

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES IMPLEMENTADOS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**JOSE LUIS PERAZA VELANDIA
JULIET NATHALI GUTIÉRREZ PIZARRO**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBAS
BOGOTÁ D.C.
2014**

**ESTUDIO DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES IMPLEMENTADOS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**JOSE LUIS PERAZA VELANDIA
JULIET NATHALI GUTIÉRREZ PIZARRO**

**Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Obras**

**Director
JORGE NORIEGA
Arquitecto**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBAS
BOGOTÁ D.C.
2014**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)
Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Director de Investigación
Arq. Jorge Noriega

Asesor Metodológico
Ing. Sigifredo Arce

Jurado

Bogotá D.C., diciembre de 2014

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 GENERALES	16
2.2 ESPECÍFICOS	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
4. MARCO TEÓRICO	
4.1 COLOMBIA VIRA HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	19
4.2 CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CCCS 20	
4.3 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL	21
4.4 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	22
4.5 LOS CERTIFICADORES DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	22
4.6 CERTIFICACIÓN DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES	23
4.6.1 BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method)	24
4.6.2 CASBEE (Comprehensive Assessment System For Building Environmental Efficiency)	25
4.6.3 DGNB – (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	26
4.6.4 GREEN STAR – Consejos Australiano, Neozelandés y Sudafricano de Construcciones Sostenibles	27
4.6.5 LEED – Consejo de Construcción Sostenible (Estados Unidos)	28
4.7 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE SISTEMAS SOSTENIBLES	30
4.7.1 Manejo del agua	30
4.7.2 Manejo de la calidad en el medio ambiente	31
4.7.3 Manejo de la energía natural	32
4.7.4 Manejo de los recursos y materiales	33
5. MARCO DE REFERENCIA	34
5.1 BARRIO EVA LAXMEERSE, CULEMBORG, HOLANDA	35
5.2 SHARIFI-HA HOUSE, LA CASA ROTATORIA DE ALIREZA TAGHABONI	37
5.3 VIVIENDA BICLIOMÁTICA CHUBUT, ARGENTINA	39
5.4 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA AUTOSUFICIENTE EN WASHINGTON: "MAGIC BOX"	40
5.5 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA - GUAYAQUIL, ECUADOR	42

	pág.	
5.6	IMPLEMENTACIÓN EN COLOMBIA	44
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES	51
6.1	SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA	51
6.1.1	Sistema biológico-mecánico para el reciclado de agua	51
6.1.2	TRATADOR DE AGUAS NEGRAS	53
6.2	SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE ENERGÍA SUTENTABLE	55
6.2.1	Paneles solares	56
6.2.2	Plantas eólicas	58
6.2.3	Calentadores solares	61
6.2.4	Iluminación led	64
6.2.5	Materiales sostenibles	65
7.	ALTERNATIVAS GENERALES PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS ENBUSCA DE CERTIFICACIÓN LEED	69
7.1	SITIOS SUSTENTABLES	69
7.1.1	Control por estabilización de la erosión. Siembra	69
7.1.2	Control estructural de la sedimentación. Dique de tierra	70
7.1.3	Terrenos protegidos	70
7.1.4	Terrenos de bien público	70
7.1.5	Conectividad de la comunidad con el medio ambiente	70
7.1.6	Redesarrollo de sitios contaminados	70
7.1.7	Definir sitios contaminados o con presencia de contaminantes	71
7.1.8	Remediación para la contaminación	71
7.1.9	Desarrollo del sitio- proteger y recuperar el hábitat	71
7.1.10	Implementar sistemas alternativos de áreas verdes	72
7.1.11	Manejo de aguas lluvias	72
7.1.12	Implementar un plan de gestión de aguas lluvias	73
7.1.13	Control de calidad de aguas lluvias	73
7.1.14	Reducción de la contaminación lumínica	73
7.2	AHORRO DEL AGUA	74
7.2.1	Reducción del uso del agua	74
7.2.2	Ahorro de agua en paisajismo	75
7.2.3	Innovación en tecnologías para aguas residuales	76
7.2.4	REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES	76
7.2.5	Reutilización de agua en duchas y lavamanos	77
7.2.6	Captación de aguas lluvias	77
7.2.7	Tratamiento de aguas negras	77
7.2.8	Reducción del uso de agua	77
7.3	CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR	78
7.3.1	Control del humo ambiental de tabaco	78
7.3.2	Materiales	78
7.3.3	Capacidad de control de sistemas de iluminación	79

	pág.	
7.3.4	Iluminación natural y vistas	79
7.3.5	Prevención del moho	79
7.4	ENERGÍA Y ATMÓSFERA	80
7.4.1	Energías renovables	80
7.5	Materiales y recursos	81
7.5.1	Madera reciclada	81
7.5.2	Materiales de pre consumo	81
7.5.3	Materiales de post consumo	82
7.5.4	Materiales renovables	82
8.	FACTORES ECONOMICOS ESPECÍFICOS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SOSTENIBLES EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON EL FIN DE LOGRAR UNA CERTIFICACIÓN LEED	84
8.1	SISTEMA DE CALENTADOR SOLAR	85
8.2	SISTEMA FOTOVOLTAICO	88
8.3	SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS	91
8.4	SISTEMA DE CAMBIOS DE LUMINARIAS	93
9.	CONCLUSIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA	97

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Sistemas de Certificaciones Green Building.	23
Tabla 2. Construcciones tradicionales vs. Construcciones ecológicas.	34
Tabla 3. Programas de sostenibilidad aplicados en Eva Laxmeerse.	36
Tabla 4. Proyecciones calentador solar	85
Tabla 5. Costos anuales calentador solar	86
Tabla 6. Gráfica de consumos calentador solar	87
Tabla 7. Proyecciones sistema fotovoltaico	88
Tabla 8. Costos anuales sistema fotovoltaico	89
Tabla 9. Gráfica de consumos sistema fotovoltaico	90
Tabla 10. Proyecciones sistema de recolección de aguas lluvias	91
Tabla 11. Costos anuales recolección de aguas lluvias	92
Tabla 12. Gráfica de consumos recolección de aguas lluvias	92
Tabla 13. Proyecciones cambio de luminarias	93
Tabla 14. Costos anuales cambio de luminarias	94
Tabla 15. Gráfica de consumos cambio de luminarias	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Barrio Eva laxmeerse, culemborg, Holanda	35
Figura 2. Fachada e imágenes interiores Sharifi-ha House	37
Figura 3. Esquemas conceptuales y de circulación Sharifi-ha House	38
Figura 4. Fachada vivienda Chubut	39
Figura 5. Fachada Magic box	40
Figura 6. Fachada Vivienda bioclimática Guayaquil	42
Figura 7. Unidad Básica	44
Figura 8. Esquemas e implantación	45
Figura 9. Vista patios interiores	46
Figura 10. Esquemas de distribución	47
Figura 11. Diagramas de crecimiento	47
Figura 12. Sistema de cubierta recolectora	48
Figura 13. Divisiones livianas	48
Figura 14. Muro espina dorsal	49
Figura 15. Sistema de pisos	49
Figura 16. Corte transversal de la unidad	50
Figura 17. Sistema Biológico-mecánico para el reciclado de agua	51
Figura 18. Esquema de recolección de agua lluvia	52
Figura 19. Corte tratador de aguas negras	54
Figura 20. Panel de formato baldosa	56
Figura 21. Panel con sistema de concentración	57
Figura 22. Panel bifacial	57
Figura 23. Panel solar híbrido	58
Figura 24. Planta eólica	60
Figura 25. Esquema mini molino eólico para hogar y componentes	61
Figura 26. Esquema calentador solar	62
Figura 27. Calentador solar no presurizado	63
Figura 28. Calentador solar con tanque asistente	63
Figura 29. Calentador solar presurizado	63
Figura 30. Tipos de luminarias led	64
Figura 31. Materiales sostenibles	66
Figura 32. Materiales sostenibles	67

GLOSARIO

AGUAS GRISES: las aguas grises son las aguas generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa, loza y el baño de las personas.

AISLAMIENTO ACÚSTICO: se refiere al conjunto de materiales, técnicas y tecnologías desarrolladas para aislar o atenuar el nivel sonoro en un determinado espacio.¹

AISLAMIENTO TÉRMICO: es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción.²

ALCANTARILLADO: sistema de estructuras y tuberías usado para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan.³

ALIMENTOS ORGÁNICOS: son todos los productos de origen agrícola o agroindustriales que se producen bajo un estricto conjunto de procedimientos y normas denominados orgánicos.⁴

ATMÓSFERA: es la capa de gas que rodea a un cuerpo celeste.

BIOGAS: gas metano que se origina por la acción de bacterias sobre sustancias orgánicas.

CAPA DE OZONO: es una fina capa de la atmósfera que recubre toda la tierra (de 15 a 30 Km de espesor) que nos protege del sol.

CLIMA: es el estado promedio de la atmósfera en lapsos de tiempo muy grandes y es modulado por un conjunto de fenómenos que caracterizan el estado medio atmosférico de un lugar.⁵

¹ACÚSTICA INTEGRAL. Aislamiento de ruidos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.acusticaintegral.com/aislamiento-ruidos.htm>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

²CONSTRUMATICA. Conductividad térmica. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.construmatica.com/construpedia/Conductividad_T%C3%A9rmica>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

³ECURED. Alcantarillado. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ecured.cu/index.php/Alcantarillado>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

⁴BLOG DE FARMACIA. ¿Qué son los alimentos orgánicos?. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://blogdefarmacia.com/que-son-los-alimentos-organicos/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

⁵OBSERVATORIO DE CLIMA DE YUCATAN. Qué es el clima. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/clima-yucatan/index.php>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL: es la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.⁶

ECOLOGÍA: es el estudio de la relación entre las plantas y los animales con su ambiente físico y biológico. Incluye las leyes fundamentales que regulan el funcionamiento de los ecosistemas.⁷

ECOLÓGICO: que respeta el medio ambiente.

EFFECTO INVERNADERO: es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura.⁸

EFICIENCIA ENERGÉTICA: es 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.⁹

ENERGÍAS RENOVABLES: 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 naturales¹⁰

HUMEDAD: cantidad de vapor de agua presente en el aire.

LEED (LIDERAZGO EN ENERGÍA Y DISEÑO AMBIENTAL): es un sistema de evaluación del USGBC (United State Green Building Council) en el cual se

⁶CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Qué es la contaminación ambiental. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

⁷BIBLIOTECA LUIS ÁNGEL ARANGO. definición de ecología. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/biologia/biolo0.htm>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

⁸DEFINICIÓN DE. Efecto invernadero. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/efecto-invernadero/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

⁹CONSTRUIBLE.ES. Eficiencia energética. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=22&m=21&idm=159&n2=20>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

¹⁰INSPIRA. Energías renovables. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.inspira.es/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

reconocen las características sustentables de las edificaciones, abarcando todas las escalas urbanas competentes a las planificaciones.

OXÍGENO: elemento químico que constituye cerca de la quinta parte del aire atmosférico terrestre en su forma molecular O₂. En esta forma molecular que está compuesta por dos átomos de este elemento, el oxígeno es un gas.¹¹

RECURSOS: ayuda o medio al que se puede recurrir para conseguir un fin o satisfacer una necesidad.

SOBRECALENTAMIENTO: calentamiento excesivo de la atmósfera producido por la emisión de agentes contaminantes.

SOSTENIBLE: 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.¹²

TEMPERATURA: es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia.

URBANO: de la ciudad o relativo a ella.

VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL: aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos.

¹¹DEFINICIÓN DE. OXÍGENO. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/oxigeno/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014]

¹²ECURED. Sostenibilidad. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ecured.cu/index.php/Sostenibilidad>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

INTRODUCCIÓN

La construcción, además de ser indispensable para el desarrollo de la sociedad, es también uno de los principales responsables de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso considerable de energía. Cada uno de los edificios y casas en que habitamos produce una huella ecológica sobre el planeta. Su construcción, operación y, eventualmente, su demolición, consumen una gran cantidad de recursos y producen muchos residuos contaminantes. “Se calcula que el sector residencial y de oficinas, a nivel mundial, consume el 40% de energía, 30% de emisiones de carbono (CO₂) que van a la atmósfera, 50% materias primas, 40% de desperdicios y 20% de agua potable”¹³.

Según el World GBC 2008, el sector de la construcción, a nivel mundial, es aquel que más potencial tiene para reducir sus impactos negativos al medio ambiente, ya que con pequeños cambios, que no incurren en grandes costos de producción, serían suficientes para reducir en promedio, un 30% el consumo de energía, 35% las emisiones de carbono (CO₂), hasta un 50% el consumo de agua, además de generar ahorros del 50% al 90% en el costo de la disposición de desechos sólidos.

De acuerdo con lo anterior, las edificaciones se convierten hoy en uno de los principales responsables del cambio climático mundial. En respuesta a estos problemas han surgido los edificios sostenibles, los cuales tienen como objetivo ser amigables con el medio ambiente y mejorar la calidad de vida del ser humano. Según el Consejo de Construcción Sostenible Colombiano, los principales países que están implementando estos sistemas son: Estados Unidos, Japón, Suiza, Canadá y Francia entre otros.

Sin embargo podemos observar que existe una gran deficiencia con respecto a la implementación de estos sistemas constructivos en países latinoamericanos, así como en la reglamentación adecuada para su construcción. No obstante la construcción sostenible se encuentra en una fase de crecimiento cada vez más grande, en Colombia existe muy poca información del tema de una manera formal y bien estructurada. Las reacciones desde las esferas pública y privada no han sido indiferentes a esta realidad, lo que ha llevado a la creación de normativas específicas para el manejo ambiental en la construcción que, junto con las iniciativas impulsadas por países desarrollados, buscan lograr un equilibrio entre políticas públicas, iniciativas gubernamentales, implementación de nuevas tecnologías más eficientes.

Teniendo en cuenta el informe económico sobre vivienda sostenible publicado por CAMACOL en el año 2012, en donde se analizaron parámetros como actividad económica de las regiones, la tendencia del mercado y la altura sobre el nivel del

¹³CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, Foro Manejo de residuos de demolición y construcción Septiembre 2012.

mar. Seleccionamos para el presente informe la ciudad de Bogotá, con el fin de determinar un marco regulatorio aplicable a nuestra realidad.

En este contexto, esta investigación toma como herramientas los resultados en los cambios en el comportamiento de un edificio de vivienda, en términos de confort y/o ahorro, por medio de cuyas variaciones se determinarán los criterios que serán el contenido del marco normativo.

Con el total de la información recolectada en el mencionado informe, sobre los hábitos de consumo de energía, agua y gas natural del sector residencial de esta ciudad, se establecen parámetros que sustentan el estudio de sistemas sostenibles presentados como una alternativa para lograr un cambio en la mentalidad de los constructores y compradores, con el fin de ayudar a la reducción de las emisiones y la generación de residuos asociados a la práctica constructiva.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La actual situación en cuanto a la protección del medio ambiente nos presenta la oportunidad de estudiar como la industria de la construcción en Colombia está aportando a esta problemática. En países desarrollados existen políticas y sistemas técnicamente sostenibles, que contribuyen con la gestión ambiental. Sistemas que en Colombia se están empezando a implementar en edificaciones de grandes superficies pero no en construcciones de viviendas unifamiliares.

Existen variedades de sistemas sostenibles que pueden ser enfocados en la construcción de viviendas, pero es evidente la falta de conocimiento de estos y políticas claramente definidas por parte de las entidades encargadas, que orienten y motiven a las empresas del sector y a los usuarios de este tipo de edificaciones.

Lo que se busca con este estudio, entre otras cosas, es orientar a los usuarios promotores de vivienda y consumidores finales sobre la existencia y métodos de sistemas sostenibles que pueden ser implementados en las construcciones de viviendas unifamiliares, llevando a cabo una pronta implementación de los mismos y así contribuir a la preservación del medio ambiente y a una mejor calidad de vida de la población nacional.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Estudiar los sistemas sostenibles implementados en la construcción de vivienda unifamiliar en la ciudad de Bogotá.

2.2 ESPECÍFICOS

- Describir los principales sistemas sostenibles que se pueden implementar en una vivienda unifamiliar.
- Analizar las características de los sistemas implementados en la construcción de viviendas unifamiliares.
- Diseñar una infografía de los sistemas sostenibles analizados para viviendas unifamiliares, para ser difundida en las principales empresas constructoras.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por el contexto problemático ambiental, suscrito en el desarrollo de la industria en la construcción Colombiana y con el fin de reducir el impacto generado en la contaminación del planeta, es importante reevaluar los procesos de consumos ambientales en la construcción y poder desarrollar proyectos de sostenibilidad que no generen desgastes en los recursos naturales, sino que a su vez apoyen a la restitución del mismo.

La vivienda unifamiliar es una opción en la cual se pueden gestionar sistemas sostenibles que contribuyan a la preservación y disminución de la huella ecológica enfocados por la sostenibilidad implícita de la misma construcción.

Con base a lo anterior se puede formular la siguiente pregunta:

¿Cómo se han desarrollado las alternativas de sistemas sostenibles en la construcción de viviendas unifamiliares para Bogotá?

4. MARCO TEÓRICO

En el año 2011, la industria de la construcción colombiana representaba el 6,9% del PIB, de los cuales el 3,2% son edificaciones y el 3,7% Infraestructura. Los nuevos modelos de planeación y construcción, deben dar solución al déficit habitacional que tiene el país de 3.828.055 unidades habitacionales, cifra entregada por el DANE en el año 2009.

Para el año 2011, la población en Latinoamérica, incluyendo el Caribe, estaba calculada en 597 millones de habitantes, de los cuales el 78,3% está identificada como población urbana. Para el año 2012, las estadísticas del DANE en Colombia, calcularon una población aproximadamente del 34,3 millones de habitantes, de los cuales el 73% es principalmente población urbana¹⁴. En los últimos 50 años, Colombia paso de ser un país rural a un país urbano, en el cual las regiones urbanizadas ocupan una porción no mayor del 20% del territorio, donde se localizan 150 centros urbanos y sus regiones inmediatas.

Las principales problemáticas de nuestras ciudades como país urbano son:

- Deterioro de las zonas centrales de las ciudades y expansión (urbansprawl).
- Alto déficit habitacional y bajos niveles de producción de vivienda de interés social formal.
- Asentamientos informales, sin adecuada provisión de servicios públicos y saneamiento básico.
- Déficit de espacio público y dificultades evidentes en la movilidad.
- Deficiencias en el manejo de escombros y desperdicios de la construcción. Falta de cultura de reciclaje.
- Buena parte de la población y su abastecimiento de agua son altamente vulnerables: Más del 80% de los cascos urbanos de los municipios se abastecen de fuentes muy pequeñas y de baja capacidad de regulación (arroyos, quebradas, riachuelos, etc.) y adicionalmente, no cuentan con sistemas de almacenamiento.
- La vulnerabilidad de los centros urbanos ante los desastres naturales es alta (necesidad de gestión del riesgo)
- Reducción de ecosistemas y biodiversidad (urbanos y rurales)

En el periodo presidencial 2010 – 2014, la estrategia de crecimiento económico del Presidente Santos, incluye vivienda e infraestructura como sectores clave (junto con minería, energía, agricultura e innovación) definidas en Alianzas Público-Privadas (Ley de APPs expedida en 2012) dentro de las cuales se encuentra el macro proyecto de viviendas gratis (construir 1 millón de nuevas

¹⁴CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, Foro Manejo de residuos de demolición y construcción Septiembre 2012 - WBCSD en WWF, Informe Planeta Vivo 2012

viviendas de las cuales el 70% será VIS), viviendas en las cuales se espera que el urbanismo sostenible tenga un rol destacado y se den soluciones de “infraestructuras verdes” (gestión de residuos y reciclaje, recolección de aguas lluvias, movilidad sostenible)

4.1 COLOMBIA VIRA HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE¹⁵

La construcción y la operación de las edificaciones en el país no serán las mismas. El convenio que suscribió el Gobierno y la Corporación Financiera Internacional, permitirá que se reduzcan las emisiones de carbono y se mitigue el impacto del cambio climático. El sector residencial será la prioridad.

Colombia fue escogida como país piloto en la promoción de la construcción sostenible. Así lo estipula el convenio marco que suscribieron la Corporación Financiera Internacional (IFC), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Presidencia Nacional de Camacol, esto durante la instalación de la XI feria Expo construcción y Expo diseño 2011.

La elección de Colombia como piloto para este proyecto, se basó en los resultados de un estudio inicial (un mapeo) elaborado por consultores de la IFC, según los cuales, en el país están dadas las condiciones para implementar “códigos” de construcción sostenible, reducir significativamente las emisiones de carbono, promover el uso eficiente de agua y aportar a la mitigación del impacto del cambio climático.

La adopción de los Códigos de Construcción Sostenible (Green Building Codes) como mitigadores del cambio climático se fundamenta en el hecho de que las edificaciones, tanto en su fase de construcción como durante su operación, emplean grandes cantidades de recursos naturales y producen altos volúmenes de emisiones atmosféricas contaminantes.

El convenio tiene dos grados ámbitos de acción: uno, en el sector público, cuyo objetivo será la construcción de un código de construcción sostenible. El otro campo de acción, se concentrará en el sector privado, representado por Camacol, y el propósito será transferir, implantar y divulgar los principios generales de la construcción sostenible y asegurar así, el cumplimiento de la nueva regulación a lo largo de la cadena de valor de la industria de la construcción.

Aunque Colombia no es considerada un gran emisor de dióxido de carbono a la atmosfera, la decisión de la IFC de impulsar esta experiencia, se basó en el

¹⁵PULIDO, LUZ DARY. Colombia Vira Hacia la Construcción. En: URBANA - Revista de la Construcción Sostenible. Bogotá D.C. 2011, vol. 49, ISSN 2011-7388, p. 29-27.

entusiasmo y receptividad que el organismo internacional encontró en el Gobierno y el sector privado.

Además del interés de las partes, la decisión de la IFC tuvo en consideración los resultados de su estudio de mapeo en términos de los consumos de energía y de las posibilidades de disminución, resultantes de hacer construcción sostenible. Este es el primer estudio de su tipo en Colombia. El levantamiento de información técnica para el mapeo se realizó en tres ciudades principales: **Bogotá, Medellín y Barranquilla** (durante el desarrollo de nuestra investigación, nos concentraremos en las ciudades de Bogotá. Su escogencia busca sensibilizar las mediciones climáticas de la capital del país y de las que se derivan distintos patrones de consumo de agua y energía, además del interés y voluntad política de las entidades municipales hacia el proyecto.

El primer hallazgo del mapeo, fue la identificación del sector residencial como el mayor consumidor de energía (Bogotá, 55%). Este resultado, llevo a la conclusión de que para lograr el mayor impacto en la reducción de emisiones de CO₂, el marco regulatorio debería concentrarse en el segmento residencial. Igualmente se estimó que si se adoptan técnicas sostenibles, el sector residencial podría disminuir sus emisiones de carbono de los 22,5 millones de toneladas anuales registradas cada año a 17, 5 millones de toneladas en 2025.

La identificación de la vivienda como objetivo del marco regulatorio se da en circunstancias muy favorables ya que el sector en Colombia fue señalado por el Gobierno “Santos” como uno de los cinco renglones “locomotora”, cuya función es impulsar el crecimiento del resto de la economía mediante la construcción de un millón de viviendas durante los siguientes cuatro años. Esta ambiciosa meta de producción ofrece la posibilidad de causar un impacto a gran escala sobre los nuevos desarrollos habitacionales que se construirán en el país, en su mayoría de vivienda social. A esta meta debe sumarse el esfuerzo que requerirá la reconstrucción de las regiones afectadas por las inundaciones. Las obras de reconstrucción deberán incorporar criterios de sostenibilidad que prevengan o mitiguen adecuadamente amenazas similares en el futuro.

Ahora bien, el uso eficiente de recursos energéticos, las energías renovables y la construcción sostenible no son nuevos en Colombia. Múltiples instancias públicas y privadas vienen adelantando iniciativas al respecto. La vinculación del gremio a la propuesta del IFC, refleja su convicción en torno a la necesidad de definir unos principios generales y una marco regulatorio independiente de las certificaciones internacionales, que unifique y complemente las múltiples pero aisladas iniciativas que actualmente se promueven en el país.

4.2 CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS)

En febrero de 2008, se fundó en Colombia, el “Consejo Colombiano de Construcción Sostenible” (CCCS), cuya objetivo principal es promover la transformación de la industria de la construcción para lograr un entorno responsable con el ambiente y el bienestar de los Colombianos. A continuación mencionamos sus principales ejes de trabajo:

- **Educación:** trabajamos para fortalecer el conocimiento sobre construcción y urbanismo sostenible
- **Política pública:** trabajamos con los gobiernos para gestionar y apoyar la formulación de políticas de producción y consumo responsable para el sector
- **Gestión técnica:** trabajamos para fomentar la utilización de sistemas de certificación y normalización de mercados verdes en la construcción
- **Comunicaciones y mercadeo:** trabajamos para fortalecer la institucionalidad del CCCS e incrementar en la participación de sus miembros con el fin de multiplicar la red

El CCCS, es miembro del “Consejo Mundial de Construcción Sostenible (WorldGBC)” desde el año 2009, red a la cual en el año 2012 ya pertenecían 91¹⁶ consejos de todas partes del planeta.

4.3 VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Concepto de vivienda de interés social según ART. 44. - Modificado. L388/97. Art. 91: - Se entiende por viviendas de interés social aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos -. En cada Plan Nacional de Desarrollo el Gobierno Nacional establecerá el tipo y precio máximo de las soluciones destinadas a estos hogares teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares, las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda.¹⁷

Adicional a esta definición, según Art. 117 de la ley 1450 de 2011, se define la Vivienda de Interesa Social como:

¹⁶ Consejo de Construcción Sostenible, Foro Manejo de residuos de demolición y construcción 2012 - Foro Manejo de residuos de demolición y construcción - WorldGBC 2012

¹⁷ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 388 de 1997. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339#FichaDocumento>>. [Citado: 9 de septiembre de 2014].

“De conformidad con el artículo 91 de la Ley 388 de 1997, la vivienda de interés social es la unidad habitacional que cumple con los estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción y cuyo valor no exceda ciento treinta y cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (135 smlmv).¹⁸

4.4 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La construcción sostenible¹⁹ se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector de la construcción en el cambio climático por sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad.

Los proyectos sostenibles tienen como objetivo común la reducción de su impacto en el ambiente y un mayor bienestar de sus ocupantes. A continuación algunos elementos clave para lograr edificaciones sostenibles:

- Gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones como de los materiales y componentes utilizados.
- Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano.
- Uso eficiente y racional de la energía.
- Conservación, ahorro y reutilización del agua.
- Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la operación, y prevención de residuos y emisiones.
- Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia.
- Mayor eficiencia en las técnicas de construcción.
- Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios.
- Cambio de hábitos de personas y comunidades en el uso de las edificaciones para reducir su impacto en la fase operacional e incrementar su vida útil

4.5 LOS CERTIFICADORES DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Actualmente, existen múltiples herramientas para la evaluación y certificación ambiental de proyectos de construcción, las cuales proporcionan un marco para

¹⁸CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 1450 de 2011. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2011/ley_1450_2011_pr002.html. [Consultado: 10 de septiembre de 2014].

¹⁹CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. Construcción Sostenible. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ccs.org.co/construccion-sostenible/que-es>>. [Citado: 10 de marzo de 2013].

evaluar el nivel de eficiencia de las edificaciones con base en parámetros de emplazamiento sostenible, eficiencia en el uso de agua y energético, materiales y recursos, calidad ambiental, innovación y diseño, tanto en la fase de diseño como en la fases de construcción, puesta en marcha y utilización de la edificación.

Para garantizar que arquitectos y constructores realmente están ofreciendo a sus clientes eco edificios, hay organizaciones que establecen los estándares de calidad ambiental. The International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) es una de ellas. La labor de esta entidad holandesa es examinar cada paso de la construcción del inmueble, desde la elección de los materiales hasta el diseño. La organización francesa Haute Qualité Environnementale (HQE) intenta estimular este tipo de construcciones ofreciendo premios y reconocimientos a los proyectos más vanguardistas. El estándar ISO también ha creado certificaciones para materiales de construcción. En diversas regiones del mundo se han desarrollado sistemas de certificación sostenible para la construcción de edificios ambientalmente sostenibles. Estos buscan evaluar en las edificaciones “verdes” aspectos como los materiales en su construcción, la estimación del ciclo de vida, la medición del impacto ambiental y su verificación en términos de sostenibilidad.

4.6 CERTIFICACIÓN DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES

Al surgir la necesidad de calificar los edificios en términos de sostenibilidad, aparecen los sistemas de certificación de edificios en diversas partes del mundo. La mayoría de estas entidades califican el desempeño de los sistemas del edificio en términos de eficiencia energética, uso del agua, localización, materiales utilizados y calidad del aire interior.

En el panorama general de las certificaciones en el mundo, podemos observar que existen sistemas de calificación de edificios sostenibles establecidos alrededor de los 5 continentes:

Tabla 1. Sistemas de Certificaciones Green Building.

Pais de procedencia	Nombre del sistema
EUROPA	
REINO UNIDO 	BREEAM
FRANCIA 	HQE
ALEMANIA 	DGNB
ESPAÑA 	VERDE
SUIZA 	MINERGIE
ITALIA 	PROTOCOLLO ITACA
AMERICA	
ESTADOS UNIDOS 	LEED
BRASIL 	AQUA
ASIA	
JAPON 	CASBEE
CHINA 	GBAS
COREA DEL SUR 	KGBC
HONG KONG 	HKBEAM
INDIA 	IGBC
OCEANIA	
AUSTRALIA 	GREEN STAR
NUEVA ZELANDA 	GREEN STAR NZ
AFRICA	
SUD AFRICA 	GREEN STAR SA

Fuente: SB Alliance.

Según el artículo J. García Navarro “Desde el año 2000 el número de métodos para la evaluación medioambientales en edificios se ha multiplicado considerablemente; sin embargo existen sistemas que han liderado un crecimiento constante de evaluaciones, reconocidos por su versatilidad en la eco eficiencia y añadiendo otro punto de vista en el ámbito mundial.

Cinco sistemas de certificación son reconocidos por el Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles (WGBC) descritos a continuación:

4.6.1 BREEAM – *Building Research Establishment’s Environmental Assessment Method* (Reino Unido)²⁰.



Este Sistema fue creado en 1990 por el *Building Research Establishment (BRE)* del Reino Unido, fue el primer sello de certificación desarrollado después del Protocolo de Kyoto. Este sello es una herramienta que mide la sostenibilidad de distintos tipos de edificaciones, nuevas y existentes y se enfoca en los impactos de las edificaciones de su entorno. De igual manera, tiene una versión para desarrollos urbanos, denominada “BREEAM Communities”, Tiene versiones específicas para el reino Unido, algunos países de Europa y el Golfo Pérsico.

BREEAM contempla las particularidades propias de cada una de las principales tipologías existentes (vivienda, oficinas, edificación industrial, centros de salud, escuelas, etc.). Entre ellos se encuentran:

- **BREEAM Nueva construcción.** Se aplica a edificios de nueva construcción incluyendo los esquemas: Palacios de Justicia y Tribunales, Centro de datos, Edificios residenciales, Educación, Hospitales, Industria, Edificios de multiresidencia, Oficinas, Cárceles, Pequeño comercio, y Otros Edificios que no encajan en los esquemas anteriores y sobre los que se pueden desarrollar criterios específicos a medida.
- **BREEAM Rehabilitación,** aplicable en la rehabilitación de edificios existentes domésticos y no domésticos.
- **Code for sustainable homes,** Este método de evaluación ambiental se ha convertido en normativa nacional en Reino Unido para la

²⁰BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT’S ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD (REINO UNIDO).[En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.breeam.es/index.php/certifica/esquemas-de-certificacion>. [Consultado: 01 de octubre de 2014].

calificación y certificación del comportamiento ambiental de nuevas viviendas sobre la base de BRE Global EcoHomes. Está destinado a fomentar la mejora continua en la construcción de viviendas sostenibles.

- **BREEAM International**, de aplicación en edificaciones ubicadas fuera del Reino Unido.
- **BREEAM Urbanismo**, aplicable a las etapas de planificación de los planes de desarrollo.
- **BREEAM En-Uso** aplicable a los edificios no domésticos con una vida de funcionamiento superior a dos años.

La puntuación máxima son 100 puntos y en función de la puntuación final obtenida por el edificio se obtiene una calificación que distingue 5 categorías:

- ✓ Pass _ puntuación >30
- ✓ Good _ puntuación >45
- ✓ Very Good _ puntuación >55
- ✓ Excelent _ puntuación >70
- ✓ Outstanding _ puntuación >85

4.6.2 CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (Japón)²¹.



Es un sistema de evaluación y certificación para la edificación introducido en el año 2002, administrado por el IBEC (Institute for Building Environment and Energy Conservation) con sede en Japón.

El sistema pretende premiar los esfuerzos que conducen a edificios más eficientes desde el punto de vista medioambiental, incentivando los esfuerzos realizados por diseñadores, propietarios y usuarios de los mismos. Este método pretende ser lo más simple posible y busca ser aplicable en un amplio rango de tipologías constructivas.

CASBEE consta de cuatro herramientas de evaluación que pretenden cubrir el ciclo de vida de la edificación:

²¹CASBEE – COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY (JAPÓN) .En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://http://es.scribd.com/doc/146519231/CASBEE>. [Consultado: 01 de octubre de 2014].

- **CASBEE para el prediseño (CASBEE-PD):** Pretende asistir a los diseñadores en la correcta selección de los emplazamientos y en la estimación de los impactos ambientales preliminares.
- **CASBEE para nuevas construcciones (CASBEE-NC):** Permite obtener una valoración basada en las especificaciones del diseño y en la estimación del rendimiento esperada de las mismas.
- **CASBEE para edificios existentes (CASBEE-EB):** Está dirigido a edificios para los que se disponga de al menos un año completo de registros de funcionamiento, para estimar a partir de ellos su eficiencia.
- **CASBEE para rehabilitación de edificios (CASBEE-RN):** Permite valorar propuestas de rehabilitación de edificios teniendo en cuenta parámetros de sostenibilidad.

Cuanto mayor sea la calidad ofrecida por la edificación, y menor el impacto sobre el medioambiente, mayor será el valor de BEE asociado. En función del valor BEE se establecen las siguientes puntuaciones:

- ✓ Clase C (baja puntuación); representada por una estrella.
- ✓ Clase B-; representada con tres estrellas.
- ✓ Clase B+; representada con tres estrellas.
- ✓ Clase A; representada con cuatro estrellas.
- ✓ Clase S (excelente); representada con cinco estrellas.

4.6.3 DGNB – *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (Alemania)²².



Es un instrumento muy potente que puede emplearse para la planificación y evaluación de edificios sostenibles. Abarca todos los campos relacionados con la construcción sostenible con el fin de asegurar la obtención de una perspectiva completa sobre la calidad.

Se definen 50 criterios organizados en 6 secciones, cada criterio establece unos valores, estimados con un máximo de 10 puntos de evaluación. Las secciones se valoran con una ponderación sobre los puntos de evaluación. Las secciones se valoran con una ponderación sobre los puntos obtenidos.

²².DGNB – *DEUTSCHE GESSELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN* (ALEMANIA). [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.armstrong.com/commfreu/es-es/green-dialogue-building-certificates.html>>. [Consultado: 01 de octubre de 2014].

La valoración final depende de la obtención de un mínimo en cada sección y un mínimo en el total de puntos

- Medio-ambiental
- Económica
- Socio cultural y funcional
- Técnica
- De procesos
- Emplazamiento

Como en otros sistemas de certificación el DGNB propone una serie de medidas cuyo cumplimiento parcial o total va dando una serie de puntos en cada categoría de impacto. En total son 51 medidas.

La calificación final diferencia entre tres niveles:

- Oro, para proyectos con puntuación superior al 80%.
- Plata, para puntuaciones entre 65% y 79,9%.
- Bronce, para puntuaciones entre el 50% y el 64,9%

4.6.4 GREEN STAR – Consejos Australiano, Neozelandés y Surafricano de Construcciones Sostenibles²³.



Sistema creado en 2003 por el Consejo Australiano de Construcción Sostenible, está basado en LEED y en BREEAM. Evalúa el diseño ambiental así como la construcción de los edificios y busca establecer un lenguaje común y una medida estándar.

Está diseñado especialmente para las condiciones australianas y se han creado versiones para Nueva Zelanda y Sudáfrica.

El sistema de calificación Green Star evalúa la sostenibilidad de los proyectos en todas las fases del ciclo de vida del entorno construido. Las clasificaciones pueden ser alcanzadas en la fase de planificación de las comunidades, durante el diseño, construcción de edificios, o durante la fase de explotación en curso.

²³GREEN STAR – CONSEJOS AUSTRALIANO, NEOZELANDÉS Y SURAFRICANO DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES ,[En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/certificacion-de-edificaciones> [Consultado: 01 de octubre de 2014].

Las categorías de esta certificación se clasifican en:

- Green Star - Para edificios y construcciones.
- Green Star – Comunidades.
- Green Star – Interiores.
- Green Star – Performance.

La Certificación Green Star maneja un proceso formal organizado en un panel de estimación independiente que evalúa las evidencias documentales de un proyecto de manera que cumpla con los puntos de referencia estipulados por cada crédito.

Los puntos de cada grupo de evaluación, se determinan comparando la escala de puntuación global:

- ✓ Cuatro estrellas, puntuación 45-59, categoría mejores prácticas.
- ✓ Cinco estrellas, puntuación 60-74, categoría excelencia australiana.
- ✓ Seis estrellas, puntuación +75, categoría liderazgo mundial.

4.6.5 LEED – Consejo de Construcción Sostenible (Estados Unidos)²⁴.



Es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1998, utilizándose en varios países desde entonces.

Existen varios sistemas de evaluación dependiendo del uso y complejidad de los edificios. Si bien inicialmente enfocada a edificios de nueva planta, con posterioridad se han desarrollado otros sistemas de evaluación para obras de acondicionamiento interior (LEED for Commercial Interiors) o para edificios en funcionamiento (LEED Operations and Maintenance). Estos estándares van evolucionando a lo largo del tiempo, con un criterio de mejora continua enfocado a ir aumentando progresivamente el grado de exigencia, en paralelo a la mejora de los aspectos relacionados con la sostenibilidad en la industria de la edificación. En el año 2009 se fijaron los siguientes estándares:

- **Green Building Design & Construction**
 - LEED for New Construction and Major Renovations
 - LEED for Core & Shell Development

²⁴LEED – CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (ESTADOS UNIDOS),[En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.actiu.com/es/empresa/actiu-leed/actiu-que-es-leed>[Consultado: 01 de octubre de 2014].

LEED for Schools
LEED for Retail New Construction (previsto para 2010)

- **Green Interior Design & Construction**
LEED for Commercial Interiors
LEED for Retail Interiors (previsto para 2010)
Green Building Operations & Maintenance
LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance

- **Green Neighborhood Development**
LEED for Neighborhood Development

- **Green Home Design and Construction**
LEED for Homes

En función de la puntuación final obtenida, el edificio puede optar a una de las cuatro categorías: del certificado: CERTIFICADO, PLATA, ORO Y PLATINO, según la siguiente escala:

- ✓ Certified (>40 puntos).
- ✓ Silver (>50 puntos).
- ✓ Gold (>60 puntos).
- ✓ Platinum (>80 puntos).

El consejo de Construcción Sostenible de Canadá, al igual que el de la India, han desarrollado sus propias versiones de *LEED* con el aval del *USGBG (United States Green Building Council)*.

En Colombia, a inicios de 2010, se inició la formulación del **SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO PARA EDIFICACIONES SOSTENIBLES (SAC-ES)**, con el liderazgo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial y el ICONTEC y el trabajo conjunto de empresarios, universidades y gremios.

Este primer sello se enfocará en establecer los lineamientos para el diseño y construcción de edificaciones. La fase de operación será normalizada por la siguiente fase del Sello.

Este sello debe articularse de manera decidida con instrumentos normativos obligatorios, y también con distintos paquetes de incentivos de distinto tipo, para lograr una real transformación de los edificios y ciudades colombianos hacia la sostenibilidad.

El documento actualmente en estudio del SAC-ES contempla los siguientes aspectos:

- ✓ Definiciones
- ✓ Cumplimiento legislación vigente
- ✓ Requisitos ambientales
- ✓ Localización
- ✓ Agua
- ✓ Energía
- ✓ Aire
- ✓ Selección de materiales de construcción
- ✓ Manejo y disminución en la generación de residuos
- ✓ Requisitos sociales
- ✓ Requisitos económicos
- ✓ Vida útil
- ✓ Entrega

4.7 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE SISTEMAS SOSTENIBLES

En las edificaciones de vivienda, se han implementado muy pocos sistemas sostenibles para el mejoramiento y cuidado del medio ambiente, ya sea en el trayecto de las construcciones o de los productos terminados. Por lo tanto enfatizamos en los siguientes aspectos generales a tener en cuenta:

4.7.1 Manejo del agua. El agua como recurso natural, debe poseer contribuir a que se realice un mayor esfuerzo encaminado hacia el ahorro de los consumos, por lo tanto el uso eficiente puede reducir los costos a través de la implementación de algún sistema que cuente con estrategias para disminuir los volúmenes de agua utilizados en la construcción de viviendas.

Estas estrategias pueden ser implementadas con la instalación de artefactos para el manejo de agua, recuperación de aguas lluvias, reincorporación de aguas grises y uso eficiente del agua en paisajismo entre otros.

- **Disminución de consumo de agua en aparatos:** En las viviendas se debe prever los sistemas económicos para el suministro y las descargas de agua hacia los desagües. Para este punto, se debe enfatizar en la tecnología de aparatos hidráulicos y sanitarios a utilizar de bajos consumos, para ello se debe recopilar los datos y fichas de consumos.
- **Disminución de consumo de agua en el paisajismo:** Para las zonas verdes se debe disminuir el agua potable, se pueden implementar sistemas de riego por fuentes naturales, por recolección de agua lluvias o por tratamiento de agua grises recicladas.

Para el consumo de agua en las plantaciones, se puede implementar sistemas de goteo o sistemas de hidrogeles polímeros,

- **Utilización de aguas grises:** Las aguas grises corresponden a las aguas residuales producidas por lavamanos, duchas y lavanderías. Para reintegrar estas aguas al sistema, es necesario implementar un circuito de conducción, almacenamiento y tratamiento de las mismas. Para implementar estos sistemas se requiere un proceso de purificación en continuas etapas de filtros y así lograr agua limpia y desinfectada de acuerdo para lo que se requiera.
- **Captación de aguas lluvias:** La captación de aguas lluvias es un medio de fácil implementación para el abastecimiento de agua para artefactos el riego del paisaje o aparatos sanitarios. Este sistema es una opción viable para la recuperación de aguas y puede ser implementada tanto individual como colectivamente.
- **Tratamiento de aguas negras:** en las edificaciones las descargas sanitarias de aguas negras están dirigidas hacia los cuerpos de aguas naturales. Para este caso se pueden implementar sistemas biodigestores dirigidos principalmente por bacterias que aparecen como resultado de la fermentación anaeróbica, de esta manera se pueden obtener aguas grises y lodos activos.

4.7.2 Manejo de la calidad en el medio ambiente. El ambiente interior de los hogares reduce considerablemente los costos artificiales que estamos acostumbrados a utilizar, esto se puede dar por medio de los materiales que se utilizan en la construcción, los buenos niveles de ventilación, el control de los sistemas de iluminación naturales y en efectos los artificiales, la utilización de calefacción y la distribución efectiva de los espacios arquitectónicos. Utilizando la buena práctica se puede lograr un confort interior que aumenta la productividad y el bienestar de cualquier usuario.

- **Disminución de olores:** En esta práctica se debe reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que sean olorosos, irritantes y/o dañinos para el confort y bienestar de los ocupantes, ya sean por medio de los materiales que se utilizar o por el humo del tabaco.
- **Ventilación natural:** En las viviendas es muy importante tener sistemas de ventilación natural, ya sea para efectos de condensaciones o por la ubicación geográfica donde estén ubicadas dichas edificaciones.
- **Iluminación:** Para tal efecto, y por confort de los usuarios es indispensable la iluminación en nuestro hábitat. Por lo tanto, en las edificaciones se debe

promover la utilización al máximo de la iluminación natural en la organización arquitectónica de los diferentes espacios. En la implementación de iluminación artificial, es indispensable utilizar aparatos de bajo consumo energético como lo pueden ser los bombillos led.

- **Calefacción:** Cuando se habla de calefacción, no se puede pensar solamente en la chimenea, ya que existen diferentes alternativas para controlar la temperatura en los espacios arquitectónicos. Esto se puede implementar por medio de la ubicación arquitectónica de los volúmenes logrando una mayor captación energética del sol. Otro medio puede ser la utilización de materiales cálidos como es la madera renovable, ladrillos macizos, entre otros materiales que se pueden usar en las construcciones. Sistemas tecnológicos manipulados por medio de métodos naturales, como calefactores solares.

4.7.3 Manejo de la energía natural. La iluminación y la utilización de los aparatos eléctricos, determinan el consumo energético de las edificaciones. Por lo tanto, es importante implementar estrategias más efectivas para lograr una óptima eficiencia energética natural y disminuir la energía artificial. Para este punto se recomienda integrar sistemas en las viviendas, los cuales conllevan a reducir la cantidad de energía requerida para su operación y utilizar energías más amigables con el medio ambiente.

- **Energía solar:** es el recurso energético más abundante en la tierra. La energía solar que recibe la superficie del planeta en una hora es equivalente al total de energía consumida por todos los humanos en un año. Por lo tanto, esta puede ser aprovechada de diversas maneras, tanto para generar electricidad como energía térmica. Para este fin, se tiene que utilizar sistemas de captación solar, transformación y almacenamiento de la misma. Unos ejemplos a utilizar son los paneles, calentadores y calefactores solares.
- **Energía geotérmica:** Es un recurso representado a partir del calor contenido en el interior de la tierra. Esta fuente de energía es un recurso renovable existente principalmente, en zonas de alta actividad volcánica y fallas geológicas. La disponibilidad de este recurso no presenta variación estacional, tampoco está afecto a impactos climáticos, es compatible con otros sistemas de generación, y puede aprovecharse para aplicaciones como calefacción de espacios, calentamiento de agua, procesos industriales, generación de electricidad, entre otros.
- **Energía eólica:** es una fuente de energía renovable, producto de la transformación de la energía cinética contenida en el viento, en energía

utilizable. El viento se produce por diferencias de temperatura entre distintas masas de aire en la atmósfera terrestre, la que es calentada por el sol. Por ello, se considera al viento como una forma indirecta de energía solar.

4.7.4 Manejo de los recursos y materiales. Desde el planteamiento de los proyectos, se debe evaluar la utilización de los materiales que se implementaran en las construcciones, esto con diferentes fines; la disposición final de los llamados desperdicios, la reutilización de materiales existentes, la efectividad de materiales renovables, el manejo del transporte de recursos externos y el método de los procesos industriales para la fabricación de cierto insumos.

- **Madera reciclada.** La madera de demolición puede generar importantes ahorros en la construcción. De ella podemos obtener elementos estructurales de alta calidad, tales como vigas de roble proveniente de antiguas construcciones. Además, con ella se fabrican muebles reciclados que se pueden integrar a los proyectos. Su utilización puede ser integrada en diversos elementos de las viviendas, tanto estructurales como no estructurales, revestimientos de fachadas, pisos y cielos rasos.
- **Acero reciclado:** es el único material constructivo que siempre contiene algo de material reciclado. este es completamente reciclable al final de la vida útil del producto y podría ser reciclado un número ilimitado de veces, sin perder calidad.
- **Hormigón reciclado:** corresponde al hormigón fabricado con áridos gruesos reciclados y agregados, procedente de la trituración de residuos de hormigón.
- **Materiales renovables:** Estos materiales reducen el impacto medioambiental, y su incorporación disminuye las prácticas irresponsables como la deforestación y la destrucción del medio ambiente. Además estos traen beneficios de carácter económico y ambiental. Un ejemplo de estos materiales puede ser la madera certificada.

5. MARCO DE REFERENCIA

De acuerdo a lo planteado anteriormente, podemos organizar las ventajas de una construcción ecológica comparada con una construcción tradicional de la siguiente manera:

Tabla 2. Construcciones tradicionales vs. Construcciones ecológicas

CONSTRUCCIONES TRADICIONALES VS. CONSTRUCCIONES ECOLÓGICAS		
Característica	Construcción tradicional	Construcción ecológica
Lugar	En cualquier lugar.	Se analiza detalladamente el terreno y el clima del lugar. Cada edificación tiene una orientación específica.
Desechos	Se produce gran cantidad de escombros y desechos plásticos que no se reciclan.	Casi todos los materiales se reutilizan. Los escombros, por ejemplo, pueden utilizarse como aislamiento acústico.
Cimientos	Losa de hormigón armado y cemento gris, que pueden contener partículas tóxicas.	Biohormigón con cal, barras de acero galvanizado o de fibras sintéticas, entre otros.
Estructura vertical	Hormigón armado y cemento gris, que pueden contener partículas tóxicas.	Ladrillo macizo, termoarcilla, adobe, tapial, mampostería de piedra natural, etc.
Estructura horizontal	Hormigón y cemento gris.	Vigas de madera certificada y biohormigón.
Sistema de saneamiento	Tubos de PVC y pegamentos tóxicos.	Tubos de polipropileno y tubos cerámicos.
Baños	Inodoros con un consumo de agua de 8 o más litros por descarga.	Inodoros secos o aquellos que reducen el consumo de agua a la mitad, o menos de lo que gastan los tradicionales. También se pueden adaptar sistemas de reutilización de aguas grises.
Energía eléctrica	Se utilizan energías no renovables.	Se intenta producir el total o una parte de la energía que se utiliza, con métodos limpios como paneles solares. En las casas y edificios se instalan electrodomésticos de bajo consumo.
Aislamiento térmico y acústico	Su diseño y materiales no permiten sacar el mejor provecho del aislamiento.	Espesores gruesos para ahorrar energía, a partir de materiales naturales que van desde corcho natural hasta papel reciclado. En su diseño se tiene en cuenta las condiciones climáticas para aprovechar los recursos disponibles (arquitectura bioclimática).
Acabados	Ventanas y puertas de PVC, aluminio, hierro o madera.	Madera con sellos de responsabilidad ambiental.
Agua	Ninguna tecnología para evitar el despilfarró.	Aparatos ahorradores.
Agua lluvia	Canalización sin aprovechamiento.	Cisternas de almacenamiento. Utilización directa en lavadoras, inodoros y riego.
Pintura	Pinturas químicas.	Pinturas naturales.

Fuente: http://www.soyecolombiano.com/site/Portals/0/documents/biblioteca/A_PUBLICACIONES/I_FASCICULOS_COLECCIONABLES_EL_ESPECTADOR/Fasciculo_9_Soy%20Ecolombiano_FINAL_BAJA_65-72.pdf

A nivel mundial encontramos países como Holanda, Irán, Argentina, Ecuador, Estados Unidos entre otros, que han incursionado en el diseño y construcción de viviendas eco sostenibles, que aprovechan todos los recursos naturales con el mínimo impacto al medio ambiente.

A continuación exponemos algunos ejemplos de estos proyectos de viviendas:

5.1 BARRIO EVA LAXMEERSE, CULEMBORG, HOLANDA²⁵

Ubicado en la ciudad de Culemborg, Holanda, Eva Laxmeerse es un “ecobarrio” que consta de 250 casas ecológicas construidas en el periodo comprendido entre 1994 y 2009. Su precursor fue Marleen Kaptein, quien tenía como objetivo construir viviendas en zonas urbanas más sostenible.

Figura 1 BARRIO EVA LAXMEERSE, CULEMBORG, HOLANDA



Fuente: http://www.ecohabitar.org/wpcontent/uploads/2013/01/eva_lanxmeer1.jpg, 2013.

Este gran barrio se ha construido en una parcela de 24 hectáreas, en una finca donde antiguamente se extraía agua potable. Está ubicado cerca de la estación ferroviaria de Culemborg, Lanxmeerse cuenta con 250 viviendas, 40.000 m² de oficinas y comercio, un centro de información social, una granja ecológica, un palacio de congresos, diversos bares, restaurantes y un hotel. Se integran diferentes funciones urbanas, proporcionando un buen equilibrio entre los

²⁵BARRIO EVA LAXMEERSE, CULEMBORG, HOLANDA [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/910/2/Certificaci%C3%B3n-leed-VIS_barrio-Yomasa-Bogot%C3%A1.pdf [Consultado: 22 de octubre de 2014].






intereses sociales, económicos, culturales, educativos, recreativos y medioambientales.

En el proceso de construcción se realizaron talleres con el fin de que los habitantes colaboraran de forma activa en la planificación del barrio. En este se crearon medidas ambientales como: un sistema de gestión integral del agua, una planta de producción de biogás, el uso de materiales de construcción sostenibles, el aprovechamiento de las energías renovables y producción de alimentos orgánicos.

El proyecto tiene como principal objetivo promover el desarrollo sostenible, mediante un enfoque integral de planificación, creando un programa definitivo compuesto de cinco áreas, que se mezclan resultando un conjunto coherente e integrado, en la siguiente tabla se amplía el proceso aplicado en cada área:

Programas de sostenibilidad aplicados en Eva Laxmeerse:

Tabla 3. Programas de sostenibilidad aplicados en Eva Laxmeerse

ÁREA	PROGRAMA
Sitios sostenibles 	<p>Se realizó un adecuado equilibrio entre el uso del suelo urbano y las zonas verdes. Aparecen muchas zonas de transición entre lo público y lo privado, creando ambientes agradables.</p> <p>Se limitó el uso del vehículo particular fomentando el uso del transporte público. Una correcta infraestructura de caminos peatonales y sendas ciclistas, la conexión directa con Culemborg mediante eficientes líneas de autobuses y tren y el uso limitado de plazas de aparcamiento, situando las mismas en las partes externas del barrio, han conseguido que sea "un lugar sin coches".</p>
Eficiencia de agua 	<p>Se diseñó un sistema integral de gestión y tratamiento del agua de lluvia así como de las aguas residuales. Se construyó un sistema separativo que recoge las aguas pluviales en las cubiertas y las almacena en aljibes. Las aguas residuales provenientes de cocinas y baños se reutilizan para la producción de biogás.</p>
Energía y atmósfera 	<p>Se buscó el equilibrio en el uso de la energía para que la ecuación resulte igual a cero. Esto se propone mediante la producción de energía renovable y minimizar así el consumo de fuentes fósiles.</p>
Materiales y recursos 	<p>Se usaron materiales que cerraron la cadena del ciclo del material de construcción.</p> <p>Se incentivó la agricultura como fuente de abastecimiento de alimentos para así promover los cultivos entre los habitantes disminuyendo el consumo de alimentos artificiales.</p>
Calidad ambiental interior 	<p>La mayoría de las casas disponen de paneles solares y fotovoltaicos en sus cubiertas, autoabasteciéndose, además de estar construidas con magníficos aislamientos para regular la temperatura y mantenerla en el nivel ideal.</p>

Fuente: Ecohabitar 2013

5.2 SHARIFI-HA HOUSE, LA CASA ROTATORIA DE ALIREZA TAGHABONI²⁶

El arquitecto Alireza Taghaboni realiza una demostración práctica de hasta dónde puede llegar una solución ingeniosa para ganar espacio y aprovechar al máximo la luz solar en una vivienda.

Consiste en unas habitaciones giratorias, que cuando se despliegan hacia el exterior pueden ampliar el número de metros cuadrados y conseguir una estancia iluminada y orientada a placer, al tiempo que hace llegar la luminosidad al resto de la vivienda. En verano la casa se abre al exterior, mientras que durante sus nevados inviernos puede cerrarse sobre sí misma, como una flor.

Figura 2. Fachada e imágenes interiores Sharifi-ha House



Fuente:<http://www.experimenta.es/noticias/arquitectura/sharifi-ha-house-casa-rotatoria-alireza-taghaboni-4586>

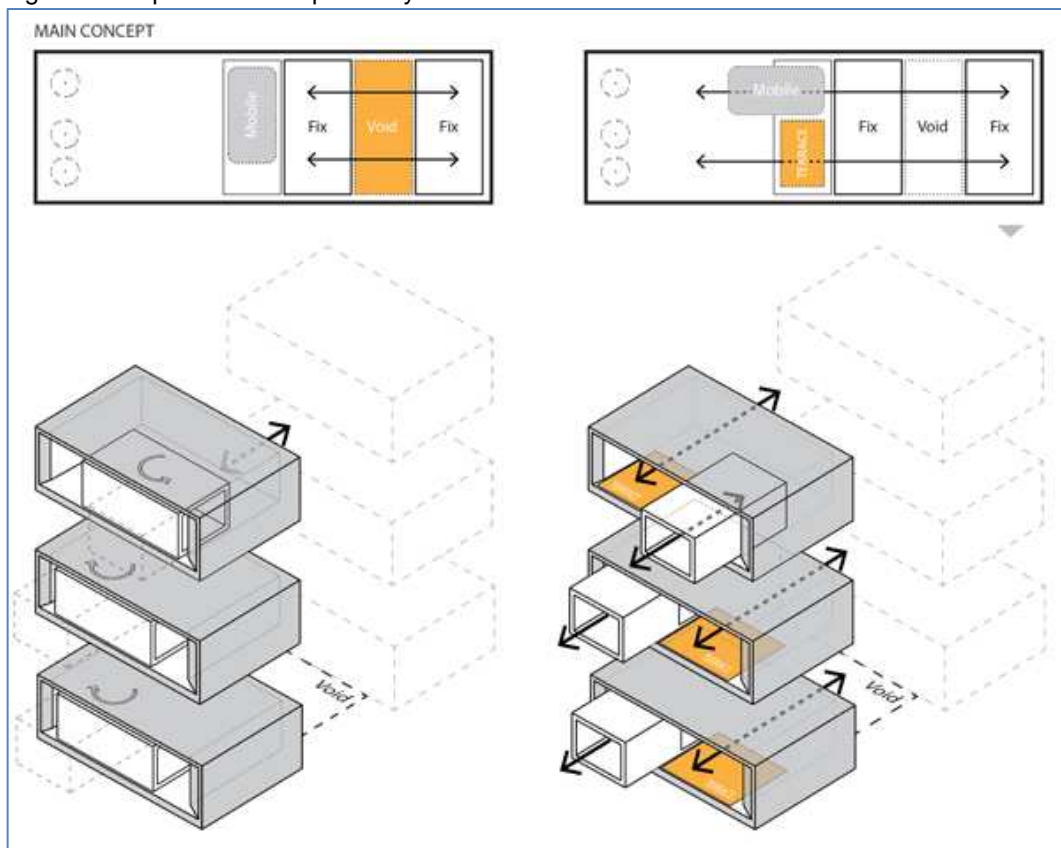
El arquitecto investiga en las tipologías propias de la cultura iraní para llegar a una solución estructural. En concreto, Taghaboni se interesa por las llamadas chahar-fasel o casas de cuatro estaciones. En una climatología agresiva cuyas temperaturas pueden oscilar de los 43 y los 0 grados, esta vivienda tradicional modifica el uso de sus estancias en función de la época del año: la pared orientada al norte —tabestan-neshin— es usada en verano para alojar los dormitorios, mientras que la pared sur —zemestan-neshin— se utiliza para

²⁶SHARIFI-HA HOUSE, LA CASA ROTATORIA DE ALIREZA TAGHABONI [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.experimenta.es/noticias/arquitectura/sharifi-ha-house-casa-rotatoria-alireza-taghaboni-4586> [Consultado: 22 de octubre de 2014].

almacenar utensilios. Los roles de las dos paredes se invierte durante el invierno, de tal manera que se constituye una vivienda dinámica y cambiante.

La decisión final adoptada por Taghaboni pasa por transformar la fachada bidimensional en una estructura tridimensional donde un conjunto de cajas puede desplegarse hacia el exterior. La morfología de la vivienda, flexible y mutante, se adapta a las necesidades de espacio y luz de sus habitantes, además de responder de una manera más sostenible a los retos de la climatología local.

Figura 3. Esquemas conceptuales y de circulación Sharifi-ha House



Fuente: <http://www.experimenta.es/noticias/arquitectura/sharifi-ha-house-casa-rotatoria-alireza-taghaboni-4586>

5.3 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA DE CHUBUT, ARGENTINA²⁷

Figura 4. Fachada vivienda Chubut



Fuente:<http://www.ecochubutdesign.com.ar/noticias/37-articulos-de-prensa/67-vivienda-bioclimatica>

Iniciativa impulsada por la encargada del área de Proyectos Especiales del Instituto Provincial de la Vivienda, Liliana de Benito explicó que la casa bioclimática instalada en una de las mayores ferias de ciencia y tecnología de Latinoamérica es de carácter “demostrativo” y estará ubicada de manera estable en el predio de la Subsecretaría de Vivienda de la Nación.

El modelo de vivienda exhibido por Chubut en Tecnópolis “tiene todos los sistemas con energías renovables”, incluyendo geotermia, un biodigestor para tener biogás, un climatizador de aire, un colector solar para agua caliente, energía solar y eólica para electricidad.

Se trata de la réplica de lo implementado en localidades del interior provincial tendiente a mejorar las condiciones de vida de los pobladores rurales, su entorno y situación productiva, teniendo en cuenta la protección del ambiente.

Enmarcada en el Programa Hábitat Rural Chubut, la primera vivienda ejecutada por el Estado provincial para llegar con respuestas a los pobladores rurales dispersos se ejecutó en la zona de Cushamen. “El Programa Hábitat Rural comenzó haciendo punta en todo el ámbito rural,

²⁷VIVIENDA BIOCLIMÁTICA DE CHUBUT, ARGENTINA,[En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/15721187/Casas-bioclimatica-en-Chubut.html> [Consultado: 22 de octubre de 2014].

trabajando con los pobladores dispersos que están alejados de las redes de servicio”, subrayó De Benito respecto al origen y finalidad de esta innovadora herramienta arquitectónica.

La funcionaria del Instituto Provincial de la Vivienda precisó que “la propuesta y el objetivo fundamental del proyecto fue poder dar calidad de vida y ponerlos en calidad de ciudadanos a los pobladores tal como una persona que vive en la ciudad”.

5.4 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA AUTOSUFICIENTE EN WASHINGTON: “MAGIC BOX”²⁸

MAGIC BOX es una unidad habitacional para una pareja o, excepcionalmente, para una persona sola. De dimensión mediana su superficie ronda los 70 m², el edificio se integra en un solar de unos 500 m². El volumen ha de mantenerse dentro de los límites de un sólido hipotético de forma piramidal, con el fin de que algunos de los elementos constructivos no lleguen a arrojar sombra sobre los demás.

Figura 5. Fachada Magic box



Fuente:http://www.academia.edu/905406/VIVIENDA_BIOCLIM%C3%81TICA_AUTOSUFICIENTE_EN_WASHINGTON_MAGIC_BOX_PROYECTO_DE_LA_UPM_PARA_EL_CONCURSO_SOLAR_DECATHLON_2005

²⁸VIVIENDA BIOCLIMÁTICA AUTOSUFICIENTE EN WASHINGTON: “MAGIC BOX”, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.academia.edu/905406/VIVIENDA_BIOCLIM%C3%81TICA_AUTOSUFICIENTE_EN_WASHINGTON_MAGIC_BOX_PROYECTO_DE_LA_UPM_PARA_EL_CONCURSO_SOLAR_DECATHLON_2005[Consultado: 22 de octubre de 2014].

La limitada superficie interior contrasta con la amplia variedad de usos exigida por el programa, que incluye una oficina (representando la imagen futura de una persona que ejerza su actividad profesional en casa y mantenga escaso contacto con el exterior). Al margen de la posible valía del tele-trabajo para la sociedad en su conjunto, nuestras dudas sobre su idoneidad para el individuo nos han conducido a suavizar el desarrollo de la casa mediante espacios que evitan las estancias cerradas, pequeñas, oscuras, exclusivas y que puedan aumentar la sensación de soledad. Al mismo tiempo –y esto constituye un elemento básico de MAGIC BOX-, tratamos de evitar que dicha labor pueda crear molestias al otro habitante; es decir, hemos buscado la calidad de vida en el uso y el disfrute de la vivienda más allá de sus limitaciones y condicionantes. Aunque no sea ésta la manera habitual de considerar la arquitectura bioclimática, entendemos que este factor constituye uno de sus objetivos más claros.

El término “bioclimático” alude a la relación del clima –o más ampliamente, del medio ambiente natural y/o construido- con la vida, ya sea interior o exterior a la intervención humana. Es decir, tan importante es conseguir las características óptimas de habitabilidad en el interior de un edificio, como la influencia sobre el entorno de la contaminación generada por él y el uso sostenible de los recursos para su construcción y mantenimiento. Los seres vivos somos el fin último que justifica cualquier esfuerzo encaminado a mantener nuestro planeta en las condiciones óptimas. Por esa razón, todos los ámbitos de la vivienda –cocina, comedor, zona de estar, dormitorio y despacho- se unen entre sí para conformar un espacio único y amplio, digno de ser vivido y cuyo uso resulte satisfactorio. No obstante, la casa también puede ser fragmentada en habitaciones independientes, de modo que cada recinto pueda aislarse y utilizarse con fines específicos y adquirir un carácter más íntimo.

Dicha fragmentación no es ficticia ni exclusivamente visual, sino que trasciende a la simple línea divisoria del plano –limpia y elegante, aunque ineficaz-, para pasar a ser una auténtica pared, capaz de aislar acústicamente e impedir las molestias que pueda generar una persona que esté trabajando con un ordenador, utilizando una impresora o un fax, junto a una estancia donde haya otra durmiendo; o el ruido de alguien que escuche música o esté recogiendo la cocina al lado de otro que esté leyendo. Hemos introducido en la vivienda un sistema que proporciona una gran limpieza espacial cuando está recogido y, a la vez, crea auténticas habitaciones independientes cuando está expandido. El consumo energético es mínimo, ya que la mayor parte del movimiento se hace manualmente y sin dificultad alguna.

5.5 VIVIENDA BIOCLIMÁTICA - GUAYAQUIL, ECUADOR²⁹

La vivienda se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Guayaquil, en dirección a la península de Santa Elena, fuera de los límites urbanos de la ciudad. El terreno está inserto en las colinas de la cordillera Chongón Colonche, teniendo como paisaje una topografía ondulante y el bosque seco característico de esta región de la costa Ecuatoriana.

La nueva autopista Guayaquil- Salinas facilita el desarrollo de viviendas campestres como residencias permanentes, alternativa que otorga a sus habitantes una mayor calidad de vida fuera del caos urbano.

Figura 6. Fachada Vivienda bioclimática Guayaquil



Fuente: http://www.douglasdreher.com/proyectos/vivienda_bioclimatica.asp

Para conseguir un equilibrio entre lo funcional y la sensibilidad estética se tuvo en cuenta la relación de la edificación con respecto a su ubicación, y de ambas cosas con respecto al entorno natural, por lo tanto elementos como el paisaje y clima han sido factores preponderantes en el diseño, al igual que la utilización de materiales

²⁹VIVIENDA BIOCLIMÁTICA - GUAYAQUIL, ECUADOR, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://www.douglasdreher.com/proyectos/vivienda_bioclimatica.asp [Consultado: 22 de octubre de 2014].

ecológicos, la instalación de sistemas energéticos autosuficientes y conseguir un confort de temperatura sin necesidad de sistemas mecánicos.

- **Características bioclimáticas:**

La vivienda tiene su lado más largo orientado en sentido oeste – este, siendo las fachadas con menor cantidad de vanos las de mayor incidencia solar, para contrarrestar esto, se propone un masa arbórea a todo lo largo de ambos linderos del terreno. Las fachadas principales orientadas hacia el sur y norte, están perforadas en un 60% aproximadamente por vanos, que permiten el ingreso de abundante luz natural a todos ambientes interiores durante las horas de luz solar. Las ventanas son de vidrio con capa de filtro solar que aísla la radiación al interior de la vivienda y adicionalmente se han diseñado protectores solares a manera de celosías fijas de madera ubicados en los sitios de mayor exposición, los cuales tamizan el 80% de la radiación hacia el interior.

Los vientos que predominantemente van en dirección suroeste – noreste, ingresan y salen por toda la vivienda con una ventilación cruzada, lográndose que el 100% de la superficie de ésta tenga ventilación natural. Con la finalidad de conseguir los mejores niveles de confort de temperatura los ambientes están provistos de buena altura y adicionalmente las cubiertas se diseñaron con desniveles cuyo propósito es el de crear vanos que permitan la salida del aire caliente acumulado en el interior a través de celosías de vidrio ajustables. La sala y comedor son volúmenes de cristal con solo un 20% de paredes de mampostería, la mayor superficie está ocupada por ventanas que permiten el ingreso del viento, y la salida del aire caliente por las ventanas altas ubicadas en todo el perímetro.

Los paneles de las cubiertas son de un acero base recubierto de una aleación de aluminio y zinc, lo cual permite una inmejorable resistencia al tiempo y a todo tipo de condiciones. El panel tiene la ventaja de reflejar hacia el exterior un 85% de la incidencia de sol, lo que permite que la temperatura bajo la parte inferior del panel disminuya aproximadamente 8 a 10 grados centígrados. El panel especificado por motivos de diseño será de color aluminio natural, lo cual hace que mejore su propiedad reflectiva. Adicionalmente se prevé salidas de aire caliente en la cámara de aire existente entre la cubierta y el cielo falso.

Medidas ecológicas tomadas para la vivienda:

*Riego de Jardines captación de agua de pozo.

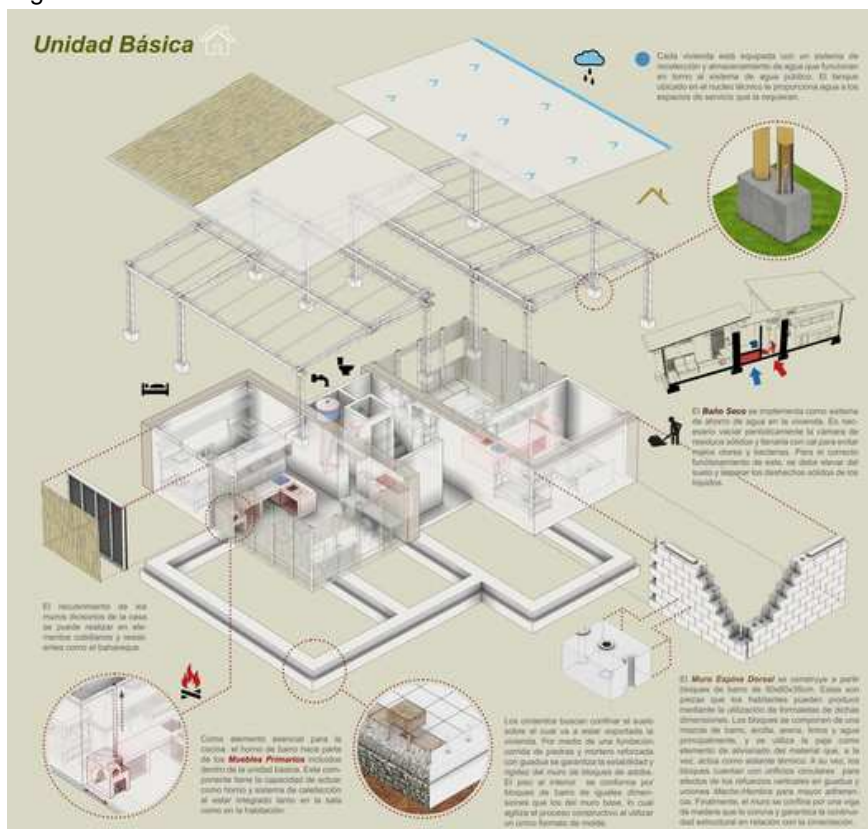
*Porcentaje aproximado de superficie útil que necesita luz artificial durante el día 0%.

- *Porcentaje aproximado de superficie construida ventilada de forma natural 100%
- *Sistemas de control solar quebra soles, aleros.
- *Sistema de calentamiento de agua paneles solares.
- *Provisión de madera fuentes controladas.

5.6 IMPLEMENTACIÓN EN COLOMBIA³⁰

Actualmente en la capital de Colombia, desde principios de 2014, se está desarrollando un prototipo de vivienda sostenible de bajo costo:

Figura 7. Unidad Básica



Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

Gestionar, Acordar, Ordenar y Convivir son las cuatro estrategias con las que esta propuesta busca innovar hacia una arquitectura verdaderamente sostenible y de bajo costo. Re plantear las formas de cohabitar a través de la creación de

³⁰CONVENIOS HABITABLES EN COLOMBIA, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura> [Consultado: 22 de octubre de 2014].

dinámicos e interactivos espacios comunitarios es el principal objeto de lo que llamaremos “**Convenios Habitables**”. Estos espacios, se caracterizan por promover acuerdos de cooperación entre los habitantes de una sociedad, permitiendo el mayor avance de sus hogares en la medida en que todos participen en su construcción.

En pocas palabras, esta nueva máquina de habitar busca re definir el verdadero sentido del espacio público y el poder de creación de la **Gestión Comunitaria** al buscar cambiar las formas de habitar y no de intentar cambiar las maneras de vivir al imponer una forma.

Figura 8. Esquemas e implantación



Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

Ante una situación de calamidad, la falta de recursos físicos y la incapacidad de un sistema de emergencia en solucionar las necesidades básicas de un grupo de personas, dejan la GESTIÓN COMUNITARIA como el único mecanismo por el cual estos individuos pueden solucionar sus propias problemáticas. Gracias a lo anterior, más que proyectar una arquitectura determinada, se plantea una estrategia habitable que ordene los usos, comparta las actividades, delimite el espacio y gestione iniciativas que logren crear un entorno físico y real.

En este caso, aun mayor que proponer un sistema de viviendas de bajo costo, que comparten un espacio público y se agrupan de una manera determinada para crear lugares comunitarios, se logra inventar un **sistema semilla muy básico y económico**, que admite a una comunidad asentarse en un contexto, conformar el terreno y crear una infraestructura pública para la apropiación personal e individual de cada sujeto de este grupo social. Es decir que, a través de una infraestructura semilla que busca suplir las necesidades particulares de quienes la habitan, se estará gestionando una arquitectura que abarca toda una comunidad y que se consolida con las iniciativas de cada uno de los individuos que la componen.

Figura 9. Vista patios interiores



Fuente:<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

A partir de lo anterior se podría concluir que, los “Convenios Habitables” son herramientas de gestión, que aplicadas a una comunidad, permiten organizar su entorno físico y de actividades para tener como resultado una infraestructura física, técnicamente bien solucionada, en contexto con las capacidades de estos grupos vulnerables y con un gran potencial de desarrollo gracias a la capacidad de

este sistema por capitalizar en arquitectura real el trabajo e ingenio de todo un grupo de personas.

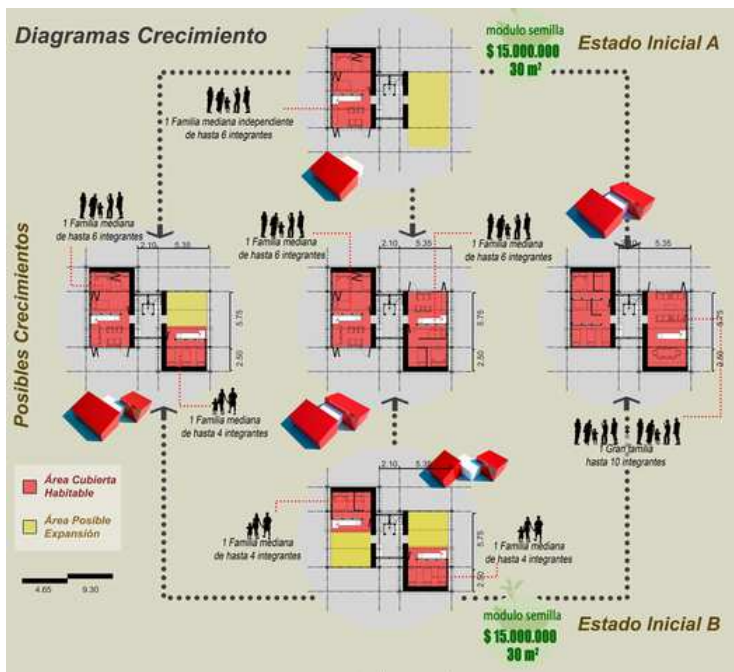
Figura 10. Esquemas de distribución



Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

Convenios Habitables

Figura 11. Diagramas de crecimiento



Los convenios habitables se componen de 4 unidades básicas. Estos espacios son totalmente flexibles y reinterpretarles de acuerdo al uso que exijan sus habitantes. Todo tipo de acuerdo y gestiones por parte de sus usuarios pueden ser desarrollados para el beneficio mutuo. Las relaciones que establecen los **CONVENIOS HABITABLES** incentivan el trabajo en grupo al demostrar que unidos somos + fuertes y + eficientes.

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

- **Sistema de Cubiertas**

Figura 12. Sistema de cubierta recolectora



Estos elementos tienen como objeto cubrir los espacios de las unidades habitacionales al igual que proveer el SISTEMA PÚBLICO DE AGUAS. Lo anterior gracias a que las cubiertas están diseñadas para captar la mayor cantidad de agua y transportarla mediante un acueducto a un gran tanque comunal donde todos podrán hacer uso de esta. Entre más unidades habitacionales haya en un asentamiento, mayor será el recaudo de agua. Como se puede ver este tipo de dinámicas incentivan el pensar comunitario y la eficiencia en el uso de los recursos.

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

- **Sistema Divisiones Livianas**

Figura 13. Divisiones livianas



Estas divisiones se compondrán de materiales livianos, accesibles según el contexto y móviles gracias a las constantes necesidades y modificaciones una vivienda de este tipo debe poder hacer. Al ser elementos no estructurales y de fácil desplazamiento, este sistema se convierte en el elemento que le proporciona una flexibilidad programática tanto a la unidad básica como a la agrupación de unidades básicas llamada Convenios Habitables.

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costo-por-damm-arquitectura>

- **Sistema Muros Espina Dorsal de Bloque**

Figura 14. Muro espina dorsal



El muro de bloque es la espina dorsal tanto en la unidad básica como en las agrupaciones (Convenios Habitables). Este sistema inteligente delimita el espacio habitable, relaciona las áreas sociales y privadas con el “Núcleo Técnico de Servicios” y establece una relación de la vivienda hacia el interior, con el patio que comparten las agrupaciones y hacia el exterior, conformando plazas y corredores que generan espacios públicos aptos para el comercio y el intercambio comunitario.

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costos-por-damm-arquitectura>

- **Sistema de Pisos**

Figura 15. Sistema de pisos



El sistema de pisos es uno de los pilares de esta propuesta, ya que este establece todo un mecanismo de consolidación del terreno a través de un sistema de cimentación muy completo pero al mismo tiempo muy económico y fácil de ejecutar. Esta gestión por consolidar el terreno forzara a sus habitantes a establecerse de manera correcta en un lugar para ocuparlo apropiadamente y no correr riesgos a la hora de enfrentar fenómenos naturales extremos.

Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costos-por-damm-arquitectura>

- **Recolección de Aguas Lluvias**

Figura 16. Corte transversal de la unidad



Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costos-por-damm-arquitectura>

El agua se recoge de manera comunitaria a través del sistema de cubiertas y piso en donde mediante el uso de un acueducto público todos participan del beneficio del agua de manera compartida y responsable. Concentrar el manejo de las aguas en un punto específico e involucrar a toda la comunidad en la recopilación y veeduría en el buen uso de este recurso es eficiente y altamente ahorrativo.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES

6.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA³¹

Ante la escasez del agua en ciertos lugares, se estima que el gasto doméstico diario por persona es de unos 129 litros, y casi la mitad corresponden a la ducha y la cisterna. Actualmente existen sistemas de reciclado para mejorar el consumo urbano. Hay duchas que permiten reducir el caudal de 20 a 10 litros por minuto, y grifos con 7 en lugar de 12 l/minuto, o cambiar el sanitario viejo por uno con sistema de doble descarga o de flujo interrumpible.

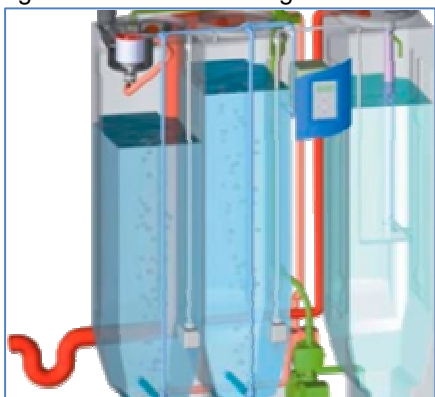
Actualmente en una vivienda, pueden implementarse sistemas para diferentes manejos del agua, tales como:

- * Tratamiento de Aguas Lluvias
- * Tratamiento de Aguas Grises
- * Tratamiento de Aguas Negras

Algunos de los sistemas que pueden ser implementados son:

6.1.1 Sistema biológico-mecánico para el reciclado de agua. Este sistema de reciclaje de aguas grises se encarga de limpiar el agua proveniente del aseo personal (lavabo, ducha, baño) haciendo que se pueda aprovechar para lavar la ropa, la cisterna, riego del jardín, pero para aquellos usos no potables. El agua se limpia con una calidad constante y fiable, cumpliendo las normativas de higiene en aguas del cuarto de baño, en un proceso de cuatro fases:

Figura 17. Sistema Biológico-mecánico para el reciclado de agua



Fuente: https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11751/1/PFC_Salvador_Sanz_Memoria.pdf

³¹SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11751/1/PFC_Salvador_Sanz_Memoria.pdf [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

- **Filtrado.** Es una unidad que sirve para retener los residuos más grandes (cabellos, fibras...) y se limpia de manera automática, siendo expulsados los residuos por el desagüe.
- **Cámaras de reciclado principal y previo,** en donde los bio-cultivos desmenuzan la suciedad del agua. Cada tres horas el agua vuelve a ser bombeada.
- **Desagüe de los residuos.**
- **Esterilización,** mediante una lámpara de rayos UV, y almacenamiento en la cámara de agua limpia e inodora.

La capacidad diaria de tratamiento es de unos 3000 litros (más que suficiente para una familia), pero este sistema de reciclaje siempre garantiza el agua que se necesite, ya que si el nivel almacenado en la cámara de agua limpia llega a un mínimo preestablecido, se añade agua potable de la red de la vivienda. Lógicamente se necesita una red independiente de la del agua potable, y un lugar en alguna dependencia de la casa para la situación de los módulos-cámaras necesarios.

Estos sistemas de reciclaje suelen ser modulares por lo que se pueden instalar también para lugares de mayores prestaciones (grandes comercios, hoteles,...).

- **Elementos para la instalación de recolectores de aguas lluvias**

La recogida del agua de lluvia se realiza desde la cubierta, que según el tipo así obtendremos un aprovechamiento u otro. Se recoge con el canalón, el cual debiera disponer de rejillas adecuadas para evitar que hojas y demás partículas medianas pasen a las bajantes.

Figura 18. Esquema de recolección de agua lluvia



Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es/nuevas-tecnologias-en-viviendas/reciclaje-de-agua/recogida-de-aguas-pluviales/>

- **Un filtro** que elimine partículas de mayor tamaño para así evitar que éstas se depositen en el aljibe. Debe disponer de tapa de registro para su limpieza periódica y estar conectado a la red de desagüe, como se puede apreciar en la ilustración.
- **Depósito para almacenar el agua** ya filtrada. Dependiendo de los requerimientos será de un material u otro. Los más grandes son de hormigón siendo además idóneo que vayan enterrados, para evitar la aparición de algas y bacterias. Existen modelos compactos que ya incorporan el filtro.
Algunos elementos importantes del depósito o aljibe son los sensores de nivel, sistema de aspiración flotante que recoge el agua 15cms por debajo de su nivel, el deflector de agua de entrada, y el sifón del rebosadero anti-roedores.
- **Bomba de impulsión** para la distribución del agua por la vivienda, hecha con materiales adecuados para el agua de lluvia, silenciosa y de alta eficiencia.
- **Sistema de gestión y control.** Este aparato es imprescindible cuando tenemos dos tipos de agua. Nos dará información de la reserva de agua de lluvia existente en el depósito y conmutará con el agua de la red cuando sea necesario.

El sistema de reciclado debe tener la capacidad de drenaje de las aguas sobrantes, así como de su limpieza. Algunas instalaciones además llevan incorporado antes del filtro un sistema que permite desechar los primeros litros en las primeras lluvias de la temporada que se quiera recoger, es lo que se llama “lavado de cubiertas”.

6.1.2 Tratador de aguas negras. Mediante este sistema no es necesario sustituir la fosa por una depuradora, pues todos los dispositivos necesarios para la depuración se encuentran dentro de una carcasa mono bloque pequeña, adaptable a cualquier fosa séptica, con el consiguiente ahorro de costos.

En ocho horas, la instalación obtiene un 99% de limpieza del agua tratada, gracias al sistema de depuración biológica, siendo perfectamente factible utilizarla para usos en los que no se requiere agua potable, como regar el jardín.

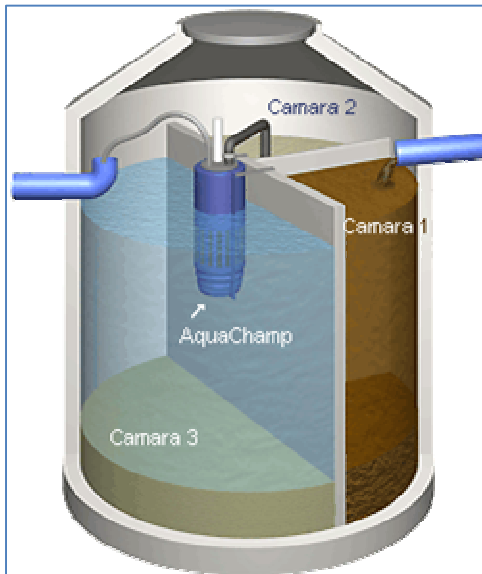
Algunas de sus características son:

- ✓ No produce olores desagradables
- ✓ Contaminación acústica mínima
- ✓ Control totalmente automático de toda la instalación

- ✓ Botella de muestras fácilmente extraíble
- ✓ Ahorro energético mediante modo de standby

- **Funcionamiento del sistema de reciclado:**

Figura 19. Corte tratador de aguas negras



Fuente: <http://www.soliclima.com/tratamiento-aguas-residuales.html>

- **Primera cámara.** La primera función de esta cámara es la de depósito del agua evacuada de la vivienda.

Proceso de decantación mecánica, es decir, de separación por diferencia de densidades de dos sustancias, con lo cual se depositan en el fondo las materias más gruesas.
- **Segunda cámara.** Esta segunda cámara también asume las funciones de la primera. Además, recibe el fango remanente, resultante del proceso de tratamiento que transcurre en la tercera cámara.
- **Tercera cámara.** Aquí se produce el tratamiento biológico propiamente dicho, mediante la activación de fangos, que se produce en tres fases.
- **Inyección:** en la primera, durante seis horas un inyector de aire sumergido activa el fango y éste circula, activando los microorganismos. Se recogen las partículas contaminantes en suspensión de las aguas residuales –fango remanente-, que retorna a la segunda cámara mediante bombeo.

- **Sedimentación:** en la segunda, se desconecta la inyección de aire durante dos horas y el fango que se encuentra en esta cámara se sedimenta en el fondo. Se trata de nuevo de un proceso de decantación, en la que el agua depurada forma una capa en la parte superior.
- **Bombeo:** en la tercera fase, se extrae esta capa de agua ya depurada mediante una bomba y se vuelve a comenzar un nuevo ciclo de ocho horas con sus correspondientes fases de inyección y sedimentación.

6.2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE ENERGÍA SUSTENTABLE³²

La energía sustentable (o renovable) es aquella que, a diferencia de la tradicional (de alto costo, contaminante y agotable), se puede obtener de fuentes naturales prácticamente infinitas como el sol, el aire, la lluvia y el agua cuyo movimiento da fuerza a los ríos y oleaje a los mares y océanos.

De acuerdo con los especialistas, esta energía se puede dividir en dos grandes grupos: la no contaminante o limpia y la contaminante. Entre las primeras, podemos mencionar:

- * La energía solar.
- * La energía eólica, que se obtiene a partir de la fuerza de las corrientes del viento.
- * La energía hidráulica, que se obtiene con el almacenaje de la energía contenida en las corrientes de ríos y presas.
- * La energía mareomotriz, que se obtiene al almacenar la energía contenida en mares y océanos.
- * La energía geotérmica, que se logra aprovechando el calor de la Tierra.
- * La undimotriz, que se logra aprovechando la fuerza con que se generan las olas.

Algunos de los sistemas que pueden ser implementados en una vivienda son:

6.2.1 Paneles solares. Los paneles solares funcionan de la siguiente manera: los rayos solares impactan sobre la superficie del panel, penetrando es este y siendo absorbidos por materiales semiconductores, como el Silicio o el arseniuro de galio.

Dichos paneles son módulos que aprovechan la energía de los rayos solares. Estos módulos comprenden a los colectores solares, utilizados para producir agua caliente y a los paneles fotovoltaicos usados para generar energía. Los fotovoltaicos están compuestos por numerosas celdas que transforman la luz en electricidad, dichas celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, lo que

³²SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE ENERGÍA SUSTENTABLE, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://deltavolt.pe/pv-systems> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

significa “luz-electricidad” y dependen del efecto fotovoltaico para poder transformar la energía del sol y hacer que una corriente pase por dos placas con cargas eléctricas opuestas. El parámetro estándar para medir su potencia se denomina potencia pico. Cuando son expuestos a la luz solar una celda de Silicio de 6 centímetros de diámetro puede producir una corriente de alrededor 0,5 amperios a 0,5 voltios.

Y los colectores solares tienen una placa receptora y tubos por los que circula líquido adheridos a ésta. El receptor asegura que la radiación solar se transforme en calor, mientras que el líquido que circula por los tubos transporta el calor hacia donde puede ser utilizado o almacenado.

- **Tipos de paneles solares en función de la forma**

- **Paneles de formato “baldosa o teja”:** Son paneles de pequeño tamaño, y están especialmente pensados para ser combinados en gran número, de forma que cubran grandes superficies.

Figura 20. Panel de formato baldosa



Fuente: <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares-en-funcion-de-la-forma/>

- **Paneles con sistemas de concentración:** A través de unas superficies reflectantes, concentra la luz sobre los diferentes paneles fotovoltaicos. Aunque el porcentaje de conversión tienda a no variar, una misma superficie de panel producirá más electricidad ya que recibe una cantidad concentrada de fotones.

Figura 21. Panel con sistema de concentración



Fuente: <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares-en-funcion-de-la-forma/>

- **Paneles solares bifaciales:** Son paneles especiales basados en un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que le recibe por absolutamente cualquiera de sus dos caras.

Figura 22. Panel bifacial



Fuente: <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares-en-funcion-de-la-forma/>

- **Paneles solares híbridos:** son unos paneles que integran la energía solar fotovoltaica y la térmica en un único dispositivo.

Figura 23. Panel solar híbrido



Fuente: <http://elblogverde.com/tipos-de-paneles-solares-en-funcion-de-la-forma/>

Todas las variantes de paneles están adaptadas al medio en el que se utilizan:

En el panel solar híbrido utilizado en edificaciones, el calor existente en las células fotovoltaicas es transferido a un absorbedor de temperatura integrado en su parte posterior. El serpentín es recorrido por un fluido calor-portante, dicho fluido llega al intercambiador de calor del acumulador de agua caliente, donde cede el calor. El sistema, además de permitir la cogeneración de energía eléctrica y calor, permite aumentar la producción eléctrica al refrigerar los paneles solares.

6.2.2 Plantas eólicas³³. La energía Eólica es aquella que podemos obtener de la fuerza del viento. La utilización del viento como una fuente de energía ha sido tema de interés en todo el mundo en la última década. En el pasado el viento ha sido una importante fuente de energía, que se ha aprovechado en los molinos de viento, y en el bombeo de agua. El mayor interés que existe actualmente es la producción de electricidad a partir del viento con el fin de sustituir los costosos combustibles fósiles.

Existen diversos aparatos con diseños y tamaños adecuados para las diferentes necesidades. Algunos son con eje vertical. La mayor parte de los generadores con eje vertical se han empleado para bombear agua y otro tipo de trabajos mecánicos.

Un generador eólico está constituido por:

- **Un aeromotor de dos o tres palas:** provisto de un sistema de regulación, que confiera al rotor una velocidad de rotación estable a partir de cierta

³³PLANTAS EÓLICAS, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://w.ingenieroambiental.com/eolica.doc> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

velocidad del viento, y un sistema de seguridad destinado a frenar la máquina en caso de tempestad, si el sistema de regulación es inoperante a altas velocidades.

- **Un generador eléctrico que puede estar:** directamente acoplado al aeromotor. En el caso más sencillo las palas van directamente montadas en el eje del generador, acoplado a un multiplicador, colocado entre el aeromotor y el generador. Se verá que la velocidad de rotación depende del diámetro del rotor y disminuye cuando el diámetro aumenta. Entonces para tener un buen rendimiento, es necesario aumentar las revoluciones del aeromotor antes de acoplarlo al generador.
- **Mecanismo de giro,** que permita a la máquina estar siempre orientada en la dirección del viento, cualquiera que sea esta. La energía producida en la parte móvil, se transmite por medio de un dispositivo colector asociado al mecanismo de rotación.
- **Cárter o armazón,** que envuelva y proteja a todas las piezas del conjunto de los factores climáticos.
- **Una cola,** en el caso de que la máquina funcione de cara al viento, para obtener una orientación según los movimientos de la masa de aire.
- **Torre de soporte:** Es una estructura en la cual van montadas las aspas y generador de electricidad
- **Cables de tensión:** Son cables que sirven de soporte para sostener la torre y que no sea derribada por el viento.

Figura 24. Planta eólica



Fuente:<http://www.evwind.com/2012/10/16/curso-sobre-energia-solar-y-eolica-destacan-el-enorme-potencial-eolico-de-chile/>

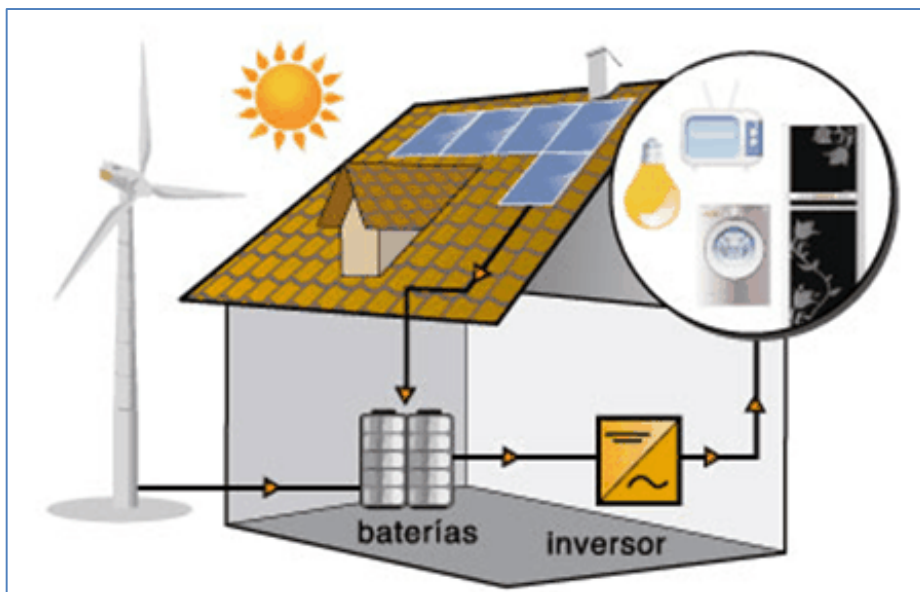
Son considerados mini-molinos eólicos aquellos modelos con una capacidad de hasta 100 kilovatios. En 2008, el total de mini-molinos eléctricos instalados en el mundo tenían 38,7 megavatios de capacidad.

Estas turbinas eólicas para el entorno doméstico pueden ser tan pequeñas como un generador de 50 vatios convencional, de los empleados en una pequeña barca o caravana.

Los molinos eólicos más pequeños emplean generadores de accionamiento directo e incorporan salida de corriente directa (DC), palas que adaptan su aerodinámica a la fuerza del viento y una veleta para orientarse hacia el viento.

Los mini-molinos de viento instalados pueden generar hasta 17,3 megavatios de electricidad. Un estudio de la Asociación Americana de la Energía Eólica habla de un incremento de un 78% en el mercado de las pequeñas turbinas eólicas, gracias al aumento de los volúmenes de producción, a un mayor número de distribuidores de los dispositivos, al aumento de los precios de la electricidad y a un mayor conocimiento público de la tecnología eólica y sus posibilidades.

Figura 25. Esquema mini molino eólico para hogar y componentes



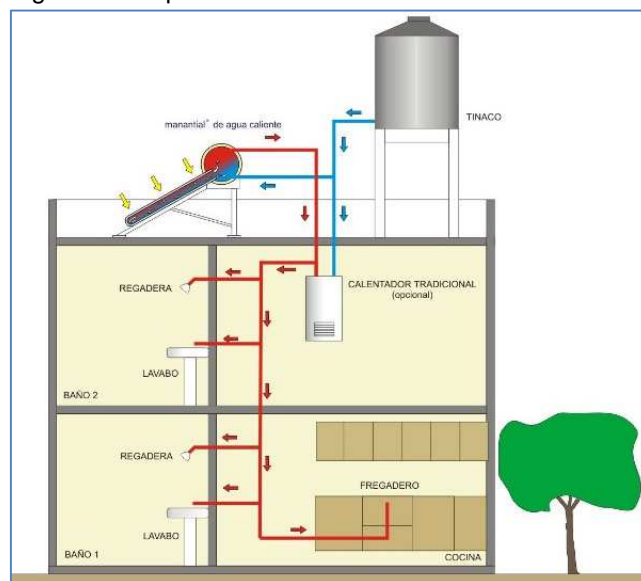
Fuente: <http://www.adrformacion.com/cursos/eolica/leccion1/tutorial2.html>

6.2.3 Calentadores solares³⁴. Un calentador solar es un sistema que calienta agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad.

Un calentador solar de agua consta principalmente de tres partes:

- **El colector solar plano**, que se encarga de capturar la energía del sol y transferirla al agua.
- **El termotanque**, donde se almacena el agua caliente; y el sistema de tuberías por donde el agua circula. En las ciudades donde se alcanzan temperaturas muy bajas durante las noches, los calentadores deben estar provistos de un dispositivo que evite el congelamiento del agua al interior del colector solar plano.

Figura 26. Esquema calentador solar



Fuente: <http://www.hormigasolar.com>

El funcionamiento de un calentador solar de agua es muy sencillo: El colector solar plano se instala normalmente en el techo de la casa y orientado de tal manera que quede expuesto a la radiación del sol todo el día. Para lograr la mayor captación

³⁴ CALENTADORES SOLARES, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.bionero.org/especiales/ecotips/agua-caliente-gratis-y-sin-contaminar-aun-en-epoca-de-heladas> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

de la radiación solar, el colector solar plano se coloca con cierta inclinación, la cual depende de la localización de la ciudad donde sea instalado.

El colector solar plano está formado por aletas captadoras conectadas a tubos por donde circula el agua, lo cual permite capturar el calor proveniente de los rayos y transferirlo al agua que circula en su interior.

El agua circula mediante el efecto denominado “termosifónico”, que provoca la diferencia de temperaturas. El agua caliente es más ligera que la fría y, por lo tanto, tiende a subir.

Esto es lo que sucede entre el colector solar plano y el termo tanque, con lo cual se establece una circulación natural, sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

La función del “termotanque”, el cual está forrado con un aislante térmico para evitar que se pierda el calor ganado.

Existen tres tipos de calentadores solares:

Figura 27. Calentador solar no presurizado

- **No presurizado:** Ideal para residencias donde se utiliza un tinaco, por lo que la plomería funciona por gravedad. De fácil instalación y con precios muy accesibles, los calentadores solares no presurizados son la solución ideal para la mayoría de las personas.



Fuente: <http://www.hormigasolar.com>

- Con tanque asistente:**
 asistente
 Recomendable para casas donde se utiliza hidroneumático o el agua llega con mucha presión. Gracias al tanque asistente, se modera la presión para evitar daños al calentador solar, de tipo no presurizado. El agua caliente se puede dejar con la misma presión del calentador, o se puede presurizar de nuevo por medio de bombas.

Figura 28. Calentador solar con tanque



Fuente: <http://www.hormigasolar.com>

- Presurizado:** Si tiene su casa cuenta con hidroneumático y tiene presurizada el agua, este modelo es la solución más cómoda para usted. Preservando las ventajas del calentador no presurizado al poderse instalar fácilmente, este modelo además está diseñado para resistir altas presiones, sin alterar el flujo o presión existente en su sistema de plomería actual.

Figura 29. Calentador solar presurizado



Fuente: <http://www.hormigasolar.com>

6.2.4 Iluminación led³⁵. Un LED (Lighting Emitting Diode) es un diodo semiconductor capaz de emitir luz. Desde hace muchos años se ha venido usando en diversos dispositivos, sobre todo en botones para indicar estados como por ejemplo en los botones de grabación de un DVD o para según el color indicar si el aparato está encendido (verde) o apagado (rojo).

El funcionamiento de un LED consiste en que un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía la cual se manifiesta en forma de fotón (partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas) desprendido, con una amplitud, dirección y fase aleatoria.

³⁵ILUMINACIÓN LED, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/que-es-la-iluminacion-led-especial-iluminacion-led>[Consultado: 04 de noviembre de 2014].

Las ventajas del uso de esta iluminación en el hogar son:

- **Eficiencia energética** con un consumo de hasta un 85% menos de electricidad.
- **Mayor vida útil** pudiendo ofrecer unas 45.000 horas de uso.
- **La luz más ecológica.** No sólo por el ahorro energético sino por los componentes químicos que la forman. Nada de tungsteno o mercurio y resto de productos tóxicos.
- **Baja emisión de calor y mínimo mantenimiento.** La eficiencia energética provoca una mínima emisión de calor provocado por el desperdicio de energía para conseguir la potencia de luz deseada en las bombillas incandescentes.

Figura 30. Tipos de luminarias led



Fuente: [http:// www.ledyluz.com](http://www.ledyluz.com)

6.2.5 Materiales sostenibles³⁶. Los materiales sostenibles son, por un lado, aquellos que la naturaleza proporciona y que se han venido utilizando desde hace miles de años, como la madera, el barro, el corcho o el mármol. A este tipo de materiales tradicionales se le han añadido una serie de materiales nuevos concebidos también para su utilización ecológica, como la termo arcilla, el bioblock, la arlita, la sudorita, el celenit, el heraklith, el caucho E.P.D.M., los geo textiles a base de tejidos de fibra de polipropileno, los cables afumex para instalaciones eléctricas, las pinturas biofa, etc.

Otro tipo de materiales ecológicos son elaborados a partir de escombros y de residuos sólidos industriales, que sustituyen el consumo creciente de materias primas escasas o ubicadas en sitios distantes, reduciendo el incremento de costos

³⁶MATERIALES SOSTENIBLES, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/09/18/145349.php [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

y resultando además más económicos que los materiales comunes de construcción.

Además de contar con este tipo de materiales, las viviendas ecológicas deben ser construidas de manera sostenible a ser posible en todas las fases, contando por ejemplo con sistemas para ahorrar agua y autoabastecerse con energía solar y/o eólica. En este sentido, de poco sirve usar materiales ecológicos si los edificios están mal orientados y necesitan para calentarse una gran cantidad de energía, que se produce diariamente emitiendo grandes cantidades de CO₂.

Las características de un material sostenible para la construcción de una vivienda son:

- Que tengan larga duración
- Que puedan ajustarse a un determinado modelo
- Que provengan de una justa producción
- Que tengan un precio accesible
- Que sean valorizables
- Que sean no contaminantes
- Que consuman poca energía en su ciclo de vida
- Que en su entorno tengan valor cultural
- Que provengan de fuentes abundantes y renovables
- Que posean un porcentaje de material reciclado.

Figura 31. Materiales sostenibles



Fuente:http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/09/18/145349.php

A la hora de construir una vivienda ecológica, se deben tener en cuenta lo siguiente:

- Evitar materiales nocivos como el amianto, cloro, PVC, metales pesados o aquellos que sean susceptibles de emitir gases nocivos. -Sustituir los cementos tradicionales por otros naturales y en los elementos de carpintería el aluminio por maderas o similares.
- Reducir el uso del acero y derivarse a tierra para que se descargue de electricidad.
- En cuanto a los elementos estructurales de la casa, evitar impermeabilizantes bituminosos, elementos con amianto, fibrocementos, o aislamientos elaborados con polímeros y de poro cerrado que impiden una correcta transpiración. Estos deberían ser sustituidos por aislantes como el corcho o las fibras vegetales que, aparte de no ser más caros, contribuyen a disminuir la carga de peso que soporta la casa, pudiéndose obtener ventajas en otras áreas.
- Utilizar materias primas lo menos elaboradas posibles y en lo posible materiales de procedencia local, con lo que se consigue reducir los costes y una mayor integración de la construcción con su entorno.
- Tener muy presente los criterios de reciclaje-reutilización y diseñar y construir los edificios de manera que se contribuya al desarrollo sostenible.
- Empleo de materiales saludables y biocompatibles, que faciliten los intercambios de humedad entre la vivienda y la atmósfera. La vivienda debe respirar
De manera general, lo más recomendable es que los materiales sean naturales, de origen local (para limitar el transporte, contaminante) y sin tratamientos artificiales.

Figura 32. Materiales sostenibles



Fuente: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/09/18/145349.php

- **Aislamiento**

Desde el punto de vista ambiental, son preferibles productos naturales como el corcho (aglomerado o granulado), el cáñamo o la celulosa en vez de poli estireno (ya sea expandido, EPS, o extruido, XPS). Por ejemplo, se necesita 500 más veces energía para obtener un kilogramo de poli estireno que para un kilo de corcho.

- **Madera**

La madera es uno de los materiales más recomendables, siempre que proceda de bosques administrados de manera sostenible.

- **Acabados**

Lo más recomendable es que las pinturas y barnices sean de base acuosa o en el caso de contener disolventes que éstos sean naturales o de bajo impacto ambiental. En cualquier caso, las pinturas de base acuosa y plásticas son preferibles frente a pinturas sintéticas y orgánicas.

- **Jardín y áreas externas**

La correcta posición de los árboles maximiza la sombra en la casa. Las plantas nativas y los jardines acolchados minimizan la necesidad de agua externa.

Sistema de riego automático bajo el subsuelo minimiza también la utilización del agua. Donde sea posible y práctico, crear superficies fuera de la casa que permitan al agua de lluvia empapar el suelo.

Usar madera reciclada para los detalles exteriores.

Crear granjas de gusanos para reciclar toda la comida desperdiciada y fabricar humus para el jardín.

Usar materiales como rocas y guijarros para hacer el camino para el drenaje del agua de lluvia.

7. ALTERNATIVAS GENERALES PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS EN BUSCA DE CERTIFICACIÓN LEED³⁷

Es importante destacar que este documento³⁸ busca entregar una serie de alternativas para el manejo de los recursos en busca de certificación LEED, donde para ello se identificaron y explicaron estrategias puntuales a través de las cuales una vivienda unifamiliar puede obtener una calificación apta para ser certificada como un edificio ambientalmente sostenible.

7.1 SITIOS SUSTENTABLES

En este punto el documento se enfoca principalmente en el aspecto social y ambiental de la edificación, en su relación con el medio ambiente y con las personas que lo habitan.

Se tuvo en cuenta para el análisis una vivienda unifamiliar ubicada en la ciudad de Bogotá, la capacidad de mitigación del posible daño al medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida relacionada directamente con soluciones al interior de la edificación, entre otras

Algunas de las estrategias para la minimización de afectación y aprovechamiento del suelo urbano y protección del medio ambiente son el desarrollo de conectividad del medio natural y la comunidad, redesarrollo de sitios contaminados, acceso a transporte público, estacionamientos de bicicletas y caminadores, transportes en vehículos eficientes y de baja emisión, proteger y recuperar el hábitat, maximizar los espacios abiertos, control de calidad de aguas lluvias, cubiertas y paisajismo en zonas con un alto impacto de calor, uso compartido de instalaciones, plan maestro del sitio, reducción de la contaminación lumínica.

7.1.1 Control por estabilización de la erosión. Siembra Temporal.

Corresponde a una capa vegetal que puede responder a un crecimiento de corto plazo, con el objetivo de proteger y estabilizar rápidamente los suelos con peligro de erosión.

Este método es utilizado cuando la plantación de una siembra permanente sea inapropiada para el sitio del proyecto donde se esté aplicando.

- **Recubrimiento de Capa Orgánica:** es una práctica que puede ser realizada en conjunto con la plantación de especies de gramíneas. El complemento de ambos

³⁷PULIDO PEREZ, Jesenia, et al. CERTIFICACIÓN LEED EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL: APLICADA AL BARRIO YOMASA – Bogotá, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Bogotá D.C.2013. Pág. 52-65

³⁸GREEN BUILDING COUNCIL. Las Condes, 2013. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://chilegbc.cl/estudios_new.php>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

métodos eleva el desempeño del plan de estabilización de los suelos, ya que se genera una capa con mayor densidad que previene la erosión. Se recomienda la incorporación de tierra vegetal, viruta de madera o grava.

- **Membranas Geo textiles:** corresponde a membranas porosas construidas a través de fibras sintéticas que pueden ayudar a prevenir la pérdida de suelo durante el proceso de construcción por acción del viento.

- **Estabilización a través de químicos:** consiste en aplicar abonos o fijadores de suelo de composición química para el control temporal de la erosión. Son vinílicos empleados para rociar el suelo con el propósito de mantenerlo en su lugar y controlar la acción de las aguas lluvias.

7.1.2 Control estructural de la sedimentación. Dique de tierra. Es una trampa en la parte baja de las pendientes, que se construye para controlar el escurrimiento de aguas lluvias y evitar la sedimentación.

- **Vallas de tela:** se construye en la parte baja de las pendientes, consiste en la instalación de una tela resistente, que filtra sedimentos.

- **Estanques de sedimentos:** Esta medida consiste en la construcción de un estanque que liberará agua de manera controlada, lo que permite la separación de los sedimentos de las aguas lluvias.

7.1.3 Terrenos protegidos. Se prohíbe construir en terrenos que están específicamente identificados como hábitat de cualquier especie considerada como amenazada o en peligro de extinción.

7.1.4 Terrenos de bien público. Se prohíbe construir en terrenos que hayan sido parque público, a menos que terrenos del mismo o mayor valor sean aceptados a cambio por el dueño del terreno público.

7.1.5 Conectividad de la comunidad con el medio ambiente. Con esta alternativa se quiere promover el desarrollo en zonas urbanas con infraestructura existente, para proteger los terrenos vigentes, preservar el hábitat y los recursos naturales.

7.1.6 Redesarrollo de sitios contaminados. Rehabilitar y recuperar los sitios dañados donde su desarrollo sea difícil por su nivel de contaminación ambiental y reducir el impacto sobre nuevos terrenos.

7.1.7 Definir sitios contaminados o con presencia de contaminantes. Un sitio contaminado es aquel que debido a la presencia de contaminantes representa un riesgo para la salud humana y del ambiente.

- Riesgo para la salud humana por inhalación, ingestión, contacto directo con la piel, debido al uso de aguas subterráneas y superficiales.
- Riesgo por contaminación de las aguas subterráneas, aguas superficiales, aire ambiental y sedimentos.
- Riesgos físicos, por explosión, incendio, corrosión de estructuras o impactos en las propiedades mecánicas del suelo.
- Riesgo indirecto, por consumo de alimentos.

7.1.8 Remediación para la contaminación. Luego de tener establecido el nivel de contaminación y las características del sitio, se debe evaluar y seleccionar opciones de remediación para estos sitios contaminados, definiendo objetivos de limpieza.

- **Biorremediación: la biorremediación in-situ.** Es la tecnología más simple de limpieza de extensas zonas contaminadas. El suelo es tratado sin realizar excavación o transporte de este. Entre los tratamientos de biorremediación encontramos Bioventeo (aireación del terreno), biorreactores (inyección de microorganismos y nutrientes).
- **Extracción y Tratamiento:** la tecnología de remediación de aguas subterráneas contaminadas, consiste en la extracción y el tratamiento conocido como Bombeo.
- **Desorción Térmica:** la desorción térmica es un proceso que se realiza fuera del sitio y que utiliza intercambio de calor directo e indirecto para vaporizar los contaminantes orgánicos. Los vapores se condensan o se recogen para su posterior tratamiento o eliminación.
- **Estabilización:** los aglutinantes de estabilización más comunes son los materiales con características similares al cemento, agentes químicos o los polímeros termoplásticos. Este método no es efectivo para tratamiento con contaminantes volátiles.

7.1.9 Desarrollo del sitio- proteger y recuperar el hábitat. Conservar las áreas naturales existentes y restablecer las áreas dañadas para proporcionar un hábitat y promover la biodiversidad.

- **Identificar y Proteger Plantas Nativas:** para la elección de las especies, que serán incluidas en las áreas verdes del proyecto, se recomienda incorporar especies nativas o adaptadas a la zona. Con esto se logra mantener la biodiversidad y proteger el hábitat local. Se debe excluir todo tipo de especie nociva o malezas.

- **Integrar Reubicación de Áreas Verdes:** para preservar las áreas verdes, protegiendo el ecosistema y la biodiversidad, LEED promueve la realización del trasplante de árboles nativos que se encuentren en el área. De esta manera se podrán proteger, de forma independiente, el diseño del proyecto.

- **Trasplante de árboles:** trasplantar consiste en extraer un árbol, palmera, arbusto del suelo y volverlo a plantar en otro lugar, o bien, pasarlo a un contenedor o maceta. Generalmente se promueve trasplantar especies nativas o adaptadas que deban ser protegidas. Para ello existen estrategias que permiten mantener en buen estado las especies mientras se produce el traslado.

- **Trasplante con Cepellón:** existe maquinaria especializada en el trasplante de árboles, a través de la cual se pueden trasplantar grandes especies. El proceso consiste en perforar la tierra y luego cubrir la raíz con geo textil para así trasladarlo con su cepellón.

7.1.10 Implementar sistemas alternativos de áreas verdes. Con el objetivo de aumentar el área de los espacios abiertos, LEED plantea una serie de recomendaciones que pueden ser utilizadas.

- **Implementación de techos verdes:** el desarrollo de esta estrategia debe emplear vegetación nativa o adaptada, y contar con todos los requerimientos tecnológicos para su implementación, tales como membranas de impermeabilización y drenaje.

- **Implementación de estanques y humedales:** se contabilizará en las áreas de espacios abiertos las áreas de estanque y humedales. Si bien, esta superficie no es de uso real, trae consigo beneficios en la recuperación del sitio, como también, específicamente en el caso de los humedales, puede servir como hábitat de especies.

7.1.11 Manejo de aguas lluvias. Limitar la perturbación de la hidrología natural reduciendo las superficies impermeables, aumentando la infiltración del lugar, reduciendo o eliminado la contaminación proveniente de la escorrentía y eliminando los contaminantes.

- **Identificar la Capacidad de Infiltración del Sitio:** el cálculo de la infiltración tiene un rol importante dentro de la información relacionada con la escorrentía de

las aguas lluvias de un lugar. Dependiendo del tipo de suelo, la escorrentía puede variar considerablemente. Con el propósito de definir la capacidad de absorción de los terrenos, escurrimientos y el peligro de erosión por inundaciones, se requiere que el cálculo de la escorrentía este integrado al estudio del sitio del proyecto.

- **Identificar la Precipitación de la Zona:** el índice pluviométrico indica la cantidad de precipitaciones de una localidad, la cual se mide por un período de tiempo determinado. Con este dato se podrá interpretar la cantidad de aguas lluvias que recibirá el sitio y las estrategias posibles a implementar.

7.1.12 Implementar un plan de gestión de aguas lluvias.

- **Desconexión de áreas impermeables:** la desconexión de áreas impermeables permite la infiltración en terrenos que tengan un largo flujo, favoreciendo así la retención de agua en sitio. Estas son obras de menor tamaño y un costo reducido, que logran minimizar las escorrentías y sus velocidades.

La estrategia consiste en intercalar zonas permeables con zonas impermeables para retener parte del flujo y así dejar correr un flujo menor. Para ello podemos utilizar: zanja de pasto, franjas de pasto, pavimentos permeables, obras de infiltración, estanques de infiltración, zanjas de infiltración, pozos de infiltración, obras de almacenamiento.

7.1.13 Control de calidad de aguas lluvias.

- Limitar la perturbación y contaminación de cuerpos de aguas naturales mediante el majeo de escorrentía de aguas lluvias.
- Implementar un plan de manejo de aguas lluvias que, en este caso específico, reduzca las superficies impermeables, promueva la infiltración y capture y trate la escorrentía del 90% del promedio anual de lluvias, empleando aceptables buenas prácticas de manejo. Este plan debe ser capaz de eliminar el 80% del promedio anual de la carga total de sólidos suspendidos.

7.1.14 Reducción de la contaminación lumínica.

- Minimizar la transmisión de luz desde el edificio y el sitio, reducir el resplandor en el cielo con el fin de aumentar el acceso al cielo nocturno, mejorar la visibilidad en la noche mediante la reducción del impacto del proyecto asociado a la iluminación en ambientes nocturnos.

- **Implementar un Plan de Control de Potencia Lumínica en Espacios Interiores:** para realizar un correcto control de la potencia de iluminación de espacios interiores se deben implementar dispositivos de emergencia que controlen de forma automática y programada el apagado del sistema, y así lograr reducir la potencia de entrada en un 50% después de las horas de ocupación del edificio.

Los controles que se implementen pueden ser temporizadores automáticos, sensores de ocupación o sistemas de programación. Además se puede realizar un diseño de control manual de iluminación.

- **Integrar un Plan de Control de Transmisión de Luz:** El manejo de la transmisión de luz interior, con el fin de mantener el haz de luz dentro del edificio, se debe diseñar de manera que el haz de luz de las luminarias estén proyectadas al interior y reflejen sobre superficies opacas, evitando que la luz se filtre a través de las aperturas transparentes o traslucidas del edificio.
- **Establecer Criterios de Iluminación Exterior:** La utilización de iluminación exterior es necesaria para iluminar las conexiones de los edificios con las instalaciones exteriores como estacionamientos y caminos peatonales. Esta corresponde a un alto porcentaje de las luminarias utilizadas en los proyectos y es la principal fuente de contaminación de los ambientes nocturnos.

A través de un proyecto consciente y cuidadoso del alumbrado del sitio, se puede controlar considerablemente la iluminación reflejada a los cielos nocturnos, disminuyendo el impacto negativo sobre el medio ambiente, como son, el control de la potencia de la iluminación exterior.

7.2 AHORRO DEL AGUA

Uno de los recursos naturales en los cuales la certificación LEED representa los esfuerzos en su ahorro y aun cuando es un elemento cada vez más escaso en nuestra sociedad. El uso eficiente del agua puede reducir los costos a través de la implementación de los sistemas de agua, los cuales cuentan con estrategias para disminuir los volúmenes de agua utilizados en la construcción de viviendas. Estas estrategias pueden ser artefactos eficientes, recuperación de aguas lluvias, reincorporación de aguas grises, uso eficiente del agua en paisajismo, entre otros.

7.2.1 Reducción del uso del agua. En este punto nos enfocaremos en aumentar la eficiencia en el consumo de agua dentro del edificio para reducir la carga sobre el suministro y la descarga a los sistemas de desagüe. Se debe determinar el tipo y el número de ocupantes, recopilar datos como tasas de consumo de agua, fichas técnicas de artefactos, realizar un listado de la grifería instalada.

- **Utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo:** la implementación de artefactos sanitarios con tecnología es un aporte importante dentro de los sistemas de ahorro de agua potable.

7.2.2 Ahorro de agua en paisajismo.

- Limitar o eliminar el uso de agua potable creando agua de fuentes naturales.
- No usar agua potable para riego, utilizando solo aguas de lluvia, aguas negras recicladas o aguas grises recicladas. También la integración de especies que necesiten agua solo durante el primer año de su plantación.
- Riego por goteo: es un sistema gravitacional o mecanizado que permite aplicar el agua gota a gota sobre el suelo. Se provoca un humedecimiento localizado y controlado, mediante pequeños volúmenes de agua y baja presión, aplicados a través de goteros que la distribuyen. Su eficiencia es de un 90% promedio considerado por LEED. No permite pérdidas de agua cuando se instala de manera correcta.
- Hidrogeles polímeros: son un sistema de absorción de agua, que permite almacenar el agua y nutrientes para ser liberados cuando la planta lo requiera. Son una reserva de agua permanente que reduce la frecuencia de riego y estimula a la planta a utilizar con mayor eficiencia el agua. Tiene una capacidad ahorro del 50%, ya que 1 kg de Hidrogel almacena aproximadamente 150 litros de agua. Además permite maximizar la absorción de humedad en el ambiente.
- Ventajas del sistema:
 - ¾ Aumenta la capacidad de retención de agua de los suelos y substratos.
 - ¾ Reduce la frecuencia de riego.
 - ¾ Disminuye los costos de riego y fertilización.
 - ¾ Permite que las plantas puedan crecer en condiciones adversas de suelo y clima.
 - ¾ No causa efectos negativos al medio ambiente.
- **Sistema de membrana textil:** Es un sistema de riego localizado que aplica el agua de forma continua mediante un tubo tejido poroso que exuda agua en toda su longitud y en la totalidad de su superficie. Esta tecnología textil sirve como estrategia en zonas especialmente críticas por falta de agua. Mediante la estructura del tejido combinada con resina se consigue que cada poro actúe como una micro membrana. Posee una elevada eficiencia de riego y puede generar un ahorro de agua de un 50% a un 60%. Es de fácil implementación, óptimo para aguas no potables.

- **No usar agua potable para riego:** En este caso puntual, las estrategias o metodologías consideradas deben conseguir reducir a cero el consumo de agua potable para riego.
- Se promueve la utilización de plantas autóctonas, xerofitas y adaptadas, que no necesitan ser regadas para su crecimiento luego del primer año de haber sido plantadas.
- Utilizar aguas captadas: Una de las tecnologías utilizadas para la captación de agua es la utilización de la camanchaca. Esta retiene el agua en suspensión proveniente de la neblina, para de esta manera condensarla y almacenarla para su posterior uso. Debido a que este sistema es exclusivo de algunas zonas, puede ser considerado para acceder a un punto extra por Innovación y Diseño.

7.2.3 Innovación en tecnologías para aguas residuales.

- Reducir la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable, controlando el aumento de la recarga de los sistemas locales.
- Una de las opciones en la reducción del agua potable utilizada en la vivienda que será dirigida al alcantarillado en un 50% a través de los baños o reducir el agua no potable a través de recuperación de aguas grises y captación de aguas lluvias.
- Tratar como mínimo el 50% de las aguas negras con sistemas de tratamientos de agua in situ, para ser usadas o filtradas.

7.2.4 Reutilización de aguas grises. Las aguas grises corresponden a las aguas residuales producidas por lavamanos, duchas y lavanderías. Para reintegrar estas aguas al sistema, se requiere implementar un circuito de conducción, almacenamiento y tratamiento (mediante filtros).

- Reutilización de agua en lavadoras: este sistema logra reducir considerablemente el porcentaje del consumo de agua potable y reintegra al sistema, casi en su totalidad, las aguas grises captadas. El proceso de purificación del agua, requiere de continuas etapas de filtrado para lograr agua limpia y desinfectada.

7.2.5 Reutilización de agua en duchas y lavamanos. El sistema consiste en depurar y desinfectar las aguas grises provenientes de lavamanos y duchas de los edificios, con el objetivo de ser reutilizada en las descargas de baños y riego de paisajismo.

7.2.6 Captación de aguas lluvias. La captación de aguas lluvias es un medio de fácil implementación para el abastecimiento de agua para artefactos el riego del paisaje. En algunas regiones puede ser una de las opciones más viables como sistema de recuperación de aguas y puede ser implementada tanto individual como colectivamente.

7.2.7 Tratamiento de aguas negras. En esta estrategia donde el tratamiento de aguas negras para la obtención de aguas grises, con el objeto de reutilizarlas para riego, baños, entre otros.

- **Biofiltro, sistema Tohá:** este sistema está conformado por diferentes estratos filtrantes en las cuales lombrices degradan los residuos sólidos y líquidos orgánicos generados en las aguas servidas.

- **Biodigestor:** Este sistema está compuesto por un estanque sellado que acumula las aguas negras que son descargadas a través de una cañería de PVC. Dentro del estanque se producen una serie de procesos microbiológicos, donde intervienen diversos microorganismos, pero principalmente el proceso está dirigido por bacterias. Como resultado de la fermentación anaeróbica se obtienen aguas grises y lodos activos.

7.2.8 Reducción del uso de agua. Aumentar la eficiencia en el consumo de agua dentro del edificio para reducir la carga sobre el suministro municipal y la descarga a los sistemas de desagüe

- **Utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo:** Esta estrategia se basa en la incorporación de artefactos sanitarios de bajo consumo de agua que puedan aportar a reducir en un 30, 35 o 40% el consumo de agua potable de la vivienda.

- **Utilización de artefactos sanitarios innovadores:** son un aporte importante dentro de los sistemas de ahorro de agua potable.

7.3 CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

La calidad del ambiente interior de las viviendas, intenta fomentar las buenas prácticas en la ocupación de la vivienda.

Mediante la incorporación de materiales de baja emisión de contaminantes, altos niveles de ventilación, control de los sistemas de iluminación, calefacción y la distribución interior eficiente de vistas y luz natural, se puede lograr un confort interior que aumenta la productividad y el bienestar de los usuarios.

7.3.1 Control del humo ambiental de tabaco. Prevenir o minimizar la exposición al humo ambiental del tabaco de los ocupantes de la vivienda, las superficies interiores y los sistemas de distribución de aire para ventilación. Prohibir fumar en la vivienda excepto si hay un área designada como lugar de fumadores.

7.3.2 Materiales. Reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que sean olorosos, irritantes y/o dañinos para el confort y bienestar de los ocupantes.

Para un manejo ambiental y haciendo énfasis en este punto daremos algunas recomendaciones necesarias para una buena calidad en el ambiente interior de la vivienda.

Los productos de madera compuesta y fibra agrícola son fabricados a través de procesos de integración de fibras y partículas unidas con diversos adhesivos para generar placas que puedan ser utilizadas como paneles de construcción, muebles y accesorios. Es importante que los adhesivos utilizados en su fabricación no contengan urea-formaldehído, compuesto base que generalmente es usado.

Urea-Formaldehídos son químicos utilizados como, los cuales se evaporan a altas temperaturas y pueden provocar daños permanentes a la salud de los ocupantes de la vivienda.

Los productos de acabado de pisos con base mineral tales como losas, ladrillos, y piedras cortadas sin barnices orgánicos integrados y sellante, y sistemas de piso en madera maciza sin tratar/sin terminar, no tienen ningún requerimiento de ensayo de Calidad del Ambiente Interior. Sin embargo, los adhesivos, lechadas de yeso, acabados y sellante deben ser compatibles con sistemas de piso con base mineral o madera maciza sin tratar/sin terminar.

Las pinturas y recubrimientos usados en el interior de la vivienda deben cumplir con algunos requerimientos que los hace no ser contaminantes y por ende que no afecten ni al medio ambiente ni a los habitantes de la vivienda.

7.3.3 Capacidad de control de sistemas de iluminación. Proveer un alto nivel de sistemas de control del sistema de iluminación para los ocupantes en espacios individuales o grupales como salas, para promover la productividad, el confort y bienestar de los ocupantes de la vivienda.

Como estrategias para una buena funcionalidad:

- Identificar requerimientos de iluminación para espacios individuales: identificar la ubicación de los puestos de trabajo previstos para uso individual. Incluir todos los puestos de trabajo individual. Confirmar que el 90% o más de los ocupantes de

estos espacios cuentan con control de iluminación accesible, que permita ajustarse a las necesidades individuales.

Como mínimo, los ocupantes deben ser capaces de encender y apagar los dispositivos de iluminación. Idealmente, los ocupantes deben poder reponer el dispositivo de manera fácil, y tener múltiples niveles de iluminación.

- Identificar requerimientos de iluminación para espacios grupales de multiocupantes:

Los tableros de control son apropiados para proveer una variedad de opciones de iluminación al interior del espacio. Cuando la iluminación natural es incorporada como un componente de un programa de iluminación de ambientes en cualquier tipo de espacio, se debe proporcionar control de deslumbramiento, control de niveles de iluminación y persianas interiores que den la opción de oscurecer el espacio, si se requiere.

- Reconocer mercado nacional de sistemas de control de iluminación: existen distintos tipos de luminarias disponibles en el mercado, pero se debe seleccionar aquellas con alto nivel de flexibilidad y control.

7.3.4 Iluminación natural y vistas. Los ocupantes de la vivienda deben tener una conexión con el exterior a través de la introducción de iluminación natural y vistas a los espacios aledaños.

Se requiere integrar sistemas de cortinas automatizadas para controlar el deslumbramiento, sin tapar las vistas. En nuestro mercado existen opciones de cortinas automatizadas que permiten lograr el objetivo de tener una iluminación natural sin bloquear la vista.

7.3.5 Prevención del moho. El no controlar la humedad en las viviendas puede causar grandes daños a la estructura de estos, así como a los muebles y deteriorar los materiales de los pisos, muros y cielos. La humedad no controlada puede provocar crecimiento de moho que no solo daña la vivienda, si no que puede provocar daños a la salud y al rendimiento de los estudiantes y el personal. El moho no suele ser un problema en el interior a no ser que exista exceso de humedad.

Como estrategia se recomienda tener en cuenta, materiales de construcción, cubierta inclinada, pendiente de tierra, entradas de cubiertas, control de humedad en el aire de ventilación.

7.4 ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Los sistemas de iluminación, determinan como utiliza energía la vivienda. Por lo tanto, la estrategia más efectiva para lograr una óptima eficiencia energética es tener una aproximación integrada de todos los sistemas de la vivienda, en estas se pueden reducir la cantidad de energía requerida para su operación y utilizar energías más benignas con el medio ambiente. Mientras mejor es la energía que se utiliza se reduce los costos operacionales.

7.4.1 Energías renovables.

- La energía solar: es el recurso energético más abundante en la tierra. La energía solar que recibe la superficie del planeta en una hora es equivalente al total de energía consumida por todos los humanos en un año. Esta puede ser aprovechada de diversas maneras, tanto para generar electricidad (energía eléctrica) como calor (energía térmica), pero tiene el inconveniente de que sólo se recibe durante el día, por lo que se requiere la combinación con otras fuentes de energía o bien la inclusión de sistemas de almacenamiento.

- Energía geotérmica: este tipo de sistemas generan energía, eléctrica y/o térmica, a partir del calor contenido en el interior de la tierra. Esta fuente de energía es un recurso renovable existente principalmente, en zonas de alta actividad volcánica y fallas geológicas.

La disponibilidad de este recurso no presenta variación estacional, tampoco está afecto a impactos climáticos, es compatible con otros sistemas de generación, y puede aprovecharse para aplicaciones como calefacción de espacios, calentamiento de agua, procesos industriales, generación de electricidad, entre otros.

- Energía eólica: es una fuente de energía renovable, producto de la transformación de la energía cinética contenida en el viento, en energía utilizable. El viento se produce por diferencias de temperatura entre distintas masas de aire en la atmósfera terrestre, la que es calentada por el sol. Por ello, se considera al viento como una forma indirecta de energía solar.

- **Energía biomásica:** definida como la materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, es una fuente muy variada de energía. Entre los métodos de aprovechamiento existentes se pueden mencionar la combustión directa de la biomasa, el tratamiento de residuos orgánicos y el cultivo de algunas plantas y granos, a partir de las cuales se obtiene biogás y biocombustibles, usados como sustitutos de compuestos petroquímicos.

7.5 MATERIALES Y RECURSOS

La reutilización de las edificaciones y de los materiales de construcción es importante preverla desde la etapa de diseño de un proyecto, debido a que esta práctica permite generar ahorros en el consumo de energía durante el ciclo de vida de los mismos.

Al elegir materiales, se debe evaluar la opción de seleccionar materiales provenientes de fuentes alternativas y/o fabricados en áreas cercanas a la construcción de un proyecto, lo cual permite incentivar la economía local y reducir los costos asociados al transporte de materiales. Recordando que el sector transporte es responsable de alrededor del 40% de las emisiones de CO₂. Por otra parte, la preferencia por materiales de fácil renovación, minimiza el consumo de recursos naturales que no cuentan con esta misma cualidad, y adicionalmente posee la ventaja de tener un ciclo de producción de menor duración con relación a la vida útil de los mismos.

7.5.1 Madera reciclada. La madera de demolición puede generar importantes ahorros en la construcción. De ella podemos obtener elementos estructurales de alta calidad, tales como vigas de roble proveniente de antiguas construcciones. Además, con ella se fabrican muebles reciclados que se pueden integrar a los proyectos. Su utilización puede ser integrada en diversos elementos del edificio, tanto estructurales como no estructurales, revestimientos de fachadas, pisos y cielos.

7.5.2 Materiales de pre consumo. Es el material sacado del flujo de residuos de un proceso de fabricación de un producto.

- **Paneles:** corresponde a paneles estructurales de astillas o virutas de madera, unidas entre ellas mediante adhesivos químicos.

- **Paneles de Yeso Cartón:** se fabrican a partir del remanente de industrias de yeso puro.

- **Lana Mineral:** es un producto que se fabrica fundiendo escoria de cobre, más otros insumos a altas temperaturas. El resultado final es un producto compuesto por fibras extra finas aglomeradas.

7.5.3 Materiales de post consumo. Se define como el material de desecho generado en sectores comerciales, industriales o de uso doméstico, como usuarios finales del producto, el cual ya no puede ser utilizado para los fines que fue elaborado. Se promueve la utilización de estos materiales, considerando el 100% de ellos.

- **Acero Reciclado:** es el único material constructivo que siempre contiene algo de material reciclado. Este es completamente reciclable al final de la vida útil del producto y podría ser reciclado un número ilimitado de veces, sin perder calidad.
- **Hormigón Reciclado:** corresponde al hormigón fabricado con áridos gruesos reciclados y agregados, procedente de la trituración de residuos de hormigón.
- **Eco ladrillos:** son fabricados a partir de diversos desechos plásticos, tales como envases de bebidas.
- **Bitublock:** bloques de alta resistencia fabricados en base a virutas de vidrio, desechos metalúrgicos y cenizas pulverizadas de centrales hidroeléctricas.
- **Vidrio Reciclado:** hecho en su totalidad con vidrio reciclado, calentado y aglomerado bajo presión, sin aglutinantes, colorantes, cargas u otras mezclas. Mantiene las propiedades de transparencias de los vidrios de fabricación virgen.

7.5.4 Materiales renovables. Es importante emplear materiales y productos de construcción rápidamente renovables, para así reducir el uso y el agotamiento de materias primas agotables y materiales con largos ciclos de renovación.

Estos materiales reducen el impacto medioambiental, y su incorporación disminuye las prácticas irresponsables como la deforestación y la destrucción del medio ambiente. Además estos traen beneficios de carácter económico y ambiental.

- **Bambú:** es aplicado como material de construcción por sus cualidades de flexibilidad y ligereza. Su principal beneficio consiste en la rápida renovación, la cual es inferior en promedio a 6 años; lo que ayuda a reducir el impacto producido por el uso de maderas provenientes de especies de lento crecimiento, como es el caso del pino, que puede alcanzar períodos mayores a 30 años. Puede implementarse como sistema estructural, paneles, mobiliario, revestimientos, entre otros.
- **Algodón:** Es aplicado como aislante térmico y acústico dentro de la construcción. Su ciclo de renovación no supera el año. Es fabricado a partir de su fibra natural, la cual cuenta con la capacidad de absorción y cualidades térmicas que mejoran el rendimiento energético del edificio.
- **Corcho:** proviene de la corteza de los alcornoques, árbol de crecimiento inferior a 9 años. En la construcción es utilizado como aislante térmico, pisos, revestimientos de muros y elementos menores de construcción.

- **Caucho natural:** Es elaborado a partir de la savia de las plantas de distintos orígenes. Su ciclo renovable corresponde a 8 años aproximadamente. Es aplicado como pintura, aislante y pisos.
- **Linóleo:** material fabricado a partir del aceite de lino, mezclado con harina de madera y polvo de corcho. Su renovación corresponde a un período de un año. Es utilizado ampliamente en la elaboración de pisos.
- **Semilla y paja de trigo:** La paja es un material proveniente de la trilla del trigo. Su ciclo renovable corresponde a un año. Su aplicación en construcción es muy amplia, teniendo como ventajas, la economía y sus propiedades de aislante térmico.
- **Lana natural:** se fabrica con lana de animales como oveja, alpacas, vicuñas, entre otros. Su fabricación se realiza a partir de la fibra natural. Su ciclo de renovación corresponde a un año. Es utilizada para la fabricación de elementos textiles, aislantes, alfombras y revestimientos.

8. FACTORES ECONOMICOS ESPECÍFICOS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SOSTENIBLES EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON EL FIN DE LOGRAR UNA CERTIFICACIÓN LEED

Lo primordial en la implementación de cualquier proyecto constructivo es tener presente la factibilidad económica de las actividades a desarrollar. Para este caso, calcular la inversión vs. El beneficio asociado a la inclusión de utilizar sistemas sostenibles en una vivienda unifamiliar. Es importante destacar que existen costos no cuantificables monetariamente, como puede ser la mitigación de contaminantes en el medio ambiente, ya que esto corresponde a variables de bienestar y son caracterizadas como beneficio social.

En este estudio económico, se analizó la implementación de sistemas basados en la implementación de calentadores solares, sistemas fotovoltaicos, sistemas económicos de recolección de aguas lluvias y cambio en la iluminación artificial. El retorno de la inversión se valorizó de acuerdo al análisis del mercado y a la información suministrada por la empresa ECCOSOL y SOLEN TECHNOLOGY la Ing. Hidrosanitaria Lorena Rengifo Buitrón especialistas dedicados al soporte de sistemas sostenibles.

8.1 SISTEMA DE CALENTADOR SOLAR

El precio del gas natural está sujeto a diferentes variables que hacen forman parte de la estimulación de su tarifa hacia el futuro. Un indicio resulta su directa relación con el petróleo (porque es uno de sus derivados), la flexibilidad del dólar y las condiciones sociales, donde estos factores puede generar cambios que afectan su precio final.

Tabla 4. Proyecciones calentador solar

PROYECCION DE RETORNO Vs. INVERSION PARA CALENTADOR SOLAR CON TANQUE DE 200 lts (VIVIENDA DE 4-5 PERSONAS)				
DESCRIPCION	CALENTADOR DE GAS NATURAL		CALENTADOR SOLAR	
	VALOR	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
Inversión inicial	\$ 900,000	promedio de cambio cada 5 años	\$ 1,907,400	promedio de cambio cada 20 años
Consumo mensual	\$ 20,000	consumo estimado de 30 M3 de gas para calentador de 6000 litros de agua por mes	\$ -	
DESCRIPCION	CALENTADOR DE GAS NATURAL		CALENTADOR SOLAR	
Costo funcionamiento a 5 años	\$	2,100,000		
Costo funcionamiento a 10 años	\$	4,200,000		
Costo funcionamiento a 15 años	\$	6,300,000	\$	1,907,400
Costo funcionamiento a 20 años	\$	8,400,000		
TOTAL FUNCIONAMIENTO	\$	8,400,000	\$	1,907,400

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior demuestra la versatilidad en los ahorros económicos que se presentan en la trayectoria de la vida útil de los calentadores solares, ya que estos presentan un lucrativo económico por 20 años, a diferencia de los calentadores tradicionales empleados por gas natural los cuales tiene que ser remplazados aproximadamente cada 5 años.

El sistema de calentadores solares solamente equivale a una inversión inicial, no presenta consumos mensuales.

Tabla 5. Costos anuales calentador solar

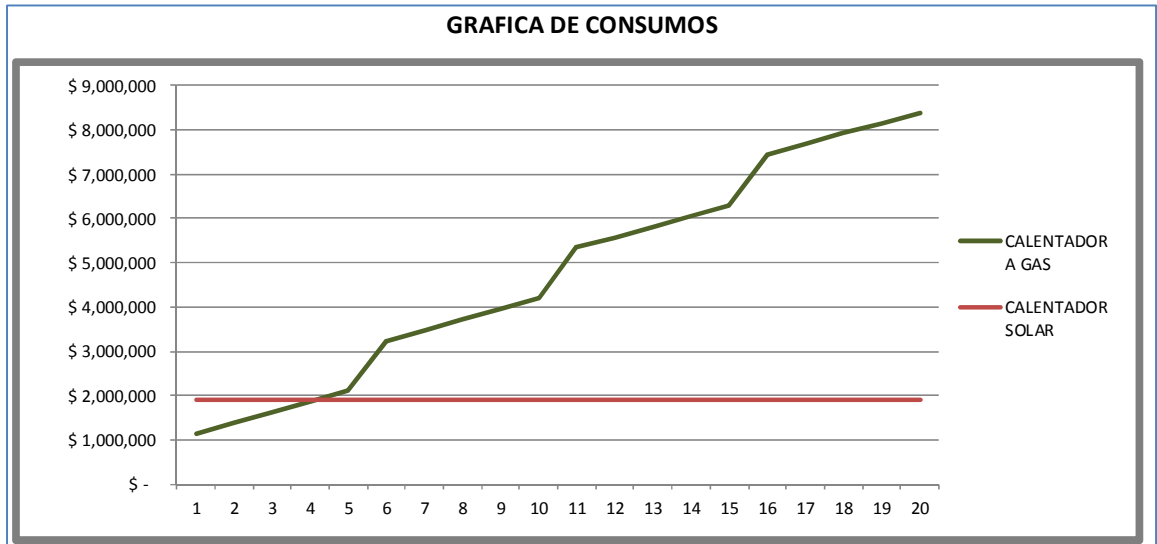
COSTOS ANUALES		
AÑO	CALENTADOR A GAS	CALENTADOR SOLAR
1	\$ 1,140,000	\$ 1,907,400
2	\$ 1,380,000	\$ 1,907,400
3	\$ 1,620,000	\$ 1,907,400
4	\$ 1,860,000	\$ 1,907,400
5	\$ 2,100,000	\$ 1,907,400
6	\$ 3,240,000	\$ 1,907,400
7	\$ 3,480,000	\$ 1,907,400
8	\$ 3,720,000	\$ 1,907,400
9	\$ 3,960,000	\$ 1,907,400
10	\$ 4,200,000	\$ 1,907,400
11	\$ 5,340,000	\$ 1,907,400
12	\$ 5,580,000	\$ 1,907,400
13	\$ 5,820,000	\$ 1,907,400
14	\$ 6,060,000	\$ 1,907,400
15	\$ 6,300,000	\$ 1,907,400
16	\$ 7,440,000	\$ 1,907,400
17	\$ 7,680,000	\$ 1,907,400
18	\$ 7,920,000	\$ 1,907,400
19	\$ 8,160,000	\$ 1,907,400
20	\$ 8,400,000	\$ 1,907,400

RETORNO DE INVERSION

Fuente: Elaboración propia

El retorno de la inversión se dado entre el año 4 y 5.

Tabla 6. Gráfica de consumos calentador solar



Fuente: Elaboración propia

El costo del consumo en los calentadores solares es igual a cero, mientras el de los calentadores convencionales son proporcionales anualmente.

8.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO

La implementación de sistemas fotovoltaicos bajo las condiciones óptimas permite ahorrar un alto porcentaje de energía utilizada en cada unidad de vivienda (aproximadamente 90%). Los valores considerados para realizar este cálculo tarifario fueron suministrados por la Empresa de Energía de Bogotá (Codensa) mediante la factura mensual del servicio.

Tabla 7. Proyecciones sistema fotovoltaico

PROYECCION DE RETORNO Vs. INVERSION PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO (VIVIENDA ESTRATO 3)				
DESCRIPCION	ENERGIA ELECTRICA		ENERGIA RENOVABLE	
	VALOR	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
Inversión inicial	\$ 2,500,000	Valor para acometida, permisos y contador	\$ 18,000,000	
Consumo mensual	\$ 78,000	consumo estimado para vivienda estrato 3 con consumo mes de XXX kW/h	\$ -	
Mantenimiento	\$ -		\$ 780,000	Reposición de baterías casa 5 años
DESCRIPCION	ENERGIA ELECTRICA		ENERGIA RENOVABLE	
Costo funcionamiento a 5 años	\$	7,180,000	\$	18,000,000
Costo funcionamiento a 10 años	\$	11,860,000	\$	18,780,000
Costo funcionamiento a 15 años	\$	16,540,000	\$	19,560,000
Costo funcionamiento a 20 años	\$	21,220,000	\$	20,340,000
TOTAL FUNCIONAMIENTO	\$	21,220,000	\$	20,340,000

Fuente: Elaboración propia

En este estudio se tomó como referencia los costos actuales de una vivienda estrato 3 de la ciudad de Bogotá, implementados por la utilización de consumos normales de electrodomésticos domésticos, Vs la inclusión de utilizar un sistema autónomo de paneles solares para abastecer el 100% de la misma vivienda.

Tabla 8. Costos anuales sistema fotovoltaico

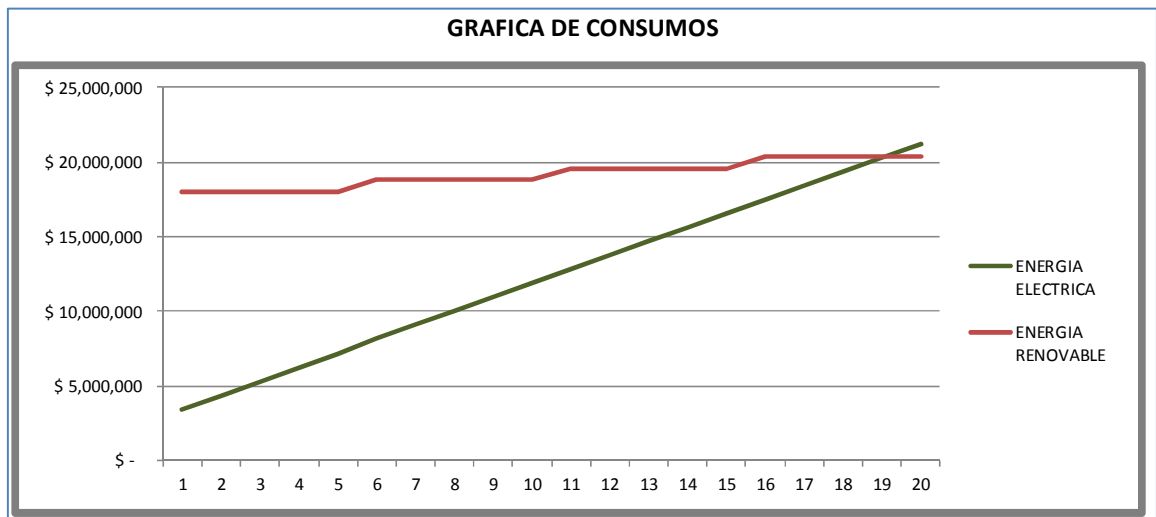
COSTOS ANUALES		
AÑO	ENERGIA ELECTRICA	ENERGIA RENOVABLE
1	\$ 3,436,000	\$ 18,000,000
2	\$ 4,372,000	\$ 18,000,000
3	\$ 5,308,000	\$ 18,000,000
4	\$ 6,244,000	\$ 18,000,000
5	\$ 7,180,000	\$ 18,000,000
6	\$ 8,116,000	\$ 18,780,000
7	\$ 9,052,000	\$ 18,780,000
8	\$ 9,988,000	\$ 18,780,000
9	\$ 10,924,000	\$ 18,780,000
10	\$ 11,860,000	\$ 18,780,000
11	\$ 12,796,000	\$ 19,560,000
12	\$ 13,732,000	\$ 19,560,000
13	\$ 14,668,000	\$ 19,560,000
14	\$ 15,604,000	\$ 19,560,000
15	\$ 16,540,000	\$ 19,560,000
16	\$ 17,476,000	\$ 20,340,000
17	\$ 18,412,000	\$ 20,340,000
18	\$ 19,348,000	\$ 20,340,000
19	\$ 20,284,000	\$ 20,340,000
20	\$ 21,220,000	\$ 20,340,000

RETORNO DE INVERSION

Fuente: Elaboración propia

El retorno de la inversión se dado entre el año 19 y 20.

Tabla 9. Gráfica de consumos sistema fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia

El consumo de energía eléctrica es continuo a través de los años, en la suplicia de sistemas fotovoltaicos se debe a una inversión inicial y variaciones correspondientes a mantenimientos periódicos.

8.3 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

La descarga de los aparatos sanitarios esta proporcionado por agua potable y su disposición final no es tratada ni reutilizada. Por ende, un sistema muy práctico y económico para el funcionamiento de estos aparatos, es la implementación de sistemas de recolección de aguas lluvias. La emisión del agua potable es utilizada explícitamente para el consumo humano, sensiblemente la humanidad la ha derrochado en actividades no justificadas para tales fines, como lo son: riegos de plantas, descargas de aparatos sanitarios, aseos automotriz, entre otros.

Tabla 10. Proyecciones sistema de recolección de aguas lluvias

PROYECCION DE RETORNO Vs. INVERSION PARA SISTEMA DE RECOLECCION AGUA LLUVIAS UTILIZANDOLAS EN SANITARIOS (VIVIENDA ESTRATO 3 DE 4 PERSONAS)				
DESCRIPCION	AGUA POTABLE		AGUAS LLUVIAS	
	VALOR	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
Inversión inicial			\$ 765,000	tanques recolectores por gravedad
Consumo mensual	\$ 9,905	Consumo por persona de 20 lts diarios por descargas/ valor m3 \$4.127	\$ -	
DESCRIPCION	AGUA POTABLE		AGUAS LLUVIAS	
Costo funcionamiento a 2 años	\$	237,720	\$	765,000
Costo funcionamiento a 4 años	\$	475,440	\$	765,000
Costo funcionamiento a 6 años	\$	713,160	\$	765,000
Costo funcionamiento a 8 años	\$	950,880	\$	765,000
Costo funcionamiento a 10 años	\$	1,188,600	\$	765,000
TOTAL FUNCIONAMIENTO	\$	1,188,600	\$	765,000

Fuente: Elaboración propia

Los costos de consumo en descarga sanitarias mensual, corresponde a un 25% del consumo total diario de cada persona.

Tabla 11. Costos anuales recolección de aguas lluvias

COSTOS ANUALES		
AÑO	AGUA POTABLE	AGUA LLUVIA
1	\$ 118,860	\$ 765,000
2	\$ 237,720	\$ 765,000
3	\$ 356,580	\$ 765,000
4	\$ 475,440	\$ 765,000
5	\$ 594,300	\$ 765,000
6	\$ 713,160	\$ 765,000
7	\$ 832,020	\$ 765,000
8	\$ 950,880	\$ 765,000
9	\$ 1,069,740	\$ 765,000
10	\$ 1,188,600	\$ 765,000

RETORNO DE INVERSION

Fuente: Elaboración propia

El retorno de la inversión se dado entre el año 6 y 7

Tabla 12. Gráfica de consumos recolección de aguas lluvias



Fuente: Elaboración propia

La implementación de este sistema es igual a cero luego de la inversión inicial. La utilización de agua potable en sanitarios es continua de forma infinita.

8.4 SISTEMA DE CAMBIOS DE LUMINARIAS

Debido a la evolución que se ha presentado en la última década con respecto a los ahorros económicos y conservación del medio ambiente y a pesar de la afirmación anterior, aún se encuentran hogares donde se sigue utilizando luminarias de tipo incandescente. Por lo tanto se debe generar conciencia en la implementación de cambios de luminarias para la conservación ambiental y presentar ahorros de tipo económico en las viviendas.

Tabla 13. Proyecciones cambio de luminarias

PROYECCION DE RETORNO Vs. INVERSION PARA UTILIZACION DE BOMBILLOS FLUORESCENTES O TIPO LED (VIVIENDA ESTRATO 3)						
DESCRIPCION	BOMBILLO INCANDESCENTE		BOMBILLO FLUORESCENTE		BOMBILLO LED	
	VALOR	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION	VALOR	DESCRIPCION
Inversión inicial	\$ 102,400	Vivienda con 32 bombillos de 1.000 horas c/u de 100 wats	\$ 444,800	Vivienda con 32 bombillos de 8.000 horas c/u de 20 wats	\$ 800,000	Vivienda con 32 bombillos de 25.000 horas c/u de 9 wats
Consumo mensual	\$ 37,536	Teniendo un consumo diario de una hora, la totalidad de los bombillos	\$ 7,507	Teniendo un consumo diario de una hora, la totalidad de los bombillos	\$ 3,378	Teniendo un consumo diario de una hora, la totalidad de los bombillos
	Si se utiliza el bombillo 1 hora diaria, se tiene que hacer el cambio cada 36 meses		Si se utiliza el bombillo 1 hora diaria, se tiene que hacer el cambio cada 260 meses		Si se utiliza el bombillo 1 hora diaria, se tiene que hacer el cambio cada 830 meses	
DESCRIPCION	BOMBILLO INCANDESCENTE		BOMBILLO FLUORESCENTE		BOMBILLO LED	
Costo funcionamiento a 3 años	\$	1,453,696	\$	715,052	\$	921,608
Costo funcionamiento a 6 años	\$	2,907,392	\$	985,304	\$	1,043,216
Costo funcionamiento a 9 años	\$	4,361,088	\$	1,255,556	\$	1,164,824
TOTAL FUNCIONAMIENTO	\$	4,361,088	\$	1,255,556	\$	1,164,824

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior podemos apreciar representativamente los ahorros tanto económicos, como de tipo ambiental. De igual manera la utilización o cambios constantes de dichas luminarias.

Por cada bombillo led hay que cambiar 25 bombillos incandescentes

Por cada bombillo led hay que cambiar 3 bombillos fluorescentes

Tabla 14. Costos anuales cambio de luminarias

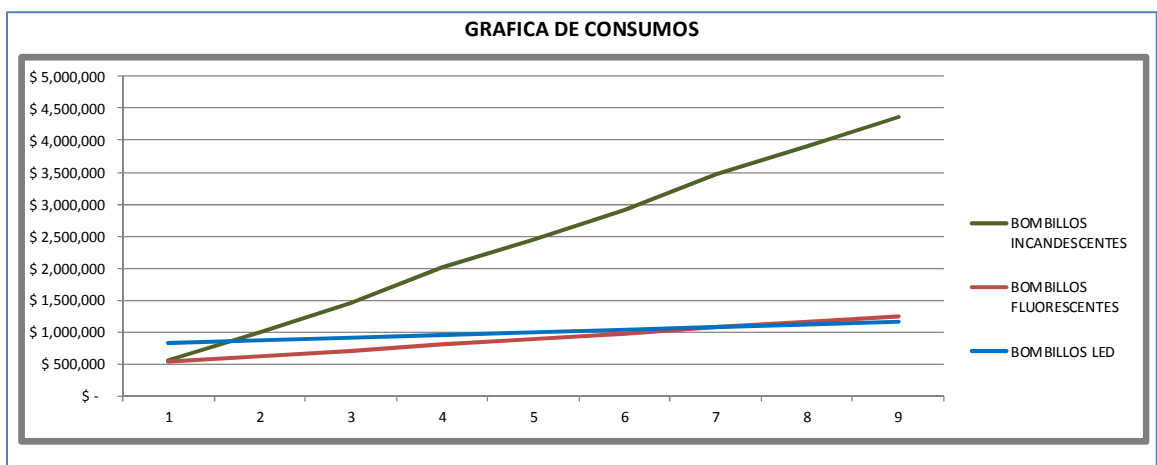
COSTOS ANUALES				
AÑO	BOMBILLOS INCANDESCENTES	BOMBILLOS FLUORESCENTES	BOMBILLOS LED	RETORNO DE INVERSION 1
1	\$ 552,832	\$ 534,884	\$ 840,536	RETORNO DE INVERSION 2
2	\$ 1,003,264	\$ 624,968	\$ 881,072	
3	\$ 1,453,696	\$ 715,052	\$ 921,608	
4	\$ 2,006,528	\$ 805,136	\$ 962,144	
5	\$ 2,456,960	\$ 895,220	\$ 1,002,680	
6	\$ 2,907,392	\$ 985,304	\$ 1,043,216	
7	\$ 3,460,224	\$ 1,075,388	\$ 1,083,752	
8	\$ 3,910,656	\$ 1,165,472	\$ 1,124,288	
9	\$ 4,361,088	\$ 1,255,556	\$ 1,164,824	

Fuente: Elaboración propia

El retorno de la inversión de los bombillos fluorescentes esta dado entre el año 0 y 1

El retorno de la inversión de los bombillos tipo led esta dado entre el año 1 y 2

Tabla 15. Gráfica de consumos cambio de luminarias



Fuente: Elaboración propia

Al estar en la vanguardia en los cambios de las luminarias domesticas, el retorno de la inversión es de forma rapida, los costos en el consumo del sistema y de los cambios del mismo son muy bajos anualmente.

9. CONCLUSIONES

- La incorporación de sistemas sostenibles en unidades de vivienda, representan ahorros para las familias que las conforman. Por lo tanto los ahorros en sistemas sustentables, son ingresos personales.
- Las edificaciones hoy en día son uno de los principales responsables del cambio climático a nivel mundial. En respuesta a esta problemática, se tiene que incorporar sistemas que contribuyen a disminuir la huella ecológica.
- En la construcción Colombia no existen reglamentaciones definidas que atribuyan a la implementación de edificaciones amigables hacia el medio ambiente.
- En la implementación de cualquier sistema sostenible la retribución a la inversión se debe calcular a largo plazo, de acuerdo a la magnitud del sistema a utilizar.
- Independiente de la gran variedad de sistemas sostenibles que se pueden usar en una edificación, el estímulo siempre estará representado al agradecimiento con el medio ambiente.
- En Bogotá las viviendas unifamiliares espontaneas se limitan solamente al habitat esencial sostenidas por servicios públicos primordiales, prestados por entidades afines. Más no por la sostenibilidad de la misma.
- Las entidades promotoras de vivienda en compañía de los usuarios finales deben obtener conciencia en el desarrollo de la industria constructora, en vista del confort y la sustentabilidad que les puede generar al propietario en contexto de los ámbitos ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO AGUDELO, Harlem; VASQUEZ HERNANDEZ, Alejandro; CARDONA RAMIREZ, Diego; “Sostenibilidad, Actualidad y Necesidad en el Sector de la Construcción Colombiana” Revista Gestión y Ambiente Volumen 15 – No.1, Mayo de 2012, Medellín ISSN 0124.177X pp 105-118.

ACÚSTICA INTEGRAL. Aislamiento de ruidos. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.acusticaintegral.com/aislamiento-ruidos.htm>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Ley 388 de 1997. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339#FichaDocumento>>. [Citado: 9 de septiembre de 2014].

BARRIO EVA LAXMEERSE, CULEMBORG, HOLANDA [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/910/2/Certificaci%C3%B3n-leed-VIS_barrio-Yomasa-Bogot%C3%A1.pdf> [Consultado: 22 de octubre de 2014].

BIBLIOTECA LUIS ÁNGEL ARANGO. Definición de ecología. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/biologia/biolo0.htm>> [Citado: 29 de noviembre de 2014].

BLOG DE FARMACIA. ¿Qué son los alimentos orgánicos?. [En Línea]. Disponible en Internet:<URL: <http://blogdefarmacia.com/que-son-los-alimentos-organicos/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT’S ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD (REINO UNIDO).[En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.breeam.es/index.php/certifica/esquemas-de-certificacion>. [Consultado: 01 de octubre de 2014].

CALENTADORES SOLARES, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.bionero.org/especiales/ecotips/agua-caliente-gratis-y-sin-contaminar-aun-en-epoca-de-heladas> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

CASBEE – COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILDING ENVIRONMENTAL EFFICIENCY (JAPÓN) .En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://es.scribd.com/doc/146519231/CASBEE>. [Consultado: 01 de octubre de 2014].

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 1450 de 2011. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2011/ley_1450_2011_pr_002.html>. [Consultado: 10 de septiembre de 2014].

CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. Construcción Sostenible. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/que-es>>. [Citado: 10 de marzo de 2013].

CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE; foro “Ciudades y Construcción Sostenible: una Agenda para Colombia”; Bogotá 05 septiembre de 2012. En Línea, <<http://infraestructura.org.co/presentaciones/Occidente/Tendenciasmundiales.pdf>>

CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, Foro Manejo de residuos de demolición y construcción Septiembre 2012 - WBCSD en WWF, Informe Planeta Vivo 2012.

CONSTRUIBLE.ES. Eficiencia energética. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=22&m=21&idm=159&n2=20>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

CONSTRUMATICA. Conductividad térmica. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://www.construmatica.com/construpedia/Conductividad_T%C3%A9rmica>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. Qué es la contaminación ambiental. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

CONVENIOS HABITABLES EN COLOMBIA, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-359937/bogota-colombia-prototipos-de-vivienda-auto-sostenible-de-bajo-costopor-damm-arquitectura>>. [Consultado: 22 de octubre de 2014].

DEFINICIÓN DE EFECTO INVERNADERO. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://definicion.de/efecto-invernadero/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

DEFINICIÓN DE. OXÍGENO. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/oxigeno/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

DNGB – DEUTSHE GESSELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN (ALEMANIA). [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.armstrong.com/commflreu/es-es/green-dialogue-building-certificates.html>>. [Consultado: 01 de octubre de 2014].

ECURED. Alcantarillado. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ecured.cu/index.php/Alcantarillado>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

ECURED. Sostenibilidad. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ecured.cu/index.php/Sostenibilidad>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

ESTUDIOS ECONÓMICOS CAMACAOL – Informe Económico, “La Construcción Sostenible en Colombia, Presente y Futuro”; Octubre de 2012. En línea <http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/Informe%20Econ%C3%B3mico%20Oct2012-No%2040.pdf> ISSN 2011-7442

GORDILLO BEDOYA, Fernando. “Pautas para una construcción sostenible en Colombia Bogotá, Cali, Medellín”. Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

GREEN BUILDING COUNCIL. Las Condes, 2013. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://chilegbc.cl/estudios_new.php>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

GREEN STAR – CONSEJOS AUSTRALIANO, NEOZELANDÉS Y SURAFRICANO DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES , [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.cccs.org.co/construccion-sostenible/certificacion-de-edificaciones>> [Consultado: 01 de octubre de 2014].

IDIEM – Centro de Investigación, Desarrollo e Innovaciones de Estructuras y Materiales; Catalogo verde, Certificación LEED. En Línea, <www.catalogoverde.cl/certificacion-leed-2>

ILUMINACIÓN LED, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/que-es-la-iluminacion-led-especial-iluminacion-led>> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

INSPIRA. Energías renovables. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.inspira.es/>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

LEED – CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (ESTADOS UNIDOS), [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.actiu.com/es/empresa/actiu-leed/actiu-que-es-leed>> [Consultado: 01 de octubre de 2014].

MATERIALES SOSTENIBLES, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2005/09/18/145349.php [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

OBSERVATORIO DE CLIMA DE YUCATAN. Qué es el clima. [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/clima-yucatan/index.php>>. [Citado: 29 de noviembre de 2014].

PLANTAS EÓLICAS, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://w.ingenieroambiental.com/eolica.doc> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

PULIDO, LUZ DARY. Colombia Vira Hacia la Construcción. En: URBANA - Revista de la Construcción Sostenible. Bogotá D.C. 2011, vol. 49, ISSN 2011-7388, p. 29-27

PULIDO PEREZ, Jesenia, et al. CERTIFICACIÓN LEED EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL: APLICADA AL BARRIO YOMASA – Bogotá, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Bogotá D.C.2013. Pág. 52-65

SHARIFI-HA HOUSE, LA CASA ROTATORIA DE ALIREZA TAGHABONI [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.experimenta.es/noticias/arquitectura/sharifi-ha-house-casa-rotatoria-alireza-taghaboni-4586> [Consultado: 22 de octubre de 2014].

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/11751/1/PFC_Salvador_Sanz_Memoria.pdf [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE ENERGÍA SUSTENTABLE, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://deltavolt.pe/pv-systems> [Consultado: 04 de noviembre de 2014].

VIVIENDA BIOCLIMÁTICA AUTOSUFICIENTE EN WASHINGTON: “MAGIC BOX”, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL:http://www.academia.edu/905406/VIVIENDA_BIOCLIM%C3%81TICA_AUTOSUFICIENTE_EN_WASHINGTON_MAGIC_BOX_PROYECTO_DE_LA_UPM_PARA_EL_CONCURSO_SOLAR_DECATHLON_2005[Consultado: 22 de octubre de 2014].

VIVIENDA BIOCLIMÁTICA DE CHUBUT, ARGENTINA, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/15721187/Casas-bioclimatica-en-Chubut.html> [Consultado: 22 de octubre de 2014].

VIVIENDA BIOCLIMÁTICA - GUAYAQUIL, ECUADOR, [En Línea]. Disponible en Internet: <URL: http://www.douglasdreher.com/proyectos/vivienda_bioclimatica.asp [Consultado: 22 de octubre de 2014].