Quesada, 2006)

Al igual que el sistema de aguas servidas, los desechos domésticos sólidos tienen un bajo costo en su proceso, sin embargo cuenta con problemas ambientales y de salud similares que pueden presentarse si no se desarrollan las actividades adecuadamente. Entre los principales efectos negativos están:

- Posible contaminación de agua subterránea (acuíferos).
- Producción de malos olores en la zona destinada a ser botadero de basura.

- Falta de separación de desechos de diferentes tipos puede contaminar potencialmente el área del botadero.
- Posibles efectos en la salud de habitantes cercanos al botadero de basura.
- Emanación de gases efecto invernadero.

Una alternativa de producción de alimentos domésticos suele darse de forma inconsciente por parte de las personas, y utilizan los espacios en el contexto de la vivienda para sembrar diferentes tipos de árboles, plantas u hortalizas, incluso la cría de animales como pollos o cerdos.

Entre los diferentes tipos de alimentos generados en el contexto de la vivienda se encuentran:

- Maracuyá.
- Mango.
- Limón.
- Guayaba.
- Guanábana.
- Hierba luisa.
- Ruda, albahaca, culantro y ají.
- Pollos y palomas.

El costo de producción de estos alimentos es relativamente bajo, ya que los árboles frutales se mantienen por sí solos y las hortalizas se mantienen con poca cantidad de agua. Los pollos y palomas criados consumen pocos alimentos y su costo de igual manera es mínimo, incluso suelen utilizar sobras de comida para su sustento.



Imagen 46: Alimentos producidos en el contexto de la vivienda urbana.

### 16. ALIMENTOS.

Los alimentos son evidentemente el combustible de los seres vivos y por ende son indispensables para el sustento de la familia que habita en la vivienda analizada. Los víveres pueden provenir de diferentes fuentes y sus procesos de producción pueden incorporar el uso de pesticidas y otros químicos perjudiciales para la salud.

### Fuente de alimentos.

La fuente convencional de alimentos de esta familia proviene del mercado central de El Triunfo, en donde la mayoría de sus alimentos proceden de la sierra ecuatoriana. El costo aproximado por consumo de víveres es de \$40,00 quincenal. El costo de la canasta básica es \$583,27 y la canasta vital \$418,82 (INEC, 2010).

Existen campañas para el desarrollo alimentario en comunidades rurales como el de las "canastas comunitarias en Ecuador" (Kirwan, 2009) donde promueven mejorar prácticas productivas en el medio rural, es decir, producir alimentos natural y orgánicamente sin el uso de agentes químicos.

### 16.1. Químicos y conservantes en los alimentos.

Para el proceso de producción de alimentos convencionales se suelen utilizar pesticidas que impiden que microorganismos dañen los cultivos y en otras ocasiones el simple hecho de tener una mayor producción implica usar fertilizantes artificiales para la tierra e introducir otro tipo de químicos.

Posteriormente se utilizan conservantes químicos generalmente para la comida envasada, esto ayuda a que el producto tenga mayor tiempo de duración pero generando problemas a la salud de las personas en un mediano y largo plazo dependiendo de su consumo y organismo de la persona.

### 17. ÁREAS VERDES.

#### 17.1. Espacios verdes y la vivienda.

Dentro del terreno donde se encuentra la vivienda existen espacios verdes como árboles frutales, plantas, flores y hierbas. El área comprendida cubre aproximadamente 12 m<sup>2</sup>.



Imagen 47: Espacios verdes en el contexto de la vivienda.

#### 17.2. Áreas verdes y su oxígeno.

El Profesor (Martín, 2009) afirma que un bosque viejo produce el efecto contrario a uno joven, ya que absorbe y elimina oxígeno y emite más dióxido de carbono. Por su parte, los árboles jóvenes y en pleno crecimiento, absorben y eliminan dióxido de carbono en una proporción de alrededor de 1,5 kg por cada kg de su propio peso, y lo reemplazan por oxígeno en una cantidad equivalente.

En el proceso de fotosíntesis, fijan el carbono en el cuerpo del árbol (ramas, troncos, hojas, flores y frutos) y se convierten en almacenadores naturales de carbono. Algunos estudios destacan que un árbol de tamaño medio absorbe alrededor de 6kg de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) al año, por lo que en 40 años asimilaría como mínimo 250kg.

Los árboles y arbustos que más CO<sub>2</sub> absorben en jardines, ciudad y bosque, según Figueroa y Redondo (2007) (Gavilanes, 2010), puede variar dependiendo de la especie, la madurez del árbol, la humedad (a mayor humedad más CO<sub>2</sub> consume) y su frondosidad (mientras más hojas tenga más CO<sub>2</sub> consume).

#### Arbustos:

ESPECIE	NOMBRE COMUN	Kg. CO <sub>2</sub> al año
<i>Viburnum tinus</i>	Durillo	46
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito	40
<i>Nerium oleander</i>		31
<i>Arbutus unedo</i>		28
<i>Lantana cámara</i>		6
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	Aligustre	1,3
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	0,6
<i>Pistacea lentiscus</i>	Lentisco	0,2
<i>Paspalum paspalodes</i>	Gramma	1,5

Tabla 23: Arbustos que más CO<sub>2</sub> absorben. (Gavilanes, 2010)

#### Árboles:

ESPECIE	NOMBRE COMUN	Kg. CO <sub>2</sub> al año
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	48.870
<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	27.180
<i>Melia azederach</i>	Melia	5.959
<i>Quercus ilex</i>	Encina	5.040
<i>Quercus suber</i>	Alcornoque	4.537
<i>Gleditsia tracanthos</i>		802
<i>Jacaranda ovalifolia</i>	Jacaranda	1.832
<i>Ulmus minor</i>	Olmo	762
<i>Brachichiton populneum</i>		957
<i>Citrus aurantium</i>	Naranja	555
<i>Olea europae</i>	Olivo	570
<i>Populus alba</i>	Álamo	498
<i>Platanus x hispanica</i>	Plátano	478
<i>Cupresus sempervirens</i>		385
<i>Laurus noviles</i>		384
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor	19
<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo japonés	17
<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa	11

Tabla 24: Árboles que más CO<sub>2</sub> absorben. (Gavilanes, 2010)

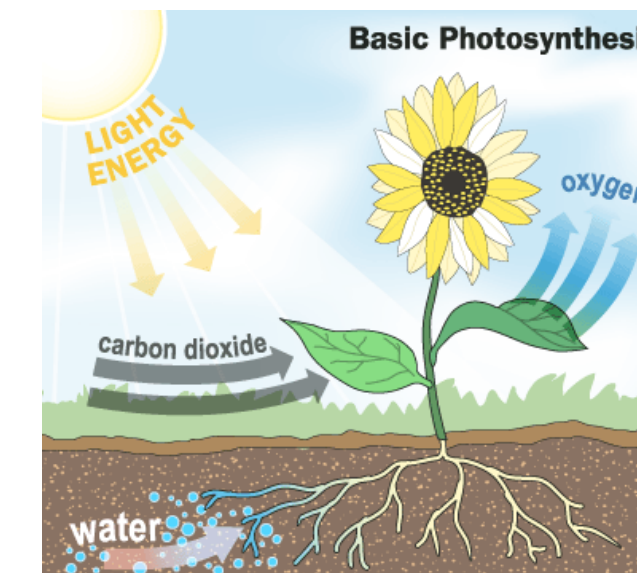


Imagen 48: Esquema básico de la fotosíntesis. (Wilson, 2011)

## 18. DESASTRES NATURALES.

El Ecuador posee grandes posibilidades de sufrir terremotos por su ubicación (Wikipedia, El Cinturón o Anillo de Fuego del Pacífico., 2012) y también lo afectan inundaciones debido al fenómeno de El Niño<sup>5</sup> en cierta época del año.

Es necesario conocer el tipo de estructura y demás materiales que componen la vivienda y así determinar si está apta para soportar sismos o terremotos. De igual manera el tipo de suelo donde se encuentra ubicada puede afectar de diferentes maneras, en caso de un sismo éste puede ayudar a que el impacto en la construcción sea mayor o menor según sus propiedades. La topografía del sector podría generar complicaciones generando inundaciones o deslaves. Los ríos cercanos deben ser estudiados ante posibles desbordamientos que perjudiquen a los habitantes de la zona.

En base al análisis visual de la construcción, no se presentaban grietas o fisuras de algún tipo que denoten un asentamiento del terreno o poca fortaleza estructural ante sismos previos. La forma y sistema constructivo le dan gran resistencia y en este aspecto se podría confirmar que puede resistir sismos e incluso terremotos. Cabe recalcar que toda construcción es de alguna manera vulnerable ante este tipo de desastre natural, sin embargo, el tiempo que esta pueda resistir y permitir poner a salvo a sus ocupantes es un factor substancial.

<sup>5</sup> El Niño es un fenómeno climático, erráticamente cíclico (Strahler habla de ciclos entre tres y ocho años), que consiste en un cambio en los patrones de movimiento de las corrientes marinas en la zona intertropical provocando, en consecuencia, una superposición de aguas cálidas procedentes de la zona del hemisferio norte inmediatamente al norte del Ecuador sobre las aguas de emersión muy frías que caracterizan la corriente de Humboldt; esta situación provoca estragos a escala zonal (en la zona intertropical) debido a las intensas lluvias, afectando principalmente a América del Sur, tanto en las costas atlánticas como en las del Pacífico.

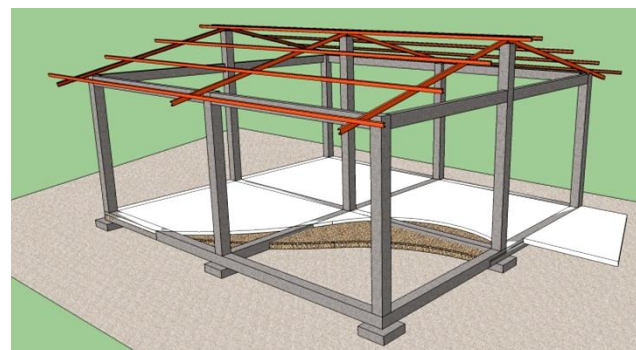


Imagen 49: Modelo digital de la estructura de la vivienda.



Imagen 50: Fotos de la vivienda y sus elementos constructivos con cero presencia de fisuras por asentamientos o sismos anteriores.

El tipo de suelo con capas de grava, gravilla y algo de arena, previamente analizado, demuestra que es apropiado para construir e idóneo de aminorar el impacto de un terremoto. Los diferentes estratos de suelo ayudan a que el agua se filtre fácilmente hacia aguas subterráneas o acuíferos que atraviesan el cantón.



Imagen 51: Tipo de suelo del sector de la vivienda analizada.

La topografía del sector es relativamente plana y debido a su ubicación con respecto al resto de la ciudad está más alta y no existen antecedentes de inundaciones debido a lluvias fuertes o desbordamiento de algún río.

## 19. CONCIENCIA ECOLÓGICA.

Este componente es primordial en el funcionamiento de la vivienda si se quieren disminuir consumos tanto en energía, materiales de construcción, agua potable, etc. Todos los componentes antes vistos tienen un mayor o menor impacto ambiental dependiendo del conocimiento ecológico de las personas que ahí habitan.

### 19.1. Conocimiento del cambio climático mundial.

Existe poca información con respecto al tema sin embargo saben de la importancia de reciclar algunos de los desechos domésticos sólidos y con respecto al clima lo poco que conocen lo han recibido a través de la televisión, donde hablaron de los efectos que tendría y ya tiene actualmente en distintas partes del mundo.

## Actividades o hábitos ecológicos.

Las diferentes actividades y hábitos ecológicos son bastante buenos y los realizan pensando básicamente en el ahorro económico que implica. Entre los hábitos que realizan están los siguientes:

- No encienden los focos durante el día.
- Mínimo uso de la televisión, sólo durante la noche.
- Poco uso del refrigerador.
- Carga de teléfonos eficiente. Se desconectan los cargadores una vez cargados los celulares.
- Uso mínimo de bomba de agua.
- Se recoge AA.PP cuando disponible.
- Sistema natural de ventilación (pasiva).
- Reciclan y venden algunos desechos sólidos.



**20. RESUMEN DE CONSUMOS EN LA VIVIENDA URBANA EN EL TRIUNFO.**

A continuación se adjunta la tabla donde se resumen los consumos y emisiones de CO2 de todos los componentes de la vivienda.

RESUMEN DE CONSUMOS DE LA VIVIENDA URBANA "EL TRIUNFO"								
COMPONENTES	CANTIDAD			ENERGÍA EN SU FABRICACIÓN	ENERGÍA equivalente	EMISIÓN DE CO2	COSTO servicios	VALORACIÓN
	Kg.	m3	m2	Mj	Kw/h 1 Mj = 0,277 Kw/h	t	\$	Muy bueno - bueno - regular - malo
Materiales de construcción								
Acero	951,38			38.055	10.571	0,56		
Hormigón	13.596			54.384	15.107	13,60		
Ladrillo	16.614			99.684	27.690	111		
Zinc	168,96			8.617	2.394	0,084		
Madera	100,80			101	28	0,020		
Mortero de cemento	1.806			3.612	1.003	1,81		
Energía eléctrica (mensual)					95,67		7,85	
Agua potable (mensual)		15					2,10	
Aguas servidas (mensual)		15					1,50	
Lluvia (recolectable al año)		103,4						
Desechos domésticos sólidos (mensual)	118,8							
Alimentos (mensual)							80	
Áreas verdes			12					
Desastres naturales								Muy bueno
Conciencia ecológica								Regular

Tabla 25: Resumen de consumos de la vivienda urbana del Cantón El Triunfo. Elaborado por Juan José Rodríguez, Diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes (2012).

**NOTA.** Debido a la falta de información de emisiones de co2 de los agregados del hormigón, los valores de emisión de CO2 del hormigón y mortero de cemento se refieren solamente a las emisiones que tiene el cemento, (basado en su porcentaje por volumen) y no al producto final donde intervienen todos sus componentes.



## 21. ANÁLISIS DE LA VIVIENDA RURAL EN EL ACHIOTE.

### 21.1. Caracterización de la vivienda rural.

#### 21.1.1. Ubicación.

La vivienda rural se encuentra en el recinto El Achiote vía a Bucay, a 12 Km de la ciudad de El Triunfo, en la manzana "E" solar esquinero #11.



Imagen 52: Ubicación de la vivienda con respecto al recinto El Achiote (2012).

#### 21.1.2. Características geográficas.

##### Soleamiento.

La fachada principal se encuentra orientada al Norte, la fachada posterior al Sur, fachada lateral derecha al Oeste y fachada lateral izquierda al Este. La temperatura del aire a la sombra promedia un máximo de 29°C y la mínima de 21,6°C (INAMHI, 2000 - 2008).

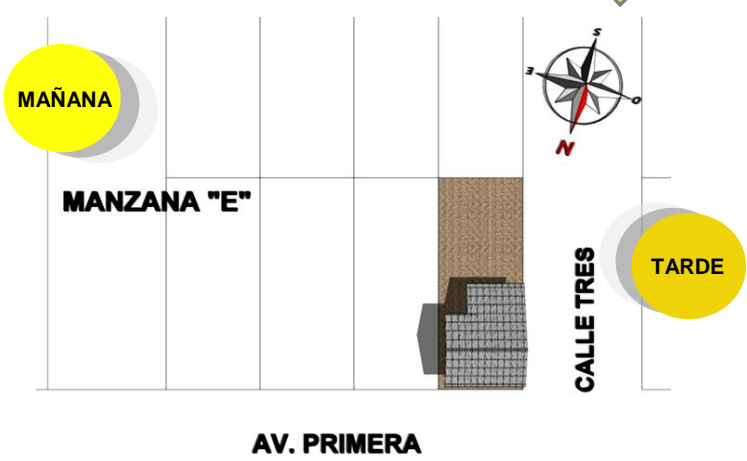


Imagen 53: Modelo digital de implantación de la vivienda en sitio con una insolación de ensayo en Marzo a las 15:00.

Con esta orientación las fachadas más extensas están ubicadas de Este a Oeste y reciben mayor cantidad de radiación solar. A pesar de tener ventanas y claraboyas en la mayoría de sus paredes, la sensación de calor es bien fuerte debido al material de cubierta (zinc) y a la falta de ventilación por medio de la cubierta. El material de las paredes es insuficiente para proteger térmicamente de mejor manera el confort interno de la vivienda.

##### Vientos.

Los vientos predominantes van dirección Sur – Norte, con una velocidad media de 2,0 Km/h.

La ubicación de la vivienda con respecto a la dirección predominante del viento es apropiada para que exista una buena ventilación en su interior, sin embargo sus características arquitectónicas como el tamaño de ventanas y forma de cubierta impiden que haya una renovación de aire mayor y ayude a un mejor confort térmico.



Imagen 54: Modelo digital de la vivienda representando dirección del viento.

##### Precipitaciones.

Las precipitaciones anuales promedian los 1.527,14 mm/m2, con una humedad relativa del 83%, según promedio de lecturas del (INAMHI, 2000 - 2008)

##### Topografía.

La topografía del sector es relativamente plana y se encuentra en una zona alta donde no existen antecedentes de inundaciones o desbordamiento de ríos.

No existe mayor información acerca del tipo de suelo del sector pero se puede deducir que es muy similar al encontrado en la ciudad de El Triunfo donde a base de pozos realizados en diversos puntos, se determinó que cuenta con un suelo con grava, gravilla y algo de arena con intercalaciones de arcilla variable (Garay., 2012).

Este tipo de suelo ayuda a que el agua se filtre fácilmente a aguas subterráneas o acuíferos que atraviesan el cantón.

#### 21.1.3. Características de vivienda.

La vivienda es una villa construida hace aproximadamente 20 años de una sola planta de 74 m2, y un terreno esquinero de 250 m2.

En esta casa viven de forma permanente 3 adultos y frecuentan 3 familiares adultos.

##### Servicios básicos.

Cuentan con acometida de electricidad convencional y el sistema de agua en el sector proviene de un pozo profundo que luego es bombeado a la red del recinto. El sistema de recolección de basura se lo realiza dos veces por semana. No existe sistema de aguas servidas, recolección de aguas lluvias o sistema telefónico.

##### Tipo de paredes.

Las paredes en toda la vivienda son de ladrillo artesanal, con un total de 119,47m2, y 89,6m2 enlucidos. Las paredes internas que separan la sala de los dormitorios están a 2,36m de altura y la pared divisoria entre dormitorios a 1,70m de altura. Existen claraboyas de ventilación o iluminación en 6 paredes distintas a 2,35m de altura. A pesar del uso de aberturas en las paredes para tener una mejor ventilación interna, el material de las paredes es insuficiente para proteger térmicamente a la vivienda del calor proporcionado por el sol.

##### Tipo de cubierta.

La cubierta es a dos aguas, donde la parte frontal ha sido remplazada por galvalume (duratecho) con un total de 41,41m2 y estructura de madera. La cubierta posterior es de zinc y estructura de madera = 62m2 total de cubierta implantación 100,17m2.

Este tipo de material calienta el interior de la vivienda durante días soleados y sus características formales no le permiten evacuar el aire caliente que se acumula en la parte superior de esta.

##### Tipo de puertas, ventanas y piso.

La puerta de ingreso principal es de madera de 2,10 x 1,00, la posterior que da hacia el patio es de madera de 1,76 x 0,87. La puerta de baño es de madera de 1,70 x 0,86. Los dormitorios no cuentan con puertas, en este caso usan sólo cortinas de tela y sus boquetes de puerta son de 2,00 x 1,00 cada una.

Las ventanas en su mayoría son de 0,90 x 1,00 sobre 0,90 m de alto, siendo un total de 5 y la ventana de cocina de 0,60 x 0,76 sobre 0,94 m de alto. Todas las ventanas cuentan con rejas por cuestiones de seguridad y hacen uso de cortinas por cuestiones de privacidad. En dos de las ventanas en la fachada Oeste usan plástico transparente por efecto de las lluvias.

El piso es de cemento enlucido (pulido) con un total de 68,54m2



Imagen 55: Vista exterior de la vivienda en el sector rural "El Achiote" (2012).

## 22. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

### 22.1. Materiales utilizados.

Los materiales usados en la construcción de la vivienda en el sector rural son similares a los usados en el área urbana de El Triunfo y son cemento, acero, agregados pétreos (piedra, arena), ladrillo, zinc, galvalume (duratecho) y madera.

### 22.2. Cantidad por tipo de material.

#### Estructura.

La estructura principal de esta construcción es de hormigón armado, la misma que requiere de otros materiales para su fabricación. Debido a la dificultad para establecer las cantidades exactas de todos los elementos utilizados en este proceso, se calcularán los valores netos y posteriormente se determinarán porcentajes de materiales usados en base a estándares en el hormigón armado.

Los totales del uso del hormigón armado y hormigón simple son los siguientes:

- Hormigón de columnas 1,27m<sup>3</sup>.
- Hormigón de riostras 2,07m<sup>3</sup>.
- Hormigón de plintos 0,42m<sup>3</sup>.
- Hormigón de piso 2,92m<sup>3</sup>.

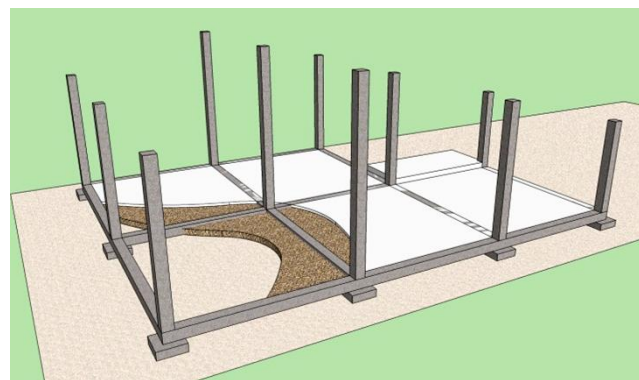


Imagen 56: Modelo digital de la estructura de hormigón armado y piso de hormigón simple.

Se calcularán las cantidades de agregados utilizando valores y métodos basados en el libro *El Calculista* (Goldenhorn, 1970) y otros datos obtenidos del *Manual Práctico de la Construcción del Arq. Jaime Nisnovich*.

Para el cálculo del acero utilizado se utilizó de referencia el libro *Hormigón armado, armado aligerado y pretensado: auxiliar para el diseño* de Jürgen Mattheib y el libro *Construcción de estructuras de hormigón armado: edificación* del Arq. Eduardo Medina Sánchez.

El hormigón utilizado contiene un total de 8,32m<sup>3</sup> lo cual con una dosificación 1:3:3 resulta en las siguientes cantidades:

- **Cemento: 2.571 Kg.**
- **Piedra: 5,57 m<sup>3</sup>.**
- **Arena: 5,57 m<sup>3</sup>.**

Para el cálculo del acero se separarán los volúmenes de hormigón según su tipo de estructura, en los que el porcentaje de acero por sección del elemento sea el mismo.

El acero utilizado aproximadamente en la vivienda es el siguiente:

Columnas y riostras de sección 0,20 x 0,20 = 3,34m<sup>3</sup>, porcentaje de acero mínimo de la sección 2% = 334m varilla de Ø12mm y 334,38m de Ø8mm incluido chicotes para paredes.

Plintos de 0,50 x 0,50 = 0,42m<sup>3</sup> = 55m varilla Ø12mm.

El total de acero de Ø12mm y Ø8mm es:

- **Acero Ø12mm: 448,70 Kg.**
- **Acero Ø8mm: 194,58 Kg.**
- **Total de acero: 634,28 Kg.**

#### Paredes.

Las paredes de esta vivienda son de ladrillo cocido simple de 9 x 19 x 39 cm y se utilizó mortero de cemento y arena para adherirlos entre sí y enlucir algunas de las paredes.

El total de material utilizado es:

- Ladrillos: 119,47m<sup>2</sup>
- Mortero para ladrillos: 0,50m<sup>3</sup>.
- Mortero de enlucido: 1,79m<sup>3</sup>.



Imagen 57: Modelo digital de las paredes de ladrillo simple visto y las enlucidas con mortero de cemento.

Para calcular los agregados del mortero de cemento se utilizarán los valores y métodos basados en el libro *El Calculista* de Simón Goldehorn y otros datos obtenidos del *Manual Práctico de la Construcción del Arq. Jaime Nisnovich*.

El mortero de cemento para pegar los ladrillos se basa en una dosificación 1:4 y el mortero para enlucir una dosificación 1:2, que nos arroja los siguientes resultados:

- **Mortero para adherir ladrillos: Cemento: 203Kg. Arena: 0,58m<sup>3</sup>.**
- **Mortero para enlucido: Cemento: 1.253Kg. Arena: 1,79m<sup>3</sup>.**
- **Total Cemento: 1.456 Kg.**
- **Total Arena: 2,37m<sup>3</sup>.**
- **Ladrillos: 1.494 U. = 17.946 Kg.**

#### Cubierta.

Para el cálculo de cubierta se tomaron las medidas de esta y se determinó el área comprendida. La cubierta frontal es de galvalume (duratecho) con 41,41m<sup>2</sup> y la cubierta posterior de zinc con 62m<sup>2</sup>. La estructura de cubierta es de madera y en total hay 129 m de cuartones principales de 8 x 4 cm y 112 m de tiras de madera de 2 x 6 cm. En total tenemos lo siguiente:

- **Planchas de zinc galvanizado: 23 unidades de 12'. (3,66m) = 121,44 Kg.**
- **Planchas de galvalume: 12,32 unidades de 4,50m = 78,85 Kg.**
- **Cuartones de madera: 32.25 unidades de 4 m.**
- **Tiras de madera: 28 unidades de 4m.**
- **Total de madera: 0,45m<sup>3</sup> ó 378 Kg.**

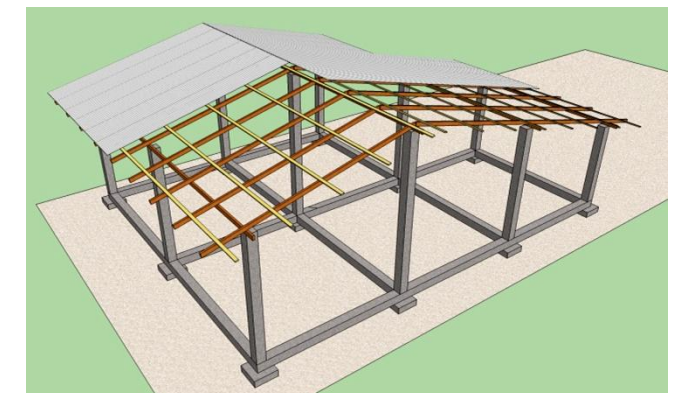


Imagen 58: Modelo digital de la cubierta y su estructura.

#### Otros componentes.

- **Relleno de grava: 7.500m<sup>3</sup>**
- **Acero de rejas de ventanas: 138,6 Kg.**





### 22.3. Propiedades de los materiales.

Los materiales de construcción según su empleo en la vivienda tienen diferentes funciones que son propias de cada elemento y las propiedades físicas y sobre todo térmicas que ayudarán a conocer cómo influyen en el confort térmico de la misma.

MATERIAL	DENSIDAD	CALOR ESPECÍFICO	CONDUCT.	DIFUSIVIDAD TÉRMICA
	Kg/m <sup>3</sup>	J/Kg°C	W/m°C	(m <sup>2</sup> /s) (x10 <sup>-6</sup> )
Acero	7850	460	58	13,01-16,06
Hormigón	2200	837	1,4	0,761
Ladrillo	1800	840	0,8	0,529
Zinc	7140	389	106-140	38,16-50,41
Madera	840	1381	0,13	0,112
Mortero de cemento	2100	-	1,4	-

Tabla 26: Propiedades de los materiales de construcción de la vivienda rural en El Achote.

**Kg/m<sup>3</sup>:** “El kilogramo por metro cúbico es la unidad del Sistema Internacional de Unidades empleada para medir la densidad”.

**J/Kg°C:** “El calor específico es una magnitud física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de una sustancia o sistema termodinámico para elevar su temperatura en una unidad (kelvin o grado Celsius)”.

**W/m°C:** “El coeficiente de conductividad térmica es una característica de cada sustancia y expresa la magnitud de su capacidad de conducir el calor”.

**(m<sup>2</sup>/s) (x10<sup>-6</sup>):** “Propiedad física relacionada con la conductividad térmica, la densidad y el calor específico del sólido a presión constante. Se caracteriza por la rapidez con la que varía la temperatura del material ante una solicitud térmica” (Wikipedia, Definiciones, 2012).

### 22.4. Energía requerida para fabricar los materiales.

Uno de los factores importantes al momento de elegir los materiales de construcción es preferir los que tengan menor cantidad de energía incorporada para su fabricación

La mayoría de la energía disponible para desarrollarlos proviene de fuentes de combustión fósil que contaminan el medio ambiente. A continuación se presentan valores (Gavilanes, 2010) aproximados al consumo de energía en la fabricación de los materiales que intervienen en la construcción de la vivienda analizada.

MATERIAL	ENERGÍA NECESARIA PARA SU FABRICACIÓN
	Mj/Kg
Acero	20-60
Hormigón	4
Ladrillo	6
Zinc	51
Madera	1-5
Mortero de cemento	2

Tabla 27: Energía necesaria para la fabricación de materiales de construcción de la vivienda rural en El Achote.

“Materiales, sistemas constructivos y diseños que requieran menos recursos no renovables y que tengan menor carga incorporada de energía son preferibles. De igual manera, materiales de construcción locales. En algunos casos se requiere compensación. “

“Un material de baja energía no puede ser apropiado si implica alto consumo energético para su mantenimiento durante la vida útil del edificio. De igual forma, un material encontrado lejos del lugar de la construcción podría ser más eficiente energéticamente y amigable con el ambiente que un material local, si su producción es eficiente. Por lo tanto, la estrategia apropiada dependerá de circunstancias y prioridades locales y regionales además de factores económicos”.

### 22.5. Cantidad de CO2 emitido por material.

No existen aún cifras exactas acerca de este punto pero gracias al *Netherlands Energy Research Foundation* (ECN, 2006) se pudieron obtener algunas cifras cercanas a la realidad.

MATERIAL	CO2 max. / min.
	(t/t)
Acero	1.7/1.0
Cemento	1
Ladrillo	0,15
Zinc	2,0/1,0
Madera	5,0/1,8

Tabla 28: Cantidad de CO2 emitido por los materiales de construcción de la vivienda rural en El Achote.

Al igual que el consumo energético, las emisiones de CO2 al desarrollar los materiales de construcción son un factor importante para poder seleccionar los que menos impacto tengan en el medio ambiente y que su producción provenga de fuentes limpias.



Imagen 59: Vista de la fachada principal (Norte) de la vivienda con los materiales que la componen y sus acabados.



Imagen 60: Vista de la fachada lateral (Oeste) de la vivienda con los materiales que la componen y sus acabados.



Imagen 61: Vista de la fachada lateral (Este) de la vivienda con los materiales que la componen y sus acabados.



Imagen 62: Vista de la fachada posterior (Sur) de la vivienda con los materiales que la componen y sus acabados.

## 23. ENERGÍA.

### 23.1. Consumo de energía.

El consumo promedio de viviendas en el sector rural es de 120 a 130 kw/h con medidor de 120V y medidor de 220 V el promedio es de 250kw/h según (Ing. Carlos Rivera, 2012)

El promedio mensual de consumo de energía en la vivienda analizada es de 85,58 kw/h y las características de su utilización son favorables ya que no utilizan climatización artificial, no requieren de iluminación artificial durante el día. Cuentan con un solo foco en el área de sala comedor y dos dormitorios, lo que indica el bajo consumo y el uso apropiado de aparatos eléctricos como el poco uso de la televisión y durante el día sólo hacen uso de la radio. La bomba de agua se la utiliza muy poco, solamente cuando existe mantenimiento del agua general del recinto. Uso eficiente del refrigerador.

Para tener una idea más clara de qué electrodomésticos y actividades consumen energía, se recogieron los siguientes datos (Electricasas, 2009) basados en promedios generales de uso y se compara con los dispositivos que tiene la vivienda.

Aparato	Potencia (Promedio) Vatios	Tiempo de uso al día (Períodos Típicos)	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo mensual Kilovatios-hora (Vatios/1000) x Hora
Videocassetera o DVD	25	3hr 4vec/sem	48	1.2
Licuada baja potencia	350	10 min/día	5	2
Bomba de agua	400	20 min/día	10	5
Tv color (19-21 pulgadas)	70	6 hrs.diarias	180	13
Focos incandescentes (3 de 100W c/u)	300	5 hrs.diarias	150	45
Refrigerador (11-12 pies cúbicos)	250	8 hrs/día	240	60
Equipo de sonido	75	4 hrs.diarias	120	9

Tabla 29: Consumos promedios de aparatos eléctricos de una vivienda. (Electricasas, 2009)



Imagen 63: Fotos de algunos dispositivos eléctricos de la vivienda.

### 23.2. Fuente del recurso energético.

La energía proviene de la hidroeléctrica Daule-Peripa que luego pasa a Durán, Milagro y posteriormente a El Triunfo. Desde este punto avanza hasta el recinto El Achiote y continúa hasta Bucay. El servicio en la vivienda analizada tiene un costo mensual promedio de \$6,12. El costo residencial es de 0,081 ctvs. Kw/h hasta 50 kw y de 51kw hasta 100kw 0,086 ctvs. Kw/h (Ing. Carlos Rivera, 2012).

Debido a que la fuente del recurso energético es la misma para ambas viviendas, urbana y rural en este caso, el impacto ecológico y ambiental es igual al mencionado previamente.

## 24. AGUA POTABLE.

### 24.1. Consumo de agua potable.

La vivienda se encuentra conectada a la red de agua del recinto El Achiote, la cual proviene de un pozo profundo que luego es bombeada al sistema, este servicio tiene un costo de \$1,00 mensual. No cuentan con medidor para el agua general y como alternativa de fuente de agua tienen un pozo profundo más bomba a presión de 1/2 HP.

Como característica de consumo, recogen el agua en tanques para el uso doméstico por falta de tuberías en puntos como el lavaplatos y el lava ropa.

El consumo promedio de AA.PP en las viviendas del sector rural es alrededor de los 12 y 13 m3 mensual.

Procedencia principal del agua recibida	AREA # 0909 EL TRIUNFO RURAL	
	Casos	%
De red pública	175	6,91%
De pozo	2096	82,75%
De río, vertiente, acequia o canal	228	9,00%
De carro repartidor	11	0,43%
Otro (Agua lluvia/albarrada)	23	0,91%
<b>Total</b>	<b>2533</b>	<b>100%</b>

Tabla 30: Procedencia principal del agua recibida en el sector rural de El Triunfo (INEC, 2010).

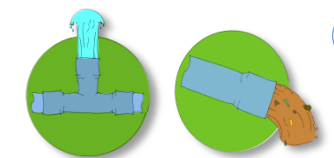
### 24.2. Cantidad de AA.PP por dispositivo o actividad.

Los distintos dispositivos y actividades en la vivienda tienen diferentes consumos y serán revisados para su futura comparación con sistemas sustentables.

Estos valores son orientativos y representan la media de los datos de diversas fuentes (Aquabio, 2009).

CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA / DÍA ACTIVIDAD	
ACTIVIDAD	CONSUMO (litros)
Lavar la ropa	60-100
Limpiar la casa	15-40
Lavar los platos	40
Cocinar	6-8
Ducharse	35-70
Lavarse los dientes (cerrando la llave)	1.5
Lavarse las manos	1.5
Afeitarse (cerrando la llave)	3
Descargar el inodoro	10-15
Regar plantas	15-20
Beber	1.5

Tabla 31: Consumo aproximado de agua por persona/día actividad. (Aquabio, 2009)



### 24.3. Fuente del recurso hídrico.

La fuente del agua potable se la obtiene por medio de un pozo profundo que luego bombea el agua a la red local de El Achote. Este pozo se conecta a un acuífero subterráneo similar o probablemente el mismo que atraviesa el cantón. Según datos de la ciudad de El Triunfo, el acuífero principal es de carácter confinado, uno surgente y otro no surgente. El flujo de las aguas subterráneas en El Triunfo es permanente y tiene una dirección suroeste. La recarga del acuífero se produce a través de una banda superficial al pie del monte de la cordillera occidental y por aportaciones directas desde los ríos de la región. Se estima que, aunque en mínima cantidad, se produzca la infiltración directa por toda la superficie arcillosa de la región (Garay., 2012).

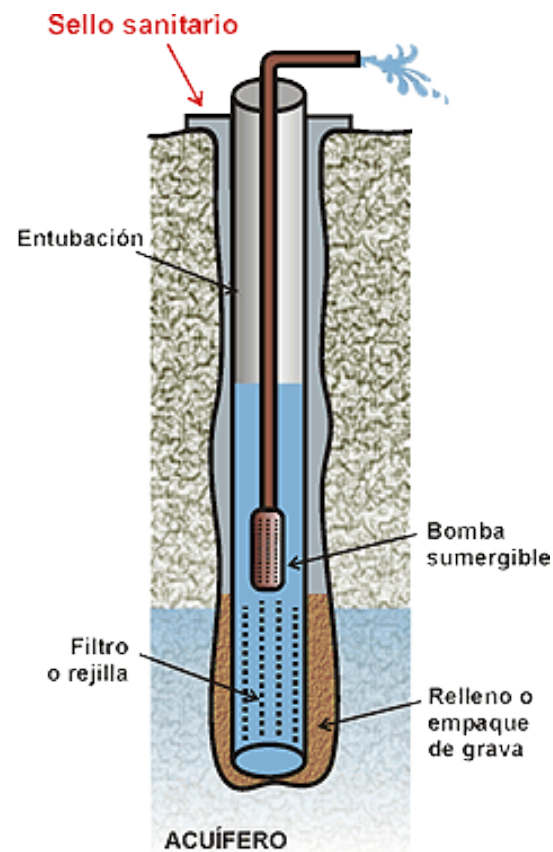


Imagen 64: Esquema gráfico del tipo de pozo que provee de agua a la vivienda. (Fing.edu.uy, 2012)

### 24.4. Efectos ecológicos y ambientales del agua potable.

Los principales problemas para consumir el agua de acuíferos se pueden presentar debido a otras actividades ajenas al servicio de agua del sector y se podría dar una contaminación subterránea por el desalojo inadecuado de los desechos sólidos domésticos y las aguas servidas.

En la zona el tratamiento de aguas servidas se lo realiza con pozos sépticos, los mismos que en su mayoría tienen la característica de presentar filtraciones y dependiendo de su volumen, tipo de suelo y profundidad donde se encuentra el acuífero, puede contaminarse en mayor o menor grado. Otros elementos capaces de alterar la calidad del agua es la agricultura, por sus componentes orgánicos industriales como pesticidas, disolventes o incluso combustibles como la gasolina o diesel.

### 25. AGUAS SERVIDAS.

#### 25.1. Cantidad de aguas servidas desechadas.

En el recinto El Achote no existe sistema de alcantarillado sanitario y cada vivienda cuenta con pozo séptico propio para evacuar sus aguas servidas. La cantidad de aguas arrojadas al pozo séptico es proporcional al agua utilizada mensualmente que es de alrededor de 12 a 13 m<sup>3</sup>.

Existe un solo baño en la vivienda y el pozo séptico se encuentra en el patio de la vivienda donde solamente los desechos del lavamanos, ducha e inodoro son enviados a este a través de una manguera superficial.



Imagen 65: Manguera superficial conduce las aguas servidas del baño al pozo séptico.

AREA # 0909 EL TRIUNFO	RURAL	
Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	%
Conectado a red pública de alcantarillado	17	0,67%
Conectado a pozo séptico	1451	57,28%
Conectado a pozo ciego	571	22,54%
Descarga directa al río, lago o quebrada	7	0,28%
Letrina	132	5,21%
No tiene	355	14,02%
<b>Total</b>	<b>2533</b>	<b>100%</b>

Tabla 32: Tipo de servicio higiénico en el sector rural de El Triunfo (INEC, 2010).

#### 25.2. Efectos ecológico- ambientales y de salud por desecho de aguas servidas.

El sistema utilizado para el tratado de aguas servidas es relativamente sencillo y de bajo costo, sin embargo tiene algunos problemas ecológicos, ambientales y de salud que pueden presentarse si no se manejan los procesos adecuados o si no fue construido adecuadamente. Entre los principales efectos negativos están:

- Posible contaminación de agua subterránea (acuíferos).
- Producción de malos olores.
- Proceso de filtración y drenaje puede producir un deterioro en el suelo causado por el aumento de salinización y saturación del agua.
- Falta de separación de sustancias vertidas al sistema de alcantarillado (tóxicas, aceites, grasas, materia orgánica, etc.)
- Posibles efectos en la salud si colapsa el sistema cercano a la vivienda.
- Emanación de gases efecto invernadero.



Imagen 67: Pozo séptico en el patio de la vivienda analizada.

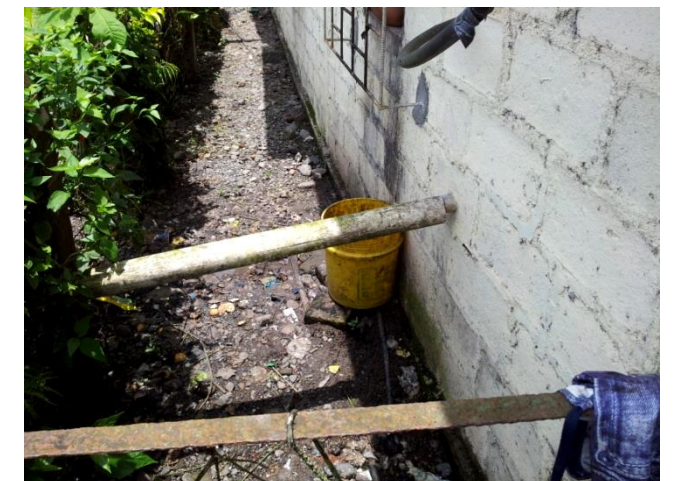


Imagen 68: Tubería de aguas jabonosas del lavaplatos de la cocina. Esta agua cae en la calle.



Imagen 66: Tapa del pozo séptico en el patio de la vivienda analizada.



### 26. AGUAS LLUVIAS.

El recinto El Achiote no cuenta con infraestructura de desalojo de aguas lluvias; el agua se conduce naturalmente a niveles más bajos mediante pequeños canales naturales creados en las calles.

La topografía y el tipo de suelo del sector evitan que haya inundaciones, sin embargo, suelen crearse pequeños estancamientos de agua donde se podrían proliferar mosquitos sobre todo en temporada invernal.

#### 26.1. Precipitaciones y la vivienda.

Las precipitaciones anuales tienen un promedio de 1.527,14 mm/m2 según (INAMHI, 2000 - 2008). Estas lluvias actualmente son desaprovechadas y podrían suplir en gran medida las necesidades básicas de la vivienda, por lo que se calculará las cantidades de agua que se podría recoger en un año en base al área de la cubierta.

$1.527,14 \text{ mm/m}^2 \times 100,17\text{m}^2 = 152.973,61 \text{ mm}$   
multiplicado por un factor de pérdida del 20% = **122.378,89 lts. ó 122,38 m3** anuales.

El agua lluvia recolectada es apta para diferentes actividades en la vivienda, sin embargo es necesario un filtrado previo dependiendo de la actividad.



Imagen 69: Canal natural en la calle conduce las aguas lluvias a zonas más bajas.

### 27. DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS.

El desalojo de desechos domésticos en el sector se lo realiza 2 veces por semana (martes y viernes) y el camión recolector es el encargado de llevarse todo tipo de desechos que generen las viviendas. Esta mezcla de desechos genera grandes problemas en los espacios destinados a ser botaderos municipales. Los habitantes de esta vivienda desconocen la importancia de separar los tipos de desechos como plásticos, papeles, metales, vidrio y demás desechos biodegradables.

Una característica de los desechos orgánicos generados en la vivienda, es que estos son recolectados para ser mezclados con otros elementos para servir de alimento para un cerdo que es criado en el patio de la vivienda.



Imagen 70: Pequeño espacio para criar un cerdo a base de desechos orgánicos y otros alimentos como verde y maduro.

### 27.1. Cantidad por tipo de desecho.

Para conocer de mejor manera que tipo de desechos generan las viviendas es necesario un análisis más profundo y tener diferentes casas como muestras para tomar la información necesaria, por lo tanto, en este punto se utilizarán los datos generados en la tesis de grado del Biotecnólogo ambiental (Sempertegui, 2008). Para el cálculo de los residuos sólidos domésticos (RSD) de la ciudad de Riobamba se segmentó las muestras en cuatro estratos según su nivel económico.

#### 27.1.1. Componentes potencialmente reciclables.

Para la determinación de los residuos reciclables se ha estimado los componentes que presentan mayor demanda por parte de los recicladores; los mismos que pueden ser utilizados en procesos de transformación para fines productivos.

El cálculo de los componentes potencialmente reciclables se obtiene ponderando los residuos de cada estrato. Generación de residuos reciclables = %cada estrato x generación total de residuos (Kg/día).

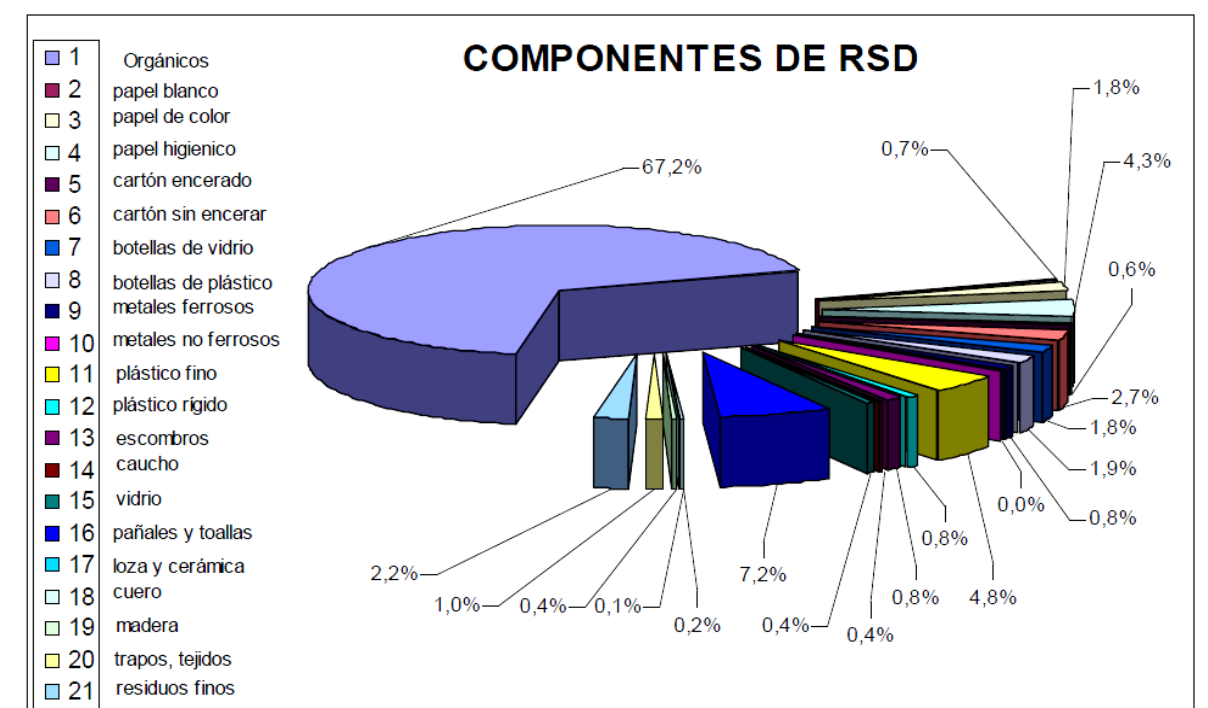


Tabla 33: Componentes de residuos sólidos domésticos por cantidades. (Sempertegui, 2008)

Basado en los cálculos encontrados en la tesis analizada, la cantidad de desechos sólidos promedio para un estrato medio bajo es de **0,72 kg/hab/día** y en el caso de estudio con **6 habitantes serían 4,32 Kg/vivienda/día ó 129,6 Kg/vivienda/mensual.**

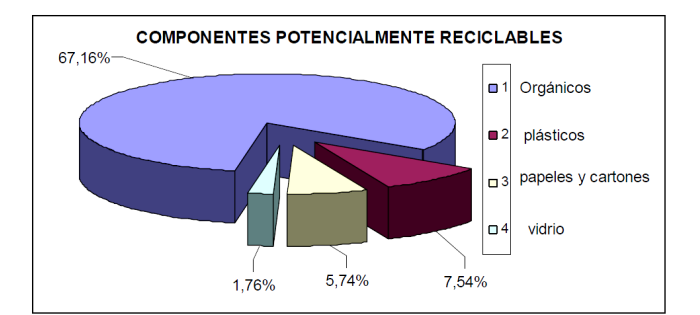


Tabla 34: Componentes potencialmente reciclables. (Sempertegui, 2008)



### 27.2. Efectos ecológico- ambientales y de salud por desechos domésticos.

Existen varias actividades en el proceso de recuperación de desechos domésticos que son susceptibles de producir impacto ambiental.

Al igual que el sistema de aguas servidas, los desechos domésticos sólidos tienen un bajo costo en su proceso de tratamiento, sin embargo cuenta con problemas ambientales y de salud similares que pueden presentarse si no se desarrollan las actividades adecuadamente. Entre los principales efectos negativos están:

- Posible contaminación de agua subterránea (acuíferos).
- Producción de malos olores en la zona destinada a ser botadero de basura.
- Falta de separación de desechos de diferentes tipos puede contaminar potencialmente el área del botadero.
- Posibles efectos en la salud de habitantes cercanos al botadero de basura.
- Emanación de gases efecto invernadero

### 28. ALIMENTOS.

Los alimentos son evidentemente el combustible de los seres vivos y por ende son indispensables para el sustento de la familia que habita en la vivienda analizada. Los víveres pueden provenir de diferentes fuentes y sus procesos de producción pueden incorporar el uso de pesticidas y otros químicos perjudiciales para la salud.

Una alternativa de alimentos domésticos se da mayormente el sector rural, ya que se encuentra más cercano al campo y la cultura de cultivar ciertos alimentos o criar animales es más común.

Entre los diferentes tipos de alimentos generados en el contexto de la vivienda se encuentran:

- Mandarina.
- Limón.
- Hierba luisa.
- Sábila.
- Papaya.
- Albahaca, culantro y ají.
- Pollos o gallinas.
- Un cerdo.

El costo de producción de estos alimentos es relativamente bajo, ya que los árboles frutales se mantienen por sí solos y las hortalizas se mantienen con poca cantidad de agua. Los pollos o gallinas criados consumen pocos alimentos y su costo de igual manera es mínimo. El cerdo consume parte de los desechos orgánicos generados en la vivienda mezclados con verde o maduro que igualmente es barato.

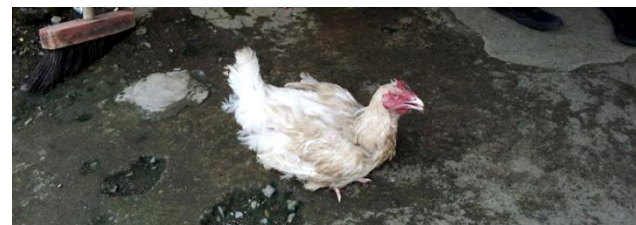


Imagen 71: Alimentos de consumo y producidos en el contexto de la vivienda.

### 28.1. Fuente de alimentos.

La fuente convencional de alimentos de esta familia proviene de una tienda de víveres del sector, en donde la mayoría de sus alimentos proceden del mercado de El Triunfo o producidos en zonas cercanas al recinto. El costo aproximado por consumo semanal de víveres es de \$50,00 aproximadamente. El costo de la canasta básica es \$583,27 y la canasta vital \$418,82 (INEC, 2010).

Existen campañas para el desarrollo alimentario en comunidades rurales como el de las "canastas comunitarias en Ecuador" (Kirwan, 2009) donde promueven mejorar prácticas productivas en el medio rural, es decir, producir alimentos natural y orgánicamente sin el uso de agentes químicos.

Esta campaña es adecuada para el medio en el cual se analiza la vivienda ya que existe la cultura de cultivar alimentos caseros y criar animales para consumo o muchas veces se venden y sirven de fuente de ingreso económico.

### 28.2. Químicos y conservantes en los alimentos.

Para el proceso de producción de alimentos convencionales se suelen utilizar pesticidas que impiden que microorganismos dañen los cultivos y en otras ocasiones el simple hecho de tener una mayor producción implica usar fertilizantes artificiales para la tierra e introducir otro tipo de químicos.

Posteriormente se utilizan conservantes químicos generalmente para la comida envasada, esto ayuda a que el producto tenga mayor tiempo de duración.

### 28.3. Propiedades de los alimentos.

La lista de propiedades de los alimentos como frutas, carnes, legumbres, pescado, etc. fue previamente revisada en el análisis de la vivienda urbana.

### 29. ÁREAS VERDES.

#### 29.1. Espacios verdes y la vivienda.

Dentro del terreno donde se encuentra la vivienda existen espacios verdes como árboles frutales, plantas, flores y hiervas. El área comprendida cubre aproximadamente 32m<sup>2</sup>.



Imagen 72: Imágenes de áreas verdes en el contexto de la vivienda.

#### 29.2. Áreas verdes y su oxígeno.

El Prof. (Martín, 2009) afirma que un bosque viejo produce el efecto contrario a uno joven, ya que absorbe y elimina oxígeno y emite más dióxido de carbono. Por su parte, los árboles jóvenes y en pleno crecimiento, absorben y eliminan dióxido de carbono en una proporción de alrededor de 1,5 kg por cada kg de su propio peso, y lo reemplazan por oxígeno en una cantidad equivalente.

En el proceso de fotosíntesis, fijan el carbono en el cuerpo del árbol (ramas, troncos, hojas, flores y frutos) y se convierten en almacenadores naturales de carbono. Algunos estudios destacan que un árbol de tamaño medio absorbe alrededor de 6kg de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) al año, por lo que en 40 años asimilaría como mínimo 250kg.

Los árboles y arbustos que más CO<sub>2</sub> absorben en jardines, ciudad y bosque, según Figueroa y Redondo (2007) (Gavilanes, 2010), puede variar dependiendo de la especie, la madurez del

árbol, la humedad (a mayor humedad más CO2 consume) y su frondosidad (mientras más hojas tenga más CO2 consume).

#### Arbustos:

ESPECIE	NOMBRE COMUN	Kg. CO2 al año
<i>Viburnum tinus</i>	Durillo	46
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito	40
<i>Nerium oleander</i>		31
<i>Arbutus unedo</i>		28
<i>Lantana cámara</i>		6
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	Aligustre	1,3
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	0,6
<i>Pistacea lentiscus</i>	Lentisco	0,2
<i>Paspalum paspalodes</i>	Gramma	1,5

Tabla 35: Arbustos que más CO2 absorben. (Gavilanes, 2010)

#### Árboles:

ESPECIE	NOMBRE COMUN	Kg. CO2 al año
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	48.870
<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	27.180
<i>Melia azederach</i>	Melia	5.959
<i>Quercus ilex</i>	Encina	5.040
<i>Quercus suber</i>	Alcornoque	4.537
<i>Gleditsia tracanthos</i>		802
<i>Jacaranda ovalifolia</i>	Jacaranda	1.832
<i>Ulmus minor</i>	Olmo	762
<i>Brachichiton populneum</i>		957
<i>Citrus aurantium</i>	Naranja	555
<i>Olea europae</i>	Olivo	570
<i>Populus alba</i>	Álamo	498
<i>Platanus x hispanica</i>	Plátano	478
<i>Cupressus sempervirens</i>		385
<i>Laurus noviles</i>		384
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor	19
<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo japonés	17
<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa	11

Tabla 36: Árboles que más CO2 absorben. (Gavilanes, 2010)

### 30. DESASTRES NATURALES.

El Ecuador posee grandes posibilidades de sufrir terremotos por su ubicación en el cinturón de fuego del pacífico y también lo afectan inundaciones debido al fenómeno de El Niño en cierta época del año. En el sector rural del reciento El Achiote, como se mencionó previamente no existen antecedentes de inundaciones o de sismos o terremotos que hayan afectado considerablemente las construcciones.

A pesar de la ubicación y tipo de suelo ideal para construcciones tipo vivienda, es necesario conocer el tipo de estructura y demás materiales que componen la vivienda y así determinar si está apta para soportar sismos o terremotos. De igual manera el tipo de suelo donde se encuentra ubicada puede afectar de diferentes maneras, en caso de un sismo éste puede ayudar a que el impacto en la construcción sea mayor o menor según sus propiedades.

En base al análisis visual de la construcción se percibe que la vivienda ha aumentado progresivamente en por lo menos 2 etapas, debido a desniveles del piso y cambio de color del cemento pulido entre la cocina y sala-comedor. Los materiales en ciertas partes de la casa se perciben más antiguos que otros como en las paredes en la parte posterior y los dos tipos de cubierta utilizada.

La estructura es de hormigón armado de hace 20 años aproximadamente y no presenta vigas superiores de amarre perimetral, lo que puede afectar considerablemente la integridad de la construcción en el momento de un terremoto, que si bien no tiene características sismo resistentes, podría soportar el tiempo suficiente para poder salir de la misma a un lugar más seguro. No se presentan grietas ni fisuras por asentamientos o sismos anteriores.

Los niveles de construcción están al mismo nivel que de la calle, sin embargo no han tenido problemas de ingreso de aguas al interior de la casa.

El tipo de suelo con capas de grava, gravilla y algo de arena, previamente analizado, demuestra que es apropiado para construir e idóneo de aminorar el impacto de un terremoto.

Los diferentes estratos de suelo ayudan a que el agua se filtre fácilmente hacia aguas subterráneas o acuíferos que atraviesan el cantón.



Imagen 73: Fachada lateral Este. Estructura de hormigón armado no presenta vigas superiores de amarre.



Imagen 74: Imagen de los dos tipos de cubierta y su estructura de madera.

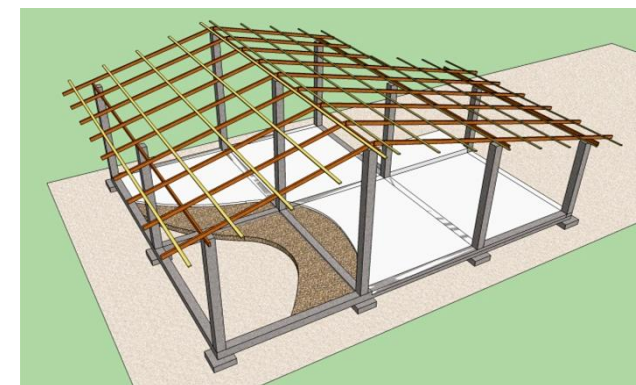


Imagen 75: Modelo digital de la estructura de hormigón armado y la estructura de cubierta.

### 31. CONCIENCIA ECOLÓGICA.

Este componente es primordial en el funcionamiento de la vivienda si se quieren disminuir consumos tanto en energía, materiales de construcción, agua potable, etc. Todos los componentes antes vistos tienen un mayor o menor impacto ambiental dependiendo del conocimiento ecológico de las personas que ahí habitan.

#### 31.1. Conocimiento del cambio climático mundial.

En este caso no existe ningún conocimiento acerca del tema, sin embargo sus actividades dentro de la casa y el uso de los recursos naturales son bastante buenos.

#### 31.2. Actividades o hábitos ecológicos.

Las diferentes actividades y hábitos ecológicos dentro de la vivienda son muy positivos y los realizan pensando básicamente en el ahorro económico que implica. Entre los hábitos que realizan están los siguientes:

- No encienden los focos durante el día.
- Cuentan con sólo 3 focos en toda la casa.
- Mínimo uso de la televisión.
- Poco uso del refrigerador.
- Uso mínimo de bomba de agua.
- Se recoge agua para usos domésticos.
- Sistema natural de ventilación (pasiva).
- Utilizan desechos orgánicos como alimento para criar animales.
- Cultivo de frutas y hortalizas.



### 32. RESUMEN DE CONSUMOS EN LA VIVIENDA RURAL EN EL ACHIOTE.

A continuación se adjunta la tabla donde se resumen los consumos y emisiones de CO2 de todos los componentes de la vivienda.

RESUMEN DE CONSUMOS DE LA VIVIENDA RURAL "EL ACHIOTE"								
COMPONENTES	CANTIDAD			ENERGÍA EN SU FABRICACIÓN	ENERGÍA equivalente	EMISIÓN DE CO2	COSTO servicios	VALORACIÓN
	Kg.	m3	m2	Mj	Kw/h 1 Mj = 0,277 Kw/h	t	\$	Muy bueno - bueno - regular - malo
Materiales de construcción								
Acero	772,88			30.915	8.588	0,45		
Hormigón	18.304			73.216	20.338	18,30		
Ladrillo	17.946			107.676	29.910	120		
Zinc/galvalume.	200,29			10.215	2.837	0,100		
Madera	378,00			1.134	315	0,076		
Mortero de cemento	4.809			9.618	2.672	4,81		
Energía eléctrica (mensual)					85,58		6,12	
Agua potable (mensual)		12,5					1,00	
Aguas servidas (mensual)		12,5						
Lluvia (recolectable al año)		122,4						
Desechos domésticos sólidos (mensual)	129,6							
Alimentos (mensual)							200	
Áreas verdes			32					
Desastres naturales								Regular
Conciencia ecológica								Regular

Tabla 37: Resumen de consumos de la vivienda rural en El Achiote. laborado por Juan José Rodríguez, Diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes (2012).

**NOTA.** Debido a la falta de información de emisiones de co2 de los agregados del hormigón, los valores de emisión de CO2 del hormigón y mortero de cemento se refieren solamente a las emisiones que tiene el cemento, (basado en su porcentaje por volumen) y no al producto final donde intervienen todos sus componentes.





### 33. RESUMEN COMPARATIVO DE COMPONENTES DE LA VIVIENDA URBANA Y RURAL.

Una vez realizado el análisis de los distintos componentes que conforman las viviendas, es necesaria una comparación breve que indique los consumos de recursos naturales que tiene cada una. Los resultados que se obtengan de ambas experiencias servirán de comparación con teorías, estrategias y tecnologías sustentables enfocadas al desarrollo sustentable y en base a esto poder desarrollar posteriormente los correctivos que sean necesarios.

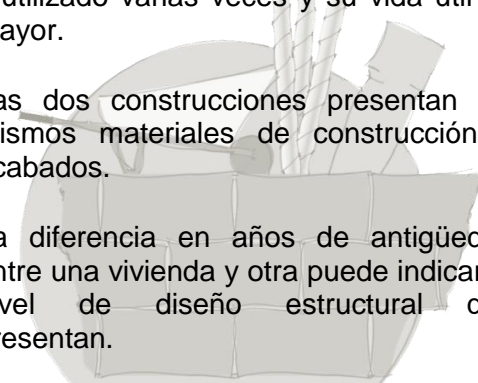
ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMPONENTES DE LA VIVIENDA URBANA Y RURAL																
COMPONENTES	CANTIDAD						ENERGÍA EN SU FABRICACIÓN		ENERGÍA equivalente		EMISIÓN DE CO2		COSTO servicios		VALORACIÓN	
	Kg.		m3		m2		Mj		Kw/h 1 Mj = 0,277 Kw/h		t		§		Muy bueno - bueno - regular - malo	
	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
Materiales de construcción																
Acero	951,38	772,88					38.055	30.915	10.571	8.588	0,56	0,45				
Hormigón	13.596	18.304					54.384	73.216	15.107	20.338	13,60	18,30				
Ladrillo	16.614	17.946					99.684	107.676	27.690	29.910	111	120				
Zinc/galvalume.	168,96	200,29					8.617	10.215	2.394	2.837	0,084	0,100				
Madera	100,80	378,00					101	1.134	28	315	0,020	0,076				
Mortero de cemento	1.806	4.809					3.612	9.618	1.003	2.672	1,81	4,81				
Energía eléctrica (mensual)									95,67	85,58			7,85	6,12		
Agua potable (mensual)			15	12,5									2,10	1,00		
Aguas servidas (mensual)			15	12,5									1,50			
Lluvia (recolectable al año)			103,41	122,38												
Desechos domésticos sólidos (mensual)	118,8	129,6														
Alimentos (mensual)													80	200		
Áreas verdes					12	32										
Desastres naturales															Muy bueno	Regular
Conciencia ecológica															Regular	Regular

Tabla 38: Análisis comparativo entre componentes de la vivienda urbana y rural. laborado por Juan José Rodríguez, Diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes (2012).



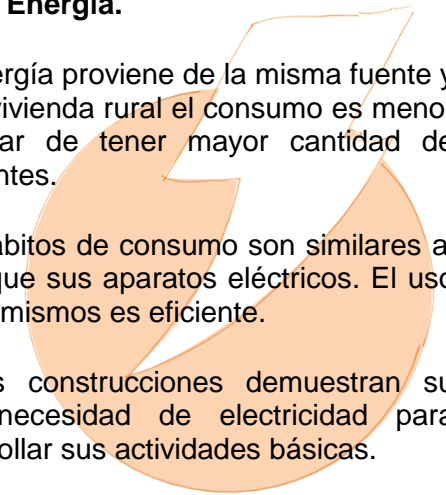
**33.1. Materiales de construcción.**

- En ambos casos se utiliza el mismo sistema estructura de hormigón armado y cubierta de zinc con excepción de su estructura en la cual la vivienda urbana utiliza el metal y la rural la madera. Si se compara la energía utilizada y sus emisiones de CO2, probablemente la madera sea lo más adecuado, sin embargo el metal puede ser reciclado y reutilizado varias veces y su vida útil es mayor.
- Las dos construcciones presentan los mismos materiales de construcción y acabados.
- La diferencia en años de antigüedad entre una vivienda y otra puede indicar el nivel de diseño estructural que presentan.
- Formalmente la casa rural es mucho más grande, tanto en m2 de construcción como en la altura de su cubierta, no obstante poseen la misma cantidad de espacios y la vivienda urbana es más eficiente en el diseño espacial.
- La cantidad de m2 de pared enlucidos en la vivienda rural es mucho mayor lo cual puede ser debido al tiempo de la misma y su perceptible ampliación en distintas etapas.
- La orientación no es la más adecuada en ninguna de las dos, y la sensación térmica es alta debido a los materiales usados en paredes y cubierta.
- La ventilación que pueda ingresar a cualquiera de las casas es poco útil ya que el aire caliente siempre queda atrapado en la parte superior de la cubierta a dos aguas.
- El usar los materiales inadecuados afecta los niveles de confort térmico en ambos casos, sin embargo no ha sido objeto para utilizar climatización o iluminación artificial.



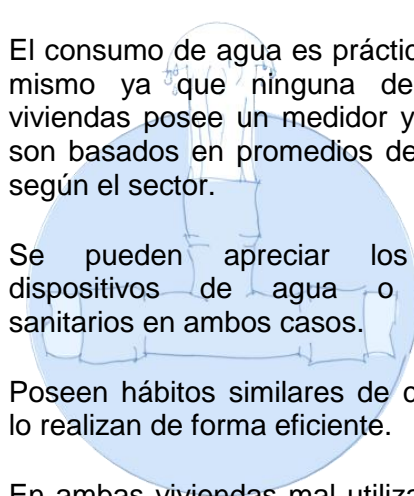
**33.2. Energía.**

- La energía proviene de la misma fuente y en la vivienda rural el consumo es menor a pesar de tener mayor cantidad de habitantes.
- Los hábitos de consumo son similares al igual que sus aparatos eléctricos. El uso de los mismos es eficiente.
- Ambas construcciones demuestran su baja necesidad de electricidad para desarrollar sus actividades básicas.



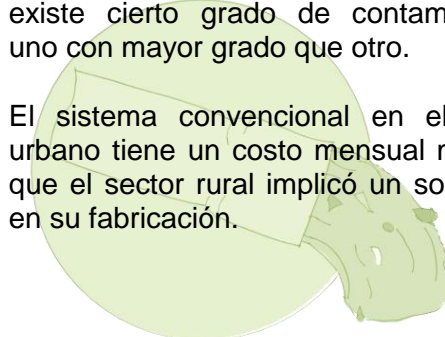
**33.3. Agua potable.**

- En los dos casos existe un sistema de agua aunque no necesariamente potable.
- El consumo de agua es prácticamente el mismo ya que ninguna de las dos viviendas posee un medidor y los datos son basados en promedios de consumo según el sector.
- Se pueden apreciar los mismos dispositivos de agua o espacios sanitarios en ambos casos.
- Poseen hábitos similares de consumo y lo realizan de forma eficiente.
- En ambas viviendas mal utilizan el agua en equipos como el inodoro donde podrían usar agua lluvia recolectada.



**33.4. Aguas servidas.**

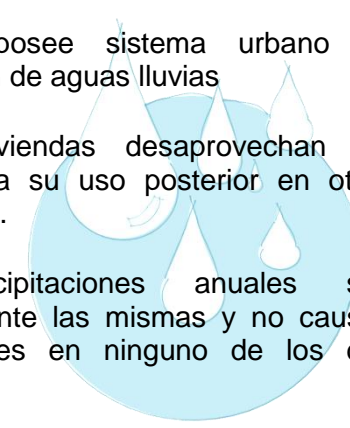
- La vivienda urbana cuenta con red de alcantarillado sanitario y la rural hace uso de un pozo séptico. En ambos casos existe cierto grado de contaminación, uno con mayor grado que otro.
- El sistema convencional en el sector urbano tiene un costo mensual mientras que el sector rural implicó un solo costo en su fabricación.



- Tanto en la vivienda rural como urbana, los desechos arrojados al drenaje son de todo tipo como: aceites, grasas, detergentes, etc.

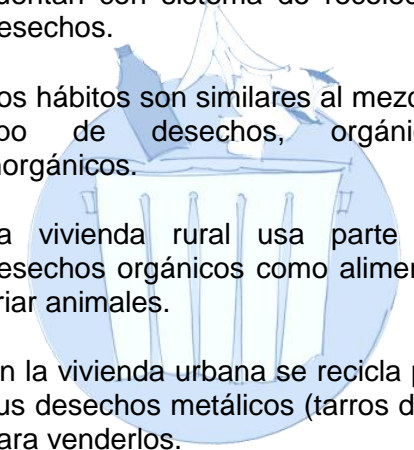
**33.5. Aguas lluvias.**

- Ninguna posee sistema urbano de recolección de aguas lluvias
- Ambas viviendas desaprovechan las aguas para su uso posterior en otras actividades.
- Las precipitaciones anuales son prácticamente las mismas y no causan inundaciones en ninguno de los dos sectores.



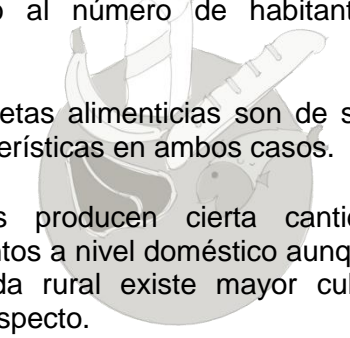
**33.6. Desechos domésticos sólidos.**

- Tanto la vivienda urbana como rural cuentan con sistema de recolección de desechos.
- Los hábitos son similares al mezclar todo tipo de desechos, orgánicos e inorgánicos.
- La vivienda rural usa parte de los desechos orgánicos como alimento para criar animales.
- En la vivienda urbana se recicla parte de sus desechos metálicos (tarros de leche) para venderlos.
- Las cantidades de desechos de cada vivienda se basa en el número de habitantes de cada una.



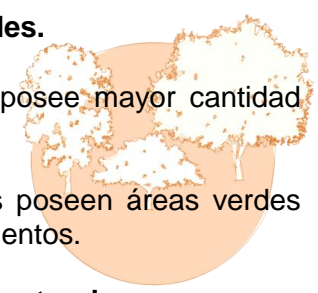
**33.7. Alimentos.**

- El consumo es mayor en la vivienda rural debido al número de habitantes que tiene.
- Las dietas alimenticias son de similares características en ambos casos.
- Ambas producen cierta cantidad de alimentos a nivel doméstico aunque en la vivienda rural existe mayor cultura en este aspecto.



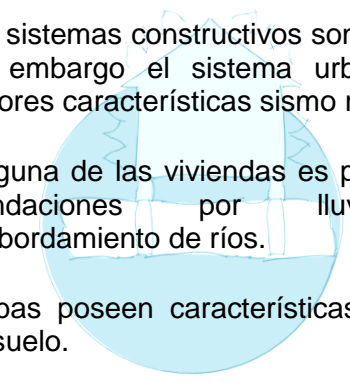
**33.8. Áreas verdes.**

- La vivienda rural posee mayor cantidad de áreas verdes.
- Las dos viviendas poseen áreas verdes que producen alimentos.



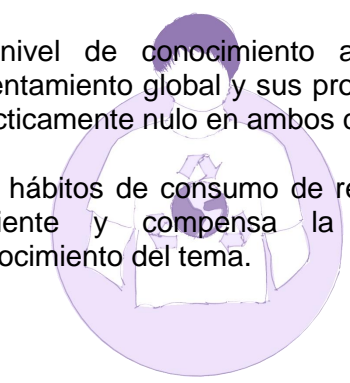
**33.9. Desastres naturales.**

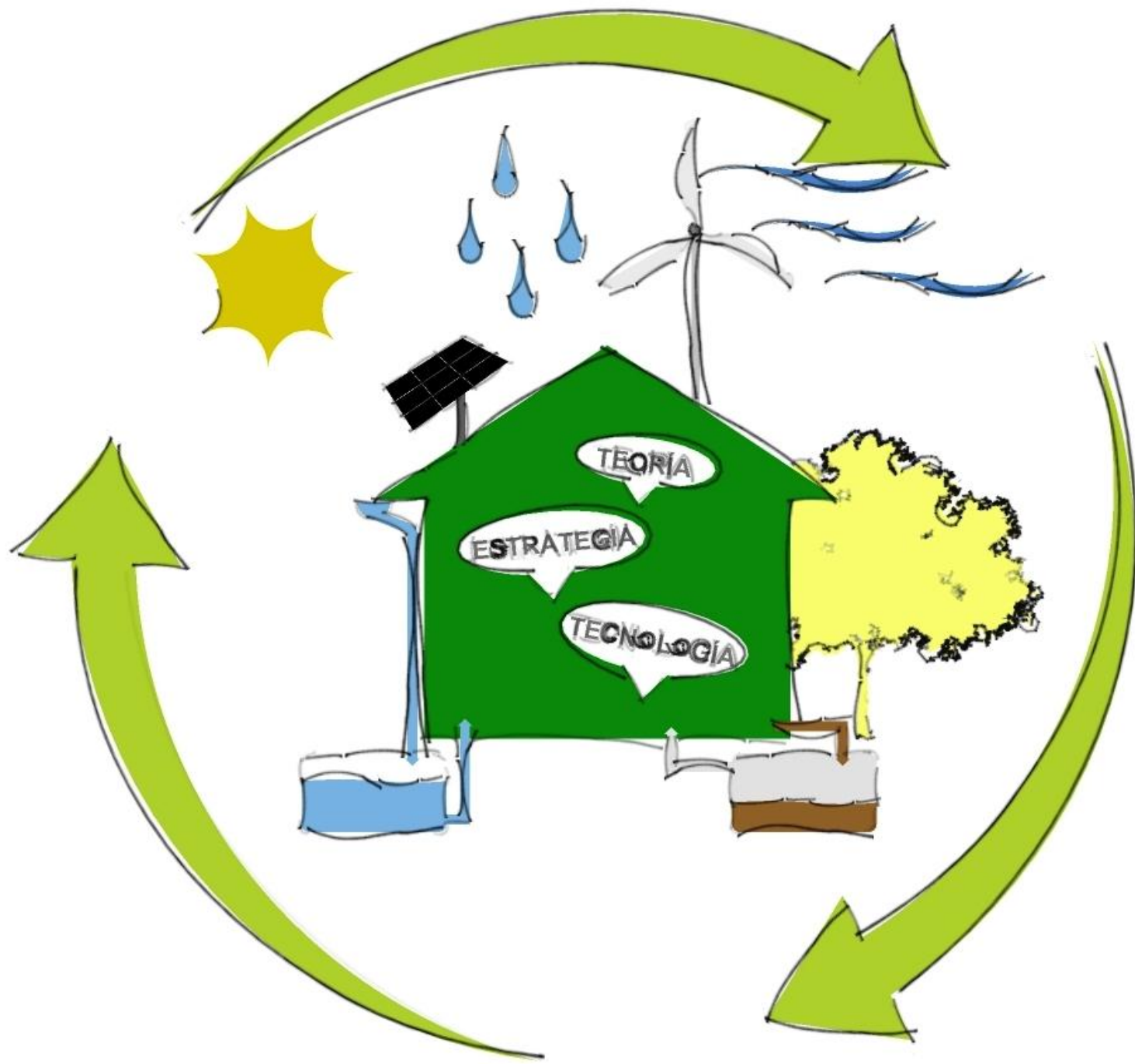
- Los sistemas constructivos son similares, sin embargo el sistema urbano posee mejores características sismo resistente.
- Ninguna de las viviendas es propensa a inundaciones por lluvias o desbordamiento de ríos.
- Ambas poseen características similares de suelo.



**33.10. Conciencia ecológica.**

- El nivel de conocimiento acerca del calentamiento global y sus problemas es prácticamente nulo en ambos casos.
- Los hábitos de consumo de recursos es eficiente y compensa la falta de conocimiento del tema.





**FASE 2.** Examinar varias Teorías, Estrategias y Tecnologías Aplicables a un Diseño Conceptual de Vivienda Sustentable en el Sector Rural de El Triunfo.

### 34. TEORÍA DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.

Existen diversos conceptos acerca de la arquitectura bioclimática, sin embargo todas coinciden en el uso apropiado de los recursos naturales para el confort de las personas en su espacio habitable. Entre los conceptos encontrados tenemos el de la (Arq. Dra. López de Asiain, 2003) y su documento "Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura", el mismo que será utilizado como fuente primaria para establecer las diferentes teorías y estrategias bioclimáticas. La Arq. López de Asiain plantea que la arquitectura bioclimática es "la composición de soluciones arquitectónicas a partir del conjunto de técnicas y los materiales disponibles con miras a conseguir el resultado del confort deseado, conforme con las exigencias del usuario y a partir del clima local".

La concepción bioclimática es ante todo una especie de compromiso cuyas bases son:

- Un programa de arquitectura.
- Un paisaje.
- Una cultura.
- Materiales locales.
- Cierta noción del bienestar y el abrigo.
- Y cuya síntesis es la envoltura habitable.

Dentro de los mismos conceptos, López de Asiain también plantea que "La arquitectura ecológica, bioclimática, etc. son algunos términos, que no son sinónimos, pero persiguen un común denominador, promover diseños con el objetivo de restaurar el balance o equilibrio entre el medio ambiente y lo manipulado por el hombre. El buen comportamiento bioclimático de la arquitectura ha de pasar por entender y optimizar, en relación con el edificio, los ciclos de materia, energía e información".

"La postura bioclimática se basa principalmente en la búsqueda de confort, y éste, se relaciona directamente con la sensación de bienestar. En el confort influyen multitud de factores físicos y psicológicos. En general podemos decir que los aspectos que incorpora la postura bioclimática se desarrollan a partir de una búsqueda del confort físico, psicológico y cultural".



Tabla 39: Cuadro sinóptico de aspectos que incorporan la postura bioclimática. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

#### 34.1. Aspectos biofísicos.

##### 34.1.1. Aspectos climático-térmicos.

En este punto se hace referencia a dos puntos fundamentales que son la calidad del aire y el confort térmico, donde interviene el intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente, donde se suele considerar a través parámetros como temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, ventilación (velocidad del aire), etc.

El confort térmico ocurre cuando se dan al mismo tiempo las dos opciones siguientes:

- La cantidad de calor producida por el metabolismo es igual a la cantidad de calor cedida al ambiente en reposo absoluto y estado de comodidad, la producción mínima de calor en el cuerpo humano es de 70 Kcal/h (1 Kcal/h por Kg de peso).
- En ninguna parte del cuerpo se percibe sensación de calor o frío.

#### Fuentes y sumideros energéticos naturales.

En este aspecto se toman en cuenta los diferentes sumideros y fuentes energéticas naturales que nos rodean y que influyen en las condiciones térmicas que nos afectan.

### Las fuentes energéticas básicas que se encuentran a nuestro alrededor son:

- La radiación solar.
- El aire exterior. Siempre que se encuentre a mas de 24°C.
- El metabolismo interno. Engloba tanto el calor de las personas como el de los electrodomésticos.

Es pertinente destacar que estos elementos que son fuentes energéticas básicas pueden ser utilizados de distintas maneras, mediante dispositivos tecnológicos para transformar esta energía en electricidad para las diferentes actividades dentro de la vivienda.

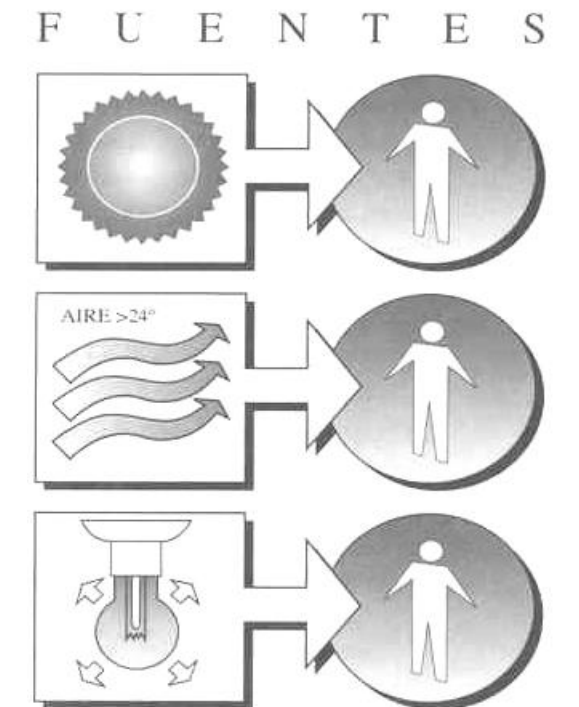


Imagen 76: Fuentes energéticas naturales. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

### Los sumideros principales son:

- El espacio. El edificio siempre trasvasa calor al espacio exterior.
- El aire exterior. Siempre que se encuentre por debajo de 24°C.
- Superficies húmedas. Tanto artificiales como naturales (fuentes, vegetación), ya que el calor que utilizan para evaporar el agua lo sacan de su entorno inmediato.

Se pretende utilizar al máximo todo tipo de energía que intervenga en el contexto de una vivienda, ya sea natural o generada por las personas al momento de desarrollar sus actividades domésticas.

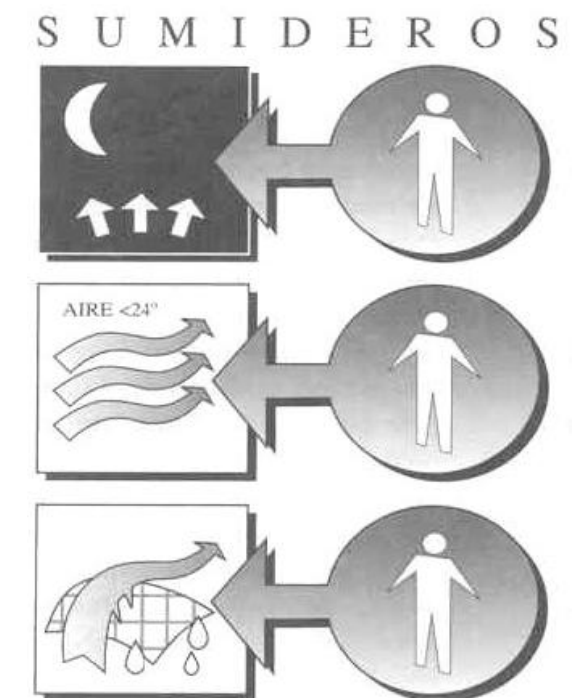


Imagen 77: Sumideros energéticos naturales. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

### Temperatura húmeda y seca.

El confort térmico está directamente relacionado con la temperatura del aire. Su valor medio recomendable oscila entre los 21°C en invierno y los 26°C en verano. Es importante la diferenciación entre temperatura húmeda y seca, el grado de del aire condiciona enormemente la percepción de la temperatura por el usuario.

Tanto en invierno como en verano, la humedad absoluta del aire debería mantenerse entre los 5 y 12 gr de agua por Kg de aire seco para lograr un confort climático térmico.

Las temperaturas descritas previamente son apropiadas y se acercan a las de la zona de estudio en el sector de El Achioté, donde las temperaturas anuales promedian 29°C máximas y la mínima de 21,6°C (INAMHI, 2000 - 2008).

### Ventilación, volumen y velocidad de renovación del aire.

La calidad del aire necesaria para la renovación y para evitar posibles olores se consigue mediante la renovación del aire del espacio considerado (mínimo de 0,5 renovaciones/hora, aumenta en función de la ocupación y la actividad). Se puede cuantificar a partir de los contaminantes interiores del edificio y del porcentaje de personas satisfechas.

La ventilación de los espacios permite reducir el contenido de humedad y aumentar la sensación de frescor en climas cálidos.

El movimiento del aire modifica la sensación térmica. Una velocidad de 1m/s puede producir una sensación de temperatura inferior en 2 o 3°C. Sin embargo existe un límite de velocidad de 2m/s, a partir del cual el movimiento del aire puede resultar molesto.

La ventilación, el volumen y la velocidad de renovación del aire dependerá estrictamente del diseño conceptual bioclimático que se plantee en la vivienda, utilizando las herramientas descritas en este documento.

### Diagrama psicrométrico y diagrama bioclimático.

A partir de los parámetros y factores de confort térmico comentados, se han hecho diversos intentos de valoración conjunta de una parte o de todos ellos, intentando calcular estadísticamente el confort que producen.

El interés de este diagrama radica en la ayuda que ofrece para estudiar el potencial que tiene el diseño de los exteriores de los edificios para suministrar confort.

En la zona superior, en función de las condiciones exteriores (humedad relativa, temperatura), nos da los valores de la velocidad del aire necesarios para que las condiciones sean similares a las del confort humano.

En la zona inferior de la zona de confort, refleja las temperaturas exteriores con las cuales podemos estar dentro de los niveles de confort si los niveles de radiación solar son los adecuados.

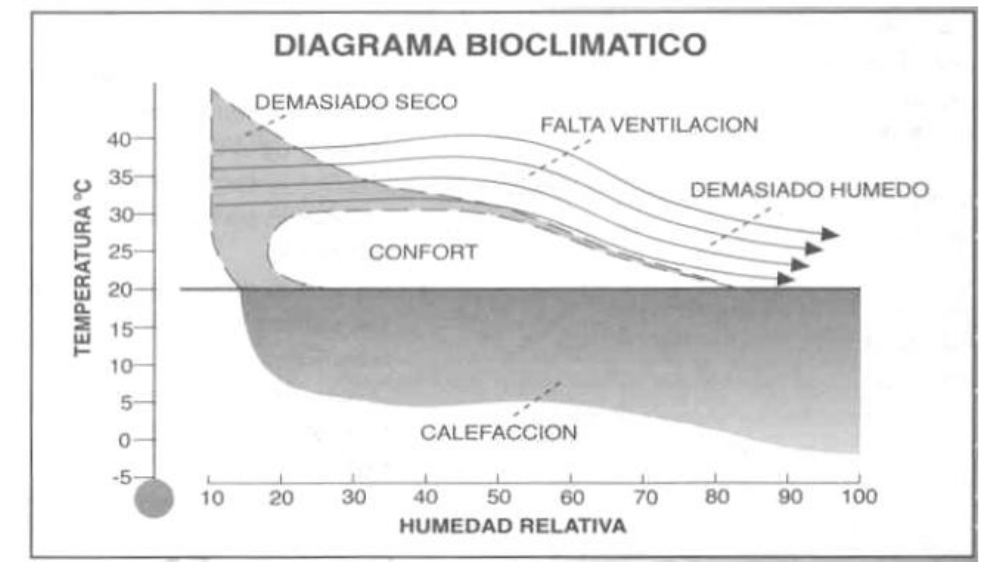
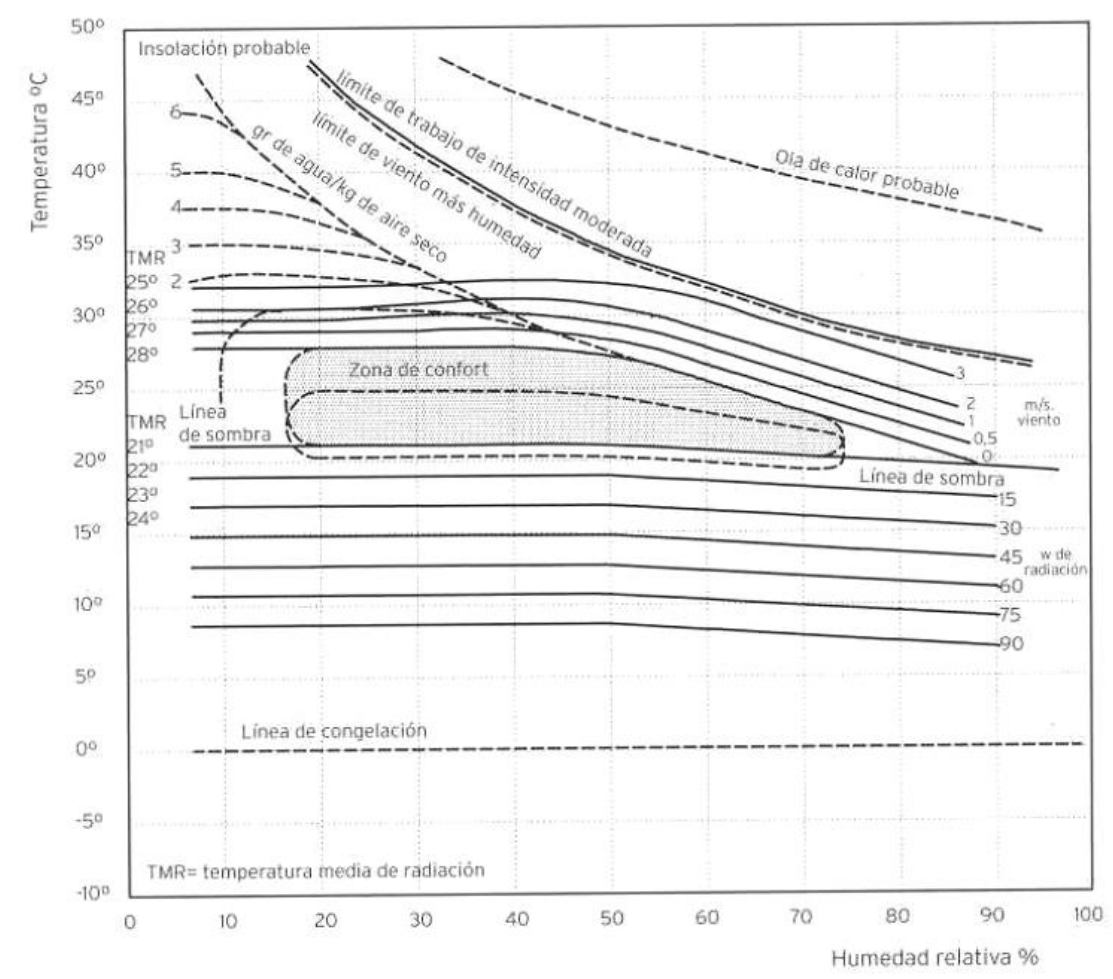


Imagen 78: Diagrama bioclimático de Víctor Olgyay. Dibujado por Olgyay en los años 50 y desarrollado en la universidad de Berkeley. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

### 34.1.2. Aspectos acústicos.

(Arq. Dra. López de Asiain, 2003) detalla que el confort acústico se consigue cuando son adecuadas las condiciones de reproducción sonora y se evitan las molestias que producen los sonidos no deseados (ruidos) en el interior de un espacio. Un sonido se considera excitante a partir de los 50 db (decibelio)<sup>6</sup> y puede llegar a producir lesiones a partir de los 95 – 100 db.



Nivel de intensidad del sonido. <sup>1</sup>	
140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
60/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Ruido del campo
0 dB	Umbral de la audición

Tabla 40: Niveles de intensidad del sonido. (Wikipedia, Decibelio, 2012)

<sup>6</sup> El decibelio (símbolo dB) es la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones y otras especialidades para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia. Con mayor frecuencia se emplea para relacionar magnitudes acústicas, pero también es frecuente encontrar medidas en decibelios de otras magnitudes, por ejemplo las eléctricas o las lumínicas. (Wikipedia, Decibelio, 2012)

**Reverberación.**

El principal aspecto que influye en la acústica interior de un espacio es el fenómeno de la reverberación. Consiste en la persistencia de un sonido después de haber cesado su emisión y está reflejada por las reflexiones múltiples de las ondas sonoras sobre las superficies que limitan dicho espacio.

Tiempo de reverberación de un espacio es el lapso de tiempo que tarda un sonido en dejar de ser percibido por el oyente al cesar la fuente sonora; Si en un espacio se emite un sonido que se registra con un nivel de 90 db, el tiempo necesario para que se perciba con un nivel de 30 db será el tiempo de reverberación de dicho espacio. Un tiempo de reverberación demasiado largo hace que en una conversación normal se superpongan las sílabas y que el sonido sea pastoso y poco claro; un tiempo demasiado corto convierte los sonidos en secos e incoloros, debiéndose consumir más energía para conseguir un determinado nivel sonoro, etc.

En este punto es preciso mencionar que los niveles de reverberación se controlarán directamente con la forma de los espacios, el mobiliario y el uso de materiales adecuados.

**Focos y niveles de producción de ruidos internos y externos.**

Los focos de producción de ruidos pueden ser innumerables, tanto externos como internos. Se ha de considerar la importancia de los ruidos que generan los electrodomésticos, muchas veces no esperados o casi banalizados a pesar de su nivel sonoro. Sonidos externos: tráfico, vecinos, agua, viento, etc. sonidos internos: electrodomésticos, música, conversaciones, televisión, etc.

**34.1.3. Aspectos lumínicos.**

El confort visual depende de la facilidad de nuestra visión para percibir aquello que le interesa.

En el confort visual intervienen tres parámetros: la cantidad de luz o iluminancia, el deslumbramiento y el color de la luz.

La **iluminancia o cantidad de luz** se mide en lux (1 lux = 1 lumen/m<sup>2</sup>). Aunque el ojo humano puede apreciar iluminancias comprendidas entre 3 y 100,000 lux, para poder desarrollar cómodamente una actividad necesita de 100 lux, en caso de poco esfuerzo visual, hasta 1000 lux si se precisa un esfuerzo alto.

Tan importante como la cantidad de luz es la relación entre iluminancias ya que, en el caso de ser excesiva provoca el **deslumbramiento**. Aunque su valor es difícil se pueden recomendar algunas relaciones de iluminancia adecuados a una actividad determinada: Aproximadamente de 1:3 entre el objeto observado y su fondo próximo, de 1:5 con la superficie de trabajo en general y de 1:10 con las otras superficies en el campo de visión (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

**El color de la luz.-** Es consecuencia del reparto de energía en las diferentes longitudes de onda de espectro. En el color de la luz intervienen dos factores: la temperatura del color y el índice de rendimiento del color. Para tener una buena reproducción del color, la luz ha de tener energía suficiente en todas las longitudes de onda.

**Ciclo diario y estacional.-** El ojo humano es fruto de la evolución adaptada de la luz solar, por ello es fundamental la consideración de los ciclos diarios y estacionales de la misma. Esta variabilidad determina en muchos casos la fatiga del ojo humano y la correcta percepción visual.

**Niveles lumínicos medios.-** En base a estadísticas a pesar de la gran variedad de situaciones y factores que pueden condicionar la visibilidad o correcta percepción los valores definidores lumínicos que se suelen adoptar se resumen en las tablas siguientes.

ILUMINANCIA (valores generales)	
actividades con esfuerzo muy alto: dibujo de precisión, joyería, etc.	1.000 lux
actividades con esfuerzo visual alto o muy alto de poca duración, lectura, dibujo, etc.	750 lux
actividades con esfuerzo visual medio o alto de poca duración: trabajos generales, reuniones, etc.	500 lux
actividades de esfuerzo visual bajo o medio de poca duración: almacenaje, circulación, reunión, etc.	250 lux

FACTORES MODIFICADORES DE LOS VALORES GENERALES DE ILUMINANCIA		
x 0,8	x 1	x 1,2
edad < 35 años actividad poco importante actividad fácil	edad de 35 a 55 años actividad importante dificultad regular	edad > 55 años actividad crítica y poco usual alta dificultad

ÍNDICES DE DESLUMBRAMIENTO ( G )	
Condiciones muy críticas, con trabajos difíciles, situaciones peligrosas, etc.	INAPRECIABLE < 13
Condiciones de trabajo largo con dificultad normal, espacios de reposo, etc.	BAJO 13-16
Condiciones de trabajo ligero o de duración corta, espacios de relación, etc.	MEDIO 16-19
Condiciones poco críticas, espacios de corta ocupación, circulaciones, etc.	ALTO 19-22
Condiciones sin requerimientos visuales, donde el deslumbramiento no es problema	MUY ALTO > 22

COLOR DE LA LUZ (características recomendadas según el uso)			
Tipos de espacio	condiciones	IRC (%)	Tc (K)
Espacios donde el color es muy importante	de trabajo de reposo	> 85	4.500-6.000 2.500-4.000
Espacios donde el color no es crítico pero importa	de trabajo de reposo	70-85	>4.000 <4.000
Espacios donde importa poco el reconocimiento cromático	de trabajo de reposo	< 70	>4.500 >4.500
Espacio sin visión cromática		< 40	indiferente

Tabla 41: Valores definidores lumínicos. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

### 34.2. Aspectos constructivos.

#### 34.2.1. Aspectos de funcionamiento.

“Para poder diseñar bioclimáticamente es fundamental tener en cuenta los aspectos de funcionamiento de los elementos constructivos. Distintos materiales funcionarán de manera diferente según sus características y según se utilicen en sistemas constructivos concretos”.

“Característica de los materiales. La eficacia de los elementos constructivos en el control o modificación de las condiciones térmicas, lumínicas y acústicas se definen por la manera en que los materiales empleados absorben, transmiten y acumulan energía”.

“A continuación se destacará la importancia de las características de los materiales de construcción desde el punto de vista térmico (resistencia térmica, capacidad térmica), desde el punto de vista lumínico (coeficientes de transmisión, absorción, reflexión, y refracción de luz), y desde el punto de vista acústico (absorción, transmisión y reflexión de sonidos)” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

PROPIEDADES TÉRMICAS DE DISTINTOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN			
Material	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Calor específico Wh/kg °C	Conductividad térmica W/m °C
<b>ESTRUCTURAL</b>			
* Granito	2.600	2,5	0,25
* Hormigón aligerado	1.200	0,4	0,28
* Hormigón denso	2.100	0,23	1,30
<b>OBRA DE LADRILLO</b>			
* Ligero	1.300	0,22	0,40
* Medio	1.700	0,22	0,75
* Denso	1.900	0,22	1,0
<b>EXTERIORES</b>			
* Mármol	2.500	0,22	2,0
* Vidrio-ventana	2.500	0,5	1,05
* PVC rígido	1.350	0,29	0,16
* Aluminio	2.800	0,25	160
* Acero al carbono	7.800	0,1	450
<b>ACABADOS</b>			
* Yeso	950	0,23	0,16
* Parquet	650	0,33	0,14
<b>AISLANTES</b>			
* Lana mineral	300	0,28	0,06
* Poliestireno expandido	30	0,39	0,038
* Espuma formaldeído	10	0,39	0,04
* Vidrio celular	175	0,28	0,17

Tabla 42: Propiedades térmicas de distintos materiales utilizados en la construcción. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

MATERIAL	FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA EN FUNCION DEL ESPESOR DEL MURO					
	10 cm.	20 cm.	30 cm.	40 cm.	50 cm.	60 cm.
ADOBE	...	10°	4°	4°	5°	...
LADRILLO	...	13°	6°	4°	...	...
HORMIGON	...	15°	8°	5°	3°	3°
LADRILLO (Magnesio)	...	19°	13°	9°	7°	5°
AGUA	17°	10°	7°	6°	6°	5°

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (kcal /hm°C)	ESPESOR RECOMENDADO (cm.)
ADOBE	0.45	20 - 30
LADRILLO	0.63	25 - 35
HORMIGON	1	30 - 45
AGUA	...	15 o más

Tabla 43: Fluctuaciones de temperatura y espesores comunes de muros usados en construcción. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

#### 34.2.2. Aspectos de economía constructiva.

“El pensamiento bioclimático introduce la idea fundamental del aprovechamiento de los recursos naturales, de una manera consciente y lógica, por ello propone la utilización de recursos locales. Carece de sentido la descontextualización de materiales y sistemas constructivos, la cultura constructiva de una zona permite el mejor aprovechamiento de los mismos y generalmente garantiza su mejor funcionamiento. Aboga por una economía constructiva basada principalmente en el conocimiento constructivo”.

“Este aspecto es importante para el desarrollo de la vivienda conceptual en el sector rural de El Triunfo ya que se tratará de utilizar en lo posible los materiales locales empleando un conocimiento constructivo apropiado para la zona, sumado de un diseño bioclimático y sustentable que aproveche los recursos naturales al máximo para proveer de confort a sus habitantes” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

#### 34.2.3. Aspectos de durabilidad.

“Por lo general esta misma cultura constructiva determina el funcionamiento correcto de los materiales no sólo inicial, sino continuo en el tiempo. Cada edificación debe diseñarse en función también de su potencial funcionamiento en el tiempo. Hemos de valorar y dimensionar la elección de materiales y sistemas constructivos en base al programa temporal que plantea cada edificio. No tendrá sentido la elección de sistemas constructivos sólidos en arquitecturas efímeras y viceversa” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

#### 34.3. Aspectos antropológicos culturales.

“Los aspectos Antropológico-culturales son especialmente determinantes del confort psicológico del usuario de cualquier edificación. Durante el siglo XX y ahora los comienzos del XXI, hemos observado continuamente y sufrido en muchos casos la problemática del desarraigo, de la confusión poblacional motivada por la pérdida de raíces. Obviamente el

desarraigo viene motivado principalmente por un alejamiento de la sociedad original a la que pertenecía el sujeto, pero no hemos de olvidar la gran responsabilidad que en ese sentido tiene también la arquitectura. La arquitectura es siempre marco de la sociedad, es donde se desarrolla esta, donde tiene su pasado, presente y futuro y donde se permite el cambio gradual de las condiciones estético-culturales que marca la historia. Por ello los aspectos histórico-antropológicos y estético culturales han de estar presentes a la hora de abordar el problema del diseño arquitectónico bioclimático ya que la intención última será siempre la búsqueda de un confort y con ello una calidad de vida” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

#### Aspectos estético-culturales.

- Conformación del espacio.
- Volúmenes masas, direcciones, ejes nodos, simetrías.
- Elementos ornamentales y decorativos.
- Elementos simbólicos representativos.
- Fachadas, umbrales, patios, etc.

#### Aspectos histórico-antropológicos.

- Características históricas.
- Costumbres y tendencias.
- Necesidades y usos.
- Modos de vida.
- El habitante.
- Concepto de bienestar y del abrigo.
- Participación operativa y de control.

### 34.4. Incluir los aspectos bioclimáticos desde el proyecto arquitectónico.

La arquitectura bioclimática esquemáticamente se podría definir como el conjunto de soluciones a nivel de proyecto capaz de crear un nivel de confort satisfactorio en un edificio determinado.

El edificio en cuestión debe ser diseñado de forma que sea capaz, en su interior, y gracias a sus características (morfológicas, dimensionales, termofísicas, etc.), de modificar las condiciones ambientales.

Las condiciones bioclimáticas varían de un lugar a otro y en el tiempo por lo cual dentro del documento de la Arq. López de Asiain y del Arq. Gabriel Murillo (asignatura confort ambiental), donde hablan de los factores climáticos, se tomarán en cuenta los factores condicionantes del entorno que se acercan a las de la zona de estudio en El Achote.

#### 34.4.1. Factores condicionantes del entorno.

“Para diseñar correctamente los edificios de forma que interaccionen acertadamente con el medio ambiente es necesario un conocimiento preciso de las características climáticas del lugar (tales como la temperatura del aire, la humedad relativa, los vientos, la radiación solar)” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

#### La radiación solar. Intensidad y duración, ciclo diario y estacional.

“El conocimiento cierto de la energía radiante disponible que llega a las diversas superficies que constituyen el edificio. La radiación solar puede ser tanto un factor negativo como parte de la solución. Esto afectará en la etapa de diseño a la ubicación, orientación y el tamaño de las aberturas acristaladas, a la sombra que proporcionen los elementos que sobresalgan del edificio y a la sombra del propio edificio” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

#### La Radiación Solar. La temperatura del aire.

“El Sol es la fuente del calor atmosférico y la Tierra gira a su alrededor en una órbita elíptica; el Sol, cuerpo central de nuestro sistema

planetario, se encuentra en uno de los focos de esta elipse. La Tierra da una vuelta alrededor del Sol en poco más de 365 días y seis horas, las horas sueltas forman un día bisiesto cada cuatro años”.

“El recorrido del sol en un día y una latitud determinada puede ser representado en un gráfico (carta solar) por una línea curva definida por las coordenadas alfa y gamma” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

“Hemos apreciado que en el Ecuador no hay variaciones notables en la duración del día y poca variación en la radiación solar durante el año. Las variaciones anuales de la duración del día y del ángulo de incidencia de la radiación solar se conocen con el nombre de estaciones y son más acusadas a medida que nos alejamos de la línea ecuatorial” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

“Si consideramos las variaciones mensuales de la radiación solar recibidas por el suelo a diversas latitudes encontramos que en la latitud ecuatorial se encuentran dos momentos de mayor recepción en los meses de Marzo y Diciembre y que es del orden de los 4500 Kilogramos/calorías por m2 y día y dos momentos de menor recepción en los meses de Junio y Septiembre del orden de los 3500 Kilogramos/calorías por m2 y por día”.

“Así entonces en el Ecuador, al margen de los factores locales del clima, hay pocas variaciones en la temperatura media mensual de cerca 26,5 grados. En cambio al alejarse de la latitud ecuatorial la diferencia se agranda hasta llegar, en los polos, a una diferencia de 33 grados entre el verano y el invierno, entre los 12 y 45 grados, ambos bajo cero” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

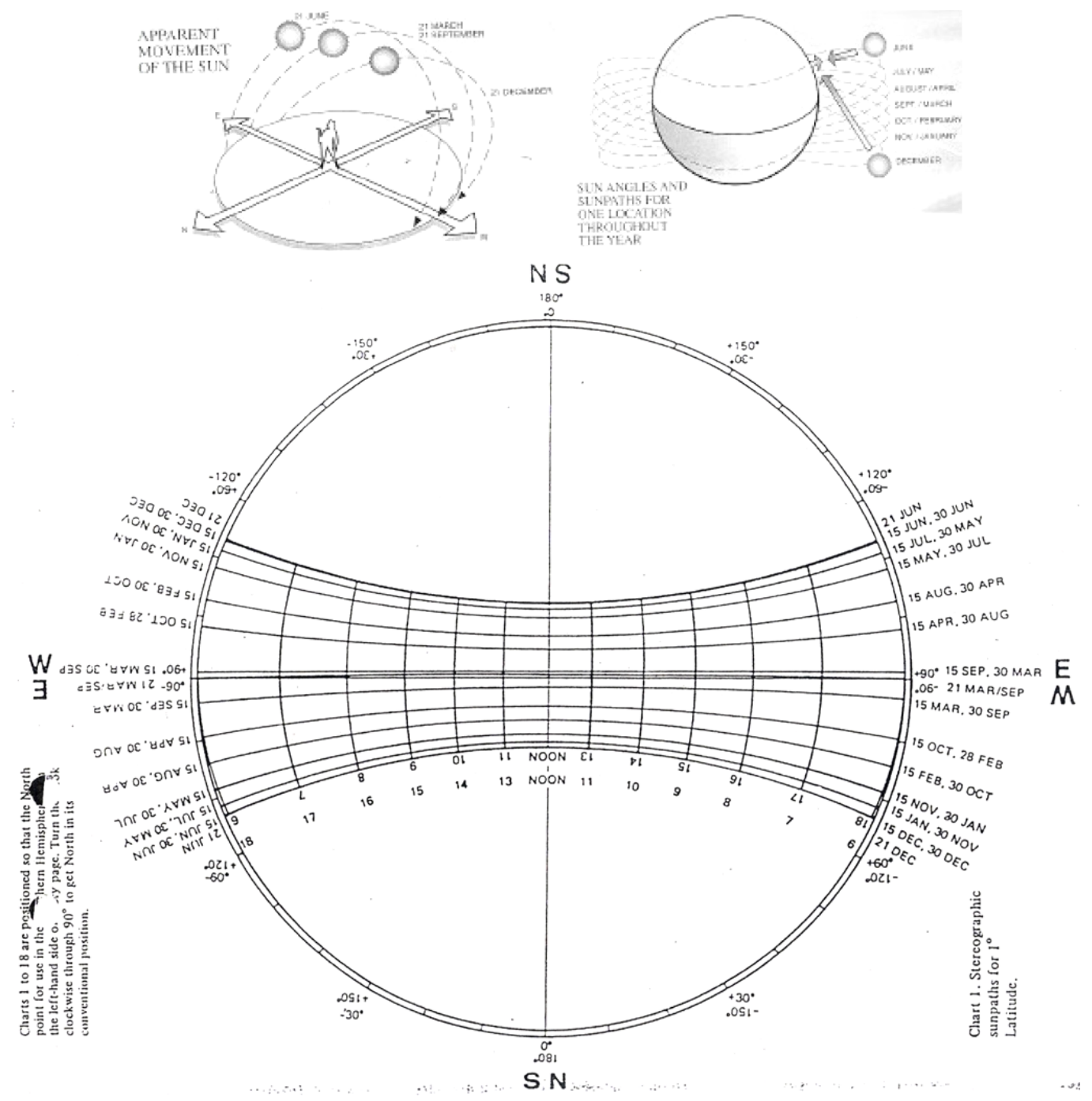


Imagen 79: Carta solar correspondiente al recorrido del sol en el Ecuador. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

#### Humedad del aire.

La Humedad Atmosférica se refiere a la cantidad de agua contenida en la atmósfera como resultado de la evaporación de las superficies de agua, la humedad del terreno y la transpiración de las plantas.

El aire es capaz de absorber vapor de agua en cantidad tanto mayor como mayor sea su temperatura. La humedad del aire se puede describir como la cantidad de agua en un volumen de aire. Cuando la cantidad de vapor que el aire puede absorber a una temperatura determinada ha llegado al máximo éste está saturado. Se dice entonces que está en su “punto de rocío”, o sea que su humedad relativa es de 100%. Si en ese estado la temperatura del aire disminuye se produce la condensación, primero en forma de gotas microscópicas de niebla o nube que quedan en sus pensión en el aire y luego, si el enfriamiento continua, en forma de gotas de lluvia.

La importancia del estudio de la humedad referida a la arquitectura radica en que aquella influye en la liberación de evaporación del cuerpo humano, actuando directamente sobre su funcionamiento fisiológico y afecta el comportamiento térmico de los materiales de construcción y su patología.

En el sector de estudio existe un alto grado de humedad relativa con un promedio anual del 83%, (INAMHI, 2000 - 2008) por lo que se deben tomar muy en cuenta las estrategias planteadas en esta etapa de investigación.

### El viento.

“La circulación del aire en la atmósfera es producida por la *convección*, el trasvase de calor que se produce debido a que los gases o fluidos calientes se elevan mientras que los gases o fluidos fríos descienden”.

“La atmósfera real es como una habitación muy larga con un techo muy bajo, en la que el aire sobre el ecuador se calienta y asciende siendo su lugar ocupado por aire más frío. El aire del ecuador se dirige hacia los polos y al cruzar paralelos cada vez menores se contrae y hacia los 30° de latitud N o S desciende volviendo al nivel de superficie terrestre, hacia el ecuador. En sentido contrario, desde los polos, ocurre a la inversa, al alejarse de ellos se dilata y hacia los 60° de latitud N o S asciende”.

“Por lo general la información sobre los vientos predominantes resulta de escasa importancia en la estimación del clima de una determinada localización geográfica, siendo de mayor relevancia el régimen local de vientos o brisas cuyo carácter benéfico ha sido reconocido desde siempre”.

“Las brisas se producen durante el día cuando la tierra se calienta con más rapidez que el mar y el aire situado sobre la tierra se eleva. Su lugar es ocupado por aire más frío del mar creando una brisa de mar. De noche la tierra se enfría rápidamente mientras que el agua conserva su calor; el aire se eleva en el mar creando una brisa de tierra. A mayores alturas el sentido se invierte a menos que otros sistemas de vientos mayores alteren el proceso. Así todos los días salvo que la intensidad de los vientos predominantes o locales llegue a anular los efectos de la brisa. La presencia de una cadena montañosa paralela a la costa favorece aun más el régimen de brisas pero, al mismo tiempo, limita su zona de influencia” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

“Estadísticamente se procesan dos características del viento: su velocidad y su dirección. Esta información nos puede resultar útil para calcular la infiltración del aire en lo referente a las necesidades de acondicionamiento interior”.

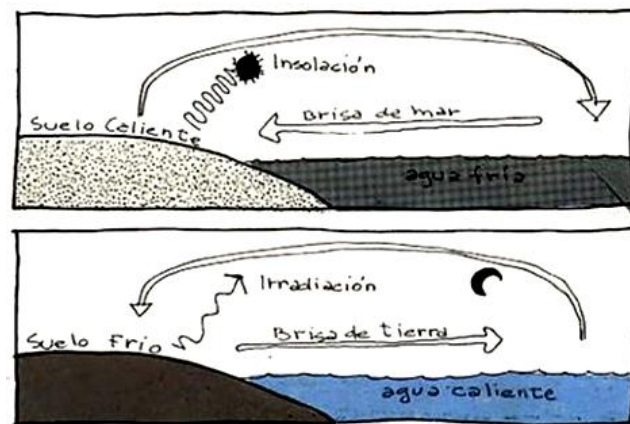


Imagen 80: Esquema gráfico de generación de brisas. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

“La humedad relativa del sector de estudio es alta y un factor importante para proveer de confort térmico en los espacios habitables es la necesidad de mover grandes cantidades de aire que contienen dicha humedad. Es necesario tomar en cuenta las direcciones y velocidades del viento y hacer uso de los elementos naturales de la zona para poder proyectar de mejor manera el diseño conceptual de vivienda sustentable” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

### Vegetación y agua.

“La vegetación obstruye, filtra y refleja la radiación, modifica el movimiento del aire obstruyéndolo, filtrándolo y guiándolo. Así mismo modifica el impacto de la lluvia y la evaporación del agua del suelo. Al controlar radiación, viento y precipitación, controla las variaciones de temperatura anual, estacional y diariamente”.

“La efectividad de cada tipo de vegetación depende de la forma y carácter de las plantas y clima. Evaluarlo es complejo y existen pocos datos, su impacto debe tenerse en cuenta porque en algunos casos absorbe el 90% de la radiación, reduce el viento en un 10% de su velocidad en terreno libre, reduce temperaturas hasta 7°C por debajo de las del aire y en algunas ocasiones incrementa las temperaturas por la noche”.

“El agua tiene un profundo impacto en el clima y en el control climático. Su efecto moderador se debe a que el agua almacena la mayoría de la radiación incidente, radiando una cantidad muy pequeña, y gracias a su capacidad de almacenamiento la temperatura no varía en más de 9-10°C a lo largo del año”.

“El uso de vegetación en el concepto a proponer es fundamental para ayudar a disminuir las altas temperaturas que tiene la zona en ciertas épocas del año y a su vez generar un microclima que ayude a filtrar y enfriar el aire a su paso. Otro aspecto importante del uso de vegetación, aparte de convertir paisajes agradables y placenteros, es la capacidad de proveer de ciertos alimentos como frutas, verduras u hortalizas”.

“Por otra parte, el agua al ser un gran modificador de la temperatura se la debe tomar en cuenta para efectos similares a los generados por la vegetación, con la ventaja de poder almacenar grandes cantidades de agua lluvia ya que las precipitaciones anuales en el sector son altas” (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

### 34.5. Factores condicionantes de la edificación.

“Una vez conocidos el sitio, clima, recorrido del sol, orografía y demás condicionantes del entorno, hemos de colocar el edificio en el terreno de implantación en función de la estrategia que queramos seguir. En el caso del clima cálido y húmedo, es básico en cualquier época del año la protección solar y la ventilación” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

### Forma global del edificio.

Conjunto de características geométricas y volumétricas que puede tener un edificio y lo definen. Características definitorias:

- Compacidad (grado de concentración de las masas que componen el edificio).
- Porosidad (proporción entre el volumen lleno y vacío el edificio).
- Esbeltez (alargamiento sobre la verticalidad).

“La forma del edificio debe dar respuesta al clima y microclima del emplazamiento. Se trata de minimizar las ganancias de calor y favorecer la ventilación natural”.

### Diseño interior.

“La altura, dimensiones y compartimentación tienen gran importancia en el posterior comportamiento sobre todo térmico y lumínico del edificio. Los espacios en las que las actividades son continuas a lo largo del día deberán situarse en las áreas del edificio climatológicamente más favorecidas, protegiéndolas de orientaciones más desfavorables”.

“El grado de compartimentación dependerá directamente del tipo de clima. En climas cálidos húmedos (como el de El Achiote), son adecuados los espacios abiertos que permitan la ventilación. La inclusión de elementos de elementos verticales o lineales permite la estratificación o disipación de calor al exterior por la parte superior del edificio o bien por los laterales” (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)

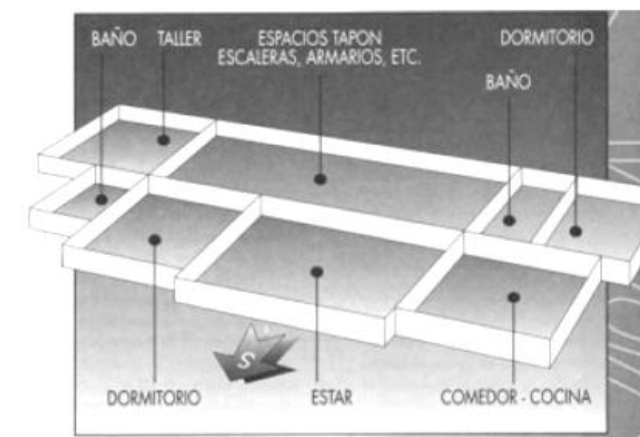


Imagen 81: Distribución óptima del espacio para un edificio de planta rectangular. (Arq. Dra. López de Asiain, 2003)



**Características de la piel del edificio. Aislamiento térmico, acústico, textura y color.**

Regula el intercambio energético con el ambiente. Es importante en este caso la permeabilidad del edificio que depende de la situación del edificio frente al terreno y frente a otras edificaciones, pero sobre todo de las características de la propia piel del edificio.

Las pieles constituidas como superposición de capas de materiales facilitan la incorporación de elementos aislantes, cámaras de aire intermedias y facilitan el control energético, permitiendo en algunos casos la ventilación en épocas determinadas.

La permeabilidad es aconsejable en el tipo de clima de El Achiote, y es necesaria abundante ventilación.

La transparencia de la piel influye directamente en el grado de asoleo y en las pérdidas energéticas del edificio, así como en el grado de iluminación natural. En climas cálidos, como es el caso, es aconsejable el uso de colores claros para minimizar la absorción de calor por las paredes.

**35. ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA** (Arq. Dra. López de Asiain, 2003).

**Consejos generales en función del clima.**

- Es necesaria una fuerte protección a la radiación directa y difusa: persianas, celosías, voladizos, etc. pero más importante es garantizar una buena ventilación diurna y nocturna que aumente la sensación de bienestar.
- Para aumentar el confort se ha de aumentar la velocidad del aire que incide sobre los ocupantes, por su efecto refrigerante directo y por el enfriamiento derivado de una evaporación más rápida del sudor. La disposición de los edificios alargados y estrechos, con un factor de forma elevado y con aberturas importantes, no debe crear barreras al paso de los vientos suaves.

- Las edificaciones poco asentadas en el terreno favorecen la circulación del aire y en consecuencia, la disminución de la humedad. Por lo tanto, son aconsejables los emplazamientos elevados porque proporcionan mayor posibilidad de ventilación. En climas muy húmedos es recomendable la construcción separada del terreno (palafitos) para obtener una mayor exposición a las brisas.

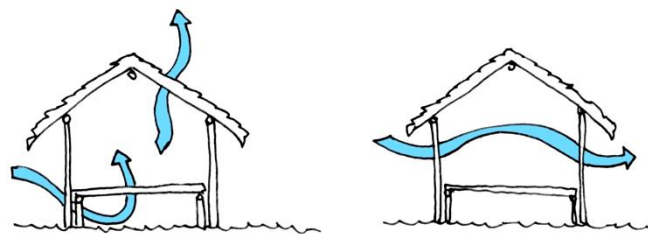


Imagen 82: Esquema de ventilación en una vivienda elevada del suelo o palafito. (Farfan, 2009)

- En zonas muy húmedas no se recomienda ubicaciones cercanas a bosques, ya que aumenta la humedad ambiental y obstaculizan el paso del viento. Son aconsejables emplazamientos cercanos a ríos o lagos ya que deben garantizar las corrientes de aire y evitar el estancamiento de humedad.
- Las formas dispersas (poco compactas) facilitan las posibilidades de ventilación, al mismo tiempo que aumentan la refrigeración del edificio.

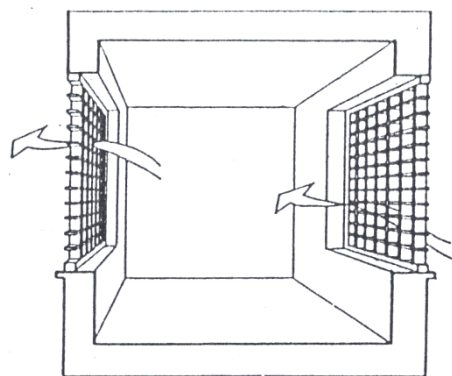


Imagen 83: Esquema gráfico de ventilación cruzada. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

- Los retranqueos en fachada pueden ser convenientes, pero si son excesivos y no están convenientemente diseñados, pueden provocar el estancamiento del aire en algunas áreas, impidiendo el control del calor y la humedad.

- Las cubiertas y fachadas sobrepuestas y ventiladas ayudan a refrigerar el edificio.
- Es necesario favorecer la circulación del aire mediante huecos de ventilación. Para ello se colocarán las aberturas en fachadas opuestas (soleadas en sombra), o en diferentes plantas para favorecer el tiraje térmico (sótano bajo cubierta), siendo aconsejable la inclusión de corredores.

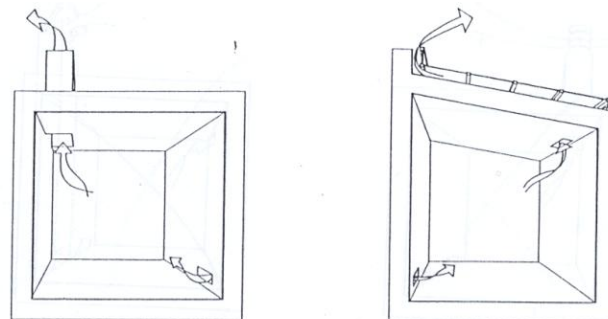


Imagen 84: Esquema gráfico de aberturas de ventilación. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

- Las grandes alturas interiores permitirán la estratificación del aire caliente.
- Es conveniente elegir colores claros y superficies rugosas en fachadas y cubiertas.

**35.1. Sistemas protectores de radiación solar** (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

Son los elementos que protegen la piel de los edificios contra el exceso de radiación solar y estos sistemas se clasifican en umbráculos y elementos protectores.

**Umbráculos.**

Son sistemas que crean espacios sombreados interpuestos entre el ambiente exterior y los espacios interiores. Estas constituidos por espacios anexos al edificio hacia donde se abren los espacios habitables del mismo.

**Las pérgolas.-** Son una solución construida con estructuras de diversos materiales y variedad de formas y diseños. El control de la radiación se hace con la geometría de la estructura que se diseña teniendo en cuenta la trayectoria solar.

Similares efectos que las pérgolas se pueden lograr con entramados vegetales soportados por estructuras ligeras.

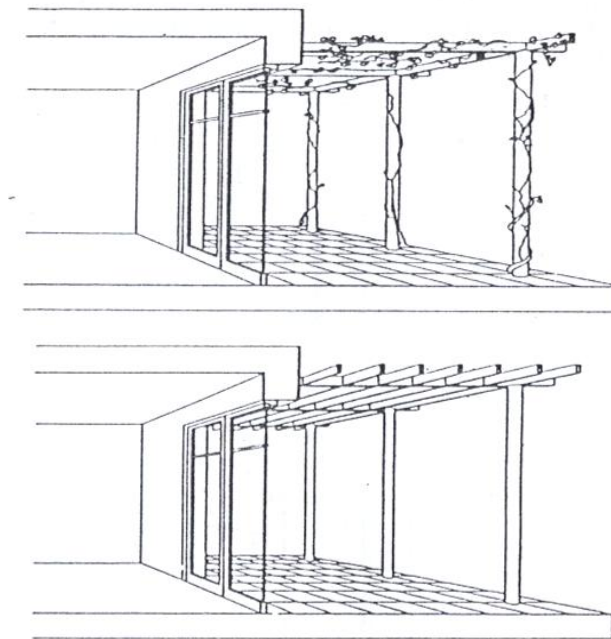


Imagen 85: Dibujos de pérgolas con entramados vegetales (superior) y simples (inferior). (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Los quebrasoles.-** Son dispositivos exteriores de sombra que se colocan vertical, horizontalmente o combinados, ante las aberturas, para la protección solar. Existen diferentes tipos que van desde los macizos, generalmente de hormigón, hasta los de placas sueltas constituidos de láminas de diferentes materiales instaladas fijamente en el edificio; una alternativa es la de placas sueltas orientables por grupos, que permiten regular a voluntad, la intensidad de la protección.

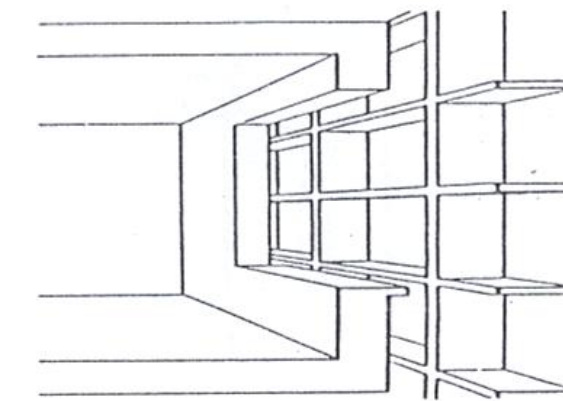


Imagen 86: Esquema gráfico de quebrasoles combinados. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

El diseño del quebrasol debe tener presente la baja inercia térmica del material empleado para que se enfríen rápidamente y no irradien la ganancia de calor al interior del edificio después del ocaso, así como evitar el entrapado del aire caliente y la reflexión hacia la fachada del edificio.

**Elementos protectores de la piel del edificio.**

**Aleros y voladizos.-** Los aleros de las cubiertas y los volados de las losas de entrepisos proporcionan gran posibilidad de protección solar y de las lluvias de todo el paramento exterior, de manera fácil y altamente efectiva. Su mayor inconveniente radica en que evitan las corrientes de aire verticales, por lo que los aleros y volados deben tener una separación del plano vertical de la fachada del edificio.

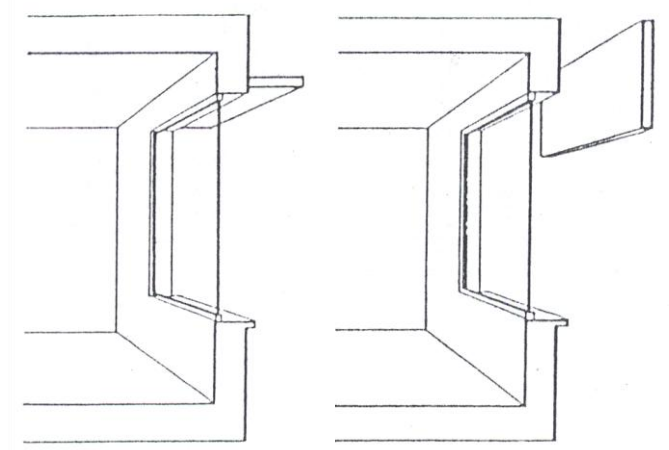


Imagen 87: Esquema gráfico de aleros (izquierda) y voladizos (derecha). (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Cortinas.-** Realizadas con materiales opacos o difusores a la radiación situada en la cara interior de las ventanas acristaladas. Además controlan la visión del espacio exterior y la privacidad de los espacios habitables. Suelen ser venecianas de láminas horizontales o verticales de diversos materiales y formas de accionar y visillos y cortinas de género. Protegen de la luz pero no del calor ya que para limitar la acción del calor sobre la ventana es necesario combinar las cortinas con otros dispositivos exteriores.

**Toldos y marquesinas.-** Pantallas de material opaco situadas en la parte exterior de un componente de paso para detener el paso de la radiación sol. De tela, plástico o fibras combinadas, se ubican paralelamente a las aberturas o más usualmente oblicuamente a diversas alturas. Enrollables o fijas, sus ventajas son la poca necesidad de espacio, pocos requisitos estructurales, posibilidad de remoción a juicio y control de la luz mediante la elección de la densidad del textil y el color.

**Vidrios antisolares.-** El vidrio antisolar asegura la protección del sol, evitando el efecto invernadero y el deslumbramiento excesivo. Técnicamente funcionan al reducir substancialmente la transmisión infrarroja, sin afectar sensiblemente la transmisión de la luz, gracias a la composición del cristal.

La transmitancia<sup>7</sup> se reduce casi a la mitad, aunque esta disminución va acompañada de un aumento de la absorbancia<sup>8</sup> del propio cristal, calor que luego es reirradiado y transmitido por convección, parte al exterior y parte al interior del edificio, por lo que la mejora neta no es tan grande (alrededor de un 25%).

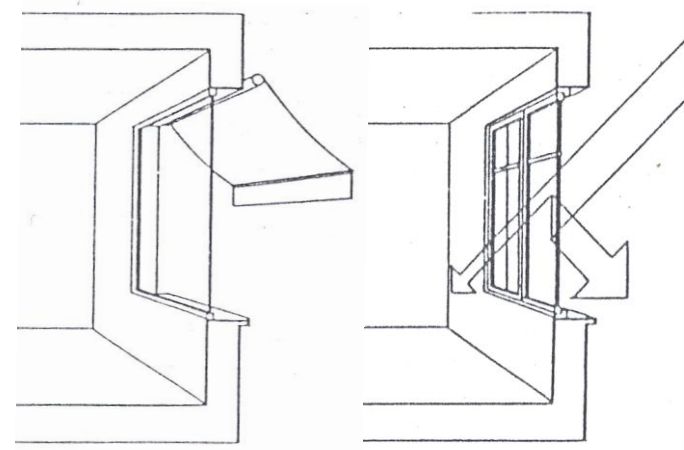


Imagen 88: Esquema gráfico de una marquesina textil (izquierda) y un vidrio antisolar (derecha). (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Persianas.-** Conjuntos de pequeñas tiras de madera o plástico ligadas entre sí que pueden ser móviles. Colocadas frente a las aberturas,

<sup>7</sup> La transmitancia se define como la cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en determinada cantidad de tiempo. (Wikipedia, Definiciones, 2012)  
<sup>8</sup> La absorbancia es cuando un haz de luz incide sobre un cuerpo traslúcido, una parte de esta luz es absorbida por el cuerpo y el haz de luz restante atraviesa dicho cuerpo. A mayor cantidad de luz absorbida, mayor será la absorbancia del cuerpo, y menor cantidad de luz será transmitida por dicho cuerpo. (Wikipedia, Definiciones, 2012)

detienen la radiación directa y permiten ventilar, conservar vistas y generar una iluminación controladas.

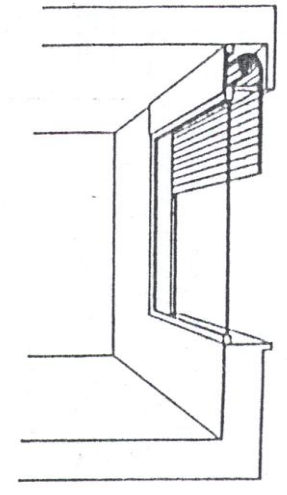


Imagen 89: Esquema gráfico de persianas. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**35.2. Componentes de iluminación naturales (Arq. Gabriel Murillo, 2007).**

Son componentes o conjuntos de componentes de un edificio que tienen como misión principal mejorar la iluminación natural de los espacios interiores, optimizando la distribución de la luz en las zonas periféricas y procurando una buena penetración de la luz natural hacia las zonas interiores que no tienen contacto directo con el exterior.

Los componentes de iluminación natural son dos, a saber:

- Componentes de paso.
- Componentes de conducción.

**Componentes de paso.**

Son aquellos dispositivos que hay en los edificios, diseñados para dejar pasar la luz a través suyo, desde un ambiente lumínico determinado hasta otro situado a continuación.

Se definen por:

- Sus características geométricas: tamaño, ubicación en el cerramiento y forma geométrica de la abertura.

• Su composición: según los elementos que posea para controlar y regular las acciones lumínicas, visuales y de paso de aire.

Los componentes de paso se dividen en tres grupos, según la dirección de la incidencia de la luz en los espacios:

- Componentes de paso laterales.
- Componentes de paso cenitales.
- Componentes de paso globales.

**Componentes de paso laterales.**

Los que se sitúan en los cerramientos verticales y separan dos ambientes con características lumínicas diferentes. Su función principal es permitir la penetración lateral de la luz natural al ambiente receptor. Los componentes de paso más característicos son:

**Las ventanas.-** Son aberturas en las paredes que tienen un límite inferior por encima del piso interior. Permiten la entrada lateral de la luz y la radiación solar directa, la visión y la ventilación natural. Incrementan mucho el nivel lumínico del local junto a la ventana. Pueden incorporarse a ellas todo tipo de elementos de control.

**Los balcones.-** Son aberturas en la pared que tienen su límite inferior a la altura del piso interior. Favorecen la penetración lateral de la luz natural y del sol directo, la visión del exterior, el paso de las personas y la ventilación. Crean un alto nivel lumínico junto al balcón. Pueden incorporar diversos elementos para regular la luz.

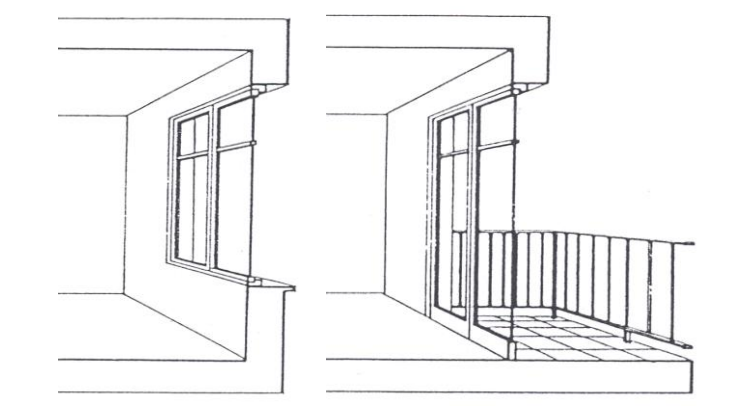


Imagen 90: Esquema gráfico de una ventana común (izquierda) y un balcón (derecha). (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Los muros traslucidos.-** Son paredes construidas con materiales que dejan pasar la luz y ocupan una parte o la totalidad del cerramiento. Separan dos ambientes lumínicos, de forma que permiten la penetración lateral de luz difusa. Los materiales más usuales son los bloques de vidrio.

**Los muros cortina.-** Superficies continuas verticales transparentes o translucidas, sin función estructural, que separan dos ambientes de luz diferentes, exterior e interior. Permiten la entrada de la luz y sol, la visión y normalmente no ventilan. Las dimensiones del muro cortina son las de la pared a la que substituyen y se construyen con una estructura portante normalmente metálica que sostiene las superficies de vidrio que cierran el conjunto. Los muros cortina son grandes captadores de radiación solar y en nuestra latitud pueden generar sobrecalentamiento del edificio.

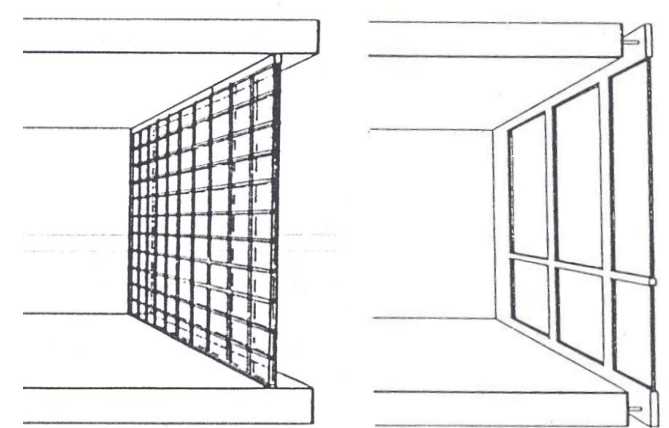


Imagen 91: Esquema gráfico de un muro traslúcido (izquierda) y un muro cortina (derecha). (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Componentes de paso cenitales.**

Son los situados en las cubiertas. Los más característicos son:

**Los lucernarios.-** Cubiertas horizontales o verticales que permiten la entrada de la luz solar y protegen o redirigen la radiación solar directa hacia el espacio inferior, pueden permitir la ventilación natural sin visión exterior y crean niveles altos de iluminación en el ambiente interior. Se construyen sobre la misma estructura de la cubierta y se cierran con vidrios o plásticos transparentes o translucidos. Incluye el concepto de claraboyas.

**Las cubiertas en diente de sierra.-** Son un conjunto de planos de cubierta con cumbreras paralelas que dejan entre ellas una serie de aberturas lineales, vertical o ligeramente inclinadas, por donde penetra la luz del cielo de manera uniforme. Favorecen la ventilación si las aberturas tienen elementos móviles. Las aberturas se cierran con superficies translucidas o transparentes. La cubierta y se cierran con vidrios o plásticos transparentes o translucidos.

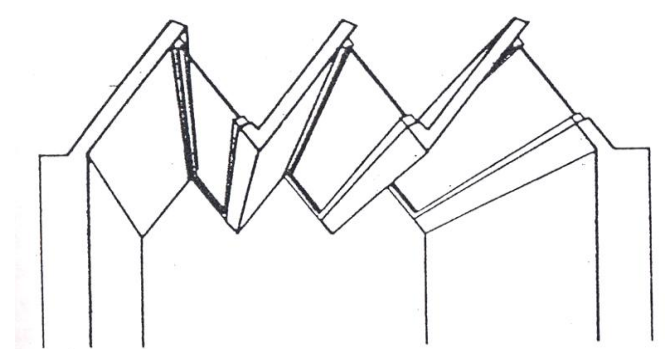


Imagen 92: Esquema gráfico de una cubierta tipo diente de sierra. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Las losas translúcidas.-** Cerramientos horizontales transitables contruidos con bloques de vidrio soportados por una estructura de hormigón armado o metálica. Permiten el paso de luz difusa y débil al espacio inferior.

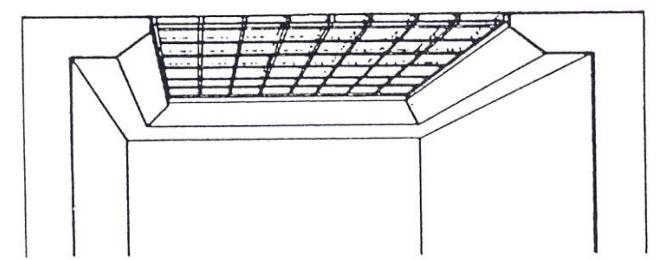


Imagen 93: Esquema gráfico de una losa translúcida. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Componentes de paso globales.**

Son los formados por una parte del mismo cerramiento del edificio que, de material transparente o translucido, rodea parcial o totalmente un ambiente y permite la entrada global de la luz natural.

Los materiales más usados son plásticos policarbonatos acrílicos o fibras de vidrio soportados por una estructura de aluminio o acero. Pueden generar exceso de radiación en

nuestro clima por lo que es conveniente prever aberturas en los puntos más altos que permitan la evacuación del aire caliente.

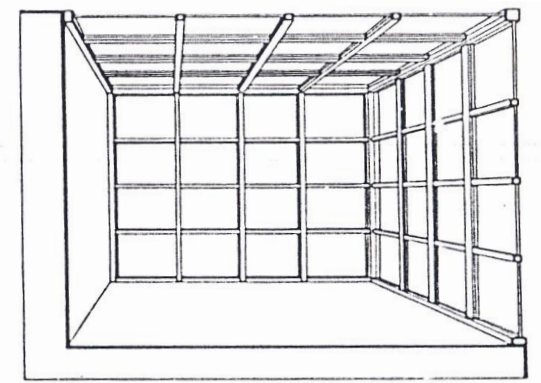


Imagen 94: Esquema gráfico de otro tipo de losa translúcida. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Componentes de conducción.**

Aquellos espacios diseñados para conducir y distribuir la luz natural al interior de un edificio desde un componente de paso hasta otro. Se clasifican en dos grupos:

- Espacios de luz intermedios.
- Espacios de luz interiores.

**Espacios de luz intermedios.**

Aquellos que forman parte del perímetro de un edificio y que conducen y distribuyen la luz natural a los espacios interiores. Podemos caracterizar los siguientes:

**Galerías.-** Espacios cubiertos, adosados a un edificio, que pueden estar abiertos hacia el exterior o separados por un cerramiento acristalado. Equivalen a un espacio ocupable intermedio, que permite la entrada de luz a las zonas interiores conectadas con la galería por componentes de paso. Proporcionan un nivel de luz bajo.

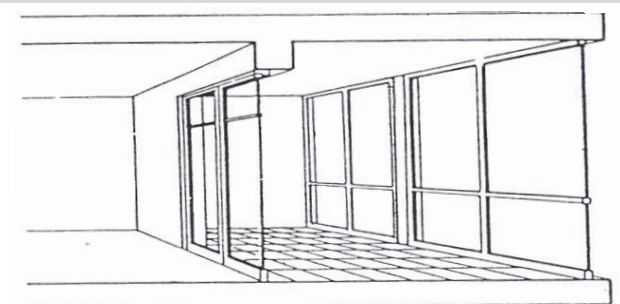


Imagen 95: Esquema gráfico de una galería. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Porches.-** Aquellos espacios cubiertos, adosados en planta del edificio y abiertos hacia el exterior. Son espacios ocupables intermedios, que iluminan zonas interiores mediante componentes de paso. Proporcionan un nivel de luz bajo.

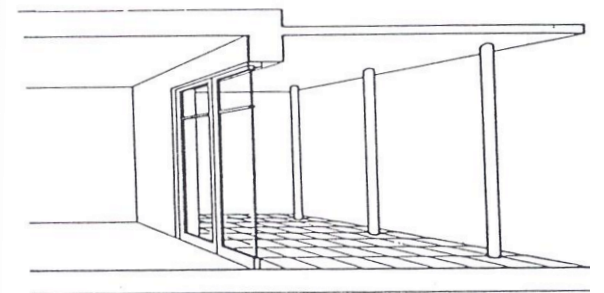


Imagen 96: Esquema gráfico de un porche. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Espacios de luz interiores.**

Aquellos componentes de conducción que forman parte de la zona interna del edificio, llevando la luz natural a espacios o zonas interiores alejadas de la periferia. Entre los espacios de luz interiores figuran los siguientes:

**Patios.-** Espacios rodeados por muros de cerramiento de los edificios y abiertos al exterior por la parte superior. Son espacios con condiciones próximas al exterior, que permiten una iluminación natural reducida.

Sus dimensiones son muy variadas y generalmente, con su altura superior a su anchura.

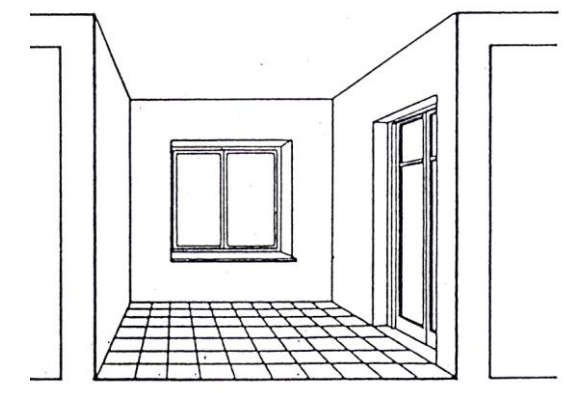


Imagen 97: Esquema gráfico de un patio. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Atrios.-** Son aquellos espacios en la zona interior del volumen del edificio que están en contacto con el exterior a través de su superficie superior, pero separados por un cerramiento acristalado. Los atrios permiten una iluminación relativa.

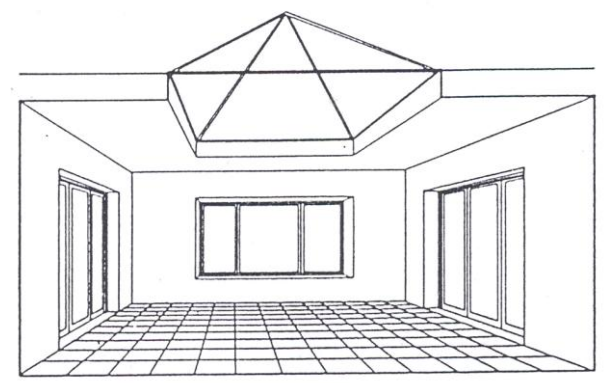


Imagen 98: Esquema gráfico de un atrio. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Pozos de luz.-** Espacios de luz no habitables diseñados para conducir la luz natural a zonas interiores del edificio. Proporcionan luz difusa y ventilación.

Sus dimensiones suelen ser reducidas: sección de 0.50 x 0.50 m a 2 x 2 m y una altura máxima de 10 m. El revestimiento debe ser de color claro y en su extremidad pueden estar cerrados por acristalamientos.

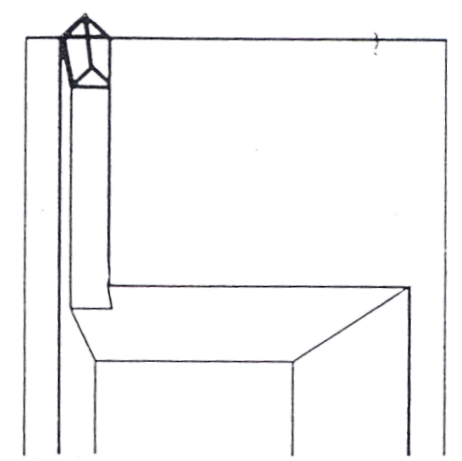


Imagen 99: Esquema gráfico de un pozo de luz. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Conductos de sol.-** Son espacios de luz no habitables diseñados para conducir los rayos de sol a zonas interiores del edificio. Proporcionan iluminación solar atenuada y sirven además como elemento de ventilación.

Sus dimensiones son similares a los pozos de luz y sus materiales de revestimiento son de alta reflexión, tales como espejos o aluminio. En su extremidad captora de la radiación, se requiere de un componente especial fijo o móvil, diseñado geoméricamente para recoger la radiación directa del sol.

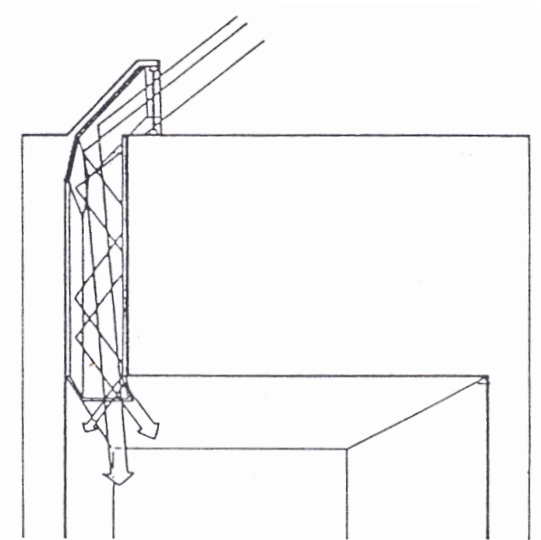


Imagen 100: Esquema gráfico de un conducto de sol. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**35.3. Ventilación Natural** (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

Como la temperatura exterior a un edificio tiene un rango de variación a lo largo del día y la interior varía por el calor producido por los ocupantes y artefactos e instalaciones, la dirección del flujo de aire interior y exterior es continuamente variable.

Si la **humedad relativa** del aire exterior es alta, al ingresar influirá sobre las condiciones de evaporación en el interior y sobre el confort térmico de sus ocupantes. Además, en el interior habrá también un aporte de humedad por la evaporación producida por las personas. Por estas razones en climas cálidos y húmedos se necesita provocar, si el viento no lo hace, el movimiento del aire.

Las fuerzas que producen el movimiento del aire son:

**Efecto de tiro.-** Son los movimientos de aire debidos a las diferencias de temperatura entre el aire interior y el exterior. Esto se logra al hacer que el aire se caliente al estar en contacto con la radiación mientras que otra zona se protege eficazmente con sombras, produciéndose un movimiento vertical que se lo debe regular a través de una ventana abierta: el aire caliente saldrá por la parte superior y el frío ingresara por la inferior, o en su defecto a través de la cubierta.

**Efecto dinámico.-** Las fuerzas térmicas involucradas en el Efecto de Tiro no son suficientes para producir enfriamiento por convección, lo que es posible solo si se considera la acción dinámica del viento siempre que la temperatura exterior sea inferior a la interior del recinto. Para lograr este efecto debe tratar de captarse las brisas existentes en toda la magnitud posible (su máxima expresión es la ventilación cruzada). En este sentido el mejor recurso que tiene el diseñador es la aerodinámica de las edificaciones.

La información meteorológica nos determina la fuerza y dirección del viento, factores que debemos conjugar con la resistencia de la fachada del edificio: una forma menos aerodinámica posibilita la mayor penetración de aire refrescando el ambiente, además de que una mayor superficie de piel del edificio resultara enfriada por convección.

El enfriamiento del edificio por convección esta en relación con la capacidad del viento para barrer la capa superficial de aire que está en contacto con los paramentos o muebles, si estos contienen más calor que el ambiente, por lo que en este caso son importantes la disposición y el tamaño de los vanos del edificio así como su orientación y el volumen de aire en movimiento que va a recibir.

La ventilación tiene fundamental importancia en la actividad humana desde los puntos de vista higiénico y psicológico.

Los requerimientos de higiene están en relación con la pureza del aire interior así como con la humedad que contiene. El límite de contaminación de CO<sub>2</sub> no debe ser superior al 2% ya que concentraciones mayores son nocivas; en condiciones normales, en zonas urbanas, el aire contiene 0.04% a 0.2% de CO<sub>2</sub>.

En climas cálidos y húmedos, la transpiración corporal de las personas requiere una eficaz ventilación, aparte de que la humedad del clima favorece el desarrollo de microorganismos e insectos que afectan la salud, la alimentación e inclusive los materiales constructivos.

Los requisitos de renovación dependen del tipo de edificación y actividad de sus ocupantes. Según Giorgio Puppo en su libro "Acondicionamiento Natural y Arquitectura", debe garantizarse una ventilación mínima de 60 m<sup>3</sup> por persona y hora en casos de temperaturas entre los 25 y 30 grados centígrados. Esta cifra puede resultar insuficiente en ambientes con fuentes de polución tales como las oficinas o en general los locales de trabajo.

Desde el enfoque psicológico debemos tener en cuentas que la sensación de confort está íntimamente ligada con el movimiento del aire: la sensación de calor es menor con aire en movimiento que con aire quieto, aunque la temperatura seca sea la misma.

Las pérdidas de calor en las zonas descubiertas del cuerpo se duplican cuando el aire aumenta su velocidad de 0.075 m/s a 0.3 m/s y se triplican si el incremento fuera a 0.75 m/s. En caso de que se efectuaren trabajos con gran esfuerzo muscular es necesaria una velocidad de hasta 2.35 m/s para poder aliviar el calor.

El enfriamiento por movimiento del aire es más necesario donde no se dispone de otras formas de disipación del calor, cuando la piel esta a la temperatura del aire y las superficies del entorno están a una temperatura similar.

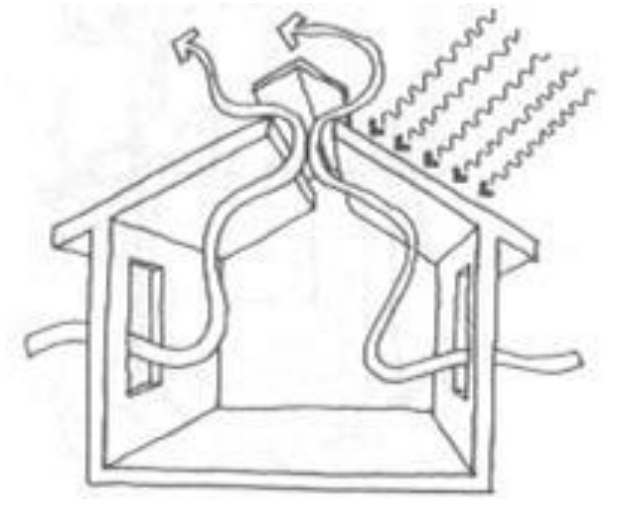


Imagen 101: Esquema gráfico de circulación del aire por convección. (Profesor en línea, 1999)

### 35.3.1. La aerodinámica en la edificación (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

En el análisis bioclimático, el edificio, además de ser influido por las corrientes de viento, asume un carácter activo cuando, gracias a factores de forma y proporción, puede aprovechar al máximo la influencia de los factores naturales en su beneficio. Los factores que modifican el comportamiento del viento en los espacios exteriores de la edificación, son tres, saber:

#### Proporciones y elementos constitutivos de la edificación.

Cuando una corriente de aire en movimiento se aproxima a un edificio, el aire, al chocar, se desplaza hacia arriba y hacia los lados para pasar alrededor del edificio; al hacer esto, la corriente provocada desplaza a las corrientes adyacentes.

En la fachada a favor del viento el aire acelera desde una región situada cerca del centro de la fachada, hasta alcanzar una gran velocidad en las esquinas y los aleros. La corriente envolvente de todas aquellas que han dejado la fachada frontal es llamada superficie de separación y el volumen de aire contenido en ella es llamado *sombra*. En el interior de la sombra se produce un movimiento en remolino que se mueve en sentido contrario al nivel del piso, en forma radial, ascendiendo luego a lo largo de la fachada posterior del edificio.

El tamaño de la sombra no depende de la velocidad del viento sino que es influenciada por el tamaño, forma, tipo del edificio y pendiente de la cubierta.

Después de haber sido desviado, el flujo laminar de aire tiende a mantener una trayectoria recta, formándose por eso una masa de aire estancado a sotavento aunque a una presión reducida, con características de *sombra*.

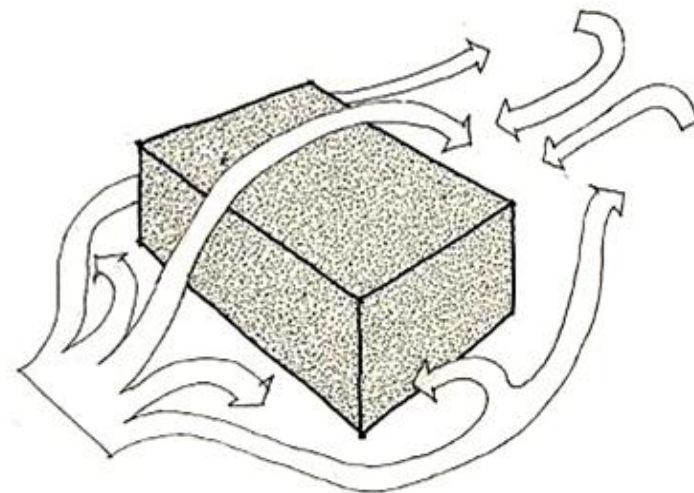


Imagen 102: Esquema gráfico de flujo de aire alrededor de un edificio. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

#### Tipos de agrupación de los edificios.

El estudio de los efectos de las corrientes de aire sobre grupos de edificios, se refiere a la relación de los efectos sucesivos que se producen cuando el viento atraviesa varios obstáculos. La eficaz ventilación natural de un conjunto de edificaciones implica hacer que los distintos volúmenes no interfieran con su sombra la posibilidad de que otro edificio tenga la corriente de aire necesaria. Los estudios realizados al respecto arrojan las siguientes conclusiones:

- A separaciones menores a 2 veces la profundidad de la edificación, las cubiertas de los edificios se comportan como una superficie continua.
- Si se colocan edificios de una sola planta en línea recta, las zonas de aire estancado de la primera línea de edificios impedirá la ventilación de la siguiente, necesiándose un espacio de 6 veces la altura de la edificación para garantizar la ventilación adecuada en las siguientes líneas. No debe de olvidarse que la velocidad del aire que incide sobre la primera línea de edificios nunca será igual a la que incide sobre las sucesivas.

- Para que se produzcan corrientes de viento uniformes, es conveniente colocar los edificios en forma de damero, con lo que las zonas de aire estancado no ejercen una influencia tan grande en la eficiencia de la ventilación.
- En casos de agrupaciones de edificios altos y bajos, debe preferirse la ubicación de aquellos en la parte posterior de las corrientes de viento de la localidad para lograr una ventilación eficaz de todos los volúmenes.

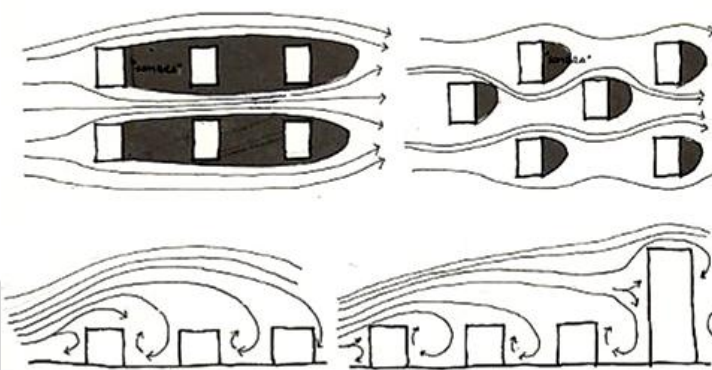


Imagen 103: Esquema gráfico de flujo de aire en agrupación de edificios. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

#### Orientación respecto a la corriente de viento.

Según los análisis efectuados existe oposición entre los requerimientos de ventilación interna cuando la fachada está en ángulo recto con la dirección del viento (máxima oposición al viento) y la orientación requerida para que el edificio provoque la mínima cantidad de sombra disponible.

Para Givoni,<sup>9</sup> al disponer un edificio de planta cuadrada de manera que el viento incida a 45 grados se obtiene una mejor ventilación interna (velocidad y distribución), pero ese mismo recurso se vuelve negativo para las edificaciones posteriores que ven disminuida la influencia de las corrientes. Para superar este inconveniente debe aumentarse la relación 1 a 1. En el caso de volúmenes complejos la situación depende de su ubicación y de su relación ancho - longitud.

<sup>9</sup> Baruch Givoni, es un arquitecto israelí. En la actualidad uno de los especialistas en Arquitectura bioclimática más reconocidos del mundo. (Wikipedia, Baruch Givoni, 2012)

### 35.3.2. Aerodinámica interna (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

Las corrientes de viento exteriores a los edificios influyen en su interior de acuerdo a las condiciones que los volúmenes presentan. Tales condiciones son las siguientes:

#### Aberturas.

El movimiento del aire en el interior del edificio no depende solamente de la existencia de aberturas, sino de las relaciones que se establezcan entre los vanos de entrada y de salida. La masa de aire en movimiento produce una sensación de bienestar al aumentar la transferencia de calor, por convección, de los cuerpos al aire.

#### Ventilación transversal.

El flujo de aire pierde gran parte de su energía cinética cada vez que es desviado alrededor o sobre un obstáculo. Varios recodos en ángulo recto, tales como paredes o muebles interiores dentro de una habitación pueden detener eficazmente una corriente de aire de baja velocidad. Cuando son inevitables los tabiques divisorios internos, se puede asegurar cierta corriente de aire si se utiliza mamparas abiertas por el suelo o por el techo.

Para que sea eficaz el movimiento del aire debe ser dirigido hacia la superficie del cuerpo. La posición de las aberturas tiene que estar en función de la actividad que se desarrolle en los ambientes para que la corriente atravesase los lugares que se requiera. La dirección interior que toma la corriente, vista en alzado es independiente de la abertura de salida, pero en planta al cambiar la posición de salida se ejerce una influencia determinante en la trayectoria horizontal del aire.

La magnitud relativa del aumento de presión al frente de las áreas sólidas de las fachadas (que a su vez depende del tamaño y posición de las aberturas) gobernará, en efecto, el sentido de la corriente interior de aire y esta será independiente de la posición de la abertura de salida. Las diferentes combinaciones se las puede observar en los gráficos.

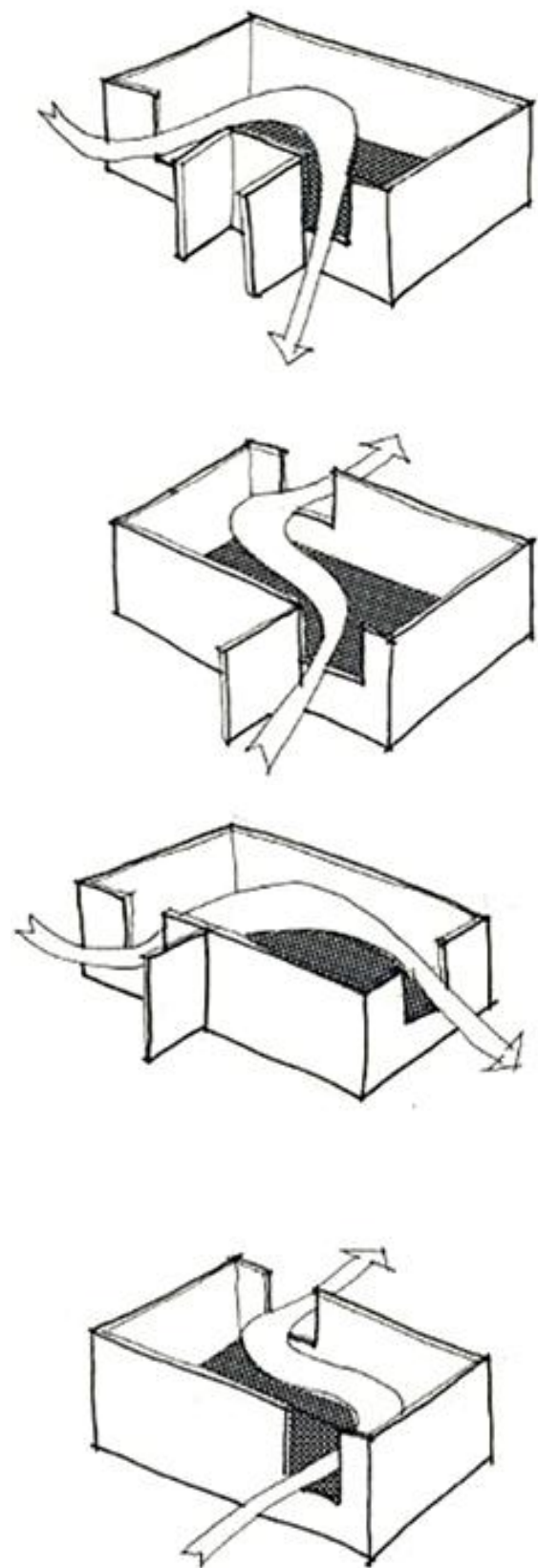


Imagen 104: Esquema gráfico de varios elementos exteriores que modifican el flujo del aire. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Tamaño y orientación** (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

Para una superficie de fachada dada, con viento constante, se obtiene una mayor velocidad interior del aire disponiendo una entrada pequeña y una salida grande (algo similar a un embudo imaginario). Esta disposición puede ser útil si hay que dirigir la corriente de aire a una determinada parte de la habitación.

Cuando la dirección del viento no es constante o cuando se requiera el flujo de aire a través de todo el espacio, será preferible una gran abertura de entrada caso en el que la velocidad del aire que pasa a su través será menor, pero el caudal total será mayor.

B. Givoni, científico del Israel Institute of Technology, estudió los problemas de ventilación en países de clima cálido, ensayando en modelos con las siguientes alternativas de tamaño, posición y orientación de aberturas. Las conclusiones fueron las siguientes:

- Para cuartos de una sola abertura, cuando se incrementa su tamaño, la velocidad interna del aire experimenta un ligero aumento.
- Para cuartos con ventilación cruzada hay varios resultados:
  - Cuando se incrementa el tamaño de la entrada o de salida, manteniendo constante la abertura opuesta, no se da ningún efecto notable sobre el promedio de la velocidad interna del aire.
  - Cuando se incrementa los tamaños de ambas aberturas se presentan dos casos:

Si el viento es perpendicular a la entrada, el promedio de velocidad de aire interno se incrementa del 20% al 47 %, al aumentar el ancho de la abertura desde 1/6 hasta ancho total.

Si el viento incide a 45 grados a la entrada, la velocidad interna del aire aumenta desde el 18% hasta el 62% cuando el ancho de la abertura varía entre sus límites.

En resumen, el efecto del tamaño de la abertura en la velocidad interna del aire, está gobernado por una interacción de los factores dimensión - posición y dirección del viento.

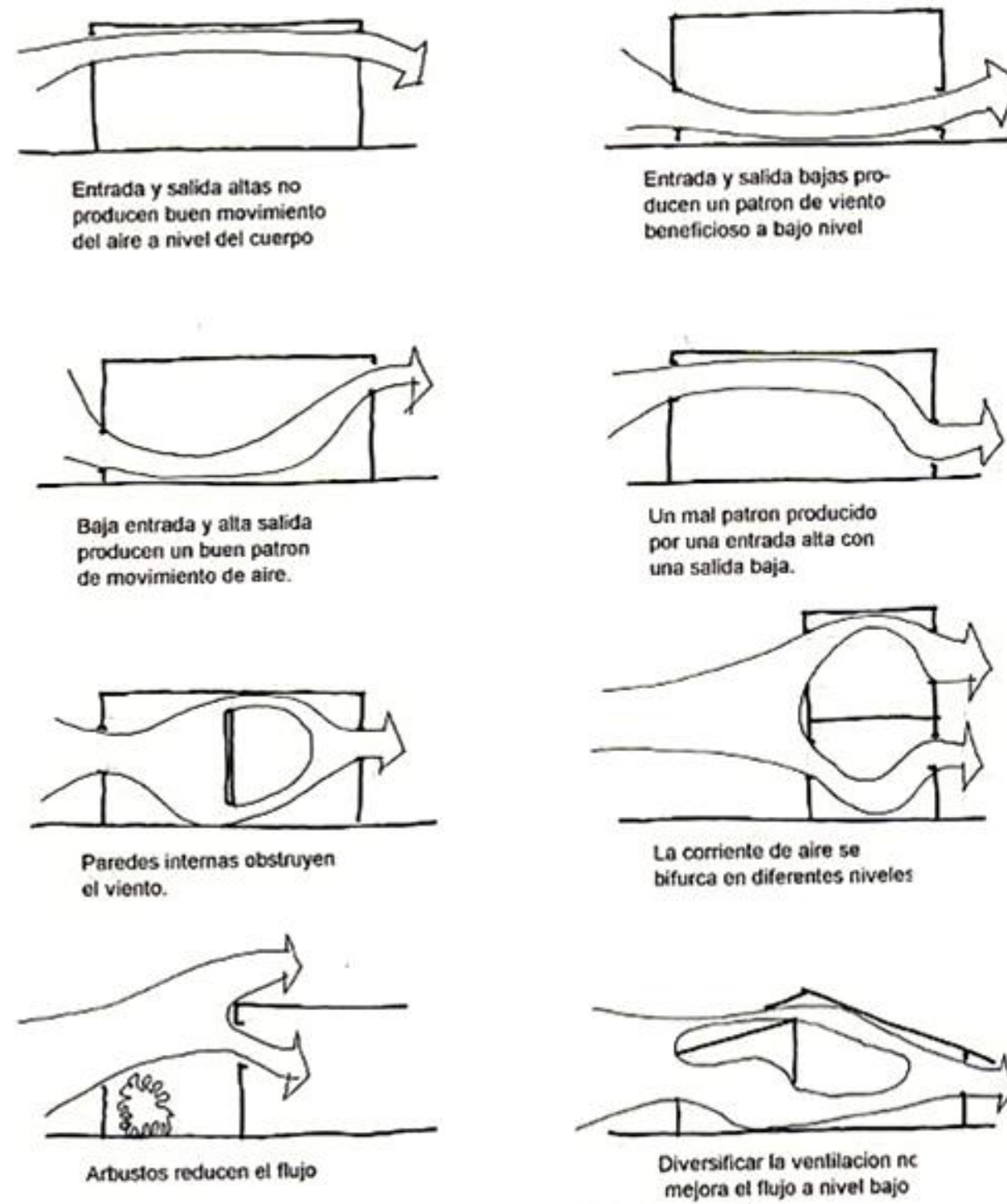


Imagen 105: Esquema gráfico de varios patrones de flujo de aire en diferentes posiciones. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

**Controles de las aberturas** (Arq. Gabriel Murillo, 2007).

Existen varias alternativas para controlar el flujo de la corriente de aire a través de las aberturas:

- **Ventana abatible.-** Este tipo de ventana no produce en sí misma ningún efecto en la trayectoria y su influencia se limita a la corrección que puede introducir al permanecer semiabierta.
- **Ventana basculante.-** De acuerdo a la presión ejercida por la hoja de la ventana, esta generalmente dirigirá el flujo de aire hacia arriba ya que no puede tener un giro completo.
- **Ventana pivotante.-** Generalmente desvían la corriente de aire hacia la parte superior del espacio.
- **Celosías y persianas.-** En general dirigen la corriente de acuerdo a la inclinación que presentan. En los 30 grados de inclinación la corriente fluye claramente hacia el techo.
- **Mallas y telas metálicas.-** Reducen considerablemente las corrientes de aire. Un visillo de tejido sintético, según la densidad del tejido, puede reducir la corriente entre un 30 y un 70%.

**Elementos exteriores.**

Los aleros y quebrasoles que se usan con frecuencia para protección de la radiación solar tienen influencia sobre la dirección del viento.

Al poner un quebraisol sobre la abertura se elimina la acción de la zona de presión superior por lo que la componente inferior tiende a elevar la corriente hacia arriba. La manera de evitar esto es permitir la actuación de la zona de presión superior por lo que se sugiere separar el alero sólido de la fachada o usar aleros o quebrasoles en forma de celosías, cambiando la dirección de la corriente hacia abajo.

**Elementos interiores.**

Nos referimos a la disposición en alzado y planta de paredes y tabiques interiores, que actúan como obstáculos al paso de la corriente de aire afectando su velocidad. Conseguir un movimiento de aire efectivo se logra cuando los elementos de cerramiento interior se disponen en dirección del viento.

Es mejor dejar los espacios de mayor tamaño a barlovento para hacer máximos los movimientos de aire en todo el edificio.

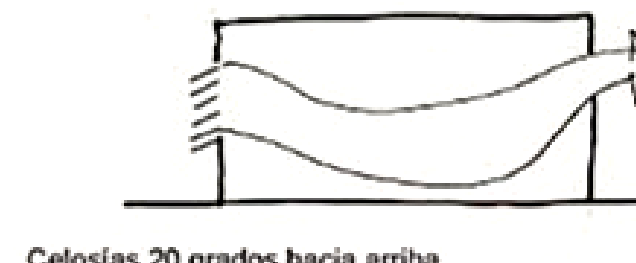
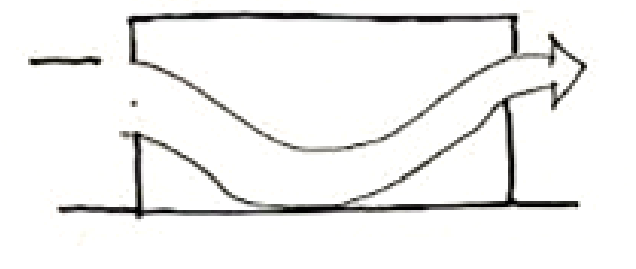
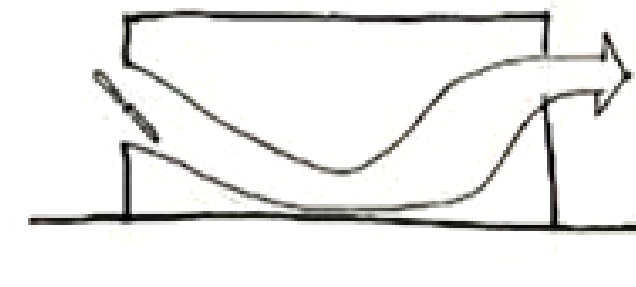
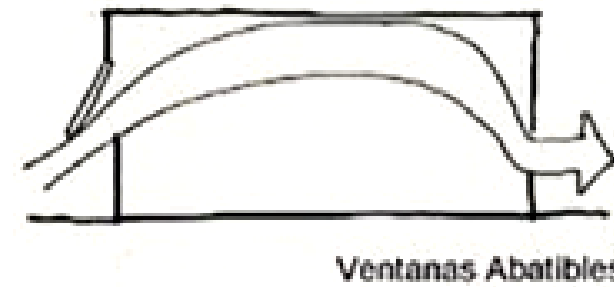


Imagen 106: Esquema gráfico de varias alternativas de control de flujo de aire a través de las aberturas. (Arq. Gabriel Murillo, 2007)

### 35.4. Bioclimatismo en la arquitectura vernácula en el litoral ecuatoriano.

El diseño conceptual de vivienda sustentable pretende demostrar de diferentes maneras cómo se deberían pensar, diseñar y construir las edificaciones habitacionales respetando el medio ambiente y la arquitectura bioclimática forma parte de esto y en resumen consiste en el diseño de construcciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles.

Un análisis breve de la arquitectura vernácula del litoral ecuatoriano mostrará algunas de las prácticas que tenían los pueblos antiguos al construir sus viviendas, donde aprovechan todo lo que la naturaleza les brindaba de una manera sustentable y bioclimática.

Para conocer más el desarrollo habitacional nativo en el Ecuador, se revisó el libro "Arquitectura vernácula en el litoral" (Nurenberg, Estrada & Holm, 1982). Este texto ayuda a observar las características de las primeras viviendas en el litoral ecuatoriano y como estos estudios revelan un desarrollo lento pero al mismo tiempo se descubren soluciones arquitectónicas prácticas que aún persisten y que fueron válidas hace aproximadamente 1000 años. Se aprecian particularidades entre las distintas regiones pero a su vez son lógicas ya que existían influencias del clima, topografía, orígenes raciales, soluciones espaciales y materiales utilizados que eran combinados de varias maneras, recalando el uso de la caña guadúa en todas las regiones pero esta era trabajada de muchas maneras diferentes.



Imagen 107: Vivienda vernácula en la costa. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)

Las soluciones vernáculas eran más funcionales debido a que provenían de evidentes necesidades del diario vivir bajo condiciones climáticas determinadas y las técnicas constructivas utilizadas eran no solamente ecológicas debido al proceso que tenían los materiales sino que se adaptaban de mejor manera al tipo de clima de cada sector; la energía incorporada para su elaboración era solo esfuerzo humano y no intervenían maquinarias que procesaran industrialmente sus componentes. La única energía de la que disponían estas viviendas eran las naturales como el sol, viento, agua y fuego, y no contribuían con algún tipo de contaminación ambiental ya que estas casas eran desmontables e incluso biodegradables, lo cual no se ve en las viviendas actuales que en muchos casos responden a culturas ajenas a la nuestra y no se adaptan a las características del clima de la región costa.

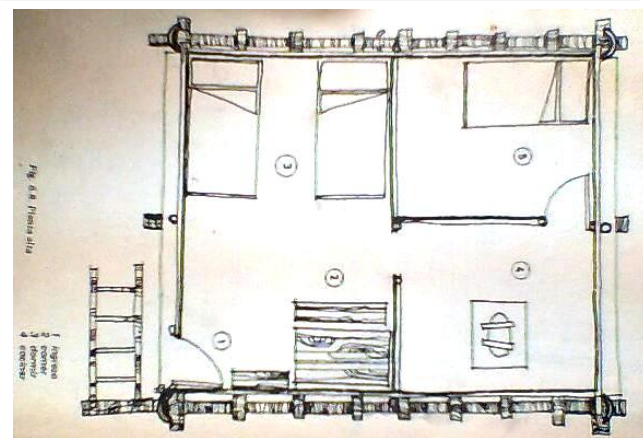


Imagen 108: Dibujo esquemático de la planta alta de una vivienda vernácula en la costa. (Nurenberg, Estrada & Holm, 1982)

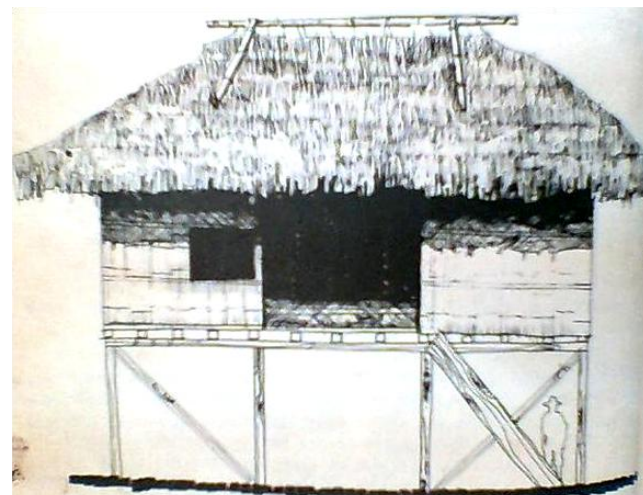


Imagen 109: Dibujo esquemático de la fachada de una casa vernácula. (Nurenberg, Estrada & Holm, 1982)

De los diferentes componentes de la vivienda vernácula en la costa analizada por (Armijos. Matamoros & Santana, 2006), se encuentran los siguientes datos:

- Para los elementos estructurales es frecuente el uso de la madera y la caña, valiéndose así de los recursos propios de la zona.
- Existe el predominio de la cubierta a dos aguas, aunque también se encuentran cubiertas hasta de cuatro aguas con recubrimientos de bijao, hoja de caña de azúcar, paja de arroz y cade.
- La estructura de los soportes de la cubierta está formada usualmente de madera, y también la caña.
- El piso se lo construye con caña picada dispuesta sobre latillas en sentido transversal, mismo que se apoya sobre una estructura de madera sin labrar.
- Las paredes son recubiertas con caña picada dispuestas verticalmente con la cara lisa al exterior y la rugosa al interior y en contacto con la estructura.
- La pared es asegurada con latillas, mismas que son clavadas a la estructura que es de madera.
- Las paredes interiores no llegan hasta la cubierta por considerárselo innecesario.
- Las puertas y ventanas se las construye de caña picada sobre una estructura de madera.
- Las letrinas, ubicadas al exterior de la vivienda por lo general son pequeñas cabañas cuya estructura es de madera recubierta de caña picada.
- En algunas viviendas aún se cocina con fogones de carbón y de igual manera conservan el lavaplatos elaborado de caña picada y que adosado a la pared de adentro hacia fuera de vivienda permite el canalizar el agua hacia el exterior de esta.



Imagen 110: Volado de la cubierta y los elementos que la componen. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)



Imagen 111: interior de la vivienda mostrando su estructura de madera y paredes de caña picada. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)

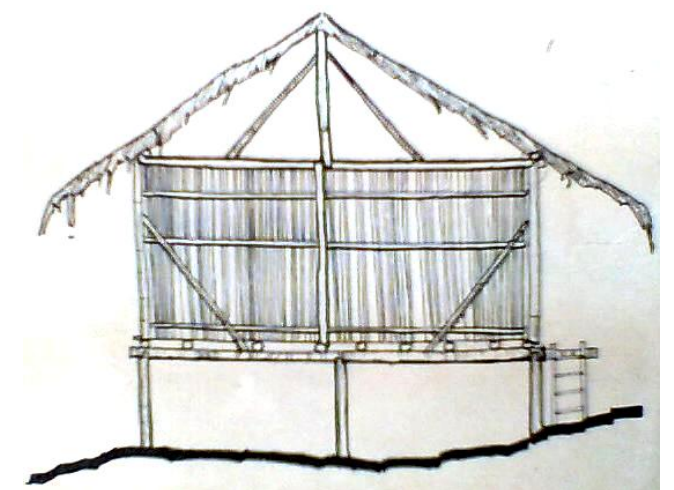


Imagen 112: Dibujo esquemático de la fachada lateral con la parte superior abierta para ventilación o iluminación. (Nurenberg, Estrada & Holm, 1982)



La protección contra la insolación y la lluvia también es algo que se debe destacar en las viviendas del litoral, ya que la cubierta es la mejor defensa contra los rayos solares y las alteraciones del tiempo. Siendo no solo la cubierta la única defensa contra los cambios de clima que presenta la región litoral, ya que de ahí la necesidad de prolongar la cubierta con aleros amplios que atenúe el daño causado por el sol y las lluvias. De esta manera, la luz del solar incide solamente en la parte inferior de las paredes y penetra entre las ranuras de la caña picada.

El piso de la vivienda que se encuentra elevado protege la planta baja, proporcionándole suficiente sombra como para realizar cualquier tipo de actividad cómodamente y a su vez propicia un ambiente más fresco en la planta alta.

El aislamiento térmico de las cubiertas conformadas por múltiples hojas de bijao, cade, etc., forman un eficaz método de aislamiento térmico. Las capas de hojas forman una verdadera cámara de aire que constituye el mejor aislante térmico.



Imagen 113: Aleros de la vivienda con su piso elevado y el material de cubierta de cade. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)

La ventilación, se obtiene a partir de la cubierta y paredes ya que la cubierta por estar hecha de hojas de bijao o cade, y las paredes por ser de caña picada; hay pequeños espacios por los cuales el aire penetra hacia el interior de la vivienda, siendo las paredes el medio más eficaz para lograr la ventilación, ya que así se aprovechan las brisas suaves y restan energía a las notables ventoleras que son compañeras de las lluvias.



Imagen 114: Paredes y cubierta dispuestas para obtener una ventilación e iluminación apropiada. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)

Otros elementos que aportan a la ventilación son las puertas y ventanas que permanecen la mayoría del tiempo abiertas. Las divisiones interiores también ayudan a la ventilación ya que solo llegan a determinada altura.



Imagen 115: Ventanas y paredes de la vivienda vernácula. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)

La iluminación en las viviendas del litoral es algo muy interesante y particular puesto que a pesar de que la vivienda se encuentre totalmente cerrada, la luz ingresa por las pequeñas intersticios de las paredes creando así un ambiente de claro-oscuro muy agradable. En la iluminación también interviene la relación del poco fondo de la vivienda con el exterior, encontrándose iluminada por los cuatro costados., por lo que los ambientes resultan muy bien iluminados

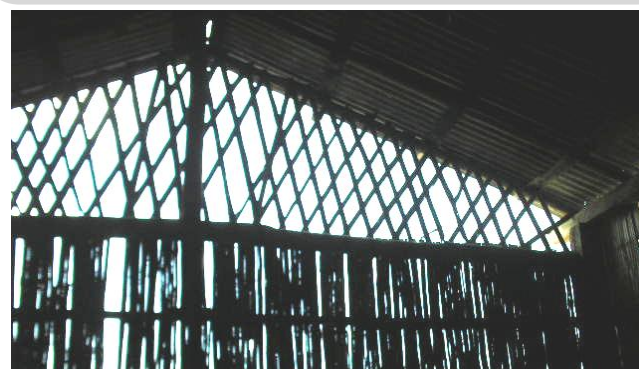


Imagen 116: Filtración de la luz a través de las paredes y su parte superior. (Armijos. Matamoros & Santana, 2006)

La planta baja se destinada para diversos usos, pero en definitiva dependerá del factor económico, siendo así para las zonas agrícolas más fácil adaptar este espacio para corrales o graneros pequeños.

La arquitectura vernácula que se desarrolla en la Cuenca del Guayas, por la misma naturaleza de los materiales y del sistema de construcción en sí, resulta de una gran flexibilidad y con una casi ilimitada capacidad de ampliación y adaptación. Se puede definir estas viviendas como construidas a base de articulaciones móviles, una arquitectura con principios constructivos dignos de tomarse en cuenta como un ejemplo de arquitectura viviente, tan viviente y susceptible a cambios como la misma familia que la habita.

Como conclusión, las ventajas de la arquitectura vernácula del litoral se la ha encontrado en las mejores condiciones cuando ésta se desarrolla muy alejada de las ciudades puesto que así resulta difícil conseguir productos industrializados para la construcción, viéndose obligada la gente a utilizar los materiales que encuentre a mano o con mayor facilidad, propiciándose a su vez una creatividad significativa.

Este tipo de arquitectura se desenvuelve mejor cuando se encuentra ubicada en zonas de abundante vegetación, misma vegetación que propicia los materiales para realizar esta arquitectura y su mantenimiento, además de aportar con un factor climático que incide en la arquitectura vernácula.



Imagen 117: Dibujo esquemático de conjunto de viviendas vernáculas. (Nurenberg. Estrada & Holm, 1982)

Las desventajas de esta arquitectura y uno de los principales factores que la degeneran es el hecho que cuando las viviendas o conjunto de viviendas se transforman en un pueblo, hace que la arquitectura pierda su atractivo debido a la introducción de materiales constructivos modernos.

Cabe destacar que el hecho de la proximidad hacia los centros de desarrollo (ciudades) es el factor principal que degenera la arquitectura vernácula que se desarrolla en el litoral, puesto que se introducen cambios en las costumbres socio-culturales y disminuye la vivienda como ambiente casi único del morador.



Imagen 118: Dibujo esquemático de las características de las primeras viviendas vernáculas. (Nurenberg. Estrada & Holm, 1982)

En la arquitectura vernácula del litoral se puede apreciar el uso de conceptos conocidos actualmente como bioclimatismo y sustentabilidad, que en su tiempo se lo utilizó en base a obvias necesidades y a la falta de otros elementos que sustituyan los encontrados en la naturaleza.

En esencia, las teorías y estrategias utilizadas en este tipo de arquitectura muy funcional con la combinación de una tecnología actual en desarrollo de materiales ecológicos, puede resultar muy beneficioso para la población rural en el sector de estudio.

### 36. ARQUITECTURA SUSTENTABLE.

Para desarrollar una arquitectura sustentable es indispensable que existan varios factores en el contexto de la edificación, los mismos que han sido mencionados en la fase previa de este documento, los cuales hemos llamado componentes de la vivienda, donde intervienen los materiales de construcción, la energía, el agua potable, desechos domésticos sólidos, etc. Todos los componentes planteados trabajando en conjunto juegan un papel muy importante para que la vivienda pueda ser ecológica, bioclimática y sustentable.

A continuación analizaremos cada uno de los componentes desde varios enfoques, revisando su parte teórica, estratégica y diversas tecnologías que apunten hacia los objetivos a ser alcanzados.

Dentro de varias alternativas explicativas del tema Arquitectura Sustentable que aporte a los fines expuestos, es necesario citar el documento de la Arq. Luciana Martino, Master europeo en proyectación ambiental, ha realizado un extracto de la "Guía para una Construcción Sustentable", donde describe el concepto, los principios y los pilares de la arquitectura sustentable.

#### ¿Qué es y cómo aplicar la arquitectura sustentable? (Arq. Luciana Martino, 2011)

El concepto de sustentabilidad ha sido definido a lo largo de una serie de importantes congresos mundiales y engloba no sólo la construcción, sino toda la actividad humana. Según el diccionario de la Real Academia Española, sustentable significa "que se puede sustentar o defender con razones". En nuestro contexto el término sustentable es mucho más complejo pero empecemos por decir que se encuentra extremadamente ligado al concepto de desarrollo sustentable. La definición formulada por la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (*World Comission on Enviroment and Development*) dice ser "el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades."

A su vez, la sustentabilidad está definida por tres pilares que se retroalimentan: el social, el económico y el ambiental. Cada uno de estos pilares debe estar en igualdad de condiciones, fomentando un modelo de crecimiento sin exclusión (social), equitativo (económico) y que resguarde los recursos naturales (ambiental). Entonces, el desarrollo sustentable debe contemplar una superación de la idea de desarrollo entendido como crecimiento económico desmedido; debe tener en cuenta la incorporación de nuevas variables y dimensiones a la idea de desarrollo.

En esta dirección apunta el modelo de arquitectura sustentable que pretendemos incorporar, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Utilización de los recursos ambientales de manera sostenible, planificando acciones a largo plazo.
- Atención preferentemente a las necesidades del conjunto de la población, incluyendo las generaciones futuras.
- Utilización creativa de la variedad natural y la variedad cultural. A nivel de los objetivos sociales, de los bienes con que satisfacerlos y de las técnicas con que producirlos.
- Ubicación prioritaria de la problemática del consumo y de las tecnologías como áreas vitales de decisión.
- Enfatizar lo regional, lo local, la diversidad, la adaptabilidad, la complementariedad, como valores opuestos a la centralización y homogeneización que puja este mundo globalizado (no siempre "lo de allá, sirve acá")

Para el proyectista, el concepto de sustentabilidad también es complejo. Gran parte del diseño sustentable está relacionado con el ahorro energético, mediante el uso de técnicas como por ejemplo el análisis del ciclo de vida aplicado a productos y procesos productivos, con el objetivo de mantener el equilibrio entre el capital inicial invertido y el valor de los activos fijos a largo plazo.

Proyectar de forma sustentable también significa crear espacios que sean saludables, viables económicamente y sensibles a las necesidades

sociales. Por sí solo, un diseño responsable desde el punto de vista energético es de escaso valor.

#### Principios de la construcción sustentable.

A medida que aumenta la prosperidad, deseamos más cosas y se incrementa el consumo. Ello conlleva un mayor empleo de recursos naturales, y la consecuente generación de residuos y, finalmente, la producción de CO2. Los edificios, fundamentales para la vida y el consumo, podrían reducir los efectos ecológicos adversos a través de un mejor diseño. La gran ironía, sin embargo, es que las naciones más avanzadas del mundo son también las que más contaminan.

La industrialización siembra las semillas de su propia destrucción, ya que genera altos niveles de emisiones de carbono que conducen directamente al calentamiento global. La arquitectura por sí sola no puede resolver los problemas ambientales del mundo, pero puede contribuir significativamente a la creación de un hábitat humano más sostenible.

En el mundo, la industria de la construcción es responsable del:

- 40% de las emisiones de CO2.
- 60% del consumo de materias primas.
- 50% del consumo de agua.
- 35% de los residuos generados.

En Argentina, la industria de la construcción es responsable del:

- 40% de la demanda de energía.
- 25% de las emisiones de CO2.
- 50% de los residuos sólidos generados.
- 20% de consumo de agua.
- 30% de la polución aérea.
- 35% de la polución térmica.
- (Solo para citar algunos valores) (MECON, 2005).

Podemos decir entonces que la convierte en la actividad menos sostenible del planeta. A su vez en Argentina debemos agregar que dependemos en un 90.2% de los recursos fósiles según (MECON, 2005), que ya prácticamente agotamos. Es evidente que algo debe cambiar, y los ingenieros, arquitectos,

diseñadores, técnicos y especialistas que trabajan en el sector, tienen un importante papel que desempeñar en ese cambio.

La construcción sustentable, implica dar un giro a los sistemas convencionales que venimos utilizando. Para ello es indispensable la innovación tecnológica, el desarrollo técnico científico, la creatividad y los cambios culturales. Construcción sustentable no es volver al pasado, sino que implica producir con calidad. Agregar a nuestros proyectos estudios más profundos, analizar la obra desde todos los puntos de vista: social, económico y ambiental para superar el desmedido crecimiento insostenible.

A continuación se encuentran detallados algunos puntos aplicables a cualquier sistema constructivo teniendo en cuenta los pilares de la sustentabilidad:

#### Ambiental.

- Respetar la implantación del entorno, Responder todos los componentes: el agua, la tierra, la flora, la fauna, el paisaje, lo social, lo cultural.
- Tener conocimiento del clima donde se asienta el proyecto, principal referente de los asentamientos humanos, del recorrido del sol (trayectoria e intensidad), del viento, de la latitud, de la pluviosidad y de la temperatura. Tener en cuenta todos estos factores a la hora del emplazamiento del proyecto.
- Utilizar materiales que puedan ser fácilmente reciclados o reutilizados, que no contengan productos peligrosos o contaminantes y que favorezcan el ahorro de materias primas y energía.
- Prever la utilización de materiales reciclados o reutilizados (por ejemplo: introducir áridos u otros materiales reciclados en hormigones que lo permitan)
- Diseñar con austeridad y simplicidad, hacer más con menos, de esta forma se utilizan menos recursos naturales.
- Optar por materiales locales, esto evitará la producción de CO2 generada por el transporte y generará producción y mano de obra local.

- Preferir materiales y tecnologías que tengan la menor cantidad de CO2 en el entero ciclo de vida, considerando las diferentes etapas: extracción de materias primas, transporte, procesos productivos, uso, reutilización, reciclaje y disposición final.
- Proyectar con energías renovables, preservar los recursos no renovables y la biodiversidad.
- Proyectar circuitos cerrados de aguas y residuos, con el objetivo ser lo más eficientes posibles internamente y de generar la menor cantidad de emisiones al entorno.
- Optar por proveedores que tengan certificaciones ambientales en sus materiales, ya sea nacionales o internacionales (por ejemplo: ISO 14.000/14.001, IRAM, Forest Stewardship Council –FSC- etc.) Las eco-etiquetas son sellos otorgados por un organismo oficial que nos garantizan que el material posee un bajo impacto ambiental y, por lo tanto, es más respetuoso que otros que realizan la misma función.
- Evitar en todos los procesos constructivos la generación masiva de residuos, sean éstos: sólidos, líquidos o gaseosos; con la obligación añadida de gestionar adecuadamente los residuos generados.

#### Social.

- Preferir materiales locales, para favorecer el desarrollo de la industria local.
- Contemplar programas de higiene y seguridad en la obra y en cualquier ambiente laboral.
- Formar a los operarios en el uso, limpieza y manutención de las herramientas y los elementos de trabajo, para garantizar una mayor durabilidad y seguridad.
- Instruir al personal con cursos de formación sobre la política ambiental de la empresa.
- Seleccionar cuidadosamente los químicos utilizados en la limpieza y/o los impermeabilizantes para evitar enfermedades respiratorias.

- Evitar y prevenir los compuestos orgánicos volátiles.
- Promover la reutilización y el reciclaje de materiales en la obra y las oficinas, premiando a los empleados por su esfuerzo (creatividad).
- Cumplir con las normas impositivas, éstas indirectamente benefician a los sectores sociales más necesitados.
- Garantizar un seguro laboral.
- Ofrecer a los usuarios un manual, con las buenas costumbres ambientalmente recomendables, para reducir el impacto ambiental con el modo de vida. No olvidar que los edificios se construyen para las personas, para ser habitados. Debemos desterrar la idea de que el futuro usuario no es más que una molestia en el engranaje de la industria de la construcción, y apostar por fomentar su participación en todo su ciclo de vida.

#### Económico.

- Reutilizar y/o reciclar materiales, en la misma obra o para otras construcciones.
- Rediseñar los sistemas constructivos pensando en la mayor eficiencia de los materiales y tecnologías, modularlos para que en la puesta en obra tengan la menor cantidad de desperdicios.
- Optar por la utilización de sistemas prefabricados, la producción en serie apunta a una mayor eficiencia, menos desperdicios, ahorro energético, optimizan los gastos de producción y posibilita futuras reutilizaciones en la fase de demolición del edificio, etc.
- Elegir materiales durables, con mantenimiento escaso o nulo.
- Proyectar las instalaciones fácilmente accesibles y registrables, esto permitirá optimizar las labores de mantenimiento, reparación y desmontaje selectivo, posibilitando incluso la recuperación de conductos, líneas, mecanismos y aparatos, etc., para su ulterior reutilización o reciclado.
- Promover la colocación de materiales “en seco”, para que en caso de roturas facilite el acceso y en caso de demolición, la fácil separación permitirá una posible reutilización o reciclaje del material.

- Lograr eficiencia energética con la elección y combinación de materiales, empleando equipos que consuman menor cantidad de energía ofreciendo el mismo servicio. Realizar previamente modelos de simulación para llegar a la solución más adecuada.
- Programar un centro de domótica para garantizar la mayor eficiencia de los sistemas energéticos.
- Proyectar con tecnologías renovables, requerirá una inversión inicial mayor que luego se amortigua en el tiempo (ciclo de vida)
- Racionalizar la construcción, diseñar el proyecto de manera que no queden superficies “muertas”, sin utilizar, ya que generan gastos inútiles de todo tipo, además de no contribuir a la eficiencia energética.
- Tener en cuenta en el diseño los parámetros de la arquitectura bioclimática, a través de estrategias adecuadas, consigue un ahorro sustancial en el consumo energético.
- Minimizar la demanda energéticas a través de las denominadas estrategias pasivas, diseño, orientación, uso de aislantes, etc.
- Generar una cadena de proveedores, receptores y productores que se ocupen de los residuos de construcción y demolición (RCD). Puede resultar un mercado paralelo exitoso, como ya lo es en algunos países de Europa.
- Lograr obtener una Certificación Ambiental, herramienta que permitirá posicionarse en el mercado internacional con un producto de calidad. A su vez los usuarios podrán tener un elemento más de comparación, destacando el proyecto por sobre los demás que se encuentren en el mercado (publicidad).

Después de un recorrido por los aspectos más generales de los conceptos que conforman la arquitectura sustentable, debemos materializar estas ideas en modos y maneras de construir que logren conferir a nuestros edificios estabilidad, confort y durabilidad. Bien es cierto que algunas son cuestiones inherentes a la construcción en sí, pero será preciso alterar esos modos y maneras, adecuándolos a parámetros nuevos. No es tarea fácil, debido a la gran inercia que muestra el sector de la construcción para establecer nuevas directrices.

Es fundamental la innovación y la creatividad, un desafío para los proyectistas y constructores que quieran verdaderamente cambiar los tradicionales hábitos constructivos, que como ya hemos visto no nos están llevando por buen camino. También es de suma importancia que los consumidores promuevan la utilización de esta nueva manera de construir, porque a medida que el mercado lo demande surgirá directamente la oferta.

### 37. ENERGÍA INCORPORADA (EMBODIED ENERGY).

Una de las teorías más importantes dentro de la arquitectura sustentable es la correcta selección de materiales de construcción ya sea para fines bioclimáticos, costo, tiempo de vida útil, etc. Es necesario saber cuánta energía se requiere para fabricar los materiales a utilizarse, ya que esto está ligado directamente a la sustentabilidad del mismo.

La energía incorporada en los materiales de construcción aún no es un tema aún ampliamente conocido y aplicado a nivel mundial, sin embargo existen algunas fuentes estadounidenses en la internet donde explican de mejor manera este término y como aplicarlo en futuras construcciones.

Este tema ha sido estudiado hace varias décadas por investigadores interesados en la relación entre los materiales de construcción, procesos de construcción y su impacto ambiental (CanadianArchitect, 2012).

#### ¿Qué es la energía incorporada?

Existen dos formas de energía incorporada en los edificios.

- Energía incorporada inicial.
- Energía incorporada periódica.

**La energía incorporada inicial** en los edificios representa la energía consumida no renovable en la adquisición de las materias primas, su tratamiento, fabricación, transportación al sitio y su construcción. Esta energía incorporada inicial tiene dos componentes:

**Energía directa** es la energía utilizada para transportar los productos del edificio al lugar de trabajo, y de ahí construir el edificio.

**Energía indirecta** Es la energía utilizada para adquirir y fabricar los materiales de construcción incluyendo cualquier transporte relacionado a esta actividad.

**La energía incorporada periódica** En los edificios representa la energía consumida no renovable para mantener, reparar, restaurar o reemplazar los componentes o sistemas durante la vida útil del edificio.

Mientras los edificios se vuelven más eficientes energéticamente, la proporción de energía incorporada al consumo de por vida se incrementa. Claramente, los edificios que apuntan a ser "energía-cero" o "autónomos", la energía usada en la construcción y la eliminación de desechos finales toman un nuevo significado.

MATERIAL	EMBODIED ENERGY	
	MJ/kg	MJ/m3
Aggregate	0.10	150
Straw bale	0.24	31
Soil-cement	0.42	819
Stone (local)	0.79	2030
Concrete block	0.94	2350
Concrete (30 Mpa)	1.3	3180
Concrete precast	2.0	2780
Lumber	2.5	1380
Brick	2.5	5170
Cellulose insulation	3.3	112
Gypsum wallboard	6.1	5890
Particle board	8.0	4400
Aluminum (recycled)	8.1	21870
Steel (recycled)	8.9	37210
Shingles (asphalt)	9.0	4930
Plywood	10.4	5720
Mineral wool insulation	14.6	139
Glass	15.9	37550
Fiberglass insulation	30.3	970
Steel	32.0	251200
Zinc	51.0	371280
Brass	62.0	519560
PVC	70.0	93620
Copper	70.6	631164
Paint	93.3	117500
Linoleum	116	150930
Polystyrene Insulation	117	3770
Carpet (synthetic)	148	84900
Aluminum	227	515700

**NOTE:** Embodied energy values based on several international sources - local values may vary.

Tabla 44: Energía incorporada. Valores basados en algunas fuentes internacionales – los valores locales pueden variar. (CanadianArchitect, 2012)

#### ¿Cómo es medido? (CanadianArchitect, 2012).

Por lo general, la energía incorporada se mide como la cantidad de energía no renovable por unidad de material de construcción, componente o sistema. Por ejemplo, puede ser expresado como mega julios (MJ) o giga julios (GJ) por unidad de peso (kg o tonelada) o zona (metro cuadrado). El proceso de cálculo de la energía incorporada es complejo e involucra a numerosas fuentes de datos.

Implícito en la medida de la energía incorporada son las implicaciones asociadas ambientales del agotamiento de los recursos, los gases de efecto invernadero, la degradación ambiental y la reducción de la biodiversidad. Como regla general, la energía incorporada es un indicador razonable del impacto medioambiental global de materiales de construcción, conjuntos o sistemas. Sin embargo, debe ser sopesado cuidadosamente con el rendimiento y la durabilidad, ya que pueden tener unos efectos atenuantes o compensatorios de los impactos ambientales iniciales asociados con la energía incorporada.

#### ¿Cuánta energía incorporada se encuentra típicamente en los edificios? (CanadianArchitect, 2012).

La cantidad de energía incorporada en los edificios varía considerablemente. Inicial el consumo de energía incorporada depende de la naturaleza del edificio, los materiales utilizados y la fuente de estos materiales (por eso los datos de un material de construcción en un país pueden diferir significativamente del mismo material fabricado en otro país). La energía periódica está relacionada con la durabilidad de los materiales de construcción, componentes y sistemas instalados en el edificio, lo bien que éstas se mantienen, y la vida del edificio (mientras más tiempo el edificio sobrevive, mayor será el consumo de energía prevista recurrente).

La investigación llevada a cabo por Cole y Kernan utilizando un modelo basado en la construcción de un genérico de Canadá 4.620 m2 (50.000 m2) de tres pisos, edificio de oficinas con aparcamiento subterráneo, contempla tres diferentes sistemas de construcción (madera, acero y hormigón), y arrojó los siguientes resultados para la media total de la energía inicial incorporada. (Nota: Los

datos fueron en promedio para los tres sistemas de construcción ya que las diferencias globales entre los tipos de edificios no fueron significativas.

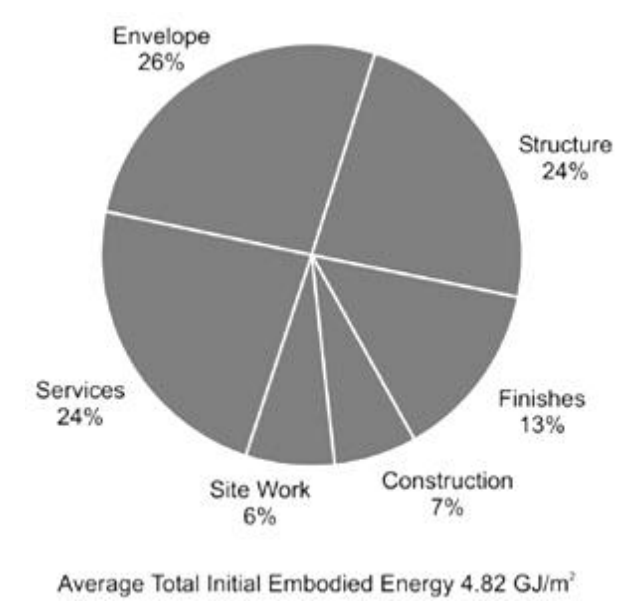


Tabla 45: Distribución de energía inicial soportado por los típicos componentes de Office Building promediado sobre estructuras de madera, acero y hormigón. Promedio de la energía total inicial incorporada 4,82 GJ/m2. (CanadianArchitect, 2012)

La envolvente del edificio, la estructura y los servicios contribuyen de manera bastante equilibrada y representan unas tres cuartas partes del total inicial de energía incorporada. Los acabados, que representan sólo el 13% de la energía incorporada inicialmente, por lo general representan el mayor incremento en la energía recurrente incorporada. La energía incorporada no puede ser significativamente diferente entre los sistemas de construcción (por ejemplo, la madera en comparación con el acero en comparación con hormigón), sin embargo, los impactos ambientales asociados con un material frente a otro pueden ser dramáticamente diferentes.

Es interesante tener en cuenta la relación entre el lugar de trabajo (6% de la energía inicial incorporada) y servicios (24%). La reasignación de energía incorporada, y por lo tanto, presupuesto del proyecto, de los servicios tradicionales a la dirección de obra de las aguas pluviales, por ejemplo, puede tener un efecto insignificante sobre la energía incorporada inicial, pero el impacto de la energía incorporada periódica puede resultar significativo. Los beneficios adicionales del edificio bajan la capacidad a nivel de infraestructura de la comunidad también debe ser considerado. Esto

apunta a una de las limitaciones del análisis de la energía incorporada, que por lo general termina en el límite de la propiedad y es algo difícil de manejar para hacer frente a un contexto más amplio.

**¿Es la energía incorporada una medida útil?** (CanadianArchitect, 2012).

La energía incorporada puede ser una medida muy útil, siempre y cuando no se considere en términos absolutos. La energía inicial incorporada de diversos materiales, componentes y sistemas puede variar entre proyectos, en función de los proveedores, métodos de construcción, ubicación del sitio y la estacionalidad del trabajo (por ejemplo, la calefacción en invierno). La energía incorporada periódica es difícil de estimar a largo plazo puesto que el contenido de energía no renovable de los materiales de repuesto, componentes o sistemas son difíciles de predecir. Por ejemplo, ¿cómo la energía intensiva del vidrio será de 100 años a partir de ahora? Sin embargo, como los edificios cada vez son más energéticamente eficientes y disminuye la cantidad de energía con que operan, la energía incorporada se convierte en una consideración más importante. También existen fuertes correlaciones entre la energía incorporada y los impactos ambientales. Sin embargo, se reconoce ampliamente hoy que la energía incorporada representa una de las muchas medidas y no debe utilizarse como la única base de material, componente o sistema de selección.

**38. CO2 INCORPORADO.**

Al igual que la energía incorporada en los materiales de construcción, el CO2 incorporado es el CO2 (dióxido de carbono) liberado en los procesos antes mencionados. El CO2 es uno de los principales gases de efecto invernadero (GEI) y su medición se la realiza con la misma finalidad de establecer como los productos y servicios utilizados, en este caso la construcción, afectan al medio ambiente y directamente al calentamiento global.

Es indispensable conocer más acerca del CO2 incorporado en los materiales de construcción y cómo ayudar a disminuir la contaminación desde el diseño arquitectónico hasta la construcción y posterior uso del edificio.

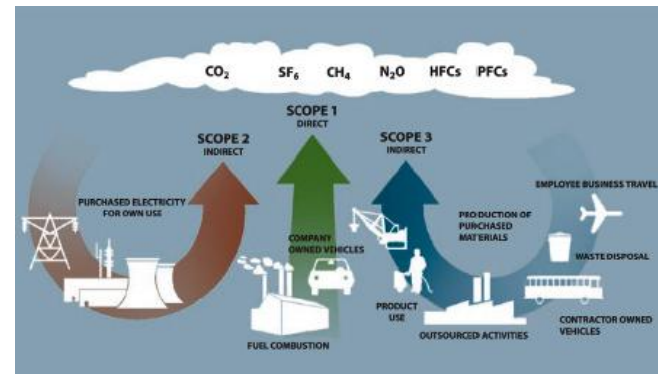


Imagen 119: Esquema gráfico de los procesos que producen CO2 y demás gases de efecto invernadero. (AWA Australian Water Association, 2012)

**38.1. Directrices LOCOG. Las emisiones de carbono de productos y servicios - Versión 1 (LOCOG, 2012).**

En la actualidad existe un fuerte consenso científico, tanto en la gravedad de la amenaza que el cambio climático supone para nuestras vidas y estilos de vida y sobre el papel desempeñado por los gases de efecto invernadero y en particular dióxido de carbono (CO2).

Casi todos los productos y servicios que consumimos son responsables de causar las emisiones de dióxido de carbono, ya sea a través de las emisiones directas, de la cadena de suministro o en la energía necesaria para su producción, transporte y eliminación.

La "huella de carbono" es una medida de las emisiones de gases de efecto invernadero y por lo tanto una forma de que las organizaciones e individuos puedan evaluar su contribución al cambio climático. La comprensión de las emisiones y de dónde vienen, es el primer paso hacia la reducción de ellos. En el pasado las empresas se han centrado en la medición de sus propias emisiones de los combustibles y el uso de la electricidad, pero están cada vez más preocupados con las emisiones a través de su cadena de suministro.

**¿Qué es la huella de carbono?**

La huella de carbono se define por el Carbon Trust,<sup>10</sup> como:

“El conjunto total de las emisiones de gases de efecto invernadero causado directa e indirectamente por una (persona, evento, organización, producto) expresado como dióxido de carbono equivalente (CO2e).”

“La huella completa de una organización abarca una amplia gama de fuentes de emisiones del uso directo de combustibles a los impactos indirectos, como los viajes de los empleados o las emisiones de otras organizaciones arriba y abajo de la cadena de suministro. Gases de efecto invernadero no sólo incluyen el dióxido de carbono sino también metano, óxido nitroso, Hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF6), que tienen un impacto aún mayor sobre el cambio climático y se miden en unidades "equivalentes de dióxido de carbono”.

“Con el fin de producir una huella fiable, es importante seguir un proceso estructurado y clasificar todas las posibles fuentes de emisiones de fondo” (LOCOG, 2012).

Una clasificación común es el grupo y el informe sobre las emisiones procedentes del lugar donde la energía se utiliza y dónde se producen las emisiones. Sobre esta base, gases de efecto invernadero (GEI) se pueden clasificar en tres tipos principales:

- Las emisiones directas: gases de efecto invernadero procedentes de fuentes de gases de invernadero propiedad de o controlado por la organización;
- Emisiones de energía indirectas: gases de efecto invernadero de las emisiones de la generación de electricidad importada, el calor o vapor de agua consumida por la organización, y

<sup>10</sup> El Carbon Trust es una organización sin dividendos para la compañía limitada por garantía creada en 2001 para ayudar a las organizaciones a reducir sus emisiones de carbono, a través de una mayor eficiencia energética, la gestión del carbono, y el desarrollo de la tecnología comercial baja en carbono. Su misión declarada es la de acelerar la transición hacia una economía baja en carbono. Se reinvierte las ganancias de sus actividades comerciales en su misión. (Wikipedia, Carbon Trust, 2012)

- Las emisiones de gases de efecto invernadero, que no son consecuencia de las actividades de una organización, sino que surgen de las fuentes de gases de efecto invernadero que son propiedad o están controladas por otras organizaciones (por ejemplo: proveedores).

Para los productos y servicios de las emisiones de gases de efecto invernadero son causados por el uso directo e indirecto de energía y materiales para su fabricación, distribución, uso y eliminación. Reducir el consumo de energía y materiales - ya sea a través mejoras en la eficiencia (por ejemplo, el diseño de los desechos, o simplemente el uso de menos) o la sustitución de las alternativas con un menor impacto ambiental (por ejemplo, el uso de materiales naturales, sin procesar) - son las principales formas de reducir al mínimo la huella de carbono.

**Huella de carbono básico.**

Este método está diseñado por (LOCOG, 2012) para proporcionar una aproximación de alto nivel de un producto con huella de carbono sin necesidad de recolección de datos y análisis extensos. Utiliza datos secundarios para estimar las emisiones de carbono causadas por la energía y los materiales utilizados para su producto o servicio. Los datos secundarios se derivan de las bases de datos existentes del ciclo de vida. Utilizando los datos existentes evita la necesidad de llevar a cabo un análisis detallado de su propio producto o servicio de la cadena de suministro. Para simplificar, este enfoque no incluye las emisiones causadas por las fases de uso y la eliminación del ciclo de vida. Aunque mucho más simple, los resultados de la huella no serán tan precisos o tan completos como una huella de carbono total.

El enfoque de la huella de carbono básico descrito aquí se basa en la estimación de tres contribuyentes de la huella global de su producto o servicio:

- **Origen.-** Las emisiones derivadas de la creación del producto o servicio. En el caso de un producto este estaría relacionado con las materias primas y procesos de fabricación. Para los servicios, esto sería las emisiones de las

actividades basadas en la oficina-en el que se basa el servicio y / o apoyado. Tenga en cuenta que muchas ofertas combinan elementos de productos y servicios.

- **Embalaje.**- Los materiales usados para proteger y presentar el producto o servicio que se desechan antes de su uso.
- **Transporte.**- La entrega del producto o servicio. Por ejemplo, carga y transporte de pasajeros desde su origen hasta el punto de uso.

Como se dijo anteriormente, si bien este enfoque de huella básico excluye las emisiones causadas por el uso y la eliminación de las fases del ciclo de vida para algunos tipos de productos y servicios que puede ser adecuado considerar en uso de las emisiones (por ejemplo, para los aparatos eléctricos) o bien se puede estimar como una medida adicional o independiente en el proceso.

Common Material	CF (kgCO2e per kg)
Aggregate, general	0.01
Aluminium, general	9.20
Brass, general	2.61
Bronze, general	4.41
Ceramics, general	0.69
Copper, general	3.22
Glass, general	0.90
Iron, general	2.08
Lead, general	1.41
Chromium	6.97
Cotton, padding	1.66
Cotton, fabric	8.77
Fibreglass (GRP)	8.87
Precious metal	6.69
General wool	0.19
Water	0.02
Paint, general	4.13
Paper and card, general	1.55
Plastics, general	3.09
Rubber, synthetic	4.39
Rubber, natural	1.78
Steel, general	1.91
Steel, stainless	6.44
Stone, general	0.06
Timber, general	0.47
Tin coated steel	2.10
Tin, general	14.52
Zinc, general	3.56
Food - plant-based	2.10
Food - animal-based	3.43

Tabla 46: Lista de materiales comunes en la construcción con las cantidades correspondientes de Kilogramos de CO2 por Kilogramo de material. (LOCOG, 2012)

### 39. EVALUACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Los materiales de construcción que serán revisados en este espacio estarán basados en las diferentes teorías vistas previamente a los cuales se podrán agregar adicionalmente otros conceptos particulares de cada material.

Para estudiar de mejor manera los materiales, se los dividirá según su función e importancia en la vivienda, a saber:

- Estructura.
- Paredes.
- Cubierta.
- Piso.

#### 39.1. Estructura.

Existen diversos materiales de los cuales se pueden tomar en cuenta para establecer una estructura para el diseño conceptual de vivienda que sea idóneo para el sector de estudio, siempre teniendo presente los indicadores de **bioclimatismo y sustentabilidad** que pueda presentar el mismo.

Entre los diferentes materiales considerados para el componente estructural están los siguientes:

- Hormigón armado.
- Acero.
- Madera.
- Caña guadúa (bambú).
- Muro portante (ladrillo).

Debido a las varias ventajas y desventajas que pueden tener los materiales de construcción, el análisis se lo realizará con la ayuda de tablas donde se valorizarán algunos aspectos desde el punto de vista bioclimático y sustentable y se obtendrá como resultado un promedio que luego será comparado con los demás materiales para su selección. Los diferentes aspectos tendrán un valor como se muestra a continuación:

Bueno	10-9
Semi bueno	8-7
Regular	6-5
Semi malo	4-3
Malo	2-1

### Estructura de hormigón armado.

Estructura - Hormigón Armado			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico y estructural su función bioclimática	5	Uso de materiales no renovables	1
Conductividad 1,4 W/m°C	10	Consumo energético 4 Mj/Kg	4
Difusividad térmica 0,761 (m2/s) (x10-6)	10	Mayor tiempo de fabricación - construcción y mano de obra	1
Calor específico 837 J/Kg°C	6	Afectaciones al medio ambiente	1
En climas húmedos se pueden generar hongos en las paredes	3	No reciclable (a excepción del acero 2-4% máx.)	1
		No reutilizable	1
		No ecológico	2
		No combustible	10
		Pérdida de espacio útil	2
		Compatibilidad con otros materiales de construcción	10
		Sistema prefabricado costoso	2
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 2200 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 1 t/t (sólo el cemento, sin demás agregados)	4
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	10
		Apropiado para cimentaciones	10
		Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado	1
Promedio	6,8	Promedio	4,71

Tabla 47: Evaluación bioclimática y sustentable del hormigón armado como estructura. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

El hormigón armado es una de las estructuras más utilizadas en el medio, sin embargo el análisis desde el punto de vista bioclimático y sustentable muestran algunos aspectos tanto positivos como negativos.

Si bien la estructura no afecta tan drásticamente el funcionamiento bioclimático dentro de una vivienda, se puede conocer sus características térmicas y físicas y dependiendo de su volumen en la vivienda conocer su impacto en el confort interno.

Desde el punto de vista sustentable, sabemos que el hormigón armado está compuesto de varios materiales y son el cemento, agua, agregado grueso, agregado fino y acero como refuerzo ante otros esfuerzos a los que es sometido. Todos estos materiales no son renovables y cada uno tiene un impacto ambiental en sus diferentes procesos tanto de extracción, producción o construcción.

El tiempo de construcción requiere de mayor tiempo y mano de obra, sin tomar en cuenta los demás materiales que intervienen para el

encofrado. Los sistemas prefabricados podrían ahorrar tiempo pero su costo es elevado.

Su consumo energético es alto (4 Mj/Kg), tomando en cuenta que los volúmenes a utilizarse son altos influye también en el tamaño y costo de la cimentación.

A excepción del acero, los demás materiales utilizados no son reciclables, incluso si se quiere reciclar este metal, el esfuerzo energético sería muy elevado. No es reutilizable, a menos que se lo utilice como escombros para relleno y no es ecológico, teniendo emanaciones de CO2 de 1 t/t, sólo tomando en cuenta los valores del cemento.

Sus fortalezas son su prolongada durabilidad y resistencia, su flexibilidad para concebir variedad de diseños arquitectónicos, es muy apropiado para cimentaciones y no es combustible.

Los valores obtenidos como promedio reflejan las propiedades bioclimáticas y sustentables del hormigón como material para estructura.



Imagen 120: Imágenes de un sistema estructural a base de pórticos de hormigón armado.

### Estructura de acero.

Estructura - Acero			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico y estructural su función bioclimática	5	Arquitectónicamente permite diseños más libres	10
Conductividad 58 W/m°C	1	Amplias áreas de utilización. Ocupan menor espacio y aprovechan de mejor manera el espacio interno.	10
Difusividad térmica entre 13 - 16 (m2/s) (x10-6)	1	Flexibilidad. Permite realizar ajustes, renovaciones, extensiones y otros cambios	10
Calor específico 460 J/Kg°C	1	Compatibilidad con otros materiales de construcción	10
La estructura influye muy poco o nada en el confort térmico de la vivienda	9	Material no renovable	1
		Costo por mantenimiento	4
		Costo relativamente alto del material	4
		No combustible	10
		Vulnerable a altas temperaturas (en caso de incendio, puede presentar deformaciones considerables)	5
		Consumo energético entre 20 - 60 Mj/Kg	1
		Emanación de CO2 de 1,7 t/t	4
		Menor tiempo de fabricación - construcción y mano de obra	10
		Reciclable	10
		Reutilizable	10
		Menor cantidad de desperdicios (estos son reciclados)	9
		Menor costo en estructuras en general y en cimientos debido a su bajo peso	10
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 7850 Kg/m3	10
<b>Promedio</b>	<b>3,4</b>	<b>Promedio</b>	<b>7,7</b>

Tabla 48: Evaluación bioclimática y sustentable del acero como estructura. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

El acero como estructura en una vivienda tiene muchas ventajas tanto constructivas como sustentables y dentro de la tabla de valorización se han considerado las más relevantes.

Es muy compatible con variedad de materiales como el hormigón, madera, etc. Su tiempo de construcción se reduce considerablemente, puede ser reciclado, reutilizado y los desperdicios que pueda generar se reciclan de igual manera. El costo en cimentaciones disminuye debido a la reducción considerable de peso pero con una durabilidad y resistencias bastante altas (densidad 7850 Kg/m3).

A pesar de tener buenos atributos constructivos y sustentables, el acero es un material no renovable y mundialmente tiene una demanda bastante elevada, el costo energético para su fabricación es sumamente alto, entre 20 y 60

Mj/Kg y sus emanaciones de CO2 son de 1,7 t/t afectando al medio ambiente considerablemente. Bioclimáticamente su impacto puede ser menor ya que se trata estrictamente de la estructura de la vivienda y dependerá del diseño que ésta presente.

Su conductividad es elevada, con 58 W/m°C, difusividad térmica entre 13 y 16 m2/s y un calor específico de 460 J/Kg°C. Tomando en cuenta las temperaturas y soleamiento que recibe el sector de estudio, es muy importante saber utilizar adecuadamente este material u otro metal que pueda afectar considerablemente los niveles de confort térmico del interior de la vivienda.



Imagen 121: Imágenes de sistemas constructivos con estructura de acero. (Google imágenes, 2012)

### Estructura de madera.

Estructura - Madera			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico y estructural su función bioclimática	5	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Conductividad 0,13 W/m°C	10	Reciclable	9
Aislante térmico y acústico	10	Reutilizable	9
Difusividad térmica 0,112 (m2/s) (x10-6)	10	Renovable (depende de su origen)	9
Calor específico 1381 J/Kg°C	10	Biodegradable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	4
		Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	7
		Alto costo del material (madera para estructura)	1
		Escases de madera para la construcción	1
		Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10
		Consumo energético entre 1 - 5 Mj/Kg	4
		Emanación de CO2 entre 1,8 - 5 t/t	5
		No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	3
		Afectaciones al medio ambiente (según procedencia de la madera)	2
		Durabilidad depende cómo fue construido y su correcto mantenimiento. Densidad 840 Kg/m3	9
		Costo por mantenimiento	6
		Sistemas constructivos de rápida instalación	10
		Mano de obra especial, no común en zona de estudio	4
<b>Promedio</b>	<b>9,17</b>	<b>Promedio</b>	<b>6</b>

Tabla 49: Evaluación bioclimática y sustentable de la madera como estructura. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La madera desde el punto de vista bioclimático tiene características muy positivas, ya que tiene una conductividad y difusividad térmica de 0,13 W/m°C, y 0,112 m2/s respectivamente, con un calor específico de 1381 J/Kg°C. Estas propiedades lo convierten en un excelente material como elemento acústico y térmico y sobre todo que es adaptable a cualquier tipo de clima. A pesar de que la estructura y el volumen que esta presenta en la vivienda no tienen grandes afectaciones al confort térmico interior, es importante conocer las características mencionadas.

En el ámbito sustentable entre los valores positivos están el ahorro energético que pueden representar sus propiedades para aislar el ruido y el calor considerablemente y así mantener niveles térmicos más uniformes.

La madera puede además de ser evidentemente un material biodegradable, puede ser reciclable,

reutilizable y renovable a pesar de que en el medio no exista muchos bosques secundarios o una cultura de reforestación lo que ha provocado su escases y alto costo en el mercado constructivo.

Los sistemas constructivos son de rápida instalación aunque en el medio no exista un mayor conocimiento o sea muy trabajable en la zona de estudio.

A pesar de ser renovable y durante la vida del árbol emitir cantidades importantes de oxígeno, siempre existe un impacto ambiental al momento de usarlo en la construcción y las emisiones de CO2 varían entre 1,8 y 5 t/t, y un consumo energético de 1 a 5 Mj/Kg dependiendo de las características de la madera.

Una de sus grandes desventajas es que es un material combustible, sin embargo existen tratamientos que pueden contrarrestarlo. El mantenimiento es de mucha importancia si se consideran las plagas, al igual que el contacto con el agua o el sol que pueden afectar la durabilidad de la estructura.



Imagen 122: Imágenes de sistemas constructivos con madera, muy característicos en EE.UU y algunos países europeos. (Google imágenes, 2012)

### Estructura de caña guadúa (bambú).

Estructura - Caña guadúa (bambú)			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico y estructural su función bioclimática	7	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Propiedades térmicas similares a la madera. Muy buen aislante térmico	10	Reciclable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Reutilizable	10
		Altamente renovable	10
		Biodegradable	10
		Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	6
		Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	9
		Bajo costo del material	10
		Facilidad para colorar las debidas instalaciones y futuras reparaciones	9
		Abundancia del material para la construcción	10
		Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10
		Consumo energético entre 0,5 Mj/Kg	10
		No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio (sistemas utilizados actualmente son de nivel bajo)	5
		Afectaciones al medio ambiente (según procedencia del bambú)	9
		Durabilidad alta si se construye adecuadamente y se toman las precauciones respectivas	10
		Costo por mantenimiento	6
		Sistemas constructivos de rápida instalación	10
		No muy compatible con otros materiales estructurales, requiere de elementos especiales	4
<b>Promedio</b>	<b>9</b>	<b>Promedio</b>	<b>8,78</b>

Tabla 50: Evaluación bioclimática y sustentable de la caña guadúa (bambú) como estructura. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La caña guadúa o bambú es un material que constructivamente se lo ha utilizado en el medio a lo largo del tiempo pero de una manera muy precaria lo que le ha dado una mala reputación y lo tildan de material para construcciones para personas de escasos recursos.

Existen un sin número de ejemplos en el mundo de las construcciones que se pueden realizar con la guadúa y otras especies de bambú. Entre los valores bioclimáticos relevantes están sus propiedades acústicas y térmicas que son similares a las de la madera a pesar de que el bambú es una gramínea. Algunos datos aún no se encuentran disponibles o conseguirlos es más complicado, sin embargo gracias a varias personas existen datos que son de gran ayuda para conocer de mejor manera el bambú y sus

propiedades físico – mecánicas y utilizarlo en la construcción.

En el “Manual de Industrialización del Bambú”, (Ing. Luis F. Botero, 2004) presenta los esfuerzos mecánicos para la Guadua Angustifolia (nombre científico), en donde hace referencia con el acero y la madera.

Esfuerzos mecánicos (*) para Guadua Angustifolia				
Esfuerzo	Unidad	Guadua Angustifolia	Acero (St 37)	Abeto
Tensión	kN / cm <sup>2</sup>	15	16	8.9
Compresión	kN / cm <sup>2</sup>	3,9	14	4,3
Flexión	kN / cm <sup>2</sup>	7,6	14	6,8
Cortante	kN / cm <sup>2</sup>	2	9,2	0,7
Impacto	kN / cm <sup>2</sup>	0,9	--	--
Módulo de elasticidad	kN / cm <sup>2</sup>	1.800	21.000	1.100

(\*) Datos promedios de ensayos realizados por:  
 Dr. Simón Eicher – Inst. Otto Graf (AI)  
 Dr. Jules Janssen – Eindhoven University (NL)  
 Arq. Oscar Hidalgo L. – Univ. Nac. de Colombia

Densidad: 0.8 gr/cm<sup>3</sup>

Imagen 123: Esfuerzos mecánicos para Guadua Angustifolia. (Ing. Luis F. Botero, 2004)

En resumen, los distintos esfuerzos a los que está sometida la caña guadúa en una construcción son manejados de excelente manera y con un diseño arquitectónico y estructural adecuado con una mano de obra calificada se puede conseguir una edificación de buena calidad.

Las características sustentables son en gran parte positivas tomando en cuenta que sus propiedades térmicas ayudarían al ahorro energético manteniendo de mejor manera los niveles de confort interno de la vivienda.

Durante su vida provee de oxígeno, es altamente renovable, reciclable, reutilizable y biodegradable. Su bajo costo y abundancia en la zona lo convierten en muy apropiado para la construcción.

El sistema constructivo es bastante rápido, sin embargo se requiere de mano de obra especial que tenga conocimiento del mismo, lo cual en el medio no existe.

Su consumo energético es de 0,5 Mj/Kg lo cual es bastante positivo, su impacto ambiental es mínimo, pero en la construcción puede resultar peligrosos ya que es altamente combustible aunque existen tratamientos ecológicos

ignífugos que pueden resolverlo. Su bajo peso ayuda considerablemente en los volúmenes de cimentaciones y su mantenimiento es bajo y dependerá de cómo fue construido y las precauciones que se tomaron para proveer de una larga durabilidad.



Imagen 124: Imágenes de algunas construcciones con estructura de caña guadúa o bambú realizadas por el Arq. Simón Vélez.

### Estructura de Muro portante de ladrillo.

Estructura - Muro portante (ladrillo)			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico y estructural su función bioclimática	5	Dependiendo de sus dimensiones es necesario colocar refuerzos estructurales	5
Conductividad 0,8 W/m°C	10	Consumo energético 6 Mj/Kg	3
Difusividad térmica 0,529 (m2/s) (x10-6)	10	Rapidez en ejecución	7
Calor específico 840 J/Kg°C	8	No renovable	2
En climas húmedos se pueden generar hongos en las paredes	3	No reciclable	2
		No combustible	10
		Complejidad en instalaciones y futuras reparaciones	2
		No reutilizable	2
		Ecológico	9
		Requiere mantenimiento	7
		Pérdida de espacio útil	4
		Bajo costo	9
		Poca flexibilidad para renovaciones o cambios	4
		Compatibilidad con otros materiales de construcción	10
		Sistemas prefabricados implican ciertas complicaciones	4
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 1800 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 0,15 t/t	10
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	8
		Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado	2
<b>Promedio</b>	<b>7,2</b>	<b>Promedio</b>	<b>6</b>

Tabla 51: Evaluación bioclimática y sustentable de muro portante de ladrillo como estructura.

El ladrillo dependiendo de sus características puede funcionar como estructura portante en una construcción y según sus dimensiones se requiere de refuerzos estructurales.

Desde el punto de vista bioclimático su óptimo funcionamiento dependerá del diseño arquitectónico y estructural. Los datos físico-térmicos del ladrillo dan a conocer como se comportaría este material al usarse en este caso en un diseño conceptual de vivienda sustentable. Su conductividad es de 0,8 W/m°C, difusividad térmica 0,529 m2/s, calor específico 840 J/Kg°C y una densidad de 1800 Kg/m3.

La sustentabilidad del ladrillo se manifiesta gracias a rapidez en ejecución de la obra ya que es muy conocido y trabajable en el medio, no es combustible, es relativamente ecológico con bajas emisiones de CO2 de 0,15 t/t, compatible con varios materiales de construcción y su durabilidad puede llegar a ser muy prolongada seguida de una gran resistencia y flexibilidad a variedad de diseños.



Por otra parte, su consumo energético es alto para el volumen que implicaría su uso como elemento estructural en la vivienda, 6 Mj/Kg. No es un material renovable, reciclable o reutilizable a menos que sirva como escombro.

Como la mayoría de los materiales requiere cierto mantenimiento y ambientes húmedos, como sería el caso, se pueden genera hongos que afecten directamente el ladrillo o algún tipo de pintura sobre este. Debido a su gran volumen como estructura, ocupa un gran espacio útil, las instalaciones eléctricas o sanitarias pueden afectar la integridad de la misma al igual que las modificaciones o renovaciones que se pretendan realizar ya que son paredes-muros y son poco flexibles a este tipo de cambios. Las cimentaciones deben ser más grandes debido a su peso y por ende su costo aumentará de igual manera.



Imagen 125: Imágenes de algunas construcciones con diferentes muros de ladrillo. (Google imágenes, 2012)

### 39.2. Paredes.

Las paredes son la envolvente de la vivienda y de ellas dependerá en gran medida el confort interno de la misma. En este punto las teorías y estrategias bioclimáticas se pueden aplicar de mejor manera, utilizando materiales que a su vez sean sustentables.

Cabe recalcar que existen diversos mecanismos y tecnologías que se pueden aplicar en las paredes como el uso de vegetación, protección solar, etc. las mismas que serán revisadas posteriormente al hablar de tecnologías aplicables a los componentes de la vivienda.

De los diferentes materiales de construcción existentes para paredes se seleccionaron los que se acercan más a las características requeridas, a saber:

- Ladrillo.
- Bloques de cemento.
- Piedra.
- Tierra.
- Madera.
- Caña guadúa (bambú).

Debido a las varias ventajas y desventajas que pueden tener los materiales de construcción, el análisis se lo realizará con la ayuda de tablas donde se valorizarán algunos aspectos desde el punto de vista bioclimático y sustentable y se obtendrá como resultado un promedio que luego será comparado con los demás materiales para su selección. Los diferentes aspectos tendrán un valor como se muestra a continuación:

Bueno	10-9
Semi bueno	8-7
Regular	6-5
Semi malo	4-3
Malo	2-1

### Paredes de ladrillo.

Paredes - Ladrillo			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Se pueden utilizar distintos tipos y diseños de ladrillos para mejorar el aislamiento acústico y térmico	10	Dependiendo de sus dimensiones es necesario colocar refuerzos estructurales	5
Conductividad 0,8 W/m°C	10	Consumo energético 6 Mj/Kg	3
Difusividad térmica 0,529 (m2/s) (x10-6)	10	Rapidez en ejecución	7
Calor específico 840 J/Kg°C	8	No renovable	2
En climas húmedos se pueden generar hongos en las paredes	3	No reciclable	2
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	No combustible	10
Masa térmica elevada	2	Complejidad en instalaciones y futuras reparaciones	2
		No reutilizable	2
		Ecológico	9
		Requiere mantenimiento	7
		Bajo costo	9
		Puede evitarse futuros revestimientos y acabados según su diseño e instalación	10
		Poca flexibilidad para renovaciones o cambios	5
		Compatibilidad con otros materiales de construcción	10
		Sistemas prefabricados implican ciertas complicaciones	4
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 1.800 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 0,15 t/t	10
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	8
		Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado	2
Promedio	7	Promedio	6,35

Tabla 52: Evaluación bioclimática y sustentable del ladrillo en paredes. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

Bioclimáticamente es un material con una masa térmica elevada y dependiendo de sus características, puede afectar de mayor o menor grado el confort interno de la vivienda. Cabe recalcar que bioclimáticamente el material descrito tiene sus características intrínsecas descritas previamente en la tabla con sus respectivos valores pero finalmente el resultado óptimo del mismo dependerá de las diferentes estrategias bioclimáticas aplicadas.

En el ámbito sustentable, los valores reflejados en la tabla son muy similares a los analizados previamente en los muros de ladrillo, con la diferencia de que en este caso no soportan ninguna carga estructural.

Una vez conocidos los valores en la tabla a tomar en cuenta, tanto bioclimáticos como sustentables, algunas imágenes de las posibilidades que brinda este material.



Imagen 126: Imágenes de varias soluciones habitacionales contemporáneas con distintos tipos de ladrillo. (Google imágenes, 2012)

### Paredes de bloques de cemento.

Paredes - Bloques de cemento			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Se pueden utilizar distintos tipos y diseños de bloques para mejorar el aislamiento acústico y térmico	10	Uso de materiales no renovables	1
Conductividad 1,4 W/m°C	10	Consumo energético 0,67 Mj/Kg	9
Difusividad térmica 0,761 (m2/s) (x10-6)	10	Dependiendo del tipo de bloque de cemento pueden ser a base de piedra pómez o arena gruesa	6
Calor específico 837 J/Kg°C	6	Afectaciones al medio ambiente	2
En climas húmedos se pueden generar hongos en las paredes	3	No reciclable	1
Bloques de cemento a base de piedra pómez mejor aislante térmico, menor resistencia	10	No reutilizable	1
Bloques de cemento a base de arena menor aislante térmico, mayor resistencia	3	No ecológico	2
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	No combustible	10
Masa térmica dependerá del espesor y el material del bloque. Menor masa térmica en bloques de piedra pómez. Mayor masa térmica en bloques de cemento arena	5	Acabado generalmente enlucido con mortero de cemento	4
		Mayor o menor sustentabilidad del bloque dependerá de su origen de producción. Local o traído de otro lugar	6
		Compatibilidad con otros materiales de construcción	10
		Costo intermedio-bajo	7
		Puede evitarse futuros revestimientos y acabados según su	10
		Complejidad en instalaciones y futuras reparaciones	3
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 1.450 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 0,073 kg CO2/kg	10
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	8
		Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado (si el bloque es a base de cemento arena)	2
		Reducción en costo en cimentaciones por su peso (si el bloque es a base de piedra pómez, también mejora el aislamiento)	8
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>Promedio</b>	<b>6</b>

Tabla 53: Evaluación bioclimática y sustentable de bloques de cemento en paredes. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

Las características bioclimáticas propias del material pueden variar dependiendo de los materiales utilizados para crear el bloque, en este caso se suele usar cemento, arena y agregado semi-grueso, creando bloques con una mayor resistencia pero menor aislamiento térmico. Por otra parte los bloques de cemento y

piedra pómez, son menos resistentes pero con mejores capacidades para asilar térmicamente la vivienda.

En general cualquiera de las dos opciones son válidas, ya que funcionarían dentro de los parámetros bioclimáticos y sustentables y algunos de los puntos más importantes se presentan en la tabla con sus respectivos valores.

Existen muchas alternativas para trabajar con los bloques de cemento, y a continuación se presentan algunos ejemplos del material visto como acabado y sin ningún tipo de recubrimiento.



Imagen 127: Imágenes de soluciones habitacionales contemporáneas con distintos tipos de bloques de cemento. (Google imágenes, 2012)

### Paredes de piedra.

Paredes - Piedra			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Se pueden utilizar distintos tipos de piedra que se ajusten a las características bioclimáticas a conseguir	7	Afectaciones al medio ambiente por su explotación	2
Conductividad 3 W/m°C	7	Consumo energético 2 Mj/Kg	4
Difusividad térmica 1,30 (m2/s) (x10-6)	8	Uso de piedra local (abundante)	9
Calor específico 837 J/Kg°C	6	Complejidad en transporte y colocación	3
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Relativamente reutilizable	5
Masa térmica elevada	2	Ecológico	7
Puede presentar filtraciones de agua según características de la piedra y su construcción en sitio	4	No renovable	1
		Bajo costo	9
		Uso de mortero de hormigón alto	2
		No combustible	10
		Características intrínsecas del material pueden evitar futuros recubrimientos o acabados	9
		Complejidad en instalaciones y futuras reparaciones	1
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 2.750 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 0,116 kg CO2/kg	10
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	4
		Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado	2
<b>Promedio</b>	<b>5,71</b>	<b>Promedio</b>	<b>5,76</b>

Tabla 54: Evaluación bioclimática y sustentable de la piedra en paredes. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La piedra a la cual se hace referencia es la piedra de río o piedra bola, bajos sus características en bruto se establecieron los valores de sustentabilidad, cualquier otro tipo de piedra o tratamiento previo por el que atravesase, se sale de los fines sustentables y ecológicos a conseguir.

La piedra como material de construcción de paredes en el sector seleccionado de "El Achote" tiene la ventaja de ser abundante en la zona, sin embargo sus características bioclimáticas podrían causar deficiencias en el confort térmico de la vivienda. Cabe recalcar que independientemente del material utilizado en las paredes, es posible conseguir los niveles térmicos, acústicos y lumínicos óptimos, pero si el material como la piedra en este caso posee una masa térmica elevada, las estrategias utilizadas tendrán que ser mayores y los costos a su vez aumentarán.

La sustentabilidad de la piedra es relativa, ya que evidentemente es un material no renovable y dependiendo de su explotación, las afectaciones al medio ambiente pueden tener un mayor o menor impacto.

Su complejidad de transporte y colocación puede ser contrarrestada por su bajo costo y sus propiedades a prueba de fuego.



Imagen 128: Imágenes de viviendas con paredes de piedra de río. (Google imágenes, 2012)

**Paredes de tierra.**

Paredes - Tierra			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Existen distintos tipos de construcciones en tierra como el adobe, tapial o bahareque	10	Generalmente estos sistemas son utilizados estructuralmente a manera de muro-pared.	5
El sistema a usarse dependerá del tipo de suelo existente en el sitio o sus alrededores	5	No muy compatible con materiales de construcción tradicionales	3
Conductividad de arcilla o limo 1.5 W/m°C	10	Consumo energético 0,45 Mj/Kg (aproximado)	10
Conductividad de adobe 0,95 W/m°C	10	Uso de tierra local (análisis granulométrico previo)	4
Difusividad térmica adobe 0,65 (mm2/s)	10	Facilidad en transporte del material	10
Calor específico arcilla o limo 1.670 - 2.500 J/Kg°C	10	Relativamente reciclable	5
Calor específico adobe 920 J/Kg°C	10	Relativamente reutilizable	5
Sistemas con tierra, térmica y acústicamente muy eficientes	10	Ecológico	10
Puede presentar filtraciones de agua	2	No muy resistente en clima muy húmedo y lluvioso	1
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	5	Sistemas con tierra en general no es conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	2
		Bajo costo	10
		Ahorro energético por propiedades físico-térmicas	10
		No combustible	10
		Biodegradable	10
		Vulnerable ante sismos	2
		Complejidad en instalaciones y futuras reparaciones	2
		No renovable	3
		Densidad arcilla o limo 1.200 - 1.800 Kg/m3	10
		Densidad tierra apisonada 1.460 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 0,023 kg CO2/kg	10
		No muy flexible a variedad de diseños	3
		Costo en cimentaciones elevado para sistema de tapial (mayor volumen y peso)	2
		Costo en cimentaciones intermedio para sistema de adobe (volumen y peso intermedios)	3
		Costo en cimentaciones bajo para sistema de bahareque	9
<b>Promedio</b>	<b>8,2</b>	<b>Promedio</b>	<b>6,21</b>

Tabla 55: Evaluación bioclimática y sustentable de la tierra en paredes. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La tierra es uno de los materiales con las mejores características acústicas y térmicas. Para fines bioclimáticos en una vivienda se pueden conseguir temperaturas ideales siguiendo las debidas estrategias del caso.

A pesar de ser tierra, para construir con esta, dependiendo del tipo de pared ya sea tapial, adobe o bahareque, es necesario un tipo de

suelo específico para cada una de estas. En el medio existen fuentes de tierra que tendrían que pasar por un análisis granulométrico para establecer el tipo de pared con que se puede trabajar. En caso de existir la tierra adecuada esta se puede preparar o traer de otro lugar pero implica mayores costos.

Generalmente estos sistemas con tierra funcionan como muro-pared, haciendo de estructura de la vivienda, sin embargo por motivos de seguridad ante sismos no se lo toma en cuenta como tal. A continuación algunas imágenes de los sistemas antes mencionados.

**El bahareque.**



Imagen 129: Imágenes de una construcción con bahareque. (Cevallos, 2011)

**El adobe.**

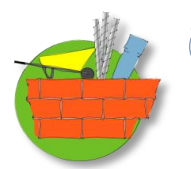


Imagen 130: Imágenes de soluciones constructivas con adobe. (Cevallos, 2011)

**El tapial.**



Imagen 131: Imágenes del sistema constructivo con tapial. (Cevallos, 2011)



**Paredes de madera.**

Paredes - Madera			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Dependiendo del tipo de madera a utilizar se pueden conseguir diferentes resultados acústicos y térmicos	6	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Conductividad 0,13 W/m°C	10	Reciclable	9
Aislante térmico y acústico	10	Reutilizable	9
Difusividad térmica 0,112 (m2/s) (x10-6)	10	Renovable (depende de su origen)	9
Calor específico 1381 J/Kg°C	10	Biodegradable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	4
Sistema constructivo con madera térmica y acústicamente muy eficientes	10	Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	7
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Costo alto	2
Productos aglomerados poseen similares características bioclimáticas	10	Escases de madera para la construcción	1
	Tableros de madera aglomerada de menor costo	8	
	Producción de tableros aglomerados aprovechan los desperdicios	10	
	Requiere de protección y o recubrimiento	4	
	Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10	
	Consumo energético de madera entre 1 - 5 Mj/Kg	4	
	Consumo energético tablero aglomerado 12 Mj/Kg	1	
	Emanación de CO2 de madera entre 1,8 - 5 t/t	5	
	Emanación de CO2 de tablero aglomerado 0,87 Kg CO2/Kg	8	
	No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	3	
	Afectaciones al medio ambiente (según procedencia de la madera)	2	
	Durabilidad depende cómo fue construido y su correcto mantenimiento. Densidad 840 Kg/m3	6	
	Costo por mantenimiento	5	
	Sistemas constructivos de rápida instalación	10	
	Mano de obra especial, no común en zona de estudio	4	
	<b>Promedio</b>	<b>9,11</b>	<b>Promedio</b>

Tabla 56: Evaluación bioclimática y sustentable de la madera en paredes. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

Desde el punto de vista bioclimático la madera es un excelente material para establecer un confort ambiental adecuado. Sus propiedades térmicas son favorables para las condiciones climáticas del sitio de estudio y para el uso en paredes se pueden utilizar materiales a base de madera como los tableros aglomerados que

bajan el costo de la madera y hacen un uso más eficiente de esta.

La sustentabilidad de la madera depende de algunos factores como su procedencia, su posible reciclaje, reutilización, aprovechamiento de los desperdicios generados, entre otros.

El uso de la madera como material de pared puede llegar a ser muy costoso y su disponibilidad es escasa ya que no existen bosques dedicados para la construcción y la explotación de grandes extensiones de áreas verdes vírgenes lo vuelven insostenible.

Una solución bastante buena para paredes es el uso de paneles de madera aglomerada u OSB, que son generalmente de virutas de pino y abeto con excelentes propiedades físico-mecánicas.



Imagen 132: Viviendas con paredes de madera y un grupo de construcciones con paredes de madera aglomerada u OSB. (Google imágenes, 2012)

**Paredes caña guadúa (bambú).**

Paredes - Caña guadúa (bambú)			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	7	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Propiedades térmicas similares a la madera. Muy buen aislante térmico	10	Reciclable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Reutilizable	10
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Altamente renovable	10
	Productos aglomerados (eco-materiales) poseen similares características bioclimáticas	10	10
	Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	6	
	Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	9	
	Bajo costo del material	10	
	Facilidad para colorar las debidas instalaciones y futuras reparaciones	9	
	Abundancia local del material para la construcción	10	
	Agglomerados de bambú (eco-materiales) muy resistentes y de bajo costo	10	
	Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10	
	Consumo energético entre 0,5 Mj/Kg	10	
	No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio (sistemas utilizados actualmente son)	5	
	Afectaciones al medio ambiente (según procedencia del bambú)	9	
	Durabilidad alta si se construye adecuadamente y se toman las precauciones respectivas	10	
	Costo por mantenimiento	6	
	Sistemas constructivos de rápida instalación	10	
	No muy compatible con otros materiales estructurales, requiere de elementos especiales	4	
<b>Promedio</b>	<b>8,6</b>	<b>Promedio</b>	<b>8,84</b>

Tabla 57: Evaluación bioclimática y sustentable de la caña guadúa (bambú) en paredes. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La caña guadúa o bambú en general es un material que actualmente se lo ha trabajado en todo tipo de elementos para la construcción con resultados muy positivos, las paredes pueden estar formadas de varias maneras, desde el uso de la caña rolliza hasta el uso de aglomerados de caña o eco-materiales desarrollados actualmente en una planta piloto por el Arq. Jorge Morán.

Como se mencionaba previamente en el análisis de la caña como elemento estructural, este es un material bastante sustentable debido a su

abundancia en la zona, su alto grado de renovación, de muy bajo costo, liviano y trabajable, consumo energético bajo, entre otros. Existe evidentemente la falta de los valores térmicos de la guadúa, por lo cual se adjunta un diagrama con las temperaturas (Arq. Jorge Morán, 2007) de una vivienda con paredes de caña guadúa enlucidas con cemento.



**DETERMINACION DE NIVELES DE TEMPERATURA**

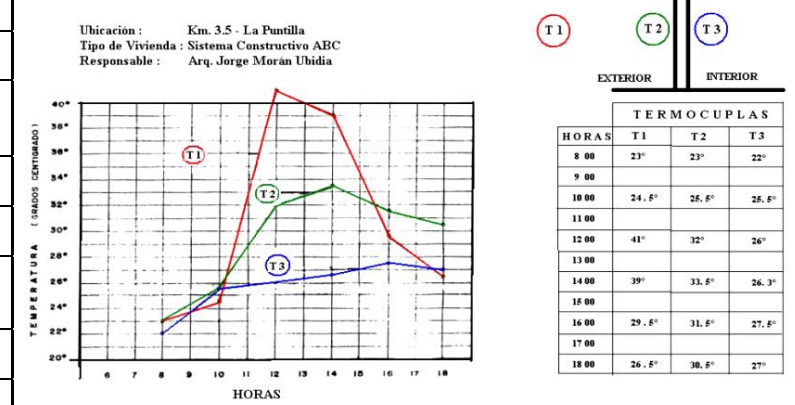
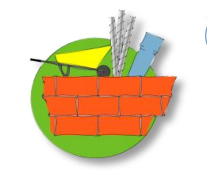


Imagen 133: Construcciones de viviendas en caña guadúa y Eco-materiales. (Morán. INBAR LAC, 2008); (Morán, 2011)



### 39.3. Cubierta.

La cubierta es uno de los elementos más importantes dentro de este análisis ya que por medio de este se pueden conseguir un sin número de soluciones bioclimáticas y sustentables. Al tener presente estos factores, las posibilidades en uso de materiales son muchas y hay que tomar en cuenta que existen posibilidades de la estructura de la cubierta y el material en sí de esta.

Los materiales que pueden ser utilizados en la cubierta son los siguientes:

- Hormigón armado.
- Acero.
- Madera.
- Caña guadúa (bambú).

Debido a las varias ventajas y desventajas que pueden tener los materiales de construcción, el análisis se lo realizará con la ayuda de tablas donde se valorizarán algunos aspectos desde el punto de vista bioclimático y sustentable y se obtendrá como resultado un promedio que luego será comparado con los demás materiales para su selección. Los diferentes aspectos tendrán un valor como se muestra a continuación:

Bueno	10-9
Semi bueno	8-7
Regular	6-5
Semi malo	4-3
Malo	2-1

### Cubierta de hormigón armado.

Cubierta - Hormigón Armado			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	5	Uso de materiales no renovables	1
Conductividad 1,4 W/m°C	10	Consumo energético 4 Mj/Kg	4
Difusividad térmica 0,761 (m2/s) (x10-6)	10	Mayor tiempo de fabricación - construcción y mano de obra	1
Calor específico 837 J/Kg°C	6	Afectaciones al medio ambiente	1
En climas húmedos se pueden generar hongos	3	No reciclable (a excepción del acero 2-4% máx.)	1
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	No reutilizable	1
Masa térmica elevada	2	No ecológico	2
Puede ser recubierta con otros materiales que mejoren sus propiedades térmicas	6	Posible presencia de filtraciones de agua. Requiere de recubrimientos	4
Posibilidades del uso de vegetación para mayor protección térmica	10	Uso de vegetación como recubrimiento para eficiencia energética y a su vez producción de alimentos	10
		No combustible	10
		Pérdida de espacio útil	4
		Permite utilizar la cubierta para otros fines (a manera de terraza)	9
		Sistema prefabricado costoso	2
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 2200 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 1 t/t (sólo el cemento, sin demás agregados)	4
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	10
		Existen sistemas con estructura metálica que aligeran su peso, y agilizan su construcción	9
Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado	1		
<b>Promedio</b>	<b>6,44</b>	<b>Promedio</b>	<b>4,95</b>

Tabla 58: Evaluación bioclimática y sustentable del hormigón armado en cubierta. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

Las posibilidades con respecto a diseño arquitectónico de una cubierta de hormigón son muy amplias, y las distintas estrategias bioclimáticas podrían aplicarse si mayores problemas. Uno de los grandes méritos de este tipo de cubierta es su resistencia y poder utilizar esta característica como un área verde o llamada también “cubierta verde”, en la cual aparte de ayudar al ecosistema con este tipo de espacios, también es posible cultivar alimentos a menor escala.

Visto previamente este material, los valores con respecto a algunas de sus propiedades no cambian, y su poco desarrollo ecológico y alto consumo energético, seguido del uso de materiales (agregados pétreos) no renovables

que a su vez tienen otros efectos ambientales en su explotación.

El volumen y peso de una cubierta de hormigón armado es enorme, por lo tanto la estructura que soportará esto será de igual manera de gran magnitud al igual que sus cimientos. Actualmente existen sistemas de cubierta de hormigón armado que son combinados con estructuras metálicas que aligeran en gran medida su peso, al igual que el uso de polietileno expandido.

A continuación algunos ejemplos formales y constructivos de cubiertas de hormigón armado.



Imagen 134: Cubiertas de hormigón armado alivianadas y uso de césped como acabado. (Google imágenes, 2012)

### Cubierta de acero.

Cubierta - Acero			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	5	Arquitectónicamente permite diseños más libres	10
Conductividad 58 W/m°C	1	Amplias áreas de utilización. Ocupan menor espacio y aprovechan de mejor manera el espacio interno.	10
		Flexibilidad. Permite realizar ajustes, renovaciones, extensiones y otros cambios	10
Difusividad térmica entre 13 - 16 (m2/s) (x10-6)	1	Compatibilidad con otros materiales de construcción	10
Calor específico 460 J/Kg°C	1		10
Acústica y termicamente no muy adecuado para el medio	1	Material no renovable	1
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Costo por mantenimiento	4
Puede ser recubierta con otros materiales que mejoren sus propiedades térmicas	5	Costo relativamente alto del material	4
En temporada de lluvias genera mucho ruido	3	No combustible	10
Posibilidades del uso de vegetación para mayor protección térmica	10	Uso de vegetación como recubrimiento para eficiencia energética y a su vez producción de alimentos	10
		Vulnerable a altas temperaturas (en caso de incendio, puede presentar deformaciones considerables)	5
		Consumo energético entre 20 - 60 Mj/Kg	1
		Emanación de CO2 de 1,7 t/t	4
		Menor tiempo de fabricación - construcción y mano de obra	10
		Reciclable	10
		Reutilizable	10
		Menor cantidad de desperdicios (estos son reciclados)	9
		Menor costo en estructuras en general y en cimientos debido a su bajo peso	10
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 7850 Kg/m3	10		
<b>Promedio</b>	<b>3,67</b>	<b>Promedio</b>	<b>7,79</b>

Tabla 59: Evaluación bioclimática y sustentable del acero en cubierta. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La cubierta de acero es la que bioclimáticamente tiene los valores más bajos debido a sus propiedades térmicas y acústicas, sin embargo existen diferentes mecanismos para mejorar estos valores, desde estrategias bioclimáticas hasta recubrimientos o aislantes de calor y ruido. Al igual que el hormigón, también es adaptable a ser una “cubierta verde” y brindar de un excelente aislamiento térmico y a su vez generar ciertos alimentos.

Hay que acotar que la cubierta de acero encontrada en el medio tiene varios tipos de aleaciones metálicas que mejoran los valores bioclimáticos pero su costo aumenta considerablemente.

Sustentablemente tiene valores muy positivos ya que es un material que puede ser reciclado y reutilizado un sin número de veces, evitando así explotar más este mineral que no es renovable. El consumo energético es alto y sus emisiones de CO2 en menor proporción pero hay que tomar en cuenta las fuentes de energía y materia prima que dan paso a una mayor sustentabilidad del material.



Imagen 135: Imágenes de diferentes tipos de cubiertas de acero. (Google imágenes, 2012)

**Cubierta de madera.**

Cubierta - Madera			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	6	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Conductividad 0,13 W/m°C	10	Reciclable	9
Aislante térmico y acústico	10	Reutilizable	9
Difusividad térmica 0,112 (m2/s) (x10-6)	10	Renovable (depende de su origen)	9
Calor específico 1381 J/Kg°C	10	Biodegradable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	4
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	7
Requiere de otros materiales para su impermeabilización	4	Alto costo del material (madera para estructura)	1
Existen aglomerados de madera para cubiertas (impermeables)	7	Escases de madera para la construcción	1
Posibilidades del uso de vegetación para mayor protección térmica	10	Uso de vegetación como recubrimiento para eficiencia energética y a su vez producción de alimentos	10
		Tableros de madera aglomerada de menor costo	8
		Producción de tableros aglomerados aprovechan los desperdicios	10
		Requiere de protección y o recubrimiento	4
		Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10
		Consumo energético entre 1 - 5 Mj/Kg	4
		Muy ligero y puede ser reforzado para que sea transitable	10
		Emanación de CO2 entre 1,8 - 5 t/t	5
		No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	3
		Afectaciones al medio ambiente (según procedencia de la madera)	2
		Durabilidad depende cómo fue construido y su correcto mantenimiento. Densidad 840 Kg/m3	9
		Costo por mantenimiento	6
		Sistemas constructivos de rápida instalación	10
Promedio	8,3	Promedio	6,86

Tabla 60: Evaluación bioclimática y sustentable de la madera como cubierta. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

Bioclimáticamente la madera posee muy buenas características y puede ayudar en gran medida a mejorar los niveles de confort interno de la vivienda, sumado a esto las estrategias bioclimáticas aplicadas tendrían una gran aportación que a su vez ayudaría a un menor consumo energético para iluminación y ventilación natural.

Hay que tomar en cuenta la realidad tanto del País como del sector con respecto al uso de la madera, ya que las fuentes de este material generalmente provienen de bosques primarios y en su gran mayoría no son reforestados. El impacto ambiental puede ser muy grande debido a que durante su explotación también son afectadas otras especies de árboles y la fauna del sector.

Si se toma en cuenta la madera como elemento constructivo para cubierta también posee propiedades destacadas que son visibles en los valores y promedio de esta, sin embargo siempre va necesitar de algún tipo de recubrimiento y mantenimiento que ayude a prolongar su vida útil que evite problemas como goteras o plagas.



Imagen 136: Imágenes de diferentes tipos de cubiertas en madera y una recubierta con vegetación. (Google imágenes, 2012)

**Cubierta de caña guadúa (bambú).**

Cubierta - Caña guadúa (bambú)			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	7	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Propiedades térmicas similares a la madera. Muy buen aislante térmico	10	Reciclable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Reutilizable	10
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Altamente renovable	10
Requiere de otros materiales para su impermeabilización	5	Biodegradable	10
Existen aglomerados de bambú (eco-materiales) para cubiertas (impermeables)	10	Uso de vegetación como recubrimiento para eficiencia energética y a su vez producción de alimentos	10
Posibilidades del uso de vegetación para mayor protección térmica	10	Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	6
		Muy ligero y puede ser reforzado para que sea transitable	10
		Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	9
		Bajo costo del material	10
		Facilidad para colorar las debidas instalaciones y futuras reparaciones	9
		Abundancia del material para la construcción	10
		Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10
		Agglomerados de bambú (eco-materiales) muy resistentes y de bajo costo	10
		Consumo energético entre 0,5 Mj/Kg	10
		No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio (sistemas utilizados actualmente son de nivel bajo)	5
		Afectaciones al medio ambiente (según procedencia del bambú)	9
		Durabilidad depende cómo fue construido y su correcto mantenimiento.	10
		Costo por mantenimiento	6
		Sistemas constructivos de rápida instalación	10
		No muy compatible con otros materiales estructurales, requiere de elementos especiales	4
Promedio	8,29	Promedio	8,95

Tabla 61: Evaluación bioclimática y sustentable de la caña guadúa (bambú) en cubierta. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La caña guadúa o bambú es uno de los materiales más adaptables a diferentes aplicaciones en la vivienda, y nuevamente sus características bioclimáticas y sustentables arrojan buenos resultados.

Previamente se mostraron datos de las temperaturas conseguidas dentro de una

vivienda de caña guadúa creada por el Arq. Jorge Morán, donde nos muestra las capacidades térmicas del material, a pesar de que el diseño de prueba no contaba con todas las estrategias bioclimáticas aplicables al caso.



Imagen 137: Imágenes del "Programa Saucos IX". (Morán. INBAR LAC, 2008)

El Proyecto de investigación "Planta Piloto de investigación, producción y transferencia tecnológica en uso de Eco-materiales innovadores para la construcción de vivienda de bajo costo", bajo la dirección del Arq. Jorge Morán y financiamiento del SENESCYT y la Universidad Católica De Santiago De Guayaquil, está desarrollando materiales muy interesantes a base de la caña guadúa y es pertinente

mostrar los distintos productos que pueden ser aplicados a la cubierta de una vivienda.

Cabe recalcar que dentro de los eco-materiales existe la posibilidad de utilizar uno de estos como cubierta y no como tumbado, como se expresa en imágenes previas. Este eco-material destinado a estar a la intemperie posee características especiales en su elaboración que lo protegen del sol y la lluvia.



**Características Generales**  
Material no contaminante  
Material liviano y resistente  
Producción de bajo costo  
Multiusos



**Características Generales**  
Material Ecológico  
Liviano  
Potencial como componente arquitectónico



**Características Generales**  
No contaminante  
Económico



**Características Generales**  
Material que no contamina el medio ambiente.  
El aspecto estético agradable  
Multiuso  
No presenta oposición al corte longitudinal

**Características Generales**  
Material no contaminante  
Aislante del calor  
Resistente al fuego y altas temperaturas  
Retarda la propagación del fuego  
Económico



Imagen 138: Imágenes y características de algunos eco-materiales, creados y aplicables como material para cubierta. (Morán, 2011)

### 39.4. Piso.

El piso de una vivienda representa un área importante que influye de diferentes maneras en los niveles de confort interno y en base a otros factores de sustentabilidad a revisar posteriormente, conocer que elemento es el más apto para tomar en cuenta en un diseño conceptual de vivienda sustentable.

Para el siguiente análisis se tomarán en cuenta algunos de los materiales más accesibles en la zona y los que económicamente sean más factibles. Entre los más destacados están los siguientes:

- Hormigón simple.
- Cerámica.
- Madera.
- Caña guadúa (bambú).

Debido a las varias ventajas y desventajas que pueden tener los materiales de construcción, el análisis se lo realizará con la ayuda de tablas donde se valorizarán algunos aspectos desde el punto de vista bioclimático y sustentable y se obtendrá como resultado un promedio que luego será comparado con los demás materiales para su selección. Los diferentes aspectos tendrán un valor como se muestra a continuación:

Bueno	10-9
Semi bueno	8-7
Regular	6-5
Semi malo	4-3
Malo	2-1

### Piso de hormigón simple.

Piso- Hormigón simple			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	5	Uso de materiales no renovables	1
Conductividad 1,4 W/m°C	10	Consumo energético 4 Mj/Kg	4
Difusividad térmica 0,761 (m2/s) (x10-6)	10	Tiempo de fabricación y fundición menor.	7
Calor específico 837 J/Kg°C	6	Afectaciones al medio ambiente	3
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	No reutilizable	1
Masa térmica elevada (Se contrarresta por no tener incidencia del sol directa)	5	No ecológico	2
		No combustible	10
		Bajo costo	10
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 2200 Kg/m3	10
		Emanación de CO2 de 1 t/t (sólo el cemento, sin demás agregados)	4
		Flexible a variedad de diseños en la construcción	10
		Mayor costo en cimentaciones por su peso elevado (en este caso tomar en cuenta si su peso se transmite o no a los cimientos)	7
<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>Promedio</b>	<b>6,08</b>

Tabla 62: Evaluación bioclimática y sustentable del hormigón simple para piso. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

El hormigón simple es actualmente el material para piso más utilizado en el sector debido a su muy bajo costo, rapidez de fundición y generalmente este va directamente encima del relleno de la vivienda. Los demás valores son muy similares a los vistos previamente en el hormigón armado y los valores promedio tanto bioclimáticos como sustentables son regulares.



Imagen 139: Imagen de un piso de hormigón simple pulido con diseños lineales. (Google imágenes, 2012)

### Piso de cerámica.

Piso - Cerámica			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Conductividad 0,81 W/m°C	10	Consumo energético 12 Mj/Kg	1
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Rapidez en ejecución	8
		No renovable	1
		No reciclable	1
		No combustible	10
		Necesita de un piso de hormigón y mortero de cemento para su instalación	1
		Complejidad en instalaciones y futuras reparaciones	1
		No reutilizable	1
		Ecológico	3
		Costo intermedio	5
		Poca flexibilidad para renovaciones o cambios	4
		Compatibilidad con otros materiales de construcción	8
		Conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	10
		Durabilidad prolongada y alta resistencia. Densidad 1.750 Kg/m <sup>3</sup>	10
		Emanación de CO <sub>2</sub> de 0,74 Kg Co <sub>2</sub> /Kg	8
		Variedad de diseños del material	10
<b>Promedio</b>	<b>8</b>	<b>Promedio</b>	<b>5,13</b>

Tabla 63: Evaluación bioclimática y sustentable de la cerámica para piso. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

Una de las alternativas en acabados de piso es la cerámica y generalmente va asentada sobre un sobre piso de hormigón con un mortero de cemento adicional que evidentemente aumentan en peso y su costo. Generalmente las viviendas están directamente asentadas en el suelo y la influencia en los cimientos por el peso es indiferente, en caso de considerar soluciones elevadas del terreno, el volumen de hormigón más la cerámica pueden ser bastante altos y tanto la estructura como los cimientos de la vivienda deberán ser reforzados.

Dentro de los factores sustentables es visible el alto consumo energético que implica crear este material, sin embargo su costo es intermedio y según el proveedor este puede disminuir. Dependiendo del tipo de tráfico y calidad de la cerámica esta puede tener una duración bastante alta, aunque en algunos casos donde este material es bastante transitado su desgaste es visible en pocos años.

Algunos acabados de cerámica pueden ayudar a mejorar los niveles lumínicos dentro de la vivienda. A continuación algunos ejemplos.

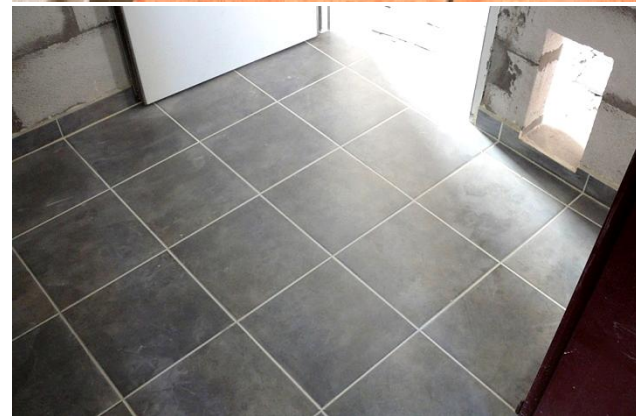


Imagen 140: Algunos tipos y acabados de cerámica. (Google imágenes, 2012)

### Piso de madera.

Piso - Madera			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	6	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Conductividad 0,13 W/m°C	10	Reciclable	9
Aislante térmico y acústico	10	Reutilizable	9
Difusividad térmica 0,112 (m <sup>2</sup> /s) (x10-6)	10	Renovable (depende de su origen)	9
Calor específico 1381 J/Kg°C	10	Biodegradable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	4
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	7
Existen aglomerados de madera para cubiertas (impermeables)	7	Alto costo del material	3
		Puede presentar problemas ante el contacto con agua.	2
		Escases de madera para la construcción	1
		Tableros de madera aglomerada de menor costo	8
		Producción de tableros aglomerados aprovechan los desperdicios	10
		Menor costo en cimientos debido a su bajo peso	10
		Consumo energético entre 1 - 5 Mj/Kg	4
		Emanación de CO <sub>2</sub> entre 1,8 - 5 t/t	5
		No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	6
		Afectaciones al medio ambiente (según procedencia de la madera)	2
		Durabilidad depende cómo fue construido y su correcto mantenimiento. Densidad 840 Kg/m <sup>3</sup>	9
		Costo por mantenimiento	6
		Sistemas constructivos de rápida instalación	10
<b>Promedio</b>	<b>8,63</b>	<b>Promedio</b>	<b>6,7</b>

Tabla 64: Evaluación bioclimática y sustentable de la madera para piso. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La madera como material de construcción para pis posee propiedades bioclimáticas y sustentables bastante positivas. Como se mencionaba previamente, la madera en el sector no es abundante y su origen puede afectar el medio ambiente.

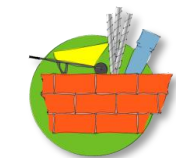
Una alternativa para el uso de madera en pisos son los tableros aglomerados, que poseen características bastante buenas y pueden llegar a ser más económicos que la madera.

A continuación algunos ejemplos de pisos de madera.



Imagen 141: Distintos tipos de acabados de madera para piso y aglomerados (MDF) piso flotante. (Google imágenes, 2012)





### Piso de caña guadúa (bambú).

Piso - Caña guadúa (bambú)			
Bioclimático	valor	Sustentable	valor
Depende de diseño arquitectónico su función bioclimática	7	Ahorro energético debido a sus propiedades físico - térmicas	10
Propiedades térmicas similares a la madera. Muy buen aislante térmico	10	Reciclable	10
Adaptable a cualquier tipo de clima	10	Reutilizable	10
En general, dependerá de las distintas estrategias bioclimáticas aplicadas a la arquitectura utilizando este material	6	Altamente renovable	10
Existen aglomerados de bambú (eco-materiales) para cubiertas (impermeables)	10	Biodegradable	10
		Altamente combustible (existen técnicas y tratamientos)	6
		Produce desperdicios (pueden ser reciclados)	9
		Bajo costo del material	10
		Facilidad para colorar las debidas instalaciones y futuras reparaciones	9
		Abundancia del material para la construcción	10
		Aglomerados de bambú (eco-materiales) muy resistentes y de bajo costo	10
		Consumo energético entre 0,5 Mj/Kg	10
		No muy conocido y trabajable socialmente en la zona de estudio	6
		Afectaciones al medio ambiente (según procedencia del bambú)	9
		Durabilidad depende cómo fue construido y su correcto mantenimiento.	10
		Costo por mantenimiento	8
		Sistemas constructivos de rapida instalación	10
<b>Promedio</b>	<b>8,6</b>	<b>Promedio</b>	<b>9,24</b>

Tabla 65: Evaluación bioclimática y sustentable de la caña guadúa (bambú) para piso. Elaborado por autor de presente tesis (2012).

La caña guadúa presenta valores bastante buenos tanto en el aspecto bioclimático como sustentable y los factores tomados en cuenta satisfacen en su gran mayoría los requerimientos para usarse en una vivienda de manera conceptual.

Al igual que los elementos anteriores, la caña guadúa ha sido trabajada en una planta piloto para generar materiales económicos y con un impacto ambiental bastante bajo, ya sea por consumo energético o emanaciones de CO2.

A continuación se presentan algunos ejemplos del uso del bambú en diferentes formas.



Imagen 142: Imágenes del consumo energético, costo-consumo de los eco-materiales y otro tipo de acabados para piso con bambú. (Morán, 2011) (Google imágenes, 2012)

**39.5. Conclusiones del uso de materiales de construcción según su función.**

Una vez revisados los diferentes materiales de construcción según las funciones principales en una vivienda, se revisarán los promedios de cada uno y se tomarán en cuenta los que posean los valores más altos.

Para determinar de mejor manera las capacidades los materiales se utilizará el cuadro con los rangos de valoración.

<b>Bueno</b>	<b>10-9</b>
<b>Semi bueno</b>	<b>8-7</b>
<b>Regular</b>	<b>6-5</b>
<b>Semi malo</b>	<b>4-3</b>
<b>Malo</b>	<b>2-1</b>

#### Estructura.

- Hormigón armado.  
Promedio bioclimático: 6,8  
Promedio sustentable: 4,71
- Acero.  
Promedio bioclimático: 3,4  
Promedio sustentable: 7,7
- Madera.  
Promedio bioclimático: 9,17  
Promedio sustentable: 6
- Caña guadúa (bambú).  
Promedio bioclimático: 9  
Promedio sustentable: 8,78
- Muro portante (ladrillo).  
Promedio bioclimático: 7,2  
Promedio sustentable: 6

Según estos resultados, el material estructural con los valores más altos es la caña guadúa o bambú, seguido de un valor bioclimático bastante alto de la madera.

El acero sustentablemente está dentro del rango semi-bueno lo cual da espacio para su uso en menor medida. El muro portante de ladrillo bioclimáticamente arroja resultados positivos pero sustentablemente no se ubica dentro de los mejores. El hormigón armado posee los valores sustentables más bajos, sin embargo sus

propiedades intrínsecas lo convierten probablemente muy necesario para solucionar los elementos estructurales como cimientos y anclajes para la caña guadúa que en este caso fue la que recibió el mayor puntaje global.

#### Paredes.

- Ladrillo.  
Promedio bioclimático: 7  
Promedio sustentable: 6,35
- Bloques de cemento.  
Promedio bioclimático: 7  
Promedio sustentable: 6
- Piedra.  
Promedio bioclimático: 5,71  
Promedio sustentable: 5,76
- Tierra.  
Promedio bioclimático: 8,2  
Promedio sustentable: 6,21
- Madera.  
Promedio bioclimático: 9,11  
Promedio sustentable: 6,13
- Caña guadúa (bambú).  
Promedio bioclimático: 8,6  
Promedio sustentable: 8,84

Los valores bioclimáticos y sustentables de la caña guadúa son los más altos y dentro de la función de paredes en la vivienda se la considerará principalmente para el diseño conceptual final.

La tierra en sus diferentes formas como material de construcción y la madera bioclimáticamente poseen valores bastante buenos, sin embargo la sustentabilidad de estos es regular y quedan como segunda opción al momento de ser tomados en cuenta.

Los bloques de cemento y ladrillos poseen resultados muy similares mientras que la piedra tiene los resultados más bajos dentro de los materiales de construcción para paredes.

### Cubierta.

- Hormigón armado.  
Promedio bioclimático: 6,44  
Promedio sustentable: 4,95
- Acero.  
Promedio bioclimático: 3,67  
Promedio sustentable: 7,79
- Madera.  
Promedio bioclimático: 8,3  
Promedio sustentable: 6,86
- Caña guadúa (bambú).  
Promedio bioclimático: 8,29  
Promedio sustentable: 8,95

La caña guadúa como material de cubierta nuevamente obtiene los mejores resultados tanto bioclimática como sustentablemente y es el material con más opciones a ser utilizado para los fines de este trabajo. Cabe destacar que el uso de los demás materiales estará presente en caso querer conseguir ciertas combinaciones o sacar provecho de alguna característica específica.

El resto de los materiales en esta función poseen valores que no están equilibrados en los dos factores, bioclimático y sustentable, y habría que revisar que propiedad específica se podría utilizar de alguno de estos.

### Piso.

- Hormigón simple.  
Promedio bioclimático: 7  
Promedio sustentable: 6,08
- Cerámica.  
Promedio bioclimático: 8  
Promedio sustentable: 5,13
- Madera.  
Promedio bioclimático: 8,63  
Promedio sustentable: 6,7
- Caña guadúa (bambú).  
Promedio bioclimático: 8,6  
Promedio sustentable: 9,24

Dentro de los parámetros bioclimáticos y sustentables que se pretenden plasmar en el diseño conceptual de vivienda sustentable, el material de piso con mejores opciones para su uso es la caña guadúa o bambú, seguido de la madera que posee características como aislante térmico bastante buenas pero bajo los aspectos sostenibles la guadúa sigue siendo superior. La cerámica y el hormigón en promedio tienen valores muy semejantes y su uso como material de piso queda desfavorecido.

Cabe mencionar que en caso de que el material seleccionado, en este caso la guadúa por su evaluación, vaya a ser colocado sobre una superficie sólida como el hormigón simple, se considerará éste como material para el piso ya que sería un gasto adicional y excesivo recubrir algo que puede tener un excelente acabado.

### Conclusión.

Los materiales de construcción y sus funciones principales en una vivienda fueron evaluados bajo factores bioclimáticos y sustentables que en su mayoría eran comparables y medibles entre sí y la caña guadúa o bambú sobresalió en cada una de estas aplicaciones.

Los valores promedio de la guadúa son los más aptos para su uso en el diseño conceptual de vivienda sustentable, sin embargo hay que siempre tener en cuenta que si es fuertemente usado puede generar una sobre explotación del mismo, a pesar de ser un material altamente renovable, por lo que se buscará siempre un equilibrio en el uso de los distintos materiales de construcción mencionados.

Los materiales vistos dentro de la evaluación corresponden a las principales funciones dentro de la vivienda que son la estructura, paredes, cubierta y piso, los demás elementos dentro de la vivienda como acabados o recubrimientos pueden tener como opción el uso de algunos de los materiales analizados y que tengan un factor sobresaliente en dicho aspecto.

#### 40. NUEVAS TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Los materiales de construcción que encontramos en el medio pueden tener muchas características positivas al momento de aplicarlas a un diseño conceptual de vivienda sustentable, pero el desarrollo de materiales que aporten significativamente al contexto del edificio es aún bajo. Alrededor del mundo existe una mayor preocupación con este tipo de investigaciones y es pertinente mostrar algunos ejemplos que podrían ser tomados en cuenta como elemento aplicable al proyecto conceptual.

##### Plásticos a partir de hongos y residuos agrícolas (Sanz, 2012).



Imagen 143: Acercamiento del MycoBond y sus características similares al poliestireno. (Sanz, 2012)

La empresa **Ecovative** elabora **bioplásticos** de diferentes materias primas que puedan sustituir a los plásticos fabricados con petróleo. Entre otros materiales, usan materias naturales que se consideren desechos o, al menos, no se usen como alimento, como tallos de plantas o cáscaras de diferentes frutos.

Uno de los materiales más contaminantes del mundo es el poliestireno, que protege a productos delicados, especialmente los electrónicos, dentro de los envoltorios. Ecovative está investigando nuevos materiales que puedan sustituir al poliestireno y que no perjudiquen al medio ambiente. La materia prima para elaborar este nuevo material es una mezcla de subproductos agrícolas y hongos.

La nueva tecnología se ha bautizado como **MycoBond** y es un nuevo material de embalaje de espuma que, literalmente, crece. Además, requiere para su fabricación sólo una octava parte de la energía y una décima parte

del dióxido de carbono que necesitan los materiales tradicionales de embalaje. Ecológico por partida doble. O triple, ya que, cuando ha cumplido su función y se desecha, se puede utilizar como compostaje para el jardín.



Imagen 144: Presentación del producto MycoBond como material de embalaje y en el caso de la construcción como aislante térmico y acústico sustentable. (Sanz, 2012)

La tecnología ha sido creada por dos ex estudiantes del Instituto Politécnico **Rensselaer**, **Gavin McIntyre** y **Bayer Eben**, fundadores de la empresa **Ecovative**.

La materia prima para elaborar estos bioplásticos son recursos renovables, así que el material tiene un beneficio económico, pues no es propenso a las fluctuaciones de precios, como sí ocurre con el petróleo.

Ahora, investigan cómo hacer crecer esos hongos con la menor energía posible, para obtener las fibras necesarias, llamadas micelios, para elaborar este plástico ecológico a menor coste.

Según un estudio de la EPA (la Agencia Medioambiental de Estados Unidos), un 25% del espacio de los vertederos está ocupado por residuos de poliestireno. Proyectos como el que desarrolla **Ecovative** redundan en una mejora del medio ambiente y en la reducción de los residuos más contaminantes. Además, este material sólo se usa para el envío del paquete y luego se arroja a la basura.

Si bien este material tiene como finalidad usarse como parte del embalaje de equipos electrónicos o delicados, sus propiedades similares a las del poliestireno la convertirían en un perfecto aislante térmico y acústico y a manera de concepto sería factible aplicar este nuevo material en una vivienda sustentable.

##### Ventana Inteligente Ayudaría Ahorrar Más Energía (BBC Mundo, 2011).

Un nuevo tipo de "ventana inteligente", creada por científicos de Corea del Sur, es capaz de transformarse de transparente a opaca de manera casi instantánea y automática, lo cual contribuye a un ahorro de energía mucho más eficiente del que hasta ahora se ha conseguido con dispositivos de ese tipo.

La ventana se oscurece cuando la temperatura del aire exterior se dispara, y se vuelve transparente cuando se enfría con el fin de capturar el calor del sol.

Ventanas similares ya existen, pero los investigadores dicen que la nueva tecnología permite, en cuestión de segundos, un cambio de opaco a transparente sin necesidad de acción manual y a un menor costo.



Imagen 145: Ventana inteligente como alternativa para reducir el consumo energético en las viviendas. (BBC Mundo, 2011)

"Este tipo de sistema de control de la luz puede proporcionar una nueva opción para ahorrar en calefacción, refrigeración e iluminación a través de la gestión de los costos de la luz transmitida en el interior de una casa", dijeron los científicos.

##### Nuevo enfoque

La tecnología actual de las "ventanas inteligentes" utiliza partículas cargadas, llamadas iones, intercalada entre capas de vidrio.

Por medio de la aplicación de corriente se cambia la opacidad por la transparencia. Pero los expertos surcoreanos utilizaron un enfoque novedoso. Ho Sun Lim, del Instituto coreano de Tecnología Electrónica, y Jeong Ho Cho y Kim Jooyong, de la Universidad de Soongsil, se sirvieron de un polímero especial.

Usaron otro tipo de partícula cargada conocida como contra-ión, y solventes como el metanol. El resultado fue un vidrio mucho más barato de fabricar y mucho menos tóxico que el disponible en este momento en el mercado.

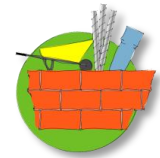
##### "Optimización"

Aunque las ventanas inteligentes ya existen, a menudo requieren de un sistema manual y el uso de equipos adicionales como paneles de automatización.

"Hasta ahora, las numerosas tecnologías desarrolladas no sólo han sido químicamente inestables, prohibiendo su uso en aplicaciones de conmutación de largo plazo, sino que además han requerido la utilización de costosos equipos especiales", manifestaron los expertos surcoreanos.

El doctor Stephen Morris, de *Materials Knowledge Transfer Network (MKTN)*, organización financiada por el Reino Unido, confirmó que el nuevo método constituiría un beneficio real en términos de ahorro de energía. Según él, significaría una mejor optimización del uso de la luz "y esto puede reducir la pérdida del calor acumulado en las casas (durante el invierno) y aumentar la refrigeración en el verano", sostuvo.

Mediante el uso de estrategias bioclimáticas actualmente se pueden conseguir resultados muy favorables con respecto al confort interno de una vivienda y precisamente uno de los mayores retos es controlar los niveles de radiación que pasa a través de las ventanas. Con el uso de este tipo de ventanas se pueden obtener resultados bastante positivos tanto lumínica como térmicamente, ya que esta controla de manera automática los niveles de radiación.



### Pintura Exterior Capaz De Generar Energía (Rodríguez L. , Veo verde, 2011).

Para muchas personas el aspecto de sus casas es muy importante, y a veces instalarles celdas solares se pone en el camino entre optar por energía limpia y los deseos estéticos del propietario.

Pues bien, investigadores de la Universidad de Notre Dame desarrollaron una pintura solar, **Sunbelievable**, que podría reemplazar las celdas solares. La única diferencia entre esta pintura y cualquier otra para recubrir el exterior de una casa es que **Sunbelievable** contiene nanopartículas que absorben la luz para crear energía eléctrica.



Imagen 146: Vivienda convencional y sus áreas en las paredes recubiertas con pintura solar de manera conceptual. (Rodríguez L. , Veo verde, 2011)

Por el momento, la cantidad de energía generada no es la suficiente como para reemplazar las celdas fotovoltaicas, sin embargo los desarrolladores esperan poder perfeccionar el proceso para que se pueda crear energía suficiente para encender y utilizar electrodomésticos.

Este es solo el primer paso y se encuentran lejos de poder comercializar la pintura todavía, explica el profesor Prashant Kamat, quien dirige las investigaciones en la universidad. Perfeccionar la pintura requiere un poco más que solo un par de años, el proceso tiene que ser realmente eficiente para poder generar la cantidad de energía que requiere una casa.

Este elemento en sí está ligado directamente al componente "energía" en el diseño conceptual de vivienda sustentable y sus características como acabado exterior aporta doblemente su función sostenible.

### Nueva Gama De Materiales Para Capturar Dióxido De Carbono Con Gran Eficacia (Amazings, 2012).

Se ha descubierto un modo eficaz de capturar el dióxido de carbono (CO2), en las chimeneas de las fábricas, los tubos de escape de vehículos y en otras fuentes, incluyendo la propia atmósfera. El CO2 es el principal gas de efecto invernadero que impulsa al cambio climático.

El nuevo proceso logra la más alta capacidad de captura de carbono en condiciones reales de la que se tenga noticia hasta hoy, y es capaz de trabajar eficientemente en presencia de aire húmedo.

Este proceso ha sido presentado en la principal revista académica de la ACS (American Chemical Society, o Sociedad Química Estadounidense).

Uno de los más grandes desafíos que afronta la humanidad en el siglo XXI es controlar las emisiones de dióxido de carbono. Los métodos existentes para capturar el dióxido de carbono de las chimeneas de las fábricas, los tubos de escape de los vehículos y otras fuentes, así como directamente en el aire del exterior, consumen mucha energía, tienen una eficacia modesta y presentan otros problemas.

En un esfuerzo por superar tales obstáculos, el equipo de Alain Goeppert, G. K. Surya Prakash, George A. Olah (galardonado en 1994 con un Premio Nobel de Química) y sus colegas recurrieron a materiales sólidos basados en la **polietilenimina**, un polímero abundante y barato.



Imagen 147: Las chimeneas lanzan grandes cantidades de CO2. (Google imágenes, 2012)

Las pruebas realizadas en la investigación muestran que estos materiales son capaces de lograr un alto rendimiento, y una de las más elevadas tasas de extracción de dióxido de carbono con aire húmedo de las que se tenga conocimiento, bajo condiciones que entorpecen seriamente la acción de otros materiales.

Después de su captura, al CO2 se le puede extraer con facilidad de los materiales de esta gama, de modo tal que puede ser utilizado luego para obtener otras sustancias, o ser aislado del medio ambiente de forma permanente.

Otra ventaja es que los materiales de esta nueva gama pueden reciclarse y reutilizarse muchas veces sin perder eficacia

Estos nuevos materiales capaces de capturar el CO2 de la atmósfera se acercan mucho a lo analizado previamente acerca del concepto "De La Cuna A La Cuna" (en inglés: Cradle to Cradle) por (McDonough, 2002) en el que se propone una nueva forma de interpretar el ecologismo, la Próxima Revolución Industrial. Este concepto explica la posibilidad de crear materiales que puedan tener un ciclo ecológico y sostenible, que sea fabricado con el fin de reciclarse o que al llegar a cierto punto pueda biodegradarse sin afectar el ecosistema.

Los materiales de construcción utilizados en la actualidad pueden tener propiedades muy sustentables y adaptarse a las estrategias bioclimáticas pero si a su vez tiene la capacidad de atrapar parte de uno de los principales gases de efecto invernadero, el CO2, su función en el desarrollo habitacional se vuelve extraordinario.

### Edificios Vivos Podrían Inhalar Las Emisiones De Carbono De La Ciudad (George Webster CNN, 2011).



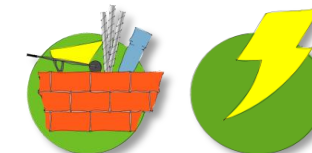
Imagen 148: Una representación gráfica de Londres "vivo" horizonte de lo previsto por el galardonado arquitecto Richard Hyams. (George Webster CNN, 2011)

¿Qué pasaría si los edificios tuvieran pulmones que podrían absorber las emisiones de carbono de la ciudad y convertirlos en algo útil? ¿Y si tuvieran la piel que pudiera controlar su temperatura sin necesidad de radiadores o aire acondicionado? ¿Qué pasa si los edificios pudieran estar "vivos?"

La **Dra. Rachel Armstrong**, senior fellow de TED y co-director de Avatar, un grupo de investigación que explora el potencial de las tecnologías avanzadas en la arquitectura. "En los próximos 40 años," edificios vivos biológicamente programados para extraer el dióxido de carbono de la atmósfera - podría llenar nuestras ciudades".

Armstrong trabaja en la vanguardia de la "biología sintética", una ciencia relativamente nueva dedicada a la fabricación de la vida-como la materia de los productos químicos de síntesis, y es algo de un evangelista de la disciplina.

Los productos químicos con los que trabaja Armstrong, inventados en el laboratorio, están diseñados para comportarse como microorganismos orgánicos - con la ventaja añadida de que pueden ser manipuladas para hacer las cosas de la naturaleza no puede. Armstrong se refiere a ellos como "**protocélulas**". "Por ejemplo, una protocélula podría ser mezclada con pintura de pared y programada para producir caliza cuando se expone al dióxido de carbono en la superficie de un edificio," dijo. "Entonces tienes una pintura que puede alimentarse de carbono y convertirlo en una sustancia en forma de concha."



Por lo tanto, al igual que el hierro se oxida al entrar en contacto con el oxígeno y el agua, las protocélulas pueden producir reacciones químicas simples, cuando entran en contacto con el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), convirtiendo el CO<sub>2</sub> en carbonato de calcio, o piedra caliza, lo que impide que los gases de efecto invernadero se escapen hacia la capa de ozono.



Imagen 149: Un dibujo de protocélulas reaccionando con el carbono para producir conchas artificiales de piedra caliza. (George Webster CNN, 2011)

Como un verdadero milagro laico, esta posibilidad nos enfrenta a una verdadera revolución. No sólo se descontaminarían las ciudades que tuvieran edificios con esta biotecnología, sino que estos mismos no se dañarían ya que la piedra caliza sería capaz de crecer, y tapar las grietas que fueran apareciendo.

Por si fuera poco “El espesor de la piedra caliza crecerá con el tiempo, y la creación de aislamiento permitirá que el edificio retenga calor del sol”, lo que podría, además de todo, otorgar iluminación y calefacción por medio de la energía solar.

La contaminación del planeta a través de los gases de efecto invernadero y principalmente el CO<sub>2</sub>, han sido los causantes de algunos daños al planeta como el aumento de temperatura global y sus efectos como el derretimiento de los polos. Es importante tomar en cuenta en un concepto de vivienda sustentable el desarrollo de materiales que apuntan hacia la captura del dióxido de carbono, a pesar de que aún está lejos de convertirse en un producto comercial masivo.

## 41. ENERGÍA.

El consumo de energía en una vivienda representa uno de los problemas más grandes ya que tiene un costo constante durante toda la vida útil de la misma.

Una alternativa para reducir este consumo energético es la arquitectura bioclimática, que previamente fue analizada y cuenta con algunas estrategias que al ser aplicadas ayudarían a disminuir considerablemente el uso de sistemas de climatización e iluminación artificiales.

Otro aspecto muy importante es la energía sustentable, es decir, la energía que puede ser generada utilizando recursos naturales renovables como el sol y el viento.

Mediante el uso de sistemas de generación de energía limpia se pretende dar autonomía en el consumo de electricidad de la vivienda.

A continuación se presentarán varias teorías, estrategias y tecnologías energético-sustentables que pueden ser tomadas en cuenta para el desarrollo conceptual de la vivienda sustentable.

### 41.1. Teorías, Estrategias Y Tecnologías Energético-Sustentables.

**La Energía Solar** (Wikipedia, Energía Solar, 2012).

“La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol”.

“Desde que surgió se le catalogó como la solución perfecta para las necesidades energéticas de todos los países debido a su universalidad y acceso gratuito ya que, como se ha mencionado anteriormente, proviene del sol. Para los usuarios el gasto está en el proceso de instalación del equipo solar (placa, termostato...). Este gasto, con el paso del tiempo, es cada vez menor por lo que no nos resulta raro ver en la mayoría de las casas las placas instaladas. Podemos decir que no contamina y que su captación es directa y de fácil mantenimiento”.

La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce a través de la absorción de la radiación, por ejemplo en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es una de las llamadas energías renovables, particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde, si bien, al final de su vida útil, los paneles fotovoltaicos pueden suponer un residuo contaminante difícilmente reciclable al día de hoy.

La potencia de la radiación varía según el momento del día; las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que en buenas condiciones de radiación el valor es de aproximadamente **1000 W/m<sup>2</sup>** (Watts por metro cuadrado) en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como **irradiancia**.

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas las direcciones.

#### Rendimiento.

Los rendimientos típicos de una célula fotovoltaica (aislada) de silicio policristalina oscilan alrededor del 10%. Para células de silicio monocristalino, los valores oscilan en el 15%. Los más altos se consiguen con los colectores solares térmicos a baja temperatura (que puede alcanzar un 70% de rendimiento en la transferencia de energía solar a térmica).

También la energía solar termoeléctrica de baja temperatura, con el sistema de nuevo desarrollo, ronda el 50% en sus primeras versiones. Tiene la ventaja que puede funcionar 24 horas al día a base de agua caliente almacenada durante las horas de sol.

Los paneles solares fotovoltaicos tienen, como hemos visto, un rendimiento en torno al 15% y no producen calor que se pueda reaprovechar -

aunque hay líneas de investigación sobre **paneles híbridos** que permiten generar energía eléctrica y térmica simultáneamente. Sin embargo, son muy apropiados para instalaciones sencillas en azoteas y de autoabastecimiento, proyectos de electrificación rural en zonas que no cuentan con red eléctrica, aunque su precio es todavía alto. Para incentivar el desarrollo de la tecnología con miras a alcanzar la paridad -igualar el precio de obtención de la energía al de otras fuentes más económicas en la actualidad-, existen primas a la producción, que garantizan un precio fijo de compra por parte de la red eléctrica. Es el caso de Alemania, Italia o España.

También se estudia obtener energía de la fotosíntesis de algas y plantas, con un rendimiento del 3%.

Según un estudio publicado en 2007 por el World Energy Council, para el año 2100 el 70% de la energía consumida será de origen solar. Según informes de Greenpeace, la fotovoltaica podrá suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030.

Aunque la mayoría de las opiniones son positivas, las placas solares también tienen algunas críticas como la de Robert Huber, premio Nobel de Química en 1988 por sus estudios sobre la fotosíntesis quien durante su intervención en el Foro Joly mostró su oposición a la instalación de células fotovoltaicas diciendo “no se puede cubrir un país fértil con paneles solares. La energía fotovoltaica es cinco veces más cara que la hidroeléctrica”.

Si tomamos en cuenta que los paneles solares a utilizarse tienen un rendimiento del 15% y la radiación solar es de 1000 W/m<sup>2</sup> (Watts por metro cuadrado), durante el día tenemos un promedio de 12 horas de luz con 2 paneles de 1 metro cuadrado se captaría:

2 x 150 vatios x 12 horas = 3600 vatios/hora = **3,6 Kw/h por día.**

El consumo eléctrico de la vivienda en el sector rural de El Triunfo en El Achiote, tiene un promedio mensual de 95,67 kw/h el cual se fijará en 100 Kw/h. entonces el consumo diario aproximado sería:

100 Kw/h x 12 meses = 1200 Kw/h/año ÷ 365 días = **3,28 Kw/h por día.**

**La Energía Eólica** (Wikipedia, Energía Eólica, 2012).

“Energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas”.

“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”.

**¿Cómo se produce y obtiene?** (Wikipedia, Energía Eólica, 2012)

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.

Los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, entre el 1 y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento. De día, las masas de aire sobre los océanos, los mares y los lagos se mantienen frías con relación a las áreas vecinas situadas sobre las masas continentales. Los continentes absorben una menor cantidad de luz solar, por lo tanto el aire que se encuentra sobre la tierra se expande, y se hace por lo tanto más liviana y se eleva. El aire más frío y más pesado que proviene de los mares, océanos y grandes lagos se pone en movimiento para ocupar el lugar dejado por el aire caliente.

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.

En la actualidad se utiliza, sobre todo, para mover aerogeneradores. En estos la energía eólica mueve una hélice y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Para que su instalación resulte rentable, suelen agruparse en concentraciones denominadas parques eólicos.

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 molinos tienen un origen remoto.

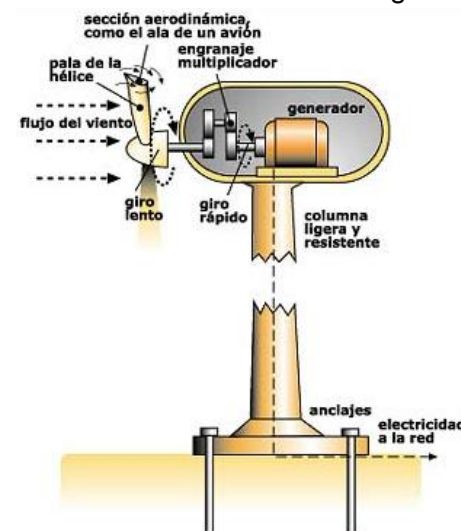


Imagen 150: Sistema y partes que conforman un aero generador. (Electricidad gratuita, 2010)

La energía eólica (centrales eólicas) principalmente se desarrollan a nivel de un país o empresas privadas dedicadas a vender energía y el uso de un sistema similar a nivel de vivienda es simplemente demasiado costoso y poco práctico, sin embargo el concepto de utilizar el viento para generar electricidad a llevado a varias a personas a desarrollar sistemas eólicos a nivel de vivienda o pequeño grupo de viviendas y pueden llegar a ser un aporte para el consumo energético general.

La velocidad del viento en la zona no es la más indicada para este tipo de tecnología, ya que la velocidad media es de 2,4 Km/h máxima y 1,7 Km/h la mínima (INAMHI, 2000 - 2008).

**La Biomasa** (Wikipedia, Biomasa, 2012).

Biomasa, según el Diccionario de la Real Academia Española, tiene dos acepciones:

- f. Biol. Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.
- f. Biol. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

La primera acepción se utiliza habitualmente en Ecología. La segunda acepción, más restringida, se refiere a la biomasa 'útil' en términos energéticos formales: las plantas transforman la energía radiante del Sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esa energía química queda almacenada en forma de materia orgánica; la energía química de la biomasa puede recuperarse quemándola directamente o transformándola en combustible (ésta es la única acepción recogida en la wikipedia inglesa en junio de 2008).

Un equívoco muy común es confundir 'materia orgánica' con 'materia viva', pero basta considerar un árbol, en el que la mayor parte de la masa está muerta, para deshacer el equívoco; de hecho, es precisamente la biomasa 'muerta' la que en el árbol resulta más útil en términos energéticos. Se trata de un debate importante en ecología, como muestra esta apreciación de Margalef (1980).

Todo ecólogo empeñado en estimar la biomasa de un bosque se enfrenta, tarde o temprano, con un problema. ¿Deberá incluir también la madera, y quizás incluso la hojarasca y el mantillo? Una gran proporción de la madera no se puede calificar de materia viva, pero es importante como elemento de estructura y de transporte, y la materia orgánica del suelo es también un factor de estructura.

Otro equívoco muy común es utilizar 'biomasa' como sinónimo de la energía útil que puede extraerse de ella, lo que genera bastante confusión debido a que la relación entre la energía útil y la biomasa son muy variables y depende de innumerables factores. Para empezar, la energía útil puede extraerse por combustión directa de biomasa (madera, excrementos animales, etc.), pero también de la combustión de combustibles obtenidos de ella mediante transformaciones físicas o químicas (gas metano de los residuos orgánicos, por ejemplo), procesos en los que 'siempre' se pierde algo de la energía útil original. Además, la biomasa puede ser útil directamente como materia orgánica en forma de abono y tratamiento de suelos (por ejemplo, el uso de estiércol o de coberturas vegetales). Y por supuesto no puede olvidarse su utilidad más común: servir de alimento a muy diversos organismos, la humanidad incluida.

La biomasa de la madera, residuos agrícolas y estiércol continúa siendo una fuente principal de energía y materia útiles en países poco industrializados.

En la primera acepción, es la masa total de toda la materia que forma un organismo, una población o un ecosistema y tiende a mantenerse más o menos constante. Su medida es difícil en el caso de los ecosistemas. Por lo general, se da en unidades de masa por cada unidad de superficie. Es frecuente medir la materia seca (excluyendo el agua). En la pluviselva del Amazonas puede haber una biomasa de plantas de 1.100 toneladas por hectárea de tierra.

Pero mucho más frecuente es el interés en la 'producción neta' de un ecosistema, es decir, la nueva materia orgánica generada en la unidad de superficie a lo largo de una unidad tiempo, por ejemplo, en una hectárea y a lo largo de un año. En teoría, en un ecosistema que ha

alcanzado el clímax la producción neta es nula o muy pequeña: el ecosistema simplemente renueva su biomasa sin crecimiento a la vez que la biomasa total alcanza su valor máximo. Por ello la biomasa es uno de los atributos más relevantes para caracterizar el estado de un ecosistema o el proceso de sucesión ecológica en un territorio.

En términos energéticos, se puede utilizar directamente, como es el caso de la leña, o indirectamente en forma de los biocombustibles (nótese que el etanol puede obtenerse del vino por destilación): 'biomasa' debe reservarse para denominar la materia prima empleada en la fabricación de biocombustibles.

La biomasa podría proporcionar energías sustitutivas a los combustibles fósiles, gracias a agrocombustibles líquidos (como el biodiésel o el bioetanol), gaseosos (gas metano) o sólidos (leña), pero todo depende de que no se emplee más biomasa que la producción neta del ecosistema explotado, de que no se incurra en otros consumos de combustibles en los procesos de transformación, y de que la utilidad energética sea la más oportuna frente a otros usos posibles.

Actualmente (2009), la biomasa proporciona combustibles complementarios a los fósiles, ayudando al crecimiento del consumo mundial (y de sus correspondientes impactos ambientales), sobre todo en el sector transporte (Estevan, 2008). Este hecho contribuye a la ya amplia apropiación humana del producto total de la fotosíntesis en el planeta, que supera actualmente más de la mitad del total (Naredo y Valero, 1999), apropiación en la que competimos con el resto de las especies

**Clasificación** (Wikipedia, Biomasa, 2012).

La biomasa, como recurso energético, puede clasificarse en biomasa natural, residual y los cultivos energéticos.

La biomasa natural es la que se produce en la naturaleza sin intervención humana. Por ejemplo, la caída natural de ramas de los árboles (poda natural) en los bosques.

La biomasa residual es el subproducto o residuo generado en las actividades agrícolas (poda, rastrojos, etc.), silvícolas y ganaderas, así como residuos de la industria agroalimentaria

(alpechines, bagazos, cáscaras, vinazas, etc.) y en la industria de transformación de la madera (aserraderos, fábricas de papel, muebles, etc.), así como residuos de depuradoras y el reciclado de aceites.

Los cultivos energéticos son aquellos que están destinados a la producción de biocombustibles. Además de los cultivos existentes para la industria alimentaria (cereales y remolacha para producción de bioetanol y oleaginosas para producción de biodiésel), existen otros cultivos como los lignocelulósicos forestales y herbáceos.

**Obtención de agrocarburos** (Wikipedia, Biomasa, 2012).

Hay varias maneras de clasificar los distintos combustibles que pueden obtenerse a partir de la biomasa. Quizás la más pertinente es por el proceso de producción necesario antes de que el combustible esté listo para el uso.

Uso directo. La biomasa empleada sufre sólo transformaciones físicas antes de su combustión, caso de la madera o la paja. Puede tratarse de residuos de otros usos: poda de árboles, restos de carpintería, etc.

Fermentación alcohólica. Se trata del mismo proceso utilizado para producir bebidas alcohólicas. Consta de una fermentación anaeróbica liderada por levaduras en las que una mezcla de azúcares y agua (mosto) se transforma en una mezcla de alcohol y agua con emisión de dióxido de carbono. Para obtener finalmente etanol es necesario un proceso de destilación en el que se elimine el agua de la mezcla. Al tratarse de etanol como combustible no puede emplearse aquí el método tradicional de destilación en alambique, pues se perdería más energía que la obtenida. Cuando se parte de una materia prima seca (cereales) es necesario producir primero un mosto azucarado mediante distintos procesos de triturado, hidrólisis ácida y separación de mezclas.

Transformación de ácidos grasos. Aceites vegetales y grasas animales pueden transformarse en una mezcla de hidrocarburos similar al diesel a través de un complejo proceso de esterificación, eliminación de agua, transesterificación, y destilación con metanol, al

final del cual se obtiene también glicerina y jabón.

Descomposición anaeróbica. Se trata de nuevo de un proceso liderado por bacterias específicas que permite obtener metano en forma de biogás a partir de residuos orgánicos, fundamentalmente excrementos animales. A la vez se obtiene como un subproducto abono para suelos.

**Biomasa como energía alternativa** (Wikipedia, Biomasa, 2012).

En todos estos procesos hay que analizar algunas características a la hora de enjuiciar si el combustible obtenido puede considerarse una fuente renovable de energía:

Emisiones de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). En general, el uso de biomasa o de sus derivados puede considerarse neutro en términos de emisiones netas si sólo se emplea en cantidades a lo sumo iguales a la producción neta de biomasa del ecosistema que se explota. Tal es el caso de los usos tradicionales (uso de los restos de poda como leña, cocinas de bosta, etc.) si no se supera la capacidad de carga del territorio.

En los procesos industriales, puesto que resulta inevitable el uso de otras fuentes de energía (en la construcción de la maquinaria, en el transporte de materiales y en algunos de los procesos imprescindibles, como el empleo de maquinaria agrícola durante el cultivo de materia prima), las emisiones producidas por esas fuentes se contabilizan como emisiones netas. En procesos poco intensivos en energía pueden conseguirse combustibles con emisiones netas significativamente menores que las de combustibles fósiles comparables. Sin embargo, el uso de procesos inadecuados (como sería la destilación con alambique tradicional para la fabricación de orujos) puede conducir a combustibles con mayores emisiones.

Hay que analizar también si se producen otras emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, en la producción de biogás, un escape accidental puede dar al traste con el balance cero de emisiones, puesto que el metano tiene un potencial 21 veces superior al dióxido de carbono, según (IPCC, 2007).

Tanto en el balance de emisiones como en el balance de energía útil no debe olvidarse la contabilidad de los inputs indirectos de energía, tal es el caso de la energía incorporada en el agua dulce empleada. La importancia de estos inputs depende de cada proceso, en el caso del biodiésel, por ejemplo, se estima un consumo de 20 kilogramos de agua por cada kilogramo de combustible: dependiendo del contexto industrial la energía incorporada en el agua podría ser superior a la del combustible obtenido (Estevan, 2008).

Si la materia prima empleada procede de residuos, estos combustibles ayudan al reciclaje. Pero siempre hay que considerar si la producción de combustibles es el mejor uso posible para un residuo concreto.

Si la materia prima empleada procede de cultivos, hay que considerar si éste es el mejor uso posible del suelo frente a otras alternativas (cultivos alimentarios, reforestación, etc.) Esta consideración depende sobre manera de las circunstancias concretas de cada territorio. Algunos de estos combustibles (bioetanol, por ejemplo) no emiten contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas; pero otros sí (por ejemplo, la combustión directa de madera).

**Desventajas.**

Quizá el mayor problema que pueden generar estos procesos es la utilización de cultivos de vegetales comestibles (sirva como ejemplo el maíz, muy adecuado para estos usos), o el cambio de cultivo en tierras, hasta ese momento dedicadas a la alimentación, al cultivo de vegetales destinados a producir biocombustibles, que los países ricos pueden pagar, pero a costa de encarecer la dieta de los países más pobres, aumentando el problema del hambre en el mundo.

La incineración puede resultar peligrosa y producen sustancias tóxicas. Por ello se deben utilizar filtros y realizar la combustión a temperaturas mayores a los 900 °C.

No existen demasiados lugares idóneos para su aprovechamiento ventajoso.

Al subir los precios se financia la tala de bosques nativos que serán reemplazados por

cultivos de productos con destino a biocombustible.

La energía contenida en la biomasa seca es más fácil de aprovechar, mediante procesos termoquímicos como la combustión, la pirólisis o la gasificación. El rendimiento energético obtenido suele ser alto. En la tabla adjunta se indican los productos que se obtienen en este aprovechamiento, entre los que destaca el calor (para calefacciones, calderas, etc.), la electricidad obtenida (haciendo pasar vapor a gran presión por una turbina unida a un generador eléctrico), el vapor de agua caliente, o diversos combustibles (metanol, metano).

Combustión	Pirólisis	Gasificación
Calor, electricidad, vapor de agua	Electricidad, metanol	Combustibles diversos
Rto: 65-95%	Rto: 30-90%	Rto: 65-75%

Tabla 66: Rendimiento energético contenido en la biomasa. (Estevan, 2008)

### ¿Cuánta energía proporciona la biomasa? (Enersilva, 2012).

Aproximadamente:

- 1 kilogramo de biomasa proporciona 3.500 kilocalorías.
- 1 litro de gasolina proporciona 10.000 kilocalorías.

Es decir, se necesitan 3 kg de biomasa para obtener la misma cantidad de energía que nos proporciona un litro de gasolina, o lo que es lo mismo, cuando desperdiciamos 3 kg de biomasa estamos desaprovechando el equivalente a un litro de gasolina.

La biomasa como tal se la puede considerar más como un proceso a realizarse a niveles macro, al necesitar de grandes cantidades de materia orgánica o alimentos para transformarlo en biodiesel, bioetanol, gas metano o leña que posteriormente puede ser usado para generar energía eléctrica.

A nivel de vivienda se podría aplicar este concepto al utilizarse los desechos domésticos generados por residuos de alimentos, materias orgánicas generadas por áreas verdes circundantes, excremento de animales (cría de animales como pollos o cerdos) o desechos de aguas servidas. La producción de biomasa a nivel doméstico utilizando estos recursos puede ser pequeña, sin embargo pueden sustentar un pequeño porcentaje de la energía utilizada en la vivienda rural.

### Los Paneles Solares Híbridos Aumentan La Eficiencia Solar (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011).

Los paneles fotovoltaicos y paneles solares de agua caliente proporcionan beneficios muy útiles para los edificios como sabemos, pero a veces hay poco espacio en el techo. **Solimpeks**, un fabricante de paneles solares con sede en Turquía, ha estado fabricando paneles solares desde hace un largo tiempo, y tiene una solución elegante al problema: un panel que produce electricidad y agua caliente. Resulta que el Solimpeks Volther usa **paneles duales** aumentando así la eficiencia de los paneles más de lo que cabría esperar.



Imagen 151: Paneles solares híbridos. (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011)

Los paneles solares fotovoltaicos en realidad pierden eficiencia a medida que se calientan. Por cada aumento de temperatura de 1 grado (Celsius), un típico panel fotovoltaico pierde aproximadamente el 0,5% de eficiencia. Pero la combinación de agua caliente sanitaria y energía fotovoltaica en el mismo panel ayuda a mantener fresco los elementos del panel, lo que aumenta la potencia de salida. Y, los paneles producen electricidad y agua caliente para el edificio, que es también particularmente útil para los apartamentos y edificios donde hay más demanda.

Los **paneles híbridos** Solimpeks, han mostrado una mejora en la generación eléctrica del 20% sobre los paneles convencionales, al mismo tiempo el suministro de agua alcanza unos 140-160 grados (Fahrenheit). Además de la eficiencia de aumento de la producción, manteniendo los paneles de refrigeración que, también gracias a esto extiende la vida útil de los paneles, para que se mantengan en servicio aun por más tiempo.

Solimpeks hace dos versiones de los paneles Volther. Uno llamado **PowerTherm** está optimizado para la producción de agua caliente, y el otro llamado **PowerVolt** está optimizado para la producción de electricidad. PowerTherm produce más de 600 vatios de calentamiento de agua, además de 160 vatios de electricidad, mientras que PowerVolt produce alrededor de 450 vatios de calor y 175 vatios de electricidad. Los paneles duales son una opción más flexible, en lugar de un sistema de techo completo.



Imagen 152: Paneles solares híbridos como alternativa de consumo energético en una vivienda. (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011)

Los paneles híbridos son más caros ya sean paneles independientes o paneles solares de agua caliente, y el costo de instalación es un poco más caro también. Pero se obtiene el doble beneficio de la electricidad y el agua caliente gracias a estos paneles, así como una vida útil mucho más extendida.

Previamente se analizaban los paneles fotovoltaicos convencionales los cuales tenían un rendimiento del 15% de la radiación solar de 1000 W/m<sup>2</sup> y calculando la luz diaria con 2 m<sup>2</sup> de paneles solares se obtenía un total de 3.6 Kw/h por día.

Los paneles híbridos en este caso el llamado "PowerVolt" que produce un poco más electricidad que calor para el agua, produce 175 vatios de electricidad y 450 vatios de calor, dando como resultado:

2 x 175 vatios x 12 horas = 4200 vatios/hora = **4,2 Kw/h por día.**

El consumo promedio actual en una vivienda en el sector de El Achote es de **3,28 Kw/h por día.**

Otra solución de paneles fotovoltaicos híbridos lo ha desarrollado la empresa estadounidense (COGENER, 2010), con sede en Mountain View, California, ha patentado una solución sencilla e innovadora que combina la cogeneración con energía solar fotovoltaica de generación eléctrica y agua caliente en un mismo panel solar.

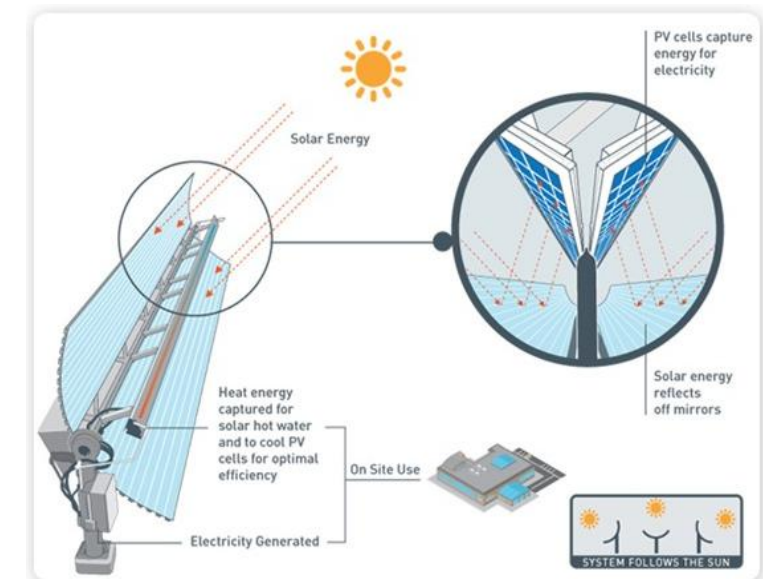


Imagen 153: Solución de paneles fotovoltaicos híbridos. (COGENER, 2010)



### El MIT Investiga Con La Energía Solar 3D (Gadget, 2012).

“Los investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology) acaban de presentar un nuevo prototipo de instalación tridimensional solar que puede producir hasta 20 veces más de energía por metro cuadrado que los tradicionales paneles planos y puede ser potencialmente más eficiente que las matrices estándar. El equipo probó varias configuraciones de apilado con panel fotovoltaico y se instaló en una forma denominada 3D que eleva la cantidad de luz por unidad de superficie de la tierra. Sus notables resultados (especialmente en días nublados) apuntan a una prometedora vía para aplicar los paneles solares para grandes edificios y otras estructuras sin sacrificar el espacio”.

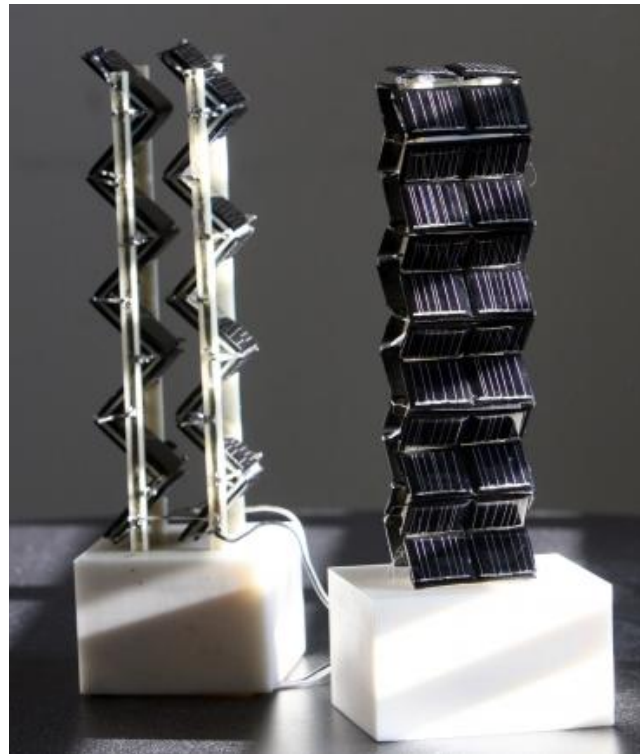


Imagen 154: Prototipo tridimensional solar y su mayor producción de energía. (Gadget, 2012)

Los resultados de la investigación también muestran que la captura de energía solar a partir de ángulos diferentes es preferible en lugares que suelen estar nublados o situados en latitudes más altas.

Gracias a la reducción de los precios de paneles solares, el siguiente reto es mejorar la densidad de energía en el lugar de instalación. El campo

de la arquitectura puede utilizar las herramientas de modelado para optimizar revestimientos de construcción para la captación solar mucho más eficiente. El informe se publica en Science Energía y Medio Ambiente, que establece que los diseños que se pueden añadir de 2 a 20 veces la densidad de potencia por unidad de superficie sobre todo para entornos urbanos, no en campos abiertos.

El uso de este tipo de tecnología sumado a los criterios bioclimáticos y sustentables, se puede lograr suplir de energía para toda la casa y en caso de existir excedentes estos pueden ser almacenados en baterías para usos posteriores o utilizarla para otros dispositivos que tengan un aporte sustentable en la vivienda. Si bien este sistema está más enfocado a entornos urbanos y el desarrollo conceptual de vivienda se ubica en una zona rural, los resultados podrían variar en cierta medida.

### Investigadores Del MIT Colocan Células Solares En El Papel (Rodríguez, 2011).

“El nuevo método de producción de células solares, ideado por un equipo del MIT, es capaz de imprimir los materiales fotovoltaicos (PV) directamente en una hoja de tamaño A4 a secas, la creación de una alternativa barata a los materiales de las celdas convencionales. Esto significa que es posible conectar los cables directamente desde el papel PV permitido y utilizarlo como fuente de energía”.

“Mediante un proceso similar al que adorna las entrañas de los paquetes de patatas fritas con un revestimiento de plata, los científicos han logrado imprimir las células fotovoltaicas de una forma que es mucho menos peligrosa”.



Imagen 155: Muestra conceptual de célula fotovoltaica flexible. (Ecogaia, 2012)

“No es el primer intento de impresión de los componentes de células solares en el papel, con las nuevas innovaciones constantemente apareciendo. El nuevo método se puede. Se utiliza en lugar de los vapores de líquidos en el proceso de impresión, mientras que permanece con una temperatura de 120 grados Celsius. Esto significa que los sustratos de vidrio más tradicionales pueden no ser percibidos en favor de una variedad de materiales tales como plástico, tela y papel” (Rodríguez, 2011).

Por otra parte, científicos de la Universidad del Sur de California (USC) (Ecogaia, 2012) también se encuentran desarrollado la tecnología para producir, de forma barata, células solares líquidas que son estables y se pueden pintar o imprimir sobre superficies claras. La técnica se sirve de nanocristales solares de unos cuatro nanómetros de tamaño, lo que significa que 250.000 millones podrían caber en la cabeza de un alfiler.



Imagen 156: Alternativas del uso de células solares en distintos tipos de superficies flexibles. (Ecogaia, 2012)

Las células solares de nanocristales líquidos son más baratas de fabricar que las células monocristalinas de obleas de silicio solar. Además, resultan mucho más eficientes en la conversión de energía solar en electricidad. Esto se debe en parte a que las moléculas de **ligandos** orgánicos adheridas a los nanocristales para mantenerlos estables y evitar que se aglutinen, también los aísla y maximiza su conductividad eléctrica.

Ya que el revestimiento de la superficie utiliza un proceso a relativamente baja temperatura, los investigadores dicen que es la posibilidad de imprimir células solares en plástico en lugar de vidrio, sin tener que preocuparse acerca del derretimiento de plástico. Esto podría permitir paneles solares baratos y flexibles, que puedan moldearse para adaptarse a casi cualquier lugar.

Debido a que el revestimiento de la superficie nueva para los nanocristales se hace con el semiconductor seleniuro de cadmio, sujeto a restricciones comerciales por su toxicidad, los investigadores planean trabajar en nanocristales a partir de otros materiales.

Solamente la idea de generar electricidad para el autoabastecimiento mediante paneles solares comunes es un paso importante en la sustentabilidad habitacional y gracias a desarrollos como las células solares líquidas por parte del MIT y la USC, las posibilidades de conseguir energía renovable puede ser más factible y barata.



### 3M Presenta Paneles Solares Transparentes (Neoteo, 2011).

La intención que tienen los responsables de los paneles solares transparentes es que sea algo de fácil acceso y no requiera de mantenimiento denso o de costosas instalaciones. Según palabras de Yasuhiro Aoyagi, Senior Manager del sector encargado en 3M, "una persona promedio podría ir a la tienda, comprar un poco de estos "paneles" y luego llevarlos al hogar para instalarlos por su cuenta." La película solar podrá generar unos 5 a 7 vatios bajo condiciones óptimas luego de adherirse a los vidrios de las ventanas, pero además también puede funcionar con "menor radiación solar directa" que los paneles solares tradicionales, por lo que resultará efectivo.



Imagen 157: Paneles solares transparentes. (Neoteo, 2011)

Construidos con una base de material orgánico fotovoltaico que está impreso en las hojas que, asumimos, serán autoadhesivas, el producto fue mostrado en la CEATEC donde se indicó que además de producir energía, podía funcionar como quitasol o parasol, pues la película fina pegada sobre los vidrios puede absorber cerca del 80 % de la luz visible, además del 90% de los rayos ultravioletas. Esto último juega un poco en contra de la iluminación de una habitación, por lo que habrá que sopesar también eso al adquirir estos paneles solares transparentes junto a la pérdida de temperatura ambiente, que fue medida con una diferencia de 10 grados entre interior y exterior.

Por supuesto que, como en todos los aspectos de la vida, la lucha por la estética viene con sacrificios, pues los paneles solares transparentes producen sólo 20% de lo que se genera con un panel solar tradicional de silicón,

pero es cierto también que sólo costará la mitad de lo que estos cuestan hoy día.

Uno de los principales enfoques en el desarrollo conceptual de vivienda sustentable es el uso de las teorías y estrategias bioclimáticas donde el uso de iluminación natural es primordial para reducir el consumo energético innecesario. La cantidad de luz que pasaría a través de las ventanas sería bastante menor pero a cambio se podría evitar el uso de paneles solares convencionales o híbridos que estéticamente no suelen ser muy agradables.

### MIT Crea Células Solares Del Césped Cortado (Torres, 2012).

Andreas Mershin, investigador del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) creó paneles solares a partir de residuos y desechos agrícolas, como césped y hojas muertas. Indicó que en pocos años será posible mezclar pasto y recortes de hierba con una serie de productos químicos económicos, poner la mezcla en el techo de las casas y comenzar a producir electricidad inmediatamente.

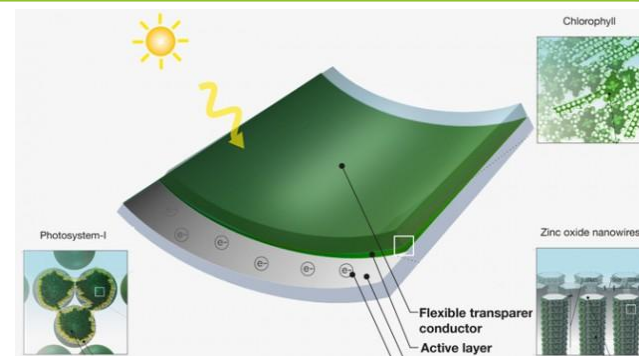


Imagen 158: Esquema gráfico del funcionamiento de las células solares y el césped. (Torres, 2012)

Las investigaciones de Mershin le permitieron encontrar un proceso que extrae las moléculas fotosintéticas de las plantas, llamado Fotosistema 1, del material vegetal. El Fotosistema 1 contiene clorofila, la proteína encargada de convertir los protones en una cadena de electrones.

Estas moléculas son estabilizadas y extendidas sobre un sustrato de cristal cubierto de nanocables de óxido de zinc y esponjas de dióxido de titanio. Cuando la luz golpea los paneles, tanto el dióxido de titanio como el nuevo material absorben la luz y la convierten

en electricidad, mientras que los nanocables la transportan. En esencia, Mershin ha reemplazado la capa de silicón de las células fotovoltaicas tradicionales con una mezcla de moléculas fotosintéticas. "Es como un nanobosque eléctrico", indicó.

Por el momento, incluso con el empuje del nanobosque, el panel solar de Mershin tiene una eficiencia del 0,1%. Para lograr encender más de una ampolleta en una casa cubierta de estos paneles, es necesaria una eficiencia del 1 o 2%.

En definitiva, el objetivo es crear una bolsa de plástico barato que venga pre-cargada con los productos químicos necesarios y una hoja de instrucciones (sólo los dibujos). La idea es que se coloquen los desechos agrícolas en la bolsa, se revuelva y luego se viertan en una cubierta de vidrio.

Esta tecnología es muy similar a la que se puede conseguir por medio de la biomasa, ya que ambas hacen uso de la misma para generar energía. Cabe recalcar que la biomasa tiene mayor eficiencia pero es oportuno conocer que se están desarrollando este tipo de tecnologías enfocadas a la generación energética sustentable.

### El Cubo Del Viento (The Windcube) (Green Energy, 2012).

El WindCube se basa en su efecto de "túnel de viento", que se conoce en física como el Principio de Bernoulli. Mientras que el resto de la industria eólica genera energía a través del uso del libre flujo de viento, el WindCube capta y amplifica el viento, el cual produce más kilovatios-hora (Kw/h).

A medida que el viento se encuentra con el WindCube, se concentra su velocidad y a su vez su poder. Al amplificar la velocidad del viento natural, el WindCube es capaz de producir más energía de un tamaño más pequeño. Proporcionalmente, la WindCube tiene la huella más pequeña con la mayor cantidad de potencia en la industria. Debido a estos atributos, el WindCube es el único diseñado para producir energía en las zonas urbanas, pobladas y con las limitaciones de espacio.



Imagen 159: El cubo de viento y sus características formales. (Green Energy, 2012)

#### Datos de funcionamiento:

- Potencia nominal - 50 Kw.
- Cut-in wind speed - 5 mph (2.2 m / s).
- Velocidad del viento - 24.6 mph (11 m / s).
- Tensión nominal - 480 voltios.
- Corriente nominal - 107.8 amperios.
- Frecuencia nominal - 60 Hz / 50 Hz.
- Sistema de orientación - electromecánico con control de dirección de viento.

Como se mencionaba previamente, el uso de del viento como fuente de energía en este tipo de proyecto conceptual es muy deficiente a pesar de encontrarse en una zona bastante despejada, no obstante este sistema de "cubo de viento" proporciona más fuerza a las aspas rotatorias concentrando el viento para obtener más poder. Amplificando la fuerza del viento es posible teóricamente hacer uso de esta tecnología aunque para su uso en una vivienda sería bastante costoso. A pesar de no ser lo más óptimo hacer uso del viento como fuente energética es importante conocer este tipo de criterios, amplificando la misma energía del viento al concentrar su fuerza, y aplicarlo en alguna estrategia bioclimática en la vivienda.



### La Energía Del Cielo: Crean Una Central Eólica Que Vuela (RT, 2012).

Los grandes parques de aerogeneradores que suministran energía eólica podrían caer en desuso gracias a un nuevo proyecto de aerostato que vuela en el cielo capturando vientos más fuertes.

El nuevo dispositivo es denominado como la turbina eólica aérea y fue construido por los especialistas de la compañía Altaeros Energies, originada del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en EE. UU.

Gracias a su ligero cuerpo compuesto de materiales neumáticos cargados con helio, la 'central' es capaz de levantar una turbina a más de 300 metros, donde captura vientos mucho más veloces que los que usan los aerogeneradores que se instauran sobre la tierra o en el mar.



Imagen 160: Prototipo de central eólica flotante. (RT, 2012)

Dado que los vientos en las alturas son cinco veces más fuertes, el dispositivo genera dos veces más energía que un aerogenerador de una central eólica común y permite reducir los gastos energéticos un 65%. Además, va a disminuir el tiempo de despliegue de semanas, como se tarda ahora para instalar los generadores eólicos, a días.

Otra ventaja es que el ciclo de su despliegue, ascenso y descenso es completamente

automatizado y que el aparato es transportable en una camioneta especial. El aerostato se fija a la tierra con cables que conducen la electricidad generada.

Los diseñadores agregan que la construcción de la turbina supone que no provoca prácticamente ningún daño al medioambiente, ni genera mucho ruido a diferencia de las centrales eólicas



Imagen 161: Acercamiento del prototipo de aerogenerador flotante. (RT, 2012)

Las tecnologías eólicas generalmente se enfocan a la generación de energía a una escala mayor, como es el caso de esta **turbina eólica aérea** que es capaz de duplicar la cantidad de energía que una central común y reducir el costo considerablemente, lo cual era uno de sus principales inconvenientes.

Si bien este dispositivo fue diseñado con la finalidad de abastecer masivamente la electricidad, es posible hacer uso del mismo de manera conceptual a nivel urbano, suplir de energía a un grupo de viviendas sustentables rurales que no cuentan con la energía convencional.

### Open Energy (La Energía Libre) (Castillo, 2012).

Open Energy o Energía Libre propone desarrollar una plataforma para explorar nuevos sistemas de visualización del consumo de energía y poder optimizarlo en consecuencia, tanto en entornos domésticos como industriales.

El sistema se estructura en torno a dos dimensiones: la primera, Energy Monitoring Device (Dispositivo de Monitoreo de Energía), investiga dispositivos de hardware libre con que monitorizar el consumo eléctrico, y una segunda dimensión, Open Energy Visualization (visualización de la energía libre) (Data Visualization / Augmented Reality App) (visualización de datos / aplicación de la realidad aumentada), explora nuevas formas de visualización en tiempo real sobre el consumo eléctrico en entornos domésticos.

Estos sistemas nos posibilitarán amplificar el conocimiento entorno a la dinámica de comportamiento de la energía en cualquier lugar.

Open Energy es un prototipo de infraestructura energética totalmente de código abierto.



Imagen 162: Esquema del sistema Open Energy en una vivienda. (Castillo, 2012)

### Características básicas.

Ante el escenario de evolución próximo de Internet of Things (es.wikipedia.org/wiki/Internet de las Cosas), Open Energy plantea el diseño de un sistema de visualización que se inserta en un nuevo modelo de distribución energética, donde la invención de tecnologías posibilitará una redistribución descentralizada en la producción de la electricidad a escala global, definiendo nuevos marcos de equilibrio sostenible.

Open Energy Visualization (OEV) es un software de visualización en tiempo real sobre el consumo eléctrico (Kw/h) y de niveles de CO2 (g) en la vivienda. OEV pretende implementar el diseño del sistema Smart Grid (redes de distribución eléctrica inteligente) mediante la invención de tecnologías de visualización, sensorización y de producción autónoma de energía, que permitan una mayor optimización en la distribución de la energía eléctrica global.

Estas estructuras de visualización posibilitan nuevas formas de relación entre energía-humanos. La visualización en tiempo real de los patrones de consumo eléctrico, así como la simulación en la predicción de consumos, constituirán nuevos sistemas de información a través de los cuales poder visualizar el consumo energético, niveles de CO2, nodos que presenten mayor excedente en la producción de energía, valor en tiempo real de la electricidad, etc.

Este nuevo modelo de red eléctrica inteligente, en oposición al modelo tradicional de red eléctrica jerárquica, plantea el diseño de un sistema energético descentralizado, donde cualquier usuario puede convertirse en un nodo generador y distribuidor de energías renovables. Open Energy como entorno de visualización genera nuevas representaciones no perceptibles de la dinámica de comportamiento eléctrico de los humanos en su entorno habitable. Estos sistemas de visualización en tiempo real nos posibilitarán adaptar los patrones de conductas de consumo en relación a los niveles de consumo registrados, así como la adaptación del consumo en relación a los precios en tiempo real.

**Producto A:** Aplicación de ahorro energético doméstica

El sistema contará con un interfaz software simple, donde el usuario impute su consumo energético actual mensual en “euros” y el consumo energético actual mensual que desea obtener en el mes en curso. Con estos datos el interfaz informará del consumo instantáneo actual y el acumulado en el mes en curso, para que en base a esta información y realimentación se pueda actuar en consecuencia y conseguir el ahorro mensual objetivo.

**Producto B:** Aplicación de ahorro energético en pequeños entornos industriales

Además de lo descrito en el producto anterior, el sistema contará con varios puntos de medición de consumo (hasta 5), de tal manera que se podrán identificar diferentes zonas de consumo y equilibrarlo, teniendo en cuenta (si procede) consumos de stand-by.

Ecobox (Julio, 2010).

Otro desarrollo tecnológico similar a Open Energy es el de **Ecobox**. Este sistema consta de un módulo que se instala cerca del cajetín de los automáticos (cuadro eléctrico de la vivienda) y se conecta por Bluetooth a un PC.

Ecobox integra cuatro importantes funciones orientadas a reducir y hacer más eficiente el consumo de energía, ayudando al usuario a aprovechar toda su capacidad de ahorro:

- Monitor de consumo de energía en pantalla y desde PC, PDA o Smartphone.
- Asesor de ahorro energético, gracias al software ECOSOFT.
- Racionalizador de consumo, para ahorrar dinero sin reducir el confort.
- Programador horario, para aprovechar las denominadas tarifas nocturnas.

Entre sus principales ventajas destaca:

- Dispositivo de control para el uso óptimo de la potencia eléctrica contratada y monitorización de consumos eléctricos.
- Se instala en superficie, junto al cuadro eléctrico doméstico.
- Configuración de consumos mínimos y máximos
- Programaciones horarias.
- Simulación de consumos discriminación horaria.
- Visualización en display LCD y en PC inalámbricamente (por Bluetooth).



Imagen 163: Sistema de control energético EcoBox. (Julio, 2010)

Ecobox está orientado a controlar circuitos de potencia no prioritarios como por ejemplo la calefacción por acumulación o radiadores eléctricos, termo eléctrico, lavadora y lavavajillas, etc. En caso de sobreconsumo de potencia contratada, actuará de forma automática para desconectar cargas no prioritarias y esperará a disponer de un consumo medio para volverlas a activar automáticamente o esperar 30 minutos (configurable) para volver a reintentarlo.

Gracias a todas sus funciones de ahorro y eficiencia energética, Ecobox ayuda a reducir

las emisiones de CO2 de su vivienda casi sin que el usuario se dé cuenta.

Además, con el software Ecosoft para PC el usuario podrá comprobar no sólo cuánto dinero está ahorrando, sino también cómo está reduciendo sus emisiones de CO2 a la atmósfera.



Imagen 164: Diagrama del funcionamiento del sistema de control energético doméstico EcoBox. (Julio, 2010)

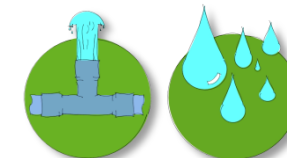
Los sistemas Open Energy y Ecobox son una solución tecnológica muy interesante ya que ayudaría sustancialmente a controlar los niveles de consumo energético en la vivienda así como el confort térmico en caso de salirse de los rangos establecidos. Al poder observar detalladamente en tiempo real a través de una computadora, un ordenador de bolsillo o un teléfono celular inteligente, que aparatos están consumiendo una cantidad de energía determinada, y realizar los ajustes que sean necesarios.

El consumo de electricidad disminuiría considerablemente ya que los usuarios de la vivienda estarían más al tanto de que dispositivos consumen energía innecesaria y disponer de esta en otras actividades con mayor prioridad.

### Conclusión.

Al revisar varias de las teorías estrategias y tecnologías en cuanto al consumo, generación y control de la energía, podemos decir que existen las herramientas propicias para desarrollar un diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector de El Achiote. La idea de ubicar este proyecto en un lugar donde las redes de servicios públicos no son accesibles fácilmente, era con la finalidad de hacer uso de estas herramientas y demostrar como una casa puede auto sostenerse sin hacer uso de los componentes convencionales.

Las teorías, estrategias y tecnologías analizadas podrán ser tomadas en cuenta dentro del diseño conceptual al establecerse su factibilidad bajo criterios bioclimáticos y sustentables.



## 42. AGUA LLUVIA - POTABLE.

Otro de los componentes indispensable en una vivienda es el agua y gracias a análisis preliminares en la fase 1 de esta tesis con respecto al consumo de agua potable y la cantidad promedio de precipitaciones en la zona, se pueden fusionar estos dos componentes y satisfacer de “Agua Lluvia – Potable” a todas las necesidades en el contexto de la vivienda.

El uso del agua lluvia como agua potable es factible y depende directamente en el área de la cubierta capaz de recoger para luego almacenarla y purificarla para posteriormente usarla sólo para las actividades que requieran agua potable. Del 100% del agua utilizada en una vivienda sólo el 44% debería ser tratada para su potabilización, el 56% restante puede hacer uso del agua lluvia directamente sin previo tratamiento y también hacer uso del 44% del agua que puede ser reciclada.



Tabla 67: Porcentaje de actividades domésticas que utilizan el agua potable. (IAGUA, 2008)

El consumo de agua potable actualmente en la vivienda analizada en El Achote es de aproximadamente 150 m<sup>3</sup> anuales y el área de cubierta puede llegar a recolectar alrededor 122.3 m<sup>3</sup> de lluvia. Si tomamos en cuenta que el 44% del agua puede ser reutilizada para el 56% restante, solo faltaría un adicional 12% para que en base a los consumos actuales el sistema pueda funcionar correctamente. Sin embargo existen estrategias y tecnologías capaces de ayudar a una reducción del consumo de agua sin sacrificar ninguna necesidad dentro del hogar, es decir, la cantidad de agua lluvia recolectada puede ser suficiente para proveer del recurso a lo largo del año.

Existe un inconveniente con este sistema de agua lluvia – potable y es sin duda su almacenamiento. Evidentemente la cantidad de metros cúbicos de lluvia al año no van a ser almacenados en un solo momento y para esto existen cálculos que podrán dar datos de las dimensiones apropiadas para el espacio de almacenamiento en base a la cantidad de precipitaciones mensuales.

Una solución bastante utilizada en el sector de El Achote es el uso de pozos profundos que se conectan a aguas subterráneas que atraviesan la zona y que tienen propiedades excelentes para el consumo en la vivienda. La ventaja de este sistema es el espacio de almacenaje del agua, pero su costo puede ser elevado dependiendo de las características del pozo como son su diámetro y profundidad.

A continuación se mostrarán varias teorías, estrategias y tecnologías que pueden aportar al consumo sustentable del agua y las diferentes fuentes de las cuales se la puede obtener.

### 42.1. Teorías, Estrategias Y Tecnologías Sustentables Del Agua En La Vivienda.

#### Guía De Diseño Para Captación Del Agua Lluvia (UNATSABAR, 2001).

##### Introducción.

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como **SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos)**. Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

### Ventajas y desventajas.

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- Alta calidad físico química del agua de lluvia.
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales.
- No requiere energía para la operación del sistema.
- Fácil de mantener.
- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.

A su vez las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:

- Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos.
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

### Factibilidad.

En el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es necesario considerar los factores técnicos, económicos y sociales.

**Factor Técnico.-** Los factores técnicos a tener presente son la producción u oferta y la demanda de agua:

Producción u “oferta” de agua; está relacionada directamente con la precipitación durante el año y con las variaciones estacionales de la misma. Por ello, en el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia es altamente recomendable trabajar con datos suministrados por la autoridad competente y normalmente representada por la oficina meteorológica del país o de la región donde se pretende ejecutar el proyecto.

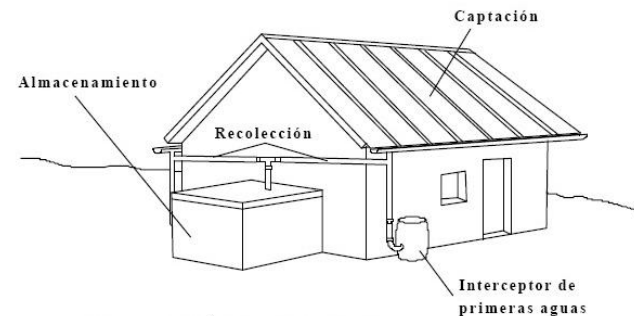
La demanda de agua depende de las necesidades del interesado y que puede estar representada por solamente el agua para consumo humano, hasta llegar a disponer de agua para todas sus necesidades básicas como son preparación de alimentos, higiene de personal, lavado de vajillas y de ropa e inclusive riego de jardines.

**Factor Económico.-** Al existir una relación directa entre la oferta y la demanda de agua, las cuales inciden en el área de captación y el volumen de almacenamiento, se encuentra que ambas consideraciones están íntimamente ligadas con el aspecto económico, lo que habitualmente resulta una restricción para la mayor parte de los interesados, lo que imposibilita acceder a un sistema de abastecimiento de esta naturaleza. En la evaluación económica es necesario tener presente que en ningún caso la dotación de agua debe ser menor a 20 litros de agua por familia y por día, la misma que permite satisfacer sus necesidades básicas elementales, debiendo atenderse los aspectos de higiene personal y lavado de ropa por otras fuentes de agua. Así mismo, los costos del sistema propuesto deben ser comparados con los costos de otras alternativas destinadas al mejoramiento del abastecimiento de agua, teniendo presente el impacto que representa la cantidad de agua en la salud de las personas beneficiadas por el servicio de agua.

**Factor Social.-** En la evaluación de las obras de ingeniería a nivel comunitario, siempre se debe tener presente los factores sociales, representados por los hábitos y costumbres que puedan afectar la sostenibilidad de la intervención. Al efecto, el profesional responsable del estudio debe discutir con la comunidad las ventajas y desventajas de la manera tradicional de abastecimiento de agua y de la tecnología propuesta, buscando que la propia comunidad seleccione lo que más le conviene emplear. Este análisis debe considerar la conveniencia de adoptar soluciones individuales y colectivas, el tipo de material empleado en la fabricación de sus techos, la existencia de materiales alternativos en el lugar o sus alrededores y el grado de participación de la comunidad en la implementación del proyecto.

### Componentes.

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos: a) captación; b) recolección y conducción; c) interceptor; y d) almacenamiento



**CAPTACIÓN EN TECHO**

Imagen 165: SCAPT - sistema de captación de agua pluvial en techos. (UNATSABAR, 2001)

**Captación.-** La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección. En el cálculo se debe considerar solamente la proyección horizontal del techo.

**Recolección y Conducción.-** Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

**Interceptor.-** Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentran en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente.

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m<sup>2</sup> de techo. El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico. Este tanque debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán

emplear recipientes de 40, 60, 80 ó 120 litros, y para áreas mayores de techo se utilizarían combinaciones de estos tanques para captar dicho volumen.

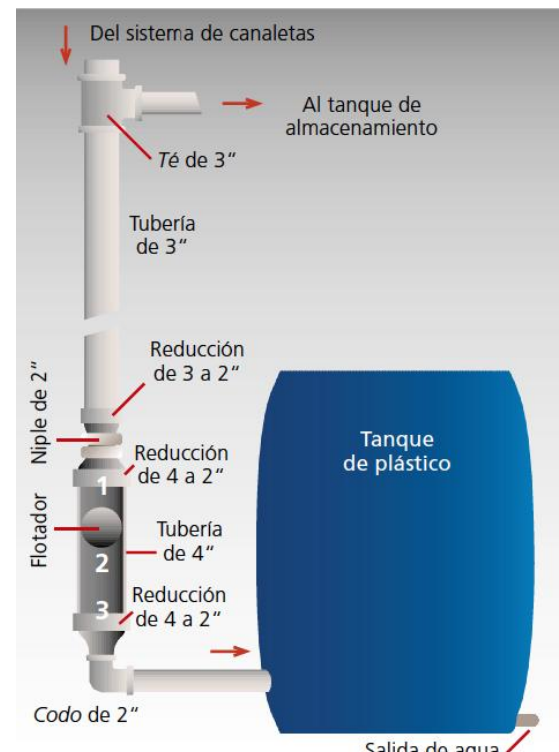


Imagen 166: Interceptor de primeras aguas. (Google imágenes, 2012)

**Almacenamiento.-** Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.
- De no más de 2 metros de altura para minimizar sobre presiones.
- Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.
- La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.



Imagen 167: Tanques de almacenamiento de agua lluvia. (Google imágenes, 2012)

### Tratamiento.

Es necesario que el agua retirada y destinada al consumo directo de las personas sea tratada antes de su ingesta. El tratamiento debe estar dirigido a la remoción de las partículas que no fueron retenidas por el dispositivo de intercepción de las primeras aguas, y en segundo lugar al acondicionamiento bacteriológico. El tratamiento puede efectuarse por medio de un filtro de mesa de arena seguido de la desinfección con cloro.

### Diseño.

Antes de emprender el diseño de un sistema de captación de agua pluvial, es necesario tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años.
- Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación.
- Número de personas beneficiadas.
- Demanda de agua.

**Criterios de diseño.-** Este método conocido como: "Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento" toma como base de datos la precipitación de los 10 ó 15 últimos años. Mediante este cálculo se determina la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determina a) el área de techo necesaria y la capacidad del tanque de almacenamiento, o b) el volumen de agua y la capacidad del tanque

de almacenamiento para una determinada área de techo.

Los datos complementarios para el diseño son:

- Número de usuarios.
- Coeficiente de escurrentía.  
zinc metálica 0.9  
tejas de arcilla 0.8 - 0.9  
madera 0.8 - 0.9  
paja 0.6 - 0.7
- Demanda de agua.

Los pasos a seguir para el diseño del sistema de captación de agua de lluvia son:

**Determinación de la precipitación promedio mensual.-** A partir de los datos promedio mensuales de precipitación de los últimos 10 ó 15 años se obtiene el valor promedio mensual del total de años evaluados. Este valor puede ser expresado en términos de milímetros de precipitación por mes o litros por metro cuadrado y por mes que es capaz de colectarse en la superficie horizontal del techo.

$$Pp_i = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i}{n}$$

- n:** número de años evaluados.
- pi:** valor de precipitación mensual del mes "i", (mm).
- Ppi:** precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados. (mm).

**Determinación de la demanda.-** A partir de la dotación asumida por persona se calcula la cantidad de agua que se necesita para atender las necesidades de la familia o familias a ser beneficiadas en cada uno de los meses.

$$D_i = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

- Nu:** número de usuarios que se benefician del sistema.
- Nd:** número de días del mes analizado.
- Dot:** dotación (lt/persona.día).
- Di:** demanda mensual (m3).

**Determinación del volumen del tanque de abastecimiento.-** Teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes.

$$A_i = \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

**Ppi:** precipitación promedio mensual (litros/m<sup>2</sup>).

**Ce:** coeficiente de escorrentía.

**Ac:** área de captación (m<sup>2</sup>).

**Ai:** Abastecimiento correspondiente al mes "i" (m<sup>3</sup>).

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua. A continuación se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y la demanda respectivamente.

Las áreas de techo que conduzcan a diferencias acumulativas negativas en alguno de los meses del año se descartan por que el área supuesta no es capaz de captar la cantidad de agua demandada por los interesados.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa. Áreas de techo mayor al mínimo darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados.

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes "i" podrá determinarse por:

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pp_i \times Ce \times Ac}{1000}$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \times Nd_i \times Dd_i$$

**Aai:** volumen acumulado al mes "i".

**Dai:** demanda acumulada al mes "i".

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3)$$

**Vi:** volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes "i".

**Ai:** volumen de agua que se captó en el mes "i".

**Di:** volumen de agua demandada por los usuarios para el mes "i".

El uso del agua lluvia como agua potable en la vivienda es una posibilidad y gracias a los conceptos y cálculos vistos previamente se podría decir que en el sector de El Achote donde se prevé el diseño conceptual de vivienda sustentable, es bastante apto debido a la cantidad de precipitaciones anuales las cuales son bastante altas.

Gracias a estos datos obtenidos podemos decir que de aplicarse este sistema, no habría necesidad de otra fuente de agua para las distintas necesidades domésticas.

El uso apropiado del agua, es decir, dar el tratamiento respectivo según el uso que esta vaya a tener es un factor muy importante ya que en la actualidad se da tratamiento al 100% del agua cuando solo alrededor del 44% necesitaría pasar por este proceso y no desperdiciar 56% o más en recursos de purificación cuando esta no lo requiere.

Existen otras posibilidades para conseguir el recurso hídrico que al igual que el agua lluvia son bastante factibles y desde el punto de vista técnico podrían ser una mejor opción.

### Aguas Subterráneas (JICA, 2009).

El agua que cae a la superficie terrestre desde la atmósfera son precipitaciones, estas pueden ser de diversas formas: lluvia, nieve o granizo. Algunas precipitaciones se infiltran bajo la superficie terrestre y allí se almacenan y fluyen a través de las rocas del subsuelo, estas son llamadas las aguas subterráneas.

El agua que se filtra y encuentra rocas impermeables, forman grandes reservas naturales de agua llamadas acuíferos.

Los acuíferos desempeñan un papel fundamental tanto como conductores de las aguas desde su zona de recarga hasta lagos, ríos, manantiales, pantanos, captaciones construidas por el hombre y como almacenadores de estos recursos que pueden ser aprovechados para satisfacer las necesidades de abastecimiento de sus usuarios.

Existen básicamente dos tipos de acuíferos:

**Acuíferos libres.-** Son generalmente someros, donde el agua se encuentra rellenando poros y fisuras por acción de la gravedad.

La superficie hasta donde llega el agua es denominada superficie freática y en los pozos es conocida como nivel freático.

**Acuíferos confinados.-** En estos acuíferos el agua se encuentra a presión entre capas impermeables, de modo que si se extrae agua no queda ningún poro vacío, sólo se disminuye la presión del agua que colaboraba con la sustentación de todos los materiales, pudiendo en casos extremos, llegar a producirse asentamientos del terreno. La superficie virtual que se formaría si perforaran infinitos pozos en el acuífero confinado se denomina superficie piezométrica y dentro de un pozo es conocida como nivel piezométrico. Existen también otros acuíferos denominados semi-confinados cuando las capas que lo limitan son de muy poco espesor o semipermeables.

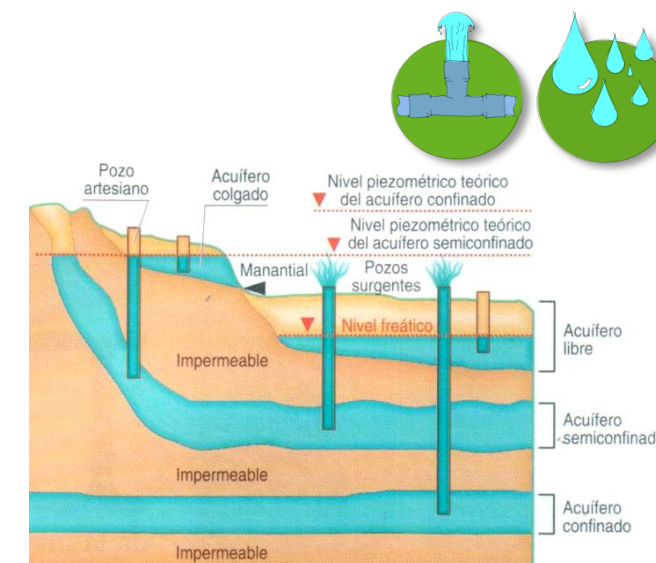


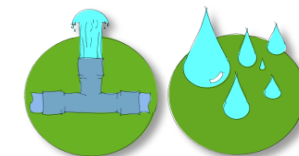
Imagen 168: Tipos de acuíferos. (Google imágenes, 2012)

Los acuíferos son explotados a través de varios tipos de captaciones, entre las cuales las más comunes son:

- Pozos profundos, perforados a través de muchas técnicas y que generalmente requieren de grandes equipos de perforación.
- Pozos someros, que son pozos poco profundos generalmente excavados a mano y algunas veces revestidos con anillas de hormigón armado, mampostería de piedra o ladrillo.
- Manantiales, que son exposiciones naturales de las aguas subterráneas en superficie y que son aprovechadas directamente sin necesidad de grandes obras.

La elección de alguna de estas formas de acceder a los acuíferos dependerá tanto de las características hidrogeológicas de la zona en particular, como de las necesidades de abastecimiento de agua y de las condiciones socioeconómicas de la región. Una de las grandes ventajas de las aguas subterráneas es que generalmente son de buena calidad para consumo humano por estar protegidas naturalmente por capas de suelo o rocas que tienen la capacidad para atenuar, retardar o retener algunos contaminantes, además de ser menos susceptibles que las aguas superficiales a cambios climáticos.

Por otro lado, una vez contaminadas las aguas subterráneas como consecuencia de alguna actividad en la superficie (agrícola, industrial, disposición de residuos y de efluentes, etc.) será casi imposible o demasiado costosa su recuperación. Por lo anterior cuando accedemos a estos recursos hídricos implícitamente nos



debemos comprometer con su protección y conservación para garantizar su aprovechamiento futuro.

### Los pozos (Hartig., 2010).

Los pozos representan un tipo de obra muy común para extraer agua subterránea, para ello se requiere de un dispositivo mecánico que extraiga el agua, generalmente se emplea la bomba sumergible. Cuando se inicia el bombeo en un pozo, se produce un descenso en el nivel del agua y se forma un cono de influencia el cual va extendiéndose de forma que la cantidad de agua obtenida a consecuencia del descenso de nivel iguale a la extraída por el pozo.

### Disponibilidad de agua en el mundo.

Del total de agua que existe en el planeta el 97.2% se encuentra en los océanos y lagos salados, el 2.15% en casquetes polares y glaciares, el restante 0.65% corresponde a aguas subterráneas, ríos, lagos y la atmósfera. Esto quiere decir Zona de influencia del bombeo que menos del 1% del aguas sobre el planeta es agua dulce. Corresponde un 0.64% a aguas subterráneas y el resto es decir, 0.01% a ríos, lagos y atmósfera. Estas cifras permiten cuantificar la importancia de las aguas subterráneas, que representa el mayor recurso hídrico de agua dulce sobre el planeta.

### Fuentes de contaminación de las aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas pueden verse seriamente afectadas a causa de la contaminación por diversas actividades del hombre; por ejemplo, los rellenos sanitarios producen lixiviados los cuales se infiltrarán en el terreno sino se han tomado las precauciones necesarias para evitar esta situación.

Otra de las causas más comunes de contaminación de las aguas subterráneas es a través de los tanques sépticos, cuyos lixiviados se infiltran en el terreno provocando un aumento de nitratos, dado que los mismos no se degradan con el tiempo. También producto de derrames en estaciones de servicio se puede producir contaminación por hidrocarburos, así como la actividad de riego con pesticidas y fertilizantes representan un riesgo de contaminación de los acuíferos.

Los sistemas de explotación de agua subterránea son muy comunes en todo el sector del cantón El Triunfo, sobre todo el uso de pozos profundos tanto para el abastecimiento de agua para viviendas como para el sector agrícola. Las características hidrogeológicas son bastante buenas para la realización de pozos y gracias a esto la calidad del agua es excelente y además se la puede conseguir sin necesidad de realizar pozos demasiado profundos.

Las ventajas de este sistema sobre otros es que no requiere de un almacenamiento como es el caso del uso del agua de lluvia. Con respecto a costos, la creación de un pozo puede ser más económica que proveer de un gran espacio para almacenar el agua lluvia, crear los canales para su recolección y los demás componentes que intervienen en este sistema.

El uso de otros sistemas como el aprovechamiento de manantiales o ríos cercanos queda descartado debido a la ubicación del proyecto.

Uno de los puntos importantes dentro del uso del agua en la vivienda es su consumo sustentable para poder utilizar la menor cantidad posible y sacarle el mayor provecho. Para esto existen diferentes tipos de tecnologías y estrategias básicas que pueden ser aplicadas a la vivienda.

### Lavadora "Sin Agua" Ni Productos Químicos (Laura Plitt, 2009).

Lavar la ropa casi sin agua y sin recurrir a productos químicos. Ésta es la propuesta de una empresa en el Reino Unido que trabaja en un prototipo de lavadora que permite ahorrar agua, energía y no daña el medio ambiente.

La máquina desarrollada por la empresa Xeros y basada en investigaciones llevadas a cabo por expertos de la Universidad de Leeds consume 90% menos de agua que un lavarropas tradicional y utiliza 40% menos de energía.

Si tomamos como ejemplo el caso de Estados Unidos, si se reemplazaran todas las lavadoras tradicionales con este modelo -dicen su creadores- se ahorrarían 1.200 millones de toneladas métricas de agua por año, el equivalente a 17 millones de piscinas. En términos de la huella ecológica, sería como quitar de circulación cerca de cinco millones de automóviles.

Para lavar la ropa, la máquina requiere unas pequeñas bolitas de nailon, una medida reducida de detergente y una cantidad mínima de agua.



Imagen 169: Bolitas de nailon para mezclarse con la ropa húmeda dentro de la lavadora. (Laura Plitt, 2009).

Estas bolitas actúan como el agua: al mezclarse con la ropa húmeda en el tambor de la máquina, absorben la suciedad atrapada en los materiales.

El proceso fue descubierto por el profesor Stephen Burkinshaw, un especialista en química textil, que después de estudiar durante años cómo los polímeros plásticos absorben la tinte

para cambiar de color, los puso a prueba para evaluar su capacidad de absorber las manchas.

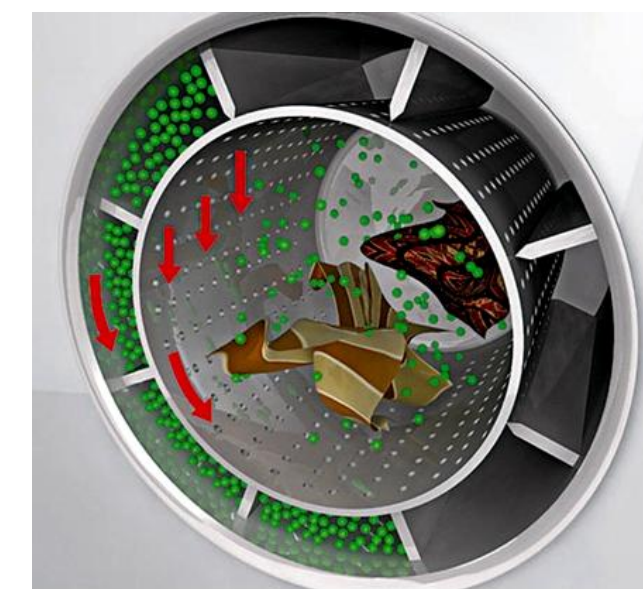


Imagen 170: Esquema en un modelo digital del funcionamiento de la lavadora con las bolitas de nailon. (Laura Plitt, 2009)

### Reciclable.

Después del ciclo, no hace falta retirar las pelotitas del lavarropas. "Resisten hasta 500 lavados", una vez que succionaron toda la suciedad posible, se las puede reciclar o reutilizar.

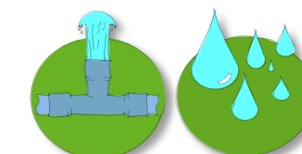
Esto quiere decir que se las puede fundir nuevamente para sacarles la suciedad, y en los casos en que esto no sea posible, se las puede utilizar en otras aplicaciones en las que el color no representa un problema.

En términos prácticos la lavadora de Xeros ofrece los mismos resultados que las demás: Quita las manchas, como por ejemplo las de salsa de tomate, grama o suciedad en general, aunque -al igual que los otros aparatos- es menos eficiente cuando se trata de manchas de café o té.

Actualmente, los expertos trabajan en la fase final de un prototipo para una máquina industrial, pero creen que la lavadora para uso doméstico podrá estar lista dentro de aproximadamente tres años.

En cuanto al costo, estiman que el precio puede superar en 10% ó 15% al de una lavadora tradicional.





### Agua Potable Con Energías Renovables (EcoInteligencia, 2012).

Según las Naciones Unidas, casi 20% de la población (unos 1.000 millones de personas en todo el mundo) no tienen acceso al agua potable, y muchas de ellas se encuentran en regiones remotas. Las consecuencias de no ingerir agua en condiciones son graves, y a menudo mortales. El agua contaminada produce de numerosas enfermedades como diarreas, cólera, fiebre tifoidea y hepatitis.

Precisamente al localizarse la población afectada en regiones poco accesibles y con graves carencias desde el punto de vista energético, el papel de las renovables como fuente de energía para potabilizar el agua emerge como solución para paliar este gran problema. Y es quizás la energía solar, por ser la más abundante en estas zonas, la ideal para diseñar sistemas que permitan dar acceso al agua potable a las personas que carecen de ella.



Imagen 171: Paneles fotovoltaicos en purificador de agua. (EcoInteligencia, 2012)

EcoInteligencia ha encontrado muy cerca de nosotros una solución innovadora, y lo más importante, ya desarrollada y con un rendimiento solo al alcance hasta hace bien poco de las tecnologías convencionales. Hablamos de la potabilizadora ecoeficiente HidroPURE ECO,

diseñada y fabricada por la empresa murciana EcoHidro.

Esta planta potabilizadora es un sistema ecoeficiente y autosuficiente para purificar el agua, que emplea, en la configuración que hemos analizado, un suministro de energía eléctrica procedente de unos paneles solares instalados en la unidad. Esto la hace energéticamente autónoma, disponiendo además de dos baterías que ofrecen una autonomía de 16 horas cuando no se dispone de energía solar.

La planta es también hidráulicamente autónoma, gracias a un eficaz sistema de limpieza y a sus procesos de operación automatizados mediante un robusto programador. La potabilizadora HidroPURE ECO puede funcionar además con un grupo electrógeno, con presión natural o con energía externa. Con todo ello, la planta suministra agua potable ultra filtrada, desinfectada, sin olores y sabores, tratada además en procesos de filtración y desinfección físicos, que no dependen de la disponibilidad de reactivos químicos, ni alteran la calidad del agua.

Sólo con energía solar, esta potabilizadora tiene una capacidad de producción de hasta 8.400 litros de agua al día, lo que significa que en situaciones de emergencia puede abastecer a casi 1.700 personas al día

Este sistema evidentemente fue creado con el fin de abastecer a grandes grupos de personas en alguna comunidad o pueblo pequeño, pero lo interesante es su uso sustentable del sol como recurso energético y purifica el agua para que sea apta para el consumo humano. A manera de concepto podría ser aplicado al proyecto de vivienda sustentable tomando en cuenta que las cantidades a ser purificadas son mucho menores o quizás se lo pueda tomar en cuenta para uso a nivel urbano.

### Lluvia Sólida (El Universal, 2012).

El ingeniero mexicano Sergio Jesús Rico desarrolló un sistema de riego denominado "lluvia sólida" que eleva casi 20 veces el rendimiento agrícola en zonas áridas, informó el Instituto Politécnico Nacional (IPN).

La tecnología creada por Rico consiste en el uso de una sustancia que atrapa el agua en forma de gel y la adhiere a las raíces de las plantas, lo que permite mantenerlas hidratadas, indicó el IPN en un comunicado.



Imagen 172: Lluvia sólida en forma de polvo. (El Universal, 2012)

El especialista, egresado de la carrera de Ingeniería Química Industrial, utilizó en su proyecto una fórmula de poliacrilato de potasio (un polvo blanco similar al azúcar), al cual se adhieren las moléculas de agua para formar un gel.

El IPN afirmó que por cada kilogramo de esta fórmula se gelatinizan 500 litros de agua, es decir media tonelada de "lluvia sólida".

El investigador señaló que este producto puede utilizarse en todo tipo de vegetación, como pastos o bosques, y sobre todo en la producción de alimentos.

Esta técnica demostró su eficacia desde 2005 después de que se aplicó a cultivos de maíz en el estado de Jalisco, informó el IPN.

Precisó que ahí se utilizaron dos sistemas de riego: uno tradicional, con lluvia de temporal, que produjo 600 kilogramos por hectárea, y uno con "lluvia sólida", con un rendimiento de 10 toneladas por hectárea.

"La lluvia sólida es un sistema de riego que, a diferencia de otros como el de goteo y cintillo, es el único que emplea agua en estado sólido; los resultados son extraordinarios porque la raíz se mantiene húmeda por varios meses, y se rehidrata en repetidas ocasiones con las precipitaciones".

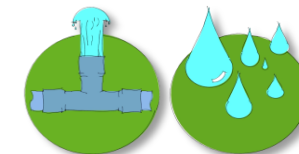
El IPN explicó que el agua de lluvia se adhiere al gel localizado en las raíces de las plantas y éste se humedece lo suficiente y permite aprovechar al máximo el líquido, con lo que "no hay desperdicio, el agua no se filtra al subsuelo, ni se evapora".

La "lluvia sólida" es ideal para sembrar en zonas áridas, áreas de baja precipitación y en parcelas sin riego.

Además, la técnica permite almacenar y transportar agua en este estado hacia lugares de difícil acceso.

Con el sistema tradicional algunos tipos de cultivos requieren riegos de 80 litros, una vez por semana, a diferencia del método con lluvia sólida, en el que sólo es necesario un riego de 50 litros cada tres meses.

En Colombia se aplicó este novedoso método de irrigación en invernaderos de rosas y claveles; "los resultados indicaron un ahorro de 75% en los costos de riego, 100% en incremento de follaje y flores, y 300% en desarrollo de raíces", explicó el investigador.



El uso del producto **Lluvia Sólida** en el proyecto no es tan necesario si se toma en cuenta la cantidad de precipitaciones y el nivel de humedad que existe en la zona, sin embargo es muy interesante los resultados que se han dado en los cultivos y áreas verdes que pueden permanecer debidamente hidratadas por periodos de tiempo prolongados sin el requerimiento de regarlas constantemente para su mantenimiento.

Este punto es importante ya que dentro de los componentes de la vivienda que se prevé analizar están las áreas verdes y alimentos capaces de ser producidos a nivel doméstico, y si se puede ahorrar agua y tiempo para el riego de estos, es una tecnología bastante aplicable.

**Eco-Bathroom (Eco-Baño)** (Rodríguez J. , subinet.es, 2011).

El **Eco-Bathroom (Eco-Baño)** es un concepto de diseño para un inodoro y un lavabo donde se almacena el agua que se utiliza en el fregadero para limpiar el inodoro. El concepto tiene un aspecto liso y elegante y al mismo tiempo, un toque moderno con el que se vería bien en la mayoría de los baños, mientras que ayuda a ahorrar el consumo de agua.



Imagen 173: Imagen digital del Eco-Bathroom (Eco-Baño) (Rodríguez J. , subinet.es, 2011)

El concepto ha sido diseñado por Michael Passos. Todo el mundo es consciente en estos días que tenemos que conservar el agua. Tanta agua perfectamente utilizable simplemente corre por un desagüe para ir a los residuos en los hogares de todo el mundo, el agua podría ser utilizada para descarga de los inodoros y otras actividades similares.

El Eco-Baño combina un retrete con lavabo, el agua utilizada en la cuenca se almacena para su uso al tirar de la cadena, lo que ayuda a reducir la cantidad de agua que se utiliza de manera significativa. Muchos inodoros pueden desperdiciar hasta 9lt de agua, y dependiendo del número de personas dentro de una casa se suma una gran cantidad de agua. Hay otros sistemas que también logran actualmente, sin embargo muchos pueden parecer un poco anticuados, e incluso puede ser bastante desordenado a la vista. Este concepto difiere en que le ofrece todos los beneficios ecológicos de un sistema moderno y elegante.

Previamente se hablaba de los porcentajes de agua potable usados actualmente en piezas sanitarias como el inodoro, donde no existe la necesidad de potabilizar el agua. Con el uso de dispositivos como el Eco-Baño, se pueden ahorrar cantidades considerables de agua y más aún si se establece un sistema general en la vivienda donde existan 2 tipos de redes sanitarias, una de agua potable y otra reciclada.

**Desinfección Por Luz Ultravioleta** (Tarrán, 2012).

Una desinfección eficiente del agua mediante la irradiación **ultravioleta (UV)** involucra la observación de diversos principios que pueden ser nuevos para los profesionales del tratamiento de agua. El método presenta tanto desafíos como ventajas, ya que no deja residuos químicos en el agua de producto, pero sí requiere de un tratamiento previo para reducir los sólidos suspendidos que podrían perjudicar la transmisión de la luz ultravioleta, debido a un efecto de sombra que podría hacer que algunos contaminantes escapen de la desactivación. En determinadas longitudes de onda que producen ozono, la luz UV también ofrece propiedades de oxidación.

Existen algunos medios de desinfección mundialmente utilizados. Entre ellos destacamos el cloro, la luz ultravioleta y el ozono. Las diferentes formas de desinfección con cloro y derivados son las más utilizadas actualmente. Sin embargo, la luz ultravioleta y el ozono han avanzado notablemente como medios de

desinfección. En este artículo vamos a abordar la desinfección por rayos ultravioleta.

La luz ultravioleta constituye una parte del espectro electromagnético, con longitudes de onda entre 100 y 400 nanómetros (nm). Cuanto menor la longitud de onda, mayor la energía producida. Las lámparas más usadas de baja presión de vapor de mercurio tienen una longitud de onda de 253.7 nm. Por lo tanto, la banda de UV-C es la más apropiada para la eliminación de microbios. La banda de UV de vacío (UV-V), específicamente con una longitud de onda de 185 nm, es apropiada para la producción de ozono (O3). Las lámparas de luz ultravioleta y las fluorescentes son similares.

La luz ultravioleta es producida como resultado del flujo de corriente a través del vapor de mercurio entre los electrodos de la lámpara. Las lámparas de baja presión de mercurio producen la mayoría de los rayos con longitud de 253.7 nm. Esta longitud es muy próxima a la longitud de 260 a 265 nm, la más eficiente para matar microbios.

La principal diferencia entre la lámpara germicida y la fluorescente es que la germicida es construida con cuarzo, mientras que en la fluorescente se usa vidrio, con una capa interna de fósforo que convierte la luz UV en luz visible. Colisiones entre electrones y átomos de mercurio provocan emisiones de radiación ultravioleta, la que no es visible al ojo humano. Cuando estos rayos colisionan con el fósforo, éstos “fluorescen” y se convierten en luz visible. El tubo de cuarzo transmite el 93% de los rayos UV de la lámpara, mientras que el vidrio (vidrio blando) emite muy pocos.

**Cómo funciona la desinfección** (Tarrán, 2012).

“Microorganismo” es un término amplio que incluye varios grupos de gérmenes patógenos. Difieren en forma y ciclo de vida, pero son semejantes por su pequeño tamaño y simple estructura relativa. Los cinco grupos principales son virus, bacterias, hongos, algas y protozoarios. Observando una célula básica de bacteria, nos interesa la pared de la célula, la membrana citoplasmática y el ácido nucleico.

El blanco principal de la desinfección mediante la luz ultravioleta es el material genético—el ácido nucleico. Los microbios son destruidos por la radiación ultravioleta cuando la luz penetra a través de la célula y es absorbida por el ácido nucleico. La absorción de la luz ultravioleta por el ácido nucleico provoca una reordenación de la información genética, lo que interfiere con la capacidad reproductora de la célula. Por consiguiente, los microorganismos son inactivados por la luz UV como resultado del daño fotoquímico que sostiene el ácido nucleico.

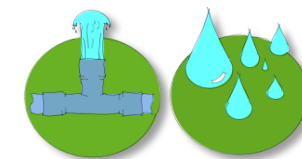
El ADN es una molécula en forma de doble hélice, compuesta de bases nitrogenadas—adenina, timina, citosina y guanina. El ADN almacena toda la información necesaria para crear un ser vivo. El gene es la unidad de ADN capaz de sintetizar una proteína. El cromosoma es una secuencia larga de ADN parecida a un hilo. El genoma es el conjunto completo de los genes de una especie.

La alta energía asociada a la corta longitud de onda (240 – 280 nm) es absorbida por el ARN y el ADN de la célula. La máxima absorción de la luz ultravioleta por el ácido nucleico, ADN, ocurre con una longitud de onda de 260 nm. La Figura 5 muestra la similitud entre la habilidad de la luz ultravioleta para destruir E. coli y la habilidad de las células de E. coli para absorber luz ultravioleta.

**Parámetros de calidad del agua** (Tarrán, 2012).

Para efectuar la desinfección de agua potable e industrial, deben satisfacerse ciertas condiciones:

- Filtro de partículas de 5 micras, ya que los virus o bacterias pueden no ser alcanzados cuando existen partículas.
- Dependiendo de la calidad del agua, podrán ser necesarios filtros de carbón para la retención de material orgánico, para evitar que interfiera en la transmisión de la luz ultravioleta.
- Será necesario reducir los niveles de hierro y de manganeso a 0.3 partes por millón (ppm) y 0.05 ppm, respectivamente, y reducir la dureza por debajo de 100 ppm. Hierro, manganeso y dureza (calcio y magnesio) pueden



precipitarse en el tubo de cuarzo, lo que perjudicará la transmisión de luz.

- Dado que los filtros de carbón y resinas pueden acelerar la multiplicación de bacterias, los reactores de ultravioleta deben ser instalados al final de la línea, es decir, detrás de los mismos.

#### Factores que afectan la desinfección eficaz con UV (Tarrán, 2012).

- Calidad del agua.
- Transmisión de luz UV.
- Sólidos en suspensión.
- Nivel de orgánicos disueltos.
- Dureza total.
- Condición de la lámpara.
- Limpieza del tubo de cuarzo.
- Tiempo de uso de la lámpara.
- Tratamiento del agua antes de aplicar luz UV.
- Flujo.
- Diseño del reactor.

Estos factores están relacionados principalmente con la exposición de los contaminantes en el agua y la transmisión eficiente de luz UV para una activación adecuada. Los problemas incluyen el sombreado (cuando los contaminantes pequeños son ofuscados por otros contaminantes presentes en el agua), incrustación o decoloración del tubo de cuarzo, intensidad de la lámpara y flujos no adecuados.

#### Tecnología de lámparas (Tarrán, 2012).

Básicamente, se utilizan dos tipos de lámparas en un proyecto de luz ultravioleta:

- Presión de mercurio baja.
- Presión de mercurio mediana.

Actualmente se utiliza un nuevo tipo de lámparas con baja presión de mercurio: lámparas de baja presión y alta potencia (LPHO\*). La ventaja reside en la reducción del número de lámparas, lo que aumenta la potencia del sistema y disminuye el costo.

#### Ventajas en el uso y mantenimiento de luz UV:

- No genera subproductos
- No se necesitan tanques de contacto; apenas algunos segundos son suficientes para la desinfección.
- No presenta riesgos al usuario.
- El mantenimiento es muy simple, pues necesita solamente un reemplazo anual de la lámpara y limpieza del tubo de cuarzo de vez en cuando. Dependiendo de la calidad del agua, la limpieza puede no ser necesaria.

#### Otras aplicaciones de UV (Tarrán, 2012).

**Efluentes:** La gran ventaja del uso de luz ultravioleta en efluentes es que no se agrega nada al agua, es decir, cuando el efluente es descargado en un cuerpo acuático, el agua está prácticamente libre de contaminantes; cumple con los límites de microorganismos y no transmite subproductos nocivos al medio ambiente.

**Descomposición de ozono:** Con dosificación apropiada, el proceso ultravioleta transforma el ozono en oxígeno:  $2O_3 + UV_{254} = 3O_2$ .

**Uso de luz UV para deoloración:** Dosis elevadas de ultravioleta, utilizándose lámparas de presión mediana, reducen los niveles de cloro en el agua. Esta solución es utilizada cuando no es deseable el uso de filtros de carbón activado o de sodio metabisulfito.

La tecnología de luz ultravioleta es bastante eficaz para la desinfección del agua para el consumo humano, con la ayuda de pequeños filtros e incluso ozono se puede proveer de agua apta para el consumo humano. El agua potable que se podría obtener tanto del agua lluvia o por medio de un pozo profundo, puede ser usada en las demás actividades domésticas.

El sistema podría estar incorporado sólo en puntos específicos donde el agua va a ser utilizada para el consumo de los usuarios, esto reduciría considerablemente el tamaño de este dispositivo UV y los costos consecuentemente. Para los demás usos sanitarios el uso de diferentes filtros textiles puede ser suficiente.

#### Conclusión.

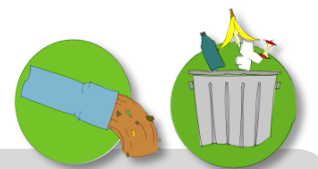
El consumo de agua en la vivienda es un factor primordial ya que de esta depende la vida misma de los usuarios que la habitan. Las diferentes fuentes ya sean el agua de lluvia o el uso de pozos profundos para la captación de aguas subterráneas, ambas poseen características sustentables y podrán formar parte del proyecto habitacional.

Las diferentes actividades domésticas que requieren del agua deben pasar por un tratamiento previo dependiendo del uso que esta vaya a tener y no malgastar este tipo de procesos en un porcentaje alto de dispositivos que no la requieren como el inodoro, limpiar la casa, regar plantas, etc.

El uso de los diferentes sistemas de filtración y desinfección se usará acorde a la demanda porcentual de cada actividad sanitaria y el dispositivo tecnológico como la luz ultravioleta y el ozono, serán solamente utilizadas para el agua de consumo humano.

Los sistemas de ahorro de agua son de gran ayuda para reducir las cantidades de agua utilizadas en la vivienda y más aún si esta agua debe pasar previamente por un tratamiento de filtrado o desinfección. Cabe recalcar que el reciclaje de agua puede tener un filtrado básico que en menor intensidad retenga ciertos elementos.

Para el riego de áreas verdes el uso de la "Lluvia Sólida será de gran ayuda para reducir el consumo de agua en gran medida y a su vez el mantenimiento de las mismas, ya que se prevé utilizar áreas verdes que produzcan algún tipo de alimento.



### 43. AGUAS SERVIDAS Y DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS.

La combinación de estos dos componentes en la vivienda se debe a que ambos generan desechos que actualmente perjudican en diferentes maneras al medio ambiente y mediante la aplicación de conceptos ecológicos y sustentables pueden ser tratados apropiadamente y obtener diversos beneficios.

Ambos componentes pueden reducir su impacto al ser desalojados e incluso existen mecanismos para aprovecharlos de manera energética, ambiental, económica y social.

Al hablar de las aguas servidas, existen las herramientas para disminuir las cantidades desechadas y algunas de estas fueron vistas previamente en el consumo de agua potable, el mismo que estará dividido en dos tipos de agua, la potable y la reciclada semi-tratada (no potable). El utilizar el agua reciclada disminuye considerablemente el consumo de agua general de la vivienda y sumado a esto, los dispositivos sanitarios como inodoros y urinarios serán más eficientes. Posteriormente estas aguas también pueden ser utilizadas para regar las plantas o cultivos.

Una vez utilizadas las aguas servidas estas pueden ser tratadas en un biodigestor que ayude a generar biogás que luego puede ser transformado en energía eléctrica, calentar el agua o gas para la cocina. Este proceso posteriormente puede generar abono para usarse en áreas verdes.

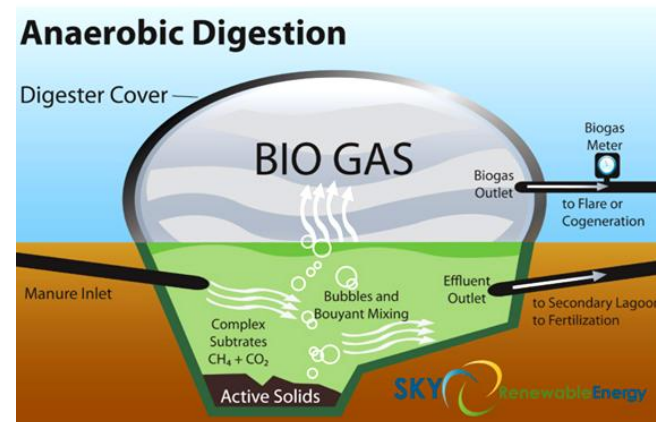


Imagen 174: Esquema gráfico de un sistema de digestión anaerobia. (Google imágenes, 2012)

Dentro de los desechos domésticos sólidos, se encuentran los orgánicos e inorgánicos y existen diferentes maneras en que pueden ser aprovechados, y al igual que las aguas servidas, los desechos orgánicos pueden tratarse dentro del biodigestor y aportar con la producción de biogás.

Los desechos como el papel, cartón, vidrio, metal, etc. pueden ser reciclados y vendidos posteriormente pueden generar ingresos en pequeña magnitud pero se aporta considerablemente al ecosistema y a disminuir materiales contaminantes en los vertederos de basura municipales. La reutilización de algunos productos es muy practicada dentro de los hábitos ecológico-sustentables.

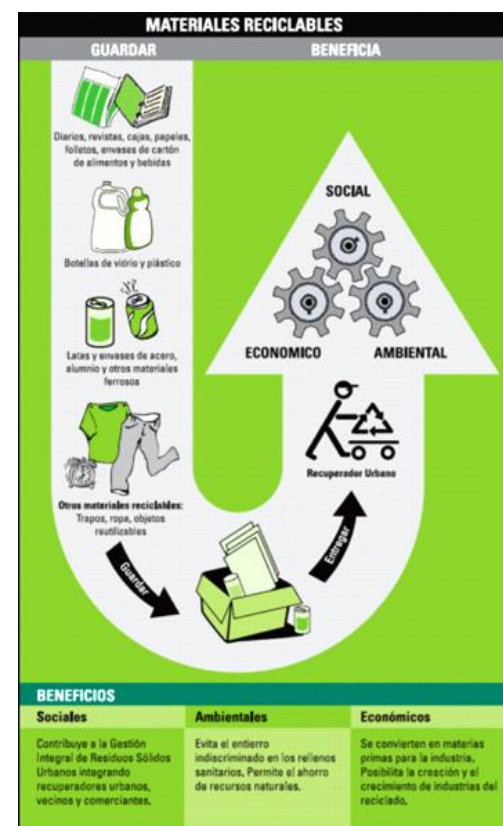


Imagen 175: Materiales potencialmente reciclables y sus beneficios sociales, ambientales y económicos. (Google imágenes, 2012)

### 43.1. Teorías, Estrategias Y Tecnologías Sustentables Para Aguas Servidas Y Desechos Domésticos Sólidos.

Tratamiento De Aguas Residuales (Marsilli, 2005).

#### Definición De Agua Residual.

Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales. Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen.

Están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

Para cuantificar el grado de contaminación y poder establecer el sistema de tratamiento más adecuado, se utilizan varios parámetros expresados en la NOM oficial:

**Demanda bioquímica de oxígeno** (Marsilli, 2005).

Para medir la concentración de contaminantes orgánicos, en las aguas que resultan de el uso domestico el parámetro más utilizado es la **“demanda biológica de oxígeno”** o **(DBO)**, esta se define como la concentración de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos, presentes en el agua o añadidos a ella para efectuar la medida la medición, en la oxidación de toda la materia orgánica presente en la muestra de agua. Su valor debe ser inferior a 8 MG/l. Para ser considerada como potable. Generalmente en las aguas de origen domestico este valor fluctúa entre los 200 a 300 MG/l.

#### Pasos de tratamiento (Marsilli, 2005).

En el tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir hasta cuatro etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos:

- Tratamiento preliminar, destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación.
- Tratamiento primario que comprende procesos de sedimentación y tamizado.
- Tratamiento secundario que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la DBO.
- Tratamiento terciario o avanzado que está dirigido a la reducción final de la DBO, metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos y parásitos.

#### Sistemas de tratamiento biológico.

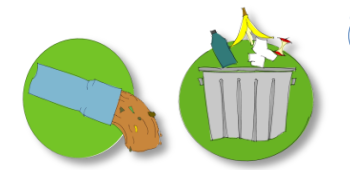
Los objetivos del tratamiento biológico son tres: 1) reducir el contenido en materia orgánica de las aguas, 2) reducir su contenido en nutrientes, y 3) eliminar los patógenos y parásitos.

Estos objetivos se logran por medio de procesos aeróbicos y anaeróbicos, en los cuales la materia orgánica es metabolizada por diferentes cepas bacterianas.

#### Estanques de lodos activos.

El tratamiento se proporciona mediante difusión de aire por medios mecánicos en el interior de tanques. Durante el tratamiento los microorganismos forman flóculos que, posteriormente, se dejan sedimentar en un tanque, denominado tanque de clarificación. El sistema básico comprende un tanque de aireación y un tanque de clarificación por los que se hace pasar los lodos varias veces.

Los dos objetivos principales del sistema de lodos activados son 1) la oxidación de la materia biodegradable en el tanque de aireación y 2) la floculación que permite la separación de la biomasa nueva del efluente tratado. Este



sistema permite una remoción de hasta un 90% de la carga orgánica pero tiene algunas desventajas: en primer lugar requiere de instalaciones costosas y la instalación de equipos electromecánicos que consumen un alto costo energético. Por otra parte produce un mayor volumen de lodos que requieren de un tratamiento posterior por medio de reactores anaeróbicos y/o su disposición en rellenos sanitarios bien instalados.

**Tratamiento anaerobio** (Marsilli, 2005).  
Consiste en una serie de procesos microbiológicos, dentro de un recipiente hermético, dirigidos a la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Es un proceso en el que pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos pero que está dirigido principalmente por bacterias. Presenta una serie de ventajas frente a la digestión aerobia: generalmente requiere de instalaciones menos costosas, no hay necesidad de suministrar oxígeno por lo que el proceso es más barato y el requerimiento energético es menor. Por otra parte se produce una menor cantidad de lodo (el 20% en comparación con un sistema de lodos activos), y además este último se puede disponer como abono y mejorador de suelos. Además es posible producir un gas útil.

Para el tratamiento anaerobio a gran escala se utilizan rectores de flujo ascendente o U.S.B. (Por sus siglas en ingles) con un pulimento aerobio en base de filtros percoladores y humedales.

**Humedales artificiales.**

Este sistema consiste en la reproducción controlada, de las condiciones existentes en los sistemas lagunares someros o de aguas lenticas los cuales, en la naturaleza, efectúan la purificación del agua. Esta purificación involucra una mezcla de procesos bacterianos aerobios-anaerobios que suceden en el entorno de las raíces de las plantas hidrófilas, las cuales a la vez que aportan oxígeno consumen los elementos aportados por el metabolismo bacteriano y lo transforman en follaje.

Este sistema es el más amigable desde el punto de vista ambiental ya que no requiere instalaciones complejas, tiene un costo de mantenimiento muy bajo y se integra al paisaje

natural propiciando incluso refugio a la vida silvestre.

Quizás se podría mencionar como única desventaja la mayor cantidad de superficie necesaria.

**Tratamiento de aguas a nivel domiciliario.**

El tratamiento a nivel domiciliario obedece a los mismos principios que las grandes plantas depuradoras, sin embargo es posible mejorar la eficiencia en la relación costo x m3 de agua tratada, si se observan algunos principios básicos tales como la separación de las aguas grises y negras, el consumo racional y limitado de detergentes y la exclusión de productos químicos agresivos en la limpieza cotidiana. Es claro que la complejidad de un sistema apropiado de tratamiento a nivel casero esta en relación directa con nuestra cultura de consumo.

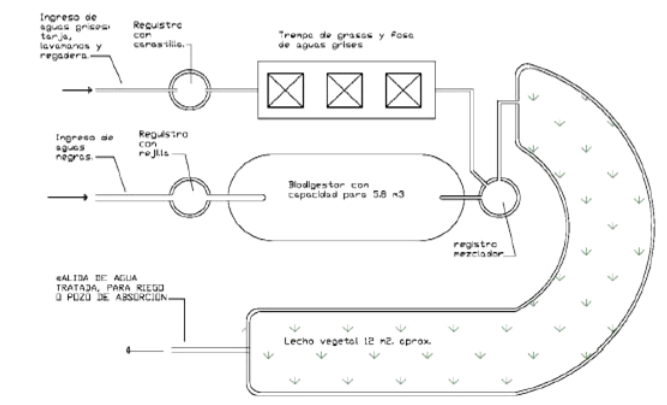


Imagen 176: Esquema de tratamiento unifamiliar. (Google imágenes, 2012)

**Aguas grises y negras.**

Las aguas grises son todas aquellas que son usadas para nuestra higiene corporal o de nuestra casa y sus utensilios. Básicamente son aguas con jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes biodegradables. Es importante señalar que las aguas grises pueden transformarse en aguas negras si son retenidas sin oxigenar en un tiempo corto. El tratamiento es sencillo si contamos con el espacio verde suficiente, aprovechando la capacidad de oxigenación y asimilación de las plantas del jardín o el huerto mediante un sistema de "drenaje de enramado".

En caso de no contar con el espacio suficiente, las aguas grises deben ser sometidas a un tratamiento previo que reduzca el contenido de

grasas y de materia orgánica en suspensión, para posteriormente ser mezcladas con las aguas negras y pasar a un tren de tratamiento. Las aguas negras son las que resultan de los sanitarios y que por su potencial de transmisión de parásitos e infecciones conviene tratar por separado con sistemas de bioreactores.

**Sistemas básicos de tratamiento casero.**

Generalmente al construir se piensa poco en la disposición de las aguas residuales, por este motivo se suele recurrir a referencias de última página en los manuales de construcción o se enfrenta a una variedad de recetas y métodos en los que no existe una verdadera comprensión de los procesos que se promueven y que se presentan como soluciones infalibles. Por otra parte algunos sistemas bien diseñados para condiciones específicas medioambientales no se adaptan otras condiciones o son interpretados y adaptados de manera poco escrupulosa. Un ejemplo claro de esta situación es el de las fosas sépticas.

Es importante comprender que el sistema de tratamiento más adecuado debe ser el que considere las condiciones específicas del medio ambiente e incluso de las culturales. La instalación de los sistemas de tratamiento no solo debe contemplar eficacia en sí de la depuración, sino también debe analizar la relación de los elementos circundantes, las necesidades particulares, el costo, el mantenimiento, el reúso, y la utilización o disposición de los subproductos de la depuración.



Imagen 177: Sistema casero de riego de plantas con aguas residuales tratadas. (Google imágenes, 2012)

**La fosa séptica.**

Es común encontrar una gama muy amplia de formas de disponer el agua con el nombre genérico de fosa séptica, sin embargo no todas cumplen con el objetivo de liberar los acuíferos de contaminación, debido que suelen confundirse con pozos negros o de absorción, en los que las aguas son infiltradas al suelo sin un verdadero tratamiento. También suelen llamarse de este modo a tanques de sedimentación y almacenamiento que son vaciados periódicamente, para trasladarlos a un sitio donde se puedan arrojar con impunidad.

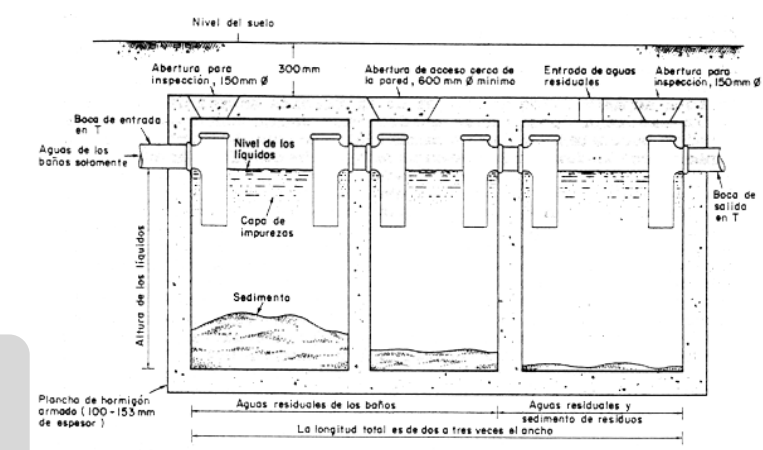
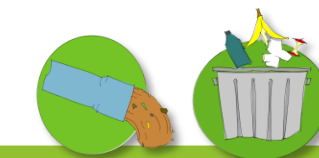


Imagen 178: Esquema gráfico de fosa séptica de tres compartimientos. (Google imágenes, 2012)

El modelo de fosa más funcional es el tanque de tres cámaras con una secuencia de tratamiento que consiste en primer lugar en una cámara de sedimentación que en algunos casos también cumple la función de trampa de grasas, de allí el agua pasa a una cámara con condiciones anaerobias donde se reduce la carga orgánica disuelta. La tercera cámara cumple las funciones de sedimentador secundario para clarificar el agua antes de ser dispuesta en un campo de oxidación. El problema básico de las fosas sépticas es que suelen acumular lodos hasta el punto de saturación, lo cual se incrementa si la fase anaerobia no funciona correctamente. El efluente debe necesariamente ser tratado en un campo de oxidación antes de infiltrar al suelo y los lodos extraídos necesitan tratamiento adicional.



### Sistema mixto.

Los sistemas mixtos de tratamiento domiciliario son aquellos en los que se arman con diferentes sistemas de tratamiento con el fin de lograr la máxima remoción en el menor espacio posible estos pueden combinar digestores para aguas negras, lechos vegetales, sistemas de enramado, aireadores, etc. Básicamente consisten en la adaptación práctica de los diferentes sistemas en un todo integrado que se adapte a las necesidades específicas de cada lugar.

### Biodigestores anaerobios.

El uso de digestores anaerobios es más común cada día, ya sea para el tratamiento de excretas animales, la producción de biogás, la purificación de aguas residuales, y la elaboración de biofertilizantes.

Existen varios tipos de biodigestores y se clasifican según el régimen de carga y la dirección del flujo en su interior. Régimen:

- flujo continuo: son los que reciben su carga por medio de una bomba que mantiene una corriente continua.
- flujo semi-continuo son los que reciben una carga fija cada día y aportan la misma cantidad
- estacionarios son los que se cargan de una sola vez y pasado el tiempo de retención se vacían completamente.



Imagen 179: Sistema biodigestor anaerobio de hormigón. (Google imágenes, 2012)

### Dirección.

Flujo horizontal (tubulares) generalmente con forma de salchicha se cargan por un extremo y la carga diaria va desplazando por su interior la precedente. Flujo ascendente la carga se inyecta en el fondo del recipiente y fluye hacia la parte superior.

Para producción de biogás se utilizan de flujo ascendente como los tradicionales en los que la campana de captación flota en la parte superior del líquido y los de tubulares que pueden ser con campana integrada o con un recipiente adicional de captación.

El biogás debe de ser despojado de su carga ácida antes de utilizarse. Esto se logra con filtros de fibra metálica o medios alcalinos.

El biofertilizante puede ser usado en relación 10-1 con el riego o en forma foliar agregando algún fijador como el jabón

Los diferentes sistemas caseros analizados tienen características bastante positivas con el medio ambiente por los procesos naturales con los que trata las aguas residuales, no obstante el sistema que puede aprovecharse de mejor manera es el sistema de biodigestor anaeróbico ya que realiza varias funciones como tratar las aguas residuales y otros desechos orgánicos como alimentos, genera gas metano que es capaz de usarse para producir energía, calentar el agua o para cocinar, y posteriormente los residuos que deja pueden ser utilizados como abono orgánico para las áreas verdes.

### Científicos Argentinos Desarrollan Filtro Orgánico Para Descontaminar Agua Subterránea (Cooperativa, 2012).

Científicos argentinos desarrollaron un filtro orgánico, a partir de **huesos de vaca triturados**, que permite descontaminar corrientes de agua subterránea, principalmente de metales pesados.

El filtro, desarrollado por investigadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica, ya fue probado con éxito para extraer del agua metales como cadmio, cinc, cobalto y arsénico, informó este domingo el gobierno argentino en su web oficial.

Uno de los responsables del proyecto, el ingeniero químico Javier Gómez del Río, indicó que el equipo trabaja ahora para probar la eficacia de este método con manganeso, flúor y uranio.

El investigador explicó que las partículas que componen el filtro son reactivas, por lo que los contaminantes disueltos en el agua quedan "pegados" a esta barrera por "adsorción", proceso químico por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos.

Los filtros, hechos de huesos de vaca, no son eternos. Ya que en algún momento la gran cantidad de metales pesados colapsa y se debe poner una barrera nueva. El cambio de filtro dependerá exclusivamente de la densidad de agua que tenga que filtrar.

Este filtro orgánico aun no se masifica, pero es una buena idea para exportar a aquellas regiones que no cuentan agua potable.

Previamente se hablaba de la posibilidad de hacer uso del agua subterránea del sector de estudio El Achiote por medio de pozos profundos, y este tipo de filtro orgánico a base de huesos de vaca triturados podría funcionar perfectamente y reducir considerablemente los costos al no adquirir otro tipo de filtros fabricados generalmente con productos sintéticos. El sistema también puede ser aplicado para filtrar las aguas servidas en cualquiera de sus etapas de tratamiento.

### Regla De Las Tres Erres (Wikipedia, Regla de las tres Erres., 2012).

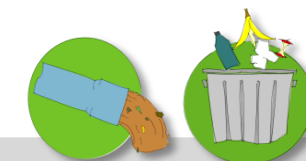
La regla de las tres erres, también conocida como **las tres erres de la ecología** o simplemente 3R, es una propuesta sobre hábitos de consumo, popularizada por la organización ecologista **Greenpeace**, que pretende desarrollar hábitos generales responsables como el consumo responsable. Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados. Durante la Cumbre del G8 en junio de 2004, el Primer Ministro del Japón, Koizumi Junichiro, presentó la Iniciativa tres erres que busca construir una sociedad orientada hacia el reciclaje. En abril de 2005 se llevó a cabo una asamblea de ministros en la que se discutió con Estados Unidos, Alemania, Francia y otros 20 países la manera en que se puede implementar de manera internacional acciones relacionadas a las tres erres.

### Reducir.

Si reducimos el problema, disminuimos el impacto en el medio ambiente. Los problemas de concientización, habría que solucionarlos empezando por ésta erre. La reducción puede realizarse en 2 niveles: reducción del consumo de bienes o de energía. De hecho, actualmente la producción de energía produce numerosos desechos (desechos nucleares, dióxido de carbono...). El objetivo sería:

- Reducir o eliminar la cantidad de materiales destinados a un uso único (por ejemplo, los embalajes).
- Adaptar los aparatos en función de sus necesidades (por ejemplo poner lavadoras y lavavajillas llenos y no a media carga).
- Reducir pérdidas energéticas o de recursos: de agua, desconexión de aparatos eléctricos en stand by, conducción eficiente, desconectar transformadores, etc.

Ejemplo: reducir la emisión de gases contaminantes, nocivos o tóxicos evitará la intoxicación animal o vegetal del entorno si llega



a cotas no nocivas. Países europeos trabajan con una importante política de la reducción, y con el lema: 'La basura es alimento' (para la tierra)" producen productos sin contaminantes (100% biodegradables), para que cuando acabe su vida útil no tenga impacto en el medio, o éste sea lo más reducido posible.

### Reutilizar.

Reutilizar es la acción de volver a utilizar los bienes o productos. La utilidad puede venir para el usuario mediante una acción de mejora o restauración, o sin modificar el producto si es útil para un nuevo usuario.

En una perspectiva respetuosa con el medio ambiente, la reutilización es el segundo paso en la acción de disminución de residuos, el primero es la reducción, el tercer y último paso es reciclar. Al contribuir a la reducción de producción de nuevos bienes que demanden recursos naturales y energía, la reutilización contribuye a mejorar el medio ambiente.

Reutilizar es dar nuevo uso a un bien o producto, por ejemplo un ordenador portátil, una vez retirado, puede convertirse en una máquina de ajedrez.

Así, el aceite puede reutilizarse convertido en biodiésel, para ser utilizado por cualquier vehículo con motor diesel.

La reutilización de productos puede entenderse como el hecho de dar otra vida de diferente naturaleza a un producto desechado para darle utilidad.

### Reciclar.

El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos de los humanos que no necesitamos.

### Cadena de reciclado.

La cadena de reciclado posee varios pasos como lo siguiente:

- Origen: que puede ser doméstico o industrial.
- Recuperación: que puede ser realizada por empresas públicas o privadas. Consiste únicamente en la recolección y transporte de los residuos hacia el siguiente eslabón de la cadena.
- Plantas de transferencia: se trata de un eslabón o voluntario que no siempre se usa. Aquí se mezclan los residuos para realizar transportes mayores a menor costo (usando contenedores más grandes o compactadores más potentes).
- Plantas de clasificación (o separación): donde se clasifican los residuos y se separan los valorizables.
- Reciclador final (o planta de valoración): donde finalmente los residuos se reciclan (papeleras, plásticos, etc.), se almacenan (vertederos) o se usan para producción de energía (cementeras, biogás, etc.)

Para la separación en origen doméstico se usan contenedores de distintos colores ubicados en entornos urbanos o rurales:

- Contenedor amarillo (envases): En éste se deben depositar todo tipo de envases ligeros como los envases de plásticos (botellas, tarrinas, bolsas, bandejas, etc.), de latas (bebidas, conservas, etc.)
- Contenedor azul (papel y cartón): En este contenedor se deben depositar los envases de cartón (cajas, bandejas, etc.), así como los periódicos, revistas, papeles de envolver, propaganda, etc. Es aconsejable plegar las cajas de manera que ocupen el mínimo espacio dentro del contenedor.
- Contenedor verde (vidrio): En este contenedor se depositan envases de vidrio.
- Contenedor gris (orgánico): En él se depositan el resto de residuos que no tienen cabida en los grupos anteriores, fundamentalmente materia biodegradable.

- Contenedor rojo (desechos peligrosos): Como celulares, insecticidas, pilas o baterías, aceite comestible o de autos, jeringas, latas de aerosol, etc.

### Beneficios.

El reciclaje tiene tres consecuencias ecológicas principales:

- Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación que causarían (algunas materias tardan decenas de años e incluso siglos en degradarse).
- Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.
- Reducción de costes asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado supone un coste menor que el material virgen (como el HDPE reciclado o el cartón ondulado reciclado).

### Conclusión.

El enfoque en sí de proponer una vivienda sustentable tiene inmersos distintos conceptos entre los cuales se encuentran "la regla de las tres erres" que simplifica las diversas actividades que se deberían realizar alrededor del mundo dentro de cada edificación con el afán de ayudar al medio ambiente.

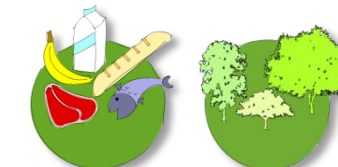
Si bien estos conceptos son sumamente útiles, existe otro que es también muy interesante y uno de sus planteamientos es que desde la concepción en sí del producto se debe prever su impacto en el medio ambiente. El concepto "De La Cuna A La Cuna" (en inglés: Cradle to Cradle) por Michael Braungart y William McDonough, propone una nueva forma de interpretar el ecologismo. Este concepto explica la posibilidad de crear materiales que puedan tener un ciclo ecológico y sostenible, que sea fabricado con el fin de reciclarse o que al llegar a cierto punto pueda biodegradarse sin afectar el ecosistema.

Actualmente gran parte de los productos fabricados no son concebidos con la finalidad de ser reutilizados o reciclados y en la mayoría de los casos realizar alguna de estas dos actividades resulta sumamente complicada y costosa a la vez.

Dentro de la vivienda se podrá aplicar estas estrategias de reducir, reutilizar y reciclar haciendo uso de dispositivos que faciliten su realización como el caso de los contenedores o tachos de colores para la correcta separación de los desechos domésticos sólidos. Posteriormente cada tipo de desecho tendrá su aplicación para contribuir en la sustentabilidad de la casa, por ejemplo, el reciclaje de papeles, vidrios o latas tendrán su remuneración económica, los residuos orgánicos podrán formar parte de un biodigestor capaz de generar energía, gas metano y abono para las plantas.

Todos los componentes de la vivienda están relacionados entre sí y de diversas maneras interactúan para crear un hábitat autosuficiente y con el menor impacto ambiental posible.

Al igual que los desechos domésticos sólidos, las aguas servidas pueden trabajar bajo los mismos parámetros de las tres erres, y en la medida que se reduzca el consumo de agua en la vivienda, se reducirán las aguas residuales y su contaminación.



#### 44. ALIMENTOS Y ÁREAS VERDES.

El consumo de alimentos en las viviendas es un componente indispensable para las personas que la habitan y el aporte por parte de los usuarios para su sustentabilidad dependerá de los hábitos de consumo que posean. Uno de los aportes más significativos al obtener los diversos víveres, es poder conocer el origen de dichos alimentos y sus posibles contaminantes involucrados para su producción. Otro aspecto que debería ser tomado en cuenta es preferir alimentos que contengan menos empaque involucrado o que puedan ser fácilmente reciclables o reutilizables.

Las áreas verdes son parte fundamental en la creación de un espacio habitable ecológico-sustentable y su uso en el contexto de la vivienda puede ser factor clave en la producción de alimentos caseros. Todo espacio verde puede ser aprovechado para ser cultivable; estos a la vez que generan alimentos, implican un ahorro económico considerable y en caso de excesos de los mismos también pueden ser vendidos a precios en los alrededores a precios muy bajos.



Imagen 180: Cultivo de hortalizas en huertos caseros. (Google imágenes, 2012)

Entre las áreas verdes potencialmente cultivables se encuentran las hortalizas, frutas, verduras, etc. y la generación de alimentos cárnicos puede darse al criar pollos, pavos, cerdos, etc. lo cual es una actividad muy practicada en zonas rurales. Estos alimentos ayudarían a disminuir el impacto ambiental al utilizar las áreas verdes circundantes de la vivienda como espacio generador de comida y sumado a esto requerirían muy poco mantenimiento al hacer uso del agua reciclada y productos como la Lluvia Sólida para regarlas.

El uso de las áreas verdes cultivables da la posibilidad de ser utilizados posteriormente en los "biodigestores" para producir gas metano o energía. Los residuos del biodigestor son excelentes abonos orgánicos y evitará el uso de fertilizantes artificiales o pesticidas que puedan contaminar los alimentos. También existe la posibilidad de generar biocombustibles a base de biomasa de los restos de árboles, plantas etc.

Bioclimáticamente pueden generar microclimas que aporten al confort térmico al igual que su uso como cubierta verde cultivable que sería un aislante de excelentes características. El uso de grandes cantidades de áreas verdes aporta considerablemente en la captación de CO2 del ambiente.



Imagen 181: Cubierta verde del Association of environmental and resource economists (AERE) building. Washington DC. (Google imágenes, 2012)

#### 44.1. Teorías, Estrategias y Tecnologías Sustentables en Alimentos y Áreas Verdes Cultivables.

**Huertos** (Wikipedia, Huertos, 2012).

Un huerto o huerta es un cultivo de regadío, muy frecuente en las vegas de los ríos por ser un tipo de agricultura que requiere riego abundante, aunque el sistema de riego por goteo, muy apropiado en las parcelas de horticultura, economiza una enorme cantidad de agua. Los principales cultivos de las huertas suelen ser las hortalizas, verduras, legumbres y, a veces, árboles frutales. Suelen recibir por ello el nombre genérico de cultivos hortícolas.

#### Huerto Urbano.

Este tipo de cultivo procede en los albores de la agricultura durante la Revolución neolítica de las prácticas de siembra de las mujeres, que sembraban semillas alrededor de la cueva o vivienda donde vivían, con lo cual llegaron a desarrollar e inventar un modo de economía más seguro, ya que las plantas de cultivo le permitían guardar gran parte de la cosecha para las épocas de escasez.

Más recientemente, la práctica de los huertos familiares correspondía a los jardines en las casas urbanas de las afueras de la ciudad. Las casas de la clase terrateniente en los Estados Unidos en el siglo XIX (por ejemplo, Mount Vernon, el hogar de Jorge Washington) tenían un huerto bastante grande que se conocía como The Kitchen Garden (el jardín de la cocina). Pero modernamente, la práctica de mantener pequeños huertos urbanos se está extendiendo entre las familias de escasos recursos, generalmente habitantes de zonas urbanas marginales.

Muchas veces la finalidad de estos huertos, propiciados por entidades gubernamentales y ONGs, no es la de suplir una cantidad importante de alimento sino que más bien la de promover una diversificación de los hábitos alimentarios.

En el huerto orgánico frecuentemente se aplican técnicas orgánicas, evitando el uso de biocidas (herbicidas, insecticidas, acaricidas, etc.), recreando un ecosistema que se sostiene con la diversidad de los cultivos, la rotación de los mismos y el aporte de abonos orgánicos.

La agricultura urbana brinda un marco en el cual la familia, vecinos, o grupos afines pueden aprender a observar y facilitar los procesos naturales (siembra, crecimiento, cuidados, floración-reproducción, injertos, cosecha, poda, conservación, elaboración de alimentos, resiembra). Además de tener propósitos productivos, tiene un contenido educativo y reconstructivo, ayuda a fortalecer la integración y el trabajo en equipo y recuperar la autoestima, como así también promover hábitos nutricionales saludables. Se tiende a lograr un sistema de producción continua en el que se aporta trabajo y conocimiento todo el año y se

obtienen hortalizas frescas, frutas y hierbas aromáticas para la ingesta diaria.



Imagen 182: Huerto urbano. (Google imágenes, 2012)

#### Huerto Casero (Alternativa Herbal, 2011).

Hacer un huerto casero es una buena alternativa si queremos cultivar nuestros propios alimentos orgánicos y así evitar aquellos alimentos que contengan pesticidas y otros químicos dañinos.



Imagen 183: Huerto casero. (Google imágenes, 2012)

#### Consejos para un huerto casero.

- Existe una inmensa variedad de semillas listas para ser plantadas. Puedes conseguirlas en tiendas de autoservicio, de jardinería o viveros a un costo accesible.
- Siempre que cultives algún ejemplar en maceta, o cualquier otro recipiente, va a requerir mayor riego y abono que si estuviera en tierra abierta.
- No eches semillas al compost ya que puede enraizarse y convertirse en una planta.
- Una técnica básica para prevenir las plagas y enfermedades en tu huerto, es



la rotación de cultivos: planta alternativamente ejemplares de distintas familias.

- Para evitar las malas hierbas en el huerto, elabora un acolchado en la tierra con hojas secas.
- Las solanáceas (la tomatera, la papa, la berenjena, los pimientos) y las cucurbitáceas (pepinos, calabazas) requieren de mucha luz y calor; a diferencia de las acelgas, coles y espinacas.
- Los calabacines y las zanahorias requieren de una maceta honda para cultivados.
- En invierno es ideal sembrar hierbas medicinales, condimentos, col, zanahorias, cebolla, espinaca, lechuga haba, puerro, rábano y betarraga.

**Huertos En Las Azoteas** (Blogs 20 minutos, 2011).

El proyecto “Azoteas Vivas” nace del concurso **Big Bang Challenge**, el mismo que fue ideado por Laura Barragues, licenciada en Ciencias Ambientales, y Felipe Blanco y Judith Bilbao, ambos ingenieros Químicos y del Medio Ambiente.

Azoteas Vivas busca dar uso a un espacio habitualmente desaprovechado en los entornos urbanos: las azoteas, creando un “espacio vivo con la instalación de huertos urbanos”.



Imagen 184: Imagen del sistema “Azoteas Vivas”. (Blogs 20 minutos, 2011)

Sus responsables destacaron como ventajas claras de la idea las mejoras ambientales, creación de nuevos espacios de recreo y nuevas formas de agricultura, creación de nuevos puestos de trabajo, adaptación de cada instalación a las necesidades de cada edificio,

educación infantil en sostenibilidad y medioambiente.

La idea no es nueva. Son muchos quienes ya tienen un pequeño huerto en la azotea o en la terraza, especialmente en grandes ciudades como Tokio o Nueva York. Lo nuevo es presentarlo como una alternativa económica a la profunda crisis actual. Ahora sólo falta que el negocio prospere, se generalice, y dentro de unos años sea lo más normal del mundo haber convertido las azoteas y terrazas de nuestras casas en nutritivas (y rentables) huertas ecológicas.

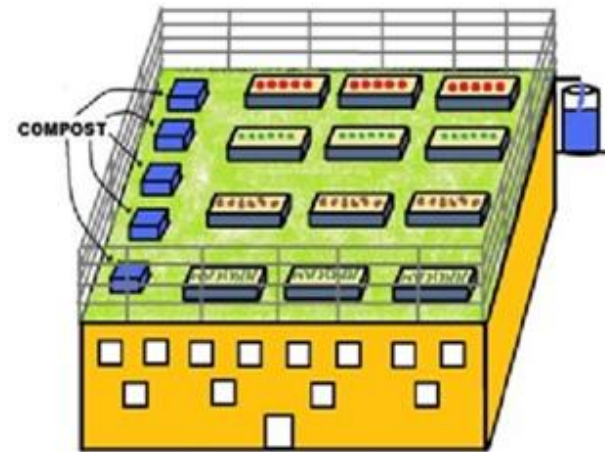


Imagen 185: Esquema gráfico del sistema “Azoteas Vivas” ganadora del concurso Big Bang Challenge. (Blogs 20 minutos, 2011)

**El Cultivo Hidropónico** (Jorge, 2012).

La agricultura hidropónica es un método que se basa en la utilización de soluciones minerales para alimentar nuestras plantas en lugar de suelo agrícola, son cultivos sin suelo en lo que respecta a prescindir de suelo natural, sin embargo se utiliza perlita agrícola, fibra de coco, turba o lana de roca como sustrato.

El cultivo hidropónico se fundamenta en la capacidad de las plantas para absorber los minerales esenciales que necesitan a través de iones inorgánicos disueltos en el agua. En lugar de utilizar el suelo como una reserva natural de nutrientes, estos se bombean constantemente en el suministro de agua de las plantas.



Imagen 186: Lechugas hidropónicas. (Jorge, 2012)

Esta técnica de cultivo es especialmente necesaria cuando no se dispone de un suelo con las aptitudes agrícolas necesarias y tiene la ventaja de que no necesita de grandes extensiones de tierra para que de buenos rendimientos. Con esta técnica nos aseguramos una irrigación en toda el área radicular y evitamos problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.

El sistema se basa en una fuente que bombea una solución de nutrientes y agua a través del sistema, además de canales de riego montados donde están los sustratos y las plantas como podemos ver en la imagen superior.

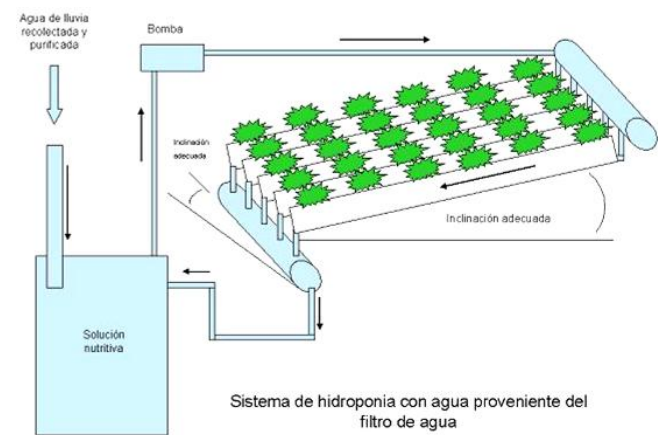


Imagen 187: Esquema gráfico del sistema hidropónico. (Jorge, 2012)

**Windowfarms (huertos en las ventanas)** (Conciencia ecológica, 2011).

Windowfarms es sistema sorprendente que consiste generar “tu huerta ecológica particular”, consiguiendo tomates, fréjoles verdes, lechugas, etc. en nuestra propia casa sin necesidad de tener una terraza o espacio abierto donde cultivarlas.

El proyecto medioambiental libre nació en 2009 de la mano de Britta Riley, y se está extendiendo alrededor del mundo gracias a su comunidad, su propósito es generar edificios sustentables en base a la disposición de huertas inteligentes en el interior de todo tipo de edificios (hogares, colegios, empresas, etc.).



Imagen 188: Uso del sistema Windowfarms con diferentes tipos de cultivos. (Conciencia ecológica, 2011)

**¿Cómo funciona?**

Windowfarms es un sistema vertical de cultivo hidropónico (cultivo sin tierra), que consiste en cultivar mediante un sistema que utiliza materiales cotidianos como son las botellas de plástico PET -una muy buena forma de reciclaje de este tipo de envases- como maceteros colgados de las ventanas para facilitar la fotosíntesis y alimentadas mediante un singular y sencillo sistema hidropónico que ellos mismos han ideado. El sistema hidropónico es una técnica de cultivo sin necesidad de tierra, se nutre solo de agua y minerales.

Las botellas se cuelgan del revés introduciendo en ellas unas bolitas de arcilla a sustrato de coco en unas rejillas como base para las raíces, las botellas se las pinta con una pintura que no deje pasar los rayos del sol y se les practica un agujero para que salgan las hojas por fuera de la botella.

Mediante una bomba de agua se sube la solución enriquecida de minerales disuelta en agua hacia la parte superior por unos pequeños tubos directamente a las raíces de las plantas de la primera botella de arriba, el sobrante que va cayendo a la botella inferior, así sucesivamente hasta llegar a las dos botellas inferiores que se utilizan como depósito, bombeando de nuevo la solución en intervalos de tiempo programables.

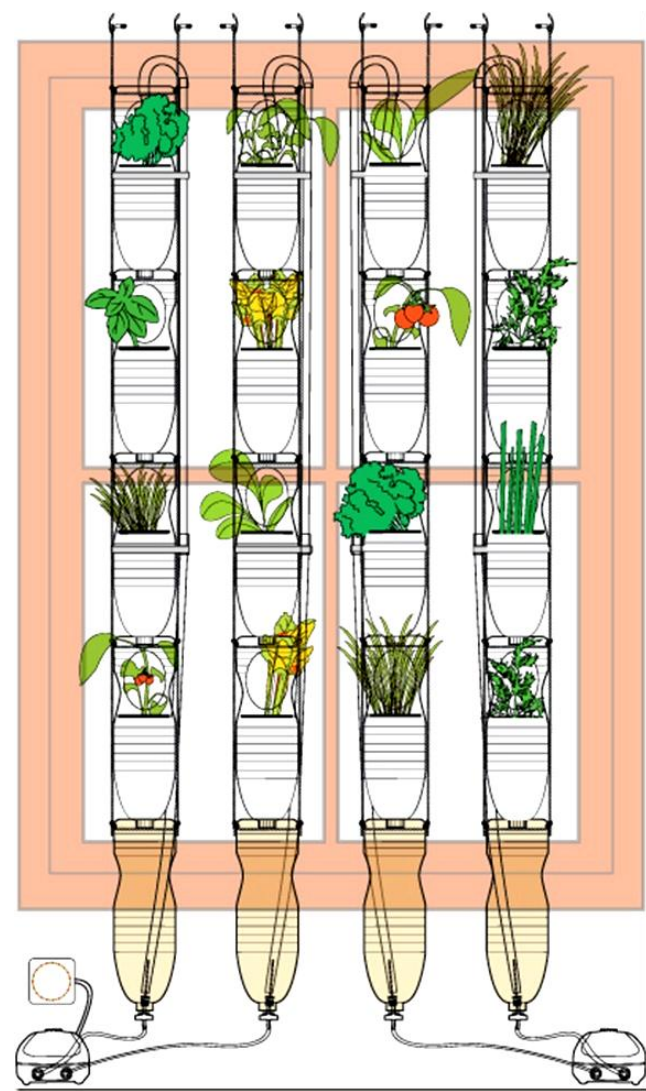


Imagen 189: Esquema gráfico del sistema hidropónico de Windowfarms. (Conciencia ecológica, 2011)

### ¿Qué puedo cultivar?

Con Windowfarms puede crecer casi cualquier cosa, con excepción de los tubérculos, como patatas o rábanos, o plantas como el maíz o el trigo que son demasiado altos para el sistema.

Puedes experimentar con los productos de huerta favoritos, como pueden ser las coles, lechugas, guisantes, fresas, albahaca, manzanilla, menta, eneldo, berro, acelgas, calabacines, etc.



Imagen 190: Alimentos cultivables con el sistema Windowfarms. (Conciencia ecológica, 2011)

Todos los sistemas de cultivo de alimentos revisados son muy aptos para su utilización en el proyecto ya que aprovechan al máximo los recursos naturales y en algunos casos el espacio destinado a áreas verdes. El uso de espacios no comunes como la cubierta para desarrollar huertos implica algunos desafíos arquitectónicos y estructurales pero se aprovecha un gran espacio que usualmente solo cumple una función, en este caso puede producir alimentos, proteger térmicamente el interior de la vivienda y recolectar agua lluvia para las actividades domésticas.

### Árboles Jóvenes Producen Más Oxígeno Que Los Viejos (Martín, 2009).

Un bosque viejo produce el efecto contrario a uno joven, ya que absorbe y elimina oxígeno y emite más dióxido de carbono. Por su parte, los árboles jóvenes y en pleno crecimiento, absorben y eliminan dióxido de carbono en una proporción de alrededor de **1,5 Kg por cada Kg de su propio peso**, y lo reemplazan por oxígeno en una cantidad equivalente.

Esta afirmación fue realizada por el Prof. Diego Díaz Martín, Jefe del Departamento de Estudios Ambientales de la Universidad Metropolitana y Director del Proyecto Ávila, a propósito de la celebración del Día del Árbol este domingo 25 de mayo.

En el proceso de fotosíntesis, fijan el carbono en el cuerpo del árbol (ramas, troncos, hojas, flores y frutos) y se convierten en almacenadores naturales de carbono. Algunos estudios destacan que un árbol de tamaño medio absorbe alrededor de 6kg de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) al año, por lo que en 40 años asimilaría como mínimo 250kg.

Por lo anterior se deduce que no sólo es importante mantener y conservar los bosques naturales dentro de las áreas protegidas, sino además, deben fomentarse nuevas extensiones forestales, que no sólo contribuyan a mantener el ciclo hidrológico y regular el clima, sino para proveer alimento, refugio y hasta medicinas a la humanidad.

Díaz Martín señala “que dado que al día, una persona consume en promedio al menos 10 metros cúbicos de aire, se necesitarían al menos 50 árboles jóvenes y sanos por cada ser humano para garantizar la calidad del aire en la tierra”. Sin embargo, aclara, “ello dependería de la especie, la edad y el clima en el cual se desarrolle el árbol, pues ni todos los árboles consumen la misma cantidad de CO<sub>2</sub> ni producen la misma cuantía de oxígeno”.

Frente a la deforestación y la tala, Díaz señala que “si se queman o talan los árboles, se volvería a liberar a la atmósfera el dióxido de carbono fijado, pero si los conservamos, se convierten en almacenadores de carbono que ayudan a mitigar los cambios climáticos y el calentamiento global”.

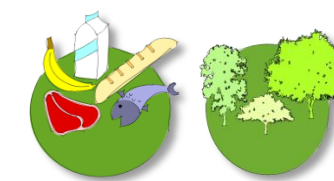
### ¿Por Qué Nos Hace Tan Bien Rodearnos De Naturaleza? (Sofía Beuchat, 2012).

La finlandesa Eeva Karjalainen, del **Finish Forest Research Institute**, es una de las científicas que más han estudiado el tema. Según sus hallazgos, el contacto con la naturaleza reduce la ansiedad y agresividad, mejora el ánimo y aumenta la sensación general de bienestar. Además, la doctora concluyó que la gente que vive en entornos naturales se recupera más rápidamente de situaciones estresantes.



Imagen 191: Contacto con el medio ambiente natural influye en calidad de vida. (Sofía Beuchat, 2012)

Esto, explica, tiene que ver con asuntos físicos: la tensión muscular, el ritmo cardíaco, la presión sanguínea y el nivel de hormonas asociadas con el estrés se normalizan con más facilidad en espacios naturales que en los urbanos. Es, simplemente, volver a nuestra esencia profunda. Pero también hay explicaciones más holísticas, que sugieren que al entrar en contacto con la naturaleza los seres humanos nos sentimos como una parte del universo y nos conectamos con la divinidad. Según la revista estadounidense Science Daily, esta sensación de pertenencia nos ayuda a superar el aislamiento y desarrollar habilidades ‘blandas’, como la empatía, la flexibilidad y la capacidad de aceptar la crítica, que nos hacen vivir de manera más feliz.



La Escuela de Medicina de la Universidad de Stanford, California, también ha reunido evidencias en este sentido. En su página web oficial, apunta: “Es muy posible que los médicos terminen por recetar una caminata por el bosque en vez de la ingesta de medicamentos para tratar algunos males”, dice, y rescata el concepto de ‘desorden por déficit natural’, creado por el doctor Richard Louw. Según este médico, en espacios con naturaleza pensamos mejor, somos menos hiperactivos, sufrimos menos ansiedad y menos depresión. O sea: se suma lo positivo, se resta lo negativo.

### Peso y psicología (Sofía Beuchat, 2012).

Esto de rodearse de naturaleza tiene que ver también con el bienestar del cuerpo. Todo indica que al vivir cerca de parques hacemos más vida al aire libre. Jugar a la pelota suele desplazar los sedentarios videojuegos y la bicicleta se convierte con más facilidad en un medio de transporte apto para incorporar en la vida diaria. Además, caminar rodeada de edificios no tiene el sabor agradable de andar a pie bajo la sombra de los árboles o sintiendo el ruido de un riachuelo.

Un estudio holandés publicado el 2003 por la revista Journal of Environmental Psychology confirmó que mientras más verde sea el entorno, más actividad física se practica. Faltaba, entonces, comprobar que esta relación tiene un efecto directo en el peso corporal promedio de los habitantes de zonas en las que abunda la naturaleza. Por eso, un grupo de científicos de la Universidad de East Anglia, Inglaterra, relacionó los índices de obesidad y sobrepeso con los de accesos a áreas verdes. Los resultados, publicados en revistas científicas el 2010, confirmaron sus sospechas: las personas que viven alejadas de parques y plazas tienen un 27% más de incidencia de sobrepeso. Es un porcentaje altísimo, considerando lo difícil que es perder esos kilos de más y lo bien que su pérdida les hace a nuestra salud y autoestima.

“Estos hallazgos a veces nos hacen preguntarnos: ¿realmente necesitábamos que un científico nos diga esto?”, apunta la revista Science Daily, sorprendida por el hecho de que los seres humanos necesitemos tanta evidencia para reparar en algo que pareciera ser una perogrullada como decir que la naturaleza nos

hace bien. Pero la información disponible es tan potente que hoy incluso hay una nueva corriente psicológica que invita a recurrir al mundo verde con fines terapéuticos: la **ecosicología**.



Imagen 192: Personas ejercitándose en espacios verdes con fines terapéuticos. (Google imágenes, 2012)

“Su principal postulado es que lo que es bueno para el hombre y lo que es bueno para la naturaleza están más cerca de lo que se cree”, explica Mary Gomes, psicóloga y académica de la Sonoma State University, EE.UU., en la revista Insights, publicada por su universidad. “Muchos de los cambios que llevan a una vida más satisfactoria y con más sentido también promueven un lazo más sostenible y sensible con la tierra. Del mismo modo, en muchos procesos responsables de la destrucción ecológica está la raíz del sufrimiento psicológico humano”.

Según la especialista, la ecosicología no solo invita a estar más en contacto con la naturaleza, sino que además propone una vida con menos consumo y hábitos alineados con los ritmos propios de la madre naturaleza.

### Conclusión.

Los alimentos y las áreas verdes pueden formar un solo componente dentro de la vivienda si se los utiliza correctamente y bajo criterios bioclimáticos, ecológicos y sustentables. La posibilidad de generar alimentos de diferente tipo es muy diversa ya que dentro de áreas verdes pueden ser árboles frutales, hortalizas, verduras, etc. y si se requiere de huevos, pollo o carnes se pueden criar ciertos animales lo cual dependerá estrictamente del espacio disponible. Cabe destacar que los desechos fecales de los animales son una fuente de energía bastante alta si se los utiliza dentro del biodigestor casero.

Las áreas verdes son parte fundamental en los seres vivos para gozar de una vida sana y con menores problemas tanto físicos como psicológicos y aprovechar de algunas especies de árboles o plantas que generen más que sólo oxígeno y sombra es un factor determinante a la hora de generar un espacio habitable autosuficiente.

Algunos de los alimentos que no pueden ser generados en el contexto de la vivienda, se conseguirán en lugares donde se pueda constatar su origen y que estos no tengan químicos involucrados para su producción. Los materiales usados para el empaque o la cantidad de empaque deberán pasar por el concepto de las tres erres, reducir, reutilizar y reciclar.

Al avanzar en el estudio de los diferentes componentes de la vivienda expuestos, se pueden ver como todos están ligados y apuntando hacia un mismo objetivo. Anteriormente se analizaba las diferentes posibilidades de reutilizar y reciclar el agua en la vivienda y así reducir su consumo y en general la contaminación ambiental que producía en sistemas convencionales; ahora todas las áreas verdes podrán ser regadas con el agua apropiada y sin necesidad de ser potabilizadas y generar gastos innecesarios y desperdicio de agua.



### 45. DESASTRES NATURALES.

Unos de los grandes problemas que suele presentarse en una vivienda convencional es su ausencia de diseño estructural y arquitectónico resistente ante desastres naturales dependiendo del sector en el que se encuentren. Los principales causantes de este tipo de tragedias en la zona pueden ser las **inundaciones** y los **terremotos**, cualquier otro tipo de catástrofes como deslaves, tsunamis, etc. quedan descartados.

Según los datos históricos y los recogidos por la comunidad de El Achiote, no se han presentado problemas por inundaciones y esto se debe a que se encuentran en una zona lo suficientemente alta para ser afectada por intensas lluvias o desbordamiento de ríos cercanos.

Por otra parte los terremotos son una amenaza a nivel nacional y gran parte de los edificios del sector no cuentan con las características constructivas correctas para soportar sismos de gran magnitud. Muchas de las edificaciones son realizadas empíricamente sin estudios estructurales adecuados.

Para proveer de seguridad a las personas que podrían habitar el diseño conceptual de vivienda sustentable, existen diferentes teorías, estrategias y tecnologías que pueden ser aplicadas al diseño estructural y arquitectónico de la vivienda. A pesar de no existir riesgos mayores de inundaciones es necesario prever de las funciones especiales para soportar este tipo de desastre.

De los materiales revisados previamente y los que obtuvieron una mayor valoración por sus características constructivas y estructurales se los analizará desde el punto de vista sismo resistente y que a su vez pueda sobrellevar una poco probable inundación.

Una propuesta interesante dentro de las posibles soluciones puede ser la portabilidad de la vivienda, es decir, en caso de alguna catástrofe, la vivienda puede ser capaz de desmantelarse y rearmarse en una zona más segura. Cabe destacar que debido a su autonomía los recursos como el agua, energía o

alimentos pueden ser a su vez transportados y continuar su funcionamiento.

### 45.1. Teorías, Estrategias y Tecnologías Resistentes a Desastres Naturales.

**Arquitectura Palafítica** (Wikipedia, Palafitos, 2012).

Se dice que los palafitos son viviendas apoyadas en pilares o simples estacas o casas en el agua construidas sobre cuerpos de aguas tranquilas como lagos, lagunas y caños (cursos irregulares y lentos por los que desaguan los ríos y lagunas de las regiones bajas), aunque también son construidas a orilla del mar, como es el caso en algunas zonas de Chile.



Imagen 193: Viviendas palafíticas en sobre el Estero Salado en la ciudad de Guayaquil.

Si bien este tipo de arquitectura se la utiliza en zonas donde se pretende vivir sobre el agua, en muchas de las viviendas vernáculas en el litoral ecuatoriano se practicaba y aún se practica la construcción de sus viviendas palafíticas. Muchas de las veces estas no necesariamente están asentadas sobre un cuerpo de agua, pero lo hacen pensando en posibles inundaciones que se podrían dar y de esta manera la casa no es afectada directamente y pueden salvaguardarse tanto sus ocupantes como parte de sus bienes materiales.

La intención de utilizar este concepto arquitectónico en la vivienda sustentable en El Achiote es para prever de un espacio seguro en caso de una inundación, aunque es poco probable, y a su vez se pueden obtener efectos bioclimáticos positivos al estar levantada del suelo. El confort térmico interior puede mejorar sustancialmente ya que la ventilación puede envolver la totalidad del edificio.

Existen diversas soluciones para contrarrestar las inundaciones como casas flotantes, haciendo uso de diferentes tecnologías, pero debido a la zona no inundable en la que se plantea el concepto de vivienda, no es necesario llegar a niveles arquitectónicos de esa naturaleza. El sistema palafítico en sí mismo es tomado en cuenta como una medida de precaución que a su vez aporta al diseño bioclimático de la edificación.

### Evaluación De Las Edificaciones De Acuerdo A Los Requerimientos Sismo Resistentes (UDEP, 2012).

Los conceptos revisados en este capítulo corresponden a la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, características principales de las estructuras para disminuir su vulnerabilidad sísmica, concepción estructural sismo resistente, categorías de las edificaciones y sistemas estructurales según la norma E-030 "Norma Sismo Resistente".

### Vulnerabilidad sísmica.

Es la susceptibilidad de las edificaciones a sufrir daños por la magnitud del sismo, susceptibilidad del agente interno, es decir los componentes físicos, estructurales y no estructurales de una edificación que están sometidos a una amenaza sísmica.

Depende de dos factores:

- La exposición por el tipo de suelo y la caracterización del movimiento correspondiente.
- La resistencia según la capacidad de la estructura para soportar diferentes esfuerzos, de acuerdo a la forma, dimensiones y calidad de los materiales de la estructura.

### Características principales de las estructuras para disminuir su vulnerabilidad sísmica (UDEP, 2012).

#### Resistencia.

Es la capacidad de soportar esfuerzos unitarios a tracción y compresión, que dependen de las dimensiones y calidad de materiales empleados. Para estructuras de concreto la resistencia debe mantenerse constante a través del tiempo, esto se puede mejorar con el reforzamiento de los miembros y/o adicionando otros nuevos a la estructura.

La resistencia debe distribuirse uniformemente, es decir, se debe evitar estructuraciones que concentren esfuerzos en pocos elementos, generando un desbalance entre el nivel de esfuerzo de los elementos. Se debe proveer la resistencia necesaria para asegurar que las demandas correspondientes de ductilidad no excedan la ductilidad disponible de los elementos de la estructura.

Una resistencia excesiva alta, ciertamente aceptable, puede ser económicamente alta, sin embargo, cualquier resistencia intermedia, puedes ser aplicable, siempre que los aspectos de rigidez y ductilidad sean atendidos y esta alternativa puede tener un costo menor.

Debe buscarse una estructuración con más de una línea de resistencia y con capacidad de redistribuir las fuerzas de sismo en eventualidad de falla de elementos importantes.

#### Rigidez.

Es la capacidad de no deformarse, depende de la geometría de los elementos estructurales e involucra a todos los elementos que participan en la transferencia de carga.

Es importante por el control de las deformaciones, porque reduce daños en elementos estructurales y no estructurales, así como la incomodidad de los ocupantes. El control de la deformación también es importante, pues evita introducir efectos de segundo orden (P – delta).

Los desplazamientos laterales, de traslación y rotación, dependen de las rigideces de los elementos resistentes y de la rigidez torsional de

la planta que es función de la ubicación de los elementos resistentes verticales. Dependen también de la magnitud de las fuerzas laterales. El incremento de rigidez de una edificación se logra de manera eficiente con la incorporación de muros estructurales.

Ejemplos típicos de cambio de rigidez los vemos en los “pisos blandos”, que se producen en edificios cuando la rigidez de un nivel bajo es inferior a la de los niveles superiores; cuando en un mismo nivel existen columnas de diferente altura, tal es el caso de “columna corta”.

### Ductilidad.

Capacidad que tiene la estructura para deformarse plásticamente ante una sollicitación. Es propiedad intrínseca de los materiales de la estructura, pues se libera energía inelásticamente bajo cargas severas.

En general las estructuras de edificios urbanos están compuestas por pórticos y eventualmente por muros de corte, cuyas características estructurales son la hiperestaticidad, redundancia y economía en el diseño, lo que se logra al permitir que algunos elementos lleguen al rango inelástico. Es decir, sean capaces de disipar la energía de los sismos por medio de la fricción interna y la deformación plástica. De esta manera será posible diseñar fuerzas horizontales sustancialmente menores a las correspondientes a una respuesta elástica.

Cuanto mayor sea la ductilidad que desarrolle la estructura, mayor será la energía disipada y mayor podrá ser la reducción de las fuerzas de diseño. Debe verificarse que los elementos de la estructura desarrollen ductilidades tales, que permitan a la estructura como un todo, tener un comportamiento dúctil compatible con el factor de comportamiento o de reducción de ductilidad “Rd”, asumido en la determinación de las fuerzas laterales.

Generalmente, las fuerzas de inercia del sismo son menores en estructuras flexibles o de periodos de vibración natural grande y parecería lógico el tratar de reducirlas, optando por estructuras muy flexibles, sin embargo, la incomodidad para las personas y los daños que dicha flexibilidad produce, generalmente en elementos no estructurales, hacen recomendable que las estructuras tengan

suficiente rigidez para limitar los desplazamientos laterales, en particular los desplazamientos relativos de piso a piso que pueden causar sobre esfuerzos peligrosos en la edificación.

### Amortiguamiento.

Propiedad intrínseca del material originado por la fricción de las partículas que se desplazan, disminuyendo el nivel de demanda sísmica. Es la habilidad del sistema estructural para disipar la energía interna de vibración de una amplificación o resonancia, la misma que se produce cuando el periodo de vibración dominante de la estructura coincide con el periodo del sismo.

Originado por cada uno de los siguientes aspectos o su combinación:

- Deformación elástica o inelástica del sistema estructural y elementos no estructurales.
- Interacción del sistema estructural con el subsuelo de cimentación, el área de contacto influye en el amortiguamiento desarrollado por el sistema estructural y no estructural
- Interacción del sistema estructural con el medio externo, en el caso del agua es importante y en caso del aire es despreciable.

Si además, de estas características se consideran los siguientes conceptos durante el diseño y construcción del edificio, el comportamiento estructural durante el sismo del mismo será mejor y servirá para un nivel más detallado de evaluación.

### Integridad.

Capacidad de los elementos estructurales y no estructurales de la edificación para soportar como un todo, un sismo.

### Estabilidad.

Característica de toda la edificación y cada una de sus partes para soportar las fuerzas laterales manteniéndose firmes en su lugar sin presentar desplazamientos excesivos que ocasionen el colapso de la estructura o del os elementos no estructurales.

### Concepción estructural sismo resistente (UDEP, 2012).

El diseño sismo resistente debe prever a la edificación de cualidades estructurales y dinámicas de manera que tenga niveles de respuestas adecuadas frente a sismos de diversas características.

La experiencia ha demostrado que dichas cualidades tienen que ver con la trayectoria de la carga, redundancia, configuración y la condición de los materiales. Debe considerarse que el comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observan las siguientes condiciones:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada.
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia.
- Consideración de las condiciones locales de suelo en el proyecto.
- Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

### Trayectoria de carga.

Debe haber un sistema de resistencia a fuerzas laterales, que forme un curso de carga entre el cimiento y todos los niveles del diafragma, y que además, integre todas las porciones del edificio, transmitiendo las cargas de la manera más directa posible.

La trayectoria de carga debe ser completa y suficientemente fuerte. En general es como sigue: fuerzas sísmicas, las cuales se originan en todos los elementos del edificio, son liberadas a través de conexiones estructurales a diafragmas horizontales, que distribuyen estas

fuerzas a los componentes de resistencia vertical como muros de corte y pórticos; y los elementos verticales transfieren las fuerzas entre los cimientos.

### Redundancia.

Características de los elementos estructurales que en condiciones normales de diseño no desempeñan una función estructural o están subesforzados con respecto a su resistencia, pero que son capaces de resistir fuerzas laterales si es necesario. Proporcionan un medio útil para obtener un factor adicional de seguridad donde pueda haber incertidumbres analíticas de diseño. Cuando existe, tiende a mitigar altas relaciones de demanda / capacidad y mejora el comportamiento último de la estructura.

El edificio debe tener un sistema redundante, al que la falta de un solo miembro, conexión o componente no afecte adversamente la estabilidad lateral de la estructura.

### Configuración estructural.

Se debe apuntar a diseñar y construir estructuras regulares ya que estas no tienen discontinuidades significativas horizontales y/o verticales, en su configuración resistente a cargas laterales y garantizaran un mejor comportamiento sísmico.

En caso se precise diseñar estructuras irregulares se debe tener en cuenta las siguientes limitaciones:

### Formas irregulares.

Evitar irregularidades de rigidez y piso blando, teniendo en consideración que en cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, no sea menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos.

Elegir formas simples, simétricas y compactas antes que las formas complejas, asimétricas y esbeltas.

En planta, evitar las formas abiertas e irregulares. Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma. Se debe evitar en las posibles formas L, T, U, E, Cruz y buscar, más bien, las formas cerradas y regulares como cuadrada; rectangular, circular y triangular.

En elevación debe evitarse los retiros y el crecimiento de la planta con la altura de la edificación.

Asimismo se debe evitar estructuras muy esbeltas en altura para limitar las fuerzas que en general se presentan en los elementos verticales extremos, debido a los momentos de volteo. Se debe limitar la diferencia entre las dimensiones de los lados de plantas rectangulares.

**Estructuración (UDEP, 2012).**

Debe estructurarse definiendo caminos continuos, uniformes y directos para la transferencia de fuerzas verticales y horizontales a la cimentación. Un sistema estructural adecuadamente seleccionado puede cubrir deficiencias en el análisis, dimensionamiento, detallado y construcción. Pero demasiada atención en el análisis y detallado probablemente no mejora significativamente la performance de un sistema pobremente concebido.

Edificios que tienen un plano simple, regular y compacto, incluyendo un sistema continuo y redundante para resistir las cargas laterales, se comportan bien, siendo por lo general deseable sistemas complejos que introducen incertidumbre en el análisis y detallado o que confían en formas no redundantes de transmisión de carga pueden dar lugar a una respuesta inesperada y potencialmente a un comportamiento inadecuado.

La transferencia de carga debe ser continua desde el punto de aplicación de esta a la cimentación. Las fuerzas de inercia deben ser transmitidas a los diafragmas de pisos, a elementos verticales, a la cimentación y al suelo. De no proveerse adecuada resistencia a los elementos individuales del sistema o a sus conexiones la falla de alguno de éstos puede conducir al colapso total del sistema.

Se debe asegurar la regularidad, pues cambios bruscos en rigidez, resistencia o masa, sea en planos verticales u horizontales generalmente conducen a una respuesta difícil de predecir y eventualmente a un comportamiento inadecuado, como la no uniformidad de las deformaciones para eliminar la concentración de esfuerzos en algunos elementos.

Son ejemplos de discontinuidad la interrupción de muros antes de llegar a la cimentación, las aberturas grandes en muros, aberturas en elevación de muros, perforaciones de los diafragmas horizontales. Los cambios bruscos de resistencia o de rigidez en los pórticos, muros de corte o en los diafragmas horizontales.

La estructura debe contar con diafragmas horizontales rígidos, capaces de distribuir fuerzas horizontales a los elementos verticales.

La disposición y características de los elementos sismo resistentes deben tender a lograr simetría de rigidez y coincidencia de centros de rigideces con el centro de masa, para minimizar los efectos torsionales; cuando no hay simetría se producen torsiones que llevan a comportamientos difíciles de predecir y a la magnificación innecesaria de las fuerzas internas en algunos elementos.

Los sistemas que combinan varios subsistemas resistentes a cargas laterales, generalmente, se han comportado bien durante sismos. La redundancia permite la redistribución de fuerzas internas en caso de falla de algunos elementos importantes. De no contarse con esta capacidad de redistribución la falla de algún elemento aislado podría ocasionar el colapso de toda la estructura.

Las suposiciones que se hayan hecho para el diseño de los apoyos de la estructura y selección del material deben ser concordantes con las características propias del suelo de cimentación. El diseño de las cimentaciones debe estar hecho de manera compatible con la distribución de fuerzas obtenidas del análisis de la estructura.

**Masa (UDEP, 2012).**

Las fuerzas de inercia producidas por un sismo son proporcionales a la masa de la edificación. Debe buscarse, por lo tanto, reducir al mínimo la masa.

El exceso de masa puede llevar a un aumento innecesario en la fuerza de inercia, a una reducción de la ductilidad de los elementos verticales y a incrementar la propensión a falla por efectos P – delta.

La masa debe ser distribuida uniformemente en planta y elevación, evitando concentraciones de masa, particularmente en los pisos superiores, para evitar una respuesta irregular y compleja.

**Tipo y ubicación de elementos no estructurales (UDEP, 2012).**

Los elementos no estructurales pueden interferir en la transmisión fluida de las fuerzas de inercia provocadas por los sismos y comportarse, como elementos resistentes a fuerzas horizontales, produciendo alteraciones en la redistribución de la rigidez, que puede ocasionar torsiones, discontinuidades en la transmisión de fuerzas; finalmente concentraciones de esfuerzos que pueden ser origen de fallas estructurales. En consecuencia se debe estudiar la disposición de los elementos rígidos no estructurales, de manera de asegurar que no producirá modificaciones en el comportamiento asumido de la estructura. Eventualmente su fijación a la estructura debe diseñarse para permitir el libre desplazamiento de esta pero suficientemente estables como para que no se desprendan de la estructura y puedan causar consecuencias lamentables a los transeúntes.

**Materiales y condiciones de mantenimiento (UDEP, 2012).**

El deterioro de los materiales estructurales puede comprometer la capacidad de los sistemas a fuerzas laterales y verticales.

El tipo más común de deterioro es causado por la intrusión de agua. Asimismo se debe tener cuidado en la evaluación de un edificio que parezca estar en buenas condiciones y que se sepa que ha sido sujeto a sismos en el pasado.

En este caso se debe considerar las siguientes posibilidades: que los sismos que la edificación ha afrontado tal vez, no hayan sido significativos, o la buena apariencia puede ser solo un buen reparo cosmético que esconde daños que no fueron reparados.

El análisis teórico con respecto a los requerimientos sismo resistentes en una edificación se los toma en cuenta de manera conceptual en el diseño de vivienda sustentable ya que este llegará hasta un nivel esquemático pero con todas las características antes revisadas de cada uno de los componentes. Se pretende establecer parámetros que permitan configurar una vivienda con aspectos sismo-resistentes al igual que el uso correcto de los materiales de construcción en la estructura de la vivienda.

Los materiales de construcción en el área de estructura fueron analizados bajo factores bioclimáticos y sustentables principalmente ya que estos poseen capacidades de soportar sismos de gran magnitud y mantener íntegra la vivienda siempre y cuando se hayan utilizado adecuadamente y tomado las precauciones pertinentes para su duración.

### Uber Shelter, Vivienda Portátil Desmontable (Domokyo, 2010).

Lamentablemente, en varios rincones del mundo, diferentes situaciones hacen que miles de familias pierdan sus hogares y deban alojarse en campamentos de refugiados. Guerras o desastres naturales son algunas de las principales causas de esta problemática que el diseñador Rafael Smith ha decidido combatir a su manera.



Imagen 194: Concepto de vivienda modular portable Uber Shelter. (Domokyo, 2010)

La **Uber Shelter**, una vivienda modular y portable que podrá alzarse en cualquier sitio con máxima velocidad y sencillez sin necesidad de contar con complicadas herramientas.

Así, este modelo conceptual es una unidad de vivienda especialmente pensada para ayudar a las personas que se han quedado sin hogar de modo de satisfacer sus necesidades inmediatas. Además de su maravilloso fin, las características de este proyecto son sumamente interesantes dado que, entre otras cosas, se encuentra construido con materiales reciclables y reutilizables, es fácil de transportar y sencillo de montar.

Según el propio Rafael Smith ha tenido en cuenta cinco puntos para el diseño de la vivienda:

- Fácilmente transportable y plegable de tal forma que quede como un elemento plano.
- Construida con materiales reciclados y que tienen la posibilidad de ser reutilizados.
- Fácil de montar y sin necesidad de usar muchas herramientas.

- Puede ser utilizado como unidad básica pero es fácilmente mejorable y puede acoger las nuevas infraestructuras.
- Apilable.

En una primera fase, se transporta la unidad hasta la localización requerida y se monta rápida y fácilmente una unidad de vivienda básica que satisface las necesidades esenciales de la población.

Posteriormente, en una segunda fase se distribuye un nuevo "paquete de actualización" que permite agregar nuevas infraestructuras y capacidades a las unidades básicas: electricidad para la iluminación, estufas compactas, refrigeradores, etc.



Imagen 195: Proceso de construcción rápida del refugio portátil Uber Shelter. (Domokyo, 2010)

Entonces, la Uber Shelter puede contar con dos a tres habitaciones según las necesidades de cada familia, además es apilable. De este modo, las partes llegarán a destino ocupando muy poco espacio y allí mismo comenzará la tarea de ensamblarse y, una vez que ya se haya utilizado podrá volver a desmontarse, envasarse y enviarse a otra zona de desastre para convertirse en el hogar de otras personas.

De esta manera, la Uber Shelter ha sido diseñada para adaptarse a diferentes situaciones, terrenos, y climas. Lamentablemente es tan solo un prototipo que ciertos gobiernos podrían comenzar a convertir en una realidad.

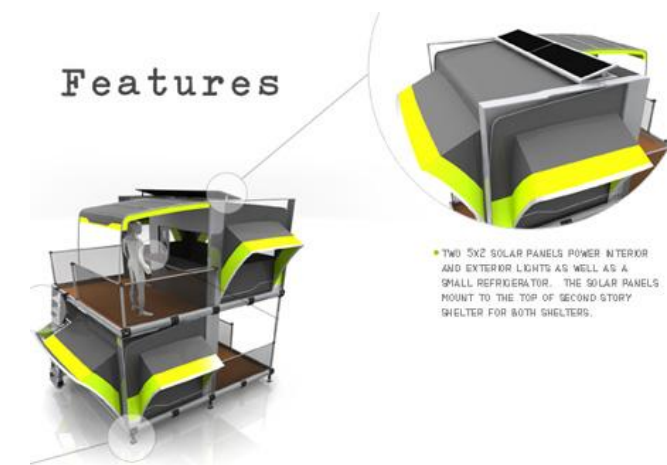


Imagen 196: Estabilidad estructural ligera y dispositivo fotovoltaico para generar energía. (Domokyo, 2010)

### Conclusión.

Al igual que este proyecto conceptual Uber Shelter existen muchos con características similares que tienen como finalidad su rapidez en la construcción, que sea modular y de fácil transportación.

Si bien la vivienda sustentable a ser proyectada va mucho más allá de una solución emergente y algunas de las características a utilizarse concuerdan con los puntos descritos por el diseñador Rafael Smith y son su fácil transportación, uso de materiales reciclados y reutilizables, de fácil montaje, etc. Sumado a esto tendrá todos los componentes sustentables antes descritos como energía renovable y autónoma, aprovechamiento de las aguas lluvias, tratamiento adecuado de desechos sólidos y aguas servidas, entre otros.

En general se pretende usar todas las herramientas disponibles para crear una vivienda conceptual con capacidades sismo-resistentes pero que la vez sea ligera y de fácil montaje y transportación. La sustentabilidad en el componente Desastres Naturales es precisamente en proponer una estructura que sea capaz de soportar las posibles tragedias que se presentan de manera natural y que a su vez posea todos los aspectos para convertirla en una unidad habitacional autónoma.

## 46. CONCIENCIA ECOLÓGICA.

Este componente es uno de los más importantes dentro de todos los que conforman el **diseño conceptual de vivienda sustentable**, ya que en base a una cultura ecológica, pensando en el medio ambiente y el impacto que genera un edificio habitacional, se toman en cuenta todos los demás componentes antes mencionados.

La **conciencia ecológica** no es más que la suma de todo lo analizado previamente como los materiales de construcción, energía, agua, lluvia, desechos, etc. Cada uno de estos elementos apunta hacia un desarrollo sostenible, buscando siempre el equilibrio natural en el planeta.

Además de haber planteado varias teorías, estrategias y tecnologías sustentables para seleccionar lo más apto a usarse en una vivienda, es de vital importancia la cultura y los hábitos de los usuarios que habitaría en ellas. Existe un alto crecimiento en cuanto al conocimiento de los problemas ambientales a nivel mundial como el calentamiento global y sus efectos y el fácil acceso a la información a través de medios digitales ha promovido en cierto grado una concientización ambiental.

Para conocer un poco más las diferentes actividades que se pueden realizar en la vivienda para ayudar al medio ambiente se hizo una recopilación de diferentes hábitos ecológicos de diversas fuentes.

### Hábitos Ecológicos en Casa.

- Cuelga la ropa en tendederos en lugar de utilizar una secadora eléctrica, que consume grandes cantidades de energía.
- Evita el consumo de agua embotellada. Una buena opción es tener filtros en la casa. En algunas ciudades el agua corriente es potable. (conoce la calidad del agua de tu ciudad)
- Revisa regularmente las instalaciones sanitarias y equipos para detectar fugas.
- Coloca una botella de agua de 1lt. en el depósito del agua, esto te ayudará a ahorrar un litro de agua por cada descarga.

- Cierra las llaves del agua mientras te enjabonas, afeitas o cepillas los dientes y ábre las sólo para enjuagarte.
- Coloca una cubeta para recoger el agua fría mientras sale la caliente; puedes usarla después en la limpieza de la casa, del coche o para regar las plantas. Al fugarse una gota por segundo, al final del día se llena una cubeta de por lo menos 30 litros.



Imagen 197: Ahorro del agua a nivel mundial. (Google imágenes, 2012)

- Limpia pisos, paredes y vidrios con dos cubetas de agua; una para limpiar y otra para enjuagar. No abuses de los productos de limpieza.
- Aprovecha el agua jabonosa para lavar los escusados. Si la del enjuague está libre de productos de limpieza, utilízala para regar las plantas o el jardín
- Antes de lavar los trastos, retira los residuos de comida y deposítalos en un bote o bolsa; no los arrojes por el drenaje ni los revuelvas
- Remoja los trastos de una sola vez; si tienen mucha grasa, utiliza agua caliente. Enjabónalos con la llave cerrada y enjuágalos rápidamente bajo un chorro moderado.

- Lava las verduras en un recipiente con agua; tállalas con los dedos o con un cepillo y desinfectalas. Reutiliza esta agua para el escusado o regar plantas
- Remoja la ropa en jabón para que sea más fácil quitar manchas y mugre.
- Si lavas la ropa en el lavadero, no desperdices el agua. Reutiliza con la que enjuagaste para remojar la siguiente tanda de ropa sucia
- No utilices la taza del baño como basurero.
- Si utilizas lavadora, úsala sólo para cargas completas. Esto ayuda a ahorrar agua y energía eléctrica.
- Utiliza poco detergente, no es necesario crear mucha espuma, basta con sentir el agua jabonosa, recuerda que lo que limpia la ropa no es la espuma.
- Utiliza detergentes biodegradables.
- Siembra en tu jardín ó terraza plantas y si es posible, árboles.
- Consume productos locales y no marcas recorren largos kilómetros.
- Evita la comida rápida, consume más natural y trata de disminuir la basura al evitar la comida para llevar (desechables)



Imagen 198: Reducir, reutilizar y reciclar. (Google imágenes, 2012)

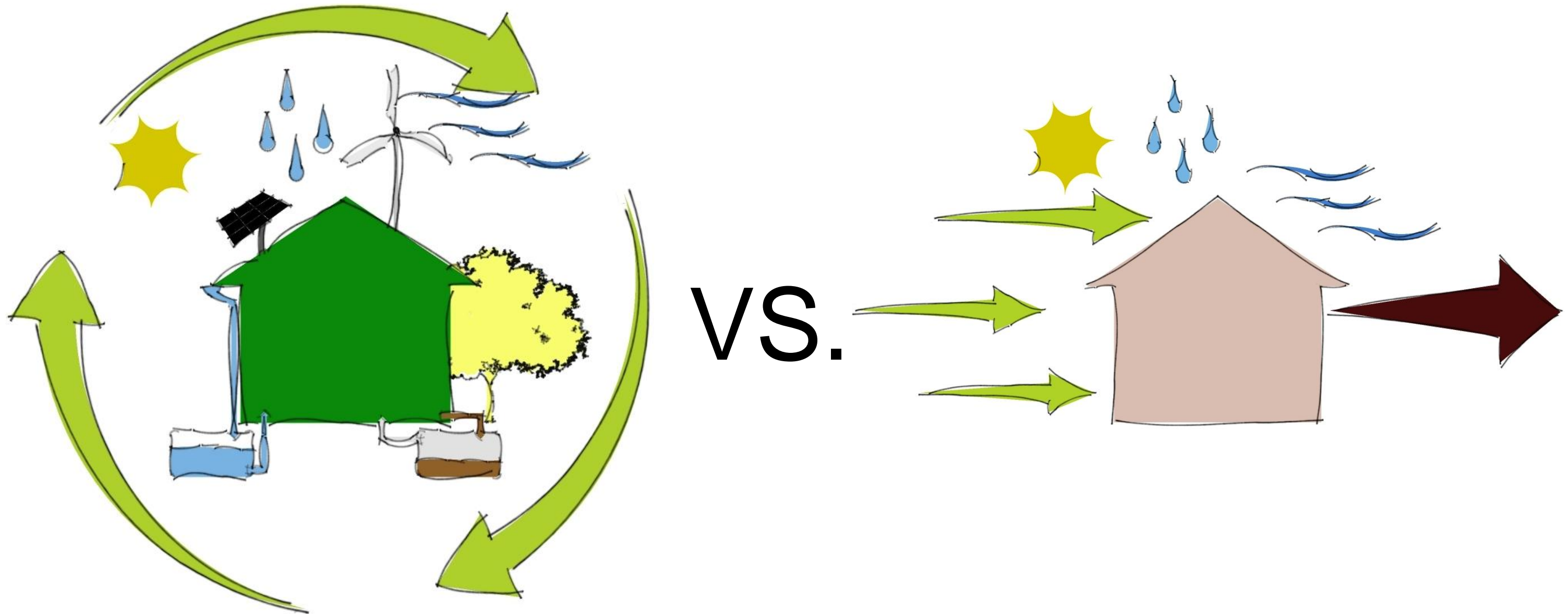
- Camina, debilita un poco tu dependencia al automóvil.
- No retires las hojas que caen de la poza de la planta, para ayudar a mantener la humedad por más tiempo.
- Pon de moda los juegos de mesa (cartas, dados, memoria) y evita estar tanto tiempo conectado en los dispositivos eléctricos.
- Utiliza focos ahorradores y no los incandescentes.
- Apaga las luces innecesariamente encendidas.



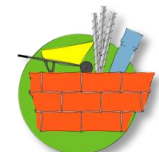
Imagen 199: Conciencia ecológica ahorrando energía. (Google imágenes, 2012)

- Reduce, reutiliza y recicla en lo posible.
- Consume alimentos preferencialmente de origen orgánico, son más saludables y contienen menos energía incorporada.
- Adquiere dispositivos electrónicos con bajo consumo de energía.





**FASE 3.** Análisis Comparativo entre Sistemas de Vivienda Sustentable y Sistemas de Vivienda Convencional de El Triunfo.



### 47. ANÁLISIS GENERAL DE SISTEMAS DE VIVIENDA CONVENCIONAL DE EL TRIUNFO Y SISTEMAS DE VIVIENDA SUSTENTABLE.

Las viviendas analizadas previamente tanto en el sector urbano de El Triunfo como el sector rural de El Achiote, presentan muchas similitudes con respecto a sus componentes y en general el concepto de vivienda es el mismo. Es probable que debido al estrato de vivienda analizado los consumos en general dentro de ambas viviendas sean considerablemente bajos y su costo a la vez es mínimo.

Las diferentes teorías, estrategias y tecnologías bioclimáticas y sustentables analizadas en general promueven reducir el impacto ambiental generado por la construcción de viviendas de características convencionales.

Cada uno de los componentes de la vivienda analizados tanto en los sistemas convencionales como sustentables, se compararán con el fin de determinar cuáles son los más adecuados para utilizarse en el diseño conceptual de vivienda sustentable en El Achiote.

#### 47.1. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CONVENCIONALES Y SUSTENTABLES.

El problema principal de los materiales utilizados en la vivienda convencional es el alto grado de energía incorporada tanto para su fabricación como en su construcción, sumado a esto las propiedades térmicas de los materiales, en su mayoría de la cubierta y paredes, afectan sus capacidades bioclimáticas desfavoreciendo su confort ambiental interno.

Algunos de los materiales usados en estas viviendas convencionales coinciden con los analizados para su aplicación en el concepto de vivienda sustentable como son el hormigón, ladrillo, madera y acero; y sus falencias radican principalmente en la falta de criterios ecológicos, bioclimáticos y sustentables para su aplicación en la vivienda. El uso de estos materiales es una posibilidad viable siempre y cuando se lo realice con responsabilidad y tratando de disminuir su porcentaje de uso y así reducir el impacto que generan actualmente.

Los materiales de construcción utilizados tanto en el sector urbano como rural coinciden, ya que el sistema constructivo a su vez es el mismo, por lo que se compararán como una unidad. Los materiales utilizados convencionalmente son:

- Acero.
- Hormigón armado.
- Ladrillo.
- Zinc.
- Madera.
- Mortero de cemento.

La evaluación de materiales realizada previamente en la fase 2, con el fin de determinar cuáles, según su función en la vivienda, eran los más bioclimáticamente adaptables y sustentables, de esto se obtuvo una valoración en la vivienda en la cual se separaron sus funciones principales como son su estructura, las paredes, el techo o cubierta y su piso. Sus valores promedio son los siguientes:

MATERIALES	ESTRUCTURA		PAREDES		CUBIERTA		PISO		PROMEDIO
	VALOR BIOCLIMÁTICO	VALOR SUSTENTABLE	VALOR BIOCLIMÁTICO	VALOR SUSTENTABLE	VALOR BIOCLIMÁTICO	VALOR SUSTENTABLE	VALOR BIOCLIMÁTICO	VALOR SUSTENTABLE	
Hormigón armado	6,8	4,71			6,44	4,95			5,70
Acero	3,4	7,7			3,67	7,79			5,64
Madera	9,17	6	9,11	6,13	8,3	6,86	8,63	6,7	7,61
Caña guadúa (bambú)	9	8,78	8,6	8,84	8,29	8,95	8,6	9,24	8,79
Muro portante (ladrillo)	7,2	6							6,60
Ladrillo			7	6,35					6,68
Bloques de cemento			7	6					6,50
Piedra			5,71	5,76					5,74
Tierra			8,2	6,21					7,21
Cerámica							8	5,13	6,57
Hormigón simple							7	6,08	6,54

Tabla 68: Materiales de construcción y sus valores promedio bioclimáticos y sustentables. Elaborado por Juan José Rodríguez, Diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes (2012).

Según estos valores la caña guadúa sobresale en cada una de las funciones principales planteadas dentro de la vivienda, sin embargo se podrá hacer uso de los demás materiales que posean valores positivos en alguna función específica en la vivienda.

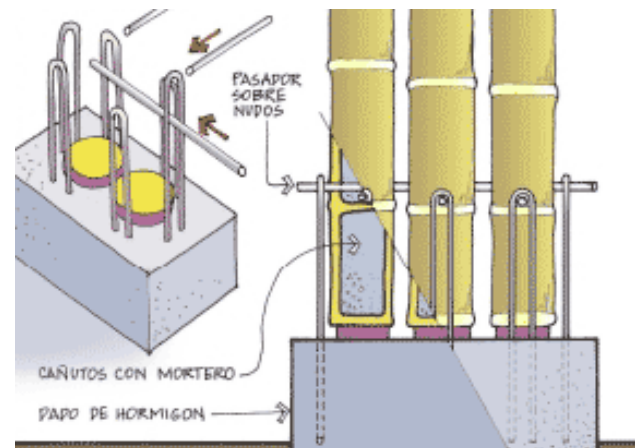


Imagen 200: Esquema del sistema estructural de caña guadúa con los elementos de hormigón armado y acero. (Arq. Jorge Morán, 2007).

#### 47.2. Selección De Materiales Para El Diseño Conceptual De Vivienda.

Las materiales de construcción a utilizarse según su función son los siguientes:

##### Estructura.

Caña guadúa.- Formará parte de los elementos estructurales principales como columnas, vigas y demás elementos utilizados en este tipo de construcción.

Hormigón armado.- Su función se empleará estrictamente a cimientos como plintos o riostras y en menor proporción para ayudar al sistema estructural con caña guadúa.

Acero.- Su uso se limitará a la estructura que necesita el hormigón armado y a sujetar los elementos de caña guadúa.



Imagen 201: Alternativas del uso de la caña guadúa como estructura, con cimientos de hormigón armado. Obra del Arq. Simón Vélez.

##### Paredes.

Caña guadúa.- Se aplicará este material en las paredes utilizando sus diferentes variaciones según las características del diseño conceptual.

Tierra.- Su aplicación será para recubrimiento de las paredes de caña a manera de bahareque.

Mortero de cemento.- Una alternativa de recubrimiento de las paredes de caña o como estabilizador o para mayor resistencia para la tierra aplicada a las paredes.



Imagen 202: Imágenes de paredes de caña guadúa revestidas con mortero de cemento. (Núñez., 2008).

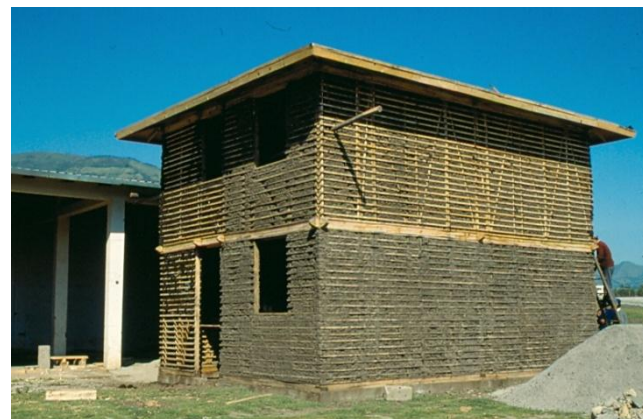


Imagen 203: Paredes de bahareque, Caña guadúa y tierra de recubrimiento. (Cevallos, 2011).

**Cubierta.**

**Caña guadúa.-** Funcionará como estructura con capacidades de carga altas para soportar recubrimientos vegetales con tierra y además será transitable.

**Hormigón simple.-** Uso reducido para ayudar estructuralmente al sistema constructivo de caña guadúa.

**Acero.-** Su uso se limitará para sujetar los elementos de caña guadúa.



Imagen 204: Imágenes del sistema de cubierta vegetal con caña guadúa. (Arq. Celina Llerena, 2006).

**Piso.**

**Caña guadúa.-** Su aplicación se la realizará en los pisos de la vivienda utilizando los eco-materiales (Morán, 2011)

**Hormigón simple.-** Su aplicación será reducida a pequeños puntos específicos en el piso de la vivienda.

**Acero.-** Solamente será utilizado para sujetar los elementos de caña guadúa.



Imagen 205: Solución de piso de caña guadúa (bambú). (Google imágenes, 2012)



Imagen 206: Eco-materiales elaborados a base de caña guadúa. (Morán, 2011)

Existen otros materiales de construcción que pueden ser utilizados en **diseño conceptual de vivienda sustentable**, entre los cuales están:

**MycoBond** (Sanz, 2012).- Es un nuevo material de embalaje de espuma. Requiere para su fabricación sólo una octava parte de la energía y una décima parte del dióxido de carbono que necesitan los materiales tradicionales de embalaje. La materia prima para elaborar este nuevo material es una mezcla de subproductos agrícolas y hongos. Una vez cumplida su función y se desecha, se puede utilizar como compostaje para el jardín. Su uso se limitaría a usarse como aislante térmico en paredes o cubierta.



Imagen 207: MycoBond y sus características adaptables como aislante térmico. (Sanz, 2012)

**Pintura Solar Sunbelievable** (Rodríguez L. , Veo verde, 2011).- esta pintura recubre el exterior de la casa contiene **nanopartículas** que absorben la luz para crear **energía eléctrica**. La cantidad de energía que podría generar esta tecnología es mínima, sin embargo es un aporte al suministro eléctrico renovable de la vivienda.

**Protocélulas** (George Webster CNN, 2011).- Una protocélula podría ser mezclada con pintura de pared y programada para producir piedra caliza cuando se expone al **dióxido de carbono (CO2)** en la superficie de la vivienda. El desarrollo de esta tecnología se encuentra actualmente en desarrollo pero posee bases teóricas sólidas y con el tiempo se podrá retener parte del CO2 en la atmosfera con un recubrimiento de pintura.

**48. SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL Y SISTEMAS SUSTENTABLES.**

El sistema de **energía convencional** de las viviendas urbana y rural proviene de la misma fuente; la hidroeléctrica Daule-Peripa que luego pasa a Durán, Milagro y posteriormente a El Triunfo.

Previamente se analizaba los impactos ambientales que una hidroeléctrica tiene, a pesar de ser una de las fuentes de energía renovable más limpia, sin embargo la infraestructura necesaria para hacer llegar la energía a cada una de las viviendas tiene un alto costo. El consumo de energía en ambas viviendas convencionales analizadas promedia los **100 Kw/h** al mes. El costo de este servicio energético es barato pero cabe recalcar que está subsidiado en gran parte por el estado ecuatoriano al igual que el gas domestico.

Por otra parte los sistemas de energía alternativa renovable o sustentable son una opción muy acertada cuando se trata de proveer de energía a sectores rurales donde la electricidad aún es de difícil acceso.

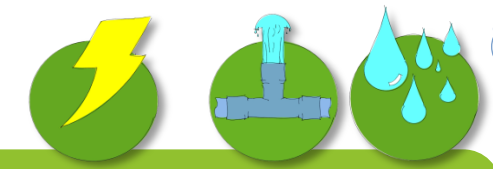
**48.1. Selección De Sistemas Energéticos Sustentables Para El Diseño Conceptual De Vivienda.**

Existen varias alternativas de entre las cuales una de las más acertadas es la **energía fotovoltaica** o solar, la cual ha tenido avances significativos con respecto a su rendimiento. Los **paneles solares híbridos** son una opción interesante ya que hace uso del sol para calentar el agua y generar electricidad a la vez.

Los paneles fotovoltaicos convencionales tienen un rendimiento del 15% de la radiación solar de **1000 W/m2** y calculando la luz diaria (12 horas) con **2 m2** de paneles solares se obtendría un total de **3.6 Kw/h por día**.

**Los paneles híbridos** en este caso el llamado **"PowerVolt"** (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011) que produce un poco más electricidad que calor para el agua, produce 175 vatios de electricidad y 450 vatios de calor, dando como resultado:

$$2 \times 175 \text{ vatios} \times 12 \text{ horas} = 4200 \text{ vatios/hora} = \mathbf{4,2 Kw/h por día.}$$



El consumo promedio actual en una vivienda en el sector de El Achiote es de **3,28 Kw/h por día** lo cual permite hacer uso de baterías para almacenar los vatios restantes para usarse posteriormente.

En general todas las tecnologías fotovoltaicas son bastante aplicables desde el punto de vista conceptual a pesar de que algunos de estos dispositivos aún se encuentran en primeras etapas de desarrollo.

La energía eólica es una opción bastante limpia y renovable pero no se ajusta a las condiciones bioclimáticas del sector donde los vientos fuertes son escasos.

Otra fuente energética interesante es la proveniente de un biodigestor anaerobio el cual produce gas metano al descomponer materia orgánica como desechos de alimentos, aguas servidas domésticas o excretas de animales. Este gas puede ser utilizado para generar energía o utilizarlo para cocinar los alimentos. Actualmente no hay valores netos que indiquen la cantidad de energía que se puede obtener utilizando esta tecnología pero de todas formas es una aportación al sistema energético de la vivienda haciendo uso de sus residuos.

La biomasa puede funcionar similar al biodigestor ya que hace uso de materia orgánica para producir gas metano, biodiesel, bioetanol o servir de leña. Para aprovechar de mejor manera esta tecnología se necesitaría grandes cantidades de materia orgánica y por efectos de espacio en el contexto de la vivienda este es limitado. Sin embargo el uso de cualquier materia orgánica de árboles, plantas, etc. podrán ser enviados a un biodigestor que procesará debidamente estos y a su vez generará energía útil a la vivienda.

Una particularidad del uso de energías renovables es que su uso debe ser optimizado y no desperdiciarlas. Para controlar los consumos de los dispositivos eléctricos y electrónicos existen sistemas como el **Open Energy** (Energía Libre) o el **Ecobox**, que permiten conocer exactamente cuanta energía se consume en la vivienda y poder monitorearlo desde una computadora, celular o un panel general en algún lugar de la casa. Este tipo de tecnología ayudaría a reducir considerablemente los consumos energéticos innecesarios. Esta

aplicación se la ejecutaría al igual que las demás teorías, estrategias y tecnologías planteadas de manera conceptual y tomando en cuenta que las personas que habitaran en ellas tendrán una conciencia ecológica importante que no afecte la cultura actual de los que utilizan los sistemas convencionales de vivienda.

Un característica específica de solución habitacional bioclimática – sustentable es su **ahorro de energía** al utilizar eficazmente los recursos naturales para mantener un confort térmico apropiado, iluminación natural que evite encender focos durante el día y una ventilación natural que facilite la renovación continua de aire y no hacer uso de dispositivos de climatización artificial. Los materiales de construcción previamente seleccionados también aportan considerablemente los niveles de confort interior.

Los sistemas de generación de **energía renovable** a utilizarse de manera conceptual en la vivienda en el sector rural de El Achiote son los siguientes:

**Panel Fotovoltaico Híbrido** (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011).- Capaces de generar **4,2 Kw/h** por día y a su vez proveer de agua caliente para actividades domésticas.



Imagen 208: Paneles fotovoltaicos híbridos. (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011)

**Biodigestor Anaerobio** (Marsilli, 2005).- Produce biogás metano a base de desechos generados en la vivienda que pueden ser transformados en energía eléctrica.



Imagen 209: Sistema biodigestor anaerobio de hormigón. (Google imágenes, 2012)

**Ecobox** (Julio, 2010).- Esta tecnología permite dar a conocer la cantidad de energía consumida en tiempo real y los dispositivos activos dentro de la vivienda. Indispensable para optimizar el uso energético.



Imagen 210: Esquema de instalación y funcionalidad del Ecobox. (Marsilli, 2005)

### 49. SISTEMA DE AGUA LLUVIA - POTABLE CONVENCIONAL Y SISTEMA SUSTENTABLE.

El agua potable en los sectores urbano y rural posee características similares en cuanto al tipo de fuentes, ya que ambas poseen conexión a una red pública y a su vez hacen uso de un pozo profundo como alternativa. El consumo de agua está relacionado con el número de personas que habita la casa, no obstante sus valores rondan de **13 a 15 m3 mensuales**.

La calidad del agua es bastante buena a pesar de no ser apta para el consumo humano, en este caso las personas adquieren agua embotellada o la hierven para desinfectarla.

Existe un ineficaz uso del agua potable en actividades domesticas donde no es necesario utilizar agua limpia para su operación. El 56% de su uso en la vivienda no necesita ser potable y solamente el 44% debería pasar por un proceso de purificación (IAGUA, 2008).

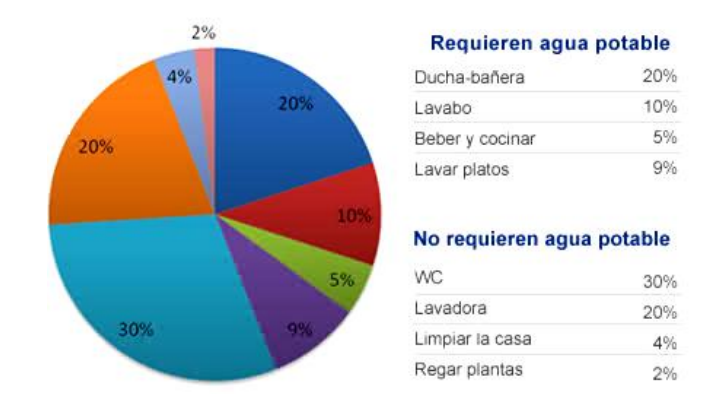
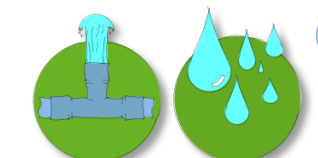


Imagen 211: Porcentaje de actividades domésticas que utilizan el agua potable. (IAGUA, 2008)

De estos porcentajes hay que tomar en cuenta que sus consumos están basados en dispositivos sanitarios sin criterios ecológicos o sustentables que optimicen el recurso hídrico. La reutilización y reciclaje tampoco se toman en cuenta y estos factores podrían disminuir considerablemente la demanda de agua mensual en las viviendas.

A continuación se presentan dos ejemplos de reciclaje y reutilización de agua con sistemas convencionales y sistemas sustentables capaces de ahorrar agua.



PROMEDIO DE CONSUMO DE AGUA INICIAL	ACTIVIDADES (uso de dispositivos convencionales)	PORCENTAJE DE USO (%)	CONSUMO DE AGUA (m3)	AGUA RECICLABLE	PUEDA USAR AGUA RECICLADA (filtrado previo)	AGUA SOBRANTE RECICLADA SE PROCESA Y REUTILIZA	PROMEDIO DE CONSUMO DESPUÉS DE RECICLAJE DE AGUA (m3)	AGUA TRATADA MENOS CONSUMO	TOTAL DE AGUA NECESARIA AL MES
14 m3	Ducha - bañera	20%	2,8	2,8		8,26	2,8	3,78	5,74 m3
	Lavabo	10%	1,4	1,4			1,4		
	beber - cocinar	5%	0,7				0,7		
	Lavar platos	9%	1,26	1,26		4,48	1,26		
	Inodoro	30%	4,2		4,2				
	Lavadora	20%	2,8	2,8			2,8		
	Limpiar casa	4%	0,56			0,28	0,56		
	Regar plantas	2%	0,28						
	<b>Total:</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>	<b>8,26</b>	<b>4,48</b>		<b>3,78</b>	<b>9,52</b>	

PROMEDIO DE CONSUMO DE AGUA INICIAL MENSUAL DEL SISTEMA SUSTENTABLE	ACTIVIDADES (uso de tecnologías ahorradoras de agua)	PORCENTAJE DE USO (%)	CONSUMO DE AGUA (m3)	AGUA RECICLABLE	PUEDA USAR AGUA RECICLADA (filtrado previo)	AGUA SOBRANTE RECICLADA SE PROCESA Y REUTILIZA	PROMEDIO DE CONSUMO DESPUÉS DE RECICLAJE DE AGUA (m3)	AGUA TRATADA MENOS CONSUMO	TOTAL DE AGUA NECESARIA AL MES
5,29 m3	Ducha - bañera (perlizador)	21%	1,12	1,12		2,07	1,12	0,11	3,22 m3
	Lavabo (perlizador)	7%	0,35	0,35			0,35		
	beber - cocinar	13%	0,7				0,7		
	Lavar platos (perlizador)	6%	0,32	0,32		1,96	0,32		
	Inodoro (ecológico)	32%	1,68		1,68				
	Lavadora (ecológica Xeros)	5%	0,28	0,28			0,28		
	Limpiar casa	11%	0,56			0,28	0,56		
	Regar plantas (lluvia sólida)	5%	0,28						
<b>Total:</b>	<b>100%</b>	<b>5,29</b>	<b>2,07</b>	<b>1,96</b>	<b>0,11</b>	<b>3,33</b>	<b>3,22</b>		

Tabla 69: Promedio de consumo de agua del sistema convencional y sistema sustentable. Elaborado por Juan José Rodríguez, Diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo a base de teorías, estrategias y tecnologías existentes (2012).

En la tabla superior se utiliza el promedio de consumo de agua de las viviendas convencionales el cual es de **14 m3** mensual y se presentan las actividades principales de consumo de agua en la vivienda con su porcentaje de uso y consumo de agua en m3 respectivamente. De estos consumos solamente se puede reciclar el agua de algunas actividades, dejando un total de **8,26 m3** para posteriormente usarlas en los dispositivos sanitarios que puedan usar el agua reciclada directamente con un filtrado previo de baja magnitud que ayudaría a retener cierta cantidad del jabón o detergentes disueltos en la misma, en total se utilizan **4,48 m3**.

El agua sobrante del proceso de reciclado después de ser utilizada es de **3,78 m3**, la misma que será tratada de tal manera que pueda regresar al inicio de la cadena de consumo de agua.

El promedio de consumo de agua en base a los dispositivos que requieren de agua potable baja de **14 m3** a **9,52 m3** y este valor se restará del agua sobrante que es tratada y reingresada a la cadena de consumo de agua que son **3,78 m3**, necesiéndose un total de **5,75 m3** de agua necesaria al mes.

En la tabla inferior se realiza un cálculo similar con la diferencia de que los dispositivos sanitarios dentro de las actividades poseen tecnología capaz de ahorrar un porcentaje de agua bastante alto en comparación a los sistemas convencionales.

En base al ahorro de agua conseguido el promedio de consumo de agua es de **5,29 m3**, de este consumo solamente se recicla el agua de algunas actividades con un total de **2,07 m3** que serán utilizados en dispositivos que no requieran de agua potable para su funcionamiento y en este caso suman una cantidad de **1,96 m3**.

El agua sobrante del proceso de reciclado después de ser utilizada es de **0,11 m3**, la misma que será tratada de tal manera que pueda regresar al inicio de la cadena de consumo de agua.

El promedio de consumo de agua en base a los dispositivos que requieren de agua potable baja de **5,29 m3** a **3,33 m3** y este valor se restará del agua sobrante que es tratada y reingresada a la cadena de consumo de agua que son **0,11 m3**, dejando un total de **3,22 m3** de agua necesaria al mes.

En general se puede observar que existe un ahorro significativo entre un sistema de agua convencional que consume **14 m3** al mes y uno sustentable que consumiría **3,22 m3** mensuales después de una carga inicial de **5,29 m3**. Existe un **ahorro del 77%** del agua, reduciendo **10,78 m3** al mes y solamente se consumiría el **23%** del promedio mensual convencional.

Cabe recalcar que los valores utilizados están bastante acercados a la realidad del caso utilizando diversas fuentes y sirven como una guía para ser planteadas dentro del diseño conceptual de vivienda sustentable.

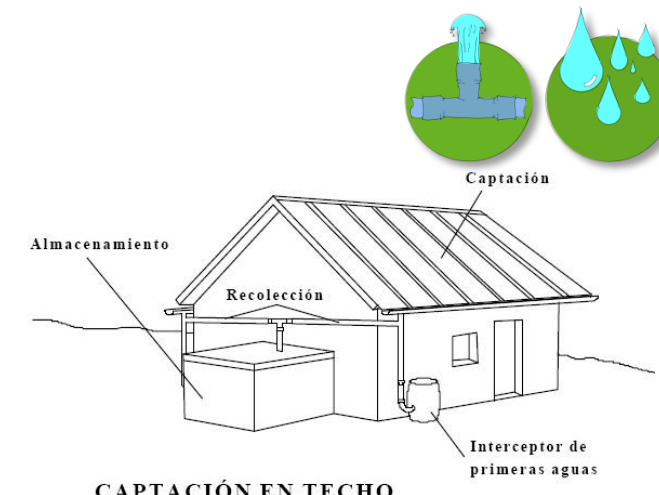
### Fuentes de agua sustentables.

Las fuentes de agua renovables analizadas anteriormente fueron el uso de pozos profundos y el agua lluvia. El pozo profundo tiene la ventaja sobre el agua lluvia ya que este no requiere de un espacio físico de almacenamiento del agua, sin embargo la cantidad de agua necesaria en la vivienda disminuyó considerablemente, luego del uso de tecnologías ahorradoras de agua y su debido reciclaje y reutilización, y el uso de este recurso ahora es más factible. Ambos sistemas pueden estar presentes en la vivienda y se podrá hacer uso de uno u otro según las circunstancias que se presenten.

### 49.1. Selección De Sistemas Sustentables De Agua Lluvia - Potable Para El Diseño Conceptual De Vivienda.

Los **sistemas sustentables** de captación de agua lluvia y los sistemas de ahorro de agua potable a utilizarse en el **diseño conceptual de vivienda** son los siguientes:

**Uso De Agua Lluvia** (UNATSABAR, 2001).- Principalmente se hará uso de la gran cantidad de precipitaciones al año que existe en el sector, recogiendo y almacenado el agua para su uso en las diferentes actividades en la vivienda.



CAPTACIÓN EN TECHO

Imagen 212: SCAPT - sistema de captación de agua pluvial en techos. (UNATSABAR, 2001)

**Pozo Profundo** (Hartig., 2010).- El uso de este sistema funcionaría como apoyo al sistema de recolección de agua lluvia en caso de existir algún desperfecto, escases de lluvias o por efectos de mantenimiento.

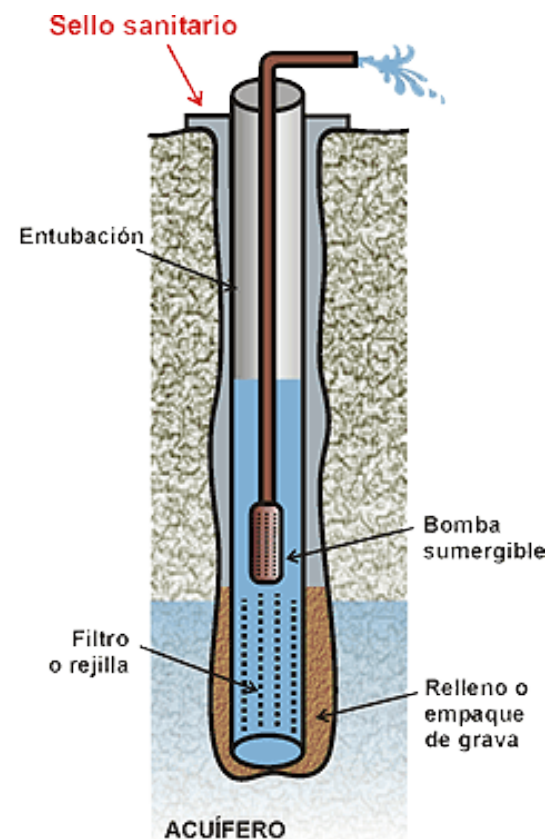


Imagen 213: Esquema gráfico del tipo de pozo que provee de agua a la vivienda. (Fing.edu.uy, 2012)

**Lavadora Xeros** (Laura Plitt, 2009).- Esta lavadora hace uso de unas bolitas de nylon las cuales ayudan a que en estas se impregne la suciedad y ahorra un total de 90% del agua utilizada en una lavadora convencional y adicionalmente consume 40% menos energía.

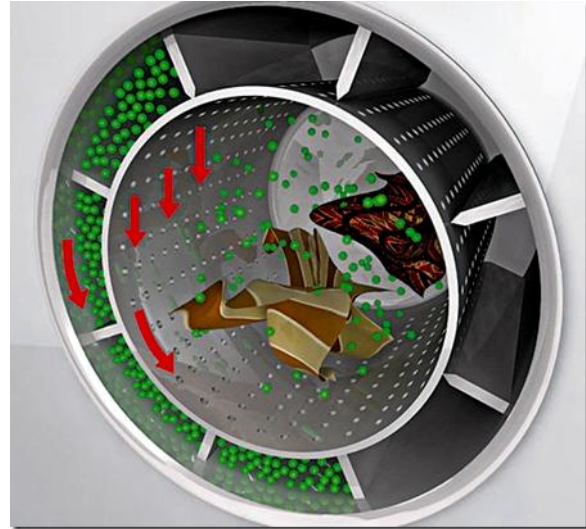


Imagen 214: Esquema en un modelo digital del funcionamiento de la lavadora con las bolitas de nylon. (Laura Plitt, 2009)

**Perlizadores** (Eunice, 2008).- Estos dispositivos se ubican en las boquillas de los lavamanos lavaplatos y duchas y disminuyen el consumo al mezclar partículas de aire con el agua.



Imagen 215: Sistemas Perlizadores de agua. (Google imágenes, 2012)

**Baño Ecológico** (Rodríguez J. , subinet.es, 2011).- Este tipo de baños tienen la capacidad de elegir el tipo de descarga, ya sea grande o pequeña dependiendo de la actividad en la que fue usado. Adicional a esto, su tanque de agua es mucho más pequeño que los convencionales.



Imagen 216: Sistema de inodoro con dos tipos de descargas. (Google imágenes, 2012)

**Lluvia Sólida** (El Universal, 2012).- Consiste en el uso de una sustancia que atrapa el agua en forma de gel y la adhiere a las raíces de las plantas, lo que permite mantenerlas hidratadas. Por cada kilogramo de esta fórmula se gelatinizan 500 litros de agua y su rendimiento en la agricultura se eleva a casi 20 veces del uso de sistemas de riego convencional. Esta tecnología sería utilizada para las áreas verdes y que a su vez generarán alimentos para la vivienda.



Imagen 217: Lluvia sólida en forma de polvo. (El Universal, 2012)

**Luz Ultravioleta Y Filtros** (Tarrán, 2012).- La tecnología de luz ultravioleta permite desinfectar el agua para el consumo humano y con la ayuda de filtros se puede lograr una mejor calidad de la misma. Al mismo tiempo existen diferentes tipos de filtros de menor capacidad los cuales pueden ser utilizados para filtrar el agua reciclada con jabones o detergentes disueltos en esta.

Esta tecnología podría ser aplicada en una escala menor solamente para desinfectar el agua que será para consumo humano, reduciendo así su costo; el agua para las demás actividades como ducharse o lavar los platos hará uso de filtros para proveer de agua apta para dichos usos.

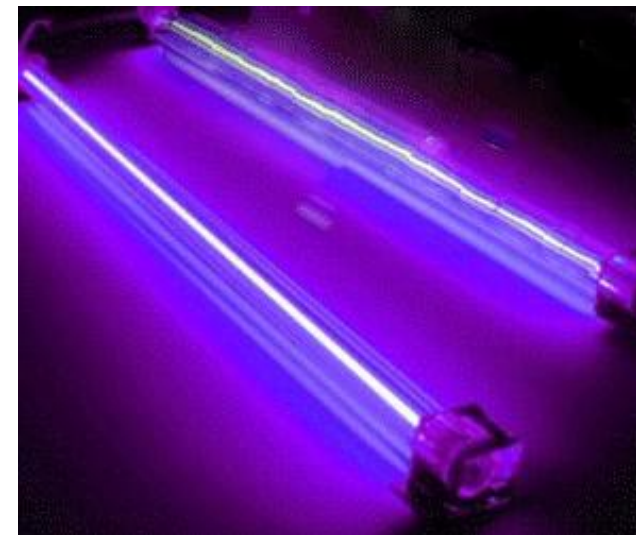


Imagen 218: Ejemplos de luz ultravioleta para desinfectar el agua. (Google imágenes, 2012)



Imagen 219: Ejemplos de filtros de agua. (Google imágenes, 2012)

**50. SISTEMAS DE AGUAS SERVIDAS Y DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS CONVENCIONALES Y SISTEMAS SUSTENTABLES.**

Los sistemas convencionales actuales de aguas servidas se los realizan tanto por la red sanitaria que se encarga de procesar estos residuos y por el uso de pozos sépticos caseros que filtran estas aguas residuales en el suelo. Ambos sistemas tienen cierto impacto ambiental y posibles efectos en la salud de las personas y a su vez desperdician gran cantidad de la energía de esta materia orgánica como fuente de generación de bio-gas para ser convertido en energía para la vivienda.

Los desechos domésticos sólidos son recogidos por un camión recolector el cual mezcla todo tipo de desechos que luego son arrojados en el botadero de basura municipal generando varios tipos de contaminación ambiental y de salud.

El sistema interno de separación de desechos no existe y se desperdicia gran cantidad de materiales que pueden ser reciclados y reutilizados, los cuales podrían generar cierto ingreso económico y ahorrar al reducir el consumo de productos nuevos. El desperdicio de desechos orgánicos también se vuelve insostenible al no aprovechar sus propiedades al momento de su descomposición para generar gas metano y energía eléctrica.

Los sistemas sustentables de aguas servidas tienen la capacidad de tratarla eficazmente y a su vez obtener otros beneficios como filtrar el agua contaminada para regar las áreas verdes, generar biogás capaz de ser usado para cocinar alimentos o generar energía y posteriormente deja remanentes de la materia orgánica procesada que sirve como fertilizante natural.

La separación de desechos en la vivienda es una actividad que aplica conceptos como "la regla de las tres erres" la cual reduce, reutiliza y recicla los diferentes tipos de desechos generados. Los desechos orgánicos son utilizados conjuntamente en el tratamiento de aguas servidas y aportan a la generación de biogás.

### 50.1. Selección De Sistemas Sustentables De Aguas Servidas Y Desechos Domésticos Sólidos Para El Diseño Conceptual De Vivienda.

**Biodigestor Anaerobio** (Marsilli, 2005).- Este sistema se encarga de dar tratamiento a las excretas de animales, la producción de biogás, la purificación de aguas servidas para su uso en el regado de áreas verdes y la elaboración de biofertilizantes y puede ser aplicado al concepto de vivienda sustentable ya que existen diversos métodos para su funcionamiento y bajos costos. Sus propiedades de generación de energía fueron descritas previamente en la selección de sistemas de energía sustentables.

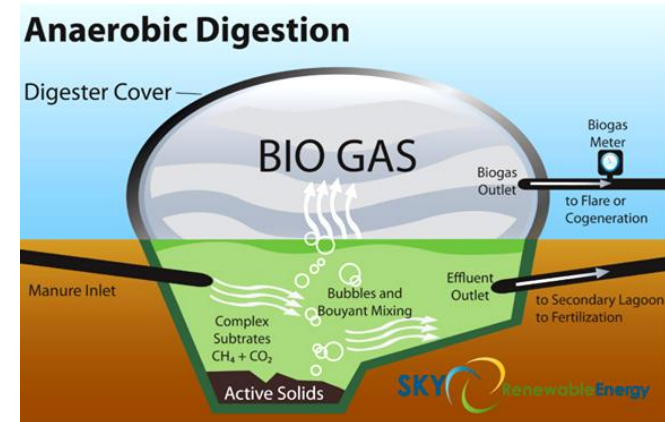


Imagen 220: Esquema gráfico de un sistema de digestión anaerobia. (Google imágenes, 2012)



Imagen 221: Uso de excretas de animales criados en la vivienda y demás materia orgánica para generar biogás.

**Regla De Las Tres Erres** (Wikipedia, Regla de las tres Erres., 2012).- Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados. Los hábitos a poner en práctica en la vivienda son **reducir, reutilizar y reciclar**. Para aplicar esta estrategia es necesaria una conciencia ecológica por parte de sus habitantes que sean capaces de realizar las actividades descritas, implicando un cambio de hábitos de consumo de recursos convencionales por sustentables.

- R** **Reducir:** acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos
- R** **Reutilizar:** acciones que permiten volver a emplear un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente
- R** **Reciclar:** el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida

Imagen 222: Regla de las tres erres. (Google imágenes, 2012)

**51. SISTEMAS DE ALIMENTOS Y ÁREAS VERDES CONVENCIONALES Y SISTEMAS SUSTENTABLES.**

El abastecimiento de alimentos convencional implica recurrir al mercado a conseguir los diferentes víveres pero un factor que no se toma en cuenta es que la **fuentes de esos alimentos** puede estar contaminada por los productos utilizados para su producción o preservación. Una de las alternativas es conseguir proveedores que tengan **alimentos 100% orgánicos** pero estos a su vez son más costosos debido a su baja producción y demanda actualmente.

Las áreas verdes en general son bastante reducidas y su ausencia afecta de muchas maneras el ecosistema como la no captación de CO2, no generación de oxígeno, falta de espacios con sombra que generen a su vez microclimas, pérdida de humedad del suelo, entre otros. Los alimentos y áreas verdes sustentables funcionarán en conjunto al hacer uso de las

áreas verdes para generar diferentes alimentos como frutas, verduras, hortalizas, etc. y conjuntamente se pueden generar alimentos cárnicos al criar animales como cerdos, gallinas o pollos y utilizar su excretas en el biodigestor anaerobio para generar biogás.

Si bien la cantidad de alimentos generados en la vivienda no es suficiente para satisfacer toda la variedad de alimentos necesarios para los habitantes de la vivienda, son una gran aportación que beneficiaría económicamente y en la salud al no utilizar productos químicos que los perjudiquen.

### 51.1. Selección De Sistemas Sustentables De Alimentos Y Áreas Verdes Para El Diseño Conceptual De Vivienda.

**Huertos** (Wikipedia, Huertos, 2012).- Estos espacios destinados al cultivo de alimentos formarán parte de las áreas verdes de la vivienda. Estos huertos a su vez utilizarán espacios generalmente desaprovechados como la cubierta y algunas paredes, utilizándolos a su vez como aislantes térmicos.



Imagen 223: Ejemplo de huerto casero utilizando el espacio para áreas verdes y concepto de cubierta y paredes con vegetación. (Google imágenes, 2012)

**Cultivos Hidropónicos** (Jorge, 2012).- La agricultura hidropónica es un método que se basa en la utilización de soluciones minerales para alimentar las plantas en lugar de suelo agrícola, son cultivos sin suelo. Otra solución similar es el **Windowfarms** (Conciencia ecológica, 2011) (huertos en las ventanas), un sistema vertical de cultivo hidropónico, que consiste en cultivar utilizando materiales cotidianos como las botellas de plástico PET - una muy buena forma de reciclaje de este tipo de envases- como maceteros colgados de las ventanas para facilitar la fotosíntesis.

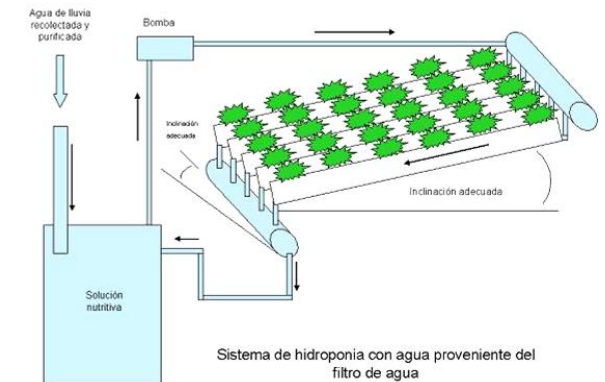


Imagen 224: Esquema gráfico del sistema hidropónico. (Jorge, 2012)

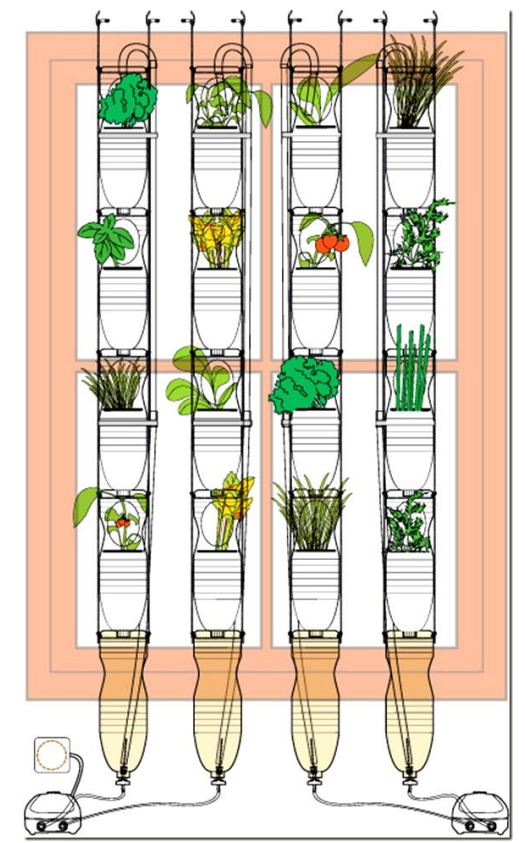


Imagen 225: Esquema gráfico del sistema hidropónico de Windowfarms. (Conciencia ecológica, 2011)

**Árboles.-** Una de las mejores soluciones para la generación de oxígeno, captación de CO<sub>2</sub>, producción de microclimas y mantener el suelo en buenas condiciones. El uso de árboles frutales es una gran opción para poder generar alimentos de este tipo y a su vez aprovechar sus diferentes beneficios. Los residuos orgánicos generados como hojas, ramas o frutos pueden ser utilizados en el biodigestor anaerobio.



Imagen 226: Ejemplo de árboles frutales con capacidad de ser cultivados en la vivienda. (Google imágenes, 2012)

**Cría De Animales.-** Una opción bastante viable si se quiere generar alimentos cárnicos. Entre los principales animales para criar a nivel de vivienda están los cerdos, gallinas, gallinas ponedoras de huevos, pollos, palomas, pavos, entre otros esta práctica sería técnicamente construida para no agredir la salubridad de la vivienda y sus habitantes.



Imagen 227: Imágenes de algunos de los animales con opciones a ser criados a nivel doméstico. (Google imágenes, 2012)

## 52. SISTEMAS RESISTENTES ANTE DESASTRES CONVENCIONALES Y SISTEMAS NATURALES SUSTENTABLES.

Este componente es de vital importancia ya que engloba las características estructurales y de seguridad de la vivienda para garantizar su habitabilidad. Los sistemas estructurales convencionales analizados en la vivienda urbana y rural carecen de criterios que soporten sismos o terremotos de gran magnitud, estos podrían soportar un cantidad de tiempo reducida para tan solo permitir a sus ocupantes salir de la misma. Los materiales en general poseen una gran masa que afecta de mayor manera a toda la vivienda en sí al presentarse terremoto. Si bien las viviendas convencionales analizadas tienen posibilidades de soportar sismos fuertes, estas no fueron concebidas con esa finalidad. En ninguna de las dos viviendas analizadas existe mayor riesgo por inundación ya sea por lluvias o desbordamiento de ríos, sin embargo se deberían tomar ciertas precauciones elevándola del piso, lo cual también aportaría la parte bioclimática y el confort térmico de la vivienda.

Una característica peculiar de las soluciones convencionales es la falta de portabilidad de las mismas, ya sea para su rápida construcción, movilidad en caso de emergencia o simplemente mudarse a otro lugar.

### 52.1. Selección De Sistemas Resistentes Ante Desastres Naturales Para El Diseño Conceptual De Vivienda.

**Sistema Estructural Sismo Resistente** (UDEP, 2012).- Para desarrollar una vivienda segura se utilizarán normas constructivas sismo resistentes en las cuales se especifican las diferentes características que debe tener la estructura de la misma para poder soportar sismos y terremotos de gran magnitud.

En este aspecto intervienen los materiales de construcción dentro de la función estructural previamente seleccionados, los cuales son aptos para soportar sismos y terremotos siempre y cuando su construcción se la realice utilizando las normas establecidas.

**Arquitectura Palafítica.-** Este tipo de arquitectura se ha utilizado a través de la historia con la finalidad de poder tener una vivienda encima de cuerpos de agua. La idea en general de este tipo de solución se la utiliza de manera conceptual con la finalidad de levantar del suelo la vivienda solamente en caso de haber inundaciones para evitar posibles desgracias humanas y daños materiales mayores y a su vez brinda de algunas características bioclimáticas positivas como la ventilación y generación de espacios frescos.



Imagen 228: Viviendas utilizando el concepto de vivienda palafítica. (Google imágenes, 2012)



**Uber Shelter, Vivienda Portátil Y Desmontable** (Domokyo, 2010).- Este tipo de solución se la pretende utilizar conceptualmente con la finalidad de proyectar una solución habitacional de rápida construcción, que a su vez sea portátil en caso de emergencia o tener la opción de mudarse a otro sitio. En general se pretende usar todas las herramientas disponibles para crear una vivienda con capacidades sismo-resistentes pero que la vez sea ligera y de fácil montaje y transportación.

Visualmente el diseño conceptual de vivienda sustentable puede asemejarse a soluciones contemporáneas de vivienda pero con características de portabilidad y fácil construcción. Este tipo de solución proporciona a su vez la capacidad de restaurar o reciclar los materiales de construcción utilizados en esta.



Imagen 230: Concepto de vivienda modular portable Uber Shelter. (Domokyo, 2010)

### 53. CONCIENCIA ECOLÓGICA CONVENCIONAL Y SUSTENTABLE.

Este concepto implica varios factores medio ambientales, bioclimáticos y sustentables que involucran a las personas que habitan una vivienda ya sea convencional o sustentable.

Las soluciones habitacionales convencionales analizadas en el área urbana y rural en general no presentaban ningún tipo de características bioclimáticas o de sustentabilidad implícitas y la razón podría generarse por una cultura en general de desconocimiento de los problemas climáticos por los que está pasando el planeta actualmente o ignorancia acerca de nuevas soluciones sustentables que pueden ser aplicadas a la vivienda.

Todos los componentes previamente analizados y seleccionados para ser utilizados en el diseño conceptual de vivienda sustentable parten de una conciencia ecológica que busca solucionar los problemas ambientales provocados por la generación de nuevas viviendas en sectores urbanos contaminados por los viejos sistemas.

Las personas que habiten conceptualmente esta propuesta de vivienda deberán tener conocimiento de las diferentes actividades y hábitos que deben ser puestos en práctica en base a las soluciones sustentables planteadas. De nada serviría tener una vivienda con las características proyectadas si sus ocupantes continúan con sus costumbres insostenibles en las viviendas convencionales.



Imagen 231: Imágenes de algunos hábitos sustentables aplicables en la vivienda. (Google imágenes, 2012)

### Conclusión.

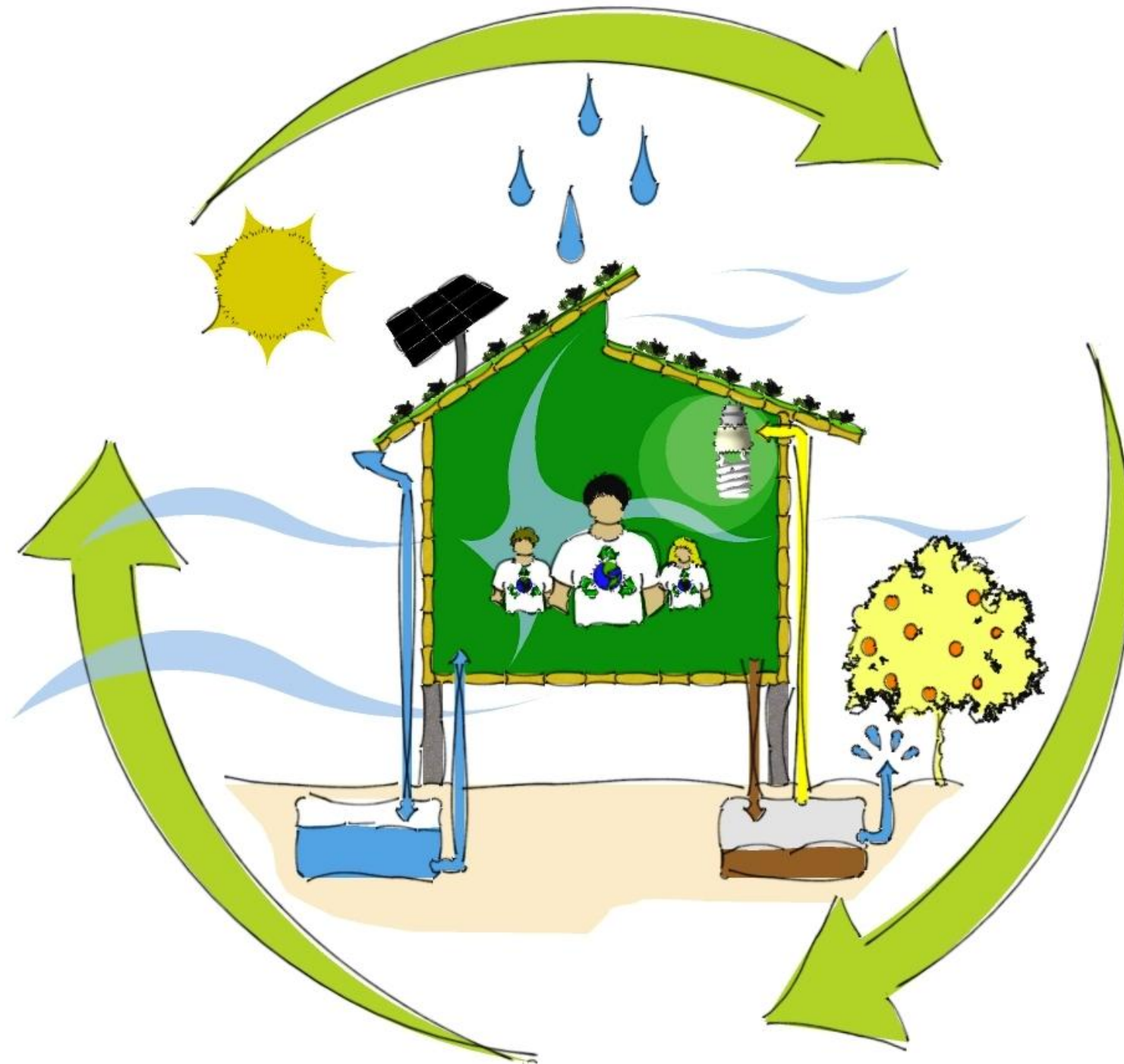
Las diferentes teorías, estrategias y tecnologías sustentables comparadas con las soluciones habitacionales convencionales pueden demostrar claramente cómo se pueden resolver desde la vivienda los problemas que estas causan utilizando las diversas soluciones seleccionadas previamente que serán aplicadas en cada uno de los componentes de la vivienda. Entre las principales soluciones están:

- El uso de **materiales ecológicos** con bajos consumos energéticos y de CO<sub>2</sub>, renovables, reciclables y con capacidades térmicas positivas.
- La utilización de **recursos energéticos renovables** y limpios como el uso de la energía solar y el biogás.
- La reducción considerable del **consumo de agua** aplicando conceptos y tecnologías sustentables como la reutilización y su reciclaje.
- El **aprovechamiento** de las **precipitaciones** del sector para proveer de agua a las diversas actividades domésticas.
- Un sistema de **tratamiento de aguas servidas doméstico** que aprovecha los desechos generados para producir biogás, agua para regar plantas y bio-fertilizante.
- El apropiado **manejo** de los **residuos sólidos domésticos** y el uso de conceptos ecológicos para reducir, reutilizar y reciclarlos.
- La selección de **alimentos orgánicos** que provengan de fuentes limpias de químicos dañinos a la salud.
- **Áreas verdes** con capacidades de producir parte de los **alimentos** necesarios en la vivienda.
- Utilización de **criterios y normas estructurales** sismo resistentes, capacidad de soportar posibles inundaciones y portabilidad constructiva.

Y finalmente **la conciencia ecológica** y hábitos sustentables de las personas que habitarían conceptualmente la vivienda para aplicar cada una de las soluciones sustentables seleccionadas.



Imagen 229: Proceso de construcción rápida del refugio portátil Uber Shelter. (Domokyo, 2010)



**FASE 4.** Propuesta de un Diseño Conceptual de Vivienda Sustentable en el Sector Rural de El Triunfo a Base de Teorías, Estrategias y Tecnologías Seleccionadas.

### 54. PROPUESTA FUNCIONAL Y ESPACIAL A BASE DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS.

En base a los datos analizados tanto en el sector rural directamente más los datos proporcionados por el INEC, se estima que el promedio de habitantes por vivienda es de 5 a 6 personas. Actualmente el mayor porcentaje de dormitorios en el sector rural de El Triunfo es de 2, siendo el 39,27% y con 1 dormitorio el 37,71% (INEC, 2010). Tomando en cuenta estas cifras se determinó que existe una falta de espacio para el número de personas que habitan la vivienda en el área rural, para lo cual se establecieron los siguientes espacios:

- 3 dormitorios.
- 2 baños.
- Sala.
- Comedor.
- Cocina.
- Lavandería.

Al igual que la falta de dormitorios, la cantidad de baños era escasa, existiendo sólo 1 para toda la familia por lo cual se agregó uno adicional. Tanto el dormitorio como el baño adicional se los ubicó en una segunda planta para aprovechar el espacio vertical entre otros aspectos que serán descritos posteriormente. Los espacios como la sala, comedor, cocina y lavandería son funciones básicas y necesarias y su espacio dentro del concepto de vivienda sustentable se los determinó bajo criterios de diseño bioclimáticos y sustentables revisados previamente.

Otro aspecto muy importante es el terreno en el cual se encontrará el concepto de vivienda sustentable que a pesar de estar en un sector rural donde existe espacio disponible, se ha tratado de ocupar la menor área posible el cual será de 250 m<sup>2</sup> (10 m x 25 m). En la parte posterior de la vivienda se encuentran espacios destinados a la producción de alimentos cárnicos como gallinas, cerdos, huevos etc. y frutas como mango, naranja, papaya, entre otros.

La vivienda a su vez está levantada del piso con la finalidad de tener un menor impacto ambiental, aprovechar el espacio inferior

generado para almacenaje de agua, entre otros. Una función muy importante se la realizará en el espacio destinado a la cubierta, el cual se utilizará para cultivar alimentos, recoger aguas lluvias, aislamiento térmico, etc. estos aspectos serán profundizados posteriormente dentro de los componentes de la vivienda respectivamente.

En las siguientes perspectivas se pueden apreciar algunos aspectos espaciales exteriores y en las imágenes de la planta baja y alta se pueden entender de mejor manera la distribución de los espacios interiores. El espacio debajo de la vivienda el cual es aprovechado para funciones de recolección de agua lluvia – potable, biodigestor, etc.



Imagen 232: Perspectivas digitales del diseño conceptual de vivienda sustentable en el sector rural de El Triunfo, El Achiote.

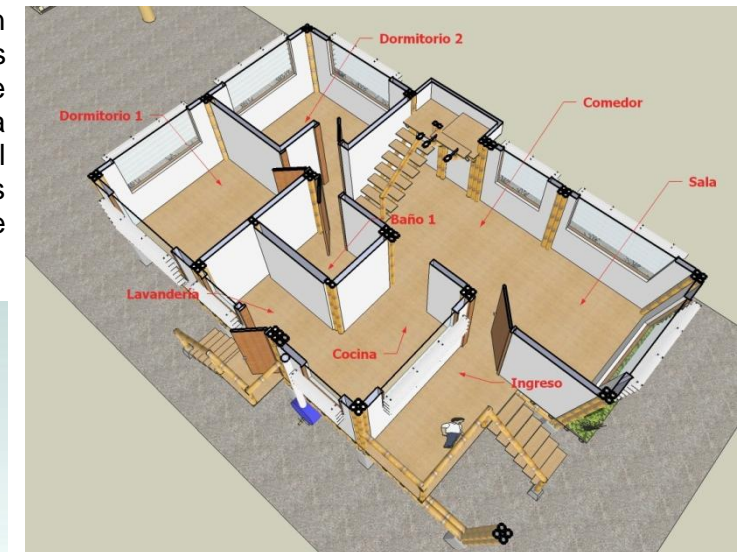


Imagen 233: Perspectiva de la planta baja del diseño conceptual de vivienda sustentable con sus respectivos espacios.

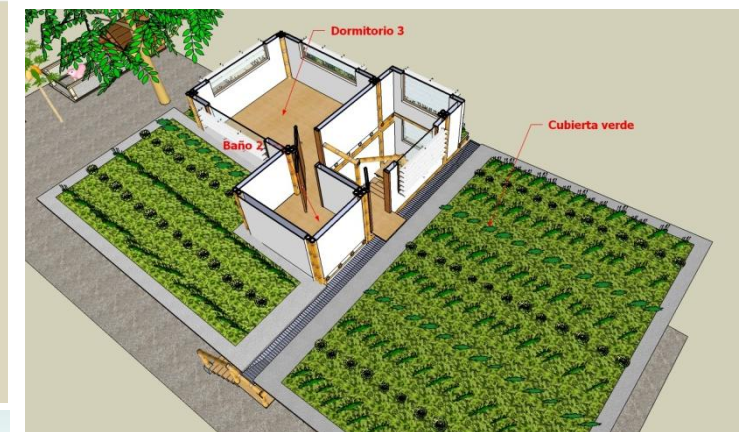


Imagen 234: Perspectiva de la planta alta del diseño conceptual de vivienda sustentable con sus respectivos espacios.

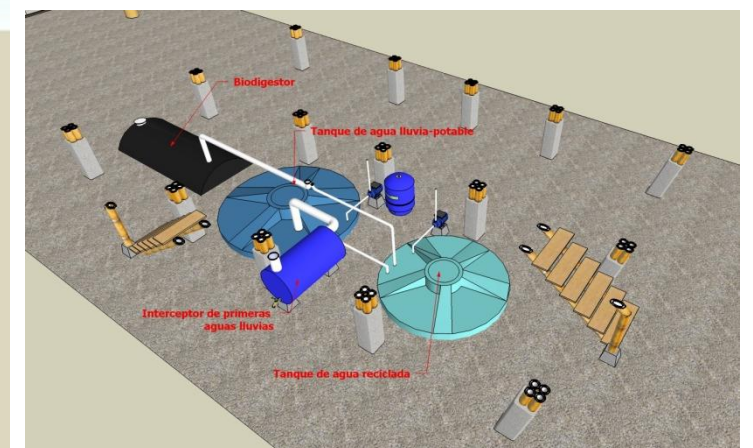


Imagen 235: Perspectiva de la parte inferior del diseño conceptual de vivienda sustentable con sus respectivas funciones.

### 55. PROPUESTA FORMAL A BASE DE CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS.

Las características formales del diseño conceptual de vivienda sustentable responden a las necesidades bioclimáticas y de establecer un confort ambiental en la vivienda utilizando los recursos naturales de manera pasiva. Los diferentes componentes del diseño conceptual de vivienda sustentable están ligados entre sí de varias maneras y su desempeño siempre afectará positivamente las distintas funciones dentro de la misma.

La ubicación del concepto de vivienda al igual que su orientación con respecto al recorrido del sol y vientos predominantes son un factor fundamental para conseguir efectos bioclimáticos positivos en el contexto de la misma.



Imagen 236: Perspectiva digital de la propuesta conceptual con los vientos predominantes de la zona con dirección sur-norte y una insolación de muestra a las 15:00 un 12 de noviembre.

La disposición de la vivienda en este sentido ayudará a que esta reciba menos insolación en las caras laterales y la fachada frontal orientada al oeste recibirá el sol de mayor incidencia en donde se encuentran los espacios que serán menos afectados. Los vientos por otra parte tienen dirección Sur – Norte y tienen un gran impacto en la cara lateral Sur de la vivienda que ingresa por las diversas aberturas generadas.

La altura de la vivienda influye considerablemente en la ventilación cruzada y a su vez ayuda a generar un microclima con aire más frío que luego ingresará a la vivienda, desplazando el aire más caliente dentro de esta.

La cubierta se encuentra a una altura mayor a lo convencional y su inclinación ayuda a sacar el aire caliente y a recolectar el agua lluvia de

mejor manera concentrándolo en un solo punto. Esta cubierta a su vez tiene la capacidad de sembrar espacios verdes cultivables (tipo huerto) con capacidades de aislamiento térmico bastante altas gracias a la tierra y vegetación de por medio.



Imagen 237: Vista lateral del concepto de vivienda y su cubierta verde y canal recolector de agua lluvia.

Existen demás áreas verdes alrededor de la vivienda y principalmente en la parte baja de las ventanas en las fachadas Sur, Este y Oeste, tanto en la planta baja como en la planta alta, lo cual ayudará a bajar la temperatura del aire al ingresar a través de las ventanas.



Imagen 238: Perspectiva digital del concepto de vivienda y las áreas verdes bajas ayudan a enfriar el aire que ingresa.

Un aspecto bioclimático de gran importancia para el tipo de clima en el que se encuentra esta propuesta es la renovación constante del aire en el interior de la vivienda, para lo cual se emplearon ventanas de gran tamaño a una altura media de las paredes para captar la mayor cantidad de vientos, esto posibilita a la vez una mejor iluminación natural, y ventanas altas para facilitar la salida del aire más caliente.

Las paredes cumplen un papel fundamental para proveer de un confort térmico interno adecuado. Las paredes son de caña guadúa picada con una cámara de aire interna y un

recubrimiento de tierra – cemento con un aislante térmico y acústico efectivo y sumado a esto el color blanco de estas ayudan a reflejar de mejor manera la radiación solar.

Un aspecto particular bioclimático es el aprovechamiento del aire más frío que se encuentra debajo de la vivienda para introducirlo al interior de la vivienda a través de la parte baja de las paredes por medio del espacio interno generado, a continuación se presentan gráficos de su funcionamiento.



Imagen 239: Corte longitudinal esquemático y paredes con sistema de ventilación natural.

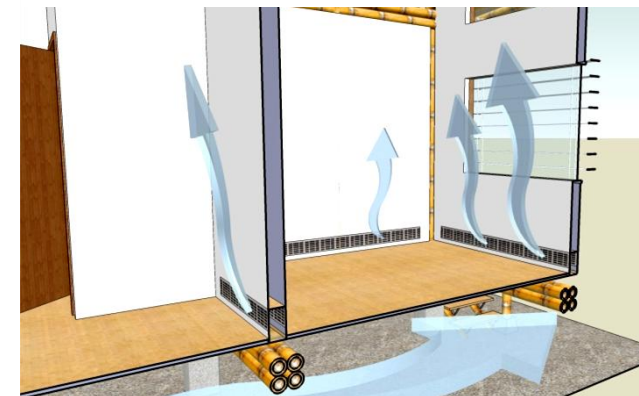


Imagen 240: Corte transversal esquemático y paredes con sistema de ventilación natural.

La protección solar se la realiza utilizando grandes volados en la cubierta que evita la radiación directa en las paredes y ventanas dependiendo la hora del día. La inclinación de la fachada principal Oeste se lo realiza tanto por efectos estéticos y para disminuir la incidencia del sol poniente. Las rejas metálicas de seguridad tienen adicionalmente una función a manera de persianas exteriores que ayudan considerablemente a reducir el ingreso directo del sol y a su vez permiten una mejor distribución de la iluminación en los espacios internos de la vivienda.

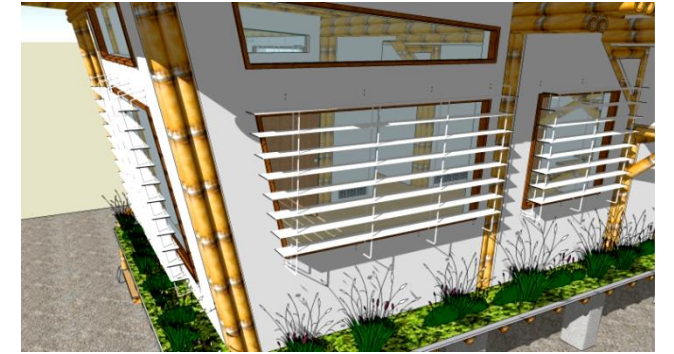
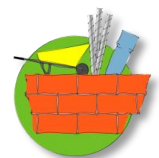


Imagen 241: Rejas de seguridad funcionando como persianas para protección solar.

En general los distintos mecanismos utilizados para conseguir este concepto de vivienda bioclimática tienen relación directa con los demás componentes a ser revisados posteriormente de manera más profunda donde los criterios sustentables tienen varios impactos positivos y esta propuesta formal – estética obtenida se adapta a los requerimientos que han sido analizados a lo largo de este trabajo.

A continuación se describirán las propuestas en cada uno de los componentes de la vivienda previamente analizados y seleccionados las diferentes teorías, estrategias y tecnologías a ser aplicadas al diseño conceptual de vivienda sustentable.



## 56. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

En la fase previa de esta tesis se seleccionaron los materiales de construcción a utilizarse según su función en los elementos principales que componen la vivienda que son su **estructura, paredes, cubierta y piso**. A continuación se presentará cada uno de estos elementos y su aportación en el contexto de la propuesta conceptual.

### 56.1. Estructura.

El material principal utilizado en la estructura es la **caña guadúa**, la cual posee características bastante positivas. El **hormigón armado** tiene características especiales y resistentes al utilizarse en los cimientos por lo cual su uso se lo realizó estrictamente en esta área. El **acero** es indispensable para que el hormigón armado trabaje adecuadamente y su empleo se limitará en su estructura necesaria y como elemento de anclaje y sujeción de la estructura de caña guadúa.



Imagen 242: Perspectiva de la estructura de caña guadúa y cimientos de hormigón armado.

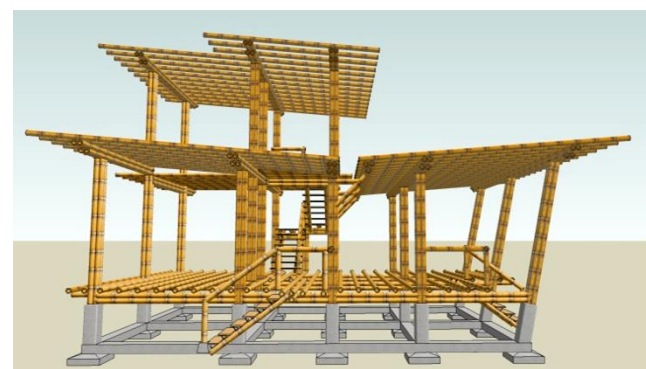


Imagen 243: Perspectiva de la estructura de caña guadúa y cimientos de hormigón armado fachada Norte.



Imagen 244: Perspectiva de la estructura de caña guadúa y cimientos de hormigón armado fachada Sur.

Los cimientos de hormigón armado están conformados por plintos y riostras amarradas entre sí para dar una mayor resistencia ante movimientos sísmicos y durabilidad prolongada, del mismo modo las bases que sobresalen del piso para levantar la vivienda del piso tienen varios propósitos entre los cuales está proteger a la caña del contacto directo con el suelo y la humedad. El resto de la estructura es completamente de caña guadúa rolliza, es decir, en su estado natural con una previa preservación por medio de sales naturales que ayudan a que el material se mantenga en buen estado por muchos años. Los elementos de caña guadúa están debidamente protegidos del contacto directo con el agua y el sol ya que estos podrían acortar la vida útil de los mismos. Los elementos de acero sirven para sujetar la estructura de caña guadúa y en algunos casos se utiliza mortero de hormigón para anclar a los cimientos o para dar mayor resistencia a un punto en particular.

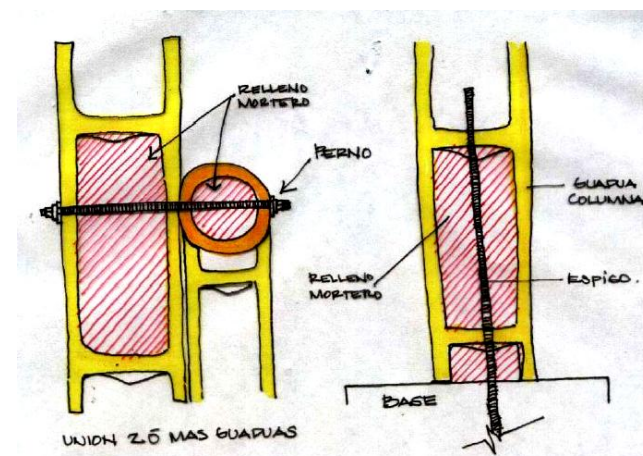


Imagen 245: Esquema del sistema estructural de caña guadúa con los elementos de hormigón armado y acero (pernos). (Arq. Jorge Morán, 2007)

### 56.2. Paredes.

Al igual que la estructura, la **caña guadúa** fue seleccionada para utilizarse en las paredes de la propuesta conceptual debido a sus múltiples propiedades positivas tanto bioclimáticas como sustentables. En este caso se utilizaría la **caña guadúa picada** y se formarían paneles prefabricados **transportables tipo sánduche**, es decir, la caña picada estaría sujeta de ambos lados a una estructura de caña rolliza con un espacio interior que ayuda térmicamente a aislar el calor por radiación solar.



Imagen 246: Vista general de todas las paredes que conforman el diseño conceptual de vivienda sustentable.

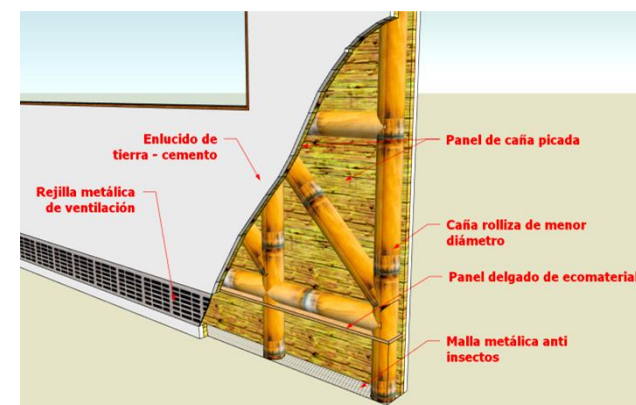


Imagen 247: Esquema gráfico de las paredes del diseño conceptual de vivienda sustentable.

Ambas caras de las paredes estarán enlucidas por un **mortero a base de tierra y cemento** que ofrecen una resistencia y durabilidad alta con propiedades aislantes térmicas y acústicas bastante altas.

Una característica particular de las paredes es la capacidad **de ingresar el aire más frío** debajo de la vivienda a través de la parte inferior de estas utilizando rejillas metálicas de ventilación. Al ingresar un aire mucho más frío que en el

interior de la vivienda, el aire más caliente saldrá por la parte alta de las paredes generando un movimiento de aire constante.

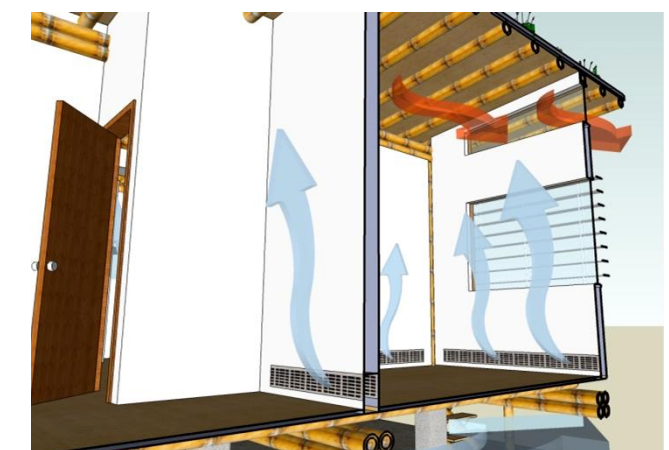


Imagen 248: Corte transversal esquemático y paredes con sistema de ventilación natural.

Adicionalmente el espacio interno generado en los paneles para las paredes ayudaría a ser más práctico colocar las diferentes instalaciones tanto eléctricas como sanitarias

El color blanco de las paredes juega un papel fundamental ya que en el exterior ayuda a reflejar de mejor manera la radiación solar e internamente ayuda a iluminar de forma natural los espacios durante el día sin hacer uso de luz artificial y consecuentemente energía eléctrica.

### 56.3. Cubierta.

La cubierta está conformada por una estructura de caña guadúa rolliza y paneles de **eco-material** (Morán, 2011) elaborado del mismo elemento de manera que es lo suficientemente resistente para poder cultivar alimentos y que sea transitable.



Imagen 249: Vista general de la cubierta verde cultivable y sus diferentes componentes.

Cabe destacar que este sistema de cubierta, al contrario de lo encontrado convencionalmente, tiene una inclinación hacia adentro de la vivienda concentrando en un solo punto la recolección de agua lluvia y de riego de cultivos y a su vez facilita la salida del aire caliente por la parte superior de la misma.

Al tratarse de una cubierta verde que se la va a utilizar para cultivar alimentos, cuenta con una membrana plástica de impermeabilización y material pétreo en ciertas partes para poder filtrar cualquier tipo de elemento disuelto como la tierra y hojas de los cultivos, de esta manera el agua recolectada necesitará un tratamiento menor para el uso doméstico posterior.



Imagen 250: Corte longitudinal esquemático de la cubierta de la planta baja y sus componentes.

La cubierta en la planta alta cumple funciones similares con respecto al cultivo de alimentos con la diferencia de que esta cuenta con un espacio para el panel fotovoltaico que ayudará a proveer de energía a la vivienda.



Imagen 251: Cubierta en planta alta con el panel fotovoltaico y cultivo de alimentos.

Al tratarse de una cubierta verde cultivable, el aislamiento térmico es sumamente alto y propicia un confort interno muy agradable. Los volados son bastante grandes para proteger la incidencia directa del sol tanto en paredes como ventanas a pesar de que estas últimas poseen un sistema de rejas – persianas que de igual manera disminuyen el ingreso del sol a la vivienda.

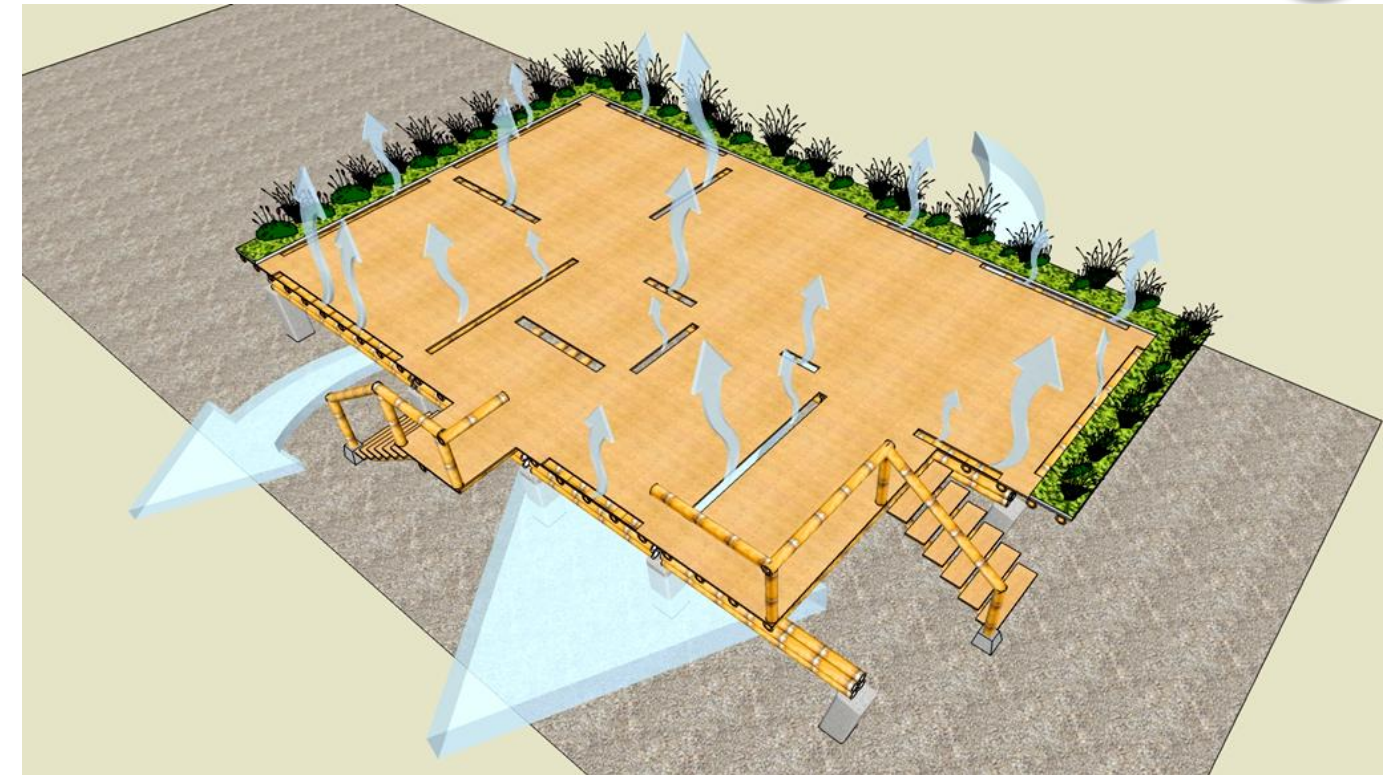


Imagen 252: Funcionamiento conceptual del ingreso de ventilación a través del piso de la planta baja para posteriormente pasar por las paredes de la vivienda.

Los pisos tanto de planta baja como alta se extienden un poco más de las paredes que dan hacia el exterior para proveer de espacio para áreas verdes cultivables que a su vez ayudan a enfriar el viento que ingresa por las ventanas y en la planta también aporta con la generación de sombra en las paredes inferiores.

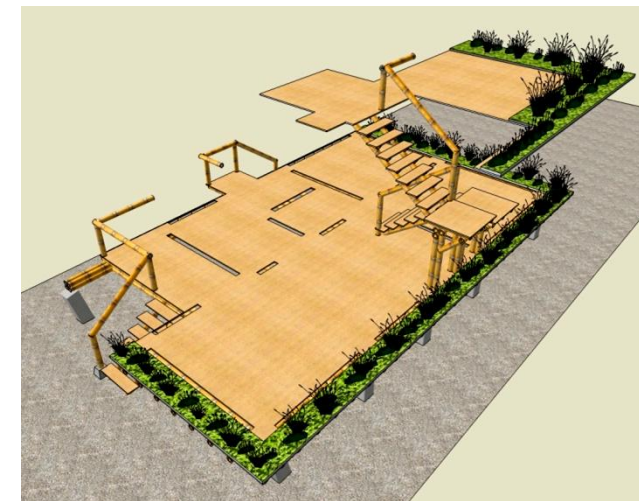


Imagen 253: Piso de planta baja y planta alta con los espacios exteriores destinados a áreas verdes cultivables.

Los diferentes **materiales** utilizados en el **diseño conceptual de vivienda** pretenden ser lo más **bioclimáticos y sustentables** posible para cumplir con los objetivos de este propuesta. Su uso en las diferentes **funciones** de la vivienda ayuda a disminuir considerablemente los gases de efecto invernadero a la atmosfera y principalmente CO<sub>2</sub>. El **consumo de energía** para su elaboración, transportación y construcción está muy por debajo de los materiales convencionalmente utilizados y el **impacto ambiental** es bajo ya que la renovación de la caña guadúa es bastante alta, no así el hormigón y el acero por lo que su aplicación en la propuesta conceptual se limita a los cimientos y otros pequeños puntos específicos.

#### 56.4. Piso.

El material principal del piso es de caña guadúa específicamente un **eco-material** (Morán, 2011) en forma de panel aglomerado bajo fuerzas de compresión bastante altas que le otorgan una alta resistencia al tráfico habitual de personas. El hormigón se limita a usarse solamente en los baños. El acero en forma de tornillos y pernos se lo utiliza para asegurar el piso a la estructura de caña guadúa.

En ciertos puntos del piso es necesario la perforación del mismo para que el aire más frío que se encuentra en la parte inferior de la vivienda pueda subir a través de las paredes como se indicaba previamente en los cortes esquemáticos de paredes.

## 57. SISTEMA ENERGÉTICO.

El objetivo principal de este componente es conseguir un consumo energético autónomo con la ayuda de tecnologías que aprovechan los recursos naturales sustentablemente. En este caso el aprovechamiento de la energía solar es fundamental ya que debido a la ubicación geográfica, se cuenta con excelentes condiciones para el uso de paneles fotovoltaicos que pueden abastecer el consumo promedio y a su vez almacenar una cierta cantidad para cuando exista ocasionalmente una mayor demanda. Cabe resaltar que existirá un ahorro significativo de energía en el día por las características bioclimáticas en la iluminación.

Los paneles fotovoltaicos híbridos utilizados en la vivienda aprovechan la energía del sol para calentar el agua y generar electricidad al mismo tiempo. La energía generada por el panel fotovoltaico híbrido al igual que el agua caliente es almacenada en la parte inferior de la vivienda y su uso en las diferentes actividades es considerablemente reducida ya que todos los dispositivos eléctricos tendrán un menor consumo empezando por el uso de focos ahorradores y refrigeradores más eficientes.



Imagen 254: Perspectiva de la vivienda conceptual con el panel fotovoltaico híbrido en la cubierta de la planta alta.

Un sistema a utilizar en el diseño conceptual de vivienda sustentable es el **Ecobox** (Julio, 2010), una tecnología que permite dar a conocer la cantidad de energía consumida en tiempo real y los dispositivos activos dentro de la vivienda.



Imagen 255: Esquema de instalación y funcionalidad del Ecobox. (Julio, 2010)

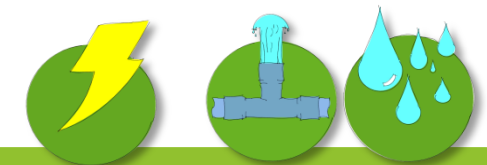
Una fuente de energética adicional es la proveniente de un **biodigestor anaerobio** (Marsilli, 2005), el cual produce **Bio-gas** metano al descomponer la materia orgánica generada en la vivienda como desechos de alimentos, aguas servidas o excretas de los animales criados en el contexto de la vivienda. Este gas puede ser utilizado para generar energía o utilizarlo para cocinar los alimentos. Actualmente no hay valores netos que indiquen la cantidad de energía que se puede obtener utilizando esta tecnología sin embargo es una aportación al sistema energético de la vivienda mientras este descompone y descontamina los residuos domésticos y de animales generados.

El biodigestor anaerobio se encuentra semi enterrado debajo de la vivienda en la parte posterior donde está cerca tanto de los desechos domésticos como de los animales. El Bio-gas generado se conecta directamente a la cocina como una fuente alterna para preparar los alimentos.



Imagen 256: Ubicación del biodigestor anaerobio semi enterrado debajo de la vivienda en la parte posterior.

Otra alternativa de generación de energía la **Pintura Solar Sunbelievable** (Rodríguez L. , Veo verde, 2011), esta pintura recubre el exterior de la casa y contiene nanopartículas que absorben la luz para crear energía eléctrica. La cantidad de energía que podría generar esta tecnología es mínima, sin embargo es un aporte al suministro eléctrico renovable de la vivienda.



## 58. SISTEMA DE AGUA LLUVIA – POTABLE.

Los sistemas de agua potable utilizados son por medio de la **captación y almacenamiento de agua lluvia** y a través de un pozo profundo conectado a acuíferos subterráneos que atraviesan el sector.

Las precipitaciones anuales en la zona tienen un promedio de 1.527,14 mm/m<sup>2</sup> según el (INAMHI, 2000 - 2008) y se las aprovechará por medio de la cubierta la cual tiene un área de captación de 110.20 m<sup>2</sup>, es decir, multiplicando los valores de lluvia promedio por el área de influencia de la cubierta menos un factor de pérdida del 20%, debido en gran parte por los cultivos en esta, se podría almacenar 134,63 m<sup>3</sup> anualmente. Evidentemente el espacio necesario para almacenar el agua lluvia debería ser bastante grande pero debido a que existe un sistema de pozo profundo como alternativa de suministro de agua, el tanque de almacenamiento es de menor tamaño, con una capacidad de 10 m<sup>3</sup>.

Según el análisis del promedio de consumo empleando estrategias y tecnologías sustentables en la fase anterior de esta tesis, se logró reducir de un promedio de 14m<sup>3</sup> a 3,22m<sup>3</sup> luego de una recarga inicial de 5,29m<sup>3</sup>, por lo tanto el tamaño del tanque de almacenamiento podría abastecer durante 3 meses en caso de haber escases de lluvias.

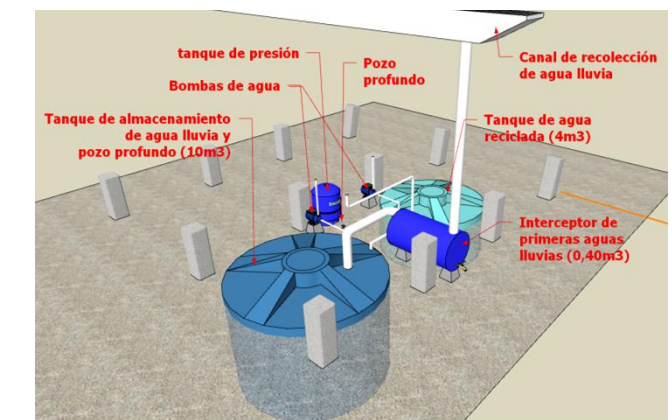
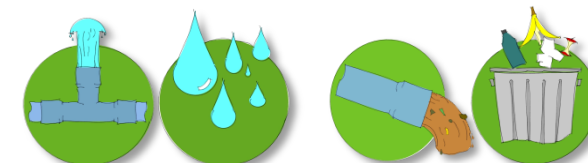


Imagen 257: Esquema gráfico digital de la ubicación del sistema de agua lluvia – potable.



Dentro de las tecnologías utilizadas en la vivienda conceptual están la **Lavadora Xeros** (Laura Plitt, 2009) la cual hace uso de unas bolitas de nylon las cuales ayudan a que en estas se impregne la suciedad y ahorra un total de 90% del agua utilizada en una lavadora convencional y adicionalmente consume 40% menos energía.

Otros dispositivos que permiten ahorrar una cantidad considerable de agua son los **perlizadores** (Eunice, 2008), los cuales se ubican en las boquillas de los lavamanos lavaplatos y duchas y disminuyen el consumo al mezclar partículas de aire con el agua.



Imagen 258: Ejemplos de perlizadores de agua. (Google imágenes, 2012)

Uno de los dispositivos sanitarios que más agua consume es el sanitario por lo cual es el uso del **Baño Ecológico** (Rodríguez J. , Subinet.es, 2011) es indispensable para reducir el consumo de este recurso a los niveles antes mencionados. Este tipo de baños tienen la capacidad de elegir el tipo de descarga, ya sea grande o pequeña dependiendo de la actividad en la que fue usado.

El área en la cubierta destinada a áreas verdes cultivables necesitará una cantidad de agua considerable para regarlas por lo cual se utilizaría la **Lluvia Sólida** (El Universal, 2012), que consiste en el uso de una sustancia que atrapa el agua en forma de gel y la adhiere a las raíces de las plantas, lo que permite mantenerlas hidratadas. Posteriormente y gracias al diseño de cubierta el exceso de agua utilizado para regar las plantas puede ser nuevamente reciclado, ahorrando nuevamente una cantidad considerable de agua.



Imagen 259: Lluvia sólida en forma de polvo. (El Universal, 2012)

El agua destinada al consumo humano deberá pasar previamente por **Luz Ultravioleta** (Tarrán, 2012), la misma que permite desinfectar el agua para que los usuarios de la vivienda la puedan consumir directamente en un punto específico en la cocina y con la ayuda de filtros se puede lograr una mejor calidad de la misma. Al mismo tiempo existen diferentes tipos de filtros de menor capacidad los cuales pueden ser utilizados para filtrar el agua reciclada con jabones o detergentes disueltos en esta.

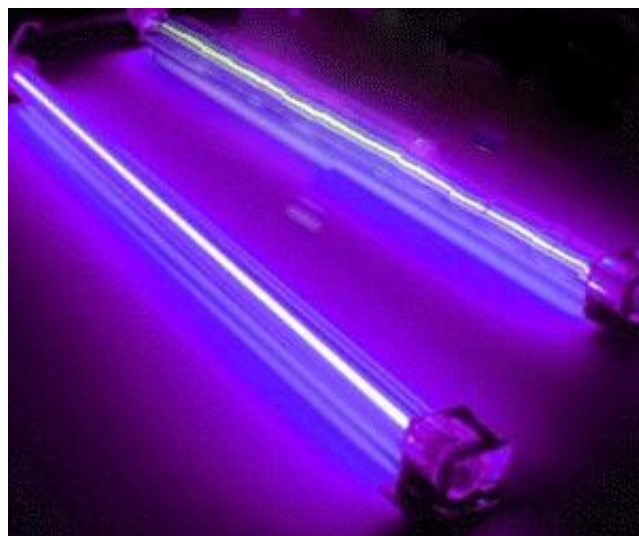


Imagen 260: Ejemplos de luz ultravioleta para desinfectar el agua. (Tarrán, 2012)

### 59. SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS Y DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS.

El sistema sustentable de tratamiento de aguas servidas es el **Biodigestor Anaerobio** (Marsilli, 2005), este sistema se encarga de dar tratamiento a las excretas de animales y a la vez **produce biogás** y **purifica** las de aguas servidas para su uso en el regado de áreas verdes y la elaboración de **biofertilizantes**.

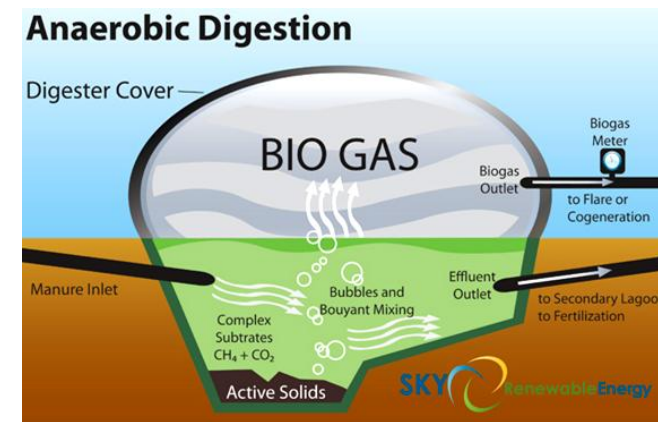


Imagen 261: Esquema gráfico de un sistema de digestión anaerobia. (Google imágenes, 2012)

La ubicación de este sistema como se indicaba recientemente en uno de los sistemas energéticos para el diseño conceptual de vivienda sustentable, se encuentra debajo de la vivienda en la parte posterior de donde tendrá acceso directo a los desechos orgánicos generados por la cría de animales, áreas verdes cultivables y otros alimentos.



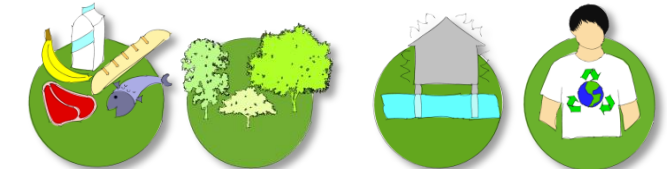
Imagen 262: Ubicación del biodigestor anaerobio con respecto a la vivienda, áreas verdes y cría de animales.

Una práctica de gran importancia dentro de los conceptos aplicados a la vivienda es la separación adecuada de desechos sólidos en el cual se utilizó la **Regla De Las Tres Erres** (Wikipedia, Regla de las tres Erres., 2012). Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados. Los hábitos a poner en práctica en la vivienda son **reducir, reutilizar y reciclar**. Para aplicar esta estrategia es necesaria una conciencia ecológica por parte de sus habitantes que sean capaces de realizar las actividades descritas, implicando un cambio de hábitos de consumo de recursos convencionales por sustentables.

- R Reducir:** acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos
- R Reutilizar:** acciones que permiten volver a emplear un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente
- R Reciclar:** el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida

Imagen 263: Regla de las tres erres. (Google imágenes, 2012)





### 60. SISTEMA DE ALIMENTOS Y ÁREAS VERDES.

La idea general de este sistema es **reducir el consumo de alimentos** obtenidos en el mercado convencional al aprovechar el espacio destinado a **áreas verdes** para producir cierta cantidad de alimentos como frutas, vegetales, hortalizas, etc. del mismo modo la cría de animales como gallinas, pavos o cerdos serán una fuente de comida adicional y dependiendo de la producción de estos se pueden generar **ingresos económicos** adicionales.

Mientras las áreas verdes cultivables ayudan a generar algunos de los alimentos para consumo doméstico, estos proveen diferentes beneficios adicionales como la generación de oxígeno, aislante térmico natural en caso de la cubierta verde, microclima fresco generado por la sombra de los árboles y cultivos cerca de las ventanas ayudan a enfriar el aire que ingresa a la vivienda a través de estas.

Cabe destacar que los residuos generados por las áreas verdes cultivables y las excretas de los animales podrán ser procesados en el biodigestor anaerobio para su debido tratamiento y aprovechamiento para generar biogás metano.



Imagen 265: Vista posterior de las áreas verdes cultivables y cría de animales.



Imagen 264: Vista lateral de las áreas verdes cultivables y cría de animales.

Los árboles frutales en la parte posterior de la vivienda ayudan a generar alimentos al igual que oxígeno y sombra para proveer de un microclima más fresco. Un espacio muy bien aprovechado es la cubierta, la cual cuenta con áreas verdes cultivables que proveerá de varios tipos de alimentos como verduras, frutas u hortalizas y genera un aislamiento térmico bastante alto que ayudará a mantener un clima más fresco en la vivienda.

### 61. SISTEMA RESISTENTE ANTE DESASTRES NATURALES.

Este componente se enfoca en la capacidad de la vivienda de **soportar posibles desastres naturales** como sismos, terremotos o inundaciones. Los **materiales de construcción** involucrados en el diseño conceptual previamente mencionados poseen características **sismo resistente**, los cuales fueron aplicados siguiendo **normas constructivas** que proveen de una mayor seguridad para sus habitantes.

La resistencia de la caña guadúa empleada en la estructura, paredes, cubierta y piso de la le dan un beneficio adicional a los cimientos de esta que son más pequeños debido a su bajo peso específico en comparación de materiales convencionales.

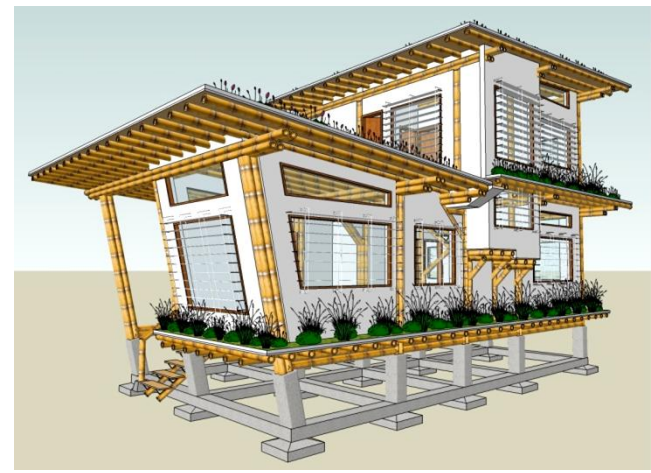


Imagen 266: Cimientos y estructura de hormigón armado levantan del suelo a la vivienda conceptual.

Una amenaza poco probable son las inundaciones en el sector, sin embargo se utiliza conceptualmente la **arquitectura palafítica**. La idea en general de este tipo de solución se la aplica de manera conceptual con la finalidad de levantar del suelo la vivienda solamente en caso de haber inundaciones para evitar posibles desgracias humanas y daños materiales mayores y a su vez brinda de algunas características bioclimáticas positivas como la ventilación y generación de espacios frescos.

Otra característica constructiva que aporta sustancialmente al diseño conceptual de vivienda sustentable es su portabilidad, fácil montaje y transportación lo que aceleraría el tiempo de construcción al tener cada uno de los elementos prefabricados. Si bien el sistema de hormigón armado utilizado en los cimientos no

es tan portable como el resto de sus componentes estructurales, es lo suficientemente resistente y duradero y se pueden emplear sistemas constructivos que aceleren esta etapa en la vivienda.

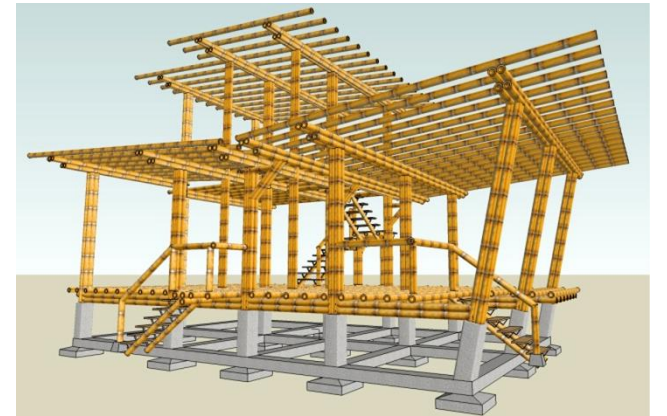


Imagen 267: Perspectiva de la vivienda con sus cimientos y estructura principal.

### 62. CONCIENCIA ECOLÓGICA.

Este componente se enfoca principalmente en los **usuarios** que vivirán en el **diseño conceptual de vivienda sustentable** y los diferentes hábitos y costumbres que tienen que poner en práctica dentro de una **solución habitacional** como esta.

Todos los **componentes** de la vivienda antes mencionados pueden llegar a ser inútiles o poco aprovechados sin una correcta utilización de los mismos o debido a bajos **critérios ecológicos o sustentables** amigables con el medio ambiente, es por esto que conceptualmente se propone esta vivienda a grupos familiares con los conocimientos antes mencionados.



### 63. CONCLUSIÓN.

En general la propuesta de **vivienda conceptual sustentable** nace de la evidente **necesidad** de un cambio en el sistema convencional de vivienda en el sector rural de El Triunfo debido a sus múltiples problemas que tenía y a su vez generaba un alto **consumo energético**, emitía cantidades considerables de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero en general, su **consumo indiscriminado de recursos naturales** no renovables, entre otros. Se demostró que la construcción de viviendas con esas características era una de las principales causas del **cambio climático** en el planeta y si no se realizan cambios oportunos el **impacto ambiental** continuará afectando a todos los seres vivos.

El enfoque de la vivienda sustentable apunta al sector rural de El Triunfo, específicamente **El Achote**, por su relativa cercanía a la ciudad y por poseer las **características geográficas idóneas**. La ciudad crece y consigo sus problemas, es por eso que la propuesta planteada debe encontrarse en un espacio nuevo y con la capacidad de **adaptar nuevos criterios de vivienda ecológico-sustentables** procurando el menor impacto ambiental posible y utilizando los recursos naturales cercanos de manera **responsable**.

El diseño conceptual de vivienda sustentable toma forma gracias a varias **teorías, estrategias y tecnologías bioclimáticas y sustentables** que responden a una necesidad evidente de evolucionar el sistema de vivienda convencional.

La **propuesta funcional y espacial** refleja el área necesaria para desarrollar las actividades en la vivienda sustentable las cuales son: **3 dormitorios, 2 baños, sala, comedor, cocina y lavandería**. Tanto el tamaño del terreno como de la vivienda en sí son reducidos, tratando de optimizar al máximo el espacio y tener menor impacto ambiental. La planta baja levantada del suelo hace posible ocupar este sitio para almacenaje de agua, entre otros.

La **propuesta formal** está ligada directamente a criterios bioclimáticos como su ubicación y orientación con respecto al recorrido del sol y vientos predominantes. La altura de la vivienda influye para aprovechar la ventilación natural,



Imagen 268: Perspectiva lateral izquierda general del diseño conceptual de vivienda sustentable.



Imagen 269: Perspectiva lateral derecha general del diseño conceptual de vivienda sustentable.

generar un **microclima** con aire más frío que luego será introducido a la vivienda.

Las áreas verdes circundantes juegan un rol importante en la producción de alimentos y bioclimatismo. **Las paredes, piso y ventanas** obedecen a teorías y estrategias **bioclimáticas** que mejoran el confort interno de la vivienda. La protección solar se soluciona con **grandes volados** en la cubierta y con un diseño particular de las rejas de seguridad en las ventanas que ayuda a distribuir la iluminación de mejor manera pero evita que los rayos del sol penetren directamente a la vivienda.

El **material de construcción predominante** y utilizado tanto en su estructura, paredes, cubierta y piso de la vivienda es **de caña guadúa (bambú)**, el cual posee las características necesarias para ser lo suficientemente **bioclimático, sustentable y ecológico**.

El hormigón y el acero contribuyen en un menor porcentaje a la estructura de caña guadúa y cimientos. Las paredes poseen características bioclimáticas **aislando térmicamente** la vivienda y su diseño interno hace posible el ingreso de aire frío al interior de la casa. La cubierta utiliza paneles de **eco-material** y estructura de caña guadúa lo suficientemente resistente para soportar tierra y vegetación para producir alimentos. En el piso se empleará paneles de eco-material de caña guadúa donde se harán perforaciones para que el aire frío inferior pueda subir a través de las paredes hacia el interior de la vivienda.

El **sistema de energía principal** será abastecido por un **panel fotovoltaico híbrido** el cual genera electricidad y a su vez **agua caliente**. El sistema de **control y administración de la energía** en la vivienda será controlado por el sistema **Ecobox** (Julio, 2010) haciendo uso de teléfonos inteligentes y computadoras. Una fuente de energía alternativa de menor proporción será la generada por un **biodigestor anaerobio** y utilizando conceptualmente el desarrollo de la **Pintura Solar Sunbelievable** (Rodríguez L. , Veo verde, 2011) generar **electricidad** a través de la **pintura exterior de las paredes**.

El **sistema de agua potable** en la vivienda utilizará el **agua lluvia** que será recolectada de la cubierta, almacenada y procesada de diferentes maneras dependiendo del uso doméstico que vaya a tener; también se hará uso de un **pozo profundo** como alternativa de suministro de agua. Los dispositivos como la **Lavadora Xeros** (Laura Plitt, 2009) ayudará a ahorrar el 90% del agua utilizada convencionalmente y consume 40% menos energía. Otros dispositivos como los **perlizadores** (Eunice, 2008) y el **Baño Ecológico** (Rodríguez J. , subinet.es, 2011) ayudarán a reducir el consumo de agua potable.

El **sistema de aguas servidas y desechos domésticos sólidos** funcionará conjuntamente para dar el tratamiento apropiado a los desechos generados y a su vez obtener distintos beneficios como **generar electricidad, bio-gas metano y abono orgánico para áreas verdes**. En general las prácticas de desechos sólidos no orgánicos utilizarán conceptos como la **Regla De Las Tres Erres** (Wikipedia, Regla de las tres Erres., 2012) la cual consiste en reducir, reutilizar y reciclar.

Las **áreas verdes** en la vivienda serán aprovechadas para **generar alimentos** como frutas, verduras, hortalizas, etc. Estas también beneficiarán generando sombra y proveer de un **microclima más fresco**. La cría de animales aporta de igual manera cierta cantidad de alimentos a los ocupantes de la vivienda. Cabe destacar que los **residuos generados** tanto por las áreas verdes cultivables como las excretas de los animales pueden ser procesados en el **biodigestor anaerobio** y aportar a generar más **bio-gas metano**.

La **estructura de la vivienda conceptual** posee características **sismo resistente** y al estar elevada del suelo la vuelve **menos vulnerable** ante inundaciones. La **caña guadúa** empleada en la mayoría de la estructura además de tener propiedades ecológicas, sustentables, bioclimáticas y de resistencia, tiene la capacidad de **portabilidad** al concebirse como una construcción con **elementos prefabricados**.

La **conciencia ecológica** finalmente es la suma de todos los componentes antes mencionados **funcionando integralmente** y puestos en práctica por las personas que habitarán la **vivienda conceptual**.

Esta propuesta de vivienda conceptual obtenida es más que nada una de las **infinitas soluciones habitacionales posibles** y está **abierta a mejoras y cambios** y sobre todo puede servir como **guía** inicial para la búsqueda y ampliación del tema o similares con el afán de promover una **arquitectura ecológica, bioclimática y sustentable**.



Imagen 271: Perspectiva lateral izquierda posterior del diseño conceptual de vivienda sustentable.



Imagen 270: Perspectiva lateral izquierda frontal del diseño conceptual de vivienda sustentable.



Imagen 272: Vista superior de cubierta general de diseño conceptual de vivienda sustentable.



Imagen 273: Perspectiva frontal general del diseño conceptual de vivienda sustentable.



Imagen 274: Perspectiva posterior general del diseño conceptual de vivienda sustentable.

## Bibliografía

- 3GATTI. (Julio de 2010). *Arq.com.mx*. Obtenido de <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/11308.html>
- AEE. Ahorro y eficiencia energética. (2012). *Eficienciaenergética.es*. Obtenido de <http://www.eficienciaenergetica.es/que.php>
- Alimentación Sana. (s.f.). Obtenido de <http://www.alimentacion-sana.com.ar/Portal%20nuevo/actualizaciones/conservantes.htm>
- Alternativa Herbal. (2 de Mayo de 2011). *Alternativa Herbal*. Obtenido de <http://www.alternativaherbal.com/alternativanatural/huerto-casero/como-hacer-un-huerto-casero/>
- Amazings. (Febrero de 2012). *Noticias de la ciencia*. Obtenido de [http://noticiasdelaciencia.com/not/3471/nueva\\_gama\\_de\\_materiales\\_para\\_capturar\\_dioxido\\_de\\_carbono\\_con\\_gran\\_eficacia](http://noticiasdelaciencia.com/not/3471/nueva_gama_de_materiales_para_capturar_dioxido_de_carbono_con_gran_eficacia)
- Aquabio. (21 de Octubre de 2009). *Aquabio*. Obtenido de <http://www.gva.es/www.aquabio.com.ar>
- Armijos. Matamoros & Santana. (2006). *Análisis de tipologías de Cuenca del Guayas y Península de Santa Elena*. Guayaquil.
- Arq. Celina Llerena. (2006). "bamboo architecture in Brasil, a personal Experiencearq". *Simposio latinoamericano de bambú*.
- Arq. Dra. López de Asiain, M. A. (2003). *Diplomado internacional: "Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura"*. "Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas". Chiapas.
- Arq. Gabriel Murillo, R. (2007). *Confort Ambiental*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Arq. Jorge Morán. (2007). Esquema del sistema estructural de caña guadúa. *Curso Taller "Construyendo con bambú"*. Veracruz.
- Arq. Luciana Martino. (2011). *Extracto de "Guía para una Construcción Sustentable"*. Obtenido de [http://www.estudiomartino.com/subsitios/publicaciones/que\\_es\\_y\\_como\\_aplicar\\_la\\_arquitectura\\_sustentable.php](http://www.estudiomartino.com/subsitios/publicaciones/que_es_y_como_aplicar_la_arquitectura_sustentable.php)
- Arqsustentable.net. (2009). *Arqsustentable.net*. Obtenido de [http://www.arqsustentable.net/actualidad\\_mexico2.htm](http://www.arqsustentable.net/actualidad_mexico2.htm)
- Arquigráfico.com. (2011). *La Arquitectura Bioclimática Protectora del Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.arquigrafico.com/la-arquitectura-bioclimatica-protectora-del-medio-ambiente>
- AWA Australian Water Association. (2012). *AWA Australian Water Association*. Obtenido de [http://www.awa.asn.au/Corporate\\_Sustainability.aspx](http://www.awa.asn.au/Corporate_Sustainability.aspx)
- BBC Mundo. (28 de Septiembre de 2011). *BBC, Tecnología*. Obtenido de [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2011/09/110928\\_tecnologia\\_ventana\\_inteligente\\_corea\\_del\\_sur\\_energia.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2011/09/110928_tecnologia_ventana_inteligente_corea_del_sur_energia.shtml)
- BCN Ecología, A. d. (2009). *BCN Ecología*. Obtenido de [http://bcnecologia.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=90&Itemid=52&lang=SP](http://bcnecologia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=90&Itemid=52&lang=SP)
- Behling, S. y. (2002). *Sol Power. La evolución de la Arquitectura Sostenible*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Bionero. (30 de Septiembre de 2009). *Bionero.org*. Obtenido de <http://www.bionero.org/estilo-de-vida/desarrolla-unam-prototipo-de-vivienda-sustentable/?searchterm=None>
- Blogs 20 minutos. (12 de Octubre de 2011). *Azoteas verdes*. Obtenido de <http://blogs.20minutos.es/cronicaverde/2011/10/12/nuevo-negocio-huertos-en-las-azoteas/>
- Brundtland, I. (1987). *Desarrollo sustentable*. ONU.
- CanadianArchitect. (2012). *canadianarchitect.com, Embodied Energy*. Obtenido de [http://www.canadianarchitect.com/asf/perspectives\\_sustainability/measures\\_of\\_sustainability/measures\\_of\\_sustainability\\_embodied.htm](http://www.canadianarchitect.com/asf/perspectives_sustainability/measures_of_sustainability/measures_of_sustainability_embodied.htm)
- Castillo, F. (4 de Marzo de 2012). *Goteo.org*. Obtenido de <http://www.goteo.org/project/open-energy/home>
- Center., U. E. (2009). *Emissions of Greenhouse Gases in the U. S.* Washington.
- Cevallos, I. P. (2011). "La tierra como material de construcción de viviendas rurales: el material y sus técnicas de empleo. "Taller sobre soluciones tecnológicas constructivas de habitabilidad básica".
- COGENERA. (Noviembre de 2010). *Cogeneración Solar*. Obtenido de <http://www.concienciaeco.com/2010/11/23/cogenera-cogeneracion-solar/>
- CONAE, C. N. (2011).
- Conciencia ecológica. (19 de Septiembre de 2011). *Concienciaeco*. Obtenido de <http://www.concienciaeco.com/2011/09/19/haz-de-tu-ventana-un-huerto-con-windowsfarms/>
- CONELEC. (2009). *Plan maestro de electrificación del Ecuador 2009 – 2020*.
- Cooperativa. (2 de Mayo de 2012). *Científicos Argentinos desarrollan filtro orgánico*. Obtenido de [http://www.cooperativa.cl/cientificos-argentinos-desarrollan-filtro-organico-para-descontaminar-agua-subterranea/prontus\\_notas/2012-02-05/094320.html](http://www.cooperativa.cl/cientificos-argentinos-desarrollan-filtro-organico-para-descontaminar-agua-subterranea/prontus_notas/2012-02-05/094320.html)
- COOTAD, C. O. (2010). *Registro oficial*. Quito.
- Cubasolar. (2005). *Ciudad, Metabolismo Urbano circular*. Obtenido de [http://cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia10/HTML/ARTICULO\\_05.HTM](http://cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia10/HTML/ARTICULO_05.HTM)
- Development, W. B. (2011). *World Business Council for Sustainable Development*. Obtenido de <http://www.wbcsd.org>
- Domokyo. (2010). *Vivienda portable para situaciones de emergencia*. Obtenido de <http://domokyo.com/uber-shelter-vivienda-portable-para-situaciones-de-emergencia/>
- ECN. (2006). Obtenido de <http://www.ecn.nl/nl/>
- Ecogaia. (26 de Abril de 2012). *Ecogaia*. Obtenido de <http://www.ecogaia.com/celulas-solares-liquidadas-para-impression-estable-y-economica.html>
- Ecointeligencia. (24 de Abril de 2012). *Agua potable con energías renovables*. Obtenido de <http://www.ecointeligencia.com/2012/04/agua-potable-con-energias-renovables/>
- El Universal. (5 de Enero de 2012). *El universal*. Obtenido de <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/68264.html>
- Electricasas. (Enero de 2009). *Electricasas, Electricidad del hogar y Electrónica fácil*. Obtenido de <http://www.electricasas.com/electricidad/circuitos/tablas-circuitos-electricidad-2/comparativa-de-consumos-de-electrodomesticos/>

- Electricidad gratuita. (2010). *Electricidad gratuita, energía eólica, los aerogeneradores*. Obtenido de <http://www.electricidad-gratuita.com/energia-eolica.html>
- Enersilva. (2012). *La biomasa*. Obtenido de <http://www.enersilva.org/biomasaenergetica.htm>
- Estevan, A. (2008). Biocombustibles: la agricultura al servicio del automóvil. 56.
- Eunice. (26 de Diciembre de 2008). *Decoesfera*. Obtenido de <http://www.decoesfera.com/varios/ahorrar-en-casa-sin-darte-cuenta-perlizadores-atomizadores>
- Farfan, P. (20 de Noviembre de 2009). *Bioclimática Tradicional*. Obtenido de <http://www.farfanestella.es/bioclimatica/?tag=palafito>
- Fing.edu.uy. (2012). *Protección de los pozos de extracción frente a posibles fuentes de contaminación*. Obtenido de <http://www.fing.edu.uy/imfia/ghs/subterraguas/temas/proteccion/proteccion.htm>
- Gadget. (28 de Marzo de 2012). *El Mundo ecológico.es*. Obtenido de [http://www.elmundoecologico.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=206:el-mit-investiga-con-la-energia-solar-3d&catid=40:gadget&Itemid=58](http://www.elmundoecologico.es/index.php?option=com_content&view=article&id=206:el-mit-investiga-con-la-energia-solar-3d&catid=40:gadget&Itemid=58)
- Garay., A. R. (Febrero de 2012). Dpto. de obras públicas municipales. I. Municipalidad del Cantón El Triunfo. (J. J. Rodríguez, Entrevistador)
- Gavilanes, J. C. (2010). *Centro Administrativo en el Cantón Puerto Lopez*. Guayaquil.
- George Webster CNN. (14 de Octubre de 2011). *CNN*. Obtenido de <http://edition.cnn.com/2011/10/14/tech/innovation/living-buildings-carbon/index.html?iref=allsearch>
- Girón., I. P. (Febrero de 2012). Jefe de la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón El Triunfo (UMAPAT). (J. J. Rodríguez, Entrevistador)
- Goldenhóm, S. (1970). *Calculistas de estructuras: hormigón armado, hierro y madera*. Buenos Aires.
- Goldenhorn, S. (1970). *Calculistas de estructuras : de hormigón armado, hierro y madera*. Buenos Aires : H.F. Martínez de Murguía.
- González., A. W. (Febrero de 2012). Jefe del Dpto. Avalúos y catastros. I. Municipalidad del Cantón El Triunfo. (J. J. Rodríguez, Entrevistador)
- Google imágenes. (2012). *Google*. Obtenido de <http://www.google.com>
- Green Energy. (2012). *Get smart energy*. Obtenido de <http://www.getsmartenergy.com/windcube/index.aspx>
- Guayas, L. p. (2012). *Cantones del Guayas, El Triunfo*. Obtenido de <http://www.guayas.gov.ec/html/cantones/triunfo/historia.asp>
- Hartig., F. A. (2010). *Dirección de Operación de Sistemas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya/1643.pdf>
- IAGUA. (6 de Febrero de 2008). *IAGUA*. Obtenido de <http://iagua.es/2008/02/reutilizacion-de-agua-en-las-viviendas>.
- In UNEP/GRID-Arendal, M. a. (20 de Octubre de 2011). *Energy cost of various construction materials*. Obtenido de <http://maps.grida.no/go/graphic/energy-cost-of-various-construction-materials>.
- INAMHI, I. N. (2000 - 2008). *Anuario meteorológico*. La Troncal. Ingenio Aztra (Ecudos).
- INEC, I. N. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de [www.inec.gov.ec](http://www.inec.gov.ec)
- INFONAVIT. (2008). *Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. CMIC*. Obtenido de <http://www.cmic.org/mnsectores/vivienda/2008/INFONAVIT/hipotecaverde.htm>
- Ing. Carlos Rivera, T. G. (Febrero de 2012). CNEI Regional Milagro, sede El Triunfo. (J. J. Rodríguez, Entrevistador)
- Ing. Luis F. Botero. (2004). Manual de industrialización del Bambú., (pág. 86). Guayaquil.
- IPCC, G. I. (2007). *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: Pachauri, R.K. y Reisinger, A.
- JICA. (Diciembre de 2009). *Proyecto "Agua es Salud y Vida Fase 2"*. Obtenido de Guía de perforación manual de pozos: [http://www.jica.go.jp/project/spanish/bolivia/0800574/news/general/pdf/ASVI\\_10.pdf](http://www.jica.go.jp/project/spanish/bolivia/0800574/news/general/pdf/ASVI_10.pdf)
- Jiménez & Quesada. (2006). *Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural*.
- Jorge. (17 de Enero de 2012). *Guía de Jardinería, El cultivo hidropónico*. Obtenido de <http://www.guiadejardineria.com/el-cultivo-hidroponico/>
- Julio. (17 de Marzo de 2010). *Conciencia eco*. Obtenido de <http://www.concienciaeco.com/2010/03/17/reduce-tu-huella-de-carbono-con-ecobox/>
- Kirwan, S. G. (2009). *DOSSIER. Iniciativas locales frente a problemas globales*. Quito.
- Laura Plitt. (8 de Octubre de 2009). *BBC Mundo. Medio Ambiente*. Obtenido de [http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/10/091007\\_1421\\_lavarropas\\_lp.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/10/091007_1421_lavarropas_lp.shtml)
- LOGOG. (2012). *Guidelines on Carbon Emissions of Products and Services – Version 1*. Obtenido de <http://www.london2012.com/documents/locog-publications/locog-guidelines-on-carbon-emissions-of-products-and-services.pdf>
- Ludeña, J. (2010). *Estrategias espaciales de eco-eficiencia energética para la ciudad: caso Machala*. Guayaquil.
- Marsilli, A. (Diciembre de 2005). *Tierramor*. Obtenido de <http://www.tierramor.org/Articulos/tratagu.htm>
- Martín, P. D. (29 de Mayo de 2009). *Culturizando*. Obtenido de *Árboles jóvenes producen más oxígeno.*: <http://www.culturizando.com/2011/05/arboles-jovenes-producen-mas-oxigeno.html>
- McDonough, M. B. (2002). *Cradle to Cradle (De la Cuna a la Cuna) Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. Nueva York: North Point Press.
- MECON, M. d. (2005). *Mecon*. Obtenido de <http://www.mecon.gov.ar/>
- MIDUVI. (2010).
- Morán, A. J. (2011). *Planta piloto de Eco-materiales*. Guayaquil.
- Morán. INBAR LAC, A. J. (2008). "El uso del bambú como material de construcción para viviendas". *Taller de bambú 2008*. Guayaquil. Obtenido de <http://www.eco-materiales.net/>.
- Neoteo. (Octubre de 2011). *Neoteo*. Obtenido de <http://www.neoteo.com/3m-presenta-paneles-solares-transparentes>

- Núñez, A. J. (2008). "El uso del bambú como material de construcción para viviendas". *Taller de bambú 2008*. Guayaquil.
- Nurenberg. Estrada & Holm, A. D. (1982). *Arquitectura Vernácula en el Litoral*. Guayaquil.
- ONU. (2001). *Población medio ambiente y desarrollo*, Pág. 56.
- Parliamentary Office of Science and Technology. (Octubre de 2006). *CARBON FOOTPRINT OF ELECTRICITY GENERATION*. Obtenido de [www.parliament.uk/post](http://www.parliament.uk/post)
- Pérez, X. S. (2008). *Diseño del sistema de tratamiento para la depuración de aguas residuales domésticas de la población San Eloy en la provincia de manabí por medio de un sistema de tratamiento natural compuesto por un humedal artificial de flujo libre*. Guayaquil: ESPOL. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Política y sociedad. (2008). *Política y sociedad*. Obtenido de <http://politicaysociedad.com/el-asesinato-de-rafael-correa/>
- Profesor en línea. (1999). *profesorenlinea.cl, transferencia de calor*. Obtenido de <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/CalorTransferencia.htm>
- Rodríguez, J. (Julio de 2011). *subinet.es*. Obtenido de <http://www.subinet.es/eco-tech/investigadores-del-mit-colocan-celulas-solares-en-el-papel/>
- Rodríguez, J. (2011). *subinet.es*. Obtenido de <http://www.subinet.es/eco-tech/eco-bathroom-concepto-de-wc-para-ahorrar-agua/>
- Rodríguez, J. (20 de Septiembre de 2011). *Subinet.es*. Obtenido de <http://www.subinet.es/eco-tech/los-paneles-solares-hibridos-aumentan-la-eficiencia-solar/>
- Rodríguez, L. (Diciembre de 2011). *Veoverde*. Obtenido de <http://www.veoverde.com/2011/12/pintura-exterior-capaz-de-generar-energia/>
- Rodríguez, L. (Diciembre de 2011). *Veoverde*. Obtenido de <http://www.veoverde.com/2011/12/pintura-exterior-capaz-de-generar-energia/>
- RT. (30 de Marzo de 2012). *Actualidad*. Obtenido de <http://actualidad.rt.com/ciencias/view/41146-La-energ%C3%ADa-del-cielo-crean-una-central-e%C3%B3lica-que-vuela>
- Sanz, D. (24 de Enero de 2012). *Ecología Verde*. Obtenido de [http://www.ecologiaverde.com/plastico-a-partir-de-hongos-y-residuos-agricolas/?utm\\_source=dlvr.it&utm\\_medium=twitter](http://www.ecologiaverde.com/plastico-a-partir-de-hongos-y-residuos-agricolas/?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter)
- Sempertegui, B. a. (2008). *Determinación de la producción de residuos sólidos domésticos y sus principales componentes en Riobamba*. Riobamba: ESPOCH. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Sofía Beuchat. (2012). *Diario Ecología*. Obtenido de [http://diarioecologia.com/por-que-nos-hacemos-bien-rodearnos-de-naturaleza/?utm\\_source=dlvr.it&utm\\_medium=twitter](http://diarioecologia.com/por-que-nos-hacemos-bien-rodearnos-de-naturaleza/?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter)
- Tarrán, E. P. (2012). *Director General de Tech Filter (Indaiatuba, São Paulo, Brasil)*. Obtenido de "Desinfección por luz ultravioleta".: <http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/3-4-02inter.pdf>
- Torres, F. (Febrero de 2012). *Veoverde*. Obtenido de <http://www.veoverde.com/2012/02/cientificos-estadounidenses-crea-celulas-solares-desde-trozos-de-jardin/>
- UDEP. (2012). *Evaluación de las Edificaciones de Acuerdo a los Requerimientos Sismo Resistentes*. Obtenido de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_122\\_180\\_80\\_1139.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_122_180_80_1139.pdf)
- UNATSABAR, U. d. (Enero de 2001). *Guía de diseño para captación del agua lluvia*. Obtenido de Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.: <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>
- Valdiviezo, J. G. (2003). *Historia de El Triunfo*. El Triunfo: Imprenta Torres.
- Verde, E. (s.f.). *Plásticos a partir de hongos y residuos agrícolas*. Obtenido de [http://www.ecologiaverde.com/plastico-a-partir-de-hongos-y-residuos-agricolas/?utm\\_source=dlvr.it&utm\\_medium=twitter](http://www.ecologiaverde.com/plastico-a-partir-de-hongos-y-residuos-agricolas/?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter)
- Wikipedia. (1990). *Metabolismo Urbano*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo\\_urbano#cite\\_ref-0](http://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo_urbano#cite_ref-0)
- Wikipedia. (1990). *Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre: [http://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo\\_urbano](http://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo_urbano)
- Wikipedia. (2002). *Países por emisiones de dióxido de carbono en miles de toneladas métricas*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre: [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses\\_por\\_emisiones\\_de\\_di%C3%B3xido\\_de\\_carbono](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_por_emisiones_de_di%C3%B3xido_de_carbono)
- Wikipedia. (2012). *Agua subterránea*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_subterr%C3%A1nea](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_subterr%C3%A1nea)
- Wikipedia. (2012). *Arquitectura Bioclimática*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_bioclim%C3%A1tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_bioclim%C3%A1tica)
- Wikipedia. (2012). *Arquitectura Sustentable*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_sustentable)
- Wikipedia. (2012). *Baruch Givoni*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Baruch\\_Givoni](http://es.wikipedia.org/wiki/Baruch_Givoni)
- Wikipedia. (2012). *Biomasa*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Biomasa>
- Wikipedia. (2012). *Biomímesis*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Biomimesis>
- Wikipedia. (Marzo de 2012). *Cantón El Triunfo*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n\\_El\\_Triunfo](http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_El_Triunfo)
- Wikipedia. (2012). *Carbon Trust*. Obtenido de [http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_Trust](http://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_Trust)
- Wikipedia. (2012). *Central Hidroeléctrica*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_hidroel%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_hidroel%C3%A9ctrica)
- Wikipedia. (2012). *Confort higrotérmico*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Confort\\_higrot%C3%A9rmico](http://es.wikipedia.org/wiki/Confort_higrot%C3%A9rmico)
- Wikipedia. (2012). *Decibelio*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Decibelio>
- Wikipedia. (2012). *Definiciones*. Obtenido de <http://www.wikipedia.org>
- Wikipedia. (2012). *Desarrollo sostenible*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)
- Wikipedia. (2012). *El Cinturón o Anillo de Fuego del Pacífico*. Obtenido de

[http://es.wikipedia.org/wiki/Cintur%C3%B3n\\_de\\_Fuego\\_del\\_Pac%C3%ADfico](http://es.wikipedia.org/wiki/Cintur%C3%B3n_de_Fuego_del_Pac%C3%ADfico)

Wikipedia. (2012). *El Fenómeno del Niño*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Fenomeno\\_del\\_ni%C3%B1o](http://es.wikipedia.org/wiki/Fenomeno_del_ni%C3%B1o)

Wikipedia. (2012). *Energía Eólica*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_e%C3%B3lica](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica)

Wikipedia. (2012). *Energía Renovable*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_renovable](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable)

Wikipedia. (2012). *Energía Solar*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar)

Wikipedia. (2012). *Huertos*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Huerto>

Wikipedia. (2012). *Palafitos*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Palafito>

Wikipedia. (2012). *Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kyoto](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kyoto)

Wikipedia. (2012). *Regla de las tres Erres*. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Regla\\_de\\_las\\_tres\\_erres](http://es.wikipedia.org/wiki/Regla_de_las_tres_erres)

Wilson, T. V. (2011). *how stuff works*. Obtenido de <http://science.howstuffworks.com/environmental/earth/geophysics/earth3.htm>

Wines, J. (2000). *Green Architecture*. Italia: Taschen.

Wordpress.com. (Noviembre de 2010). *Wordpress.com*. Obtenido de <http://prevencionalmundo.wordpress.com/galeria-fotografica/el-efecto-invernadero-y-el-calentamiento-global/>

## ANEXOS.

### CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD, 2010).

#### TÍTULO 1. PRINCIPIOS GENERALES

##### Artículo 3

h) Sustentabilidad del desarrollo.- Los gobiernos autónomos descentralizados priorizarán las potencialidades, capacidades y vocaciones de sus circunscripciones territoriales para impulsar el desarrollo y mejorar el bienestar de la población, e impulsarán el desarrollo territorial centrado en sus habitantes, su identidad cultural y valores comunitarios. La aplicación de este principio conlleva asumir una visión integral, asegurando los aspectos sociales, económicos, ambientales, culturales e institucionales, armonizados con el territorio y aportarán al desarrollo justo y equitativo de todo el país.

##### Artículo 4.

d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de un ambiente sostenible y sustentable;

f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos y la garantía de su derecho a la vivienda en el ámbito de sus respectivas competencias;

#### TÍTULO 2. ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO

Artículo 10.- Niveles de organización territorial.- El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales.

##### Capítulo 4.

Parroquias Rurales

**Artículo 24.-** Parroquias rurales.- Las parroquias rurales constituyen circunscripciones territoriales integradas a un cantón a través de ordenanza expedida por el respectivo concejo municipal o metropolitano.

##### Capítulo I.

#### Gobierno Autónomo Descentralizado Regional. Sección Primera.

##### Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones.

**Artículo 31.-** Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado regional:

g) Dictar políticas destinadas a garantizar el derecho regional al hábitat y a la vivienda y asegurar la soberanía alimentaria en su respectiva circunscripción territorial:

##### Capítulo 4.

#### Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural. Sección Primera Naturaleza jurídica, sede y funciones.

**Artículo 64.-** Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural:

a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial parroquial, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas parroquiales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales:

##### Capítulo 4.

#### Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales.

**Artículo 132.- Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.-** La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con

los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca.

En el ejercicio de esta competencia le corresponde al gobierno autónomo descentralizado regional, gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas mediante la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados de la cuenca hidrográfica respectiva con las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado del recurso hídrico.

Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, en coordinación con todos los niveles de gobierno, implementarán el plan de manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas, en sus respectivas circunscripciones territoriales. Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales ejecutarán las obras de infraestructura fijadas en el marco de la planificación nacional y territorial correspondiente, y de las políticas y regulaciones emitidas por la autoridad única del agua.

**Artículo 134.- Ejercicio de la competencia de fomento de la seguridad alimentaria.-** El fomento de la seguridad alimentaria, cuyo ejercicio corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, se gestionará aplicando las disposiciones constitucionales y legales para garantizar la soberanía alimentaria, la política pública de esta materia bajo el principio de integralidad y comprende:

a) Promover, concurrentemente con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales, en el marco de la economía social y solidaria, la asociación de los microempresarios, pequeños y medianos productores y brindar la asistencia técnica para su participación en mejores condiciones en los procesos de producción, almacenamiento,

transformación, conservación y comercialización de alimentos;

b) Implementar coordinadamente con los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, municipales y parroquiales rurales, la producción sustentable de alimentos, en especial los provenientes de la agricultura, actividad pecuaria, pesca, acuicultura y de la recolección de productos de medios ecológicos naturales: garantizando la calidad y cantidad de los alimentos necesarios para la vida humana:

Fomentar el acceso de los ciudadanos a alimentos suficientes y sanos mediante la capacidad de incidir en los mercados y en el impulso a estrategias de consumo de alimentos nutritivos, agroecológicos y provenientes de la producción local, además del impulso de sistemas solidarios de comercialización en coordinación con los otros niveles de gobiernos autónomos descentralizados.

**Artículo 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.-** De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.

Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de



preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

Los servicios públicos de saneamiento y abastecimiento de agua potable serán prestados en la forma prevista en la Constitución y la ley. Se fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario. Cuando para la prestación del servicio público de agua potable, el recurso proviniere de fuente hídrica ubicada en otra circunscripción territorial cantonal o provincial, se establecerán con los gobiernos autónomos correspondientes convenios de mutuo acuerdo en los que se considere un retorno económico establecido técnicamente.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus tasas, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales realizarán alianzas con los sistemas comunitarios para gestionar conjuntamente con

las juntas administradoras de agua potable y alcantarillado existentes en las áreas rurales de su circunscripción. Fortaleciendo el funcionamiento de los sistemas comunitarios. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán delegar las competencias de gestión de agua potable y alcantarillado a los gobiernos parroquiales rurales.

**Artículo 141.- Ejercicio de la competencia de explotación de materiales de construcción.-** De conformidad con lo dispuesto en la Constitución y la ley, corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras de su circunscripción. Para el ejercicio de esta competencia dichos gobiernos deberán observar las limitaciones y procedimientos a seguir de conformidad con las leyes correspondientes.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales, en ejercicio de su capacidad normativa, deberán expedir ordenanzas en las que se contemplará de manera obligatoria la consulta previa y vigilancia ciudadana: remediación de los impactos ambientales, sociales y en la infraestructura vial, provocados por la actividad de explotación de áridos y pétreos; e implementarán mecanismos para su cumplimiento en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales, las organizaciones comunitarias y la ciudadanía.

**Artículo 147.- Ejercicio de la competencia de hábitat y vivienda.-** El Estado en todos los niveles de gobierno garantizará el derecho a un hábitat seguro y saludable y una vivienda adecuada y digna, con independencia de la situación social y económica de las familias y las personas.

Los planes y programas desarrollarán además proyectos de financiamiento para vivienda de interés social y mejoramiento de la vivienda precaria, a través de la banca pública y de las

instituciones de finanzas populares, con énfasis para las personas de escasos recursos económicos y las mujeres jefas de hogar.

## Capítulo 5.

### Transferencias Para Compensar A Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Donde Se Exploten o Industrialicen Recursos No Renovables.

**Artículo 209.- Destino.-** El destino de estas transferencias estará orientado al desarrollo humano y protección de la naturaleza y el ambiente, sin que esto implique la evasión de las responsabilidades de prevención, mitigación y reparación de los daños ambientales y sociales, en concordancia con las políticas-^y normatividad ambiental; además de las sanciones correspondientes. Estos recursos también se orientaran al financiamiento de egresos no permanentes que generen directamente acumulación de capital o activos públicos de larga duración, en los territorios donde se produzcan estos impactos. Se procurará la generación de infraestructura pública y de fuentes de energía limpias.

**Artículo 210.- Mecanismo de distribución.-** Los gobiernos autónomos descentralizados que recibirán estos beneficios y los mecanismos de distribución se establecerán en cada una de las leyes sectoriales correspondientes relacionadas con la explotación de recursos naturales no renovables.

## Capítulo 6.

### Endeudamiento.

**Artículo 211.- Acceso.-** Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, provinciales, metropolitanos, municipales y parroquiales rurales pueden acceder a endeudamiento para financiar inversiones de mediano y largo plazo que no puedan ser cubiertas con sus recursos en un período.

Los ingresos provenientes del endeudamiento constituyen ingresos no permanentes y

únicamente financiarán egresos no permanentes, es decir programas y proyectos de mediano y largo plazo debidamente priorizados en sus respectivos planes de desarrollo territorial y que contribuyan al Plan Nacional de Desarrollo.

Los gobiernos autónomos parroquiales rurales podrán financiarse con fondos provenientes del Banco del Estado, de conformidad con su ley constitutiva.

## Capítulo 8.

### Régimen Patrimonial.

#### Sección Cuarta.

### Reglas Especiales Relativas a los Bienes de Uso Público y Afectados al Servicio Público.

**Artículo 430.- Usos de ríos, playas y quebradas.-** Los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, formularán ordenanzas para delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, de acuerdo a lo dispuesto en la Constitución y la ley.

**Artículo 431.- De la gestión integral del manejo ambiental.-** Los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.

**Artículo 432.- Obras en riberas de ríos y quebradas.-** Excepcionalmente y siempre que sea para uso público, se podrá ejecutar, previo informe favorable de la autoridad ambiental correspondiente y de conformidad al plan general de desarrollo territorial, obras de regeneración, de mejoramiento, recreación y deportivas, en las riberas, zonas de remanso y protección, de los ríos y lechos, esteros, playas de mar, quebradas y sus lechos, lagunas, lagos; sin estrechar su cauce o dificultar el curso de las

aguas, o causar daño a las propiedades vecinas.

## LA CONSTITUCIÓN.

En la Constitución del 2008, se encuentran algunos artículos, que mencionan lo valioso e importante que es preservar el lugar donde se habita. Los artículos mencionados son los siguientes:



Portada de la constitución del Ecuador 2008.

## Título II: Derechos.

### Capítulo II: Derechos Del Buen Vivir.

#### Ambiente Sano.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un buen ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

#### Hábitat Y Vivienda.

**Art. 30.-** Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

**Art. 31.-** Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

## Titulo VII: Régimen Del Buen Vivir.

### Capítulo II: Biodiversidad Y Recursos Naturales. Patrimonio Natural Y Ecosistemas.

**Art. 404.-** El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará acabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

## ÍNDICE DE IMÁGENES.

IMAGEN 1: REPRESENTACIÓN DEL EFECTO INVERNADERO EN EL PLANETA Y CONSECUENTEMENTE EL CALENTAMIENTO GLOBAL. (WORDPRESS.COM, 2010).....	1	IMAGEN 23: UBICACIÓN DE PROSPECTOS DE VIVIENDAS A SER ANALIZADAS CON RESPECTO AL PLANO DE LA CIUDAD DE EL TRIUNFO (2012). .....	12	IMAGEN 47: ESPACIOS VERDES EN EL CONTEXTO DE LA VIVIENDA. ....	24	IMAGEN 72: IMÁGENES DE ÁREAS VERDES EN EL CONTEXTO DE LA VIVIENDA. ....	33
IMAGEN 2: ESQUEMA DEL METABOLISMO LINEAL Y EL METABOLISMO CIRCULAR. (LUDEÑA, 2010).....	1	IMAGEN 24: UBICACIÓN DE PROSPECTOS DE VIVIENDAS A SER ANALIZADAS CON RESPECTO AL PLANO DEL RECINTO EL ACHIOTE (2012). .....	14	IMAGEN 48: ESQUEMA BÁSICO DE LA FOTOSÍNTESIS. (WILSON, 2011).....	24	IMAGEN 73: FACHADA LATERAL ESTE. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO NO PRESENTA VIGAS SUPERIORES DE AMARRE. ....	34
IMAGEN 3: UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS CON RESPECTO AL ECUADOR. ....	2	IMAGEN 25: UBICACIÓN DE LA CIUDADELA LA CARMELA 1 CON RESPECTO AL PLANO GENERAL DE EL TRIUNFO (2012). ...	16	IMAGEN 49: MODELO DIGITAL DE LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA. ....	25	IMAGEN 74: IMAGEN DE LOS DOS TIPOS DE CUBIERTA Y SU ESTRUCTURA DE MADERA.....	34
IMAGEN 4: PLANO URBANO DEL CANTÓN EL TRIUNFO 2011. ....	2	IMAGEN 26: UBICACIÓN DE LA VIVIENDA CON RESPECTO A LA CIUDADELA LA CARMELA 1 (2012). ....	16	IMAGEN 50: FOTOS DE LA VIVIENDA Y SUS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CON CERO PRESENCIA DE FISURAS POR ASENTAMIENTOS O SISMOS ANTERIORES. ....	25	IMAGEN 75: MODELO DIGITAL DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO Y LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA. ....	34
IMAGEN 5: UBICACIÓN DEL CANTÓN EL TRIUNFO CON RESPECTO A LA PROVINCIA DEL GUAYAS. ....	2	IMAGEN 27: UBICACIÓN DE LA VIVIENDA CON RESPECTO A LA MANZANA 12 (2012). ....	16	IMAGEN 51: TIPO DE SUELO DEL SECTOR DE LA VIVIENDA ANALIZADA.....	25	IMAGEN 76: FUENTES ENERGÉTICAS NATURALES. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....	39
IMAGEN 6: PLANO HIDROGRÁFICO DEL CANTÓN EL TRIUNFO 2011. ....	2	IMAGEN 28: MODELO DIGITAL DE IMPLANTACIÓN DE LA VIVIENDA EN SITIO CON UNA INSOLACIÓN DE ENSAYO EN MARZO A LAS 15:00. ....	16	IMAGEN 52: UBICACIÓN DE LA VIVIENDA CON RESPECTO AL RECINTO EL ACHIOTE (2012). ....	27	IMAGEN 77: SUMIDEROS ENERGÉTICOS NATURALES. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....	39
IMAGEN 7: VIVIENDAS DEL SECTOR URBANO DE EL TRIUNFO. (2012).....	3	IMAGEN 29: MODELO DIGITAL DE LA VIVIENDA REPRESENTANDO DIRECCIÓN DEL VIENTO. ....	16	IMAGEN 53: MODELO DIGITAL DE IMPLANTACIÓN DE LA VIVIENDA EN SITIO CON UNA INSOLACIÓN DE ENSAYO EN MARZO A LAS 15:00. ....	27	IMAGEN 78: DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO DE VÍCTOR OLGAY. DIBUJADO POR OLGAY EN LOS AÑOS 50 Y DESARROLLADO EN LA UNIVERSIDAD DE BERKELEY. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....	40
IMAGEN 8: VIVIENDA TRADICIONAL DEL SECTOR URBANO. (2012) 3		IMAGEN 30: IMAGEN EXTERIOR DE LA VIVIENDA EN EL SECTOR URBANO (2012). ....	16	IMAGEN 54: MODELO DIGITAL DE LA VIVIENDA REPRESENTANDO DIRECCIÓN DEL VIENTO. ....	27	IMAGEN 79: CARTA SOLAR CORRESPONDIENTE AL RECORRIDO DEL SOL EN EL ECUADOR. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	43
IMAGEN 9: COSTO ENERGÉTICO DE VARIOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. LAS EMISIONES DE CO2 NO SON DIRECTAMENTE DEDUCIBLES DE LOS COSTES ENERGÉTICOS. EL CONCRETO, POR EJEMPLO, ES UN MATERIAL CON CO2 MUY INTENSO DEBIDO A LAS EMISIONES DE LOS PROCESOS QUÍMICOS QUE INTERVIENEN EN SU PRODUCCIÓN, A PESAR DE LOS COSTOS DE ENERGÍA RELATIVAMENTE BAJOS POR METRO CÚBICO. (IN UNEP/GRID-ARENDA, 2011) .....	4	IMAGEN 31: MODELO DIGITAL DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO Y PISO DE HORMIGÓN SIMPLE. ....	18	IMAGEN 55: VISTA EXTERIOR DE LA VIVIENDA EN EL SECTOR RURAL “EL ACHIOTE” (2012). ....	27	IMAGEN 80: ESQUEMA GRÁFICO DE GENERACIÓN DE BRISAS. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	44
IMAGEN 10: PORCENTAJE DE ACTIVIDADES DOMÉSTICAS QUE UTILIZAN EL AGUA POTABLE. (IAGUA, 2008) .....	4	IMAGEN 32: MODELO DIGITAL DE LAS PAREDES DE LADRILLO SIMPLE VISTO Y LAS ENLUCIDAS CON MORTERO DE CEMENTO. ....	18	IMAGEN 56: MODELO DIGITAL DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO Y PISO DE HORMIGÓN SIMPLE. ....	28	IMAGEN 81: DISTRIBUCIÓN ÓPTIMA DEL ESPACIO PARA UN EDIFICIO DE PLANTA RECTANGULAR. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....	44
IMAGEN 11: PLANO SANITARIO DEL CANTÓN EL TRIUNFO 2011. DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS. ....	5	IMAGEN 33: MODELO DIGITAL DE LA CUBIERTA Y SU ESTRUCTURA. ....	18	IMAGEN 57: MODELO DIGITAL DE LAS PAREDES DE LADRILLO SIMPLE VISTO Y LAS ENLUCIDAS CON MORTERO DE CEMENTO. ....	28	IMAGEN 82: ESQUEMA DE VENTILACIÓN EN UNA VIVIENDA ELEVADA DEL SUELO O PALAFITO. (FARFAN, 2009).....	45
IMAGEN 12: PLANO HIDROGRÁFICO DEL CANTÓN EL TRIUNFO 2011. DESCARGAS DE AGUAS LLUVIAS .....	5	IMAGEN 34: FOTOGRAFÍA DE LA VIVIENDA CON OTROS ELEMENTOS COMO REJAS DE VENTANA, PUERTA Y CUARTONES Y TIRAS DE MADERA DE LA CUBIERTA DEL BAÑO. ....	18	IMAGEN 58: MODELO DIGITAL DE LA CUBIERTA Y SU ESTRUCTURA. ....	28	IMAGEN 83: ESQUEMA GRÁFICO DE VENTILACIÓN CRUZADA. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	45
IMAGEN 13: SIMILITUD EN INUNDACIONES EN PROVINCIA DE MANABÍ, CANTÓN SUCRE, PARROQUIA CHAROPOTÓ, COMUNIDAD SAN BAROLO Y PUERTO CAÑITAS. PUBLICACIÓN DIARIO HOY. (2008) .....	6	IMAGEN 35: IMAGEN DE LA PARTE FRONTAL DE LA VIVIENDA CON LOS MATERIALES QUE LA COMPONEN Y SUS ACABADOS....	19	IMAGEN 59: VISTA DE LA FACHADA PRINCIPAL (NORTE) DE LA VIVIENDA CON LOS MATERIALES QUE LA COMPONEN Y SUS ACABADOS.....	29	IMAGEN 84: ESQUEMA GRÁFICO DE ABERTURAS DE VENTILACIÓN. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	45
IMAGEN 14: CONCIENCIA ECOLÓGICA AL ESCOGER FOCOS PARA LA VIVIENDA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	6	IMAGEN 36: IMAGEN DE LA PARTE POSTERIOR DE LA VIVIENDA CON LOS MATERIALES QUE LA COMPONEN Y SUS ACABADOS....	19	IMAGEN 60: VISTA DE LA FACHADA LATERAL (OESTE) DE LA VIVIENDA CON LOS MATERIALES QUE LA COMPONEN Y SUS ACABADOS.....	29	IMAGEN 85: DIBUJOS DE PÉRGOLAS CON ENTRAMADOS VEGETALES (SUPERIOR) Y SIMPLES (INFERIOR). (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	45
IMAGEN 15: REPRESENTACIÓN DE ALGUNOS DE LOS PROBLEMAS MENCIONADOS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	6	IMAGEN 37: FOTOS DE ALGUNOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE LA VIVIENDA. ....	20	IMAGEN 61: VISTA DE LA FACHADA LATERAL (ESTE) DE LA VIVIENDA CON LOS MATERIALES QUE LA COMPONEN Y SUS ACABADOS.....	29	IMAGEN 86: ESQUEMA GRÁFICO DE QUIEBRASOLES COMBINADOS. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	45
IMAGEN 16: GRÁFICO REPRESENTADO LAS POSIBILIDADES DE ECO-EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CIUDAD DE MACHALA. (LUDEÑA, 2010) .....	8	IMAGEN 38: ESQUEMA GRÁFICO DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA REPRESA HIDROELÉCTRICA. (WIKIPEDIA, CENTRAL HIDROELÉCTRICA, 2012) .....	20	IMAGEN 62: VISTA DE LA FACHADA POSTERIOR (SUR) DE LA VIVIENDA CON LOS MATERIALES QUE LA COMPONEN Y SUS ACABADOS.....	29	IMAGEN 87: ESQUEMA GRÁFICO DE ALEROS (IZQUIERDA) Y VOLADIZOS (DERECHA). (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) 46	
IMAGEN 17: ESQUEMA DE UNA VENTILACIÓN BIOCLIMÁTICA APROPIADA. (GAVILANES, 2010).....	8	IMAGEN 39: ESQUEMA GRÁFICO DE UN ACUIFERO Y SUS CARACTERÍSTICAS. (WIKIPEDIA, AGUA SUBTERRÁNEA, 2012) .....	21	IMAGEN 63: FOTOS DE ALGUNOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE LA VIVIENDA. ....	30	IMAGEN 88: ESQUEMA GRÁFICO DE UNA MARQUESINA TEXTIL (IZQUIERDA) Y UN VIDRIO ANTISOLAR (DERECHA). (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	46
IMAGEN 18: ESQUEMA FUNCIONAL DE LA HIPOTECA VERDE. (INFONAVIT, 2008) .....	8	IMAGEN 40: ESQUEMA GRÁFICO DE CONTAMINACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA POR DESECHOS SÓLIDOS. (WIKIPEDIA, AGUA SUBTERRÁNEA, 2012) .....	21	IMAGEN 64: ESQUEMA GRÁFICO DEL TIPO DE POZO QUE PROVEE DE AGUA A LA VIVIENDA. (FING.EDU.UY, 2012) .....	31	IMAGEN 89: ESQUEMA GRÁFICO DE PERSIANAS. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	46
IMAGEN 19: ARQUITECTURA GENÉTICA Y SUS POSIBILIDADES FUNCIONALES COMO RECUBRIMIENTO VIVO. (3GATTI, 2010).....	9	IMAGEN 41: ESQUEMA GRÁFICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PARA POBLADOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS. ....	21	IMAGEN 65: MANGUERA SUPERFICIAL CONDUCE LAS AGUAS SERVIDAS DEL BAÑO AL POZO SÉPTICO. ....	31	IMAGEN 90: ESQUEMA GRÁFICO DE UNA VENTANA COMÚN (IZQUIERDA) Y UN BALCÓN (DERECHA). (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	46
IMAGEN 20: DR. JOSÉ MARÍA VELASCO IBARRA EN UNO DE SUS DISCURSOS QUE LO CARACTERIZABAN. (POLÍTICA Y SOCIEDAD, 2008).....	11	IMAGEN 42: LA VIVIENDA Y LA CAJA DE REGISTRO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO MUNICIPAL.....	21	IMAGEN 66: TAPA DEL POZO SÉPTICO EN EL PATIO DE LA VIVIENDA ANALIZADA.....	31	IMAGEN 91: ESQUEMA GRÁFICO DE UN MURO TRASLÚCIDO (IZQUIERDA) Y UN MURO CORTINA (DERECHA). (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	47
IMAGEN 21: EL TRIUNFO. VISTA PANORÁMICA DEL SECTOR COMERCIAL DEL CENTRO DE LA CIUDAD, 2012. ....	11	IMAGEN 43: DESECHOS ORGÁNICOS DE ALIMENTOS EN EL LAVAPLATOS. ....	21	IMAGEN 67: POZO SÉPTICO EN EL PATIO DE LA VIVIENDA ANALIZADA.....	31	IMAGEN 92: ESQUEMA GRÁFICO DE UNA CUBIERTA TIPO DIENTE DE SIERRA. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	47
IMAGEN 22: EL TRIUNFO. VISTA PANORÁMICA DE LA MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD, 2012. ....	11	IMAGEN 44: CANAL NATURAL EN LA CALLE CONDUCE LAS AGUAS LLUVIAS A ZONAS MÁS BAJAS. ....	22	IMAGEN 68: TUBERÍA DE AGUAS JABONOSAS DEL LAVAPLATOS DE LA COCINA. ESTA AGUA CAE EN LA CALLE. ....	31	IMAGEN 93: ESQUEMA GRÁFICO DE UNA LOSA TRASLÚCIDA. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	47
		IMAGEN 45: IMÁGENES DE ALGUNOS DE LOS TIPOS DE DESECHOS DOMÉSTICOS SÓLIDOS GENERADOS Y LA RECOLECCIÓN ENTREVERADA DE LOS MISMOS. ....	22	IMAGEN 69: CANAL NATURAL EN LA CALLE CONDUCE LAS AGUAS LLUVIAS A ZONAS MÁS BAJAS. ....	32	IMAGEN 94: ESQUEMA GRÁFICO DE OTRO TIPO DE LOSA TRASLÚCIDA. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	47
		IMAGEN 46: ALIMENTOS PRODUCIDOS EN EL CONTEXTO DE LA VIVIENDA URBANA.....	23	IMAGEN 70: PEQUEÑO ESPACIO PARA CRIAR UN CERDO A BASE DE DESECHOS ORGÁNICOS Y OTROS ALIMENTOS COMO VERDE Y MADURO.....	32	IMAGEN 95: ESQUEMA GRÁFICO DE UNA GALERÍA. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007) .....	47
				IMAGEN 71: ALIMENTOS DE CONSUMO Y PRODUCIDOS EN EL CONTEXTO DE LA VIVIENDA. ....	33		

IMAGEN 96: ESQUEMA GRÁFICO DE UN PORCHE. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	47	IMAGEN 119: ESQUEMA GRÁFICO DE LOS PROCESOS QUE PRODUCEN CO <sub>2</sub> Y DEMÁS GASES DE EFECTO INVERNADERO. (AWA AUSTRALIAN WATER ASOCIATION, 2012).....	57	IMAGEN 141: DISTINTOS TIPOS DE ACABADOS DE MADERA PARA PISO Y AGLOMERADOS (MDF) PISO FLOTANTE. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	68	IMAGEN 163: SISTEMA DE CONTROL ENERGÉTICO EcoBox. (JULIO, 2010).....	80
IMAGEN 97: ESQUEMA GRÁFICO DE UN PATIO. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	47	IMAGEN 120: IMÁGENES DE UN SISTEMA ESTRUCTURAL A BASE DE PÓRTICOS DE HORMIGÓN ARMADO.....	58	IMAGEN 142: IMÁGENES DEL CONSUMO ENERGÉTICO, COSTO-CONSUMO DE LOS ECO-MATERIALES Y OTRO TIPO DE ACABADOS PARA PISO CON BAMBÚ. (MORÁN, 2011) (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	69	IMAGEN 164: DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL ENERGÉTICO DOMÉSTICO EcoBox. (JULIO, 2010).....	80
IMAGEN 98: ESQUEMA GRÁFICO DE UN ATRIO. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	48	IMAGEN 121: IMÁGENES DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON ESTRUCTURA DE ACERO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	59	IMAGEN 143: ACERCAMIENTO DEL MYCOBOND Y SUS CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL POLIESTIRENO. (SANZ, 2012).....	71	IMAGEN 165: SCAPT - SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS. (UNATSABAR, 2001).....	82
IMAGEN 99: ESQUEMA GRÁFICO DE UN POZO DE LUZ. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	48	IMAGEN 122: IMÁGENES DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON MADERA, MUY CARACTERÍSTICOS EN EE.UU Y ALGUNOS PAÍSES EUROPEOS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	59	IMAGEN 144: PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO MYCOBOND COMO MATERIAL DE EMBALAJE Y EN EL CASO DE LA CONSTRUCCIÓN COMO AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO SUSTENTABLE. (SANZ, 2012).....	71	IMAGEN 166: INTERCEPTOR DE PRIMERAS AGUAS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	82
IMAGEN 100: ESQUEMA GRÁFICO DE UN CONDUCTO DE SOL. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	48	IMAGEN 123: ESFUERZOS MECÁNICOS PARA GUADUA ANGUSTIFOLIA. (ING. LUIS F. BOTERO, 2004).....	60	IMAGEN 145: VENTANA INTELIGENTE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN LAS VIVIENDAS. (BBC MUNDO, 2011).....	71	IMAGEN 167: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	82
IMAGEN 101: ESQUEMA GRÁFICO DE CIRCULACIÓN DEL AIRE POR CONVECCIÓN. (PROFESOR EN LÍNEA, 1999).....	48	IMAGEN 124: IMÁGENES DE ALGUNAS CONSTRUCCIONES CON ESTRUCTURA DE CAÑA GUADÚA O BAMBÚ REALIZADAS POR EL ARQ. SIMÓN VÉLEZ.....	60	IMAGEN 146: VIVIENDA CONVENCIONAL Y SUS ÁREAS EN LAS PAREDES RECUBIERTAS CON PINTURA SOLAR DE MANERA CONCEPTUAL. (RODRÍGUEZ L., VEO VERDE, 2011).....	72	IMAGEN 168: TIPOS DE ACUÍFEROS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	83
IMAGEN 102: ESQUEMA GRÁFICO DE FLUJO DE AIRE ALREDEDOR DE UN EDIFICIO. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	49	IMAGEN 125: IMÁGENES DE ALGUNAS CONSTRUCCIONES CON DIFERENTES MUROS DE LADRILLO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	61	IMAGEN 147: LAS CHIMENEAS LANZAN GRANDES CANTIDADES DE CO <sub>2</sub> . (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	72	IMAGEN 169: BOLITAS DE NYLON PARA MEZCLARSE CON LA ROPA HÚMEDA DENTRO DE LA LAVADORA. (LAURA PLITT, 2009).....	84
IMAGEN 103: ESQUEMA GRÁFICO DE FLUJO DE AIRE EN AGRUPACIÓN DE EDIFICIOS. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	49	IMAGEN 126: IMÁGENES DE VARIAS SOLUCIONES HABITACIONALES CONTEMPORÁNEAS CON DISTINTOS TIPOS DE LADRILLO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	61	IMAGEN 148: UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LONDRES "VIVO" HORIZONTE DE LO PREVISTO POR EL GALARDONADO ARQUITECTO RICHARD HYAMS. (GEORGE WEBSTER CNN, 2011).....	72	IMAGEN 170: ESQUEMA EN UN MODELO DIGITAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA CON LAS BOLITAS DE NYLON. (LAURA PLITT, 2009).....	84
IMAGEN 104: ESQUEMA GRÁFICO DE VARIOS ELEMENTOS EXTERIORES QUE MODIFICAN EL FLUJO DEL AIRE. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	50	IMAGEN 127: IMÁGENES DE SOLUCIONES HABITACIONALES CONTEMPORÁNEAS CON DISTINTOS TIPOS DE BLOQUES DE CEMENTO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	62	IMAGEN 149: UN DIBUJO DE PROTOCÉLULAS REACCIONANDO CON EL CARBONO PARA PRODUCIR CONCHAS ARTIFICIALES DE PIEDRA CALIZA. (GEORGE WEBSTER CNN, 2011).....	73	IMAGEN 171: PANELES FOTOVOLTAICOS EN PURIFICADOR DE AGUA. (ECOINTELIGENCIA, 2012).....	85
IMAGEN 105: ESQUEMA GRÁFICO DE VARIOS PATRONES DE FLUJO DE AIRE EN DIFERENTES POSICIONES. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	50	IMAGEN 128: IMÁGENES DE VIVIENDAS CON PAREDES DE PIEDRA DE RIO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	62	IMAGEN 150: SISTEMA Y PARTES QUE CONFORMAN UN AERO GENERADOR. (ELECTRICIDAD GRATUITA, 2010).....	74	IMAGEN 172: LLUVIA SÓLIDA EN FORMA DE POLVO. (EL UNIVERSAL, 2012).....	85
IMAGEN 106: ESQUEMA GRÁFICO DE VARIAS ALTERNATIVAS DE CONTROL DE FLUJO DE AIRE A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS. (ARQ. GABRIEL MURILLO, 2007).....	51	IMAGEN 129: IMÁGENES DE UNA CONSTRUCCIÓN CON BAHAREQUE. (CEVALLOS, 2011).....	63	IMAGEN 151: PANELES SOLARES HÍBRIDOS. (RODRÍGUEZ J., SUBINET.ES, 2011).....	76	IMAGEN 173: IMAGEN DIGITAL DEL ECO-BATHROOM (ECO-BAÑO) (RODRÍGUEZ J., SUBINET.ES, 2011).....	86
IMAGEN 107: VIVIENDA VERNÁCULA EN LA COSTA. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	52	IMAGEN 130: IMÁGENES DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS CON ADOBE. (CEVALLOS, 2011).....	63	IMAGEN 152: PANELES SOLARES HÍBRIDOS COMO ALTERNATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA. (RODRÍGUEZ J., SUBINET.ES, 2011).....	76	IMAGEN 174: ESQUEMA GRÁFICO DE UN SISTEMA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	88
IMAGEN 108: DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LA PLANTA ALTA DE UNA VIVIENDA VERNÁCULA EN LA COSTA. (NUREMBERG. ESTRADA & HOLM, 1982).....	52	IMAGEN 131: IMÁGENES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CON TAPIAL. (CEVALLOS, 2011).....	63	IMAGEN 153: PANELES SOLARES HÍBRIDOS COMO ALTERNATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA. (RODRÍGUEZ J., SUBINET.ES, 2011).....	76	IMAGEN 175: MATERIALES POTENCIALMENTE RECICLABLES Y SUS BENEFICIOS SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	88
IMAGEN 109: DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LA FACHADA DE UNA CASA VERNÁCULA. (NUREMBERG. ESTRADA & HOLM, 1982).....	52	IMAGEN 132: VIVIENDAS CON PAREDES DE MADERA Y UN GRUPO DE CONSTRUCCIONES CON PAREDES DE MADERA AGLOMERADA U OSB. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	64	IMAGEN 154: SOLUCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS HÍBRIDOS. (COGENERA, 2010).....	76	IMAGEN 176: ESQUEMA DE TRATAMIENTO UNIFAMILIAR. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	89
IMAGEN 110: VOLADO DE LA CUBIERTA Y LOS ELEMENTOS QUE LA COMPONEN. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	52	IMAGEN 133: CONSTRUCCIONES DE VIVIENDAS EN CAÑA GUADÚA Y ECO-MATERIALES. (MORÁN. INBAR LAC, 2008); (MORÁN, 2011).....	64	IMAGEN 155: PROTOTIPO TRIDIMENSIONAL SOLAR Y SU MAYOR PRODUCCIÓN DE ENERGÍA. (GADGET, 2012).....	77	IMAGEN 177: SISTEMA CASERO DE RIEGO DE PLANTAS CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	89
IMAGEN 111: INTERIOR DE LA VIVIENDA MOSTRANDO SU ESTRUCTURA DE MADERA Y PAREDES DE CAÑA PICADA. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	52	IMAGEN 134: CUBIERTAS DE HORMIGÓN ARMADO ALIVIANADAS Y USO DE CÉSPED COMO ACABADO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	65	IMAGEN 156: MUESTRA CONCEPTUAL DE CÉLULA FOTOVOLTAICA FLEXIBLE. (ECOGAIA, 2012).....	77	IMAGEN 178: ESQUEMA GRÁFICO DE FOSA SÉPTICA DE TRES COMPARTIMIENTOS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	89
IMAGEN 112: DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LA FACHADA LATERAL CON LA PARTE SUPERIOR ABIERTA PARA VENTILACIÓN O ILUMINACIÓN. (NUREMBERG. ESTRADA & HOLM, 1982).....	52	IMAGEN 135: IMÁGENES DE DIFERENTES TIPOS DE CUBIERTAS DE ACERO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	66	IMAGEN 157: ALTERNATIVAS DEL USO DE CÉLULAS SOLARES EN DISTINTOS TIPOS DE SUPERFICIES FLEXIBLES. (ECOGAIA, 2012).....	77	IMAGEN 179: SISTEMA BIODIGESTOR ANAEROBIO DE HORMIGÓN. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	90
IMAGEN 113: ALEROS DE LA VIVIENDA CON SU PISO ELEVADO Y EL MATERIAL DE CUBIERTA DE CADE. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	53	IMAGEN 136: IMÁGENES DE DIFERENTES TIPOS DE CUBIERTAS EN MADERA Y UNA RECUBIERTA CON VEGETACIÓN. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	66	IMAGEN 158: ESQUEMA GRÁFICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS CÉLULAS SOLARES Y EL CÉSPED. (TORRES, 2012).....	78	IMAGEN 180: CULTIVO DE HORTALIZAS EN HUERTOS CASEROS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	92
IMAGEN 114: PAREDES Y CUBIERTA DISPUESTAS PARA OBTENER UNA VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN APROPIADA. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	53	IMAGEN 137: IMÁGENES DEL "PROGRAMA SAUCES IX". (MORÁN. INBAR LAC, 2008).....	67	IMAGEN 159: EL CUBO DE VIENTO Y SUS CARACTERÍSTICAS FORMALS. (GREEN ENERGY, 2012).....	78	IMAGEN 181: CUBIERTA VERDE DEL ASSOCIATION OF ENVIRONMENTAL AND RESOURCE ECONOMISTS (AERE) BUILDING. WASHINGTON DC. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	92
IMAGEN 115: VENTANAS Y PAREDES DE LA VIVIENDA VERNÁCULA. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	53	IMAGEN 138: IMÁGENES Y CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS ECO-MATERIALES, CREADOS Y APLICABLES COMO MATERIAL PARA CUBIERTA. (MORÁN, 2011).....	67	IMAGEN 160: PROTOTIPO DE CENTRAL EÓLICA FLOTANTE. (RT, 2012).....	79	IMAGEN 182: HUERTO URBANO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	92
IMAGEN 116: FILTRACIÓN DE LA LUZ A TRAVÉS DE LAS PAREDES Y SU PARTE SUPERIOR. (ARMIJOS. MATAMOROS & SANTANA, 2006).....	53	IMAGEN 139: IMAGEN DE UN PISO DE HORMIGÓN SIMPLE PULIDO CON DISEÑOS LINEALES. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	67	IMAGEN 161: ACERCAMIENTO DEL PROTOTIPO DE AEROGENERADOR FLOTANTE. (RT, 2012).....	79	IMAGEN 183: HUERTO CASERO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	92
IMAGEN 117: DIBUJO ESQUEMÁTICO DE CONJUNTO DE VIVIENDAS VERNÁCULAS. (NUREMBERG. ESTRADA & HOLM, 1982).....	53	IMAGEN 140: ALGUNOS TIPOS Y ACABADOS DE CERÁMICA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	68	IMAGEN 162: ESQUEMA DEL SISTEMA OPEN ENERGY EN UNA VIVIENDA. (CASTILLO, 2012).....	79	IMAGEN 184: IMAGEN DEL SISTEMA "AZOTEA VIVAS". (BLOGS 20 MINUTOS, 2011).....	93
IMAGEN 118: DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS PRIMERAS VIVIENDAS VERNÁCULAS. (NUREMBERG. ESTRADA & HOLM, 1982).....	53					IMAGEN 185: ESQUEMA GRÁFICO DEL SISTEMA "AZOTEA VIVAS" GANADORA DEL CONCURSO BIG BANG CHALLENGE. (BLOGS 20 MINUTOS, 2011).....	93
						IMAGEN 186: LECHUGAS HIDROPÓNICAS. (JORGE, 2012).....	93
						IMAGEN 187: ESQUEMA GRÁFICO DEL SISTEMA HIDROPÓNICO. (JORGE, 2012).....	93
						IMAGEN 188: USO DEL SISTEMA WINDOWFARMS CON DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS. (CONCIENCIA ECOLÓGICA, 2011).....	93

IMAGEN 189: ESQUEMA GRÁFICO DEL SISTEMA HIDROPÓNICO DE WINDOWFARMS. (CONCIENCIA ECOLÓGICA, 2011) .....	94	IMAGEN 215: SISTEMAS PERLIZADORES DE AGUA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	106	IMAGEN 237: VISTA LATERAL DEL CONCEPTO DE VIVIENDA Y SU CUBIERTA VERDE Y CANAL RECOLECTOR DE AGUA LLUVIA. ....	112	IMAGEN 261: ESQUEMA GRÁFICO DE UN SISTEMA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	116
IMAGEN 190: ALIMENTOS CULTIVABLES CON EL SISTEMA WINDOWFARMS. (CONCIENCIA ECOLÓGICA, 2011) .....	94	IMAGEN 216: SISTEMA DE INODORO CON DOS TIPOS DE DESCARGAS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	106	IMAGEN 238: PERSPECTIVA DIGITAL DEL CONCEPTO DE VIVIENDA Y LAS ÁREAS VERDES BAJAS AYUDAN A ENFRIAR EL AIRE QUE INGRESA.....	112	IMAGEN 262: UBICACIÓN DEL BIODIGESTOR ANAEROBIO CON RESPECTO A LA VIVIENDA, ÁREAS VERDES Y CRÍA DE ANIMALES. ....	116
IMAGEN 191: CONTACTO CON EL MEDIO AMBIENTE NATURAL INFLUYE EN CALIDAD DE VIDA. (SOFÍA BEUCHAT, 2012)...	94	IMAGEN 217: LLUVIA SÓLIDA EN FORMA DE POLVO. (EL UNIVERSAL, 2012).....	106	IMAGEN 239: CORTE LONGITUDINAL ESQUEMÁTICO Y PAREDES CON SISTEMA DE VENTILACIÓN NATURAL. ....	112	IMAGEN 263: REGLA DE LAS TRES ERRES. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	116
IMAGEN 192: PERSONAS EJERCITÁNDOSE EN ESPACIOS VERDES CON FINES TERAPÉUTICOS. (GOOGLE IMÁGENES, 2012)..	95	IMAGEN 218: EJEMPLOS DE LUZ ULTRAVIOLETA PARA DESINFECTAR EL AGUA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	106	IMAGEN 240: CORTE TRANSVERSAL ESQUEMÁTICO Y PAREDES CON SISTEMA DE VENTILACIÓN NATURAL. ....	112	IMAGEN 264: VISTA LATERAL DE LAS ÁREAS VERDES CULTIVABLES Y CRÍA DE ANIMALES. ....	117
IMAGEN 193: VIVIENDAS PALAFÍTICAS EN SOBRE EL ESTERO SALADO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL .....	96	IMAGEN 219: EJEMPLOS DE FILTROS DE AGUA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	106	IMAGEN 241: REJAS DE SEGURIDAD FUNCIONANDO COMO PERSIANAS PARA PROTECCIÓN SOLAR.....	112	IMAGEN 265: VISTA POSTERIOR DE LAS ÁREAS VERDES CULTIVABLES Y CRÍA DE ANIMALES.....	117
IMAGEN 194: CONCEPTO DE VIVIENDA MODULAR PORTABLE UBER SHELTER. (DOMOKYO, 2010).....	99	IMAGEN 220: ESQUEMA GRÁFICO DE UN SISTEMA DE DIGESTIÓN ANAEROBIA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	107	IMAGEN 242: PERSPECTIVA DE LA ESTRUCTURA DE CAÑA GUADÚA Y CIMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO. ....	113	IMAGEN 266: CIMIENTOS Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO LEVANTAN DEL SUELO A LA VIVIENDA CONCEPTUAL.....	117
IMAGEN 195: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN RÁPIDA DEL REFUGIO PORTÁTIL UBER SHELTER. (DOMOKYO, 2010) .....	99	IMAGEN 221: USO DE EXCRETAS DE ANIMALES CRIADOS EN LA VIVIENDA Y DEMÁS MATERIA ORGÁNICA PARA GENERAR BIOGÁS. ....	107	IMAGEN 243: PERSPECTIVA DE LA ESTRUCTURA DE CAÑA GUADÚA Y CIMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO FACHADA NORTE..	113	IMAGEN 267: PERSPECTIVA DE LA VIVIENDA CON SUS CIMIENTOS Y ESTRUCTURA PRINCIPAL.....	117
IMAGEN 196: ESTABILIDAD ESTRUCTURAL LIGERA Y DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO PARA GENERAR ENERGÍA. (DOMOKYO, 2010).....	99	IMAGEN 222: REGLA DE LAS TRES ERRES. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	107	IMAGEN 244: PERSPECTIVA DE LA ESTRUCTURA DE CAÑA GUADÚA Y CIMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO FACHADA SUR.....	113	IMAGEN 268: PERSPECTIVA LATERAL IZQUIERDA GENERAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE. ....	118
IMAGEN 197: AHORRO DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	100	IMAGEN 223: EJEMPLO DE HUERTO CASERO UTILIZANDO EL ESPACIO PARA ÁREAS VERDES Y CONCEPTO DE CUBIERTA Y PAREDES CON VEGETACIÓN. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	107	IMAGEN 245: ESQUEMA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE CAÑA GUADÚA CON LOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y ACERO (PERNOS). (ARQ. JORGE MORÁN, 2007) .....	113	IMAGEN 269: PERSPECTIVA LATERAL DERECHA GENERAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE. ....	118
IMAGEN 198: REDUCIR, REUTILIZAR Y RECICLAR. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	100	IMAGEN 224: ESQUEMA GRÁFICO DEL SISTEMA HIDROPÓNICO. (JORGE, 2012).....	107	IMAGEN 246: VISTA GENERAL DE TODAS LAS PAREDES QUE CONFORMAN EL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.....	113	IMAGEN 270: PERSPECTIVA LATERAL IZQUIERDA FRONTAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE. ....	119
IMAGEN 199: CONCIENCIA ECOLÓGICA AHORRANDO ENERGÍA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	100	IMAGEN 225: ESQUEMA GRÁFICO DEL SISTEMA HIDROPÓNICO DE WINDOWFARMS. (CONCIENCIA ECOLÓGICA, 2011) .....	107	IMAGEN 247: ESQUEMA GRÁFICO DE LAS PAREDES DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.....	113	IMAGEN 271: PERSPECTIVA LATERAL IZQUIERDA POSTERIOR DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE. ....	119
IMAGEN 200: ESQUEMA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE CAÑA GUADÚA CON LOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO Y ACERO. (ARQ. JORGE MORÁN, 2007). ....	102	IMAGEN 226: EJEMPLO DE ÁRBOLES FRUTALES CON CAPACIDAD DE SER CULTIVADOS EN LA VIVIENDA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	108	IMAGEN 248: CORTE TRANSVERSAL ESQUEMÁTICO Y PAREDES CON SISTEMA DE VENTILACIÓN NATURAL. ....	113	IMAGEN 272: VISTA SUPERIOR DE CUBIERTA GENERAL DE DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.....	119
IMAGEN 201: ALTERNATIVAS DEL USO DE LA CAÑA GUADÚA COMO ESTRUCTURA, CON CIMIENTOS DE HORMIGÓN ARMADO. OBRA DEL ARQ. SIMÓN VÉLEZ.....	102	IMAGEN 227: IMÁGENES DE ALGUNOS DE LOS ANIMALES CON OPCIONES A SER CRIADOS A NIVEL DOMÉSTICO. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	108	IMAGEN 249: VISTA GENERAL DE LA CUBIERTA VERDE CULTIVABLE Y SUS DIFERENTES COMPONENTES.....	113	IMAGEN 273: PERSPECTIVA FRONTAL GENERAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.....	119
IMAGEN 202: IMÁGENES DE PAREDES DE CAÑA GUADÚA REVESTIDAS CON MORTERO DE CEMENTO. (NÚÑEZ., 2008). ....	102	IMAGEN 228: VIVIENDAS UTILIZANDO EL CONCEPTO DE VIVIENDA PALAFÍTICA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	108	IMAGEN 250: CORTE LONGITUDINAL ESQUEMÁTICO DE LA CUBIERTA DE LA PLANTA BAJA Y SUS COMPONENTES. ....	114	IMAGEN 274: PERSPECTIVA POSTERIOR GENERAL DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE.....	119
IMAGEN 203: PAREDES DE BAHAREQUE, CAÑA GUADÚA Y TIERRA DE RECUBRIMIENTO. (CEVALLOS, 2011). ....	103	IMAGEN 229: PROCESO DE CONSTRUCCIÓN RÁPIDA DEL REFUGIO PORTÁTIL UBER SHELTER. (DOMOKYO, 2010) .....	109	IMAGEN 251: CUBIERTA EN PLANTA ALTA CON EL PANEL FOTOVOLTAICO Y CULTIVO DE ALIMENTOS. ....	114		
IMAGEN 204: IMÁGENES DEL SISTEMA DE CUBIERTA VEGETAL CON CAÑA GUADÚA. (ARQ. CELINA LLERENA, 2006). ....	103	IMAGEN 230: CONCEPTO DE VIVIENDA MODULAR PORTABLE UBER SHELTER. (DOMOKYO, 2010).....	109	IMAGEN 252: FUNCIONAMIENTO CONCEPTUAL DEL INGRESO DE VENTILACIÓN A TRAVÉS DEL PISO DE LA PLANTA BAJA PARA POSTERIORMENTE PASAR POR LAS PAREDES DE LA VIVIENDA. ....	114		
IMAGEN 205: SOLUCIÓN DE PISO DE CAÑA GUADÚA (BAMBÚ). (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	103	IMAGEN 231: IMÁGENES DE ALGUNOS HÁBITOS SUSTENTABLES APLICABLES EN LA VIVIENDA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	109	IMAGEN 253: PISO DE PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA CON LOS ESPACIOS EXTERIORES DESTINADOS A ÁREAS VERDES CULTIVABLES. ....	114		
IMAGEN 206: ECO-MATERIALES ELABORADOS A BASE DE CAÑA GUADÚA. (MORÁN, 2011) .....	103	IMAGEN 232: PERSPECTIVAS DIGITALES DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO, EL ACHIOTE.....	111	IMAGEN 254: PERSPECTIVA DE LA VIVIENDA CONCEPTUAL CON EL PANEL FOTOVOLTAICO HÍBRIDO EN LA CUBIERTA DE LA PLANTA ALTA. ....	115		
IMAGEN 207: MYCOBOND Y SUS CARACTERÍSTICAS ADAPTABLES COMO AISLANTE TÉRMICO. (SANZ, 2012).....	103	IMAGEN 233: PERSPECTIVA DE LA PLANTA BAJA DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE CON SUS RESPECTIVOS ESPACIOS. ....	111	IMAGEN 255: ESQUEMA DE INSTALACIÓN Y FUNCIONALIDAD DEL ECOBOX. (JULIO, 2010) .....	115		
IMAGEN 208: PANELES FOTOVOLTAICOS HÍBRIDOS. (RODRÍGUEZ J., SUBINET.ES, 2011).....	104	IMAGEN 234: PERSPECTIVA DE LA PLANTA ALTA DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE CON SUS RESPECTIVOS ESPACIOS. ....	111	IMAGEN 256: UBICACIÓN DEL BIODIGESTOR ANAEROBIO SEMI ENTERRADO DEBAJO DE LA VIVIENDA EN LA PARTE POSTERIOR.....	115		
IMAGEN 209: SISTEMA BIODIGESTOR ANAEROBIO DE HORMIGÓN. (GOOGLE IMÁGENES, 2012).....	104	IMAGEN 235: PERSPECTIVA DE LA PARTE INFERIOR DEL DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE CON SUS RESPECTIVAS FUNCIONES. ....	111	IMAGEN 257: ESQUEMA GRÁFICO DIGITAL DE LA UBICACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA LLUVIA – POTABLE. ....	115		
IMAGEN 210: ESQUEMA DE INSTALACIÓN Y FUNCIONALIDAD DEL ECOBOX. (MARSILLI, 2005) .....	104	IMAGEN 236: PERSPECTIVA DIGITAL DE LA PROPUESTA CONCEPTUAL CON LOS VIENTOS PREDOMINANTES DE LA ZONA CON DIRECCIÓN SUR-NORTE Y UNA INSOLACIÓN DE MUESTRA A LAS 15:00 UN 12 DE NOVIEMBRE.....	112	IMAGEN 258: EJEMPLOS DE PERLIZADORES DE AGUA. (GOOGLE IMÁGENES, 2012) .....	116		
IMAGEN 211: PORCENTAJE DE ACTIVIDADES DOMÉSTICAS QUE UTILIZAN EL AGUA POTABLE. (IAGUA, 2008) .....	104			IMAGEN 259: LLUVIA SÓLIDA EN FORMA DE POLVO. (EL UNIVERSAL, 2012).....	116		
IMAGEN 212: SCAPT - SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS. (UNATSABAR, 2001) .....	105			IMAGEN 260: EJEMPLOS DE LUZ ULTRAVIOLETA PARA DESINFECTAR EL AGUA. (TARRÁN, 2012).....	116		
IMAGEN 213: ESQUEMA GRÁFICO DEL TIPO DE POZO QUE PROVEE DE AGUA A LA VIVIENDA. (FING.EDU.UY, 2012) .....	105						
IMAGEN 214: ESQUEMA EN UN MODELO DIGITAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA CON LAS BOLITAS DE NAILON. (LAURA PLITT, 2009) .....	106						

## ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1: INEC 2010. CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2010.3	TABLA 27: ENERGÍA NECESARIA PARA LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA RURAL EN EL ACHIOTE. ....29	TABLA 47: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DEL HORMIGÓN ARMADO COMO ESTRUCTURA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....58	TABLA 67: PORCENTAJE DE ACTIVIDADES DOMÉSTICAS QUE UTILIZAN EL AGUA POTABLE. (IAGUA, 2008) ..... 81
TABLA 2: INEC 2010. CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. TOTAL DE VIVIENDAS EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DE EL TRIUNFO. ....4	TABLA 28: CANTIDAD DE CO2 EMITIDO POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA RURAL EN EL ACHIOTE...29	TABLA 48: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DEL ACERO COMO ESTRUCTURA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....59	TABLA 70: MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SUS VALORES PROMEDIO BIOCLIMÁTICOS Y SUSTENTABLES. ELABORADO POR JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ, DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO A BASE DE TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES (2012)..... 102
TABLA 3: PROYECCIÓN DEL CONSUMO FACTURADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (EN GWH, ESCENARIO DE CRECIMIENTO MEDIO). (CONELEC., 2009).....4	TABLA 29: CONSUMOS PROMEDIOS DE APARATOS ELÉCTRICOS DE UNA VIVIENDA. (ELECTRICASAS, 2009) .....30	TABLA 49: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA MADERA COMO ESTRUCTURA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....59	TABLA 71: PROMEDIO DE CONSUMO DE AGUA DEL SISTEMA CONVENCIONAL Y SISTEMA SUSTENTABLE. ELABORADO POR JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ, DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO A BASE DE TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES (2012)..... 105
TABLA 4: MATERIAL DE TECHO O CUBIERTA. (INEC, 2010) ..... 13	TABLA 30: PROCEDENCIA PRINCIPAL DEL AGUA RECIBIDA EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO (INEC, 2010). ....30	TABLA 52: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA CAÑA GUADÚA (BAMBÚ) COMO ESTRUCTURA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....60	
TABLA 5: MATERIAL DE PAREDES EXTERIORES. (INEC, 2010).. 13	TABLA 31: CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA/DÍA ACTIVIDAD. (AQUABIO, 2009) .....30	TABLA 53: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE MURO PORTANTE DE LADRILLO COMO ESTRUCTURA. ....60	
TABLA 6: MATERIAL DE PISO. (INEC, 2010) ..... 13	TABLA 32: TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO (INEC, 2010). ....31	TABLA 52: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DEL LADRILLO EN PAREDES. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....61	
TABLA 7: TIPO DE VIVIENDA. (INEC, 2010) ..... 13	TABLA 33: COMPONENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS POR CANTIDADES. (SEMPERTEGUI, 2008).....32	TABLA 53: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE BLOQUES DE CEMENTO EN PAREDES. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....62	
TABLA 8: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CASAS SECTOR URBANO. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012)..... 15	TABLA 34: COMPONENTES POTENCIALMENTE RECICLABLES. (SEMPERTEGUI, 2008) .....32	TABLA 54: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA PIEDRA EN PAREDES. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....62	
TABLA 9: ANÁLISIS COMPARATIVO DE CASAS SECTOR RURAL. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012)..... 15	TABLA 35: ARBUSTOS QUE MÁS CO2 ABSORBEN. (GAVILANES, 2010) .....34	TABLA 55: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA TIERRA EN PAREDES. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....63	
TABLA 10: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA URBANA. .... 19	TABLA 36: ÁRBOLES QUE MÁS CO2 ABSORBEN. (GAVILANES, 2010) .....34	TABLA 56: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA MADERA EN PAREDES. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....64	
TABLA 11: ENERGÍA NECESARIA PARA LA FABRICACIÓN DE MATERIALES DE LA VIVIENDA URBANA..... 19	TABLA 37: RESUMEN DE CONSUMOS DE LA VIVIENDA RURAL EN EL ACHIOTE. LABORADO POR JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ, DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO A BASE DE TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES (2012).....35	TABLA 57: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA CAÑA GUADÚA (BAMBÚ) EN PAREDES. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....64	
TABLA 12: CANTIDAD DE CO2 EMITIDO POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA URBANA. .... 19	TABLA 38: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE COMPONENTES DE LA VIVIENDA URBANA Y RURAL. LABORADO POR JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ, DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO A BASE DE TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES (2012).....36	TABLA 58: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DEL HORMIGÓN ARMADO EN CUBIERTA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012)..... 65	
TABLA 13: CONSUMOS PROMEDIOS DE APARATOS ELÉCTRICOS DE UNA VIVIENDA. (ELECTRICASAS, 2009).....20	TABLA 39: CUADRO SINÓPTICO DE ASPECTOS QUE INCORPORAN LA POSTURA BIOCLIMÁTICA. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....39	TABLA 61: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DEL ACERO EN CUBIERTA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....65	
TABLA 14: PROCEDENCIA PRINCIPAL DE AGUA RECIBIDA EN EL SECTOR URBANO DE EL TRIUNFO. (INEC, 2010).....20	TABLA 40: NIVELES DE INTENSIDAD DEL SONIDO. (WIKIPEDIA, DECIBELIO, 2012).....40	TABLA 60: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA MADERA COMO CUBIERTA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....66	
TABLA 15: CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA/DÍA ACTIVIDAD. (AQUABIO, 2009) .....20	TABLA 41: VALORES DEFINIDORES LUMÍNICOS. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....41	TABLA 61: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA CAÑA GUADÚA (BAMBÚ) EN CUBIERTA. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....66	
TABLA 16: TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO EN EL SECTOR URBANO DE EL TRIUNFO. (INEC, 2010).....21	TABLA 42: PROPIEDADES TÉRMICAS DE DISTINTOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003).....42	TABLA 62: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DEL HORMIGÓN SIMPLE PARA PISO. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....67	
TABLA 17: COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. (PÉREZ, 2008) .....21	TABLA 43: FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA Y ESPESORES COMUNES DE MUROS USADOS EN CONSTRUCCIÓN. (ARQ. DRA. LÓPEZ DE ASIAIN, 2003) .....42	TABLA 63: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA CERÁMICA PARA PISO. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....68	
TABLA 18: TABLA DE CÁLCULO DE COMPONENTES DE RSD DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. (SEMPERTEGUI, 2008) .....22	TABLA 44: ENERGÍA INCORPORADA. VALORES BASADOS EN ALGUNAS FUENTES INTERNACIONALES – LOS VALORES LOCALES PUEDEN VARIAR. (CANADIANARCHITECT, 2012)56	TABLA 66: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA MADERA PARA PISO. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....68	
TABLA 19: COMPONENTES DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS. (SEMPERTEGUI, 2008) .....22	TABLA 45: DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA INICIAL SOPORTADO POR LOS TÍPICOS COMPONENTES DE OFFICE BUILDING PROMEDIADO SOBRE ESTRUCTURAS DE MADERA, ACERO Y HORMIGÓN. PROMEDIO DE LA ENERGÍA TOTAL INICIAL INCORPORADA 4,82 GJ/M2. (CANADIANARCHITECT, 2012) .....56	TABLA 65: EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA Y SUSTENTABLE DE LA CAÑA GUADÚA (BAMBÚ) PARA PISO. ELABORADO POR AUTOR DE PRESENTE TESIS (2012). ....69	
TABLA 20: COMPONENTES POTENCIALMENTE RECICLABLES. (SEMPERTEGUI, 2008) .....23	TABLA 46: LISTA DE MATERIALES COMUNES EN LA CONSTRUCCIÓN CON LAS CANTIDADES CORRESPONDIENTES DE KILOGRAMOS DE CO2 POR KILOGRAMO DE MATERIAL. (LOCOG, 2012) .....58	TABLA 66: RENDIMIENTO ENERGÉTICO CONTENIDO EN LA BIOMASA. (ESTEVAN, 2008) ..... 76	
TABLA 21: LISTA DE MATERIALES ACTUALMENTE RECICLADOS. (SEMPERTEGUI, 2008) .....23			
TABLA 22: MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE LA MAGNITUD Y DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO. (JIMÉNEZ & QUESADA, 2006).....23			
TABLA 23: ARBUSTOS QUE MÁS CO2 ABSORBEN. (GAVILANES, 2010) .....24			
TABLA 24: ÁRBOLES QUE MÁS CO2 ABSORBEN. (GAVILANES, 2010) .....24			
TABLA 25: RESUMEN DE CONSUMOS DE LA VIVIENDA URBANA DEL CANTÓN EL TRIUNFO. ELABORADO POR JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ, DISEÑO CONCEPTUAL DE VIVIENDA SUSTENTABLE EN EL SECTOR RURAL DE EL TRIUNFO A BASE DE TEORÍAS, ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS EXISTENTES (2012).....26			
TABLA 26: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA RURAL EN EL ACHIOTE. ....29			